
Rehabilitation & Recreation



Ministry of Education and Science of Ukraine
National University of Water and Environmental Engineering

Rehabilitation & Recreation

Scientific Journal
Vol. 20 No. 1

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

Igor Grygus, Institute of Health Care of the National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-2856-8514>

Associate Editor-in-Chief

Nataliia Nesterchuk, Institute of Health Care of the National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-2199-3403>

Editorial board

Olga Andriychuk, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-4415-4696>

Nadiia Bohdanovska, Zaporizhzhia National University, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-2410-845X>

Dirk Visser, University of Antwerp, Antwerp, Belgium, <https://orcid.org/0000-0001-5901-6515>

Tetyana Hamma, Institute of Health Care of the National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-9295-3375>

Gennadii Iedynak, Kamianets-Podhskyi Ivan Ohienko National University, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-6865-0099>

Walery Zukow, Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland, <http://orcid.org/0000-0002-7675-6117>

Vitalii Kashuba, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-6669-738X>

Vasyl Klapchuk, “Zaporizhzhia Polytechnic” National University, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-7274-9756>

Zanneta Kozina, H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-5588-4825>

Olena Lazareva, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-7435-2127>

Anatoliy Mahlovanyy, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-1792-597X>

Evgeniy Myhaliuk, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-3607-7619>

Radoslaw Muszkieta, Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland, <https://orcid.org/0000-0001-6057-1583>

Olha Nagorna, Institute of Health Care of the National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-6243-4862>

Dariya Popovych, Ternopil National Medical University named after I. Ya. Gorbachevskii, Ministry of Health of Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-5142-2057>

Dariusz W. Skalski, Gdansk University of Physical Education and Sport, Poland, National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-3280-3724>

Secretary

Anzhela Nogas, Institute of Health Care of the National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1287-9828>

ISSN 2786-8346 (print)

ISSN 2786-8354 (online)

© The National University of Water and Environmental Engineering, 2026

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування

Rehabilitation & Recreation

Науковий журнал
Vol. 20 No. 1

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

Григус І. М., доктор медичних наук, професор, Інститут охорони здоров'я Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0003-2856-8514>

Заступник головного редактора

Нестерчук Н. Є., доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, Інститут охорони здоров'я Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0003-2199-3403>

Члени редакційної колегії

Андрійчук О. Я., доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, Волинський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк, Україна), <https://orcid.org/0000-0003-4415-4696>

Богдановська Н. В., доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (м. Запоріжжя, Україна), <https://orcid.org/0000-0002-2410-845X>

Віссерс Дірк, доктор медичних наук, професор, Університет Антверпена (м. Антверпен, Бельгія), <https://orcid.org/0000-0001-5901-6515>

Гамма Т. В., кандидат біологічних наук, доцент, Інститут охорони здоров'я Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0001-9295-3375>

Єдинак Г. А., доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка (м. Кам'янець-Подільський, Україна), <https://orcid.org/0000-0002-6865-0099>

Жуков Валерій, доктор медичних наук, доцент, Університет Миколая Коперника в Торуні (м. Торунь, Польща), <http://orcid.org/0000-0002-7675-6117>

Кашуба В. О., доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України (м. Київ, Україна), <https://orcid.org/0000-0001-6669-738X>

Клапчук В. В., доктор медичних наук, професор, Національний університет «Запорізька політехніка» (м. Запоріжжя, Україна), <https://orcid.org/0000-0001-7274-9756>

Козіна Ж. Л., доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди (м. Харків, Україна), <https://orcid.org/0000-0001-5588-4825>

Лазарева О. Б., доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України (м. Київ, Україна), <https://orcid.org/0000-0002-7435-2127>

Магльований А. В., доктор біологічних наук, професор, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (м. Львів, Україна), Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0002-1792-597X>

Михалюк Є. Л., доктор медичних наук, професор, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет (м. Запоріжжя, Україна), <https://orcid.org/0000-0003-3607-7619>

Мушкетер Радослав, доктор педагогічних наук, кандидат наук з фізичної культури, професор, Університет Миколая Коперника в Торуні (м. Торунь, Польща), <https://orcid.org/0000-0001-6057-1583>

Нагорна О. Б., доктор наук з фізичного виховання та спорту, доцент, Інститут охорони здоров'я Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0002-6243-4862>

Попович Д. В., доктор медичних наук, професор, Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України (м. Тернопіль, Україна), <https://orcid.org/0000-0002-5142-2057>

Скальські Д. В., доктор педагогічних наук, кандидат наук з фізичної культури, професор, Академія фізичного виховання і спорту імені Єнджея Снядецького (м. Гданськ, Польща), Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0003-3280-3724>

Відповідальний секретар

Ногас А. О., доктор наук з фізичного виховання та спорту, доцент, Інститут охорони здоров'я Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна), <https://orcid.org/0000-0003-1287-9828>

ISSN 2786-8346 (print)

ISSN 2786-8354 (online)

ISSN 2786-8346 (print)
ISSN 2786-8354 (online)

Метою журналу є ознайомлення широкої аудиторії користувачів із сучасними тенденціями розвитку науки у галузі охорони здоров'я, фізичної культури і спорту. Розглядаються теоретичні, методологічні та практичні аспекти підготовки спортсменів, новітні розробки у напрямі збереження здоров'я людини, новаторські підходи до розвитку сфери фітнесу і рекреації, фізичного виховання різних груп населення, фізичної терапії, ерготерапії.

У науковому журналі подано окремі положення розвитку фізичної терапії, ерготерапії, рекреації, фізичного виховання, оздоровчих технологій різних груп населення. Охарактеризовано сучасні методи та засоби відновлення здоров'я, особливості проведення діагностичних та реабілітаційних заходів, ефективність яких підтверджується педагогічними, психологічними, реабілітаційними та медико-біологічними дослідженнями.

In the scientific journal are presented some provisions for the development of physiotherapy, ergotherapy, recreation, physical education, health technologies of different population groups. Modern methods and means of health restoration are characterized, features of carrying out diagnostic and rehabilitation measures, the effectiveness of which is confirmed by pedagogical, psychological, rehabilitation and medical-biological researches.

Видається за рішенням вченої ради
Національного університету водного господарства та природокористування
(протокол № 4 від 24.04.2026 р.).

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення № 1185 від 11.04.2024 року
(ідентифікатор медіа - R30-03845)

Суб'єкт у сфері друкованих медіа: Національний університет водного господарства
та природокористування (вул. Соборна, буд. 11, м. Рівне, 33028, mail@nuwm.edu.ua,
тел. +38 (0362) 63-32-09)

Наказом МОН України від 29 червня 2021 року № 735 (додаток 4)
та Наказом МОН України від 30 листопада 2021 року № 1290 (додаток 3)
журнал включено в категорію «Б» Переліку наукових фахових видань України.
Галузі знань - А Освіта; І Охорона здоров'я та соціальне забезпечення.
Спеціальності - А7 Фізична культура і спорт; І7 Терапія та реабілітація
(за спеціалізаціями).

Фахова реєстрація (категорія «А»): Наказ МОН України
№ 1721 від 10 грудня 2024 року (додаток 6).

Реєстр наукових фахових видань України <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02c2faae76127e7350652>

Мови розповсюдження: українська, англійська, польська,
німецька, французька, італійська, литовська, румунська.

Сайт видання:

<https://rehabrec.org/index.php/rehabilitation/>

Електронну версію журналу включено до Національної бібліотеки України
імені В. І. Вернадського.

Видання індексується в Scopus, ERIH PLUS, Index Copernicus, Google Scholar
Адреса редакції: вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000, Україна.

CONTENTS

THErapy AND REHABILITATION

Aponenko I. M., Shubkina K. A. PREPARATION OF REHABILITATION STUDENTS FOR THE VOCATIONAL ENGLISH LANGUAGE PROFICIENCY TEST USING THE CLIL METHODOLOGY.	10
Grynyk R. I., Vynogradova O. M. CLINICAL APPLICATION OF THE MODJAW DIGITAL SYSTEM IN FUNCTIONAL DENTAL REHABILITATION.	16
Lisovskyi R. R., Rakaieva A. E., Illytskyi N. R. ASSESSMENT OF FUNCTIONAL MUSCLE STRENGTH PARAMETERS IN WOUNDED MILITARY PERSONNEL WITH SARCOPENIA AND SEQUELAE OF TRANSTIBIAL AMPUTATION FOLLOWING PHYSICAL THERAPY.	22
Schenk Elisabeth, Baur Heiner, Theiler Robert THE "QUALITOUCH ACTIVITY INDEX" AS A PRACTICAL CLINICAL ASSESSMENT TOOL TO MONITOR PHYSIO- AND TRAINING THERAPY: A COMPARISON WITH "PROMIS GLOBAL HEALTH 10" IN MUSCULOSKELETAL CONDITIONS.	32
Veretin L. S., Skoryna T. M., Zabavska A. O. RECREATION AND REHABILITATION SERVICES: CONTEMPORARY MARKETING APPROACHES TO VALUE CREATION AND WELL-BEING.	43
Zviriaka O. M., Chyhyrskyi A. M., Kerestei V. V. EFFECTIVENESS OF VR THERAPY USING THE VRNOW SIMULATOR FOR PHANTOM LIMB PAIN FOLLOWING LOWER LIMB AMPUTATION.	52
Vasylyv V. B., Beztelesna L. I., Pliashko O. S. NHSU STRATEGIC PURCHASING AS A DRIVER OF HUMAN CAPITAL TRANSFORMATION IN THE REHABILITATION SYSTEM UNDER MARTIAL LAW.	64
Demianchuk Y. V., Baleha M. I., Myhal O. O. DENTAL REHABILITATION NEEDS IN PATIENTS WITH A HISTORY OF CANCER: PERIODONTAL STATUS AND ITS ROLE IN FUNCTIONAL RECOVERY.	75
Korotun O. P., Burachyk A. I., Dzhyndzhoian V. V. INSTITUTIONAL MODEL OF STATE REGULATION OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE REHABILITATION SECTOR: MECHANISMS AND REGULATORY ARCHITECTURE.	81
Kuryliuk S. I., Kernas A. V., Sakharuk I. S. THE EFFECTIVENESS OF COGNITIVE-BEHAVIORAL THERAPY COMBINED WITH PHYSICAL ACTIVITY FOR REDUCING PRE-COMPETITION ANXIETY IN ATHLETES.	90
Chabanova N. V., Lazariyeva O. B., Smoliar I. I. EFFECTIVENESS OF PHYSICAL THERAPY INTERVENTIONS FOR RESTORING LOWER LIMB FUNCTION IN INDIVIDUALS WITH PERIPHERAL NEUROPATHIES CAUSED BY MINE-BLAST INJURIES.	98

MEDICO-BIOLOGICAL ASPECTS OF PHYSICAL CULTURE AND HUMAN HEALTH

Horoshko V. I., Zhygulova E. O., Zaikin A. V. THE ROLE OF PHYSICAL ACTIVITY IN PRESERVING VASCULAR FUNCTION AND SUBJECTIVE WELL-BEING IN OLDER ADULTS.	106
Mykhaliuk Yevhen SOME PROBLEMATIC ISSUES IN VALIDATING RESEARCH IN SPORTS MEDICINE.	111
Xaydarov Mirgafur, Gazyev Shukurjon, Korobeynikov Georgiy NON-SPECIFIC EXERCISES AND FEATURES IN THE TRAINING OF ELITE PARALYMPIC POWERLIFTERS.	123
Zubrytskyi B. D., Spryn O. B., Horodinska I. V. DEVELOPMENT OF SPECIAL PSYCHOPHYSICAL QUALITIES OF VOLLEYBALL PLAYERS.	132
Kashuba V. O., Grygus I. M., Demokhin D. Yu. SYSTEMIC PARADIGM FOR DIAGNOSING BODY SPATIAL ORGANIZATION AS A STRUCTURAL BASIS FOR PREVENTIVE AND CORRECTIVE ACTIVITIES IN ADULTS.	139
Luts Yu. P., Fedorchuk S. V., Lukyantseva H. V. SENSORIMOTOR REACTIONS AND SEGMENTAL BODY COMPOSITION IN ESPORTS ATHLETES, IT SPECIALISTS, AND UNTRAINED INDIVIDUALS: A COMPARATIVE STUDY.	151
Strykalenko Y. A., Stepanyuk S. I., Shalar O. G. GENETIC MARKERS IN INDIVIDUAL PREDICTION OF PULLET SHOOTING.	163

Fedyniak N. V., Vypasniak I. P., Vintoniak O. V.	
EFFECTIVENESS OF CORRECTIVE AND PREVENTIVE MEASURES IN WOMEN OF THE SECOND PERIOD OF ADULTHOOD BASED ON THE ANALYSIS OF FUNCTIONAL MOVEMENT FEATURES.	176
Yarmak O. M., Honcharenko Y. O., Chernalivska O. O.	
ANALYSIS OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATE AMONG FEMALE MILITARY PERSONNEL.	186

PHYSICAL CULTURE, SPORT AND RECREATION

Galan Y. P., Moldovan A. D., Brazhaniuk A. O.	
FACTORS AND APPROACHES TO RESTORING PHYSICAL ACTIVITY IN SCHOOLCHILDREN IN THE POST-COVID-19 PERIOD: A SYSTEMATIC REVIEW.	198
Romanchuk S. V., Shlyamar I. L., Vorontsov O. S.	
PHYSICAL TRAINING PROGRAM FOR SERVICEMENS CONSCRIPTED UNDER THE «18–24» PROJECT.	207
Silvestru Valentin, Potop Vladimir, Eshtaev Anvar	
NEUROMOTOR PROCESSING SPEED, AGILITY AND VISUAL REACTION TIME AS DETERMINANTS OF PSYCHOMOTOR AND TECHNICAL-TACTICAL PERFORMANCE IN PANKRATION ATHLETES.	213
Bezuhla Liudmyla, Kamushkov Olexandr, Liubchuk Olha	
ADAPTATION POTENTIAL OF TOURIST DESTINATIONS IN THE BARRIER-FREE PARADIGM.	223
Hodlevskiy P. M., Bekas O. O., Holiaka S. K.	
VOLLEYBALL AS A KEY COMPONENT OF ADAPTIVE SPORTS PROGRAMS IN THE SOCIALIZATION OF WAR VETERANS.	236
Shynkaruk O. A., Andrieiev K. I., Byshevets N. G.	
STRUCTURE OF RELATIONSHIPS BETWEEN GAMING SKILLS IN DIGITAL GAME-BASED ACTIVITY AND ADOLESCENT MOTIVATION.	243

ЗМІСТ

ТЕРАПІЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЯ

Апоненко І. М., Шубкіна К. А. ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ-РЕАБІЛІТОЛОГІВ ДО ІСПИТУ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ (АМПС) КРИЗЬ ПРИЗМУ МЕТОДИКИ CLIL.	10
Гриник Р. І., Виноградова О. М. КЛІНІЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ MODJAW У ФУНКЦІОНАЛЬНІЙ СТОМАТОЛОГІЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ.	16
Лісовський Р. Р., Ракаєва А. Є., Ільницький Н. Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ У ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З САРКОПЕНІЄЮ ТА НАСЛІДКАМИ ТРАНСТИБІАЛЬНОЇ АМПУТАЦІЇ ПІД ВПЛИВОМ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ.	22
Шенк Елізабет, Баур Хайнер, Тайлер Роберт «ІНДЕКС АКТИВНОСТІ QUALITOUCH» ЯК ПРАКТИЧНИЙ КЛІНІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ФІЗІО- ТА ТРЕНУВАЛЬНОЇ ТЕРАПІЇ: ПОРІВНЯННЯ З «PROMIS GLOBAL HEALTH 10» ПРИ М'ЯЗОВО-СКЕЛЕТНИХ РОЗЛАДАХ.	32
Веретін Л. С., Скорина Т. М., Забавська А. О. РЕКРЕАЦІЙНІ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНІ ПОСЛУГИ: СУЧАСНІ МАРКЕТИНГОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ЦІННОСТІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОБРОБУТУ.	43
Звіряка О. М., Свист О. М., Керестей В. В. ЕФЕКТИВНІСТЬ VR-ТЕРАПІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТРЕНАЖЕРА VRNOW ПРИ ФАНТОМНИХ БОЛЯХ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ.	52
Василів В. Б., Безтелесна Л. І., Пляшко О. С. СТРАТЕГІЧНІ ЗАКУПІВЛІ НСЗУ ЯК ДРАЙВЕР ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ СИСТЕМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.	64
Дем'янчук Ю. В., Балега М. І., Мигаль О. О. ПОТРЕБИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ОБТЯЖЕНИМ ОНКОЛОГІЧНИМ АНАМНЕЗОМ: СТАН ТКАНИН ПАРОДОНТА ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВІДНОВЛЕННЯ.	75
Коротун О. П., Бурачик А. І., Джинджоян В. В. ІНСТИТУЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ: МЕХАНІЗМИ ТА РЕГУЛЯТОРНА АРХІТЕКТУРА.	81
Курилюк С. І., Кернас А. В., Сахарук І. С. ЕФЕКТИВНІСТЬ КОГНІТИВНО-ПОВЕДІНКОВОЇ ТЕРАПІЇ У ПОЄДНАННІ З ФІЗИЧНОЮ АКТИВНІСТЮ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ПЕРЕДЗМАГАЛЬНОЇ ТРИВОЖНОСТІ У СПОРТСМЕНІВ.	90
Чабанова Н. В., Лазарева О. Б., Смоляр І. І. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХОДІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК В ОСІБ ІЗ ПЕРИФЕРИЧНИМИ НЕЙРОПАТІЯМИ, СПРИЧИНЕНИМИ МІННО-ВИБУХОВИМИ ТРАВМАМИ.	98

МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Горошко В. І., Жигульова Е. О., Заїкін А. В. РОЛЬ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ У ЗБЕРЕЖЕННІ СУДИННОЇ ФУНКЦІЇ ТА СУБ'ЄКТИВНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ОСІБ ПОХИЛОГО ВІКУ.	106
Михалюк Євген ДЕЯКІ ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВАЛІДИЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ В СПОРТИВНІЙ МЕДИЦИНІ.	111
Хайдаров Мірзафур, Газієв Шукурджон, Коробейніков Георгій НЕСПЕЦИФІЧНІ ВПРАВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТРЕНУВАННЯ ЕЛІТНИХ ПАРАЛІМПІЙСЬКИХ ПАУЕРЛІФТЕРІВ.	123
Зубрицький Б. Д., Спринь О. Б., Городинська І. В. РОЗВИТОК СПЕЦІАЛЬНИХ ПСИХОФІЗИЧНИХ ЯКОСТЕЙ ВОЛЕЙБОЛІСТІВ.	132
Кашуба В. О., Григус І. М., Дем'яхін Д. Ю. СИСТЕМНА ПАРАДИГМА ДІАГНОСТИКИ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЯК ОСНОВА АРХІТЕКТОНІКИ ПРОФІЛАКТИКО-КОРЕКЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСІБ ЗРІЛОГО ВІКУ.	139
Луць Ю. П., Федорчук С. В., Лук'янцева Г. В. СЕНСОМОТОРНІ РЕАКЦІЇ ТА СЕГМЕНТАРНИЙ СКЛАД ТІЛА У КІБЕРСПОРТСМЕНІВ, ІТ-СПЕЦІАЛІСТІВ ТА НЕТРЕНОВАНИХ ОСІБ: ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ.	151
Стрикаленко Є. А., Степанюк С. І., Шалар О. Г. ГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ В ІНДИВІДУАЛЬНОМУ ПРОГНОЗУВАННІ СХИЛЬНОСТІ ДО ЗАНЯТЬ КУЛЬОВОЮ СТРІЛЬБОЮ.	163

Фединяк Н. В., Випасняк І. П., Вінтоняк О. В.	
ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРЕКЦІЙНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ У ЖІНОК ДРУГОГО ПЕРІОДУ ЗРІЛОГО ВІКУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РУХІВ.	176
Ярмак О. М., Гончаренко Ю. О., Черналівська О. О.	
КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЖІНОК-ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ.	186

ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА, СПОРТ І РЕКРЕАЦІЯ

Галан Я. П., Молдован А. Д., Бразанюк А. О.	
ЧИННИКИ ТА ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ШКОЛЯРІВ У ПОСТПАНДЕМІЧНИЙ ПЕРІОД: СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД.	198
Романчук С. В., Шлямар І. Л., Воронцов О. С.	
ПРОГРАМА ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ, ПРИЗВАНИХ ЗА ПРОЕКТОМ «18-24».	207
Сільвестру Валентин, Потоп Владимир, Ештаєв Анвар	
ШВИДКІСТЬ НЕЙРОМОТОРНОЇ ОБРОБКИ, СПРИТНІСТЬ ТА ЧАС ВІЗУАЛЬНОЇ РЕАКЦІЇ ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ПСИХОМОТОРНОЇ ТА ТЕХНІКО-ТАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СПОРТСМЕНІВ У ПАНКРАТІОНІ.	213
Безугла Л. С., Камушков О. С., Любчук О. К.	
АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТУРИСТИЧНИХ ДЕСТИНАЦІЙ У ПАРАДИГМІ БЕЗБАР'ЄРНОСТІ.	223
Годлевський П. М., Бекас О. О., Голяка С. К.	
ВОЛЕЙБОЛ ЯК КЛЮЧОВИЙ КОМПОНЕНТ ПРОГРАМ АДАПТИВНОГО СПОРТУ В СОЦІАЛІЗАЦІЇ ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ.	236
Шинкарук О. А., Андрєєв К. І., Бишевець Н. Г.	
СТРУКТУРА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ІГРОВИМИ НАВИЧКАМИ У ЦИФРОВІЙ ГЕЙМІНГ АКТИВНОСТІ ТА МОТИВАЦІЄЮ ПІДЛІТКІВ.	243

**PREPARATION OF REHABILITATION STUDENTS FOR THE VOCATIONAL
ENGLISH LANGUAGE PROFICIENCY TEST USING THE CLIL METHODOLOGY****ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ-РЕАБІЛІТОЛОГІВ ДО ІСПИТУ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ
ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ (АМПС) КРІЗЬ ПРИЗМУ МЕТОДИКИ CLIL****Aponenko I. M., Shubkina K. A.***Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine*

ORCID: 0000-0003-1682-4218

ORCID: 0000-0002-5205-6335

Abstracts

Purpose – to study the influence of CLIL (Content and Language Integrated Learning) on the preparation of rehabilitation students for the KROK 1 examination.

Material. The article considers the application of the CLIL methodology in the process of preparing students of the specialty I7 «Therapy and Rehabilitation» for the Unified State Qualification Exam (USQE), the test component of which is: the integrated test exam KROK 1. The theoretical foundations of subject-language integrated learning are determined and its potential in the formation of foreign language communicative competence of future specialists is analyzed.

Results. The authors emphasize the combination of language and professional components of the educational process, which contributes to the development of critical thinking, cognitive skills and an increase in the level of readiness for testing. Particular attention is paid to the role of Latin language as a basic element of medical terminology and an important tool for interlingual integration. The possibilities of implementing binary classes that combine teaching English, Latin and specialized disciplines are considered, which ensures the integrity of the educational process and forms professional and cultural competence in students. It is shown that the use of CLIL in preparation for the KROK 1 increases motivation for learning, promotes mastery of international terminology, expands access to world sources of information and forms the ability to work in a multicultural environment. Practical examples of implementing the methodology are described: creating terminological dictionaries, working with clinical cases in English and testing and using multimedia resources. The experience of academic mobility of students is summarized, which confirms the effectiveness of the subject-language integrated approach in medical education.

Conclusions. CLIL integration in language preparation for the KROK 1 exam contributes not only to the qualitative acquisition of knowledge, but also to the formation of professional mobility and competitiveness of future rehabilitation specialists in the international educational space.

Key words: CLIL, KROK 1, English, Latin, integrated learning, competence, binary classes, medical education.

Meta – дослідити вплив CLIL (Content and Language Integrated Learning) на підготовку студентів-реабілітологів до іспиту KROK 1.

Матеріал. У статті розглядається застосування методики CLIL у процесі підготовки студентів спеціальності І7 «Терапія та реабілітація» до єдиного державного кваліфікаційного іспиту (ЄДКІ), тестовими компонентами якого є: інтегрований тестовий іспит КРОК 1. Визначено теоретичні засади предметно-мовного інтегрованого навчання та проаналізовано його потенціал у формуванні іншомовної комунікативної компетентності майбутніх фахівців.

Результати. Автори акцентують увагу на поєднанні мовного та професійного компонентів освітнього процесу, що сприяє розвитку критичного мислення, когнітивних умінь і підвищенню рівня готовності до тестування. Особливу увагу приділено ролі латинської мови як базового елементу медичної термінології та важливого інструменту міжмовної інтеграції. Розглянуто можливості впровадження бінарних занять, які поєднують викладання англійської мови, латини та профільних дисциплін, що забезпечує цілісність навчального процесу та формує у студентів професійну й культурну компетентності. Показано, що використання CLIL у підготовці до КРОК 1 підвищує мотивацію до навчання, сприяє опануванню міжнародної термінології, розширює доступ до світових джерел інформації та формує здатність працювати у мультикультурному середовищі. Описано практичні приклади впровадження методики – створення термінологічних словників, робота з клінічними кейсами англійською мовою та тестуванням, застосування мультимедійних ресурсів. Узагальнено досвід академічної мобільності студентів, який підтверджує ефективність предметно-мовного інтегрованого підходу в медичній освіті.



Висновки. Інтеграція CLIL у мовній підготовці до іспиту КРОК 1 сприяє не лише якісному засвоєнню знань, а й формуванню професійної мобільності й конкурентоспроможності майбутніх реабілітологів у міжнародному освітньому просторі.

Ключові слова: CLIL, КРОК 1, англійська мова, латина, інтегроване навчання, компетентність, бінарні заняття, медична освіта.

Introduction. The modern system of medical education in Ukraine is in constant development, focusing on international standards and the needs of future specialists professional mobility. Of particular importance is the high-quality preparation of rehabilitation students for the Unified State Qualification Exam (USQE), the test component of which is: the integrated test exam «KROK 1» – for applicants for the degree of professional junior bachelor and higher education degrees of bachelor, master; English language exam of professional orientation – for the master degree applicants [10], which is a key stage of knowledge and professional competences control. Modern higher education, including medical one, is increasingly focusing on the integration of subject and language knowledge, which contributes to the development of complex competencies in learners. In this context, the CLIL methodology (Content and Language Integrated Learning – subject-language integrated learning) takes on special importance because it allows you to simultaneously study a foreign language and subject content.

Material and methods. Research on an integrated approach to learning foreign languages and CLIL methods is actively conducted by numerous scientists and educators around the world. Among them, it is worth noting scientific research of D. Marsh (Finland) [16, 17], D. Coyle (Great Britain) [13, 14], D. Wolff (Germany) [18], C. Dalton-Puffer (Austria) [15]. The founder of the CLIL methodology is David Marsh, who formulated its main provisions in 1994. The methodology itself was introduced in 1996 by UNICOM (University of Jyväskylä) in Finland and the European Platform for Dutch education. D. Marsh describes the essence of subject-language integrated learning, which is to «teach subjects in a foreign language with two goals: mastering the content and simultaneously learning the language» [17]. This definition clearly shows that CLIL is not only about teaching English language content, but also points to the importance of language in teaching subjects content. Other notable researchers who have studied this approach include Christiane Dalton-Puffer, who has conducted numerous studies focusing on CLIL pedagogical practices in European countries. Her work focuses on how CLIL influences the development of language competence, as well as academic achievement in academic disciplines [15].

Among the researchers of the Content and Language Integrated Learning method in Ukraine, one can single out M. Zakharevych, who investigates the issue of using CLIL for teaching English language and focuses on the specifics of using CLIL in the context of studying professionally oriented disciplines based on English. [3]. O. Posudiiivska and O. Budilova study the CLIL (subject-language integrated learning) approach to teaching a foreign language [9]. N. Yevtushenko explores the features of using the methodology of subject-language integrated learning in the training of philology students [2]. Oleksandr Pasichnyk and

Olena Pasichnyk consider foreign experience and domestic realities of CLIL technology as a means of deepening the competence-based orientation of the foreign languages teaching content [7]. V. Kozhan describes the use of CLIL methodology in the process of teaching English in a basic school [5]. O. Ponomarenko, E. Kostyk, T. Petrova draw attention to the fact that teachers should pay special attention to what students learn through language [8, p. 51]. Like that, the language becomes no longer an object of learning, but a means of acquiring subject knowledge. Thus, two CLIL tasks are realized: learning through foreign languages and learning foreign languages through the content of the subjects being studied.

The goal of «dual orientation» implies that the problem-based, language-integrated approach to learning works in two ways. Based on a comprehensive interdisciplinary approach, CLIL is different from all other methods of language learning and teaching. Many researchers emphasize that the approach CLIL contributes not only to the improvement of students' knowledge, but also to the acquisition of intercultural knowledge. Learning aids facilitate the development of diverse educational strategies and the use of innovative teaching methods, contributing to overall cognitive development and learning [13].

Various CLIL models are represented in foreign scientific and methodological literature: from full immersion, in which the entire curriculum is based on the CLIL methodology, to the partial integration of elements of this methodology into the general education course of foreign language learning. Three main CLIL models are distinguished:

- soft or language-led;
- hard or subject-led;
- partial immersion.

The «soft» version is focused on foreign languages, the study of which is the main task. According to this version, foreign language teachers provide educational material with a scientific or professional component. Implementation of the «hard» CLIL version, where certain modules of a subject or 50% of the educational content are taught in a foreign language, requires achieving two goals: teaching the content of the subject itself and teaching a foreign language [5]. Higher education teachers, including of Dnipro State Medical University (DSMU), are focused on «soft» options for subject-language integrated learning, aimed at in-depth language learning, which also contributes to improved student preparation for the KROK 1 examination.

Therefore, the essence of the CLIL methodology is that it is based on the simultaneous mastery of the content of professional disciplines and a foreign language. This approach combines language and subject components, creating conditions for the formation of critical thinking, interdisciplinary connections and the development of students' academic mobility. For medical education, where international standards and world experience are important guidelines, CLIL opens up additional opportunities.

Purpose of the study. Despite numerous works, some aspects of the CLIL method remain unexplored or insufficiently studied, in particular, the CLIL impact to prepare rehabilitation students for the KROK 1 examination, which determines the relevance and purpose of our research. From the 2025-2026 academic year for higher education applicants in the specialty I7 «Therapy and rehabilitation» the exam will include a portion of questions in English (~30%), which encourages the search for various methods of teaching English in medical institutions of higher education. In this context, the integration of innovative educational technologies, in particular the CLIL methodology, which allows combining the study of professional disciplines with the improvement of foreign language communicative competence.

Research methods. Determined in accordance with the purpose of the article and are of a comprehensive nature. The work uses general scientific research methods (used both at the empirical and theoretical levels): analysis, synthesis, modeling; as well as methods of pedagogical observation, testing (using standardized tasks to assess the level of knowledge, skills and personal qualities), statistical analysis.

Research results. The CLIL method provides an opportunity to integrate language training with subject teaching, which allows students to gain language practice in the context of their future profession. Teaching English in a higher medical educational institution has its own specific features: this is a gradual complication of the material based on general scientific texts and terms, the use of active and interactive approaches to language acquisition and an orientation to students' communicative skills. It is assumed that at the stage of preparation for the exam, higher education applicants already have basic language knowledge, which allows them to work with more complex texts and constructions, and actively use language in real situations. So, let's consider the role of CLIL in preparing rehabilitation students for the KROK 1 exam:

1. *Formation of professional terminology.* Studying basic anatomical, histological terminologies and rehabilitation technologies in English allows students to better navigate international sources, scientific articles and textbooks, which expands their knowledge base for successful completion of the KROK 1.

2. *Integration with test tasks.* Using KROK 1 materials on medical disciplines in combination with foreign language support contributes to the development of the ability to quickly navigate complex medical formulations (names of body parts, systems, etc.) and analyze clinical cases.

3. *Development of cognitive skills.* CLIL forms the ability to work with large amounts of information, compare, systematize and generalize knowledge, which is extremely important during testing.

4. *Motivational aspect.* It is important that the educational material is tied to real medical situations or cases, which allows students to see the practical application of knowledge and skills acquired through CLIL. The material is provided adapted to the level of language competence of the students and the level of complexity of the subject content. On the one hand, it is complex enough to stimulate intellectual development and on the other hand, it is not overloading so as not to cause disappointment and maintain motivation to study. In this way, students perceive

preparation not only as a mandatory stage before the exam, but as an opportunity to improve professional English and increase their own competitiveness in the international labor market.

The importance of Latin in preparing for exams. A special place in the process of preparing for the KROK 1 is occupied by Latin, which is the basis of medical terminology. In combination with the CLIL methodology, Latin is an important tool, as it is:

- *terminological base:* mastering Latin and Greek terminological elements helps students more easily understand the origin of English and international terms used in the KROK 1 tests;

- *interlingual integration:* using Latin as a «mediator» between the national language and English facilitates the assimilation of complex concepts;

- *formation of professional thinking:* working with Latin anatomical and clinical terms develops logic, attention to detail and classification skills, which directly affects the quality of testing preparation;

- *cultural and historical aspect:* Latin is the bearer of professional traditions and scientific heritage of medicine, which forms a deeper understanding of the specialty among students.

Thus, the study of Latin is an important stage in the professional training of future rehabilitation students, since it is the basis of most medical terms in modern European languages, in particular English. Using the acquired knowledge of Latin helps students more easily master the English medical terminology system, since a significant number of terms have common roots, prefixes and suffixes. Such interlingual interaction contributes to a deeper understanding of the terms meaning, their structure and semantics, and also forms the linguistic intuition in students necessary for successful professional communication.

However, there is also a certain problem: there is often a significant time gap between the study of Latin and English. Students usually master Latin in the first year (only the first term), while a foreign language is already in the second. Because of this, continuity in the use of linguistic knowledge is lost and motivation to use Latin in the context of subsequent disciplines may decrease. That is why the question of *integrated learning* implementing arises, which would ensure the integrity and consistency of the educational process.

Integrated learning is aimed at *integrative thinking* development in higher education students, the ability to combine knowledge from different fields and use it in practical situations. In modern conditions, this is an important component of the competitiveness of a future specialist, who must be able to flexibly apply interdisciplinary knowledge. One of the effective means of implementing such an integrated approach is *binary lessons* – a form of classes that involves the interaction of two (in this case, a Latin teacher and an English teacher) and sometimes more teachers representing different disciplines (for example, a teacher of physiology or anatomy, etc.). Such classes allow combining the methods of different subjects, demonstrating to students how theoretical knowledge can be applied in practice. Preparing for binary lessons is not easy, it requires a coordinated process and sufficient preparation for the lesson by teachers of both languages, taking into

account the basic knowledge of students. The methodology of a binary lesson differs from the traditional one in that its stages are not isolated, but interconnected, flexible and dynamic. This contributes to the active cognitive activity of students, the development of critical thinking and the formation of a holistic idea of the future profession. During this type of classes, the use of CLIL technology is relevant – training that combines the study of a foreign language with the study of professional disciplines. For example, during English classes, students update their acquired knowledge of Latin and can more productively master topics related to anatomy, pharmacology or clinical practice. This allows them to simultaneously improve language skills and professional competencies, which makes the learning process more meaningful and motivated.

Thus, integrated learning, in particular in the form of binary classes and CLIL technology, opens up new opportunities for the effective combination of linguistic and professional training of rehabilitation students. It not only improves the quality of material acquisition, but also forms a modern type of thinking that meets the requirements of the globalized educational space.

Examples of creating a multicultural environment during classes.

1. **Terminological «chains»:** preparation of a topic glossary, where the same term is presented in three languages:

- Lat. musculus biceps brachii*
- Eng. biceps brachii muscle*
- Ukr. двоголовий м'яз плеча.*

2. **International cases.** D. Coyle describes CLIL as a teaching method that allows you to combine learning content

and language in the form of a project or case. [14]. This year, for the first time, part of the exam will be conducted in English, so it will be advisable to analyze basic medical texts, consider and analyze clinical situations in English with comments on terms in Latin and, if necessary, discussion in Ukrainian. After all, the texts present a fairly high saturation of Latinisms ($\approx 7\%$), which indicates terminological accuracy. Consequently, the educational material should contribute to the achievement of the goals: subject and language, the acquisition of both professional knowledge and mastery of language tools. An effective example is the integrated study of the topic «Skeletal System», where students simultaneously master terminology in three languages. For example, by studying bones (eng. *bone* / lat. *os*), spine (eng. *spine* / lat. *columna vertebralis*) or limbs (eng.=lat. *ulna, radius, tibia*), students form a holistic terminological system. The learning process includes the following stages:

- classification: students distribute anatomical terms by body parts (skull, torso, limbs), which develops logical thinking and attention to details;
- work with text: use of English descriptions of the skeleton structure (texts cover the description of the bones of the skull, chest and spine);
- detailing: for example, they do tasks to establish correspondence between the names of bones and their description (for example, *occipital* → back and base of the skull, *sphenoid* → bat-shaped bone behind the eyes and part of base of skull), which directly prepares them to the formulations understanding in the KROK 1 tests.

Table 1

Дайте відповіді на наступні запитання:	Answer the following questions:
1. Які з наведених етіологічних факторів є основними причинами розвитку хронічного обструктивного бронхіту? A. Хімічні, стресові, фізичні, інфекційні B. Фізичні, хімічні, інфекційні, алергічні C. Фізичні, алергічні, стресові, інфекційні D. Хімічні, фізичні, стресові, алергічні E. Інфекційні, алергічні, хімічні, стресові	1. Which of the following etiological factors are the main causes of the development of chronic obstructive bronchitis? A. Chemical, stress-related, physical, infectious B. Physical, chemical, infectious, allergic C. Physical, allergic, stress-related, infectious D. Chemical, physical, stress-related, allergic E. Infectious, allergic, chemical, stress-related
2. Який метод обстеження пацієнтів із патологією дихальної системи використовується для оцінки голосового тремтіння, тургору та вологості шкіри, тону м'язів, товщини підшкірно-жирової клітковини та периферичних лімфатичних вузлів? A. Перкусія B. Аускультация C. Мануальне м'язове тестування D. Пальпація E. Ларингоскопія	2. Which examination method is used for patients with respiratory system pathology to assess vocal fremitus, skin turgor and moisture, muscle tone, thickness of subcutaneous fat tissue, and peripheral lymph nodes? A. Percussion B. Auscultation C. Manual muscle testing D. Palpation E. Laryngoscopy
3. Під час обстеження у чоловіка виявлено повну втрату всіх видів чутливості на правій стороні тіла. Який тип розладу чутливості спостерігається у цього пацієнта? A. Парестезія B. Каузалгія C. Гіпестезія D. Анестезія E. Гіперестезія	3. During examination, a man was found to have a complete loss of all types of sensation on the right side of his body. What type of sensory disorder is observed in this patient? A. Paresthesia B. Causalgia C. Hypesthesia D. Anesthesia E. Hyperesthesia

Table 2

Advantages of a multicultural approach

Component	Application example	Advantage for the student
Latin	<i>musculus trapezius</i>	Understanding etymology and accuracy of terminology
English	<i>trapezius muscle</i>	Access to international sources and tests
Ukrainian	<i>трапецієподібний м'яз</i>	Practical use in the national healthcare system
CLIL-integration	<i>work with a case, where the tasks are in English, terms in Latin, explanations in Ukrainian</i>	Formation of multicultural competence, the ability to think professionally in a global context

3. **Multimedia resources.** If necessary, videos in English with terminology dictionaries in Latin and explanations in Ukrainian can be provided for the texts.

4. **Discussion and communication.** Students are invited to provide answers to questions or create them themselves, or to reproduce the essence of the text in their own words, highlighting key words and phrases, as this technology helps to navigate the material and provide correct answers in subsequent tests.

Testing. Since a part of the exam is conducted in English, it is advisable to analyze basic medical texts and clinical situations in English with Latin comments. Although previously test bases were available only in Ukrainian, now lecturers are actively introducing translated tests, where Latin acts as a marker of scientific accuracy. Practical training is based on up-to-date test bases («KROK 1 Therapy and Rehabilitation»). For example Table 1.

1. **Joint projects of higher education students.** For example, this could be the creation of a «dictionary» for the KROK 1 preparation: English term + Latin equivalent + Ukrainian explanation.

So, the advantages of a multicultural approach (CLIL + Latin + English + Ukrainian) in preparation for the KROK 1 are presented in Table 2.

Conclusions. Summarizing the consideration of the main principles of the CLIL methodology, it can be stated that CLIL is an innovative approach to teaching that combines language learning and subject content acquisition, providing students with the opportunity to develop communicative and cognitive skills simultaneously. The main principles of CLIL, such as language and subject integration, binary lessons, the use of cases, adaptation of materials, active participation in the learning process, create conditions for a deeper understanding of both the language material and better preparation for the KROK 1 exam. This methodology is an important tool for increasing motivation to learn a foreign language and forming comprehensive competencies of rehabilitation students in the modern educational system.

The use of CLIL methodology allows not only to make preparation for the exam more effective, but also has a positive effect on the level of knowledge of applicants for higher medical education, which, in turn, opens up opportunities for further education in institutions in other countries. This is also proven by the experience of DSMU. Participation of university students in academic mobility: internship in English at the rehabilitation centers Physiotherapie Steinbach / Physio Aktiv in Belp and Toffen (Switzerland).

Thus, the preparation of rehabilitation students for the KROK 1 examination through the prism of the CLIL methodology allows you to combine the formation of professional knowledge with the development of foreign language competence. The additional use of Latin deepens the terminological base and the creation of a multicultural environment forms in students the ability to work in the global educational and professional space. This approach provides not only effective preparation for testing, but also forms a comprehensively developed specialist, ready for the challenges of modern medicine.

Information on conflict of interest. There is no conflict of interest.

Bibliography

1. Аврахова Л.Я., Паламаренко І.О., Яхно Т.В. English for Medical Students = Англійська мова для студентів-медиків : підручник. Київ : ВСВ «Медицина», 2018. 448 с.
2. Євтушенко Н. Особливості використання методики предметно-мовного інтегрованого навчання (CLIL) при підготовці студентів-філологів педагогічних вузів. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2019. № 26(1). С. 77–82. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863.1/26.195810>.
3. Захаревич М. Методика CLIL в контексті інтегрованого підходу у вивченні іноземної мови. *Наука і техніка сьогодні*. 2024. С. 607–641. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12\(40\)-607-641](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12(40)-607-641).
4. Ілюстрований медичний словник Дорланда : у 2 т. Львів : ВД «НАУТИЛУС», 2002.
5. Кожан В.С. Використання методики CLIL у процесі навчання англійської мови в базовій школі. Луцьк, 2024. 88 с.
6. Медичний клуб. URL: <https://medical-club.net/krok-1-fizychna-terapiia-erhoterapiia-2023-rik> (дата звернення: 27.08.2025).
7. Пасічник О., Пасічник О. Технологія CLIL як засіб поглиблення компетентнісної спрямованості змісту навчання іноземних мов: зарубіжний досвід та вітчизняні реалії. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736830/1/Pasichnyk_CLIL_PSP.pdf (дата звернення: 06.04.2025). DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2023-30-134-148>.
8. Пономаренко О.В., Костик Є.В., Петрова Т.М. Сучасні інструменти креативного вивчення англійської мови в умовах змішаного навчання: досвід українських ЗВО. *Науковий вісник Мукачівського державного університету*. Том 7(4). 2021. С. 50–57. DOI: [https://doi.org/10.52534/msu-pp.7\(4\).2021.50-57](https://doi.org/10.52534/msu-pp.7(4).2021.50-57).
9. Посудівська О., Буділова О. Підхід CLIL (предметно-мовного інтегрованого навчання) до викладання іноземної мови: оцінки зарубіжних фахівців. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2022. № 55(2). С. 295–300. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/55-2-47>.
10. Складання ЄДКІ. URL: <https://www.testcentr.org.ua/uk/edki-2> (дата звернення: 25.08.2025).
11. Стажування студентів у Швейцарії за програмою академічної мобільності URL: <https://dmu.edu.ua/ua/novini?mdrv=dmu.edu.ua&type=atom&start=630> (дата звернення: 25.08.2025).
12. CLIL – новий підхід до навчання. URL: <https://buki.com.ua/blogs/clil-novyy-pidkhd-do-navchannya> (дата звернення: 25.08.2025).

13. Coyle D. Content and Language Integrated Learning: Towards a Connected Research Agenda for CLIL Pedagogies. *The International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*. 2007. Vol. 10, No. 5. P. 543–562.
 14. Coyle D., Hood P., Marsh D. CLIL Content and Language Integrated Learning. Cambridge : Cambridge University Press, 2010.
 15. Dalton-Puffer C. Discourse in Content and Language Integrated Learning (CLIL) classrooms. Amsterdam : John Benjamins Publishing, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1075/llt.20> (дата звернення: 06.04.2024).
 16. Marsh D. CLIL/EMILE – The European Dimension. *Actions, Trends and Foresight Potential*. Jyväskylä : Continuing Education Centre, 2002. URL: https://www.ecml.at/Portals/1/resources/Articles%20and%20publications%20on%20the%20ECML/CLIL_EMILE.pdf (дата звернення: 06.02.2025).
 17. Marsh D. Profiling European CLIL Classrooms: Languages Open Doors. Jyväskylä : University of Jyväskylä, 2001. 253 p.
 18. Wolff D. Integrating language and content in the language classroom: Are transfer of knowledge and of language classroom ensured? *Pratiques et recherches en Centres de langues*. 2003. (41–42). P. 35–46.
 13. CLIL – novyi pidkhd do navchannia [CLIL – a new approach to learning]. (2025). <https://buki.com.ua/blogs/clil-novyy-pidkhd-do-navchannya>. [in Ukrainian].
 13. Coyle, D. (2007). Content and Language Integrated Learning: Towards a Connected Research Agenda for CLIL Pedagogies. *The International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*. 10 (5), 543–562. <https://doi.org/10.2167/beb459.0>
 14. Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). CLIL Content and Language Integrated Learning. Cambridge : Cambridge University Press.
 15. Dalton-Puffer, C. (2007). Discourse in Content and Language Integrated Learning (CLIL) classrooms. Amsterdam: John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/llt.20>
 16. Marsh, D. (2002). CLIL/EMILE – The European Dimension. *Actions, Trends and Foresight Potential*. Jyväskylä: Continuing Education Centre. https://www.ecml.at/Portals/1/resources/Articles%20and%20publications%20on%20the%20ECML/CLIL_EMILE.pdf
 17. Marsh, D. (2001). Profiling European CLIL Classrooms: Languages Open Doors. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
 18. Wolff, D. (2003). Integrating language and content in the language classroom: Are transfer of knowledge and of language classroom ensured? *Pratiques et recherches en Centres de langues*. 41 (42), 35–46. <https://doi.org/10.4000/asp.1154>
- ## References
1. Avrakhova, L.Ya., Palamarenko, I.O., & Yakhno, T.V. (2018). *English for Medical Students*. Kyiv : AUS «Medicine Publishing».
 2. Yevtushenko, N. (2019). Osoblyvosti vykorystannia metodyky predmetno-movnoho integrovano navchannia (CLIL) pry pidhotovtsi studentiv-filolohiv pedahohichnykh vuziv [Features of using the CLIL methodology in the training of philology students of pedagogical universities]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*, 26(1), 77–82. <https://doi.org/10.24919/2308-4863.1/26.195810>. [in Ukrainian].
 3. Zakharevych, M. (2024). Metodyka CLIL v konteksti integrovano pidkhdou u vyvchenni inozemnoi movy [CLIL methodology in the context of an integrated approach to learning a foreign language]. *Nauka i tekhnika sohodni*, 607–641. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12\(40\)-607-641](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12(40)-607-641). [in Ukrainian].
 4. Iliustrovanyi medychnyi slovnyk Dorlanda (2002). [Dorland's Illustrated Medical Dictionary]. (Vols. 1–2). Lviv : VD «NAUTILUS». [in Ukrainian].
 5. Kozhan, V.S. (2024). *Vykorystannia metodyky CLIL u protsesi navchannia anhliiskoi movy v bazovii shkoli* [Using CLIL methodology in the process of teaching English in a basic school]. Luts'k. [in Ukrainian].
 6. Medychnyi klub. (2025). *KROK-1: Fizychna terapiia, erhoterapiia – 2023 rik* [Medical club]. <https://medical-club.net/krok-1-fizychna-terapiia-erhoterapiia-2023-rik> Testcentr. [in Ukrainian].
 7. Pasichnyk, O., & Pasichnyk, O. (2023). Tekhnolohiia CLIL yak zasib pohlyblennia kompetentnisnoi spriamovanosti zmistu navchannia inozemnykh mov: zarubizhnyi dosvid ta vitchyzniani realii [CLIL technology as a means of deepening the competence-based orientation of the content of foreign language teaching: foreign experience and domestic realities]. *Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine*. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2023-30-134-148>. [in Ukrainian].
 8. Ponomarenko, O.V., Kostyk, Ye.V., & Petrova, T.M. (2021). Suchasni instrumenty kreatyvnoho vyvchennia anhliiskoi movy v umovakh zmishano navchannia: dosvid ukrainskykh ZVO [Modern tools for creative learning of English in blended learning: the experience of Ukrainian higher education institutions]. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu. Serii «Pedahohika ta psykhologhiia»*, 7(4), 50–57. [https://doi.org/10.52534/msu-pp.7\(4\).2021.50-57](https://doi.org/10.52534/msu-pp.7(4).2021.50-57). [in Ukrainian].
 9. Posudievskaya, O., & Budilova, O. (2022). Pidkhd CLIL (predmetno-movnoho integrovano navchannia) do vykladannia inozemnoi movy: otsinky zarubizhnykh fakhivtsiv [CLIL (subject-language integrated learning) approach to teaching a foreign language: assessments of foreign specialists]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*, 55(2), 295–300. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/55-2-47>. [in Ukrainian].
 10. Skladannia YEDKI [Compilation of the Unified State Examination]. (2025). <https://www.testcentr.org.ua/uk/edki-2>. [in Ukrainian].
 11. Stazhuvannia studentiv u Shveitsarii za prohramoiu akademichnoi mobilnosti [Student internship in Switzerland under the academic mobility program]. (2025).

CLINICAL APPLICATION OF THE MODJAW DIGITAL SYSTEM IN FUNCTIONAL DENTAL REHABILITATION**КЛІНІЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ MODJAW У ФУНКЦІОНАЛЬНІЙ СТОМАТОЛОГІЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ****Grynyk R. I.¹, Vynogradova O. M.²**¹Dental Medical Center, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine²Department of Therapeutic Dentistry, Periodontology and Dentistry of Postgraduate Education, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

ORCID: 0009-0009-2167-0584

ORCID: 0000-0002-8673-7382

Abstracts

The **aim** of this narrative review was to analyze current evidence on the clinical application of the MODJAW digital jaw-tracking system and related dynamic technologies, with a focus on their diagnostic value, accuracy, limitations, and perspectives for integration into contemporary dental practice.

Materials and Methods. A narrative review of the literature published between 2013 and 2025 was conducted using PubMed, MDPI, DOAJ, Ovid, and Google Scholar databases. The search strategy included the following keywords: *MODJAW*, *jaw tracking system dentistry*, *mandibular kinematics*, *digital occlusion movement tracker*, *virtual articulator movement*, and *4D dentistry*. Eligible publications included clinical studies, in vitro accuracy assessments, comparative analyses with conventional articulators, and review articles addressing dynamic jaw tracking and virtual articulation systems.

Results. The analysis demonstrated that the implementation of dynamic jaw-tracking systems represents a paradigm shift from static occlusal analysis toward functional evaluation of mandibular kinematics. The MODJAW system showed high precision and repeatability in recording mandibular movements, with accuracy comparable to industrial-grade three-dimensional scanning systems when standardized calibration protocols were applied. Multiple studies confirmed reliable hinge-axis identification and reproducible condylar pathway registration, independent of bite registration materials.

Clinically, dynamic jaw tracking enabled improved assessment of excursive movements, condylar guidance, and occlusal contact distribution during functional activities such as mastication. Compared with conventional mechanical and static virtual articulators, MODJAW provided superior visualization of complex mandibular trajectories and facilitated early identification of functional disturbances, including eccentric bruxism and temporomandibular joint dysfunction. In orthodontics, measurable differences in mandibular kinematics across skeletal classes supported individualized treatment planning. In prosthodontics, enhanced accuracy of virtual articulation was associated with a reduced risk of occlusal discrepancies and improved communication with CAD/CAM workflows through direct data export.

Conclusions. The MODJAW system represents a promising tool for digital functional dental rehabilitation, offering objective real-time assessment of mandibular kinematics beyond static articulation. Current evidence suggests that dynamic digital articulators enhance diagnostic accuracy and support personalized treatment planning. However, successful clinical implementation requires further standardization, validation, and clinician training to ensure consistent and reliable use in daily practice.

Keywords: digital articulator, mandibular kinematics, functional occlusion, jaw tracking, temporomandibular joint, bruxism.

Метою цього оглядового дослідження було проаналізувати сучасні наукові дані щодо клінічного застосування цифрової системи динамічного відстеження рухів щелепи MODJAW та споріднених динамічних технологій із фокусом на їх діагностичну цінність, точність, обмеження та перспективи інтеграції в сучасну стоматологічну практику.

Матеріали та методи. Проведено наративний огляд наукової літератури, опублікованої в період з 2013 по 2025 роки, з використанням баз даних PubMed, MDPI, DOAJ, Ovid та Google Scholar. Пошук здійснювали за такими ключовими словами: MODJAW, jaw tracking system dentistry, mandibular kinematics, digital occlusion movement tracker, virtual articulator movement, 4D dentistry. До аналізу було включено клінічні дослідження, лабораторні in vitro оцінки точності, порівняльні дослідження з традиційними артикуляторами, а також оглядові публікації, присвячені динамічному відстеженню рухів щелепи та системам віртуальної артикуляції.



Результати. Аналіз показав, що впровадження динамічних систем відстеження рухів щелепи є парадигмальним зсувом від статичного аналізу оклюзії до функціональної оцінки кінематики нижньої щелепи. Система MODJAW продемонструвала високу точність і відтворюваність реєстрації рухів нижньої щелепи, з показниками, порівнянними з промисловими тривимірними системами сканування за умови застосування стандартизованих протоколів калібрування. У низці досліджень підтверджено надійну ідентифікацію шарнірної осі та відтворювану реєстрацію траєкторій руху виросткових відростків, незалежно від використаних матеріалів для реєстрації прикусу. У клінічному аспекті динамічне відстеження рухів щелепи забезпечувало більш точну оцінку екскурсійних рухів, напрямку виросткового ведення та розподілу оклюзійних контактів під час функціональних актів, зокрема жування. Порівняно з традиційними механічними та статичними віртуальними артикуляторами, система MODJAW забезпечувала кращу візуалізацію складних траєкторій рухів нижньої щелепи та сприяла ранньому виявленню функціональних порушень, включаючи ексцентричний бруксизм і дисфункцію скронево-нижньощелепного суглоба. В ортодонтії виявлені вимірювані відмінності кінематики нижньої щелепи між різними скелетними класами, що підтверджує доцільність індивідуалізованого планування лікування. В ортопедичній стоматології підвищена точність віртуальної артикуляції асоціювалася зі зниженням ризику оклюзійних неточностей і покращенням комунікації з CAD/CAM-лабораторіями завдяки прямому експорту даних.

Висновки. Система MODJAW є перспективним інструментом цифрової функціональної стоматологічної реабілітації, що забезпечує об'єктивну оцінку кінематики нижньої щелепи в режимі реального часу за межами статичної артикуляції. Наявні наукові дані свідчать, що динамічні цифрові артикулятори підвищують точність функціональної діагностики та підтримують персоналізоване планування лікування. Водночас успішне клінічне впровадження таких систем потребує подальшої стандартизації, валідації та належної підготовки лікарів для забезпечення стабільних і відтворюваних результатів у повсякденній практиці.

Ключові слова: цифровий артикулятор, кінематика нижньої щелепи, функціональна оклюзія, відстеження рухів щелепи, скронево-нижньощелепний суглоб, бруксизм.

Introduction. In contemporary dental practice, the rapid development of digital technologies – such as intraoral scanning, CAD/CAM modeling, digital occlusal analysis, and dynamic recording of mandibular movements – has significantly improved prosthetic outcomes and the overall accuracy of functional diagnostics. Particular attention in clinical research is directed toward the identification of occlusal interferences, which are defined as undesirable or premature contacts between occlusal surfaces during functional mandibular movements.

It has been established that a significant majority of patients exhibit at least one type of occlusal interference during laterotrusive or protrusive movements [7, 12]. Such interferences are considered multifaceted clinical factors, acting both as a primary cause and a potential consequence of functional disturbances, particularly in individuals with parafunctional habits [13].

Recent evidence further supports the strong association between occlusal interferences, bruxism, and temporomandibular joint (TMJ) dysfunction. Clinical data indicate a significantly higher prevalence of occlusal interferences in patients with bruxism (reaching 46%) compared to asymptomatic controls (14%), often correlating with increased reports of TMJ pain and masticatory muscle fatigue [10]. Consequently, occlusion remains a critical factor in the multifactorial pathogenesis of functional dental disorders.

Given the clinical relevance of these conditions, the demand for precise diagnostic tools is increasing. Conventional methods, such as articulating paper and wax

records, often present limitations in terms of objectivity and reproducibility. Dynamic digital jaw-tracking systems, represented by the MODJAW system, address these challenges by enabling real-time visualization and quantitative assessment of mandibular kinematics and occlusal contacts during functional activity.

Aim of the study. The aim of this review is to analyze current evidence on the clinical application of the MODJAW digital jaw-tracking system and related technologies, focusing on their diagnostic value, limitations, and perspectives for implementation in dental practice.

Materials and methods. This narrative review is based on a comprehensive narrative review of publications retrieved from PubMed, MDPI, DOAJ, Ovid, and Google Scholar using the following keywords: *MODJAW, jaw tracking system dentistry, mandibular kinematics, digital occlusion movement tracker, virtual articulator movement, 4D dentistry*. Studies published between 2013 and 2025 were considered. Inclusion criteria comprised investigations involving MODJAW or comparable dynamic systems, clinical applications, laboratory assessments of accuracy, and review articles addressing digital articulators and mandibular kinematics.

Results. The integration of dynamic jaw-tracking systems into the dental workflow has shifted the focus from static occlusion to functional kinematics. The analysis of current literature (2013-2025) reveals several key domains regarding the clinical performance and diagnostic value of the MODJAW system.

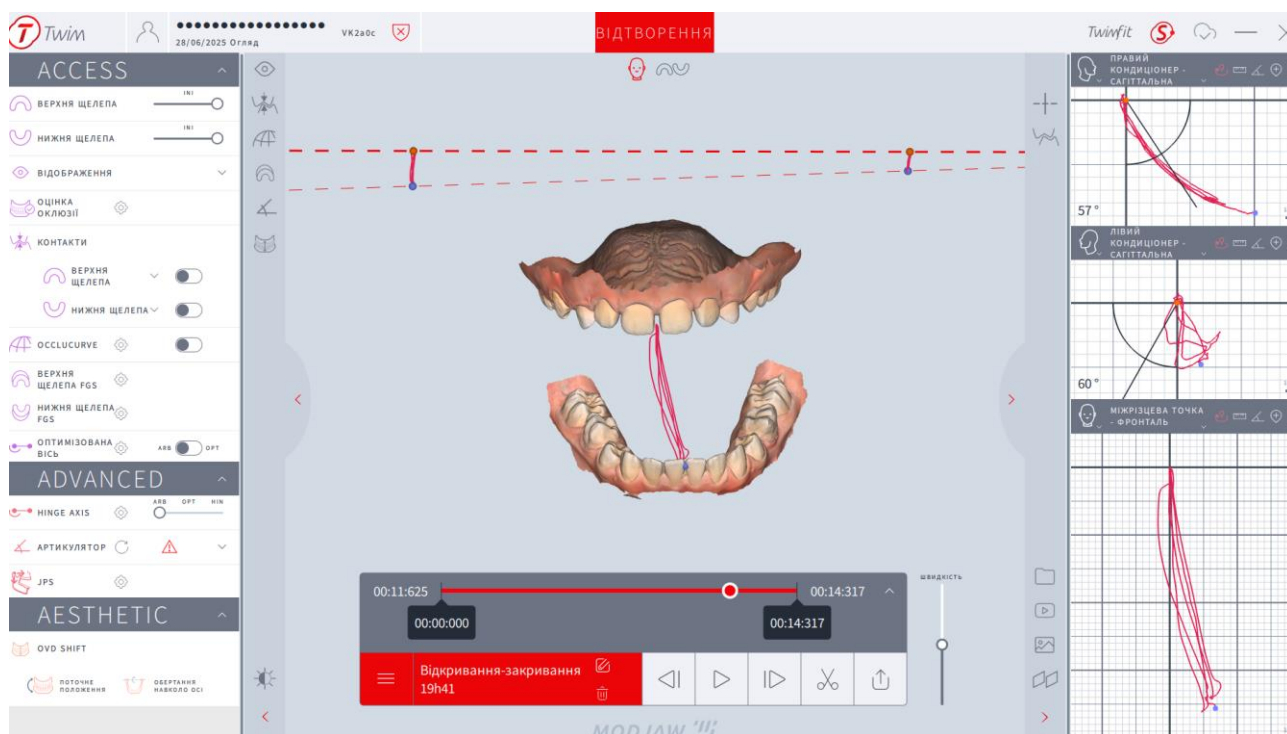


Figure 1. Representative visualization of mandibular kinematics recorded with the Modjaw system, including 3D jaw models, incisal point trajectory, and sagittal condylar movement graphs during opening and closing movements



Figure 2. Representative visualization of masticatory function recorded with the Modjaw digital system. The image demonstrates synchronized three-dimensional maxillary and mandibular models with occlusal contact mapping, incisal point trajectory, and bilateral sagittal condylar movement curves during a chewing cycle

1. Reproducibility and Accuracy of Digital Jaw-Tracking

The MODJAW system demonstrates high precision and reliability in recording mandibular kinematics, providing a digital alternative to traditional methods [3]. To ensure clinical relevance, the implementation of standardized digital protocols is essential for consistency in data interpretation [15]. Laboratory *in vitro* studies confirm that the accuracy of these recordings is comparable to industrial 3D scanning systems, with precision values reaching the micrometer range [17]. While digital systems offer high repeatability, absolute functional parameters may occasionally differ from those obtained using traditional mechanical devices, necessitating precise calibration [9]. Furthermore, the reproducibility of digital articulators remains high regardless of the bite-registration materials used [1].

2. Clinical Applications in Orthodontics and Prosthodontics

The integration of dynamic tracking enables the differentiation of kinematic parameters across various skeletal classes, supporting individualized orthodontic planning. Recent studies using optical jaw-tracking systems have demonstrated measurable differences in mandibular kinematics across orthodontic patient groups, supporting the

clinical relevance of dynamic functional analysis beyond static occlusal assessment [16]. In prosthetic dentistry, the increased accuracy of digital articulators is associated with a reduced risk of occlusal errors [5]. Furthermore, the ability to export kinematic data facilitates seamless collaboration between clinicians and CAD/CAM laboratories [6]. Functional analysis of TMJ movements is also significantly improved compared to conventional approaches [14].

3. Diagnostic Value and Functional Evaluation

The potential for early identification of functional disorders, including eccentric bruxism, underscores the diagnostic value of dynamic jaw-tracking [4]. Compared to static CBCT-based assessments, dynamic systems provide a more accurate reproduction of condylar pathways [8]. Additionally, digital occlusal records offer superior accuracy over conventional mechanical methods, particularly in cases with restricted mandibular mobility [2]. Systematic evaluations also indicate that dynamic digital systems outperform static virtual models in recording complex excursive movements [11]. Representative examples of occlusal contact visualization during mastication before and after occlusal adjustment are shown in Figures 3, 4 and 5.

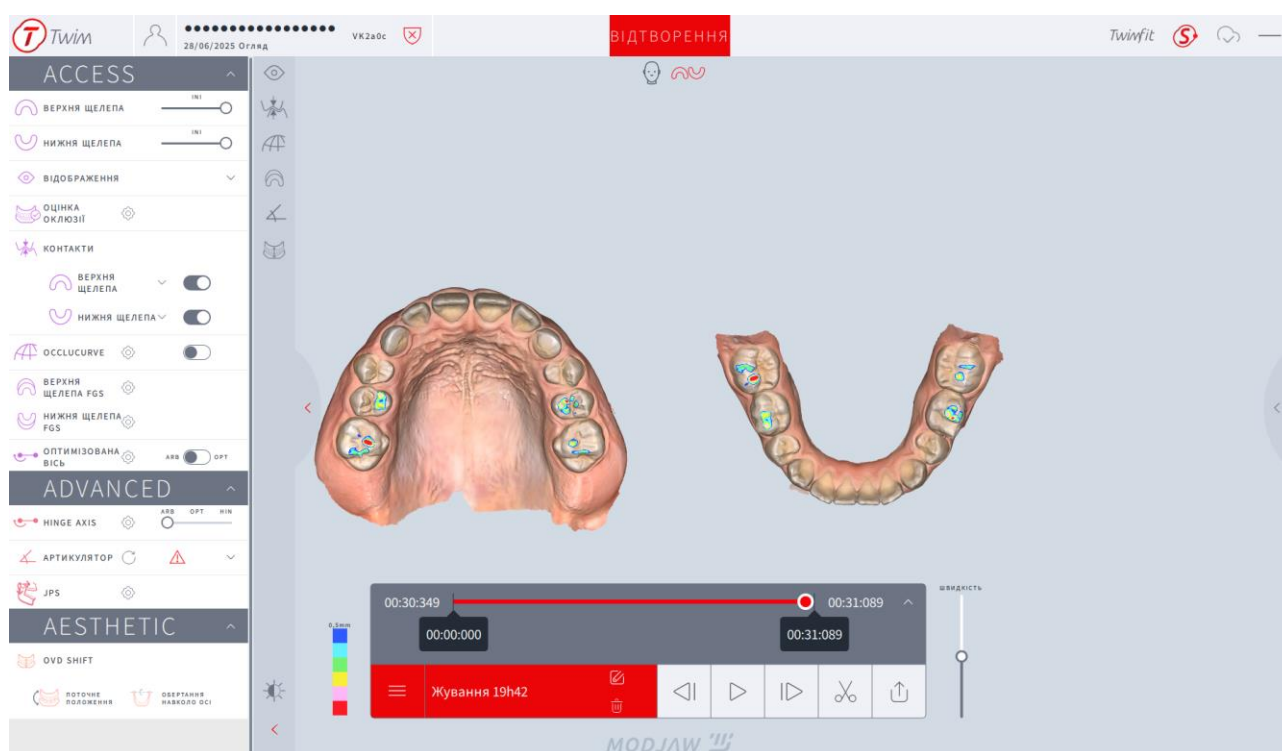


Figure 3. Representative visualization of occlusal contact distribution during mastication in the initial clinical situation recorded with the Modjaw digital system. The image shows synchronized three-dimensional maxillary and mandibular models with color-coded occlusal contact mapping on the occlusal surfaces, illustrating baseline functional occlusal conditions prior to occlusal adjustment

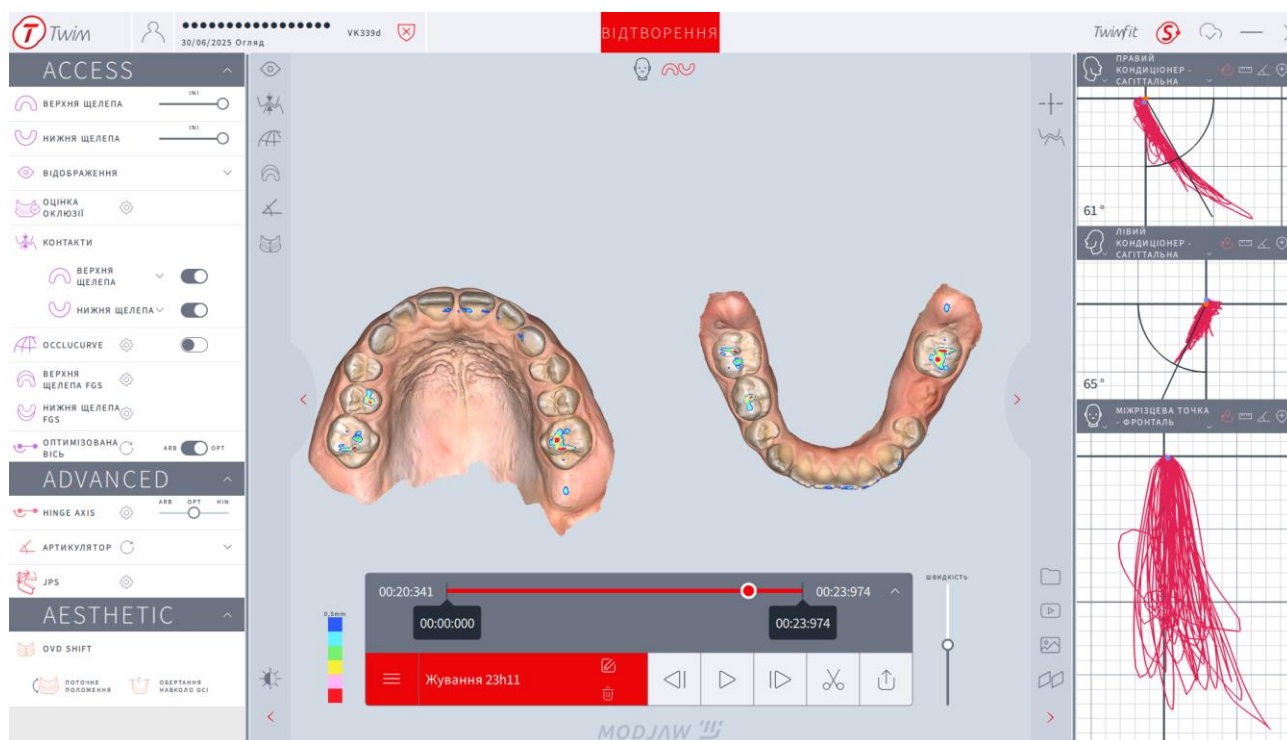


Figure 4. Representative visualization of occlusal contact distribution during mastication after occlusal adjustment recorded with the Modjaw digital system. The image demonstrates synchronized three-dimensional maxillary and mandibular models with color-coded occlusal contact mapping, illustrating changes in contact distribution following occlusal correction during functional mandibular movements

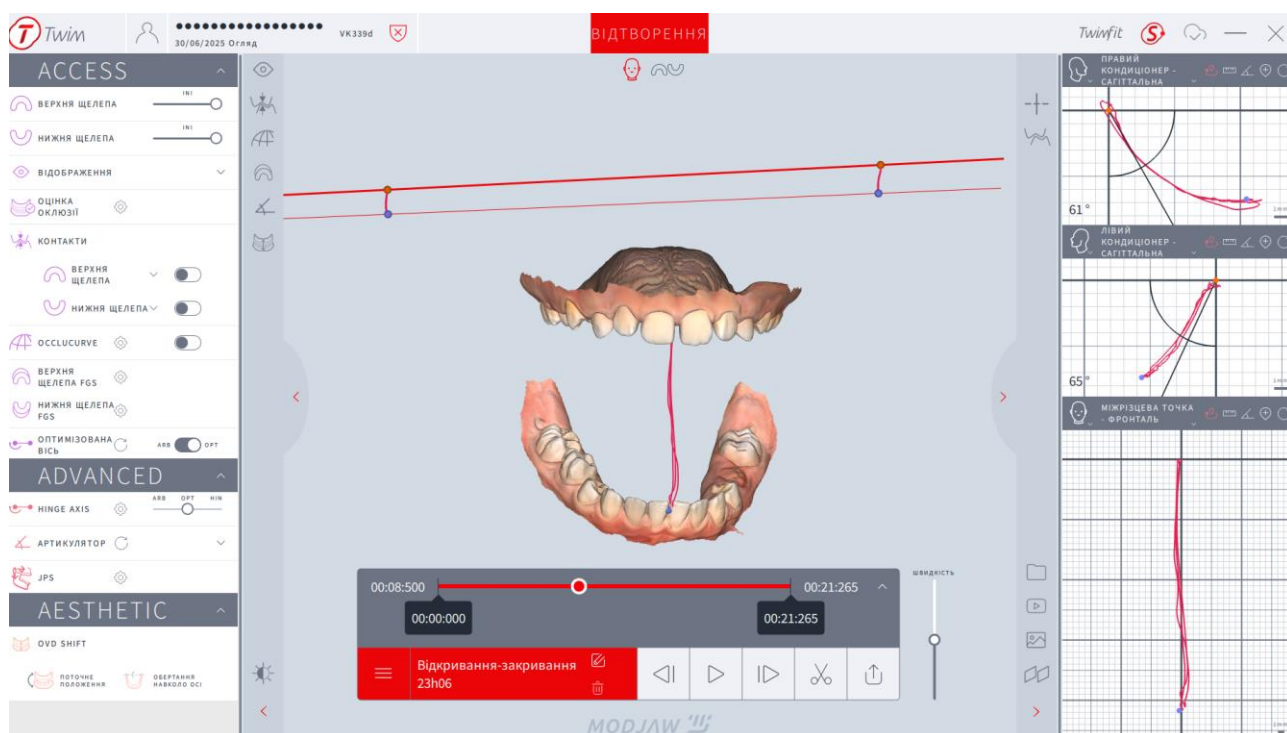


Figure 5. Representative visualization of mandibular opening and closing movements after occlusal adjustment recorded with the Modjaw digital system. The image demonstrates synchronized three-dimensional maxillary and mandibular models, incisal point trajectory, and bilateral sagittal movement curves of the condylar processes during a functional opening-closing cycle following occlusal correction

Discussion. The findings of this review demonstrate that the transition from mechanical to digital dynamic articulation significantly enhances the precision of functional dental diagnostics. As emphasized by the analysis of current protocols, the shift toward standardized digital workflows is essential for maintaining clinical reliability and ensuring the comparability of kinematic data [15]. Our results confirm that dynamic systems provide superior accuracy in recording complex excursive movements compared to static virtual models, which often fail to capture the full range of mandibular trajectories [11].

The primary advantage of the MODJAW system lies in its ability to create a "virtual twin" by integrating real-time kinematic registration with high-resolution 3D intraoral scans. This integration allows for a level of diagnostic depth that was previously unattainable with conventional methods. However, it is important to acknowledge that while MODJAW is a prominent representative of 4D dentistry, it exists within a broader landscape of dynamic tracking technologies. Other established systems, such as Zebris (optoelectronic) and ARCUSdigma (ultrasonic), have long been utilized for recording mandibular kinematics. While these systems provide high-resolution data for electronic axiography, the MODJAW system simplifies the workflow by offering seamless data export to CAD/CAM platforms without the need for manual transfer protocols [6].

Furthermore, the clinical relevance of dynamic tracking extends beyond simple occlusal adjustments. The ability to differentiate condylar pathways and identify functional disturbances, such as eccentric bruxism, provides a foundation for preventive dentistry and complex prosthetic rehabilitation [4, 8]. Despite the high repeatability of digital articulators, clinicians must remain aware that absolute functional values may differ slightly from traditional mechanical recordings, necessitating careful calibration and a thorough understanding of digital parameters [1, 9].

It is important to note that while this review focuses on the MODJAW system as a prominent example of 4D dentistry, it belongs to a broader category of dynamic jaw-tracking technologies. Nevertheless, each technology has specific calibration requirements and learning curves, and the choice of system should be guided by the clinical task, ranging from routine functional assessment to complex full-mouth rehabilitation.

Conclusions. The MODJAW system is a promising tool in digital functional rehabilitation of dental patients, as it enables objective assessment of mandibular kinematics and supports individualized treatment planning. The system demonstrates reliable hinge-axis identification and good to excellent repeatability, which are essential for virtual articulation and individualized restorative procedures. Current evidence suggests that MODJAW and similar dynamic digital articulators may enhance the accuracy of functional analysis and support personalized dental care. However, successful clinical implementation requires further standardization, validation, and development of interoperable digital solutions.

References

1. Ağıloğlu S., Eser E. (2022). Evaluation of precision and reliability of different bite registration materials using conventional and digital articulator systems. *Meandros Medical and Dental Journal*. 24(4):280-285. <http://dx.doi.org/10.4274/meandros.galenos.2022.79836>

2. Attia M., Wahsh M., Fahmy N.Z., Aboelfadl A., Zohdy M. (2022). Accuracy of digital occlusal records versus conventional mechanical methods. *Int J Health Sci*. 6(S7):12602. doi:10.53730/ijhs.v6nS7.12602.
3. Bapelle M., Dubromez J., Savoldelli C., Tillier Y., et al. (2021). Modjaw® device: Analysis of mandibular kinematics recorded for a group of asymptomatic subjects. *Cranio*. 42(1):1-7. doi:10.1080/08869634.2021.2000790.
4. Da Cunha D.V., Degan V.V., Vedovello Filho M., Bellomo D.P., Silva M.R., Furtado D.A., Andrade A.O., Milagre S.T., Pereira A.A. (2017). Real-time three-dimensional jaw tracking in temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil*. 44(8):580-588. doi:10.1111/joor.12521.
5. Goldstein G., Goodacre C. (2023). Selecting a Virtual Articulator: An Analysis of the Factors Available with Mechanical Articulators and their Potential Need for Inclusion with Virtual Articulators. *J Prosthodont*. 32(1):10-17. doi:10.1111/jopr.13517.
6. Grande F., Lepidi L., Tesini F., Acquadro A., Valenti C., Pagano S., Catapano S. (2024). Investigation of the precision of a novel jaw tracking system in recording mandibular movements: A preliminary clinical study. *J Dent*. 146:105047. doi:10.1016/j.jdent.2024.105047.
7. Grygus I., Kostyshyn A., Ilnytska O., Ornat H. (2022). The condition of the masticatory muscle group in the treatment of patients with reduced occlusion height. *Health Prob Civil*. 16(2):164-172. DOI: <https://doi.org/10.5114/hpc.2022.117884>
8. Lassmann Ł., Żółtowska A., Teślak-Piesyk M., Yar R. (2025). Comparison of condylar guidance in opening and protrusion using electronic axiography and CBCT: An observational cross-sectional study. *Applied Sciences*. 15(11):5993. doi:10.3390/app15115993.
9. Lepidi L., Galli M., Mastrangelo F., Venezia P., Joda T., Wang H.L., Li J. (2021). Virtual articulators and virtual mounting procedures: where do we stand? *J Prosthodont*. 30(1):24-35. doi:10.1111/jopr.13240.
10. Lile I.E., Hajaj T., Constantin G.D., Niculescu S.T., Marian D., Stana O., Zaharia C., Veja I. (2025). Association Between Occlusal Interferences, Temporomandibular Joint Dysfunction, and Bruxism in Romanian Adults. *J Clin Med*. 14(16):5612. doi:10.3390/jcm14165612.
11. Morsy N., El Kateb M. (2024). Accuracy of intraoral scanners for static virtual articulation: A systematic review and meta-analysis of multiple outcomes. *J Prosthet Dent*. 132(3):546-552. doi:10.1016/j.prosdent.2022.09.005.
12. Okeson J.P. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. 7th ed. St Louis (MO): Mosby; 2013.
13. Okeson J.P. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. 8th ed. St Louis (MO): Elsevier; 2019.
14. Revilla-León M., Zeitler J.M., Kois J.C. (2024). Digital maxillomandibular relationship and mandibular motion recording by using an optical jaw tracking system to acquire a dynamic virtual patient. *J Prosthet Dent*. 132(1):14-19. doi:10.1016/j.prosdent.2022.05.012.
15. Saini R.S., Alshoail H.H., Kanji M.A., Vaddamanu S.K., Mosaddad S.A., Heboyan A. (2025). Virtual Articulator Software: Accuracy, Usability, and Clinical Applicability: A Systematic Review. *Int Dent J*. 75(3):1691-1704. doi:10.1016/j.identj.2025.03.005.
16. Silva J., Azevedo A., Martins E., Canabaz A., Martin D., Martin C. (2025). Mandibular kinematics on an orthodontic population assessed with an optical jaw tracking system: a comparative study. *Dent J*. 13(5):184. doi:10.3390/dj13050184.
17. Vag J., Stevens C.D., Badahman M.H., Ludlow M., Sharp M., Brenes C., Mennito A., Renne W. (2023). Trueness and precision of complete arch dentate digital models produced by intraoral and desktop scanners: An ex-vivo study. *J Dent*. 139:104764. doi:10.1016/j.jdent.2023.104764.

ASSESSMENT OF FUNCTIONAL MUSCLE STRENGTH PARAMETERS IN WOUNDED MILITARY PERSONNEL WITH SARCOPENIA AND SEQUELAE OF TRANSTIBIAL AMPUTATION FOLLOWING PHYSICAL THERAPY**ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ У ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З САРКОПЕНІЄЮ ТА НАСЛІДКАМИ ТРАНСТИБІАЛЬНОЇ АМПУТАЦІЇ ПІД ВПЛИВОМ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ****Lisovskyi R. R.¹, Rakaieva A. E.¹, Ilnytskyi N. R.²**¹*Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Department of Therapy, Rehabilitation and Morphology, Ivano-Frankivsk, Ukraine*²*Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine*

ORCID: 0009-0000-2726-7109

ORCID: 0000-0003-1348-3075

ORCID: 0009-0004-0082-2167

Abstracts

Purpose. To determine the effectiveness of the developed comprehensive physical therapy program based on functional strength parameters in wounded servicemen with sarcopenia and consequences of transtibial amputation of the lower limb.

Material and methods. The study involved 95 male servicemen. The control group included 36 apparently healthy men aged 28.4 ± 2.7 years. The study group consisted of 59 wounded servicemen aged 30.5 ± 3.0 years with transtibial amputation and sarcopenia who were randomly divided into two subgroups. Study group 1 (SG1, $n=30$) underwent a standard 12-week physical therapy program aimed at stump preparation for prosthetic fitting and training in the use of a temporary prosthesis. Study group 2 (SG2, $n=29$) followed a developed comprehensive 12-week physical therapy program that additionally included interventions targeting sarcopenia. Patient status was assessed at baseline, after 4 weeks, and after 12 weeks. Handgrip strength, deadlift strength, and isometric strength of major muscle groups of the upper and lower limbs were evaluated.

Results. At baseline, wounded servicemen with transtibial amputation and sarcopenia demonstrated a pronounced reduction in strength parameters compared with the control group. The strength deficit had a generalized pattern and involved both upper and lower limbs, although it was most pronounced in the muscles of the injured lower limb (during movements in the hip and knee). During physical therapy, both study groups demonstrated positive dynamics in most strength indicators, reflecting improvement in the functional state of the muscular system. However, in the group that followed the comprehensive physical therapy program, improvements occurred earlier and were more pronounced. Already at the intermediate stage, this group more frequently demonstrated statistically significant increases in the strength of individual muscle groups, particularly in the injured lower limb. After completion of the 12-week intervention, both groups showed significant improvement in most strength parameters compared with baseline values. Nevertheless, the increase was greater in SG2 for both local muscle strength indicators of the upper and lower limbs and integral strength parameters. The most notable intergroup advantages of the comprehensive program were observed in the strength of muscles of the injured lower limb, as well as in certain indicators of handgrip and deadlift strength. These findings indicate that the inclusion of sarcopenia-targeted interventions enhances the effectiveness of physical therapy and promotes better recovery of muscle strength.

Conclusions. Wounded servicemen with sarcopenia and transtibial amputation demonstrate a systemic deficit in muscle strength of both the upper and lower limbs. The developed comprehensive physical therapy program proved to be more effective than the standard rehabilitation approach, providing faster and more pronounced recovery of both local and integral strength parameters. These findings support the inclusion of sarcopenia-targeted interventions in rehabilitation programs for this category of patients.

Keywords: physical therapy, rehabilitation, amputation, sarcopenia, gait disorders, lower limb injury, combat-related trauma, wounded servicemen.

Мета. Визначити ефективність розробленої комплексної програми фізичної терапії за функціональними силовими показниками у поранених військовослужбовців із саркопенією та наслідками транстибіальної ампутації нижньої кінцівки.

Матеріал. У дослідженні взяли участь 95 чоловіків-військовослужбовців. Контрольну групу становили 36 умовно здорових чоловіків віком $28,4 \pm 2,7$ року. До досліджуваної групи увійшли 59 поранених військовослужбовців віком $30,5 \pm 3,0$ року з транстибіальною ампутацією та саркопенією, яких рандомізовано розподілили на дві підгрупи. ДГ1 ($n=30$) проходила стандартну 12-тижневу програму фізичної терапії, спрямовану на підготовку кукси до протезування

Received: 18 February 2026. Accepted: 24 April 2026. Available online: 30 April 2026

© 2026. Lisovskyi R. R., Rakaieva A. E., Ilnytskyi N. R.

Rehabilitation and Recreation. ISSN 2786-8354 (Online) | ISSN 2786-8346 (Print)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

та навчання користуванню тимчасовим протезом. ДГ2 (n=29) виконувала розроблену комплексну 12-тижневу програму, що додатково включала втручання для подолання саркопенії. Стан пацієнтів оцінювали первинно, через 4 та 12 тижнів. Досліджували силу кисті, станову силу та ізометричну силу основних м'язових груп верхніх і нижніх кінцівок.

Результати. На початковому етапі у поранених військовослужбовців із транстибіальною ампутацією та саркопенією виявлено виражене зниження силових показників порівняно з контрольною групою. Дефіцит сили мав генералізований характер і охоплював як верхні, так і нижні кінцівки, однак найбільш вираженим був у м'язах травмованої нижньої кінцівки (при виконанні рухів у кульшовому та колінному суглобах). У процесі фізичної терапії в обох досліджуваних групах спостерігалася позитивна динаміка більшості показників, що свідчило про покращення функціонального стану м'язової системи. Водночас у групі, яка проходила комплексну програму фізичної терапії, позитивні зміни розвивалися швидше та були більш вираженими. Уже на проміжному етапі в цій групі частіше реєстрували статистично значуще покращення сили окремих м'язових груп, насамперед травмованої нижньої кінцівки. Після завершення 12-тижневого курсу в обох групах відзначали достовірне покращення більшості силових характеристик порівняно з вихідним рівнем, однак у ДГ2 приріст був більш вираженим як за локальними показниками сили м'язів верхніх і нижніх кінцівок, так і за інтегральними силовими показниками. Найбільш помітні міжгрупові переваги комплексної програми виявлялися щодо сили м'язів травмованої нижньої кінцівки, а також за окремими показниками сили кисті та станової сили. Отримані дані свідчили, що включення втручань, спрямованих на подолання саркопенії, підвищувало ефективність фізичної терапії та сприяло кращому відновленню м'язової сили.

Висновки. У поранених військовослужбовців із саркопенією та наслідками транстибіальної ампутації виявлено системний дефіцит м'язової сили верхніх і нижніх кінцівок. Розроблена комплексна програма фізичної терапії виявилася ефективнішою за стандартну, забезпечивши більш швидке та виражене відновлення локальних і інтегральних силових показників, що підтвердило доцільність включення компонентів корекції саркопенії до реабілітаційних програм цієї категорії пацієнтів.

Ключові слова: фізична терапія, реабілітація, ампутація, саркопенія, порушення ходи, травма нижніх кінцівок, бойова травма, поранені військовослужбовці.

Introduction. In the context of ongoing intensive military operations, lower limb amputations among military personnel represent a critically important medical and rehabilitation challenge. According to recent scientific publications, comprehensive physical rehabilitation following lower limb amputation is a key factor in restoring function, mobility, and quality of life in patients. However, further improvement and evaluation of the effectiveness of different physical therapy approaches are required for various categories of injured individuals, including military patients of different ages and physiological conditions [13].

In recent years, particular attention has been paid to the syndrome of sarcopenia – a progressive loss of muscle mass and strength associated with multiple negative consequences for patients' functional capacity. Sarcopenia is defined as a complex pathological condition characterized by a reduction in skeletal muscle mass and muscle strength, which is associated with decreased ability to perform daily activities and poorer rehabilitation outcomes [5, 11]. In wounded servicemen experiencing critical conditions, the mechanisms of sarcopenia may be aggravated not only by tissue loss resulting from trauma but also by prolonged immobilization, metabolic disturbances, and systemic intoxication caused by combat-related injuries. In addition, admission to intensive care units in wounded servicemen with polytrauma may be associated with several concurrent mechanisms contributing to the development of secondary sarcopenia, including traumatic, nutritional, and septic factors [1].

Changes in muscle mass over time may play a significant role in identifying patients at increased risk of adverse clinical outcomes. Evidence from previous studies indicates that loss of skeletal muscle in critically ill patients is associated with prolonged mechanical ventilation, longer hospital stays, and increased mortality [15]. In this context, assessment of muscle mass and its structural characteristics

is of considerable importance, as it may help identify patients with a more favorable rehabilitation prognosis and allow clinicians to better tailor therapeutic interventions.

Sarcopenia is not only a pathological phenomenon associated with aging but is also linked to significantly worse clinical outcomes in patients with amputations. Studies have shown that the presence of sarcopenia in patients who have undergone lower limb amputation is associated with an increased risk of mortality, reduced likelihood of full functional recovery, and a higher incidence of complications in the medium- and long-term periods [7, 16]. These findings emphasize the need for a deeper understanding not only of the mechanisms underlying sarcopenia but also of its impact on muscle tissue parameters in patients following severe trauma and amputation.

Physical therapy, as a component of rehabilitation, aims to restore physical function, improve muscle strength, enhance movement coordination, and increase the ability to perform independent motor activities [6, 9]. It represents a central element of rehabilitation programs after lower limb amputation, contributing to improved muscular endurance, coordination, and balance, and providing the basis for patients' reintegration into social life [12]. At the same time, there is a limited number of studies specifically analyzing muscle strength parameters in military patients with sarcopenia following transtibial amputation within the context of different physical therapy programs. This highlights the scientific and practical relevance of systematically investigating and quantitatively assessing changes in these parameters depending on the intensity and type of therapeutic intervention.

Existing studies indicate that strength deficits in lower limb prosthesis users can significantly affect balance, mobility, and walking performance [3]. For military personnel, who often face high physical demands in order to

return to active life or military service, identifying optimal methods for assessing and correcting such deficits is critically important. Accordingly, physical therapy programs should consider not only the general principles of rehabilitation after amputation [3, 8], but also the specific needs of individuals with sarcopenia [2, 10], which may improve prognosis, quality of life, and functional capacity in this patient population.

Therefore, conducting a study that analyzes the functional strength parameters of muscle tissue in wounded servicemen with sarcopenia following transtibial amputation and evaluates their changes under the influence of a physical therapy program is highly relevant. Such research may provide important insights into the prerequisites for full restoration of patients' social, professional, and daily functioning.

Purpose. To determine the effectiveness of a developed comprehensive physical therapy program based on functional strength indicators in wounded servicemen with sarcopenia and consequences of transtibial lower limb amputation.

Materials and Methods. The study involved 95 male servicemen. The control group (CG) consisted of 36 men aged 28.4 ± 2.7 years (22-42 years) without significant musculoskeletal disorders (apparently healthy individuals). The study group (SG) included 59 men aged 30.5 ± 3.0 years (24-46 years) who were wounded servicemen with transtibial amputation and sarcopenia. Participants were randomly divided into two subgroups.

Study group 1 (SG1) included 30 men who underwent a 12-week rehabilitation program based on standard principles of stump preparation for prosthetic fitting and adaptation to a temporary prosthesis, including gait training with the prosthesis. The program consisted of therapeutic exercises aimed at strengthening the stump muscles, exercises to increase the range of motion in the knee and hip joints, static and dynamic balance training in the standing position, stump preparation for prosthetic fitting, training in safe mobility techniques using crutches, and instruction in prosthesis use.

Study group 2 (SG2) included 29 men who followed a developed comprehensive 12-week physical therapy program which, in addition to the above components, included a set of interventions aimed at overcoming sarcopenia.

Inclusion criteria: History of strict bed rest with limited physical activity for at least 28 days (including treatment in an intensive care unit), associated with polytrauma and considered a risk factor for sarcopenia related to critical illness and hypodynamia;

- Secondary sarcopenia;
- Transtibial amputation at the level of the middle third of the lower leg;
- Preserved cognitive function;
- Residual stump pain not exceeding 5 points;
- Preserved upper limb function (ability to bear axial load, grasp, and hold objects);
- Ability to ambulate independently with the use of two crutches;
- Subacute rehabilitation period: preparation for primary prosthetic fitting and adaptation to a temporary prosthesis;

- Informed consent to participate in the study.

Exclusion criteria:

- Moderate or severe traumatic brain injury;
- Moderate or severe cognitive impairment;
- Burn injury of grade II-IV;
- Spinal cord injury;
- Uncorrected injury of the intact lower limb at the time of examination that affected the possibility of verticalization and independent ambulation;
- Presence of a gastrostomy or colostomy at baseline examination;
- Age over 60 years (primary sarcopenia);
- Refusal to participate in the study.
- The developed 12-week physical therapy program was structured as presented in Table 1.

Table 1

Structure of the developed physical therapy program for wounded servicemen with sarcopenia and transtibial amputation

Component / intervention period	Weeks 1-4 (pre-prosthetic preparation)	Weeks 5-8 (adaptation period)	Weeks 9-12
Intervention format	Inpatient	Outpatient, independent exercise sessions	Independent exercise sessions according to the prescribed program, with supervision via video communication
Intervention frequency	Daily	Daily	At least three times per week
Session duration	90 min	60-90 min	60 min
Rehabilitation goals	Preparation of the stump for prosthetic fitting Training in prosthesis use Reduction of sarcopenia manifestations Improvement of balance Increase in muscle strength of the upper and lower limbs and trunk Improvement of joint range of motion Increase in physical endurance Improvement of psycho-emotional status	Stump adaptation to the prosthesis Gait training with the prosthesis using assistive mobility devices Increase in muscle strength of the upper and lower limbs and trunk Improvement of joint range of motion Increase in physical endurance Improvement of psycho-emotional status	Gait training with the prosthesis with limited use of assistive mobility devices Increase in muscle strength of the upper and lower limbs and trunk Improvement of physical endurance and work capacity

1. Therapeutic exercise program			
Mandatory component (correction of changes associated with sarcopenia and amputation) – circuit training	Strength exercises for the upper and lower limbs (25-30% of the session time) Exercises to improve the range of motion of the amputated limb (10-15%) Balance and gait training (15-20% of the session time) Exercises to improve movement coordination	Strength exercises (30-40% of the session time) Exercises to improve the range of motion of the amputated limb (10-15%) Balance and gait training (25-30% of the session time)	Strength exercises (40-50% of the session time) Exercises to improve the range of motion of the amputated limb (5-10%) Balance and gait training (10-15% of the session time)
Variable component (individualized rehabilitation addressing manifestations of polytrauma) – individualized programs	Breathing exercises (to address respiratory dysfunction following a critical illness state) Strength exercises for the trunk Exercises to improve range of motion in the spinal and limb joints Exercises to improve movement coordination	Strength exercises for the trunk Exercises to improve range of motion in the spinal and limb joints Exercises to improve movement coordination	Strength exercises for the trunk Exercises to improve the range of motion in the spinal and limb joints Exercises to improve movement coordination
2. Interventions in the stump area	Anti-edema measures (compression bandaging) Scar mobilization Instrument-assisted soft tissue mobilization of the stump Stump conditioning using progressive weight-bearing and texture stimulation Electrical muscle stimulation Stump self-management (self-conditioning of the stump and self-monitoring of stump condition)	Stump self-management	Stump self-management
3. Educational component	Expansion of daily physical activity (walking, stair climbing, etc.) and activities of daily living aimed at reducing dependence on other individuals. Nutritional recommendations, including increased protein intake (1.2-2 g/kg/day) and ensuring adequate caloric intake and balanced nutritional composition.		

The exercises used in the program were aimed at improving endurance and gait speed (with gradual increases in walking distance and the ability to ascend higher floors), flexibility (dynamic and static stretching of the major muscle groups), and muscle strength (concentric and eccentric dynamic exercises targeting key muscle groups, including plantar flexors, knee extensors, hip extensors, flexors, abductors and adductors, as well as abdominal muscles). Strength training included dumbbell lifting, heel raises, hip abduction exercises, and additional resistance using elastic bands and medicine balls on a therapeutic rebounder.

Exercises for dynamic balance included picking up objects from the floor, balancing on unstable surfaces, and training on the «MFT Challenge Disc balance platform» (MFT Bodyteamwork GmbH, Austria), as well as gait training under various conditions. The training sessions were individualized according to the level of resistance, body position (e.g., movements assisted by gravity or performed against gravity, in sitting or standing positions), and the patient's functional progress.

The condition of participants in the study groups was assessed dynamically at three time points: baseline assessment (prior to the implementation of the developed

physical therapy program), intermediate assessment after 4 weeks of intervention (during the stage of initial prosthetic fitting), and final assessment after 12 weeks of intervention. These evaluations were based on indicators characterizing the structural and functional state of the muscular system. During the implementation of the program, continuous monitoring of patients' condition and achievement of individual rehabilitation goals was also carried out.

Functional strength parameters were assessed using the digital dynamometer «ActivForce 2» (Activbody Inc., USA) and its mobile application ActivForce App. Muscle strength during basic upper- and lower-limb movement patterns was measured according to the manufacturer's recommendations [4,14]. During lower-limb strength measurements, the dynamometer was positioned symmetrically below the knee joint.

Grip strength was additionally assessed using a hand dynamometer DRP-120, and deadlift strength was measured using a DS-200 dynamometer. During this test, the physical therapist provided stabilization to ensure the prosthetic limb remained in a secure and stable position.

The study protocol was reviewed and approved by the Bioethics Committee of Vasyl Stefanyk Carpathian National

University. All participants provided written informed consent. The study complied with ethical standards for patient safety and human dignity in accordance with the principles of Good Clinical Practice (GCP), the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine (04.04.1977), the Declaration of Helsinki of the World Medical Association on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects (1964-2000), and the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 281 (01.11.2000).

Statistical analysis was performed using the Statistica 12 software package. Normality of distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Data with normal distribution were presented as mean $\pm$ standard deviation, whereas non-normally distributed data were presented as median with 25th and 75th percentiles. Comparisons between two samples with non-normal distribution were performed using the Mann-Whitney test, while comparisons between normally distributed samples were conducted using the Student's t-test.

Results. The analysis of upper limb muscle strength demonstrated that servicemen with transtibial amputation and sarcopenia exhibited a marked reduction in the strength of major upper limb muscle groups at baseline compared with conditionally healthy men, indicating a pronounced muscle strength deficit (table 2). Measurements of isometric force reflected the functional status of the main muscle groups of the shoulder and elbow, which play a crucial role in maintaining postural stability, using assistive mobility devices (crutches, walkers), and performing activities of daily living.

Indicators of isometric muscle strength reflect the ability of muscles to generate maximal static force. Their reduction is considered one of the clinical manifestations of sarcopenia, which is associated with decreased muscle mass and reduced functional capacity of skeletal muscles. Conversely, an increase in these indicators during rehabilitation was interpreted as a positive trend indicating improvement in muscle function, enhancement of strength capacity, and recovery of patients' physical performance.

The initial deficit in the strength of the muscles responsible for shoulder flexion of the dominant arm was 31.5% in SG1 and 28.6% in SG2 compared with the control group; in both groups these differences were statistically significant ($p < 0.05$). After 4 weeks, strength increased by 10.8% in SG1, although the value remained significantly lower than in the control group ($p < 0.05$). In SG2 the improvement reached 14.4%, but no statistically significant change compared with baseline was observed ($p > 0.05$). After 12 weeks, strength increased by 27.3% in SG1 compared with baseline and this improvement was statistically significant ($p < 0.05$), although the difference from the control group persisted. In SG2, the increase reached 28.7% ($p < 0.05$ compared with baseline) while the difference from the control group also remained significant ($p < 0.05$). During follow-up assessments, SG2 values exceeded those of SG1 by 7.4% at 4 weeks and by 5.3% at 12 weeks, although no statistically significant between-group differences were identified ($p > 0.05$).

For the shoulder flexors of the non-dominant arm, the baseline strength deficit relative to the control group was 31.9% in SG1 and 29.3% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks,

strength in SG1 increased by 9.7%, which was statistically significant compared with baseline ($p < 0.05$), but the value remained lower than in the control group ($p < 0.05$). In SG2, the increase reached 17.6%, although no statistically significant change relative to baseline was observed ($p > 0.05$). After 12 weeks, improvement amounted to 24.2% in SG1 and 31.1% in SG2; in SG2 the change was statistically significant compared with baseline ($p < 0.05$), while in both groups the values remained lower than those of the control group ($p < 0.05$). The advantage of SG2 over SG1 reached 11.3% after 4 weeks and 9.5% after 12 weeks, without statistically significant between-group differences ($p > 0.05$).

The baseline reduction in the strength of the shoulder abductors of the dominant arm was 26.2% in SG1 and 23.6% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$). After 4 weeks, the increase in strength was 14.7% in SG1 and 8.8% in SG2; however, no statistically significant changes relative to baseline were observed in either group ($p > 0.05$). After 12 weeks, improvement reached 26.4% in SG1 and 24.0% in SG2 ($p < 0.05$ compared with baseline). In SG1, the difference from the control group remained statistically significant, whereas in SG2 it was no longer detected ($p > 0.05$). The advantage of SG2 over SG1 was 4.8% after 4 weeks and 1.6% after 12 weeks, without statistically significant between-group differences ($p > 0.05$).

For the shoulder abductors of the non-dominant arm, the baseline deficit was 26.6% in SG1 and 24.7% in SG2 relative to the control group. After 4 weeks, improvement amounted to 12.1% in SG1 and 9.7% in SG2, although these changes were not statistically significant compared with baseline ($p > 0.05$). After 12 weeks, strength increased by 26.3% in SG1 and 24.1% in SG2, with statistically significant improvement compared with baseline in both groups ($p < 0.05$). During follow-up assessments, SG2 values exceeded those of SG1 by 0.5% after 4 weeks and by 0.8% after 12 weeks, without statistically significant differences between groups ($p > 0.05$).

Analysis of elbow joint muscle strength revealed the greatest baseline deficit in the flexor muscles. For the biceps brachii of the dominant arm, the reduction in strength was 42.9% in SG1 and 41.0% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement was 7.0% in SG1 and 12.0% in SG2, although these changes were not statistically significant ($p > 0.05$). After 12 weeks, the increase reached 38.4% in SG1 and 55.0% in SG2, with statistically significant improvement in SG2 ($p < 0.05$). The advantage of SG2 over SG1 was 8.1% after 4 weeks and 15.6% after 12 weeks, becoming statistically significant at the final assessment ($p < 0.05$).

For the elbow flexors of the non-dominant arm, the baseline deficit was 45.3% in SG1 and 43.0% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement reached 8.9% in SG1 and 12.5% in SG2 (both $p > 0.05$). After 12 weeks, strength increased by 28.9% in SG1 and 54.5% in SG2 ($p < 0.05$), and the value in SG2 was statistically significantly higher than in SG1 ($p < 0.05$). The percentage advantage of SG2 over SG1 was 7.6% after 4 weeks and 24.8% after 12 weeks, becoming statistically significant at the final stage.

Table 2

Dynamics of upper limb muscle strength parameters measured using the dynamometer «ActivForce 2» in servicemen with sarcopenia and transtibial amputation following physical therapy, Me [25; 75]

Isometric muscle strength, kg	CG	SG1			SG2		
		Baseline	4 weeks	12 weeks	Baseline	4 weeks	12 weeks
Shoulder, flexion							
dominant arm	28,3 [25,1; 30,2]	19,4 [18,4; 22,6]*	21,5 [20,1; 24,7]*	24,7 [21,9; 27,0]* _o	20,2 [18,7; 23,8]*	23,1 [21,6; 25,7]*	26,0 [24,5; 27,4]* _o
non-dominant arm	27,3 [26, 1; 29,4]	18,6 [17,3; 22,5]*	20,4 [18,9; 22,7]* _o	23,1 [19,5; 2,0]*	19,3 [17,8; 22,4]*	22,7 [20,9; 24,7]*	25,3 [22,6; 26,2]* _o
Shoulder, abduction							
dominant arm	26,7 [24,1; 27,6]	19,7 [19,6; 22,8]*	22,6 [20,3; 23,5]*	24,9 [22,0; 26,8]* _o	20,4 [18,0; 21,3]*	22,2 [20,3; 23,9]*	25,3 [23,0; 26,8] _o
non-dominant arm	25,9 [23,4;]	19,0 [17,9; 21,0]*	21,3 [19,7; 22,7]*	24,0 [21,6; 25,9]* _o	19,5 [18,0; 21,0]*	21,4 [20,1; 23,2]*	24,2 [22,3; 25,9] _o
Elbow, flexion (biceps brachii muscle)							
dominant arm	32,4 [29,6; 34,0]	18,5 [17,3; 20,2]*	19,8 [18,5; 22,0]*	25,6 [21,4; 27,2]* _o	19,1 [17,8; 20,6]*	21,4 [18,0; 23,4]	29,6 [26,9; 32,6] _o * _o
non-dominant arm	30,9 [27,9; 32,6]	16,9 [16,0; 18,4]*	18,4 [16,8; 20,5]*	21,8 [19,1; 23,6]* _o	17,6 [16,1; 19,2]	19,8 [17,1; 22,1]*	27,2 [23,2; 29,1]* _o * _o
Elbow, extension (triceps brachii muscle)							
dominant arm	31,1 [28,3; 34,0]	19,2 [18,0; 21,1]*	22,4 [20,8; 25,2]*	25,2 [22,4; 27,1]* _o	20,3 [18,1; 22,0]*	25,0 [22,6; 27,0]*	29,1 [26,3; 32,0] _o * _o
non-dominant arm	28,9 [27,3; 30,8]	17,6 [16,5; 19,6]*	20,7 [19,2; 23,7]*	23,7 [20,9; 25,4]* _o	18,7 [16,5; 20,4]*	23,4 [21,0; 25,5]	27,5 [24,7; 30,3] _o * _o

Notes: * p<0,05 compared with the control group (CG);

o p<0,05 compared with the first (baseline) assessment;

* p<0,05 compared with the corresponding value of SG1.

For the elbow extensors (triceps brachii) of the dominant arm, the baseline strength deficit was 38.3% in SG1 and 34.7% in SG2 compared with the control group (p<0.05). After 4 weeks, improvement reached 16.7% in SG1 and 23.2% in SG2, and after 12 weeks it reached 31.3% and 43.3%, respectively (both p<0.05 compared with baseline). The value in SG2 was statistically significantly higher than in SG1 (p<0.05). The advantage of SG2 over SG1 was 11.6% after 4 weeks and 15.0% after 12 weeks (p<0.05 at the final assessment).

A similar pattern was observed for the elbow extensors of the non-dominant arm: the baseline deficit was 39.1% in SG1 and 35.3% in SG2 compared with the control group (p<0.05). After 4 weeks, improvement amounted to 17.6% in SG1 and 25.1% in SG2 without statistically significant changes (p>0.05). After 12 weeks, strength increased by 34.7% in SG1 and 47.1% in SG2 (p<0.05), and the value in SG2 was statistically significantly higher than in SG1 (p<0.05). The between-group difference reached 13.0% after 4 weeks and 15.8% after 12 weeks and was statistically significant at the final assessment (p<0.05).

The analysis of isometric strength parameters of the lower limb muscles, measured using the digital dynamometer «ActivForce 2», demonstrated that servicemen with transtibial amputation and sarcopenia exhibited a pronounced reduction in muscle strength of both the injured and the

preserved limbs compared with conditionally healthy men (table 3).

For the hip flexors of the preserved limb, the baseline strength deficit compared with the control group was 10.9% in SG1 and 9.0% in SG2 (p<0.05). After 4 weeks, the deficit slightly decreased to 9.0% and 6.1%, respectively; however, these changes were not statistically significant compared with baseline (p>0.05). After 12 weeks, strength increased by 6.8% in SG1 and 7.4% in SG2 (p<0.05), and the difference compared with the control group was no longer observed. During follow-up assessments, SG2 values exceeded those of SG1 by 3.2% after 4 weeks and by 2.8% after 12 weeks, without statistically significant between-group differences (p>0.05).

The strength of the hip flexors of the injured limb at baseline was lower than in the control group by 38.5% in SG1 and 35.0% in SG2 (p<0.05); these differences were also significant compared with the preserved limb. After 4 weeks, improvement in SG1 reached 12.2% (p>0.05), whereas in SG2 an increase of 16.9% was statistically significant (p<0.05). After 12 weeks, the increase reached 28.0% in SG1 and 39.6% in SG2 (p<0.05), and the values in SG2 were statistically significantly higher than those in SG1 (p<0.05). The advantage of SG2 over SG1 was 10.1% after 4 weeks and 15.2% after 12 weeks, becoming statistically significant only at the final stage.

Table 3

Dynamics of lower limb muscle strength parameters measured using the digital dynamometer «ActivForce 2» in servicemen with sarcopenia and transtibial amputation under the influence of physical therapy

Isometric muscle strength, kg	CG	SG1			SG2		
		Baseline	4 weeks	Baseline	4 weeks	Baseline	4 weeks
Hip, flexion							
preserved limb (right in CG)	41,3 [38,5; 43,2]	36,8 [34,6; 39,0]*	37,6 [35,1; 40,1]*	39,3 [38,0; 41,5]○	37,6 [35,1; 40,0]*	38,8 [36,5; 41,5]*	40,4 [37,8; 42,9]○
injured limb (left in CG)	40,0 [37,9; 42,5]	24,6 [21,9; 27,3]*÷	27,6 [24,9; 30,1]*÷	31,5 [29,0; 34,6]*○÷	26,0 [22,4; 27,9]*÷	30,4 [27,9; 32,3]*○÷	36,3 [32,5; 39,4]*○÷*
Hip, extension							
preserved limb (right in CG)	38,9 [37,0; 42,1]	32,6 [29,6; 35,0]*	33,9 [30,6; 34,8]*	36,8 [34,1; 39,2]○	30,8 [28,1; 34,1]*	35,7 [31,4; 40,0]*	38,0 [35,4; 42,1]○
injured limb (left in CG)	40,1 [38,2; 44,0]	26,5 [23,1; 29,7]*÷	27,3 [24,9; 30,8]*÷	30,6 [28,4; 32,2]*○÷	27,6 [24,0; 29,9]*÷	30,6 [27,6; 34,0]*÷	35,5 [31,0; 39,2]*○÷*
Hip, abduction							
preserved limb (right in CG)	33,9 [28,8; 37,5]	27,1 [24,8; 30,4]*	28,8 [26,0; 30,7]*	31,8 [27,5; 34,0]○	28,6 [25,1; 31,2]*	31,0 [27,9; 32,1]*	33,0 [29,4; 36,5]○
injured limb (left in CG)	31,5 [27,9; 36,4]	19,8 [17,2; 22,7]*÷	22,9 [19,1; 25,7]*÷	25,4 [21,8; 29,4]*○÷	20,6 [18,1; 23,4]*÷	24,5 [21,7; 28,6]*○÷	29,1 [25,8; 34,7]*○÷*
Hip, adduction							
preserved limb (right in CG)	32,6 [28,9; 36,7]	26,2 [23,8; 30,1]*	27,8 [23,6; 32,4]*	29,8 [25,7; 33,4]*○	27,2 [24,5; 31,0]*	30,9 [28,7; 32,4]*	31,6 [27,8; 33,9]○
injured limb (left in CG)	31,9 [27,8; 35,0]	19,2 [17,0; 23,1]*÷	22,5 [19,4; 25,8]*÷	25,3 [22,4; 29,5]*○÷	20,6 [17,8; 22,8]*÷	24,6 [20,1; 27,3]*○÷	28,1 [25,9; 32,0]*○÷*
Knee, extension (quadriceps muscle)							
preserved limb (right in CG)	44,8 [38,6; 47,5]	35,2 [31,0; 39,7]*	38,4 [35,7; 42,7]*○	40,6 [37,2; 44,3]*○	37,0 [34,6; 40,3]*	41,9 [37,6; 45,4]*○	43,8 [38,7; 46,9]○
injured limb (left in CG)	41,6 [37,5; 45,7]	22,6 [18,6; 26,0]*÷	25,3 [20,6; 29,7]*÷	30,4 [24,6; 33,7]*○÷	24,2 [19,8; 26,8]*÷	27,9 [22,9; 33,0]*○÷	35,7 [30,4; 41,6]*○÷*
Knee, flexion (hamstrings)							
preserved limb (right in CG)	31,6 [27,1; 34,8]	24,5 [21,9; 26,5]*	26,1 [23,7; 28,4]*	28,0 [25,4; 30,4]*○	25,3 [22,4; 26,8]*	28,0 [25,7; 31,5]*○	30,6 [27,4; 34,7]*○
injured limb (left in CG)	31,9 [26,5; 34,0]	17,8 [14,9; 21,9]*÷	19,5 [18,7; 22,5]*÷	21,0 [19,4; 24,8]*○÷	16,9 [13,8; 20,7]*÷	21,5 [18,7; 25,8]*○÷	25,9 [21,6; 29,8]*○÷*

Notes: * p<0,05 compared with the control group (CG);
 ○ p<0,05 compared with the first (baseline) assessment;
 * p<0,05 compared with the corresponding value of SG1;
 ÷ p<0,05 compared with the value of the preserved limb.

Table 4

Dynamics of strength parameters measured using analog dynamometers in servicemen with sarcopenia and transtibial amputation under the influence of physical therapy

Muscle strength, kg	CG	SG1			SG2		
		Baseline	4 weeks	Baseline	4 weeks	Baseline	4 weeks
Handgrip strength							
dominant hand	46,30±2,58	29,19±4,12*	33,26±4,01*	38,74±2,15*○	27,81±3,77*	35,60±2,71*	44,06±1,68*● ○
non-dominant hand	44,57±2,47	28,65±3,45*	32,08±3,16*	36,96±3,18*○	28,05±3,82*	36,54±3,29*	43,66±2,59** ○
Deadlift strength	135,66±5,46	-	106,5±4,59*	117,23±3,06*●	-	109,81±5,13*	129,49±4,52*●*

Notes: * p<0,05 compared with the control group (CG);
 ○ p<0,05 compared with the first (baseline) assessment;
 * p<0,05 compared with the corresponding value of SG1.

For the hip extensors of the preserved limb, the baseline strength deficit was 16.2% in SG1 and 20.8% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$). After 4 weeks, strength increased by 4.0% in SG1 and 15.9% in SG2, although no statistically significant changes relative to baseline were observed ($p > 0.05$). After 12 weeks, improvement reached 12.9% in SG1 and 23.4% in SG2 ($p < 0.05$), and the difference from the control group was no longer detected. SG2 values exceeded those of SG1 by 5.3% after 4 weeks and by 3.3% after 12 weeks, without statistically significant between-group differences ($p > 0.05$).

The strength of the hip extensors of the injured limb at baseline was reduced by 33.9% in SG1 and 31.2% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$) and was also lower than that of the preserved limb. After 4 weeks, the increase in strength reached 3.0% in SG1 and 10.9% in SG2 ($p > 0.05$). After 12 weeks, improvement reached 15.5% in SG1 and 28.6% in SG2 ($p < 0.05$), with SG2 demonstrating significantly higher values than SG1 ($p < 0.05$). The between-group difference was 12.1% after 4 weeks and 16.0% after 12 weeks and became statistically significant after completion of the physical therapy program.

For the hip abductors of the preserved limb, the baseline deficit compared with the control group was 20.1% in SG1 and 15.6% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement reached 6.3% in SG1 and 8.4% in SG2 ($p > 0.05$). After 12 weeks, strength increased by 17.3% and 15.4%, respectively ($p < 0.05$). SG2 values exceeded those of SG1 by 7.6% after 4 weeks and by 3.8% after 12 weeks, although these differences were not statistically significant ($p > 0.05$).

For the hip abductors of the injured limb, the baseline strength deficit was 37.1% in SG1 and 34.6% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$), and it was also significant relative to the preserved limb. After 4 weeks, improvement reached 15.7% in SG1 ($p > 0.05$), whereas an increase of 18.9% in SG2 was statistically significant ($p < 0.05$). After 12 weeks, improvement amounted to 28.3% in SG1 and 41.3% in SG2 ($p < 0.05$), with SG2 demonstrating significantly higher values than SG1 ($p < 0.05$). The advantage of SG2 over SG1 was 7.0% after 4 weeks and 14.6% after 12 weeks, becoming statistically significant only at the final stage of the intervention.

For the hip adductors of the preserved limb, the baseline deficit relative to the control group was 19.6% in SG1 and 16.6% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement reached 6.1% and 13.6%, respectively ($p > 0.05$). After 12 weeks, strength increased by 13.7% in SG1 and 16.2% in SG2 ($p < 0.05$). In SG1, the difference from the control group remained statistically significant, whereas in SG2 it was no longer observed. The advantage of SG2 over SG1 was 11.2% after 4 weeks and 6.0% after 12 weeks without statistically significant between-group differences ($p > 0.05$).

For the hip adductors of the injured limb, the baseline deficit was 39.8% in SG1 and 35.4% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$) and was also significant relative to the preserved limb. After 4 weeks, improvement reached 17.2% in SG1 ($p > 0.05$) and 19.4% in SG2 ($p < 0.05$). After 12 weeks, the increase reached 31.8% in SG1 and 36.4% in SG2 ($p < 0.05$), and the value in SG2 was statistically significantly higher than in SG1 ($p < 0.05$). The between-group difference was 9.3% after 4 weeks and 11.1% after 12 weeks, becoming statistically significant only at the final stage.

The strength of the knee extensors of the preserved limb at baseline was lower than in the control group by 21.4% in SG1 and 17.4% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement reached 9.1% and 13.2%, respectively ($p < 0.05$), although the values remained lower than those of the control group. After 12 weeks, improvement reached 15.3% in SG1 and 18.4% in SG2 ($p < 0.05$). In SG1 the difference from the control group persisted, whereas in SG2 it was no longer observed. The between-group difference was 9.1% after 4 weeks and 7.9% after 12 weeks without statistical significance ($p > 0.05$).

For the knee extensors of the injured limb, the baseline deficit was among the largest – 45.7% in SG1 and 41.8% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$)—and was also lower than the values of the preserved limb. After 4 weeks, improvement reached 11.9% in SG1 ($p > 0.05$) and 15.3% in SG2 ($p < 0.05$). After 12 weeks, strength increased by 34.5% in SG1 and 47.5% in SG2 ($p < 0.05$), with SG2 demonstrating significantly higher values than SG1 ($p < 0.05$). The advantage of SG2 over SG1 was 10.3% after 4 weeks and 17.4% after 12 weeks and became statistically significant only at the final stage of the study.

For the knee flexors of the preserved limb, the baseline deficit relative to the control group was 22.5% in SG1 and 19.9% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement reached 6.5% in SG1 ($p > 0.05$) and 10.7% in SG2 ($p < 0.05$). After 12 weeks, improvement amounted to 14.3% and 20.9%, respectively ($p < 0.05$), although the values in both groups remained significantly lower than in the control group. The advantage of SG2 over SG1 was 7.3% after 4 weeks and 9.3% after 12 weeks without statistically significant differences ($p > 0.05$).

For the knee flexors of the injured limb, the baseline deficit was 44.2% in SG1 and 47.0% in SG2 compared with the control group ($p < 0.05$) and was also statistically significant relative to the preserved limb. After 4 weeks, improvement in SG1 reached 9.6% ($p > 0.05$), whereas in SG2 an increase of 27.2% was statistically significant ($p < 0.05$). After 12 weeks, improvement reached 18.0% in SG1 and 53.3% in SG2 ($p < 0.05$). At the final stage, SG2 values were significantly higher than those in SG1 ($p < 0.05$), and the between-group difference reached 10.3% after 4 weeks and 23.3% after 12 weeks, becoming statistically significant only at the end of the intervention. This indicated a more effective recovery of hamstring muscle function in SG2.

A decrease in handgrip strength and deadlift strength is a characteristic feature of sarcopenia, as it reflects the loss of muscle mass and functional capacity of skeletal muscles [2]. Accordingly, an increase in these parameters over time was interpreted as a positive functional adaptation indicating recovery of muscle strength and improvement of the overall physical condition of patients (table 4).

For handgrip strength of the dominant hand, a statistically significant reduction compared with the control group was observed at baseline: 37.0% in SG1 and 39.9% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks, both groups demonstrated positive dynamics: strength increased by 14.0% in SG1 and by 28.0% in SG2; however, the values remained significantly lower than those of the control group. In SG1, the improvement was statistically significant compared with baseline ($p < 0.05$). After 12 weeks, the increase reached 32.7% in SG1 and 58.4% in SG2; in SG2 the value was significantly higher

than at the second assessment ($p < 0.05$), although it still remained lower than in the control group ($p < 0.05$). SG2 values exceeded those of SG1 by 7.0% after 4 weeks and by 13.7% after 12 weeks, although the between-group difference was not statistically significant ($p > 0.05$).

For handgrip strength of the non-dominant hand, the baseline deficit relative to the control group was 35.7% in SG1 and 37.1% in SG2 ($p < 0.05$). After 4 weeks, improvement in SG1 reached 12.0% and was statistically significant compared with baseline ($p < 0.05$), although the value remained lower than in the control group (deficit 28.0%; $p < 0.05$). In SG2, the increase was more pronounced, reaching 30.3%, although the difference from the control group persisted ($p < 0.05$). After 12 weeks, the increase reached 29.0% in SG1 and 55.7% in SG2; the value in SG2 was significantly higher than in SG1 ($p < 0.05$), although it remained lower than in the control group ($p < 0.05$). The advantage of SG2 over SG1 was 13.9% after 4 weeks and 18.1% after 12 weeks and became statistically significant only at the final stage ($p < 0.05$), indicating a more pronounced recovery of functional handgrip strength in SG2.

The analysis of deadlift strength was performed only at the 4- and 12-week stages, when patients were able to use the prosthesis. After 4 weeks, the deficit relative to the control group was 21.5% in SG1 and 19.1% in SG2 ($p < 0.05$). After 12 weeks, the increase in SG1 compared with the second assessment reached 10.1%, and the deficit relative to the control group decreased to 13.6%; this improvement was statistically significant compared with the second assessment ($p < 0.05$), although the difference from the control group remained ($p < 0.05$). In SG2, the increase reached 17.9%, and the deficit relative to the control group decreased to 4.5%. The value was significantly higher than at the second assessment ($p < 0.05$) and also significantly higher than in SG1 ($p < 0.05$), although it still did not reach the level of the control group. The between-group difference was 3.1% after 4 weeks and 10.5% after 12 weeks and became statistically significant only at the final stage ($p < 0.05$), indicating a more pronounced recovery of the integral strength potential in SG2.

Discussion. The analysis of the summarized study results made it possible to identify systemic relationships between upper and lower limb muscle strength parameters and integral strength characteristics in wounded servicemen with transtibial amputation and sarcopenia. The findings indicated that the reduction in strength parameters had a generalized character and reflected systemic manifestations of sarcopenia rather than only local changes in the injured limb. Strength deficits were observed both in the muscles of the lower limbs, which are responsible for support and locomotion, and in the muscles of the upper limbs, which contribute to body stabilization and mobility using assistive devices.

A functional relationship was identified between handgrip strength and the isometric strength of the upper limb muscles. A decrease in handgrip strength was accompanied by reduced strength of the shoulder and elbow flexors and extensors, confirming the interconnected functioning of these muscle groups. At the same time, an association was observed between the strength of the lower limb muscles and integral strength indicators, particularly deadlift strength. Increased strength of the hip and knee flexors and extensors was accompanied by an increase in

deadlift strength, reflecting the restoration of functional activity of large muscle groups of the trunk and lower limbs. In this context, deadlift strength can be considered an integral indicator of the overall strength potential of the musculoskeletal system.

An association was also identified between the strength characteristics of the upper and lower limbs: patients with a more pronounced deficit in lower limb muscle strength also demonstrated greater reductions in the strength of the shoulder and elbow muscles, which confirmed the systemic nature of sarcopenic changes. The dynamics of strength parameters during physical therapy demonstrated synchronous recovery in functionally related muscle groups: an increase in the strength of the shoulder and elbow muscles was accompanied by an increase in handgrip strength, whereas improvement in the strength of the hip and knee muscles was associated with an increase in deadlift strength. In addition, a relationship was identified between the rate of recovery of strength characteristics and the type of physical therapy program applied. The group that received the comprehensive program with sarcopenia-targeted interventions demonstrated a more pronounced positive dynamic both in local muscle strength indicators and in integral strength parameters (handgrip strength and deadlift strength).

The obtained results are consistent with contemporary concepts of sarcopenia as a syndrome characterized by progressive loss of muscle strength and function, which directly affects mobility, balance, and overall functional independence of patients. According to the updated European Working Group on Sarcopenia in Older People consensus, reduced muscle strength is considered the primary feature of sarcopenia, while further decline in physical performance reflects more severe stages of the condition [2].

The results also correspond with previous studies demonstrating that individuals after lower limb amputation exhibit a pronounced deficit in muscle strength, which may negatively affect balance, endurance, and gait efficiency when using a prosthesis [3]. Muscle weakness, particularly of proximal muscle groups, is one of the key factors contributing to impaired functional mobility in prosthesis users, emphasizing the importance of targeted strength training in rehabilitation programs [3,5].

The analysis of strength dynamics in the present study showed that physical therapy contributed to gradual improvement in the strength of both upper and lower limb muscles in both study groups. Similar findings have been reported in previous studies, which indicate that systematic physical exercise, especially resistance training, helps reduce muscle atrophy, increase muscle strength, and improve functional capacity in individuals with lower limb amputations. For example, a systematic review by Rosario et al. demonstrated that strength training programs in people with amputations contribute to improved body stabilization, increased hip muscle strength, and enhanced gait performance [10].

In the present study, the most pronounced positive changes were observed in muscle groups that play a key role in maintaining upright posture and ambulation with a prosthesis, particularly the flexors and extensors of the hip and knee joints. This finding is consistent with previous research indicating that targeted strengthening of these

muscle groups is essential for developing stable gait patterns and improving functional independence in individuals with lower limb amputations [8].

Conclusions.

1. In wounded servicemen with sarcopenia and transtibial amputation, pronounced functional manifestations of muscle dysfunction were identified, characterized by reduced strength of both the upper and lower limbs. In particular, decreased handgrip strength, deadlift strength, and reduced isometric strength of the major muscle groups of the shoulder, elbow, hip, and knee joints were observed. These findings reflected the systemic nature of sarcopenic changes in the muscular system and a decline in the overall muscular strength potential of the body.

2. Muscle strength parameters of the upper and lower limbs in wounded servicemen with transtibial amputation and sarcopenia were significantly lower ($p < 0.05$) compared with those of apparently healthy men in the control group. The most pronounced strength deficit was observed in the muscles of the injured lower limb, particularly in the hip and knee flexors and extensors, confirming the negative impact of amputation and sarcopenia on the functional state of the muscular system.

3. The implemented 12-week comprehensive physical therapy program, which included therapeutic exercises of various orientations, gait training, stump preparation for prosthetic fitting, balance training, strengthening exercises for major muscle groups, and an educational component focused on lifestyle and nutritional modification, contributed to a significant improvement in muscular strength parameters in wounded servicemen. In particular, statistically significant increases ($p < 0.05$) were observed in handgrip strength, deadlift strength, isometric strength of the shoulder and elbow muscles, as well as the muscles of the hip and knee joints compared with baseline values.

4. Improvement in muscular strength characteristics was more pronounced in the group that underwent the comprehensive physical therapy program including sarcopenia-targeted interventions than in the group that received the standard rehabilitation program. This group demonstrated greater rates of recovery in upper limb muscle strength and a more pronounced increase in the strength of the injured lower limb muscles, which was confirmed by statistically significant between-group differences ($p < 0.05$) at the final stage of the study.

5. The obtained results indicate the necessity of incorporating specialized physical therapy interventions aimed at sarcopenia correction into rehabilitation programs for wounded servicemen with transtibial amputation. Comprehensive interventions combining resistance training, functional exercises, and educational measures contribute to more effective restoration of muscular strength potential, improvement of functional capacity, and increased effectiveness of the prosthetic rehabilitation process.

Conflict of Interest. None declared.

References

1. Aldrich, L., Ispoglou, T., Prokopidis, K., Alqallaf, J., Wilson, O., & Stavropoulos-Kalinoglou, A. (2025). Acute Sarcopenia: Systematic Review and Meta-Analysis on Its Incidence and Muscle Parameter Shifts During Hospitalisation. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 16(1), e13662. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13662>
2. Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2 (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
3. Hewson A., Dent S., Sawers A. (2020). Strength deficits in lower limb prosthesis users: A scoping review. *Prosthetics and orthotics international*, 44(5), 323-340. <https://doi.org/10.1177/0309364620930176>
4. Karagiannopoulos C., Griech, S., Leggin B. (2022). Reliability and Validity of the ActivForce Digital Dynamometer in Assessing Shoulder Muscle Force across Different User Experience Levels. *International journal of sports physical therapy*, 17(4), 669-676. <https://doi.org/10.26603/001c.35577>
5. Koval, N., Aravitska, M. (2023). Dynamics of kinesiophobia and physical functioning parameters in the elderly adults with sarcopenic obesity under the influence of the physical therapy program. *Clinical and Preventive Medicine*, 4, 88-95. [https://doi.org/10.31612/2616-4868.4\(26\).2023.13](https://doi.org/10.31612/2616-4868.4(26).2023.13)
6. Kovalets R. I., Aravitska M. G., Ilnytskyi N. R. (2025). Correction of signs of astheno-vegetative syndrome, psycho-emotional state and sleep quality by means of physical therapy in military personnel with consequences of traumatic brain injury and complicated bruxism. *Rehabilitation and Recreation*, 19(4), 19-28. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.4.2>
7. Luque-Linero, P., Frutos-Reoyo, E. J., Castilla-Guerra, L., Rico-Corral, M. A., Salamanca-Bautista, P., & Garrachón-Vallo, F. (2025). Sarcopenia as a Prognostic Factor for Critical Limb Ischemia: A Prospective Cohort Study. *Journal of clinical medicine*, 14(15), 5388. <https://doi.org/10.3390/jcm14155388>
8. Nolan L. (2012). A training programme to improve hip strength in persons with lower limb amputation. *Journal of rehabilitation medicine*, 44(3), 241-248. <https://doi.org/10.2340/16501977-0921>
9. Rakaieva A. E., Aravitska M. G. (2024) Study of the effectiveness of rehabilitation intervention for the correction of symptoms of asteno-vegetative syndrome in elderly persons with the consequences of coronavirus infection. *Rehabilitation and Recreation*, 18(3), 41-50. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.3.4>
10. Rosario, M. L. V. V., Costa, P. B., da Silveira, A. L. B., Florentino, K. R. C., Casimiro-Lopes, G., Pimenta, R. A., Dias, I., & Bentes, C. M. (2023). Effects of Resistance Training in Individuals with Lower Limb Amputation: A Systematic Review. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 8(1), 23. <https://doi.org/10.3390/jfmk8010023>
11. Sánchez-Rodríguez, D., Marco, E., Miralles, R., Fayos, M., Mejía, S., Alvarado, M., Vázquez-Ibar, O., Escalada, F., & Muniesa, J. M. (2014). Sarcopenia, physical rehabilitation and functional outcomes of patients in a subacute geriatric care unit. *Archives of gerontology and geriatrics*, 59(1), 39-43. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.02.009>
12. Seldeen, K. L., Rahman, A. S., Redae, Y., Satchidanand, N., Mador, M. J., Ma, C., Soparkar, M., Lima, A. R., Ezeilo, I. N., & Troen, B. R. (2024). VO2MAX, 6-minute walk, and muscle strength each correlate with frailty in US veterans. *Frontiers in physiology*, 15, 1393221. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1393221>
13. Trof J.G., Hoyt B.W., Walsh SA, et al. Long-Term Health Outcomes of Limb Salvage Compared with Amputation for Combat-Related Trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 2023. №105(23). P. 1867-1874. doi:10.2106/JBJS.22.01284
14. Watch & learn: ActivForce tutorials. Available at: <https://activforce.com/pages/video-tutorials>
15. Weijs, P. J., Looijaard, W. G., Dekker, I. M., Stapel, S. N., Girbes, A. R., Oudemans-van Straaten, H. M., & Beishuizen, A. (2014). Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical care (London, England)*, 18(2), R12. <https://doi.org/10.1186/cc13189>
16. Yang, Q., Ni, X., Zhang, Y., Zhu, B., Zeng, Q., Yang, C., Shi, J., Zhang, C., Cai, J., Hu, J., Li, Q., Jiang, Y., Cheng, Q., & Cheng, C. (2023). Sarcopenia is an independent risk factor for all-cause mortality rate in patients with diabetic foot ulcers. *Frontiers in nutrition*, 10, 1097008. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1097008>

THE "QUALITOUCH ACTIVITY INDEX" AS A PRACTICAL CLINICAL ASSESSMENT TOOL TO MONITOR PHYSIO- AND TRAINING THERAPY: A COMPARISON WITH "PROMIS GLOBAL HEALTH 10" IN MUSCULOSKELETAL CONDITIONS

«ІНДЕКС АКТИВНОСТІ QUALITOUCH» ЯК ПРАКТИЧНИЙ КЛІНІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ФІЗІО- ТА ТРЕНУВАЛЬНОЇ ТЕРАПІЇ: ПОРІВНЯННЯ З «PROMIS GLOBAL HEALTH 10» ПРИ М'ЯЗОВО-СКЕЛЕТНИХ РОЗЛАДАХ

Elisabeth Schenk¹, Heiner Baur², Robert Theiler³

¹Bern University of Applied Sciences, Health, Physiotherapy, Bern, Switzerland

²University of Bern, Institute of Sport Science, Bern, Switzerland

³Qualitouch-HC Foundation, Zürich, Switzerland

ORCID: 0000-0003-1009-5659

ORCID: 0000-0002-4780-225X

ORCID: 0009-0000-6209-9964

Abstracts

Background. From the patient's perspective, satisfaction with treatment and the achievement of therapeutic goals are key factors in assessing the quality of care. Although there are various instruments that measure these aspects separately, there is no instrument that combines everything in one. That is why the "QUALITOUCH Activity Index" was developed. In addition to these criteria, the "QUALITOUCH Activity Index" records the extent to which pain or discomfort limits individuals in their everyday activities and lives.

Objectives: The aim of this study was to compare the results from the "QUALITOUCH Activity Index" with those from the "Patient-Reported Outcomes Measurement Information System Global Health 10" ("PROMIS GH") in terms of limitations in everyday life and daily activities, as well as quality of life and limitations in quality of life in patients with musculoskeletal disorders in the German-speaking part of Switzerland.

Method: Anonymized data sets from a total of 57 participants were retrospectively evaluated. The "QUALITOUCH Activity Index" was digitally recorded before the first therapy session as part of the treatment-related data collection. The "PROMIS GH" data was collected digitally within the next 24 hours. Data analysis was performed using Spearman's rank correlation coefficients (ρ), Cohen's kappa parallel reliability (convergent validity) and Cronbach's alpha (internal consistency).

Results: Anonymized data from 57 volunteer patients (42 females, 15 males; mean age 51.7 ± 12.8 years) recruited in Switzerland and presenting with a wide range of musculoskeletal disorders were available for analysis. The highest Spearman rank-order correlation coefficient ($\rho = 0.92$; $p < 0.05$) was observed between the item scores "health status" ("QUALITOUCH Activity Index") and "health status" ("PROMIS GH"). Strong correlations ($\rho \geq 0.50$) were identified in eight additional item-score comparisons, all statistically significant, including "health status" ("QUALITOUCH Activity Index") and "quality of life" ("PROMIS GH") ($\rho = 0.78$, $p < 0.001$), as well as "maximum pain" ("QUALITOUCH Activity Index") and "average pain" ("PROMIS GH") ($\rho = 0.73$, $p < 0.001$). Parallel reliability demonstrated excellent agreement between the "health status" item ("QUALITOUCH Activity Index") and the corresponding item ("PROMIS GH") ($\kappa = 0.94$). Three values in the matrix showed squared kappa coefficients above 0.75, while kappa values between 0.40 and 0.75 were observed in six comparisons. Internal consistency of the "QUALITOUCH Activity Index" was acceptable (Cronbach's $\alpha = 0.73$) across seven item scores.

Conclusion: The partial validation of the "QUALITOUCH Activity Index" against the established "PROMIS GH" suggest that the "QUALITOUCH Activity Index" has the potential to be used as an easy-to-apply instrument in physiotherapeutic practice for patient assessment in everyday life, leisure and work activities.

Keywords: QUALITOUCH Activity index Patient Reported Outcome Measures, Quality Management, Health care outcomes, Musculoskeletal disorders, Physical Therapy.

Вступ. З точки зору пацієнта, задоволеність лікуванням та досягнення терапевтичних цілей є ключовими факторами в оцінці якості медичної допомоги. Хоча існують різні інструменти, які вимірюють ці аспекти окремо, не існує інструменту, що поєднує їх усі в одному. Саме тому було розроблено «QUALITOUCH Activity Index». Крім того,



«QUALITOUCH Activity Index» фіксує ступінь, в якому біль або дискомфорт обмежують людей у їх повсякденній діяльності та житті.

Мета. Порівняти результати «QUALITOUCH Activity Index» із результатами опитувальника «PROMIS GH» за показниками обмежень у повсякденному житті та щоденній діяльності, а також якості життя та її обмежень у пацієнтів із м'язово-скелетними порушеннями в німецькомовній частині Швейцарії.

Методи. Ретроспективно було оцінено анонімні набори даних 57 учасників. «QUALITOUCH Activity Index» було цифровим способом записано перед першою терапевтичною сесією в рамках збору даних, пов'язаних із лікуванням. Дані «PROMIS GH» було зібрано цифровим способом протягом наступних 24 годин. Аналіз даних проводився з використанням коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена (ρ), паралельної надійності Коена (конвергентна валідність) та альфа-коефіцієнта Кронбаха (внутрішня узгодженість).

Результати. Анонімізовані дані 57 пацієнтів - учасників дослідження у Швейцарії (42 жінки, 15 чоловіків; середній вік $51,7 \pm 12,8$ років) із широким спектром захворювань опорно-рухового апарату були доступні для аналізу. Найвище значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена ($\rho = 0,92$; $p < 0,05$) було виявлено між балами за показником «health status» («QUALITOUCH Activity Index») та «health status» («PROMIS GH»). Сильні кореляції ($\rho \geq 0,50$) були встановлені ще у восьми додаткових порівняннях балів за показниками, усі статистично значущі, зокрема між «health status» («QUALITOUCH Activity Index») і «quality of life» («PROMIS GH») ($\rho = 0,78$; $p < 0,001$), а також між «maximum pain» («QUALITOUCH Activity Index») і «average pain» («PROMIS GH») ($\rho = 0,73$; $p < 0,001$). Паралельна надійність продемонструвала відмінну узгодженість між показником «health status» («QUALITOUCH Activity Index») і відповідним показником опитувальника («PROMIS GH») ($\kappa = 0,94$). Три значення в матриці мали квадрат коефіцієнта каппа понад 0,75, тоді як значення каппа в межах 0,40-0,75 було виявлено у шість порівнянь. Внутрішня узгодженість «QUALITOUCH Activity Index» була прийнятною (альфа Кронбаха = 0,73) за сімома показниками.

Висновки. Часткова валідація «QUALITOUCH Activity Index» порівняно з референтним «PROMIS GH» свідчить про те, що «QUALITOUCH Activity Index» має потенціал для використання як простий у застосуванні інструмент у фізіотерапевтичній практиці для оцінки пацієнтів у повсякденному житті, дозволі та роботі.

Ключові слова: Індекс активності QUALITOUCH, результати, повідомлені пацієнтами (PROMs), менеджмент якості, результати медичної допомоги, м'язово-скелетні розлади, фізична терапія.

Introduction. In Switzerland, quality assurance of therapeutic interventions is required by law since the beginning of 2022 (KVV Art. 58g) [6]. However, in daily physiotherapy practice, the evaluation of therapy outcome and therapy quality in a systematic and structured way is still not fully established.

Difficulties in implementing compulsory documentation in physiotherapy was already described in the past [36]. Lack of standards, lack of thematic orientation, unwillingness to deal with documentation and lack of reporting restriction or disability of the patient's everyday life activities or occupation are among the reasons given [36]. In addition, there is a lack of a uniformly used (scientific) language among physiotherapists.

Braun, Rieckmann [4] investigated the extent to which measurement instruments are used in physiotherapy in Germany to assess various aspects of quality of life. About 86% of the physiotherapists ($n = 522$) that volunteered in the survey reported to use measuring instruments. Around 75% of the interviewees were convinced of the clinical benefits of assessment tools and that their potential to improve quality of physiotherapy treatments. Fifty percent mentioned the lack of time, the increased time required by the use of assessment tools and the lack of financial compensation as barriers for their use in daily clinical practice. The reported lack of time may also lead to a lack of clinical documentation. To tackle this problem, Griefahn, Wolf [17] recommended the use of electronic documentation software and legal framework conditions.

Leiner [21] concluded that 80.7% of the surveyed physiotherapists ($n = 393$) in Austria used assessments tools in the initial treatment and still 14.2% of them in every physiotherapy session. The study concluded that assessments

are widely used in everyday clinical practice in physiotherapy in Austria in the last years.

Quality assurance in physiotherapy practice should be based on the "International Classification of Functioning and Disability of the World Health Organization" (ICF) to follow a common terminology [36]. ICF classifies and formulates human functioning. The classification of the state of health is based on the assessment of "bodily functions and structures", "activities and social participation" and "contextual factors" ("environmental factors" and "person-related factors") [13]. In this way, a holistic bio-psycho-social view of the patient is formulated and the complex interrelationships of health and illness in the respective environment are included. The ICF is not an assessment instrument but serves as a basis for the development of new instruments [31].

Up to now, various measurement and evaluation instruments (i.e. "assessments") have been used in physiotherapy. A distinction is made between objective and subjective instruments. Objective outcome variables arise from the measurement of physical parameters, such as blood pressure, body height or joint mobility. Whereas subjective outcome variables (i.e. hidden constructs) arise from the assessment of the examiner or patient, such as the recording of pain intensity [22].

The "Goal Attainment Scale", as an example of a subjective outcome measurement tool, has been used for setting and achieving individually defined goals. With this scale, patients and therapists together can define individual realistic goals based on a defined activity [28]. At fixed points in time during therapy these goals are reviewed and the extent to which these predefined goals have already been achieved is recorded.

The extent to which health and participation are restricting the defined activity and the level of participation can only be determined by the patient himself [36]. This is because the patient knows himself, his body and his "... preferences and expectations ..." best and can thus provide important additional information about therapy effects and health states in a true patient-centered way [22]. This subjective assessment is an important quality indicator in medical care. Therefore, so-called "Patient-Reported Outcomes" (PRO) are used to monitor health status in patients.

The use of PROMs as assessment tools are recommended in the literature [3, 37], because they support the clinical decision-making process and record the course or success of a therapy. Furthermore, they are a complement and necessity in clinical practice [35]. The objectivity of PROMs enables the physiotherapist to develop better treatment plans that allows to focus on the individual needs of the patient [1]. Over time more measurement tools for more clinical outcome variables have been developed [16]. However, physiotherapists need to use them adequately. All measurement instruments ("assessments") and PROMs serve to ascertain the actual health state of a patient and/or to document the course of a treatment [22].

Several questionnaires are often needed to determine the patient's overall condition, pathology-related health status, quality of life and limitations in activities of everyday life and work may be too many dimensions and their use can be time consuming in daily clinical practice.

The Patient-Reported Outcomes Measurement Information System 10 survey (PROMIS-10 Global Health survey; "PROMIS GH") is a ten-item tool designed by the United States National Institute of Health (NIH) to evaluate general health-related quality of life ("HRQoL") by comparing results to normative values from the U.S. general population [18]. It aligns its scores with U.S. normative benchmarks. The survey measures quality of life, overall health and well-being in patients suffering from a wide range of health conditions and diseases in a standardized way [2, 8, 9, 18]. "PROMIS GH" belongs to the latest generation of "Health Related Quality of Life" ("HRQoL") questionnaires.

According to the legal requirement, therapeutic effectiveness and quality, as well as patient satisfaction should be evaluated. The question arises which tools and instruments can be used in daily clinical practice to measure and evaluate therapy outcome (i.e. therapy effectiveness and quality). To tackle this issue, a new generic PROM, the "QUALITOUCH Activity Index", was developed. The goal is to measure the influence of pain or discomfort on sleep quality, activities of daily life, leisure and occupational activities, and also to evaluate the general health status in patients [34]. In addition, success of the therapy and patients' satisfaction are also surveyed. Thus, the "QUALITOUCH Activity Index" is assumed to offer the possibility for quality assurance of physiotherapeutic interventions. The "QUALITOUCH Activity Index" consists of a total of nine items based on the ICF. These items are considered individually while no sum score has to be calculated.

The "QUALITOUCH Activity Index" as proposed by Theiler [34] has already been used in various studies [20, 23,

24]. A study was conducted to compare results from the "QUALITOUCH Activity Index" with those obtained by the "Short-Form-Health Survey" (SF-12), a survey instrument for the assessment of health-related quality of life, in patients (n = 49) with back pain living in Switzerland [27]. The results showed medium to high correlation coefficients between the two instruments, indicating that the "QUALITOUCH Activity Index" captures similar dimensions as the "SF-12". Roth, Gengenbacher [27] interpreted this finding as an "indirect validation of the "QUALITOUCH Activity Index". Another study compared results from the "QUALITOUCH Activity Index" with those from the "European Quality of Life 5 Dimensions 3 Levels questionnaire" ("EQ-5D-3L") in patients (n = 57) suffering from musculoskeletal complaints in Switzerland [29]. The results from the latter study corroborated the results found in the Roth, Gengenbacher [27] study.

However, construct validation of the results gathered by the "QUALITOUCH Activity Index" in patients living in Switzerland is still lacking. Therefore, the purposes of this present study were:

- i. to evaluate the correlation between individual items of the "QUALITOUCH Activity Index" with corresponding items of the "PROMIS GH" in a heterogeneous cohort of persons with musculoskeletal complaints
- ii. to evaluate the correlation between values of the items "QUALITOUCH Activity Index" and those of the items "PROMIS GH" for quality of life and for limitation of quality of life in people with musculoskeletal complaints living in the German-speaking part of Switzerland.

Methods. This study was conducted according to the COSMIN guidelines [15] for reporting on studies about the assessment properties of a "PROM" to transparently present study objectives, methods, statistical analyses, presentation of results and discussion.

Figure 1 depicts an overview of the study procedure.

A construct validation was conducted by comparing similar items of the "QUALITOUCH Activity Index" [34] with corresponding items of the "PROMIS GH" in patients with musculoskeletal complaints from the German-speaking part of Switzerland.

In- and exclusion criteria. Included in this present study were patients over age 16 years suffering from musculoskeletal complaints and living in the German speaking part of Switzerland. Knowledge of the German language and digital literacy as well as having access to the internet were inclusion criteria. A more specific diagnosis or patient group was not required, as the "QUALITOUCH Activity Index" is intended to be used broadly and to be pathology independent.

Ethics approval. According to the Swiss Human Research Act, the analysis of anonymized data does not require approval from the Ethics Committee (HFG (Art. 2 para. 2 lit c)) [5].

All participants were orally informed about this study and gave written informed consent prior to their study participation.

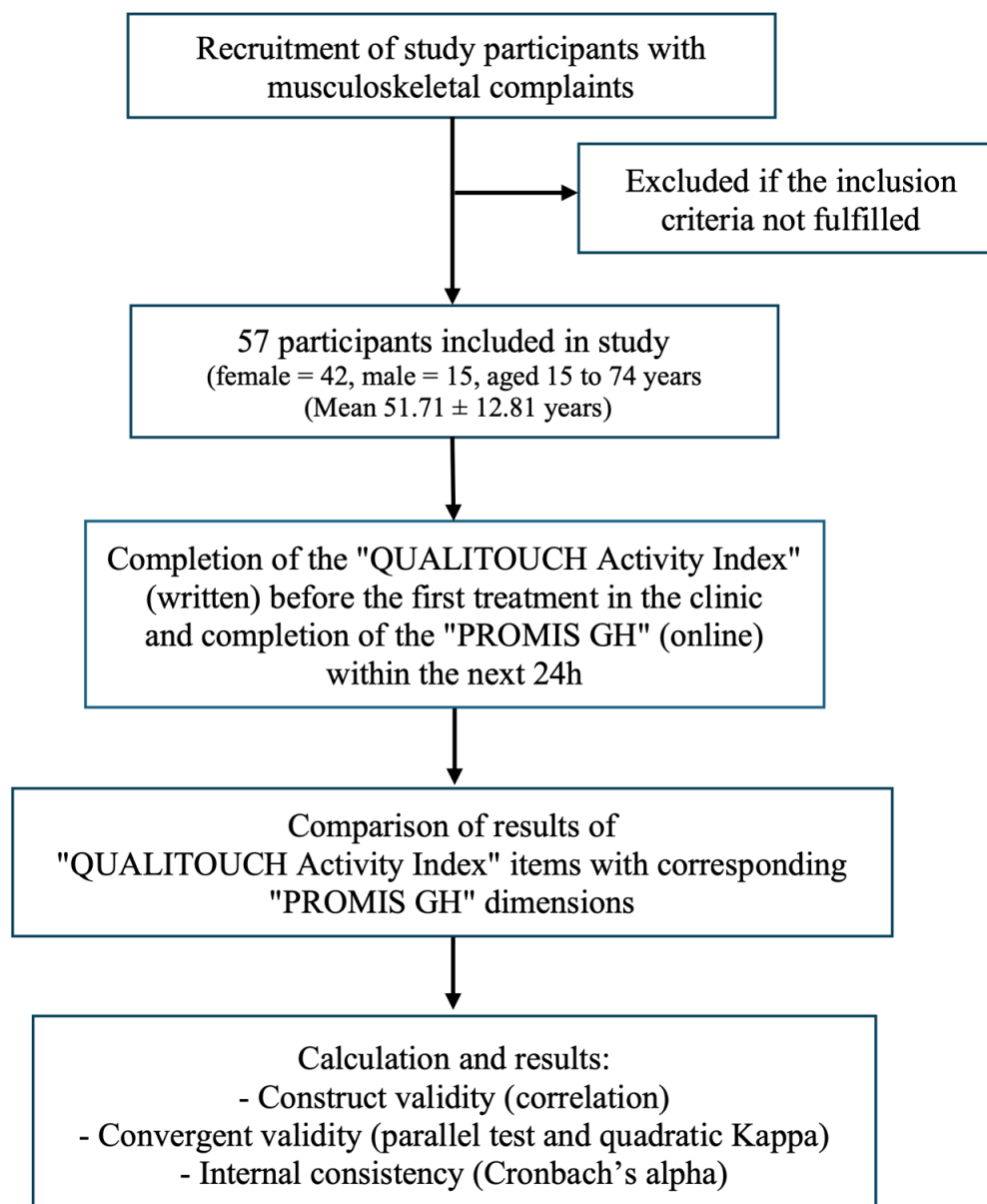


Figure 1. Study flow-chart with patient pathway and chronological sequence of data collection

The "QUALITOUCH Activity Index" as a new generic "PROM".

The "QUALITOUCH Activity Index" surveys pain intensity and is intended to represent acute or chronic pain-related impairment or discomfort in activities of everyday life, leisure time and work including the level of restriction of participation in these activities. In addition, the patient's assessment of general health status and overall therapy satisfaction are recorded [23, 24, 34, 38]. By asking about therapy satisfaction, the QUALITOUCH Activity Index could potentially be used as a generic PROM in Swiss physiotherapy practices to fulfil the legally required quality control.

The data collection of the "QUALITOUCH Activity Index" was carried out in a simple, comprehensible written way by the patient within a time frame of about 15 minutes and it was applied independent of the involved pathology or body region.

Table 1 depicts the nine items included in the "QUALITOUCH Activity Index" of Theiler [34].

Items one and two on pain or complaints are offered on a scale of 0 to 10 (NRS - Numeric Rating Scale) with zero (0) representing no pain while ten (10) means unbearable pain. The answer options for items three to six are on a bipolar Likert scale (ordinally scaled) with equidistance: not at all, slightly, moderate, strong, extreme. For item six about participant's work activities, the answer option: "I do not work", is added. For the answer about the general health status, item seven, can be answered with: bad, moderate, good, very good. For items eight (achieving therapy goal) and nine (satisfaction with received therapy) a distinction can be made between: full satisfaction, moderate satisfaction, little satisfaction, not satisfied.

Table 1

The generic PROM "QUALITOUCH Activity Index" consists of nine items

1.How strong were your maximum pain or complaints over the past 24 hours?	Scale 0 - 10 (Numeric Rating Scale or NRS)
2.How strong were your average pain levels or complaints over the past 24 hours?	Scale 0 - 10 (NRS)
3.How strongly did pain or complaints affect quality of sleep?	not at all, slightly, moderate, strong, extreme
4.How strongly did pain or complaints affect your household activities?	not at all, slightly, moderate, strong, extreme
5.How strongly did pain or complaints affect your leisure activities?	not at all, slightly, moderate, strong, extreme
6.How strongly did pain or complaints affect your work activities?	not at all, slightly, moderate, strong, extreme, I do not work
7.Please rate your state of health in general?	bad, moderate, good, very good
8.How well did you achieve the therapy goal?	full satisfaction, moderate satisfaction, little satisfaction, not satisfied
9.Are you satisfied with the therapy you have received?	full satisfaction, moderate satisfaction, little satisfaction, not satisfied

Table 2

Ten items included in the "PROMIS GH" questionnaire

1.In general, would you say your health is: ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
2.In general, would you say your quality of life is: ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
3.In general, how would you rate your physical health? ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
4.In general, how would you rate your mental health, including your mood and your ability to think? ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
5.In general, how would you rate your satisfaction with your social activities and relationships? ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
6.In general, please rate how well you carry out your usual social activities and roles. (This includes activities at home, at work and in your community, and responsibilities as a parent, child, spouse, employee, friend, etc.) ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
7.To what extent are you able to carry out your everyday physical activities such as walking, climbing stairs, carrying groceries, or moving a chair? ...	Excellent (5), Very good (4), Good (3), Fair (2), Poor (1)
In the past 7 days ...	
8.How often have you been bothered by emotional problems such as feeling anxious, depressed or irritable? ...	Completely (5), Mostly (4), Moderately (3), A little (2), Not at all (1)
9.How would you rate your fatigue on average? ...	Never (5), Rarely (4), Sometimes (3), Often (2), Always (1)
10.How would you rate your pain on average? ...	No pain (0), Worst pain imaginable (10)

Measuring instrument "PROMIS GH". "PROMIS GH" is a combination of ten items allowing to calculate two different scores on General Physical Health (GPH) and General Mental Health (GMH). The physical and mental health status of adult patients is assessed independent of the individual medical situation. The items relate to the assessment of subjective health, quality of life and social aspects of patients' lives. HRQoL depends on how a person's physical and mental health affect general health. A person who is physically and mentally healthy will generally have better general health than a person who is impaired in one or both of these areas. This interaction and also the quality of life (QoL, including GPH and GMH) depends on many factors such as age, sex, cultural background, and individual health needs.

Patients rate the individual items (item one to nine) included in the "PROMIS GH" questionnaire on a five-point scale (1 to 5 points, with 1 = poor/not at all and 5 = maximum/excellent). The evaluation yields a global physical health score (GPH) and global mental health score (GMH) both ranging from 0 to 20. Zero points represent the patient's most severe physical impairment, while 20 points represent the best possible state of health [26].

The "PROMIS GH" items are written in very simple English and the translation into the German language was straightforward. Therefore, a cultural validation of the German version was omitted in this present work.

All study participants received a link by email to complete the questionnaire online within 24 hours after the written "QUALITOUCH Activity Index" survey was filled out during the first visit with the physiotherapists in the clinic.

Table 2 shows the ten items included in the "PROMIS GH" questionnaire [18].

Study procedure and data collection. Patients visiting a private physiotherapeutic clinic in the German-speaking part of Switzerland because of musculoskeletal disorders were invited to volunteer in this validation study. For anonymization purposes, after giving their verbal and written consent to participate in this quality control study, they were automatically assigned a personal ID. The "QUALITOUCH Activity Index" was presented to all study participants in written form to be filled out independently in the physiotherapy clinic prior to the start of the initial treatment. Within 24 hours after the initial written survey, they also received an electronic link to complete the "PROMIS GH" questionnaire online. Because of this very short time delay between administering both surveys, no important changes on the constructs under evaluation were expected over such a short time period. It was considered that the assessment of both instruments represents the same point in time referring to the same overall condition of the individual. Results of these two surveys ("QUALITOUCH Activity Index" and "PROMIS GH") were then used for the subsequent comparisons of the scores from these two instruments.

For the item "work activity" the "QUALITOUCH Activity Index" includes an answer option "I do not work". This answer will be excluded from the analysis, as it cannot be compared with a corresponding answer of the "PROMIS GH". Both instruments have been administered digitally by an electronic platform to minimize incorrect data entries. A plausibility check with descriptive analysis of the histograms

as well as range checks secured plausibility of the data set before analysis.

Statistics. Since each participant evaluated their respective health status in both instruments, a univariate dependent sample served as the basis for analysis.

Scores from all items of the "QUALITOUCH Activity Index" were analyzed in comparison with the respective congruent item of the "PROMIS GH". Scores were compared to evaluate statement similarity amongst items.

Not all items of the two assessment tools can be considered fully congruent to cover comparable dimensions or constructs. The items included in both "QUALITOUCH Activity Index" and the "PROMIS GH" each offer five answer options. To enable a direct comparison the response levels of the "QUALITOUCH Activity Index" were transformed to those of the "PROMIS GH" as follows: For the items "quality of sleep", "activities of daily living", "leisure" and "occupational activities", the level 0 was converted to 5, 25 to 4, 50 to 3, 75 to 2 and 100 to 1, respectively. The item "general health" was transformed from 0 to 1, 25 to 2, 50 to 3, 75 to 4 and 100 to 5, respectively.

To assess construct validity, a correlation analysis of the individual items of both instruments was carried out. Since the data were ordinally scaled (Likert scale), Spearman rank order correlation coefficients were calculated to capture possible correlations [7, 33]. The following benchmarking values were specified for the interpretation of the observed correlations: ρ around 0.10 (weak), ρ around 0.30 (medium) and ρ around 0.50 or higher (strong) [10, 11].

To evaluate convergent validity, the parallel test [30] was performed and reported in terms of the quadratic-weighted Kappa value [11, 32]. According to Fleiss, Levin [14] the cut-off values for the interpretation of Kappa (κ) are determined as follows: $\kappa < 0.40$ as "low", $0.40 < \kappa < 0.75$ as "medium to good" and $\kappa > 0.75$ as "excellent" respectively.

Internal consistency of the "QUALITOUCH Activity Index" was expressed by Cronbach's alpha. A value of 0.70 to 0.90 is considered as "well accepted" [12].

The dependent variable is the result of a single item of the "new" test "QUALITOUCH Activity Index" and the independent variable is the content-corresponding item of the "reference" test "PROMIS GH".

Drop-out or missing values were treated as missing values. IBM SPSS software (version 27.0.0.0) [19] was used for statistical analysis.

For all calculations, significance level was set a priori at 5% level of alpha-error.

Hypotheses. It is hypothesized that the comparable items (e.g. "pain", "health status", "quality of life", "daily physical activities") of the two instruments ("QUALITOUCH Activity Index" and "PROMIS GH") will be positively correlated. It is assumed that the limitation in conducting daily activities due to musculoskeletal complaints or pain can be adequately recorded with the "QUALITOUCH Activity Index". The following hypotheses are therefore formulated:

H₁ (construct validity): $\rho \geq 0.50$ will be yielded for the correlations of the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" with the corresponding item scores of the "PROMIS GH" for items on "pain", "health status", "quality of life" and "daily activities".

H2 (convergent validity): In the parallel test and the quadratic Kappa, $\kappa \geq 0.40$ will be achieved.

H3 (internal consistency): Chronbach's $\alpha > 0.7$ will be observed.

Results.

Study participants. Anonymized data from 57 volunteering patients (42 female, 15 male) with mean age 51.7 ± 12.8 years were available for analyzes.

Diagnoses. The musculoskeletal complaints of the participants concerned all areas of the body: lower extremity

(hallux valgus, metatarsalgia, bent foot, achillodynia, patellar instability, meniscus lesion, knee joint arthrosis, trochanteric pain, etc.), trunk (ISG complaints, acute disc prolapse, facet joint syndrome, spondylarthritis, etc.), upper extremity (scapula alata, shoulder luxation, shoulder impingement, tennis/golfers elbow, carpal tunnel syndrome, wrist arthrosis, rhizarthrosis, etc.), neck/head (migraine, bruxism, tension headache, cervical spine arthrosis, etc.).

Table 3

Correlation matrix showing the Spearman rank order correlation coefficients between item scores of the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and those of the "PROMIS GH"

Spearman correlations			QUALITOUCH Activity Index						
			maximum pain	average pain	quality of sleep	household activities	leisure activities	work activities	health status
PROMIS GH	health status	rho	0.21	0.35**	0.32*	0.45**	0.10	0.38**	0.92**
		p	0.118	0.007	0.015	0.000	0.459	0.009	0.000
		n	57	57	57	57	57	48	57
	quality of life	rho	0.32*	0.40**	0.16	0.42**	0.15	0.42**	0.78**
		p	0.018	0.002	0.245	0.001	0.281	0.004	0.000
		n	55	55	55	55	55	48	55
	physical health	rho	0.29*	0.34**	0.45**	0.43**	0.08	0.40**	0.69**
		p	0.027	0.010	0.001	0.001	0.572	0.006	0.000
		n	57	57	57	57	57	48	57
	mental health	rho	0.05	0.11	0.27*	0.20	-0.02	0.22	0.45**
		p	0.688	0.436	0.046	0.138	0.888	0.138	0.000
		n	57	57	57	57	57	48	57
	social activities	rho	-0.08	-0.06	0.18	0.06	0.03	0.20	0.26
		p	0.530	0.656	0.180	0.641	0.812	0.165	0.054
		n	57	57	57	57	57	48	57
	social roles	rho	-0.16	-0.06	0.17	0.10	0.04	0.12	0.30*
		p	0.228	0.673	0.197	0.469	0.773	0.399	0.024
		n	57	57	57	57	57	48	57
	daily physical activities	rho	0.42**	0.44**	0.25	0.56**	0.40**	0.56**	0.44**
		p	0.001	0.001	0.065	0.000	0.002	0.000	0.001
		n	57	57	57	57	57	48	57
	emotional problems	rho	0.12	0.17	0.15	0.16	0.02	0.17	0.17
		p	0.376	0.216	0.280	0.241	0.885	0.243	0.214
		n	57	57	57	57	57	48	57
	fatigue	rho	0.15	0.29	0.38**	0.48**	0.40**	0.25	0.26*
		p	0.252	0.031	0.004	0.000	0.002	0.088	0.049
		n	57	57	57	57	57	48	57
	average pain	rho	0.73**	0.66**	0.35**	0.52**	0.33*	0.59**	0.29*
		p	0.000	0.000	0.008	0.000	0.012	0.000	0.033
		n	56	56	56	56	56	48	56

**. The correlation is significant at the 0.01 level (two-sided).

*. The correlation is significant at the 0.05 level (two-sided).

Table 4

Parallel reliability (Kappa values) between the items of the "QUALITOUCH Activity Index" and the "PROMIS GH"

		QUALITOUCH Activity Index						
		maximum pain	average pain	quality of sleep	household activities	leisure activities	work activities	health status
PROMIS GH	health status	0.15	0.28	0.31	0.47	0.11	0.36	0.94
	quality of life	0.19	0.32	0.19	0.46	0.16	0.32	0.78
	physical health	0.21	0.26	0.43	0.48	0.11	0.38	0.70
	mental health	0.04	0.09	0.23	0.22	-0.04	0.22	0.42
	social activities	-0.04	-0.02	0.12	0.05	-0.01	0.23	0.19
	social roles	-0.08	-0.03	0.15	0.21	0.16	0.19	0.28
	daily physical activities	0.26	0.35	0.22	0.54	0.38	0.49	0.39
	emotional problems	0.10	0.14	0.13	0.18	0.03	0.21	0.15
	fatigue	0.07	0.19	0.34	0.44	0.41	0.20	0.23
	average pain	0.75	0.65	0.29	0.38	0.28	0.49	0.20

Table 5

Weighted quadratic Kappa between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and those of the "PROMIS GH"

		QUALITOUCH Activity Index						
		maximum pain	average pain	quality of sleep	household activities	leisure activities	work activities	health status
PROMIS GH	health status	0.08	0.27	0.28	0.47	0.10	0.35	0.94
	quality of life	0.10	0.30	0.17	0.46	0.15	0.38	0.77
	physical health	0.12	0.26	0.35	0.48	0.11	0.35	0.69
	mental health	0.02	0.08	0.22	0.21	-0.03	0.22	0.41
	social activities	-0.02	-0.02	0.12	0.05	-0.01	0.23	0.18
	social roles	-0.04	-0.02	0.14	0.19	0.12	0.18	0.26
	daily physical activities	0.09	0.23	0.19	0.33	0.18	0.37	0.24
	emotional problems	0.04	0.10	0.13	0.13	0.02	0.19	0.11
	fatigue	0.03	0.17	0.34	0.39	0.31	0.20	0.21
	average pain	0.75	0.43	0.11	0.18	0.15	0.23	0.09

Table 6

Cronbach's alpha between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and the "PROMIS GH"

		Reliability statistics				Reliability statistics			
		Cronbach Alpha	Number of items			Cronbach Alpha	Number of items		
		.73	7			.84	6		
		Item Scale Statistics				Item Scale Statistics			
		Scale mean if item omitted	Scale variance if item omitted	Corrected item scale correlation	Cronbach alpha if item omitted	Scale mean if item omitted	Scale variance if item omitted	Corrected item scale correlation	Cronbach alpha if item omitted
QUALITOUCH Activity Index	maximum pain	266	8412	.65	.64	213	9232	.67	.80
	average pain	286	9134	.69	.65	233	9867	.74	.80
	quality of sleep	284	9387	.34	.72	232	10125	.37	.86
	household activities	270	8168	.73	.62	218	8751	.81	.77
	leisure activities	264	8942	.59	.66	212	10050	54	.83
	work activities	279	7728	.61	.64	226	8276	.68	.80
	health status	267	13091	-.29	.84				

Construct validity. Table 3 shows the Spearman rank order correlation coefficients between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and those of the "PROMIS GH". The highest correlation value ($\rho = 0.92$; $p < 0.05$) was found between the item scores "Health status" of the "QUALITOUCH Activity Index" and the item scores "Health status" of the "PROMIS GH". Strong correlations ($\rho \geq 0.50$) were found in eight other item score correlations, all statistically significant. For the item "work activity" the number of cases vary ($n = 48$, instead of $n = 57$), because responders that answered "do not work" were excluded from this analysis.

Convergent validity. Table 4 depicts the results of the parallel reliability analysis between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and those of the "PROMIS GH". Three values are higher than Kappa 0.75. The highest value ($\kappa = 0.94$) was found for the association between the item scores "health status" of the "QUALITOUCH Activity Index" and the item scores "health status" of the "PROMIS GH" questionnaire. Kappa values between 0.40 and 0.75 occurred in 12 correlations.

Table 5 shows the weighted quadratic Kappa values between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and those of the "PROMIS GH". Three values from the matrix had a squared Kappa value higher than 0.75.

Kappa values between 0.40 and 0.75 were found in six comparisons.

The highest value ($\kappa = 0.94$) was observed between the item scores "health status" of the "QUALITOUCH Activity Index" and item scores "health status" of the "PROMIS GH" questionnaire.

Internal consistency. Table 6 shows the results of the internal consistency calculations. Cronbach's alpha was 0.73 for seven item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" (without "therapy goal" and "satisfaction").

Discussion. The first aim of this study was to compare the individual items of the "QUALITOUCH Activity Index" with those of the "PROMIS GH" in a heterogeneous cohort of persons with musculoskeletal complaints living in the German speaking part of Switzerland. Overall, the results of this study showed that the item scores measured with the "QUALITOUCH Activity Index" were similar to those measured with the "PROMIS GH".

Furthermore, the "QUALITOUCH Activity Index" showed high correlation with the "PROMIS GH" in terms of quality of life and for limitation of quality of life in people with musculoskeletal complaints living in the German-speaking part of Switzerland ($\rho = 0.92$; parallel reliability and weighted Kappa each $\kappa = 0.94$).

These results suggest that the "QUALITOUCH Activity Index" has the potential to be used as an easy-to-administer

tool for the assessment of the patient's limitations in everyday life activity, leisure and work and for general health status.

These findings corroborate a previous study from Roth, Gengenbacher [27], who found moderate to high correlations between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and those of the "SF-12" in a Swiss study including 66 patients with lumbar back pain.

In a study of patients ($n = 100$) with rheumatoid arthritis in China, Ren, Yu [25] found high correlations ($r = 0.73$; $p < 0.001$) between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" and corresponding item scores of the "Health Assessment Questionnaire" (HAQ) [24]. Therefore, these authors concluded that the "QUALITOUCH Activity Index" provides reliable results and is easy for therapists to use in their clinical practice to document aspects of subjective impairment over longer periods of time as a progression parameter.

Zaugg, Baur [38] examined the use of the "QUALITOUCH Activity Index" as a follow-up instrument when treating patients ($n = 11948$) suffering from four musculoskeletal diagnoses (chronic lower back pain, tibia posterior syndrome, knee joint osteoarthritis and shoulder impingement) for the characteristics "maximum pain", "limitation in daily life activity" and "limitation during leisure time activity". The researchers concluded that the instrument under evaluation can be used to assess therapy progression and symptom improvement after a physiotherapy intervention in such patients.

The differences in the items included in the two questionnaires (i.e. items on the limitations in daily life due to complaints and/or pain ("QUALITOUCH Activity Index") versus items on limitation in daily life ("PROMIS GH")), may at least partially explain the observed low to moderate correlations ($\rho < 0.5$). Likewise, different item dimensions and different formulations are administered in both questionnaires. For example, in the "QUALITOUCH Activity Index" the domains referring to sleep quality, daily activities, leisure time activity and occupational activity are differently formulated compared to the "PROMIS GH". The "PROMIS GH" evaluates the domains quality of life, physical health, mental health, social activities, social roles, daily physical activities, emotional problems and fatigue. These domains could be seen as similar and interpreted similarly although different in wording.

Both questionnaires ("QUALITOUCH Activity Index" and "PROMIS GH") were filled out by the study volunteers within a timeframe of 24 hours. It was assumed that no major changes may have occurred in such a short time, this delay was omitted in the present study. However, from the patients' perspective, such delay maybe meaningful, potentially leading to a difference in the evaluation of their current condition. This might then explain the observed but moderate correlations between similar constructs (such as "average pain" ($\rho = 0.66$; $p < .001$); daily activity ($\rho = 0.56$; $p < .001$)).

Due to the observed strong correlations ($\kappa > 0.7$) between the item scores of the "QUALITOUCH Activity Index" with those of the "PROMIS GH", (item scores "health status" of the "QUALITOUCH Activity Index" and the item scores "health status" of the "PROMIS GH" questionnaire ($\kappa 0.92$); "health status" of the "QUALITOUCH Activity Index" and

the item scores "quality of life" of the "PROMIS GH" questionnaire ($\kappa 0.78$); "maximum pain" of the "QUALITOUCH Activity Index" and the item scores "average pain" of the "PROMIS GH" questionnaire ($\kappa 0.73$)), it can be assumed that both instruments measure similar constructs and, hence construct validity may be given. Parallel test results observed in this present study corroborated this observation. Thus, the "QUALITOUCH Activity Index" seems to be a good instrument for assessing the patient's condition at the time of the survey.

Schenk, Taeymans [29] obtained similar results when comparing the "QUALITOUCH Activity Index" with the "European Quality of Life QoL-5D-3L" ("EQ-5D-3L") questionnaire in a cohort ($n = 57$) suffering from musculoskeletal disorders in Switzerland. The results of the "QUALITOUCH Activity Index" showed strong correlations with those from the "EQ-5D-3L" questionnaire. Nine item scores were higher than Kappa 0.40. The highest value ($\kappa = 0.64$) was found between the item "General health" of the "QUALITOUCH Activity Index" and the item "Health status" of the "EQ-5D-3L" questionnaire. The latter finding suggests its validity for use as an initial assessment in daily physiotherapy practice.

The strengths of this study were that similar characteristic are evaluated in both questionnaires ("QUALITOUCH Activity Index" and "PROMIS GH") and that the five answer options were on the same scale level (ordinal) in both instruments. Thus, there was no need to recalculate, transform or summarize retrieved scores.

The "QUALITOUCH Activity Index" not only evaluates pain, but also patient's discomfort. This enables a broader use of the "QUALITOUCH Activity Index" both in patients suffering from pain and in patients with functional and/or movement restrictions. Furthermore, the inclusion of volunteers with a variety of disorders in this present study supports the broader use of the instrument under evaluation.

Further reflections on the "QUALITOUCH Activity Index" could consider if a sum score with a resulting single number for the overall assessment might be useful compared to the single item analysis in the current version. Moreover, a graphical representation of the "QUALITOUCH Activity Index" items might be beneficial (e.g., spider diagram) for a fast qualitative analysis. Further research is needed to elaborate these ideas for further advancements of this PROM. Research should the also address the use of the "QUALITOUCH Activity Index" as an instrument to evaluate the effectiveness of physiotherapeutic interventions over time establishing further psychometric properties.

Conclusions. The partial validation of the "QUALITOUCH Activity Index" against the established "PROMIS GH" suggest that the "QUALITOUCH Activity Index" has the potential to be used as an easy-to-apply instrument in physiotherapeutic practice for patient assessment in everyday life, leisure and work activities. This is currently limited to the application in a Swiss sample of patients with a variety of musculoskeletal disorders.

The additional questions about the achievement of therapy goals and patient satisfaction have the potential to fulfill the legally prescribed quality assurance guidelines but future intervention studies using the "QUALITOUCH Activity Index" should validate this potential.

Conflict of Interest. R.T., Board of Trustees for Science and Research of the "QUALITOUCH-Healthcare Foundation" (QUALITOUCH-HC). The "QUALITOUCH-Healthcare Foundation" developed and validated the "QUALITOUCH Activity index". The "QUALITOUCH-HC Foundation" operates the electronic database for data acquisition of the Activity Index. The brand (QUALITOUCH-HC) is owned by Medcap GmbH. Data for this study was provided anonymously to the study group. They had no influence on the research question, methodology or data interpretation.

References

- Abrams, D., et al. (2006). Monitoring the change: Current trends in outcome measure usage in physiotherapy. *Manual Therapy*, 11(1), 46–53. <https://doi.org/10.1177/1747493018778713>
- Ader, D. N. (2007). Developing the patient-reported outcomes measurement information system (PROMIS). *Medical Care*, 45(5 Suppl 1), S1–S2. <https://doi.org/10.1097/01.mlr.0000258615.42478.55>
- Agarwal, A., et al. (2022). Patient-reported outcome measures (PROMs) to guide clinical care: Recommendations and challenges. <https://doi.org/10.5694/mja2.51625>
- Braun, T., et al. (2018). Current use of measurement instruments by physiotherapists working in Germany: a cross-sectional online survey. *BMC Health Services Research*, 18, 172. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3563-2>
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. (2020). Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (Humanforschungsgesetz, HFG).
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. (2026). Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG).
- Caruso, J. C., & Cliff, N. (1997). Empirical Size, Coverage, and Power of Confidence Intervals for Spearman's Rho. *Educational and Psychological Measurement*, 57(4), 637–654. <https://doi.org/10.1177/0013164497057004009>
- Cella, D., et al. (2010). The Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) developed and tested its first wave of adult self-reported health outcome item banks: 2005–2008. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(11), 1179–1194. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.04.011>
- Cella, D., et al. (2007). The Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS): progress of an NIH Roadmap cooperative group during its first two years. *Medical Care*, 45(5 Suppl 1), S3. <https://doi.org/10.1097/01.mlr.0000258615.42478.55>
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Cohen, J. (1992). Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98–101. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783>
- de Vet, H. C. W., et al. (2011). *Measurement in Medicine: A Practical Guide*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511996214>
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). (2018). ICD-10-GM Version 2019, Systematisches Verzeichnis.
- Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (1981). *Statistical methods for rates and proportions*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/0471445428>
- Gagnier, J. J., et al. (2021). COSMIN reporting guideline for studies on measurement properties of patient-reported outcome measures. *Quality of Life Research*, 30(8), 2197–2218. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-02822-4>
- Garraff, A., et al. (2002). Quality of life measurement: bibliographic study of patient assessed health outcome measures. *BMJ*, 324(7351), 1417. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7351.1417>
- Griefahn, A., Wolf, E., & Zalpour, C. (2020). Wie kann die Dokumentation in der Physiotherapie durch die Digitalisierung effektiver und effizienter werden? - Eine Delphi-Studie. *Physioscience*, 16, 1–10. <https://doi.org/10.1055/a-1113-6688>
- Hays, R. D., et al. (2009). Development of physical and mental health summary scores from the patient-reported outcomes measurement information system (PROMIS) global items. *Quality of Life Research*, 18, 873–880. <https://doi.org/10.1007/s11136-009-9496-9>
- IBM Corp. (2020). *SPSS Statistics for Windows*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kirrstetter, A., et al. (2017). Erfahrungen bei der Messung der Ergebnisqualität in der interventionellen Schmerztherapie. *Der Schmerz*, 31(2), 131–138. <https://doi.org/10.1007/s00482-016-0173-y>
- Leiner, G., Pallauf, M., Müller, G., & Seeberger, B. (2021). Anwendung von Assessments in der Physiotherapie – eine empirische Studie in Österreich. *Physioscience*, 17(04), 150–160. <https://doi.org/10.1055/a-1162-7372>
- Lützner, C., Lange, T., & Lützner, J. (2017). Grundlagen patientenberichteter Ergebnisse (Patient-reported Outcome – PRO). *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*, 12(06), 661–676. <https://doi.org/10.1055/s-0043-110864>
- Pielok, M., & Theiler, R. (2017). Quality Assurance Study on (Physio) therapy According to the Spiraldynamik® Concept for Treating Patients with Knee Complaints. *Physiotherapy and Rehabilitation*, 2(129), 2. <https://doi.org/10.4172/2573-0312.1000129>
- Ren, L., et al. (2018). Monitoring the Time Course of Disability through a Self-Assessment Instrument “Activity Index” (IA) in RA Patients. *Journal of Rheumatic Diseases and Treatment*, 4, 065. <https://doi.org/10.23937/2469-5726/1510065>
- Ren, S., et al. (2018). Three dimensional knee kinematics and kinetics in ACL-deficient patients with and without medial meniscus posterior horn tear during level walking. *Gait & Posture*, 66, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.007>
- Revicki, D. A., et al. (2009). Predicting EuroQol (EQ-5D) scores from the patient-reported outcomes measurement information system (PROMIS) global items and domain item banks in a United States sample. *Quality of Life Research*, 18(6), 783–791. <https://doi.org/10.1007/s11136-009-9489-8>
- Roth, P., Gengenbacher, M., & Theiler, R. (2012). Activity-Index, ein internetbasierender Patientenfragbogen zur Verlaufsdokumentation von Rückenschmerzen (Low Back Pain). *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 22(03), 138–141. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1306319>
- Schädler, S. (2006). Subjektive Ziele objektiv messen. *Physiotherapie*, 4(09), 34–35. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1308024>
- Schenk, E., Taeymans, J., & Theiler, R. (2024). Suitability of the “QUALITOUCH Activity Index” as a quality control tool to monitor physio- and exercise therapy. *Rehabilitation and Recreation*, 18(4), 39–49. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.4.4>
- Schermelleh-Engel, K., & Werner, C. (2008). Methoden der Reliabilitätsbestimmung. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Eds.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (pp. 113–133). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-71635-8_6
- Schuntermann, M. (2001). Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 11(06), 229–230. <https://doi.org/10.1055/s-2001-19074>
- Sim, J., & Wright, C. C. (2005). The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Physical Therapy*, 85(3), 257–268. <https://doi.org/10.1093/ptj/85.3.257>
- Spearman, C. (1904). The Proof and Measurement of Association between Two Things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- Theiler, R. (2015). Outcome-Messung in der Praxis. *Der Activity Index monitorisiert Schmerz und Einschränkung im Alltag. Med&move*, 01/2016.
- Walton, D. M. (2015). Making (common) sense of outcome measures. *Manual Therapy*, 20(6), 723–726. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.11.001>
- Weinhold, W. (2008). Qualitätssicherung in der Physiotherapie: Evaluation von Performance-Tests.
- Weldring, T., & Smith, S. M. (2013). Patient-Reported Outcomes (PROs) and Patient-Reported Outcome Measures (PROMs). *Health Services Insights*, 6, 61–68. <https://doi.org/10.4137/hsi.S11093>
- Zaugg, M., Baur, H., & Schmitt, K.-U. (2022). Applying patient-reported outcome measures (PROMs) in physiotherapy: an evaluation based on the QUALITOUCH Activity Index. *Archives of Physiotherapy*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40945-022-00152-3>

**RECREATION AND REHABILITATION SERVICES: CONTEMPORARY MARKETING
APPROACHES TO VALUE CREATION AND WELL-BEING****РЕКРЕАЦІЙНІ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНІ ПОСЛУГИ: СУЧАСНІ МАРКЕТИНГОВІ ПІДХОДИ
ДО СТВОРЕННЯ ЦІННОСТІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОБРОБУТУ****Veretin L. S., Skoryna T. M., Zabavska A. O.***National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine*

ORCID: 0000-0002-8028-1118

ORCID: 0000-0002-2179-9814

ORCID: 0009-0009-2194-8603

Abstracts

In the context of increasing social pressures, demographic changes, and growing attention to quality of life, recreation and rehabilitation services are gaining importance as essential components of population well-being systems. However, existing research often addresses marketing in this field in a fragmented manner, focusing primarily on promotion tools rather than on marketing as an integrative value-creation mechanism.

The purpose of this article is to provide a theoretical and analytical justification of contemporary marketing approaches to recreation and rehabilitation services and to develop an original conceptual marketing model oriented toward value creation and multidimensional consumer well-being.

The research material includes recent academic publications on services marketing, recreation, rehabilitation, and well-being, as well as analytical reports of international organizations. The study employs methods of systematization, comparative analysis, theoretical generalization, and conceptual modeling, drawing on service-dominant logic and transformative service research frameworks.

The research results demonstrate that effective development of recreation and rehabilitation services requires a shift from transactional and instrument-based marketing models toward integrated approaches focused on long-term relationships and value co-creation. The findings indicate that combining relationship marketing, experience-oriented marketing, and well-being-oriented concepts enables sustainable outcomes in physical, psychological, and social dimensions of well-being. An original conceptual model of marketing for recreation and rehabilitation services is proposed, illustrating the causal links between marketing determinants, the value creation process, and long-term well-being outcomes.

Conclusions. The study substantiates that marketing in the recreation and rehabilitation sector should be regarded as a strategic mechanism for integrating economic efficiency with social development goals. The proposed model provides a methodological basis for designing effective marketing strategies and adapting international best practices to national contexts, particularly in relation to the development of well-being-oriented service systems.

Key words: recreation services, rehabilitation services, services marketing, well-being, value creation, consumer experience.

У сучасних умовах зростання соціального навантаження, демографічних змін та підвищеної уваги до якості життя особливого значення набувають рекреаційні та реабілітаційні послуги як складові системи забезпечення добробуту населення. Водночас у наукових дослідженнях недостатньо систематизованими залишаються маркетингові підходи до розвитку цієї сфери, а маркетинг часто розглядається фрагментарно – як інструмент просування, а не як інтеграційний механізм створення цінності.

Метою статті є теоретико-аналітичне обґрунтування сучасних маркетингових підходів до рекреаційних та реабілітаційних послуг і розроблення авторської концептуальної моделі маркетингу, орієнтованої на формування цінності та забезпечення багатовимірного well-being споживачів.

Матеріалом дослідження слугували сучасні наукові публікації з маркетингу послуг, рекреації, реабілітації та well-being, аналітичні звіти міжнародних організацій, а також концепції сервісно-домінантної логіки та трансформаційних моделей маркетингу. У роботі використано методи систематизації, порівняльного аналізу, теоретичного узагальнення та концептуального моделювання.

Результати дослідження полягають у систематизації ключових маркетингових підходів, релевантних для рекреаційних та реабілітаційних послуг, та обґрунтуванні доцільності переходу від транзакційних і інструментальних моделей маркетингу до інтегрованих підходів, орієнтованих на довгострокову взаємодію та створення цінності. Доведено, що поєднання маркетингу взаємовідносин, досвід-орієнтованого маркетингу та концепцій well-being

Received: 11 January 2026. Accepted: 24 April 2026. Available online: 30 April 2026

© 2026. Veretin L. S., Skoryna T. M., Zabavska A. O.

Rehabilitation and Recreation. ISSN 2786-8354 (Online) | ISSN 2786-8346 (Print)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

забезпечує формування стійких результатів у фізичному, психологічному та соціальному вимірах добробуту. Запропоновано авторську концептуальну модель маркетингу рекреаційних та реабілітаційних послуг, яка відображає причинно-наслідкові зв'язки між маркетинговими детермінантами, процесом створення цінності та довгостроковими результатами у сфері well-being.

Висновки. Обґрунтовано, що маркетинг у рекреаційно-реабілітаційній сфері має розглядатися як стратегічний механізм інтеграції економічних і соціальних цілей розвитку. Запропонована модель створює методологічне підґрунтя для формування ефективних маркетингових стратегій та адаптації міжнародного досвіду до національних умов, зокрема в контексті розвитку системи добробуту в Україні.

Ключові слова: рекреаційні послуги, реабілітаційні послуги, маркетинг послуг, well-being, створення цінності, споживчий досвід.

Introduction. In contemporary socio-economic conditions, recreation and rehabilitation are increasingly acquiring the status of strategically important components of systems aimed at ensuring quality of life and societal well-being. The increase in life expectancy, the growing prevalence of chronic diseases, rising levels of psycho-emotional stress, as well as the consequences of global crisis phenomena necessitate the development of comprehensive approaches to restoring the physical, psychological, and social potential of individuals [18]. In this context, recreation and rehabilitation services are no longer perceived exclusively as auxiliary or secondary segments of the service sector but are progressively integrated into healthcare systems, social protection frameworks, and sustainable development agendas. This perspective is consistent with the approaches of the World Health Organization, which considers rehabilitation a priority direction for the development of healthcare systems at the global level [2].

At the same time, the service economy is undergoing significant transformation, within which consumers increasingly act not only as recipients of outcomes but also as co-creators of value. According to the concept of service-dominant logic, value is generated through interaction between service providers and users rather than being embedded in a product in advance [16]. This feature is particularly critical for recreation and rehabilitation services, as their effectiveness directly depends on individual consumer characteristics, motivation, expectations, level of engagement, and subjective perception of outcomes [7].

Recent academic research has devoted considerable attention to the development of recreational systems, the management of resort and recreational areas, and the role of physical activity and restorative practices in maintaining population health [5, 14]. A distinct body of literature focuses on rehabilitation services within the healthcare context, particularly physical and psychosocial rehabilitation, as well as the integration of rehabilitation programs into medical and social systems [4, 15]. At the same time, marketing aspects of the development of recreation and rehabilitation services are addressed fragmentarily in a substantial share of studies or are largely reduced to issues of promotion and communication.

The role of marketing as a systemic mechanism for value creation in recreation and rehabilitation services, oriented toward achieving long-term outcomes in the domains of well-being and quality of life, remains insufficiently explored. Most studies concentrate either on the economic efficiency of service providers or on the medical outcomes of rehabilitation, without adequately considering the complex nature of consumer experience and its influence on the

perceived effectiveness of services [9]. As a result, there is a lack of a generalized approach to integrating marketing instruments into the management systems of recreation and rehabilitation services from the perspective of value creation and the promotion of well-being.

This issue becomes particularly relevant in the context of increasing competition among providers of recreation and rehabilitation services, diversification of service delivery formats, and rising consumer expectations regarding quality, accessibility, and service personalization [11]. Under such conditions, marketing ceases to function solely as a commercialization tool and is transformed into a strategic function that ensures the alignment of interests among consumers, society, and service-providing organizations [6]. For countries with transition economies, including Ukraine, these processes are accompanied by additional challenges related to institutional constraints, uneven infrastructure development, and the need to integrate international experience into national practices.

Thus, the existing research gap lies in the absence of a comprehensive marketing approach to the analysis and development of recreation and rehabilitation services that would take into account the specificity of value creation in the service sector, a focus on consumer well-being, and contemporary trends in the evolution of the service economy. Addressing this gap requires the systematization of scientific approaches, the synthesis of international experience, and the development of conceptual foundations for the marketing of recreation and rehabilitation services.

The purpose of this article is to provide a theoretical and analytical justification of contemporary marketing approaches to value creation in recreation and rehabilitation services with a focus on ensuring consumer well-being, as well as to identify prospects for their application in the international context and for the development of this sector in Ukraine.

Materials and Methods. The methodological framework of the study was developed with consideration of the interdisciplinary nature of recreation and rehabilitation services, which combine elements of the service economy, marketing, healthcare, and social development. In contemporary scientific approaches, rehabilitation is regarded not merely as a set of medical interventions but as a strategy for preserving and restoring an individual's functional potential [3]. In accordance with the stated objective, the study has a theoretical and analytical character and is based on the systematic synthesis of modern scientific approaches to the marketing of recreation and rehabilitation services and value-creation mechanisms oriented toward ensuring consumer well-being.

The research employs a set of general scientific and specialized methods, which ensured the integrity of the analysis and the logical consistency of the results obtained. The theoretical basis of the study was formed through the analysis and synthesis of academic publications on services marketing, recreation, rehabilitation, and well-being, which made it possible to identify key concepts, approaches, and directions of contemporary research [7, 14, 16]. The method of induction was applied to generalize individual theoretical propositions and practical approaches into a unified conceptual framework, while the method of deduction was used to formulate logically substantiated conclusions regarding the role of marketing in value creation within recreation and rehabilitation services.

To identify specific features of the development of the recreation and rehabilitation sector and to substantiate contemporary marketing approaches, a comparative analysis was conducted. This made it possible to compare different models of organization and promotion of recreation and rehabilitation services in international practice [5, 11]. Within this analysis, differences in levels of institutional development, demand structures, and approaches to consumer value formation and orientation toward long-term well-being outcomes were taken into account.

The information base of the study consists of secondary statistical data from international organizations, in particular the World Health Organization and the Organization for Economic Co-operation and Development, as well as analytical reports and reviews devoted to the development of recreation, rehabilitation, and the service economy [11, 18]. The processing of statistical materials was carried out using methods of descriptive and comparative statistics, which made it possible to identify general trends in the development of recreation and rehabilitation services and to substantiate their relationship with indicators of quality of life and societal well-being.

To systematize marketing approaches to recreation and rehabilitation services, the methods of classification and typology were applied. This allowed the identification of key groups of marketing instruments depending on their functional purpose and their impact on value creation for consumers [9]. In particular, the study differentiates between approaches oriented toward the formation of consumer experience, the development of long-term relationships with consumers, and the integration of well-being principles into the marketing strategies of recreation and rehabilitation organizations.

The generalization of the results of theoretical and comparative analyses was carried out using a systems approach, which made it possible to consider recreation and rehabilitation services as a complex open system in which marketing performs the role of an integrative mechanism between consumer needs, organizational objectives, and societal expectations regarding the promotion of well-being [6]. Based on this approach, the conceptual foundations for further analysis and for the development of the authors' model of marketing for recreation and rehabilitation services, oriented toward value creation and the support of well-being, were formed.

The methodological provisions of the study ensure the scientific validity of the results obtained and provide a basis for their interpretation in the sections devoted to the research

results and discussion, as well as for the formulation of practical recommendations with regard to international experience and the prospects for the development of the recreation and rehabilitation sector in Ukraine.

Results. The results of the conducted theoretical and analytical study indicate that, under contemporary conditions, the marketing of recreation and rehabilitation services is acquiring qualitatively new functions that go beyond traditional approaches to promotion and sales. Increasingly, the core of marketing activity is the process of value creation, which integrates economic, social, and health-preserving components and directly influences the level of consumer well-being [7, 16].

1. Systematization of marketing approaches in recreation and rehabilitation services

The systematization of marketing approaches in recreation and rehabilitation services requires consideration of two fundamentally important characteristics of this sector. First, recreation and rehabilitation services are typical of the service economy, where value is created not "within the product" but through interaction between the provider and the consumer, with the consumer acting as a co-creator of value [16]. Second, the expected outcomes of such services have a pronounced dimension of societal usefulness (well-being, functioning, recovery), which brings marketing solutions closer to the logic of social marketing and approaches oriented toward health and well-being [1, 8]. This implies that, in the fields of recreation and rehabilitation, marketing cannot be limited to communication tools; rather, relevant approaches must encompass service design, consumer experience management, long-term relationships, trust, and performance measured in well-being dimensions.

The literature review conducted makes it possible to identify at least six conceptual "layers" in the evolution of marketing approaches that explain, in different ways, the mechanisms of value creation and demand management in the recreation and rehabilitation sector. The foundational layer is the transactional approach, in which marketing focuses on exchange and the sale of a single service, while value is interpreted primarily as functional utility (a set of procedures, a package of recreational activities, or a single service act). Although this approach is the simplest to implement, it is limited in the context of recreation and rehabilitation, as these services typically generate delayed outcomes and depend significantly on consumers' behavioral engagement over time. This necessitates a transition toward services marketing, where the management of service quality, interaction processes, the standardization of service procedures, and control of contact points become central.

The next stage of development is relationship marketing, in which the focus shifts to trust, commitment, repeated interactions, and the reduction of perceived risk for consumers. This is particularly critical for recreation and rehabilitation services, as consumers evaluate not only outcomes but also safety, staff competence, service predictability, ethical standards, and ongoing support. Within relationship marketing theory, trust and commitment act as mediators of successful exchange and determine the stability of relationships [9]. In practical terms, this means that the competitiveness of recreation and rehabilitation organizations depends not only on available resources or pricing policies, but also on institutionalized trust capital and

the ability to sustain a long-term consumer experience trajectory.

A distinct conceptual block is represented by the experience-oriented approach, which emerged within the logic of the “experience economy,” where differentiation is achieved through the design of memorable, emotionally significant, and personalized experiences [12]. In recreational services, this logic is particularly pronounced, as recreation by its nature contributes to the formation of emotional and social capital associated with rest, recovery, and identity. In rehabilitation services, the experience-oriented logic does not replace the medical component but enhances effectiveness by supporting motivation, engagement, increased adherence to recommendations, and the perception of “progress,” which is especially important for long-term programs. In this sense, experience becomes not a cosmetic addition, but a factor of effectiveness.

Given the target outcome in the form of consumer well-being, social marketing is also highly relevant. Initially developed as an approach to planned behavior change and the acceptance of social ideas, social marketing provides an appropriate framework for the recreation and rehabilitation sphere [8]. Within this context, social marketing logic manifests itself in the formation of health-preserving behavior, the promotion of active longevity, encouragement of regular physical activity, and the adoption of preventive and restorative practices. This approach allows marketing instruments to be interpreted as mechanisms of socially beneficial influence, where effectiveness is measured not only by economic indicators but also by behavioral change, accessibility, inclusion of vulnerable groups, and societal outcomes.

The most contemporary conceptual layer, which directly correlates with the mission of this study, comprises approaches oriented toward well-being that have developed

within the framework of Transformative Service Research (TSR). TSR focuses on how services create or enhance the well-being of individuals, communities, and broader social systems, and proposes evaluating service solutions not only through managerial metrics but through real outcomes for human flourishing [1, 13]. In recreation and rehabilitation services, this logic is particularly relevant, as the ultimate goal is not the transaction itself, but improvements in functioning, psychological state, social inclusion, and quality of life. In addition, contemporary international frameworks for measuring well-being, based on multidimensional well-being indicators, reinforce the need for such integration of marketing thinking and societal objectives [10]. At the same time, global initiatives in the field of rehabilitation emphasize the necessity of the systemic organization of services and the accessibility of rehabilitation care as an element of healthcare system development [17].

To summarize these approaches in a format suitable for further conceptualization and application, an extended typology was developed in which each approach is associated with a dominant value logic, the time horizon of interaction with consumers, and outcomes relevant to the sector.

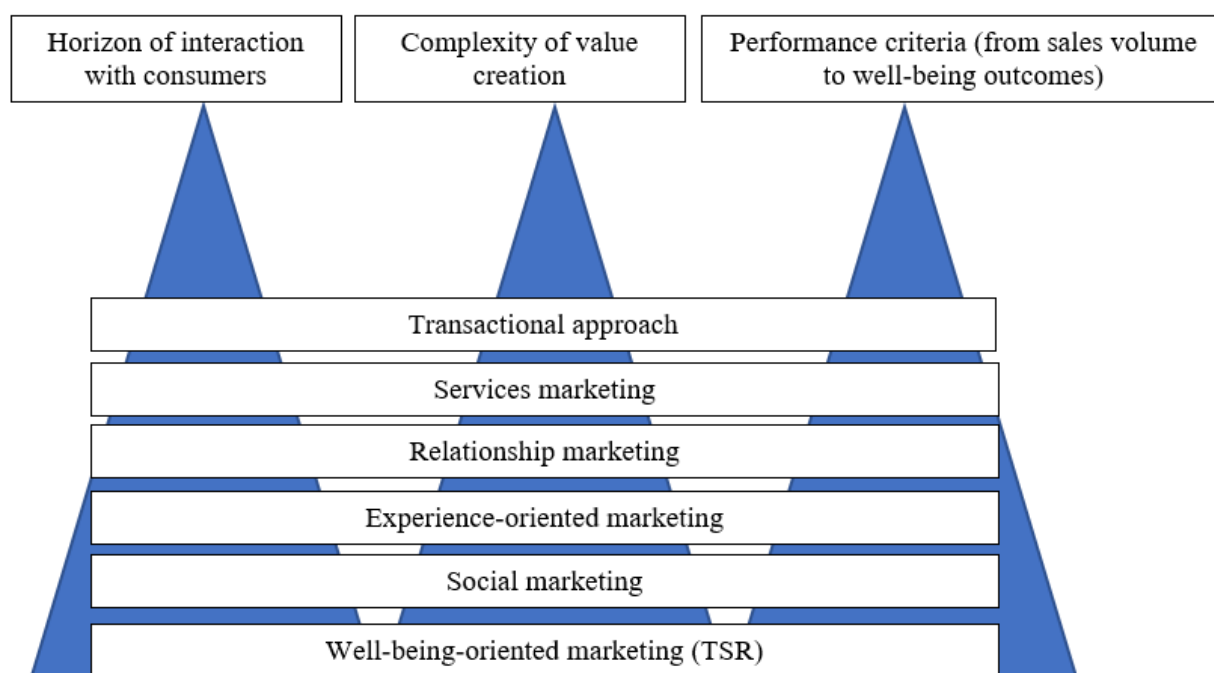
The proposed systematization allows for an important methodological conclusion: for recreation and rehabilitation services, the most productive approaches are those that simultaneously ensure process quality management, the formation of long-term relationships, and experience design, while integrating a “higher-order” performance criterion – namely, impact on well-being. Therefore, marketing in this sector should be considered a multi-level system in which different approaches are not mutually exclusive but are combined depending on consumer segments, program duration, risk sensitivity, and expected well-being outcomes.

Table 1

Extended systematization of marketing approaches in recreation and rehabilitation services

Approach	Dominant logic	Interaction horizon	Core value	Typical instruments	Most relevant outcomes
Transactional	“Exchange/sale of services”	Short-term	Functional value	Pricing, service packages, basic promotion	Sales volume, demand, customer acquisition
Services marketing	“Service quality”	Medium-term	Process value	Service standards, service process management, contact point management	Satisfaction, complaint reduction
Relationship marketing	“Trust and commitment”	Long-term	Relational value	Loyalty programs, personalized support, customer relationship management	Repeat visits, trust, customer retention
Experience-oriented marketing	“Memorable experience”	Medium-/long-term	Emotional value	Experience design, personalization, emotional engagement	Emotional involvement, subjective experience effect
Social marketing	“Behavioral change”	Long-term	Social value	Social campaigns, partnerships, shared educational programs	Health-preserving behavior, accessibility
Well-being / TSR	“Well-being as a service outcome”	Long-term	Integrated value	Service system design, service literacy, inclusiveness	Well-being, quality of life, social responsibility

Source: developed by the authors based on [1; 8; 9; 10; 12; 16; 17]



The widening of the triangles toward their base reflects the expansion of each dimension in the evolution of marketing approaches.

Figure 1. Evolution of marketing approaches in recreation and rehabilitation services (generalized logic)

Source: developed by the authors based on [1, 8, 9, 12, 16]

To illustrate the logic of the evolution of these approaches and the way they overlap in the practice of recreation and rehabilitation organizations, a generalized scheme is presented in Figure 1.

In the context of prospects for Ukraine, the systematization presented in Figure 1 has practical significance for two reasons. First, it helps avoid the common simplification whereby the marketing of recreation and rehabilitation services is reduced to advertising or pricing, and instead forms a basis for a transition toward value management and long-term outcomes. Second, it creates a structured space for adapting international experience, where the target orientation is not the replication of individual tools, but the development of an integrated marketing management system oriented toward well-being, inclusiveness, and sustainability of outcomes, which is consistent with contemporary global rehabilitation frameworks and well-being measurement approaches [10, 17].

2. The role of marketing in value creation in recreation and rehabilitation services

An in-depth analysis of theoretical sources and international practices makes it possible to conclude that, in recreation and rehabilitation services, marketing plays a structure-forming role in the process of value creation. Unlike tangible goods, where value is largely embedded in the physical characteristics of the product, in the fields of recreation and rehabilitation value emerges gradually, within a dynamic process of interaction between the consumer and the service provider, and results from the combination of functional, emotional, and social components [16]. For this reason, marketing in this sector should be viewed not as a separate managerial function, but as an integrative

mechanism that connects service design, interaction management, and the assessment of outcomes in well-being dimensions.

In functional terms, the value of recreation and rehabilitation services is associated with achieving expected outcomes related to the restoration or maintenance of physical and psycho-emotional condition. However, scientific evidence indicates that even when clinical or physiological outcomes are comparable, consumers' perceptions of service effectiveness may differ substantially depending on the organization of the service process, the quality of communication, and the level of engagement [15]. In this context, marketing facilitates the alignment of consumer expectations with realistically achievable outcomes, shapes an understanding of the objectives of recreation and rehabilitation programs, and reduces information asymmetry, which is typical of services characterized by high levels of trust and perceived risk.

The emotional dimension of value is particularly significant in recreational services, where positive experiences, feelings of recovery, safety, and satisfaction directly influence overall outcome perception. In rehabilitation programs, the emotional component is no less important, as motivation, belief in the effectiveness of interventions, and subjective perceptions of progress largely determine adherence to recommendations and the sustainability of achieved results [13]. In this regard, marketing acts as a tool for managing the emotional aspects of services through experience design, communication support, and the creation of a positive service environment.

The social dimension of value in recreation and rehabilitation services is reflected in their capacity to promote social integration, the restoration of social roles, and

improvements in quality of life. This is particularly relevant for rehabilitation programs targeting individuals with chronic conditions, disabilities, or post-traumatic consequences, where outcomes extend beyond medical indicators to include autonomy, participation in social life, and a sense of belonging [17]. In such a context, marketing – when combined with principles of social and transformative service approaches – contributes to the development of inclusive service models and the expansion of access to recreation and rehabilitation services.

A significant result of the study is the identification of marketing in the recreation and rehabilitation sector as performing a mediating function between individual consumer needs, organizational objectives of service providers, and societal expectations regarding the promotion of well-being. According to the principles of Transformative Service Research, service systems should be evaluated in terms of their impact not only on individual consumers, but also on communities and social systems as a whole [1]. This implies that marketing decisions in recreation and rehabilitation services must reconcile economic feasibility with social responsibility and long-term well-being outcomes.

An important aspect of value creation is also the temporal horizon of interaction with consumers. Recreation and rehabilitation services often involve repeated or long-term programs, the effects of which manifest gradually over time. In this context, relationship marketing and experience-oriented approaches help ensure continuity of interaction, sustained motivation, and service adaptation to changing consumer needs [9]. The result of such an approach is not only increased satisfaction, but also the formation of long-term value that translates into improved quality-of-life indicators.

Special attention in the study is given to the relationship between the marketing of recreation and rehabilitation services and systems for evaluating well-being. International well-being measurement frameworks increasingly rely on multidimensional indicators that encompass physical health, psychological state, social connections, and subjective life satisfaction [10]. This creates a basis for rethinking marketing performance indicators in the recreation and rehabilitation sector and for shifting from narrow commercial metrics toward assessing the real impact of services on consumer well-being.

Summarizing the obtained results, it can be stated that the role of marketing in the value creation of recreation and rehabilitation services lies in ensuring the integrity of the service process, aligning expectations with outcomes, and integrating economic and social development objectives. Such an approach forms a methodological foundation for the further development of a conceptual marketing model for recreation and rehabilitation services oriented toward long-term consumer well-being and the sustainable development of the sector.

3. The authors' conceptual model of marketing for recreation and rehabilitation services oriented toward well-being

The deepening of research results and the systematization of marketing approaches created the preconditions for the development of an authors' conceptual model of marketing for recreation and rehabilitation services oriented toward

value creation and the promotion of consumer well-being. The need for such a model is driven by the complexity of recreation and rehabilitation services, the multidimensionality of expected outcomes, and the absence of universal approaches that simultaneously account for economic efficiency, consumer experience, and societally significant outcomes in the field of well-being.

Conceptually, the model is grounded in the principles of service-dominant logic, according to which value is not created unilaterally by the provider but is formed through interactions among all participants within the service system [16]. For recreation and rehabilitation services, this logic is of fundamental importance, as service outcomes depend not only on service content but also on consumer behavior, engagement, and motivation, as well as on the quality of interaction with personnel and the service environment.

3.1. Methodological preconditions for model development

The construction of the authors' model was carried out with consideration of the following methodological assumptions. First, recreation and rehabilitation services are viewed as an open service system functioning in interaction with the social, economic, and institutional environment. Second, value within this system has a dynamic nature and changes throughout the entire cycle of interaction with consumers – from expectation formation to the evaluation of achieved outcomes. Third, the key criterion of service effectiveness is not limited to consumer satisfaction, but extends to its impact on multidimensional well-being, encompassing physical, psychological, and social components [10, 17].

Based on these assumptions, marketing within the model is interpreted as an integrative function that links strategic management, operational decisions, and the assessment of outcomes in well-being dimensions.

3.2. Structure of the authors' conceptual model

The authors' model consists of three interrelated levels: marketing determinants, the value creation process, and outcomes in well-being dimensions.

The first level of the model comprises the key marketing determinants of recreation and rehabilitation services, including consumer orientation, service quality management, experience design, long-term relationship development, and value communication. These determinants define the logic of service process organization and create conditions for the active participation of consumers in outcome formation.

The second level of the model reflects the value creation process, which is realized through interaction among consumers, personnel, and the service environment. At this stage, trust, engagement, personalization, and support of consumer motivation play a central role. It is at this level that marketing efforts are transformed into subjectively and objectively perceived value, which determines the perceived effectiveness of recreation and rehabilitation programs.

The third level of the model represents outcomes in the field of well-being, which serve as the ultimate reference point for the functioning of recreation and rehabilitation services. These outcomes include improvements in physical condition, psychological well-being, social integration, and overall quality of life of consumers. Thus, the model makes it possible to trace causal relationships between marketing

decisions and long-term outcomes in the domain of well-being.

3.3. Logic of interaction among model elements

The interaction among model elements has a cyclical character. Marketing determinants shape consumer expectations and set the parameters of the service process. During interaction, expectations are adjusted according to actual experience, while created value is assessed through the lens of achieved outcomes. These outcomes, in turn, influence subsequent consumer behavior, levels of loyalty,

and readiness for repeated interaction, thereby closing the value creation cycle [9].

An important feature of the model is its capacity to account for the delayed effects of recreation and rehabilitation services. Outcomes in well-being dimensions may not manifest immediately after service provision but may emerge over time, which necessitates long-term marketing support and sustained interaction with consumers.

3.4. Visualization of the conceptual model

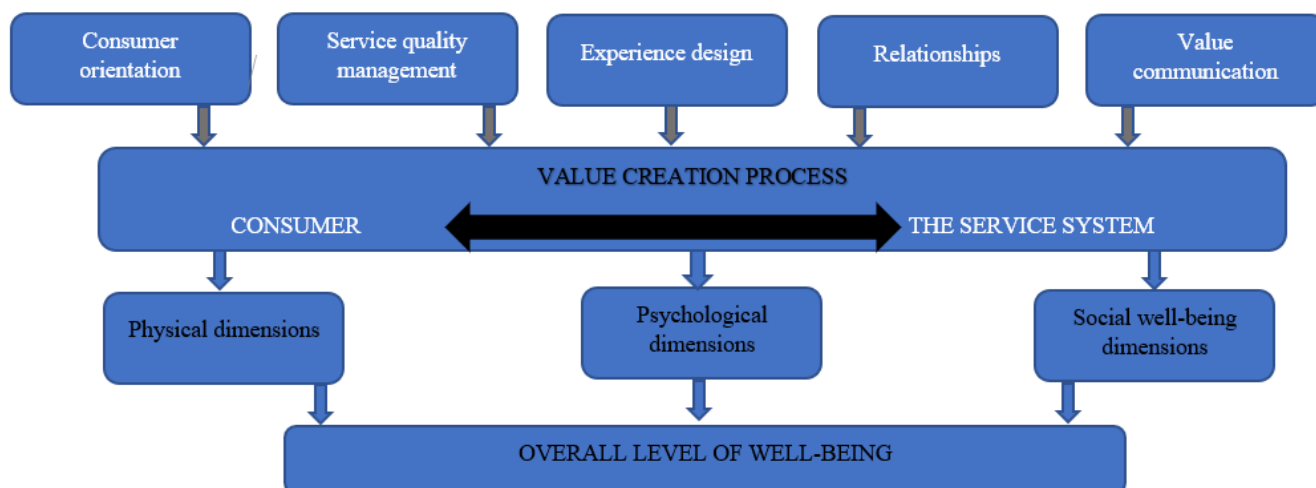


Figure 2. Authors' conceptual model of marketing for recreation and rehabilitation services oriented toward well-being
Source: authors' development.

3.5. Analytical interpretation of the model

The proposed model enables a new interpretation of the role of marketing in the recreation and rehabilitation sector. It demonstrates that marketing decisions should be integrated into strategic service management and oriented toward long-term outcomes rather than short-term demand indicators. From the perspective of international practice, this model is consistent with contemporary approaches to the development of service systems focused on well-being and the sustainability of outcomes [1, 10].

For Ukraine, the model has applied significance, as it can serve as a methodological basis for the development of modern marketing strategies in the recreation and rehabilitation sector, the integration of international experience, and the enhancement of service effectiveness in the context of post-crisis recovery and the development of a well-being system.

4. Generalization of results and their significance for international practice and Ukraine

The generalization of the research findings makes it possible to formulate a number of provisions that have both theoretical and applied significance for the development of recreation and rehabilitation services under contemporary conditions. First and foremost, it has been established that marketing in this field should be considered not as a set of isolated instruments for influencing demand, but as a systemic mechanism for coordinating service activities aimed at creating long-term value and achieving outcomes in well-being dimensions. This approach corresponds to current trends in the development of the service economy and is

consistent with international scientific frameworks in which well-being is recognized as a key criterion for the effectiveness of service systems [1, 10].

The obtained results confirm that international practice demonstrates a gradual transition from the fragmented application of marketing tools toward integrated marketing strategies oriented to consumer experience, long-term relationships, and societally significant outcomes. In countries with well-developed recreation and rehabilitation systems, marketing is increasingly integrated into strategic service management and used as a mechanism for aligning the interests of consumers, service providers, and public institutions [5, 11]. This contributes not only to enhancing organizational competitiveness, but also to improving the overall effectiveness of systems from the perspective of population quality of life.

An important finding of the study is the identification of the most effective marketing models in the recreation and rehabilitation sector as those that combine elements of relationship marketing, experience-oriented approaches, and well-being-oriented concepts. Such a combination ensures continuity of interaction with consumers, sustained motivation, and the formation of trust, which are critical factors for services characterized by delayed effects and high levels of perceived risk [9, 13]. In the international context, this is supported by the growing attention to Transformative Service Research as a field that integrates marketing, healthcare, and social sciences [1].

From a comparative perspective, it has been established that recreation and rehabilitation systems oriented toward

long-term well-being demonstrate higher levels of adaptability to socio-economic changes, including population aging, the increasing prevalence of chronic diseases, and rising psycho-emotional burdens [17]. Within such systems, marketing performs not only a function of market coordination but also a role of social integration, contributing to the development of inclusive services and improving access to recreation and rehabilitation programs for diverse population groups.

For Ukraine, the research results are of particular importance given the transformation character of the national economy and current challenges in the field of restoring population health and well-being. Limited resources, market fragmentation in recreation and rehabilitation services, and uneven regional development necessitate a transition from the spontaneous use of marketing instruments toward systemic marketing management oriented toward value creation and long-term outcomes. The proposed conceptual model can serve as a methodological foundation for such a transition.

The adaptation of international approaches to the Ukrainian context implies, first, rethinking the role of marketing in the recreation and rehabilitation sector as a strategic function that integrates economic and social development objectives. Second, it requires consideration of the specific characteristics of consumer demand, levels of institutional trust, and socio-cultural features shaping the perception of recreation and rehabilitation services. Third, particular attention should be given to integrating well-being principles into service performance evaluation practices, which would enable a shift from formal activity indicators to the measurement of real impacts on population quality of life.

In summary, the research findings provide a scientifically grounded basis for the development of marketing for recreation and rehabilitation services in both international and national contexts. They demonstrate the feasibility of applying a comprehensive marketing approach oriented toward value creation and the promotion of well-being, and establish a foundation for further research aimed at the empirical verification of the proposed model and its adaptation to specific institutional conditions.

Discussion. The obtained results make it possible to deepen the scientific discussion on the role of marketing in the development of recreation and rehabilitation services and to clarify the position of marketing approaches within contemporary service systems oriented toward well-being. Unlike a substantial body of prior research, in which marketing in the recreation and rehabilitation sphere was addressed fragmentarily – primarily through the lenses of promotion, branding, or pricing – the findings of this study confirm the appropriateness of interpreting marketing as an integrative mechanism of value creation with long-term outcomes in well-being dimensions.

The comparison of the results with the principles of service-dominant logic demonstrates their conceptual consistency with the idea of value co-creation through interaction between service providers and consumers [16]. At the same time, the findings extend this logic by showing that, in recreation and rehabilitation services, value co-creation should not be confined to economic indicators or subjective satisfaction measures, but should be assessed through the

prism of multidimensional well-being. This perspective aligns with the principles of Transformative Service Research, which conceptualizes services as instruments for positive change in the well-being of individuals and communities [1].

A comparison with studies in the fields of recreation and tourism indicates that most scholars emphasize territory management, resource utilization, or consumer behavior in the context of leisure and recreation [5, 14]. While such approaches are important for understanding the specificity of recreational systems, they tend to insufficiently address the rehabilitation component and long-term consequences for quality of life. The results of this study complement existing research by integrating recreation and rehabilitation services into a unified analytical framework in which marketing performs the function of aligning restorative objectives with consumer experience.

In the context of rehabilitation research, which predominantly focuses on medical or functional outcomes, the proposed approach allows for a broader interpretation of service effectiveness. Studies in rehabilitation emphasize the importance of multidisciplinary models that combine medical, social, and psychological components [4, 15]. The results obtained correlate with these approaches while adding a marketing dimension as a mechanism for integrating diverse service components and managing interactions with consumers throughout the entire rehabilitation cycle.

Particular significance is attached to the discussion of the role of experience-oriented marketing and relationship marketing in achieving sustainable outcomes in recreation and rehabilitation programs. Previous studies indicate that trust, commitment, and interaction quality are key determinants of long-term service effectiveness [9, 13]. The findings of this study confirm these propositions and further specify them for the recreation and rehabilitation context, demonstrating that it is precisely the combination of experience-oriented and well-being-oriented approaches that offers the highest potential for improving quality of life.

From the perspective of international practice, the results are consistent with trends identified in analytical reports by international organizations, which highlight the growing role of recreation and rehabilitation services within healthcare and social development systems [11, 17]. At the same time, the study provides a more detailed articulation of these trends at the level of marketing mechanisms, which have remained outside the focus of many macro-analytical works.

The scientific contribution of this study lies in the development of an integrated conceptual model of marketing for recreation and rehabilitation services that combines service-dominant logic, Transformative Service Research approaches, and multidimensional well-being concepts. Unlike existing models, the proposed framework enables the tracing of causal relationships between marketing determinants, the value creation process, and long-term outcomes in the well-being domain. This expands the theoretical scope of services marketing and establishes a foundation for further empirical research.

At the same time, the results of the study have certain limitations that should be considered in future research. First, the study has a theoretical and analytical character and is based on the synthesis of secondary data, which necessitates empirical verification of the proposed model. Second, the

international scope of the analysis does not allow for full consideration of institutional and cultural specificities of individual countries, including Ukraine, thereby opening avenues for further applied research.

For Ukraine, the discussion results underscore the relevance of transitioning toward systemic marketing management of recreation and rehabilitation services with an orientation toward long-term well-being outcomes. They also highlight the need to adapt international concepts to the national context, taking into account levels of institutional development, resource constraints, and socio-cultural factors. In this sense, the proposed model may serve as an analytical tool for shaping development strategies for the recreation and rehabilitation sector and for integrating it into broader well-being and recovery policies.

Conclusions. The theoretical and analytical study substantiates contemporary marketing approaches for recreation and rehabilitation within the framework of value creation and consumer well-being. In a transforming service economy, these services function as complex systems where effectiveness is measured by long-term physical, psychological, and social impacts rather than isolated recovery outcomes.

Systematization of existing models demonstrates that the highest potential lies in long-term interaction, experience management, and trust-building. While transactional approaches prove insufficient, the integration of relationship and experience-oriented marketing ensures sustainable value creation.

Marketing is identified as an integrative mechanism aligning consumer expectations with provider capabilities and societal goals. Decisions in this sector transcend simple satisfaction, directly influencing patient motivation, engagement, and adherence to recommendations – factors critical for services with delayed clinical effects.

The proposed conceptual model integrates service-dominant logic, Transformative Service Research (TSR), and multidimensional well-being concepts. This framework identifies causal links between marketing determinants and well-being outcomes, offering a methodological foundation for Ukraine's transition toward systemic marketing management. These findings serve as a basis for further empirical verification across diverse socio-economic contexts.

Information on the absence of conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest related to the preparation and publication of this article.

References

- Anderson L., Ostrom A. L., Corus C., Fisk R. P., Gallan A. S., Giraldo M., Mende M., Mulder M., Rayburn S. W., Rosenbaum M. S., Shirahada K., Williams J. D. Transformative service research: An agenda for the future. *Journal of Business Research*. 2013. Vol. 66, No. 8. P. 1203–1210. DOI: 10.1016/j.jbusres.2012.08.013.
- Gimigliano F., Negrini S. The World Health Organization "Rehabilitation 2030: a call for action". *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017. Vol. 53, No. 2. P. 155–168. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28382807/>
- Gutenbrunner C., Nugraha B. Rehabilitation: Rehabilitation as a health strategy. *Journal of International Society of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2019. Vol. 2. P. S15–S18. https://journals.lww.com/jisprm/fulltext/2019/02001/2_1_rehabilitation_as_a_health.7.aspx
- Gutenbrunner C., Stokes E. K., Dreinhöfer K., Monsbakken J., Clarke S., Côté P. et al. Why Rehabilitation must have priority during and after the COVID-19-pandemic: A position statement of the Global Rehabilitation Alliance. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020. Vol. 52. Article jrm00081. DOI: 10.2340/16501977-2713. <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/html/10.2340/16501977-2713>
- Hall C. M., Page S. J. *The Geography of Tourism and Recreation: Environment, Place and Space*. 4th ed. London: Routledge, 2014. <https://www.routledge.com/The-Geography-of-Tourism-and-Recreation-Environment-Place-and-Space/Hall-Page/p/book/9780415833998>
- Kotler P., Keller K. L. *Marketing Management*. 15th ed. Harlow: Pearson, 2016. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/marketing-management/P200000007478/9780133856460>
- Kotler P., Keller K. L., Chernev A. *Marketing Management*. 16th ed., Global Edition. Harlow: Pearson, 2021. <https://www.pearson.com/se/Nordics-Higher-Education/subject-catalogue/marketing/Kotler-Keller-Marketing-Management-Global-Edition-16e.html>
- Kotler P., Zaltman G. Social marketing: An approach to planned social change. *Journal of Marketing*. 1971. Vol. 35, No. 3. P. 3–12. DOI: 10.1177/002224297103500302. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002224297103500302>
- Morgan R. M., Hunt S. D. The Commitment-Trust Theory of Relationship Marketing. *Journal of Marketing*. 1994. Vol. 58, No. 3. P. 20–38. DOI: 10.1177/002224299405800302. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002224299405800302>
- OECD. *How's Life? 2020: Measuring Well-being*. Paris: OECD Publishing, 2020. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/03/how-s-life-2020_b547d82c/9870c393-en.pdf
- OECD. *Health at a Glance 2021: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI: 10.1787/ae3016b9-en. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/1/health-at-a-glance-2021_cc38aa56/ae3016b9-en.pdf
- Pine B. J. II, Gilmore J. H. Welcome to the experience economy. *Harvard Business Review*. 1998. Vol. 76, No. 4. P. 97–105. <https://hbr.org/1998/07/welcome-to-the-experience-economy>
- Rosenbaum M. S. Transformative service research: research that matters. *The Service Industries Journal*. 2015. Vol. 35, No. 15–16. P. 801–805. DOI: 10.1080/02642069.2015.1109638. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02642069.2015.1109638>
- Smith M., Puczkó L. *Health, Tourism and Hospitality: Spas, Wellness and Medical Travel*. 2nd ed. London; New York: Routledge, 2014. <https://www.routledge.com/Health-Tourism-and-Hospitality-Spas-Wellness-and-Medical-Travel/Smith-Puczko/p/book/9780415638654>
- Stucki G., Bickenbach J., Gutenbrunner C., Melvin J. Rehabilitation: The health strategy of the 21st century. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2018. Vol. 50, No. 4. P. 309–316. DOI: 10.2340/16501977-2200. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28140419/>
- Vargo S. L., Lusch R. F. Service-dominant logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2008. Vol. 36, No. 1. P. 1–10. DOI: 10.1007/s11747-007-0069-6. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-007-0069-6>
- World Health Organization. *Rehabilitation 2030: A Call for Action*. Geneva: 17. https://www.who.int/docs/default-source/documents/health-topics/rehabilitation/call-for-action/rehab2030meetingreport_plain_text_version.pdf
- World Health Organization. *World health statistics 2020: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. Geneva: 18. <https://digitallibrary.un.org/record/3897953?ln=en>

EFFECTIVENESS OF VR THERAPY USING THE VRNOW SIMULATOR FOR PHANTOM LIMB PAIN FOLLOWING LOWER LIMB AMPUTATION

ЕФЕКТИВНІСТЬ VR-ТЕРАПІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТРЕНАЖЕРА VRNOW ПРИ ФАНТОМНИХ БОЛЯХ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ

Zviriaka O. M.¹, Svyst O. M.², Kerestei V. V.³

¹Sumy State A.S. Makarenko Pedagogical University

²Central Hospital of the Military Medical Directorate of the Security Service of Ukraine

³Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

ORCID: 0000-0001-8618-9665

ORCID: 0009-0007-8441-6765

ORCID: 0000-0002-6614-4010

Abstracts

Under conditions of martial law in Ukraine, a marked increase in the incidence of traumatic amputations has been observed, which highlights the urgent need for effective rehabilitation strategies. Military amputees, despite their high motivation to return to an active and meaningful life, frequently experience pronounced pain syndromes, including residual limb pain and phantom limb pain. The intensity and chronicity of pain may substantially limit physical activity, hinder prosthetic training, and adversely affect psycho-emotional well-being. In this context, effective pain management constitutes a key prerequisite for successful rehabilitation, as pain reduction provides the foundation for functional recovery and reintegration into an active lifestyle. Mirror therapy demonstrates limited clinical effectiveness and is associated with a number of anatomical and motivational barriers. Virtual reality is therefore considered an alternative approach to sensorimotor reintegration, offering enhanced feedback and improved patient compliance. Accordingly, investigation of the effectiveness of VR therapy represents a timely and well-justified direction in contemporary rehabilitation science.

The objective of the study is to demonstrate the effectiveness of VR therapy using the VRNOW simulator in the management of phantom limb pain in patients following lower limb amputation.

Materials and Methods. The study was conducted at the Medical Centre “Path to Health” LLC during 2024–2025 and consisted of two 14-day treatment courses. A total of 36 patients after lower limb amputation participated in the study during the third (pre-prosthetic rehabilitation) and fourth (prosthetic rehabilitation) stages of the rehabilitation process. The mean age of the male participants was 41,2±8 years; all patients were military personnel. Transtibial amputations accounted for 63,9% (n=23) of cases, while transfemoral amputations accounted for 36,1% (n=13). Phantom pain dynamics and quality of life were assessed using the Phantom and Stump Pain Questionnaire (PSPQ), the SF-36 Health Survey, and a pain diary. VR therapy using the VRNOW simulator was administered twice daily, with session durations of 20-30 minutes during Stage III and 35-45 minutes during Stage IV, based on an individualised selection of virtual tasks.

Results. VR therapy resulted in clinically significant improvements across multiple pain parameters. According to the PSPQ (NRS index), the number of patients with moderate residual limb pain decreased from 22 to 6, while 33,3% of patients (n=12) reported complete pain relief (mean score 1,83±0,28; p≤0,001). A substantial reduction was also observed in the number of patients with persistent phantom limb pain (from 30 to 8), with complete pain resolution reported in 44,4% of cases (n=16; mean score 1,44±0,28; p≤0,001). In addition, a marked decrease in persistent phantom sensations was noted, along with the disappearance of intrusive symptoms. Statistically significant improvements were recorded in most SF-36 domains, with the greatest increase observed in the bodily pain scale (BP +28,4 points; p≤0,001), confirming a pronounced analgesic effect. The increase in the Global Health Index (GHI +12,0 points; p≤0,01) reflects a clinically meaningful transition to a higher level of functioning.

Conclusions. The use of VR therapy with the VRNOW simulator in patients after lower limb amputation contributes to the reduction of residual limb pain, phantom limb pain, and phantom sensations through staged sensorimotor stimulation and restoration of neural connections. During Stage III (pre-prosthetic rehabilitation), the application of the Virtual Limb mode, isometric exercises, and virtual interaction with objects facilitates the formation of controlled visuomotor feedback, resulting in reduced pain intensity, attenuation of phantom sensations, and normalisation of perception of the missing limb. During Stage IV (prosthetic rehabilitation), the therapeutic focus shifts towards the restoration of proprioception, gait symmetry, and dynamic balance, which collectively enhance functional capacity and improve quality of life in patients after lower limb amputation.



Keywords: lower limb amputation; pain management; rehabilitation intervention; functional training; virtual reality; military personnel.

В умовах воєнного стану в Україні спостерігається зростання частоти травматичних ампутацій, що актуалізує проблему ефективної реабілітації. Військові ампутанти, попри високу мотивацію до повернення до активного та повноцінного життя, часто стикаються з вираженими больовими проявами, зокрема болем у куксі та фантомним болем. Інтенсивність і хронізація больового синдрому можуть суттєво обмежувати фізичну активність, ускладнювати опанування протеза та негативно впливати на психоемоційний стан. У цьому контексті ефективний менеджмент болю є ключовою умовою успішної реабілітації, оскільки саме зменшення больових відчуттів створює підґрунтя для відновлення функціональності та повернення до максимально активного способу життя. Дзеркальна терапія демонструє обмежену клінічну результативність і має низку анатомічних та мотиваційних бар'єрів. Віртуальна реальність розглядається як альтернативний метод сенсомоторної реінтеграції, що забезпечує розширений зворотний зв'язок і підвищує комплаєнс. Дослідження ефективності VR-терапії є обґрунтованим і своєчасним напрямом сучасної реабілітології.

Мета дослідження полягає у доведенні ефективності VR-терапії із використанням тренажера VRNOW при фантомних болях у пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки.

Матеріали та методи. Дослідження було проведено на базі ТОВ «Медичний центр «Шлях до здоров'я» у період 2024/2025 років. Воно складалося з двох курсів по 14 днів. У дослідженні взяли участь 36 пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки, які перебували на третьому «допротезна реабілітація» та четвертому «протезування» етапах реабілітації. Середній вік чоловіків становив $41,2 \pm 8$ років. Частка військових після ампутації складала 100% ($n=36$). Серед них трансгібіальний рівень ампутації виконано у 63,9% ($n=23$) пацієнтів, а трансфеморальний – 36,1% ($n=13$). Для оцінки динаміки фантомного болю та якості життя використано шкалу PSPQ, опитувальник SF-36 та щоденник болю. VR-терапія із використанням тренажера VRNOW застосовувалася 2 рази на день по 20-30 хв занять на III етапі реабілітації та 35-45 хв на IV етапі реабілітації і передбачала індивідуалізований підбір віртуальних завдань.

Результати дослідження. Проведена VR-терапія дозволила досягти клінічно значущих змін різних проявів болю. За шкалою PSPQ у контексті показника NRS скоротилася кількість пацієнтів із помірним болем у куксі з 22 до 6 осіб, а 33,3% осіб ($n=12$) відзначили повну відсутність болю (середній показник склав $1,83 \pm 0,28$ балів ($p \leq 0,001$)). Відзначено значне зменшення пацієнтів (з 30 до 8 осіб) із постійним фантомним болем, а у 44,4% осіб ($n=16$) біль повністю зник (середній показник склав $1,44 \pm 0,28$ балів ($p \leq 0,001$)). Також спостерігалось помітне зменшення (з 28 до 6 осіб) постійних фантомних відчуттів у пацієнтів та зникнення нав'язливих проявів. Відбулося статистично значуще покращення більшості показників за опитувальником SF-36, де найбільший приріст відзначено за шкалою болю (BP +28,4 бали; $p \leq 0,001$), що підтверджує чіткий анальгетичний ефект. Приріст загального індексу якості життя (GHI +12,0 балів; $p \leq 0,01$) відображає клінічно значущий перехід до вищого рівня функціонування.

Висновки. Застосування VR-терапії із використанням тренажера VRNOW для пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки сприяє зменшенню болю у куксі, фантомного болю та фантомних відчуттів шляхом поетапної сенсомоторної стимуляції й відновлення нейронних зв'язків. На III етапі (допротезна реабілітація) використання режиму Virtual Limb, ізометричних вправ і віртуальної взаємодії з об'єктами допомагає сформувати контрольований візуально-моторний зворотний зв'язок. Завдяки цьому знижується інтенсивність болю, фантомних відчуттів і нормалізується сприйняття втраченої кінцівки. На IV етапі (протезування) акцент переноситься на відновлення пропріорецепції, симетрії ходи та динамічного балансу, що в сукупності підвищує функціональну спроможність і якість життя пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки.

Ключові слова: ампутація нижньої кінцівки, менеджмент болю, реабілітаційне втручання, функціональне тренування, віртуальна реальність, військовослужбовці.

Introduction. The conditions of the full-scale war in Ukraine have led to a substantial increase in the number of combat-related injuries and traumas, particularly severe limb injuries that frequently result in amputation [1, 2]. At the same time, official statistics on the total number of amputations remain closed to public access. Nevertheless, according to annual data released by the Ministry of Health of Ukraine for January-August 2023, approximately 24,000 amputations were performed during this period. The *Wall Street Journal* reports that nearly 50,000 Ukrainians have lost one or more limbs since the beginning of the war [21]. According to a Protez Hub survey involving 567 respondents, 89,7% had lower limb amputations. Additional research indicates that the ratio of upper to lower limb amputations is approximately 35% to 65%, respectively [25].

Amputation at various limb levels represents a major surgical intervention that significantly affects patients'

quality of life, physical condition, mobility, and mental health [3, 7]. In modern medicine, the primary goal is not only to save the patient's life following amputation, but also to ensure conditions for the most complete possible physical and social rehabilitation. A crucial role in this process is played by clinical rehabilitation management, which encompasses comprehensive postoperative care, early initiation of rehabilitation measures, individualised prosthetic fitting, and the provision of psychosocial support to patients [5].

Ensuring high-quality medical care and comprehensive rehabilitation for military personnel and civilians affected by hostilities is a key prerequisite for their return to active life and restoration of functional independence [6, 28].

A substantial proportion of patients after limb amputation face significant physical, psychological, and social challenges. Military amputees, in particular, often strive not

merely for recovery, but for a return to a maximally active and meaningful life. For many of them, this is a matter of identity, dignity, and the continuation of service [4].

One of the most common early postoperative complications is phantom limb pain (PLP), localised in the area of the removed limb. Phantom pain develops in up to 90% of amputees, corresponding to approximately 198,743 patients within the total population of individuals with amputations [19]. International data, including analyses from the United States, indicate that children account for approximately 1,6% of all individuals with amputations; however, these data reflect peacetime conditions. In the context of martial law in Ukraine, the aetiological structure differs substantially, with a significant proportion of injuries resulting from mine explosions and other traumatic mechanisms, which increases the risk of amputation among children. Taking this into account, an expert assumption has been made that children may constitute approximately 5% of the total population of patients with amputations in Ukraine. Accordingly, the proportion of adults (95%) is considered an adjusted estimate that more accurately reflects the target adult population in the Ukrainian wartime context [29].

The relevance of the present study is further supported by the need to develop individualised and effective rehabilitation strategies that enable patients after amputation not only to adapt to bodily changes, but also to live without pain. Scientific evidence suggests that mirror therapy (MT) achieves a clinically meaningful effect in only about 20% of cases of phantom limb pain [23]. Although some studies demonstrate short-term pain reduction with MT, this approach has substantial limitations for a considerable proportion of patients, which reduce its effectiveness or feasibility. Anatomical and technical barriers include high-level amputations, bilateral amputations (absence of a “mirror” limb), as well as contractures or deformities that prevent the creation of a valid visuomotor illusion. Patient-related factors are also important, including low engagement and adherence, as well as reduced motivation due to the monotony of exercises. Under such conditions, virtual reality (VR) is considered a justified second-line approach to sensorimotor rehabilitation. VR reproduces and enhances mechanisms of sensorimotor reintegration, does not require an intact contralateral limb, provides richer sensory feedback, and typically increases patient engagement through gamification and personalisation of scenarios. VR therapy is therefore advisable in cases of ineffective or impractical mirror therapy, in the presence of anatomical limitations (high-level or bilateral amputations), or in situations of low adherence where increased motivation and compliance are required [20, 23].

Thus, investigating the effectiveness of VR therapy for phantom limb pain is highly relevant, as it addresses the urgent need for novel rehabilitation approaches that take into account the specific characteristics of interventions at the pre-prosthetic rehabilitation stage and during preparation for subsequent prosthetic fitting.

The objective of the study is to demonstrate the effectiveness of VR therapy using the VRNOW simulator in the management of phantom limb pain in patients following lower limb amputation.

Materials and Methods. According to current research findings, the aetiology of phantom limb pain (PLP) is

complex and multifactorial. Central mechanisms, primarily involving structural and functional changes within the brain, play a leading role in its development; however, peripheral and psychological factors also contribute to symptom formation. Contemporary data support the hypothesis that PLP develops as a consequence of cortical reorganisation following amputation. The loss of sensory input to cortical areas corresponding to the amputated limb allows adjacent regions to occupy this representational space, resulting in abnormal processing of sensory stimuli. Such adaptive neural changes underlie the emergence of the phantom limb pain phenomenon [24].

According to the ICD-10 classification (NC 025:2021), phantom limb pain is coded as G54.6 – *Phantom limb syndrome with pain*. This code is applied to clinical conditions characterised by pain sensations localised in the absent (amputated) limb. The condition is classified within class G00-G99 *Diseases of the nervous system*, category G54 *Nerve root and plexus disorders*. For post-amputation pain, the generally accepted duration criterion of ≥ 3 months is applied: pain that persists or recurs for more than three months is classified as chronic. Such a clinical course requires a multimodal treatment strategy with an emphasis on sensorimotor interventions and rational pharmacotherapy [17].

Pharmacotherapy for PLP after amputation is largely based on principles used in the treatment of neuropathic pain; however, the volume of condition-specific evidence for this nosology remains limited [10, 12]. Studies evaluating the effectiveness of mirror therapy (MT) demonstrate a substantial reduction in pain intensity, ranging from 64,5% to 68,2%, both in groups performing phantom motor execution and in those engaging in phantom motor imagery [20]. Nevertheless, the quality of evidence varies, and optimal treatment protocols remain undefined [24]. Graded motor imagery includes limb laterality recognition, explicit motor imagery, and mirror therapy, with clinical implementation varying considerably among practitioners. In routine practice, clinicians commonly recommend compression garments, desensitisation techniques, and structured physiotherapy as adjunctive measures [26]. Overall, these findings indicate the absence of unified standardised clinical protocols, with treatment often delivered on an empirical basis and supported by varying levels of evidence. An algorithmic approach typically involves the sequential addition of interventions, progressing from basic to more specialised methods [24].

Given that mirror therapy is a traditional and accessible method for the treatment of PLP in patients after lower limb amputation, it is most commonly applied as the standard non-pharmacological approach during the early stages of rehabilitation. Its widespread use is attributed to ease of implementation, low cost, and the presence of some evidence of clinical effectiveness, largely derived from small randomised and uncontrolled studies [23]. However, based on our clinical observations, MT is currently perceived as a method with substantial limitations. The realism of visual feedback is insufficient, as mirror reflection produces only a partial illusion of limb presence, while the patient remains “anchored” to the real environment, reducing the immersive effect. The configuration of the mirror box is technically inconvenient, and variations in residual limb length complicate positioning, further increasing sensory

incongruence and discomfort. Patient engagement is typically low, with the procedure perceived as monotonous and routine – an issue that is particularly pronounced in military patients experiencing high psychological burden.

According to the clinical pathway of patients with limb amputation, the third stage – *pre-prosthetic rehabilitation* – is specifically designated for the treatment of PLP. At this stage, following complete healing of postoperative scars and reduction of oedema, when the patient transitions to active development of motor functions, VR therapy for PLP may be integrated as an additional non-pharmacological intervention. The entry point for VR intervention corresponds to the moment when the condition of the residual limb permits the initiation of intensive rehabilitation, including targeted treatment of phantom limb pain.

This study constitutes original research. A total of 36 patients after lower limb amputation were enrolled, all of whom were undergoing rehabilitation at the third (*pre-prosthetic rehabilitation*) and fourth (*prosthetic rehabilitation*) stages. The mean age of the male participants was 41.2 ± 8 years. Military personnel constituted 100% of the study sample ($n=36$), among whom transtibial amputations were performed in 63,9% of patients ($n=23$), and transfemoral amputations in 36,1% ($n=13$). Based on these characteristics, inclusion, exclusion, and withdrawal criteria were defined (Table 1).

The study methodology was grounded in the principles of evidence-based medicine and employed validated assessment instruments (scales and questionnaires) alongside parametric statistical methods, specifically the Student's *t*-test for paired samples. This approach enabled a detailed analysis of the dynamics of phantom limb pain (PLP) changes in patients during the rehabilitation intervention. Patient assessment was conducted using the standardised Phantom and Stump Pain Questionnaire (PSPQ), the Short Form Health Survey (SF-36), and a pain diary.

The PSPQ is a specialised tool designed for the multidimensional assessment of patients after amputation and allows differentiation and quantitative evaluation of three distinct types of sensations: phantom limb pain (PLP), phantom limb sensations (PLS), and residual limb pain

(RLP). Unlike general pain scales, the PSPQ provides clearer differentiation between phantom pain and phantom sensations, which is critical for selecting an appropriate treatment strategy (e.g. VR therapy versus pharmacotherapy). The PSPQ enables comprehensive evaluation of pain intensity, frequency, and qualitative characteristics, as well as its impact on daily activities and sleep. The questionnaire includes both current and retrospective pain assessment blocks, together with sensory descriptors for the characterisation of painful and non-painful sensations. Within the PSPQ framework, the intensity of PLP and PLS is based on the patient's subjective rating from 0 to 10 on the Numerical Rating Scale (NRS), where 0 indicates no pain; 1-3 mild pain (minimal interference with activities); 4-6 moderate pain (affecting concentration and sleep); and 7-10 severe or very severe pain requiring immediate pharmacological intervention. For the most accurate clinical interpretation, clinicians recommend using the PSPQ in conjunction with a pain diary throughout the rehabilitation course. The diary is completed twice daily (morning and evening) and includes the following components: type of sensation (PLP, PLS, RLP), pain intensity (1-10 points), duration (minutes, hours, constant), pain triggers (weather, stress, touch, prosthesis), and pain relief method (VR therapy, pharmacotherapy) [8, 15, 27].

The SF-36 questionnaire assesses quality of life across eight key domains, divided into physical and psychological components. Each of the eight domains contains questions related to general health, physical functioning, role limitations due to physical health, role limitations due to emotional problems, social functioning, pain intensity, vitality, mental health, social activity, and perceived health status. Scoring in the SF-36 is relatively complex, as each response is assigned a score ranging from 0 to 100, and some items are reverse-coded (e.g. "never" corresponds to 100 points, whereas "always" corresponds to 0 points). Interpretation of results is as follows: 0-40 points indicate a low level (significant limitations), 41-60 points a moderate level (typical for individuals with chronic conditions or age-related changes), and 61-100 points a high level (good quality of life) [11, 22].

Table 1

Inclusion, Exclusion, and Withdrawal Criteria for Patients after Lower Limb Amputation

Inclusion criteria	Exclusion criteria	Withdrawal criteria
Age 35-45 years. Unilateral lower limb amputation at the transtibial or transfemoral level. Presence of persistent phantom sensations and/or pain. Complete healing of the postoperative wound, residual limb formation, preparation for prosthetic fitting (Stage III – pre-prosthetic rehabilitation). Initial or active stage of gait training with a prosthesis (Stage IV – prosthetic rehabilitation). Ability to understand instructions; absence of severe cognitive impairment.	Epilepsy, seizure disorders, or pronounced cybersickness (motion sickness in virtual environments). Severe decompensated cardiovascular diseases, acute infectious diseases, or psychiatric disorders. Presence of unhealed open wounds, pronounced contractures, or inflammatory processes in the residual limb that restrict movement. Severe uncorrected visual impairment or vestibular disorders preventing the use of a VR headset.	Patient refusal to continue participation at any stage without explanation. Occurrence of adverse effects such as severe headache, nausea, or dizziness following VR therapy sessions. Need for repeat surgery (re-amputation) or development of acute intercurrent illnesses. Missing more than 20-30% of scheduled VR therapy sessions.

Statistical data processing was performed using the Statistica 13.0 software package (StatSoftInc., licence No. JPZ8041382130ARCN10-J), with calculation of the following parameters: $\bar{x}$ – arithmetic mean; S – standard error of the mean; t – significance criterion for normally distributed samples of equal size. Differences were considered statistically significant at $p < 0,05$.

The study was conducted in accordance with the principles of bioethics outlined in the Declaration of Helsinki *Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects* and the *Universal Declaration on Bioethics and Human Rights* (UNESCO). Accordingly, patients after amputation were provided with comprehensive information regarding the nature and scope of the rehabilitation intervention. All participants gave written informed consent to take part in the study; the consent form was reviewed and approved by the Biomedical Ethics Committee of the Medical Centre “Path to Health” LLC (Protocol No. 23, dated 28 October 2024). The study design excluded any possibility of patient identification, thereby ensuring compliance with ethical standards, patient rights, and confidentiality. Rehabilitation was delivered within the framework of the Medical Guarantees Package No. 53, *Medical Rehabilitation for Adults and Children in Inpatient Settings*, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 15 December 2023, No. 1503.

Rehabilitation care was provided on the basis of predefined strategies, principles, goals, and objectives, taking into account the functional status of patients after amputation, their rehabilitation potential, and adherence to established rehabilitation levels and stages. A patient-centred approach to rehabilitation intervention for amputees encompassed the following components: information provision, participation, partnership, collaboration, self-management, and shared goal setting.

The study was conducted at the Medical Centre “Path to Health” LLC and consisted of two 14-day courses during the 2024/2025 period, with the involvement of a multidisciplinary specialist team operating under patient-centred care principles. The study was designed to evaluate the effectiveness of VR therapy using the VRNOW simulator (Declaration of Conformity No. 1 dated 21 October 2024) in patients with phantom limb pain following lower limb amputation. The rehabilitation programme was individualised for each patient based on examination findings in accordance with the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Standard rehabilitation measures were implemented in line with clinical guidelines. Daily patient sessions lasted between 20 and 45 minutes, depending on the rehabilitation stage.

Table 2

Software Components and Description of the Rehabilitation Intervention for Patients after Lower Limb Amputation

Intervention stages		Types of virtual interventions		
Stage III – Pre-prosthetic rehabilitation 14 days, 20-30 min twice daily	Stage IV – Prosthetic rehabilitation 14 days, 35-45 min twice daily	Game-based tasks	Dynamic movement and obstacle navigation	Daily-life and cognitive scenarios
Detailed description of interventions				
“Virtual Limb” mode: the patient sees a virtual leg and attempts to perform simple movements; the brain receives a visual signal that the limb “exists” and is “controllable”, disrupting the maladaptive phantom pain loop.	Gait symmetry training: the patient sees both limbs in VR and aligns step length using visual cues generated by the system, which analyses step length and prosthetic stance time.	Football: the patient sees the virtual limb and kicks a ball. At Stage III this trains phantom motor control; at Stage IV it requires weight transfer onto the supporting limb and balance control during the swing phase.	“Park / Forest”: walking along uneven paths where the system simulates different surfaces, requiring adaptation of step length and reaction speed (especially relevant at Stage IV with a prosthesis).	“Kitchen” or “Public space”: orientation in confined environments involving turning on the prosthesis, reaching objects on shelves, and manoeuvring between furniture.
Isometric exercises: muscle contraction of the residual limb in a gamified format (e.g., “pressing” a virtual button with the virtual foot).	Dynamic balance: tasks requiring centre-of-mass displacement (e.g., avoiding obstacles).	Basketball: vertical balance training; reaching for the ball and throwing it into a basket (stimulates centre-of-mass shift).	Object avoidance: trunk leaning to avoid virtual objects.	Object collection: precision tasks using the “phantom” or prosthetic limb to improve proprioception.
Desensitisation: virtual interaction with objects (pushing a ball, tactile contact).	Environmental adaptation: walking on different virtual surfaces.	Running: coordinated movements of upper and lower limbs.	Stepping over objects: negotiating virtual obstacles.	Entertainment: gamified patient engagement.



Figure 1. Application of VR therapy using the VRNOW simulator

The VR therapy methodology using the VRNOW simulator is based on principles of neuroplasticity and the visual substitution approach (Mirror Therapy 2.0). Prior to intervention, baseline assessment of phantom limb pain intensity, residual limb range of motion, and psycho-emotional status was performed. Patients were fitted with a VR headset and a system of motion sensors (trackers). Trackers were attached to the intact limb and to the residual limb (socket interface) to enable accurate spatial motion tracking. The system generated a personalised three-dimensional body model of the patient, in which a virtual limb appeared at the site of amputation (Table 2).

When working with phantom limb pain (PLP), the physical therapist seeks to convince the patient's brain that the limb is intact, relaxed, and under voluntary control. The primary objective is not functional training, but rather the "reprogramming" of neural connections within the cerebral cortex, which enables attenuation of the phantom pain syndrome.

The core feature of VR therapy is the creation of an illusion that the amputated limb is once again present and functioning. A synchronisation process occurs in which the patient moves the residual limb while simultaneously observing, through the VR headset, a fully formed virtual limb performing the corresponding movement. The brain thus receives the visual confirmation of movement that is otherwise absent. This process resolves the conflict between visual input and proprioceptive feedback, which is considered a key mechanism underlying phantom limb pain. The therapist may additionally apply synchronous tactile stimulation to the patient's residual limb at the moment when the patient observes contact with the virtual limb in the VR environment. This further enhances the sense of limb "ownership". VR therapy is preferably conducted in relaxing virtual environments in order to reduce overall stress levels, which are known to exacerbate pain (Figure 1).

The VR system is utilised to stimulate motor recovery, visuospatial orientation, reduction of phantom limb pain, and psycho-emotional adaptation. Under these conditions, a relevant clinical comparator in the form of an alternative second-line non-pharmacological technology is effectively absent. Accordingly, no formal comparator was employed,

and VR therapy was considered as an independent therapeutic option targeting a clearly defined patient population with phantom limb pain who demonstrate low motivation for mirror therapy [9, 14, 18, 20, 23].

Results. At the initiation of VR therapy, patients after lower limb amputation reported residual limb pain. According to the Numerical Rating Scale (NRS), pain intensity was moderate in 61,1% of cases (n=22) and mild in 38,9% (n=14). Following completion of the treatment course, complete absence of pain was observed in 33,3% of patients (n=12), indicating a high therapeutic effectiveness of VR therapy. The number of patients with moderate pain decreased almost fourfold (from 22 to 6 individuals). The remaining 50% of patients (n=18) shifted to the "mild pain" category, indicating a transition of the pain syndrome to a controlled, low-intensity form (Table 3).

Analysis of the frequency of pain episodes demonstrated a substantial prolongation of remission periods. Prior to VR therapy, the majority of patients (66,6%, n=24) experienced pain on a daily basis (constantly or several times per day). After the intervention, infrequent pain episodes became the dominant category, observed in 47,2% of patients (n=17), while the number of cases of constant pain decreased by 97,2% (to n=1). The most pronounced positive changes were observed in the "cutting" and "burning" pain descriptors, which decreased three- to fourfold. As these sensations are often associated with a neuropathic pain component, their reduction supports the hypothesis of sensorimotor cortical "reprogramming" mediated by visual feedback in VR. Complaints of "pressing" pain decreased by 53% and "pulsating" pain by 57%, which correlated with reduced pain intensity and decreased muscle tension in the residual limb, likely resulting from immersive relaxation within the virtual environment. These findings support the recommendation to incorporate VR therapy into standard pre-prosthetic preparation protocols, as reduction of local residual limb pain is a critical factor for successful prosthetic training.

As VR therapy acts directly on neural networks within the brain, the dynamics of phantom limb pain (PLP) were generally more pronounced than those observed for residual limb pain (RLP) (Table 4).

Table 3

Residual Limb Pain (RLP) Indicators According to the PSPQ

Descriptors	Indicators	
	Before VR therapy (n=36)	After VR therapy (n=36)
Do you experience pain in the residual limb? (absolute numbers)		
Yes	26	10
No	0	12
Sometimes	10	14
Pain intensity according to the NRS (absolute numbers)		
No pain (0 points)	0	12
Mild pain (1-3 points)	14	18
Moderate pain (4-6 points)	22	6
Severe pain (7-10 points)	0	0
Pain frequency (absolute numbers)		
Constant	8	1
Several times a day	16	5
Several times a week	12	13
Less frequently	0	17
Pain characteristics* (absolute numbers)		
Pulsating	14	6
Cutting	8	2
Pressing	15	7
Burning	6	2

Note: * The total number under pain-character descriptors may exceed 36, as patients could report more than one type of sensation simultaneously.

Table 4

Phantom Limb Pain (PLP) Indicators According to the PSPQ

Descriptors	Indicators	
	Before VR therapy (n=36)	After VR therapy (n=36)
Do you experience pain in the absent part of the limb? (absolute numbers)		
Yes	30	8
No	0	16
Sometimes	6	12
Pain intensity according to the NRS (absolute numbers)		
No pain (0 points)	0	16
Mild pain (1-3 points)	12	16
Moderate pain (4-6 points)	24	4
Severe pain (7-10 points)	0	0
Duration of pain episodes (absolute numbers)		
Seconds	10	21
Minutes	18	10
Hours	8	5
Constant	0	0
Pain characteristics* (absolute numbers)		
Shooting	18	8
Burning	15	6
Constricting	12	5
Tearing	9	1

Note: * The total number under pain-character descriptors exceeds 36, as phantom limb pain is often mixed in nature.

Table 5

Phantom Limb Sensation (PLS) Indicators According to the PSPQ

Descriptors	Indicators	
	Before VR therapy (n=36)	After VR therapy (n=36)
Nature of sensations* (absolute numbers)		
Tingling / itching	14	18
Warmth / cold	10	12
Sensation of movement (kinaesthesia)	6	24
Sensation of position (static)	22	4
Phantom geometry (absolute numbers)		
Natural length and shape	12	28
“Telescoping” (shortening)	16	6
Distortion of shape	8	2
Do you feel the phantom limb? (absolute numbers)		
Yes (constantly)	28	6
No	0	4
Sometimes (episodically)	8	26
Intensity / clarity of sensations (absolute numbers)		
Weak / barely noticeable	4	22
Moderate	20	10
Pronounced / intrusive	12	0

Note: * Patients often reported more than one type of sensation simultaneously.

Table 6

Dynamics of SF-36 Quality of Life Questionnaire Indicators

SF-36 descriptor	Before VR therapy (n=36)	After VR therapy (n=36)	Increase	Significance level
BP (Bodily Pain)	28,4 ± 10,2	56,8 ± 8,4	28,4	≤ 0,001
MH (Mental Health)	32,5 ± 9,6	58,2 ± 7,5	25,7	≤ 0,001
RE (Role-Emotional)	30,2 ± 15,4	54,5 ± 12,1	24,3	≤ 0,01
RP (Role-Physical)	12,0 ± 8,2	30,5 ± 10,3	18,5	≤ 0,05
PF (Physical Functioning)	20,5 ± 7,8	38,0 ± 9,2	17,5	≤ 0,05
VT (Vitality)	35,0 ± 11,3	51,0 ± 9,4	16,0	≤ 0,05
SF (Social Functioning)	38,6 ± 12,5	52,0 ± 10,8	13,4	≤ 0,05
GH (General Health)	41,2 ± 10,1	48,6 ± 8,9	7,4	≥ 0,05
GHI (Global Health Index)	38,0 ± 11,2	50,0 ± 9,0	12,0	≤ 0,01

Following VR therapy, the proportion of patients reporting “no pain” for phantom limb pain (PLP) reached 44,4% (n=16) among individuals after lower limb amputation. This finding supports the concept that VR represents a pathogenetically oriented treatment for phantom phenomena, as it modulates central mechanisms of neuroplasticity by effectively “deceiving” the brain. Concurrently, the number of patients with moderate PLP decreased sixfold (from 24 to 4 individuals), indicating a high sensitivity of cortical centres to visual stimulation. A substantial reduction in pain duration was also observed, with 58,3% (n=21) of patients experiencing pain episodes lasting only seconds. This enabled a marked reduction in analgesic dosage and indicates the capacity of VR therapy to prolong pain-free remission periods and reduce overall nervous system sensitisation. The most pronounced positive dynamics were observed for neuropathic descriptors such as burning, constricting, and tearing pain, with only 22,2% (n=16) of patients reporting shooting pain, which further

confirms the effectiveness of VR in suppressing abnormal paroxysmal activity within the sensorimotor cortex.

In contrast to pain, phantom limb sensations (PLS) often did not disappear completely during the study, but rather underwent qualitative transformation, becoming less intrusive, more controllable, or changing in character. Prior to VR therapy, the majority of patients (n=22) described the phantom limb as being “fixed” in a specific, often uncomfortable position (Table 5).

One of the most distinctive outcomes of the VR intervention was a qualitative transformation of PLS, whereby the number of patients experiencing voluntary movement of the phantom limb increased fourfold (from 6 to 24 individuals), indicating restoration of a dynamic neural representation of the limb. VR technologies also helped to overcome the telescoping effect (shortening of the phantom limb) and limb deformation, restoring the sensation of natural limb length in 77,7% (n=28) of patients. Prior to therapy, 12 patients described their sensations as pronounced and intrusive, interfering with concentration; following the

VR course, such complaints disappeared completely, while 61,1% (n = 22) of patients reported sensations that shifted to the category of weak or barely noticeable. An increase in mild tingling (paraesthesias) accompanied by pain reduction is often interpreted as a substitution of pathological pain with neutral sensory noise, which represents a favourable prognostic sign. Importantly, phantom sensations did not merely diminish, but transformed from static and intrusive to dynamic and controllable, thereby restoring the brain's proprioceptive body map, which is fundamental for subsequent prosthetic control.

Analysis of patients' daily pain diaries revealed patterns that are not always evident during single-time PSPQ assessments. Morning recordings were predominantly characterised by complaints of residual limb pain (RLP) and PLP, with RLP often associated with morning oedema and initial contact with the prosthetic socket. Evening recordings demonstrated a peak in PLP, correlating with accumulated fatigue and psycho-emotional exhaustion. Notably, patients reported the greatest effectiveness of VR therapy in the evening as a means of rapid relief from acute pain episodes. Among the main pain triggers identified by patients were: for RLP, prosthesis use and tactile contact in 85% of cases; for PLP, weather conditions and stress in 70% of cases. PLP were most frequently reported at rest, when the brain was not receiving other intense sensory input. According to diary data, 77,7% of patients (n=28) reported that VR therapy completely replaced the use of "rescue" doses of analgesics during evening phantom pain attacks. For RLP, the best outcomes were achieved through a combination of VR therapy and mechanical unloading. As a result of VR training, the average duration of phantom pain episodes decreased from 45-60 minutes to 10-15 minutes. Patients noted in their diaries that following VR sessions the "phantom limb relaxes" and pain transforms into mild tingling. The diary-based monitoring method confirmed that VR therapy is not only a cumulative intervention, but also an effective tool for acute self-management of pain.

Based on baseline SF-36 questionnaire data, the group's Global Health Index (GHI) was $38,0 \pm 11,2$ points, corresponding to the upper limit of a low quality-of-life level. The primary factors contributing to the reduced overall score were critically low values for Physical Functioning (PF) ($20,5 \pm 7,8$ points) and Role-Physical (RP) ($12,0 \pm 8,2$ points), whereas patients' Mental Health (MH) remained relatively stable, which constitutes a positive indicator for further rehabilitation (Table 6).

Following completion of the rehabilitation intervention, patients demonstrated a positive dynamic in the physical component of quality of life, which was directly associated with the initial successful acquisition of prosthetic use skills. At this stage, patients gradually transitioned from a state of functional limitation to functional capability. In particular, significant improvements were observed in the physical domains (PF and RP): Physical Functioning (PF) increased by 17,5 points ($p \leq 0,05$), indicating the onset of confident prosthetic use at the level of basic skills, while Role-Physical (RP) increased by 18,5 points ($p \leq 0,05$), reflecting partial restoration of the ability to perform everyday activities. These findings provide direct evidence of the effectiveness of VR therapy in domains related to dynamic mobility and activities of daily living, where patients were not merely

fitted with a prosthesis but were actively trained to perform routine tasks using it.

Pain management outcomes demonstrated the largest improvement in the Bodily Pain (BP) domain, with an increase of 28,4 points, indicating effective relief of phantom limb pain and residual limb discomfort ($p \leq 0,001$). The Mental Health (MH) score increased by 25,7 points ($p \leq 0,001$), suggesting attenuation of depressive tendencies and the formation of a positive psychological orientation towards recovery. This indicates a stabilisation of the overall mental state of the group, with a marked reduction in depressive episodes. The combined reduction in pain intensity and improvement in mental health created a foundation for the successful acquisition of more complex prosthetic gait skills, which is reflected in the observed increases in physical functioning scores.

A substantial improvement was also observed in Role-Emotional (RE) functioning, which increased by 24,3 points ($p \leq 0,01$), confirming that stabilisation of the psycho-emotional state enabled patients to return to productive activity. Correction of the depressive background showed a direct correlation with successful mastery of prosthetic use.

The incorporation of VR methods into the rehabilitation intervention structure resulted in a statistically significant increase in the Global Health Index (GHI) by 12,0 points (from 38,0 to 50,0 points; $p \leq 0,01$), indicating a transition from a low to a moderate level of overall functioning. This increase of 12,0 points is clinically meaningful and suggests that patients moved from a stage of "passive treatment" to one of "active functional adaptation." Visualisation of the absent limb in virtual space generates strong visual afferentation that counteracts pathological sensory convergence within the cerebral cortex, thereby disrupting the maladaptive "pain-expectation-pain" cycle. The reduction in pain following intervention indicates a stable analgesic effect in the majority of patients. Furthermore, VR therapy provides an immersive experience that allows patients to psychologically distance themselves from the traumatic experience of amputation. Engagement in gamified virtual tasks activates the dopaminergic reward system, which is critically important for overcoming apathy and anhedonia.

Discussion. The results of the present study indicate the promising potential of VR therapy using the VRNOW simulator in the management of phantom limb pain in patients after lower limb amputation. The findings support the hypothesis that VR-based intervention may be considered a justified second-line non-pharmacological treatment option for patients with insufficient response to standard therapy. This approach is aimed at modifying sensorimotor mechanisms of pain and combines targeted reduction of phantom limb pain with training of motor control and preparation of the residual limb for functional loading. Thus, VR therapy does not replace conventional treatment modalities, but rather sequentially complements them, offering a rational next step in cases where first-line interventions prove inadequate. Such an approach allows a reduction in the need for escalation of pharmacotherapy, including opioid analgesics, and provides a structured, protocol-based second-line option specifically for patients with the highest clinical need.

Considering the clinical care pathway for patients after lower limb amputation, VR therapy is most appropriately

integrated at the pre-prosthetic rehabilitation stage, following complete scar healing and stabilisation of the residual limb, in cases where phantom limb pain persists and is insufficiently controlled by standard approaches. At this stage, pain reduction, restoration of motor control, and adaptation to functional loading are critical prerequisites for subsequent prosthetic fitting. Importantly, the introduction of VR therapy does not alter the fundamental structure of the rehabilitation pathway, but rather adds a novel therapeutic tool within an already established clinical stage, thereby reducing organisational barriers and facilitating practical implementation in contemporary healthcare settings. In particular, the positive dynamics observed in PSPQ scores and SF-36 outcomes indicate a reduction in manifestations of all three types of sensations (PLP, PLS, and RLP) alongside an overall improvement in quality of life among patients after lower limb amputation.

Notably, the results obtained are consistent with previous studies demonstrating beneficial effects of VR therapy in patients after lower limb amputation (E. Ambron et al., 2021; A. S. Eldaly et al., 2022; E. Keesom et al., 2025) [9, 14, 18].

However, the available international literature is largely limited to isolated case series, small cohort observations, and pilot studies, frequently characterised by heterogeneous intervention protocols, varying pain assessment scales, and divergent inclusion criteria. Well-designed, prolonged courses of VR therapy specifically targeting phantom limb pain of the lower extremities remain scarce, and existing studies do not provide a high level of evidence regarding comparative effectiveness or long-term outcomes within clearly defined clinical subgroups. A distinctive feature of the present study is its focus on the third (pre-prosthetic rehabilitation) and fourth (prosthetic rehabilitation) stages following amputation, where experience with VR therapy using the VRNOW simulator remains limited [13, 16].

In the Ukrainian context, the integration of VR into the rehabilitation process is particularly relevant, as the challenge is compounded by the rapid increase in the number of patients with amputations during martial law, a substantial proportion of whom suffer from phantom limb pain. The development of chronic pain syndromes in this population has not only clinical but also pronounced social and economic consequences: persistent pain limits rehabilitation potential, complicates return to daily activities, reduces opportunities for professional reintegration, and increases demand for medical and social resources.

Conclusions. The proposed VR therapy using the VRNOW simulator for patients after lower limb amputation demonstrates a targeted effect in reducing residual limb pain, phantom limb pain, and phantom limb sensations through staged sensorimotor stimulation and restoration of neural connections. During Stage III (pre-prosthetic rehabilitation), the use of the *Virtual Limb* mode, isometric exercises, and virtual interaction with objects facilitates the formation of controlled visuomotor feedback. This contributes to disruption of the pathological phantom pain cycle, reduction of residual limb hypersensitivity through desensitisation, and gradual integration of the “virtual limb” into the patient’s body schema. As a result, the intensity of phantom sensations decreases and perception of the missing limb becomes normalised.

During Stage IV (prosthetic rehabilitation), the therapeutic focus shifts towards restoration of proprioception, gait symmetry, and dynamic balance. Virtual scenarios involving adaptation to different surfaces, obstacles, and spatial tasks activate sensorimotor integration mechanisms, promote more precise prosthetic control, and reduce pain manifestations associated with residual limb overload. Training of weight transfer, centre-of-mass displacement, and movement accuracy enhances deep sensory perception and restores adequate proprioceptive feedback.

Final outcomes for residual limb pain assessed using the PSPQ within the NRS framework demonstrated a reduction in the number of patients with moderate pain from 22 to 6, while 33,3% of respondents ($n = 12$) reported complete absence of pain, with a mean score of $1,83 \pm 0,28$ points ($p \leq 0,001$). A significant reduction was observed in the number of patients with persistent phantom limb pain, from 30 to 8 individuals, while in 44,4% of respondents ($n=16$) pain resolved completely, with a mean score of $1,44 \pm 0,28$ points ($p \leq 0,001$). Short-term pain episodes predominated over prolonged ones, and the frequency of neuropathic pain characteristics decreased substantially. A pronounced reduction in persistent phantom sensations was also observed, from 28 to 6 patients, with complete resolution of intrusive manifestations. The proportion of episodic and weak sensations increased. Normalisation of the phantom limb representation was achieved: the number of cases with a natural limb shape increased from 12 to 28, while manifestations of telescoping and distortion decreased markedly, indicating improved sensorimotor integration.

The study results demonstrated statistically significant improvements across most SF-36 domains. The greatest increase was observed in the Bodily Pain domain (BP +28,4 points; $p \leq 0,001$), confirming a pronounced analgesic effect. Substantial improvements were also noted in Mental Health (MH +25,7 points; $p \leq 0,001$) and Role-Emotional functioning (RE +24,3 points; $p \leq 0,01$), indicating stabilisation of the emotional state.

Positive dynamics in physical domains (PF +17,5 points; RP +18,5 points; $p \leq 0,05$) confirm successful prosthetic mastery and increased independence in activities of daily living. The Global Health Index (GHI) increased by 12,0 points ($p \leq 0,01$), reflecting a clinically meaningful transition to a higher level of functioning and further confirming the effectiveness of VR therapy.

Thus, the incorporation of VR technologies into a structured rehabilitation programme constitutes an effective tool for reducing residual limb pain, correcting phantom limb pain and phantom sensations, and restoring proprioception, which collectively enhances functional capacity and quality of life in patients after lower limb amputation.

Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest.

Bibliography

1. Бочкова Н, Пеценко Н, Сатановська К. Особливості фізичної реабілітації військовослужбовців при ампутації нижніх кінцівок. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. 2024; 3(176): 127-31. doi: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K\(176\).27](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K(176).27)

2. Бражанюк А, Серман С. Вплив і компоненти допротезної реабілітації пацієнтів після ампутації нижніх кінцівок. *Physical culture and sport: scientific perspective*. 2025; 1(1): 176-82. doi: [https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1\(1\).23](https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).23)
3. Матяш ММ. Медико-психологічна реабілітація військовослужбовців в умовах російсько-української війни: етнопсихологічний дискурс, національні перспективи громадського здоров'я. *Український медичний часопис*. 2023; 1(153): 6-9. doi: <https://doi.org/10.32782/2311-8458/2025-1-4>
4. Мерзлікіна ОА, Трясун ЮР, Коваленченко ВФ. Програма фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після ампутації нижніх кінцівок у реабілітаційному центрі. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова*. 2024; 3K(176): 326-30. doi: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K\(176\).71](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K(176).71)
5. Ніканоров О, Крикунов О. Особливості фізичної терапії військово-службовців з ампутацією нижніх кінцівок. *Sportivna medicina, fizichna terapiia ta ergoterapiia*. 2023; (2): 84-7. doi: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.84-87>
6. Одинець Т, Белов Є, Ванюк О. Фізична терапія військовослужбовців після ампутацій. *Physical culture and sport: scientific perspective*. 2023;4: 46-9. doi: <https://doi.org/10.31891/pcs.2023.4.6>
7. Янчинський О, Лапичак І, Будзин В, Жарська Н. Специфіка реабілітації осіб після ампутації нижніх кінцівок: огляд наукової літератури в період 2022–2024 років. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. 2025; 1(37): 55-64. doi: <https://doi.org/10.32782/2221-1217-2025-1-08>
8. Aldington D., et al. A survey of post-amputation pains in serving military personnel. *J R Army Med Corps*. 2014. Vol. 160(1). P. 38–41. doi:10.1136/jramc-2013-000069
9. Ambron E., Buxbaum L.J., Miller A. Virtual Reality Treatment Displaying the Missing Leg Improves Phantom Limb Pain: A Small Clinical Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2021. Vol. 35(12). P. 1100–1111. doi:10.1177/15459683211054164
10. Boomgaard J., Dastan K., Chan T., et al. An Algorithm Approach to Phantom Limb Pain. *J Pain Res*. 2022. Vol. 15. P. 3349–3367. doi:10.2147/JPR.S355278
11. Burholt V., Nash P. Short Form 36 (SF-36) Health Survey Questionnaire: normative data for Wales. *Journal of Public Health (Oxford, England)*. 2011. Vol. 33(4). P. 587–603. doi:10.1093/pubmed/fdr006
12. Chung S.M., Wang J.C., Lin C.R., et al. Beyond traditional therapies: a network meta-analysis on the treatment efficacy for chronic phantom limb pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2025. Vol. 50(3). P. 213–224. doi:10.1136/rapm-2023-105104
13. Chung-Wai Cheung J., Sze Ki Cheung D., Ni M. X-reality for phantom limb management for amputees: A systematic review and meta-analysis. *Engineered Regeneration*. 2023. Vol. 4(2). P. 134–151. doi:10.1016/j.engreg.2023.02.002
14. Eldaly A.S., Avila F.R., Torres-Guzman R.A., et al. Virtual and Augmented Reality in Management of Phantom Limb Pain: A Systematic Review. *HAND*. 2022. Vol. 19(4). P. 545–554. doi:10.1177/15589447221130093
15. Flor H. Phantom limb pain: characteristics, causes, and treatment. *The Lancet Neurology*. 2002. Vol. 1(3). P. 182–189. doi:10.1016/S1474-4422(02)00074-1
16. Hali K., Manzo M.A., Kouche R. Use of virtual reality for the management of phantom limb pain: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2024. Vol. 46(4). P. 629–636. doi:10.1080/09638288.2023.2172222
17. Kaur A., Guan Y. Phantom limb pain: A literature review. *Chin J Traumatol*. 2018. Vol. 21(6). P. 366–368. doi:10.1016/j.cjtee.2018.04.006
18. Keesom E., Lidström-Holmqvist K., Ortiz-Catalan M. Reducing phantom limb pain using phantom motor execution enabled by augmented and virtual reality: participants' perspectives on an innovative treatment. *Disabil Rehabil*. 2025. Vol. 47(12). P. 3078–3087. doi:10.1080/09638288.2024.2413179
19. Kuffler D.P. Evolving techniques for reducing phantom limb pain. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2023. Vol. 248(7). P. 561–572. doi:10.1177/15353702231168150
20. Lendaro E., Van der Sluis C.K., Hermansson L., et al. Extended reality used in the treatment of phantom limb pain: a multicenter, double-blind, randomized controlled trial. *Pain*. 2025. Vol. 166(3). P. 571–586. doi:10.1097/j.pain.0000000000003384
21. Liberov V, Liberov K. Ukrainians who have lost one or more limbs since the start of the war with Russia. [Electronic resource]. *The Wall Street Journal*. 2023. URL: <https://www.wsj.com/articles/in-ukraine-a-surge-in-amputations-reveals-the-human-cost-of-russias-war-d0bca320>.
22. LoMartire R., Ång B.O., Gerdle B., Vixner L. Psychometric properties of Short Form-36 Health Survey, EuroQol 5-dimensions, and Hospital Anxiety and Depression Scale in patients with chronic pain. *Pain*. 2020. Vol. 161(1). P. 83–95. doi:10.1097/j.pain.000000000000170019
23. Ol H.S., Van Heng Y., Danielsson L., Husum H. Mirror therapy for phantom limb and stump pain: a randomized controlled clinical trial in landmine amputees in Cambodia. *Scandinavian Journal of Pain*. 2018. Vol. 18(4). P. 603–610. doi:10.1515/sjpain-2018-0042
24. Olszak J., Zalewa K., Bartoszek L., et al. Phantom pain – etiopathogenesis and treatment methods. *Journal of Education, Health and Sport*. 2024. Vol. 75. P. 56000. doi:10.12775/JEHS.2024.75.56000
25. Protez Hab. Дослідження галузі протезування кінцівок в Україні. Аналіз та звіт [Електронний ресурс]. 2023. URL: <https://protezhub.com/blog/doslidzhennya-haluzi-protezuвання-kintsivok-v-ukrayini-analiz-ta-zvit-protez-hub>.
26. Rich T.L., Falbo K.J., Phelan H., et al. Clinician perspectives on postamputation pain assessment and rehabilitation interventions. *Prosthet Orthot Int*. 2024. Vol. 48(4). P. 441–447. doi:10.1097/PXR.0000000000000284
27. Winter C., Fritsche K., Karl A., Huse E., Larbig W., Grüsser S.M., Flor H. Ein strukturiertes Interview zur Erfassung von Phantom- und Stumpfenphänomenen nach Amputation [The phantom and stump phenomena interview (PSPI)]. *Der Schmerz*. 2001. Vol. 15(3). P. 172–178. doi:10.1007/s004820170019
28. Yevchenko D.O., et al. The mirror therapy effectiveness as a part of physical rehabilitation program of servicemen after lower limb amputation due to mine-explosive injury. *Ukrainian Journal of Military Medicine*. 2023. Vol. 4(4). P. 60–68. doi:10.46847/ujmm.2023.4(4)-060
29. Ziegler-Graham K., MacKenzie E.J., Ephraim P.L., et al. Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008. Vol. 89(3). P. 422–429. doi:10.1016/j.apmr.2007.11.005

References

1. Bochkova, N., Petsenko, N., & Satanovska, K. (2024). Osoblyvosti fizychnoi reabilitatsii viiskovosluzhbovtiv pry amputatsii nyzhnykh kintsivok [Features of physical rehabilitation of servicemen with lower limb amputation]. *Naukovyi chasopys Ukrainskoho derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova*, 3(176), 127–131. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K\(176\).27](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K(176).27) [in Ukrainian].
2. Brazhaniuk, A., & Serman, S. (2025). Vplyv i komponenty doproteznoi reabilitatsii patsientiv pislia amputatsii nyzhnykh kintsivok [Impact and components of pre-prosthetic rehabilitation of patients after lower limb amputation]. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*, 1(1), 176–182. [https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1\(1\).23](https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).23) [in Ukrainian].
3. Matyash, M.M. (2023). Medyko-psykholohichna reabilitatsiia viiskovosluzhbovtiv v umovakh rosiisko-ukrainskoi viyny: etnopsykholohichniy dyskurs, natsionalni perspektivy hromadskoho zdorovia [Medical and psychological rehabilitation of servicemen in the conditions of the Russian-Ukrainian war: ethnopsychological discourse, national public health perspectives]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*, 1(153), 6–9. <https://doi.org/10.32782/2311-8458/2025-1-4> [in Ukrainian].
4. Merzlikina, O.A., Triasun, Yu.R., & Kovalenchenko, V.F. (2024). Prohrama fizkulturno-sportyvnoi reabilitatsii viiskovosluzhbovtiv pislia amputatsii nyzhnykh kintsivok u reabilitatsiinomu tsentri [Program of physical culture and sports rehabilitation of servicemen after lower limb amputation in a rehabilitation center]. *Naukovyi chasopys Ukrainskoho derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova*, 3K(176), 326–330. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K\(176\).71](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K(176).71) [in Ukrainian].
5. Nikanorov, O., & Krykunov, O. (2023). Osoblyvosti fizychnoi terapii viiskovosluzhbovtiv z amputatsiieiu nyzhnykh kintsivok [Features of physical therapy of servicemen with lower limb amputation]. *Sportyvna medytsyna, fizychna terapiia ta erhoterapiia*, (2), 84–87. <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.84-87> [in Ukrainian].
6. Odynets, T., Bielov, Ye., & Vaniuk, O. (2023). Fizychna terapiia viiskovosluzhbovtiv pislia amputatsii [Physical therapy of servicemen after amputation]. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*, 4, 46–49. <https://doi.org/10.31891/pcs.2023.4.6> [in Ukrainian].

7. Yanchynskiy, O., Lapyshchak, I., Budzyn, V., & Zharska, N. (2025). Spetsyfika reabilitatsii osib pislia amputatsii nyzhnikh kintsivok: ohliad naukovoï literatury v period 2022–2024 rokiv [Specifics of rehabilitation of persons after lower limb amputation: review of scientific literature in 2022–2024]. *Fizychna aktyvnist, zdorovia i sport*, 1(37), 55–64. <https://doi.org/10.32782/2221-1217-2025-1-08> [in Ukrainian].
8. Aldington, D., et al. (2014). A survey of post-amputation pains in serving military personnel. *J R Army Med Corps*, 160(1), 38–41. <https://doi.org/10.1136/jramc-2013-000069>
9. Ambron, E., Buxbaum, L.J., & Miller, A. (2021). Virtual Reality Treatment Displaying the Missing Leg Improves Phantom Limb Pain: A Small Clinical Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 35(12), 1100–1111. <https://doi.org/10.1177/15459683211054164>
10. Boomgaard, J., Dastan, K., Chan, T., et al. (2022). An Algorithm Approach to Phantom Limb Pain. *Journal of Pain Research*, 15, 3349–3367. <https://doi.org/10.2147/JPR.S355278>
11. Burholt, V., & Nash, P. (2011). Short Form 36 (SF-36) Health Survey Questionnaire: normative data for Wales. *Journal of Public Health (Oxford, England)*, 33(4), 587–603. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdr006>
12. Chung, S.M., Wang, J.C., Lin, C.R., et al. (2025). Beyond traditional therapies: a network meta-analysis on the treatment efficacy for chronic phantom limb pain. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 50(3), 213–224. <https://doi.org/10.1136/rapm-2023-105104>
13. Chung-Wai Cheung, J., Sze Ki Cheung, D., & Ni, M. (2023). X-reality for phantom limb management for amputees: A systematic review and meta-analysis. *Engineered Regeneration*, 4(2), 134–151. <https://doi.org/10.1016/j.engreg.2023.02.002>
14. Eldaly, A.S., Avila, F.R., Torres-Guzman, R.A., et al. (2022). Virtual and Augmented Reality in Management of Phantom Limb Pain: A Systematic Review. *HAND*, 19(4), 545–554. <https://doi.org/10.1177/15589447221130093>
15. Flor, H. (2002). Phantom limb pain: characteristics, causes, and treatment. *The Lancet Neurology*, 1(3), 182–189. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(02\)00074-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(02)00074-1)
16. Hali, K., Manzo, M.A., & Koucheki, R. (2024). Use of virtual reality for the management of phantom limb pain: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 46(4), 629–636. <https://doi.org/10.1080/09638288.2023.2172222>
17. Kaur, A., & Guan, Y. (2018). Phantom limb pain: A literature review. *Chinese Journal of Traumatology*, 21(6), 366–368. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2018.04.006>
18. Keesom, E., Lidström-Holmqvist, K., & Ortiz-Catalan, M. (2025). Reducing phantom limb pain using phantom motor execution enabled by augmented and virtual reality: participants' perspectives on an innovative treatment. *Disability and Rehabilitation*, 47(12), 3078–3087. <https://doi.org/10.1080/09638288.2024.2413179>
19. Kuffler, D.P. (2023). Evolving techniques for reducing phantom limb pain. *Experimental Biology and Medicine (Maywood)*, 248(7), 561–572. <https://doi.org/10.1177/15353702231168150>
20. Lendaro, E., Van der Sluis, C.K., Hermansson, L., et al. (2025). Extended reality used in the treatment of phantom limb pain: a multicenter, double-blind, randomized controlled trial. *Pain*, 166(3), 571–586. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003384>
21. Liberov, V., & Liberov, K. (2023). Ukrainians who have lost one or more limbs since the start of the war with Russia. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/in-ukraine-a-surge-in-amputations-reveals-the-human-cost-of-russias-war-d0bca320>
22. LoMartire, R., Ång, B.O., Gerdle, B., & Vixner, L. (2020). Psychometric properties of Short Form-36 Health Survey, EuroQol 5-dimensions, and Hospital Anxiety and Depression Scale in patients with chronic pain. *Pain*, 161(1), 83–95. <https://doi.org/10.1097/j.pain.000000000000170019>
23. Ol, H.S., Van Heng, Y., Danielsson, L., & Husum, H. (2018). Mirror therapy for phantom limb and stump pain: a randomized controlled clinical trial in landmine amputees in Cambodia. *Scandinavian Journal of Pain*, 18(4), 603–610. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0042>
24. Olszak, J., Zalewa, K., Bartoszek, L., et al. (2024). Phantom pain – etiopathogenesis and treatment methods. *Journal of Education, Health and Sport*, 75, 56000. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2024.75.56000>
25. Protez Hub. (2023). Doslidzhennia haluzi protezuvannia kintsivok v Ukraini. Analiz ta zvit [Research on the limb prosthetics sector in Ukraine. Analysis and report]. Retrieved from <https://protezhub.com/blog/doslidzhennia-haluzi-protezuвання-kintsivok-v-ukrayini-analiz-ta-zvit-protez-hub> [in Ukrainian].
26. Rich, T.L., Falbo, K.J., Phelan, H., et al. (2024). Clinician perspectives on postamputation pain assessment and rehabilitation interventions. *Prosthetics and Orthotics International*, 48(4), 441–447. <https://doi.org/10.1097/PXR.0000000000000284>
27. Winter, C., Fritsche, K., Karl, A., Huse, E., Larbig, W., Grüsser, S.M., & Flor, H. (2001). Ein strukturiertes Interview zur Erfassung von Phantom- und Stumpfphänomenen nach Amputation [The phantom and stump phenomena interview (PSPI)]. *Der Schmerz*, 15(3), 172–178. <https://doi.org/10.1007/s004820170019>
28. Yevchenko, D.O., et al. (2023). The mirror therapy effectiveness as a part of physical rehabilitation program of servicemen after lower limb amputation due to mine-explosive injury. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 4(4), 60–68. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2023.4\(4\)-060](https://doi.org/10.46847/ujmm.2023.4(4)-060) [in Ukrainian].
29. Ziegler-Graham, K., MacKenzie, E.J., Ephraim, P.L., et al. (2008). Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 422–429. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.005>

СТРАТЕГІЧНІ ЗАКУПІВЛІ НСЗУ ЯК ДРАЙВЕР ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ СИСТЕМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

NHSU STRATEGIC PURCHASING AS A DRIVER OF HUMAN CAPITAL TRANSFORMATION IN THE REHABILITATION SYSTEM UNDER MARTIAL LAW

Василів В. Б.¹, Безтелесна Л. І.¹, Пляшко О. С.²

¹Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

²Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

ORCID: 0000-0003-4152-3345

ORCID: 0000-0002-0262-9334

ORCID: 0000-0001-7202-1036

Vasylyv V. B.¹, Beztelesna L. I.¹, Pliashko O. S.²

¹National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

²Rivne State University of Humanities, Rivne, Ukraine

Анотації

Вступ. В умовах воєнного стану реабілітаційна система України стикається з подвійним викликом: стрімким зростанням попиту на послуги відновлення та критичним дефіцитом кваліфікованих кадрів. **Мета дослідження** – вивчення механізму стратегічних закупівель НСЗУ, шляхом контракування пакетів реабілітаційної допомоги, як ключового драйвера збереження і розвитку людського капіталу системи в умовах воєнного стану. **Матеріали та методи дослідження.** Емпіричну базу склали агреговані дані електронної системи охорони здоров'я (ЕКОЗ) та аналітичні дашборди НСЗУ за 2023–2025 роки щодо пакету № 53 «Реабілітаційна допомога в стаціонарних умовах». Застосовано методи системного підходу, фінансового моніторингу та компаративного аналізу на трьох рівнях: національному (загальні тренди), регіональному (Рівненська область як тилловий хаб) та інституційному (заклад-лідер, що працює з випадками найвищої складності SR1). **Результати дослідження.** У роботі дослідження людського капіталу реабілітаційної системи побудовано на перетині трьох дискурсів: теорії стійкості людських ресурсів у конфліктних зонах, контракування як інструменту збереження і розвитку людського капіталу та емпіричних досліджень професійного вигорання мультидисциплінарних команд. Встановлено, що саме контракти НСЗУ за пакетом №53 базуються на вимогах формування мультидисциплінарних реабілітаційна команда (МДПК) і стандартів, які модернізують кадрову структура українських реабілітаційних закладів, що обумовило прояв феномену «кадрового перегріву» та високу конкуренцію за фахівців. Ідентифіковано критичні проблеми кадрової кризи в галузі: структурний дефіцит вузьких спеціалістів, гендерний дисбаланс і фактор мобілізації, «канібалізацію» кадрів і регіональної диференціації, професійне вигорання та інтенсивність праці. Здійснено аналіз динаміки фінансування реабілітаційної допомоги в Україні та Рівненській області. Виявлено специфічну структуру реабілітаційних послуг у регіоні, які визначають кадрові стратегії. Проаналізовано діяльність КП «Рівненський обласний клінічний госпіталь», який обрав стратегію глибокої спеціалізації, перетворившись із багатопрофільної лікарні на потужний реабілітаційний хаб і поетапну еволюцію його менеджменту. Виокремлено ключові тренди у збереженні і розвитку людського капіталу: нарощування «клінічного ядра», реактивне посилення середньої ланки, управлінську гнучкість. Доведено, що закупівлі НСЗУ шляхом контракування медичних пакетів запустило процес внутрішньої міграції кадрів від менш спроможних лікарень до фінансово успішних центрів. Встановлено, що за період 2023-2025 рр. система охорони здоров'я області втратила 412,85 штатних одиниць (-2,26%), що пов'язано з міграцією, мобілізацією та оптимізацією мережі. В той же час зростання штату закладу-лідера склало +13,6%. Виявлені диспропорції у фінансуванні та кадровій динаміці відповідають логіці ефекту Матвія (Matthew effect), який у дослідженнях систем охорони здоров'я описує механізм кумулятивної переваги: заклади, що мають початкову фінансову та організаційну спроможність, здатні акумулювати непропорційно більший обсяг ресурсів у подальшому. У даному випадку це проявляється через концентрацію фінансування за складними випадками (SR1) та подальше перетікання кадрового потенціалу до фінансово успішних реабілітаційних хабів. Проілюстровано на приклад закладу-лідера, що механізм контракування НСЗУ діє як інвестиційний мультиплікатор. Заклад-лідер, отримуючи фінансування за складні випадки, забезпечив зростання зарплати лікарів на 43,1 % та середнього персоналу на 25,2 %, тоді як на регіональному рівні зарплати медичних сестер знизилися на 1,9 %. Високі тарифи за складність (SR1) не просто покривають витрати, а створюють ресурс для розвитку людського капіталу – наймання дефіцитних фахівців, що дозволяє госпіталю розривати замкнене



коло «немає кадрів – немає контракту» і виходити на траєкторію стійкого зростання, тоді як пасивні гравці ринку втрачають позиції.

Висновки. Механізми стратегічних закупівель НСЗУ трансформували принцип фінансування з «гроші йдуть за пацієнтом» на «гроші йдуть за командою». Високі вимоги до інтенсивності терапії (3 години/добу) та наявності вузьких спеціалістів створюють центри досконалості, але формують ризики кадрового дисбалансу для периферійних громад. Для вирівнювання ситуації рекомендовано введення «освітнього коефіцієнта» для хабів, що готують фахівців, та впровадження програм профілактики професійного вигорання.

Ключові слова: стратегічні закупівлі, реабілітаційна система, людський капітал, НСЗУ, мультидисциплінарна команда, воєнний стан, оплата праці.

Introduction. Under martial law, Ukraine's rehabilitation sector faces a dual challenge: a rapid increase in demand for recovery services and a critical shortage of qualified personnel. The study aims to analyze the impact of strategic purchasing mechanisms employed by the National Health Service of Ukraine (NHSU) on the transformation of the organizational and human capital capacity of the rehabilitation network. The main goal is to determine how tariff incentives (specifically complexity coefficients) and contracting requirements reshape human capital management strategies, hiring processes, and remuneration. The study tests the hypothesis that the Medical Guarantee Program requirements act as a catalyst for the transition from extensive staff recruitment to the formation of highly qualified multidisciplinary teams.

Materials and Methods. This study of human capital in the rehabilitation system is grounded at the intersection of three discourses: the theory of human resource sustainability in conflict zones, contracting as a tool for preserving and developing human capital, and empirical research on professional burnout among multidisciplinary teams. It has been established that it is precisely the NSZU contracts under Package No. 53 that are based on the requirements for forming multidisciplinary rehabilitation teams (MDRT) and standards that modernize the staffing structure of Ukrainian rehabilitation facilities, which has led to the phenomenon of “staffing overheating” and intense competition for specialists. Critical issues of the staffing crisis in the sector have been identified: a structural shortage of narrow specialists, gender imbalance and the mobilization factor, “cannibalization” of staff and regional differentiation, professional burnout, and work intensity. An analysis of the dynamics of funding for rehabilitation care in Ukraine and the Rivne region was conducted. The specific structure of rehabilitation services in the region, which determines staffing strategies, was identified. The activities of the Rivne Regional Clinical Hospital, a public enterprise that adopted a strategy of deep specialization, transforming from a general hospital into a powerful rehabilitation hub, and the phased evolution of its management were analyzed. Key trends in the preservation and development of human capital were identified: strengthening the “clinical core,” reactive reinforcement of the middle management level, and managerial flexibility. It has been established that the National Health Service of Ukraine (NSZU) contracts under Package No. 53 are based on requirements for the formation of multidisciplinary rehabilitation teams. It has been demonstrated that the NSZU's procurement of medical packages through contracting has triggered a process of internal staff migration from less financially viable hospitals to financially successful centers. It has been established that during the 2023–2025 period, the region's healthcare system lost 412.85 full-time equivalents (-2.26%), which is associated with migration, mobilization, and network optimization. At the same time, the leading institution's staff increased by +13.6%. The identified disparities in funding and staffing dynamics align with the logic of the Matthew effect, which in healthcare system studies describes a mechanism of cumulative advantage: institutions with initial financial and organizational capacity are able to accumulate a disproportionately larger volume of resources in the future. In this case, this manifests through the concentration of funding for complex cases (SR1) and the subsequent flow of personnel to financially successful rehabilitation hubs. The example of the leading facility illustrates that the National Health Service of Ukraine's (NSZU) contracting mechanism acts as an investment multiplier. By receiving funding for complex cases, the leading facility ensured a 43.1% increase in doctors' salaries and a 25.2% increase for support staff, while at the regional level, nurses' salaries decreased by 1.9%. High complexity-based rates (SR1) do not merely cover costs but create a resource for human capital development – hiring.

Results. It was established that NHSU contracting acted as a regulatory driver for the formation of multidisciplinary teams. The analysis revealed a distinct “concentration effect” (Matthew effect): against the background of a general staff reduction in the region by 2.26% (due to migration and mobilization), the leading facility increased its staff by 13.6%, accumulating human capital. A direct correlation between contracting success and remuneration levels was proven: the leading facility, receiving funding for complex cases, ensured a 43.1% increase in doctors' salaries and a 25.2% increase for nursing staff, while at the regional level, nurses' salaries decreased by 1.9%. This stimulates internal migration of personnel from the periphery to financially successful hubs.

Conclusions. NHSU strategic purchasing mechanisms have transformed the financing principle from “money follows the patient” to “money follows the team.” High requirements for therapy intensity (3 hours/day) and the presence of narrow specialists create centers of excellence but pose risks of personnel imbalances for peripheral communities. To balance the situation, it is recommended to introduce an “educational coefficient” for hubs training specialists and to implement professional burnout prevention programs.

Keywords: strategic purchasing, rehabilitation system, human capital, NHSU, multidisciplinary team, martial law, remuneration.

Вступ. За умов воєнного стану реабілітаційна система зіткнулася з небувалим подвійним завданням: стрімким зростанням потреби у відновлювальних послугах та значним дефіцитом кваліфікованого

персоналу. Руйнування медичної інфраструктури супроводжується не менш загрозливими процесами – міграцією фахівців, мобілізацією медичних працівників до лав ЗСУ та професійним вигоранням. За таких обставин людський капітал стає найвразливішим елементом системи охорони здоров'я, що визначає її здатність функціонувати у довгостроковій перспективі [23].

Реформа фінансування за принципом «гроші йдуть за пацієнтом» та впровадження Програми медичних гарантій (ПМГ) докорінно змінили підходи до управління людським капіталом галузі. Якщо раніше штатний розпис формувався за адміністративно-командним принципом, то з 2023 року жорсткі вимоги НСЗУ до наявності мультидисциплінарних команд (лікарів ФРМ, фізичних терапевтів, ерготерапевтів) стали головним фільтром доступу закладів до фінансування. Контрактування в межах ПМГ еволюціонує від адміністративного механізму до інструменту економічного регулювання поведінки надавачів медичних послуг.

Водночас у науковій літературі вплив контрактування розглядається переважно крізь призму фінансової стійкості закладів або клінічної ефективності. Питання того, як саме тарифні стимули та кваліфікаційні вимоги платника (НСЗУ) впливають на стратегії управління людським капіталом, а саме процесів найму, рівня оплати праці та формування реальних, а не «паперових» реабілітаційних команд у тилі та прифронтових регіонах, залишається недостатньо вивченим.

Метою статті є вивчення механізму стратегічних закупівель НСЗУ, шляхом контрактування пакетів реабілітаційної допомоги, як ключового драйвера збереження і розвитку людського капіталу системи в умовах воєнного стану. Дослідження базується на гіпотезі, що вимоги ПМГ виступили каталізатором збереження і розвитку людського капіталу та переходу від екстенсивного набору персоналу до формування висококваліфікованих мультидисциплінарних реабілітаційних команд (МДРК), здатних забезпечувати інтенсивну терапію. У роботі деталізовано організаційно-кадровий компонент моделі спроможності на прикладі національної статистики та регіонального кейсу Рівненської області.

Матеріали та методи. Дослідження базується на аналізі **агрегованих статистичних даних**, що характеризують діяльність Національної служби здоров'я України (НСЗУ) у сфері фінансування реабілітаційної допомоги. Основним джерелом інформації слугували офіційні дані НСЗУ, які відображають **динаміку укладених договорів, обсяги фінансування та структуру надавачів медичних послуг** за пакетом медичних послуг № 53 «Реабілітаційна допомога дорослим і дітям у стаціонарних умовах» у **2023–2025 роках** [5].

Методи дослідження: статистичний аналіз, порівняльний метод, контент-аналіз нормативних документів НСЗУ, системний підхід.

Дослідження проведено на **трьох аналітичних рівнях**:

Національний рівень – система охорони здоров'я України загалом, що дозволило оцінити

загальнонаціональні тенденції фінансування реабілітаційної допомоги та кадрової динаміки.

Регіональний рівень – Рівненська область, розглянута як приклад тилового регіону-хабу з високою концентрацією реабілітаційних пацієнтів в умовах воєнного стану.

Інституційний рівень – окремий комунальний заклад охорони здоров'я, ідентифікований як *заклад-лідер* у сфері стаціонарної реабілітації.

Заклад-лідер визначено на основі сукупності таких критеріїв:

стабільне контрагування за пакетом № 53 упродовж 2023–2025 років;

найбільший обсяг фінансування стаціонарної реабілітаційної допомоги серед закладів регіону;

наявність сформованої мультидисциплінарної реабілітаційної команди;

спроможність надання реабілітаційної допомоги пацієнтам із випадками найвищої складності (SR1).

Застосування багаторівневого підходу дозволило комплексно оцінити вплив механізмів контрактування НСЗУ на збереження і розвиток людського капіталу реабілітаційної мережі та виявити структурні диспропорції між різними рівнями системи охорони здоров'я.

Дослідження має обмеження, пов'язані з використанням агрегованих адміністративних даних, що не дозволяє робити причинно-наслідкові висновки на індивідуальному рівні.

Результати дослідження. Теоретичний базис дослідження людського капіталу реабілітаційної системи в умовах війни формується на перетині трьох наукових дискурсів: теорії стійкості людських ресурсів у конфліктних зонах, концепції стратегічних закупівель як інструменту управління поведінкою провайдерів та емпіричних досліджень професійного вигорання мультидисциплінарних команд [11, 14].

1. Стійкість людського капіталу в умовах конфлікту. У сучасній науковій літературі кадри розглядаються як головний детермінант стійкості системи охорони здоров'я. Дослідження доводять, що в умовах затяжних конфліктів критичним фактором є не стільки фізична інфраструктура, скільки здатність персоналу адаптуватися до хронічного стресу [21, 22].

Війна в Україні призвела до потроєння втрат серед медиків та загострення дефіциту кадрів, особливо у сільській місцевості та прифронтових зонах, що вимагає нових підходів до управління. Праці іноземних авторів визначають "адаптивне управління персоналом" як ключову компетенцію для виживання системи [10, 16].

2. Контрактування як інструмент збереження і розвитку людського капіталу. Механізм впливу фінансових стимулів на структуру персоналу розглядається в межах теорії "стратегічних закупівель". Дослідження свідчать, що платник (у даному випадку НСЗУ) може ефективно регулювати ринок праці через вимоги до специфікацій: встановлення жорстких критеріїв щодо наявності вузьких спеціалістів змушує лікарні інвестувати в освіту та найм, трансформуючи штатний розпис швидше, ніж адміністративні накази [18, 20]. Водночас звіт FEPS вказує на ризики децентралізації в Україні: виявлено напругу між НСЗУ (замовником) та

адміністраціями лікарень, які, отримавши кошти, часто економлять саме на зарплатах персоналу, що підриває мотивацію [12].

3. Специфіка реабілітаційних команд та професійне вигорання в Україні. Сучасні українські дослідження свідчать про зростання рівня професійного вигорання серед фізичних терапевтів та лікарів ФРМ, що пов'язано з поєднанням високої інтенсивності пацієнтопотоку, роботи з пацієнтами з бойовими травмами та обмежених можливостей психологічної підтримки персоналу [3, 13].

Таким чином, існуючий масив літератури підтверджує наявність кореляції між моделями фінансування та кадровою стабільністю, однак бракує комплексного аналізу того, як саме контракти за пакетом № 53 змінили структуру зайнятості в тилових регіонах-хабах.

Програма медичних гарантій на 2024–2025 роки визначає пакет № 53 «Реабілітаційна допомога дорослим і дітям у стаціонарних умовах» як пріоритетний напрям фінансування, що передбачає надання високоінтенсивної терапії пацієнтам у гострому та післягострому періодах. На відміну від попередніх періодів, коли контракування базувалося на декларативному принципі, чинні вимоги Національної служби здоров'я України (НСЗУ) формують жорсткий фільтр доступу до ринку, перетворюючи кадрові нормативи на ключовий індикатор спроможності закладу [7].

Вимоги до контракування за пакетом № 53 можна структурувати за трьома критичними блоками, кожен з яких безпосередньо впливає на HR-стратегію надавача послуг.

Фундаментальною умовою отримання договору є наявність сформованої МДРК, яка працює на постійній основі. Специфікація пакету встановлює чіткі кількісні пороги, які не допускають сумісництва на ключових посадах для забезпечення необхідної інтенсивності терапії. Мінімальні вимоги включають:

- Лікарі фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ): не менше 2 осіб, які забезпечують координацію реабілітаційного процесу та складання індивідуального плану.
- Фахівці з реабілітації: не менше 3 фізичних терапевтів та не менше 2 ерготерапевтів. Ця вимога є критичною, оскільки саме ці спеціалісти забезпечують основний обсяг втручань (моторний контроль, відновлення побутових навичок).
- Психологічний супровід: обов'язкова наявність у команді лікарів-психологів, психотерапевтів або клінічних психологів, що зумовлено високою поширеністю ПТСР та бойових психічних травм серед пацієнтів.
- Терапевти мови й мовлення: залучення цих фахівців є обов'язковим для закладів, що претендують на роботу з пацієнтами після інсультів та черепно-мозкових травм.

Така структура команди вимагає від менеджменту закладу переходу від моделі «штатного заповнення вакансій» до моделі активного цільового залучення та утримання дефіцитних фахівців, здатних працювати в синергії.

Специфікація пакету № 53 запроваджує стандарт надання послуг, що базується на Міжнародній

класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ). Ключовою вимогою, що визначає навантаження на персонал, є забезпечення мінімум 3 годин інтенсивної реабілітаційної терапії на добу для кожного пацієнта. Це означає, що при повному завантаженні відділення (наприклад, 20–40 ліжок) наявна кількість терапевтів повинна фізично забезпечити сотні годин індивідуальної роботи щодня. Невиконання цієї умови, яке легко відстежується через електронну систему охорони здоров'я (ЕСОЗ), є підставою для розірвання договору або накладання штрафних санкцій.

Фінансовий механізм пакету № 53 стимулює заклади залучати персонал найвищої кваліфікації. Застосування підвищувальних коефіцієнтів за складність випадку (SR1 – найвища складність, травми спинного мозку, важкі ЧМТ; SR2 – висока складність) дозволяє збільшити базову ставку (21 тис. грн) у 1,6–2,1 рази. Однак робота з категоріями SR1–SR2 вимагає від персоналу спеціальних компетенцій: вміння працювати з роботизованими системами відновлення ходьби, вертикалізаторами, системами розвантаження ваги тіла, а також навичок профілактики ускладнень у маломобільних пацієнтів.

Таким чином, вимоги ПМГ за пакетом № 53 виступають не лише технічним регламентом, а й інструментом стратегічного управління галуззю.

Вимоги ПМГ формують структурний дисбаланс попиту і пропозиції на ринку праці фахівців з реабілітації. Це змушує заклади охорони здоров'я конкурувати за фахівців, інвестувати в їхнє безперервне навчання та створювати умови праці, що відповідають високому рівню психофізичного навантаження. Ті заклади, які розглядають ці вимоги лише як адміністративний бар'єр, ризикують втратити фінансову стійкість, тоді як проактивні гравці використовують їх як дорожню карту для розбудови центрів досконалості.

Щоб зрозуміти глибину кадрової трансформації, спричиненої контракуванням НСЗУ, доцільно порівняти чинні вимоги пакету № 53 з попередньою національною практикою та актуальними міжнародними протоколами (табл. 1).

До початку активної фази медичної реформи (до 2020 р.) та повномасштабної війни, кадрова структура українських реабілітаційних закладів базувалася на застарілій «санаторно-курортній» моделі. Контракування НСЗУ стало інструментом примусової модернізації цієї системи [1, 8, 9].

Цей зсув створив ситуацію, коли на ринку праці раптово знецінились компетенції «традиційних» фізіотерапевтів (апаратна фізіотерапія) і виник гострий дефіцит фахівців з відновлення функціональності (ерготерапевтів), які раніше були відсутні в штатному розписі лікарень [4;6].

Вимоги НСЗУ не є унікальним вітчизняним винаходом, а базуються на адаптації рекомендацій ВООЗ ("Rehabilitation 2030") та досвіду країн, що мають тривалу історію роботи з бойовою травмою.

Таблиця 1

Еволюція вимог до персоналу реабілітаційних відділень

Критерій порівняння	Традиційна модель (до 2020 р.)	Вимоги ПМГ (пакет № 53, 2024–2025)
Ключова одиниця	Лікар-фізіотерапевт + медсестра з масажу / фізіопроцедур	Мультидисциплінарна реабілітаційна команда (МДРК)
Основні фахівці	Інструктор ЛФК (часто з середньою освітою), масажист	Фізичний терапевт, ерготерапевт (магістри)
Роль лікаря	Домінантна (призначає процедури)	Координаційна (лікар ФРМ очолює команду, але цілі ставить пацієнт)
Інтенсивність роботи	Пасивні втручання (електрофорез, ванни), 30–45 хв/день	Активна терапія, не менше 3 годин на добу
Оцінка результату	Суб'єктивна ("покращення стану")	Об'єктивна (шкали МКФ, індивідуальний план)

Таблиця 2

Порівняльна динаміка фінансування реабілітаційної допомоги (2023–2025 рр.)

Показник / Рівень аналізу	2023	2024	2025	Темп приросту (2025 до 2023), %
УКРАЇНА (загалом), млн. грн.	4 114,6	4 876,6	6 658,0	+61,8%
— Пакет № 53 (стаціонар)	2 471,0	3 380,4	4 491,0	+81,7%
— Пакет № 54 (амбулаторно)	1 643,6	1 496,2	2 167,0	+31,8%
РІВНЕНСЬКА, млн. грн.	116,9	180,2	239,9	+105,3%
— Пакет № 53 (стаціонар)	94,1	161,3	204,7	+117,6%
— Пакет № 54 (амбулаторно)	22,8	18,9	35,2	+54,4%
АНАЛІТИЧНІ ІНДИКАТОРИ				
Частка області в Україні, %	2,84%	3,70%	3,60%	—
Річний темп приросту області, %	—	+54,2%	+33,1%	—
Річний темп приросту України, %	—	+18,5%	+36,6%	—

Дослідження ізраїльської системи реабілітації ветеранів свідчать, що ключовим фактором повернення до активного життя є рання інтенсивна інтервенція [19]. Вимога НСЗУ щодо 3 годин терапії на день фактично імплементує цей стандарт. В Ізраїлі та США (у системі Veterans Affairs) інтенсивна стаціонарна реабілітація також передбачає мінімум 3 години терапії 5–6 днів на тиждень. Це підтверджує, що український пакет № 53 орієнтований на світові стандарти "Acute Inpatient Rehabilitation".

ВООЗ наголошує, що реабілітація має бути інтегрована в систему охорони здоров'я, а не існувати відокремлено [24]. Вимога НСЗУ про наявність МДРК у загальних багатoproфільних лікарнях (кластерних та надкластерних) відповідає стратегії ВООЗ щодо наближення послуг до пацієнта. Крім того, введення посади терапевта мови та мовлення до переліку вимог є прямим наслідком впровадження міжнародних протоколів лікування інсультів та ЧМТ.

Вимоги до контракування за пакетом № 53 виконують функцію "нормативного ліфта", який підтягує кадрову структуру українських лікарень до рівня західних стандартів.

Однак, якщо в країнах ЄС та Ізраїлі ця структура формувалася десятиліттями, то в Україні вимоги ПМГ змусили заклади пройти цю еволюцію екстерном за 2–3

роки (2023–2025). Це пояснює феномен «кадрового перегріву» та високу конкуренцію за фахівців.

Запровадження посиленних кадрових вимог НСЗУ суттєво підвищило управлінське навантаження на керівництво закладів охорони здоров'я в умовах обмеженого ринку праці воєнного часу [2].

Можна виділити чотири групи критичних проблем, які визначають кадрову кризу в галузі.

1. Структурний дефіцит вузьких спеціалістів.

Якщо фізичних терапевтів українські ЗВО випускають вже понад десятиліття, то підготовка ерготерапевтів та логопедів для дорослих (афазіологів) довгий час була фрагментарною.

2. Гендерний дисбаланс та фактор мобілізації.

Реабілітація традиційно є сферою з високою часткою чоловіків (особливо серед фізичних терапевтів та лікарів ФРМ), що робить команди вразливими до мобілізаційних процесів.

3. «Канібалізація» кадрів та регіональна диференціація.

Концентрація кадрів у закладах лідерах призводить до вимивання кваліфікованих кадрів з периферії.

4. Професійне вигорання та інтенсивність праці.

Вимога НСЗУ щодо забезпечення мінімум 3 годин інтенсивної терапії на добу для кожного пацієнта створює надмірне навантаження на персонал. Робота зі

складними випадками (ампутації, ПТСР, важкі ЧМТ рівня SR1) вимагає високої емпатії. Висока інтенсивність пацієнтопотоку підвищує ризик професійного вигорання персоналу мультидисциплінарних команд.

Фінансова стійкість закладів охорони здоров'я в умовах війни виступає фундаментом для розбудови інших компонентів спроможності, насамперед – кадрового. Аналіз динаміки контракування за пакетом № 53 «Реабілітаційна допомога дорослим і дітям у стаціонарних умовах» у 2023–2025 роках свідчить про радикальну зміну пріоритетів бюджетування: від утримання ліжко-місць до оплати складності випадку та інтенсивності роботи команди.

На рівні держави механізм фінансування через Програму медичних гарантій виконує функцію економічного стимулу для підвищення кваліфікації персоналу. Застосування коригувальних коефіцієнтів за складність випадку (SR – Severity Rating) створило пряму залежність між рівнем компетенцій лікарів та доходами закладу.

Базова ставка за пролікований випадок (понад 19,7 тис. грн у 2023–2024 рр.) суттєво зростає при роботі з важкими травмами. Заклади, здатні забезпечити реабілітацію пацієнтів з ураженнями спинного мозку чи важкими черепно-мозковими травмами (SR1), отримують максимальне фінансування (коефіцієнт ~2–2,5), що дозволяє формувати конкурентний фонд оплати праці.

За даними НСЗУ, попри ріст кількості законтракованих надавачів (+33% у 2024 р.), лівова частка фінансового ресурсу концентрується у потужних кластерних та надкластерних закладах («ефект масштабу»). Це дозволяє їм акумулювати інвестиційний ресурс для закупівлі роботизованого обладнання, на якому навчаються працювати ерготерапевти.

Аналіз даних по Рівненській області демонструє ще вищу адаптивність регіональної системи. Темпи приросту фінансування реабілітації в області суттєво випередили загальнонаціональні показники (табл. 2).

Загальне фінансування реабілітаційних пакетів в області зросло на 105,3% (проти 61,8% по Україні), а за пакетом № 53 – на рекордні 117,6%.

Така диспропорція пояснюється статусом області як стратегічного «тилового хабу», який прийняв значну частку евакуйованих поранених та ВПО. Зростання середньої вартості одного договору на 50,8% свідчить про те, що лікарні регіону почали брати в роботу складніші випадки, що автоматично збільшило вимоги до кваліфікації персоналу.

Фінансовий аналіз виявив специфічну структуру ринку реабілітаційних послуг у регіоні, яка визначає кадрові стратегії:

1. Концентрація капіталу: понад 80% усього бюджету реабілітації області акумулюють 11 провідних закладів (із 24 надавачів). Це створює фінансову прірву між потужними кластерними лікарнями та периферійними закладами.

2. Монополія комунального сектору: приватні надавачі отримали лише 0,93% від загального обсягу законтракованих коштів за стаціонарним пакетом. Це робить комунальні лікарні безальтернативним роботодавцем для фахівців з реабілітації, нівелюючи конкуренцію з боку приватного бізнесу.

Механізм стратегічних закупівель НСЗУ спрацював як інструмент «природного відбору»: фінансовий ресурс отримали лише ті заклади, які змогли забезпечити виконання вимог щодо наявності мультидисциплінарних команд. Різке збільшення фінансування (+117,6% в області) створило економічне підґрунтя для наступного кроку – конвертації фінансового капіталу в людський, що буде проаналізовано на рівні закладу-лідера.

Аналіз динаміки розвитку закладу-лідера (КП «Рівненський обласний клінічний госпіталь») за 2023–2025 роки ілюструє механізм перетворення фінансових стимулів НСЗУ на реальну організаційну спроможність. Заклад обрав стратегію глибокої спеціалізації, перетворившись із багатoproфільної лікарні на потужний реабілітаційний хаб [15].

Структурний аналіз доходів госпіталю (табл. 3) свідчить про те, що стаціонарна реабілітація стала основним джерелом доходів установи.

У 2023 році фінансування за пакетом № 53 (32,45 млн грн) вже у 2,4 рази перевищувало доходи від терапевтичного напрямку. За період 2023–2025 років дохід за цим пакетом зріс на 65,3% (до 53,63 млн грн), а його частка у структурі провідних пакетів стабільно перевищує 58%.

Така динаміка дозволила менеджменту пройти три етапи еволюції:

1. Етап «Прориву» (2023): Стратегічна ставка на реабілітацію як основний профіль.

2. Етап «Масштабування» (2024): Отримання коефіцієнтів складності (SR1) за лікування важких бойових травм, що забезпечило різке зростання фінансування (+59%).

3. Етап «Стабілізації» (2025): Вихід на «плато» доходів (53,63 млн грн на 2025 рік), що свідчить про досягнення межі фізичної пропускну здатності інфраструктури.

Таблиця 3

Трансформація структури фінансування закладу-лідера (2023–2025 рр.) млн. грн.

Пакет послуг (Назва та код)	2023	2024	2025	Темп росту 2025/2023
№ 53 (Реабілітація стаціонарна)	32,45	51,71	53,63	+65,3 %
№ 4 (Терапія стаціонарна)	13,45	27,23	27,70	+105,9 %
№ 3 (Хірургія стаціонарна)	4,43	9,51	10,54	+137,9 %
Частка пакету № 53 у Топ-3	64,5 %	58,5 %	58,4 %	—

Таблиця 4

**Динаміка змін людського капіталу закладу-лідера
(2023–2025 рр.) (шмат. од.)**

Категорія персоналу	2023	2025	Абсолютний приріст	Темп приросту
Лікарі (в т.ч. ФРМ)	38,00	46,00	+8,00	+21,1 %
Середній медперсонал	102,00	118,25	+16,25	+15,9 %
Молодший медперсонал	82,25	96,25	+14,00	+17,0 %
Усього персоналу	327,25	371,75	+44,50	+13,6 %

Таблиця 5

Порівняльна динаміка кадрового потенціалу (2023–2025 рр.) (шмат. од.)

Категорія персоналу	Рівень аналізу	2023	2025	Абсолютна зміна (Δ)	Темп приросту, %
Лікарі (в т.ч. ФРМ)	Регіональний Рівненська обл.	3 156,1	3 173,5	+17,40	+0,55 %
	Інституційний Заклад-лідер	38,0	46,0	+8,00	+21,05 %
Середній медперсонал	Регіональний	7 272,5	7 026,15	-246,35	-3,39 %
	Інституційний	102,0	118,25	+16,25	+15,93 %
Усього персоналу	Регіональний	18 269,8	17 856,9	-412,85	-2,26 %
	Інституційний	327,25	371,75	+44,50	+13,60 %

Отриманий фінансовий ресурс було інвестовано у розширення штату (табл. 4), що є критично важливим для виконання вимоги НСЗУ щодо надання мінімум 3 годин інтенсивної терапії на добу.

Загальна чисельність персоналу закладу за два роки зросла на 13,6% (з 327 до 371 од.), що контрастує із загальним скороченням кадрів у регіоні.

Ключові тренди у збереженні і розвитку людського капіталу:

- Нарощування «клінічного ядра» (+21,1%): Кількість лікарів (в т.ч. ФРМ) зросла з 38 до 46 осіб. Це дозволило забезпечити цілодобовий супровід пацієнтів із найвищим рівнем важкості (SR1), що, в свою чергу, генерує підвищений тариф.

- Реактивне посилення середньої ланки (+15,9%): Зростання кількості медичних сестер та асистентів у 2025 році (до 118 од.) стало відповіддю на збільшення навантаження по догляду за маломобільними пацієнтами.

- Управлінська гнучкість: Динаміка керівного складу (скорочення у 2024 р. та розширення у 2025 р.) свідчить про адаптивність оргструктури під нові завдання.

Приклад закладу-лідера доводить гіпотезу дослідження: механізм контракування НСЗУ діє як інвестиційний мультиплікатор. Високі тарифи за складність (SR1) не просто покривають витрати, а створюють ресурс для розвитку людського капіталу – наймання дефіцитних фахівців. Це дозволило госпіталю розірвати замкнене коло «немає кадрів – немає контракту» і вийти на траєкторію стійкого зростання, тоді як пасивні гравці ринку втрачають позиції.

Порівняльний аналіз кадрової динаміки на рівні Рівненської області та окремого закладу-лідера (КП «Рівненський обласний клінічний госпіталь») за 2023–2025 роки виявив глибокі структурні диспропорції. В той

час як спеціалізований реабілітаційний хаб демонструє випереджаюче зростання, регіональна система охорони здоров'я загалом показує ознаки кадрової рецесії.

Дані свідчать про те, що контракування НСЗУ запустило процес внутрішньої міграції кадрів від менш спроможних лікарень до фінансово успішних центрів.

За досліджуваній період система охорони здоров'я області втратила 412,85 штатних одиниць (-2,26%), що пов'язано з міграцією, мобілізацією та оптимізацією мережі. В той же час зростання штату закладу-лідера склало +13,6%. Виявлені диспропорції у фінансуванні та кадровій динаміці відповідають логіці ефекту Матвія (Matthew effect), який у дослідженнях систем охорони здоров'я описує механізм кумулятивної переваги: заклади, що мають початкову фінансову та організаційну спроможність, здатні акумулювати непропорційно більший обсяг ресурсів у подальшому. У даному випадку це проявляється через концентрацію фінансування за складними випадками (SR1) та подальше перетікання кадрового потенціалу до фінансово успішних реабілітаційних хабів.

Деталізація кадрових змін (табл. 5) дозволяє оцінити масштаби «перетікання» фахівців:

1. Монополізація лікарського приросту: У масштабах області кількість лікарів зросла лише на 17,4 ставки (+0,55%). При цьому заклад-лідер збільшив свій штат на 8,0 ставок (+21,05%). Фактично, 46% (майже половина) усього "чистого" приросту лікарського потенціалу області припала на один цей госпіталь. Це свідчить про концентрацію інтелектуального ресурсу в одній точці.

2. Криза середнього персоналу на периферії: Найбільш тривожна ситуація склалася з медсестрами. Область втратила 246,35 ставки (-3,39%), тоді як госпіталь-хаб збільшив їх кількість на 16,25 ставки (+15,93%). Периферійні заклади втрачають середній

медперсонал, який критично необхідний для догляду, тоді як хаб, завдяки кращим умовам праці, здатен не лише утримувати, а й нарощувати цей ресурс.

Контрактування за пакетом № 53 діє як потужний селекційний фільтр. Воно не створює нові кадри «з повітря» в умовах демографічної кризи, а перерозподіляє наявний людський капітал на користь найефективніших комунальних закладів. Приватний сектор, маючи частку ринку менше 1%, не є значущим конкурентом. Концентрація кадрового потенціалу в закладах-хабах супроводжується відтоком кваліфікованих фахівців з периферійних лікарень, що підвищує ризики зниження територіальної доступності реабілітаційної допомоги.

В умовах ринкової моделі фінансування заробітна плата в системі охорони здоров'я трансформувалася з фіксованої бюджетної ставки в інвестицію, яку заклад робить у збереження свого людського капіталу. Трирівневий порівняльний аналіз (Україна – Регіон – Заклад-лідер) дозволяє виявити пряму кореляцію між успішністю контрактування за пакетом № 53 та рівнем матеріального забезпечення персоналу.

Аналіз середньомісячних доходів персоналу (табл. 6) демонструє суттєву диференціацію, яку створює механізм НСЗУ. Заклад-лідер, який акумулював ресурси через складні реабілітаційні пакети (SR1), забезпечує рівень оплати праці, що значно перевищує середні показники.

Демонструють суттєву диференціацію темпів зростання середньомісячної заробітної плати медичного персоналу залежно від рівня аналізу дані у табл. 6. На національному рівні у 2023–2025 роках спостерігається помірне зростання оплати праці керівників структурних підрозділів (+1,7 %) та лікарів (+1,3 %), що свідчить про обмежену динаміку доходів у системі загалом.

Водночас на регіональному рівні (Рівненська область) темпи зростання є вищими, особливо серед керівників структурних підрозділів (+12,1 %) та лікарів (+5,4 %), що відображає підвищене навантаження на систему охорони здоров'я тилового регіону.

Найвищі темпи приросту зафіксовано на інституційному рівні у закладі-лідері, де зростання заробітної плати лікарів становило +43,1 %, керівників структурних підрозділів – +21,2 %, а середнього медичного персоналу – +25,2 %. Така динаміка вказує на

концентрацію фінансових ресурсів у закладах з високою контрактною спроможністю та їхню підвищену здатність до утримання й залучення кадрового потенціалу.

Для середнього медичного персоналу на національному рівні у 2023–2025 роках зафіксовано мінімальне зростання середньомісячної заробітної плати (+0,6 %), що свідчить про фактичну стагнацію доходів цієї категорії в системі охорони здоров'я загалом. Водночас на регіональному рівні (Рівненська область) спостерігається негативна динаміка (–1,9 %), тоді як у закладі-лідері зафіксовано суттєве зростання оплати праці (+25,2 %), що підкреслює асиметричний характер розподілу фінансових ресурсів між рівнями системи.

Крім прямого фінансового виміру, високий рівень офіційної заробітної плати у комунальних хабах виконує функцію соціального стабілізатора, особливо в умовах воєнного стану. Державні заклади-лідери, маючи статус критично важливих підприємств, пропонують пакет «висока офіційна зарплата + бронювання». Поєднання відносно високого рівня офіційної заробітної плати та соціальних гарантій формує високий рівень інституційної утримувальної мотивації персоналу в державному секторі.

Варто зазначити зворотний бік високої оплати праці. Зростання зарплат у закладі-лідері відбувається на тлі вимоги забезпечення мінімум 3 годин інтенсивної терапії щодня.

Співвідношення зростання навантаження та зростання зарплати не завжди є пропорційним. Якщо фінансова мотивація (+10-12% до ринку) не буде підкріплена заходами психологічного розвантаження, існує ризик, що фінансова мотивація перетвориться на фактор виснаження, призводячи до професійного вигорання команд у середньостроковій перспективі.

Аналіз підтверджує, що в умовах війни заробітна плата стала головним інструментом кадрової політики. Успішні реабілітаційні хаби використовують надходження від контрактування (пакет № 53) для створення "преміального фонду", який дозволяє вигравати конкуренцію за людський капітал у районних лікарень та приватного сектору. Фінансова спроможність закладу безпосередньо трансформується у стабільність людського капіталу через його збереження і розвиток.

Таблиця 6

**Динаміка та диференціація середньомісячної заробітної плати
(2024–2025 рр.) тис. грн.**

Категорія персоналу	Рівень аналізу	2023	2024	2025	Темп приросту, %
Керівники структурних підрозділів	Національний (Україна)	28,9	31,7	29,39	+1,7 %
	Регіональний Рівненська обл.	28,08	31,87	31,46	+12,1 %
	Інституційний Заклад-лідер	33,0	38,19	39,99	+21,2 %
Лікарі (в т.ч. ФРМ)	Національний	23,24	24,43	23,54	+1,3 %
	Регіональний	22,19	23,32	23,4	+5,4 %
	Інституційний	18,0	23,51	25,76	+43,1 %
Середній медперсонал	Національний	16,54	17,67	16,63	+0,6%
	Регіональний	15,68	16,48	15,38	–1,9 %
	Інституційний	13,79	15,64	17,28	+25,2 %

Дискусія. Результати дослідження підтверджують, що механізми контракування НСЗУ вийшли за межі фінансового інструменту і стали ключовим драйвером у збереженні та розвитку людського капіталу реабілітаційної мережі.

1. Аналіз демонструє, що вимоги ПМГ виконують роль «стрес-тесту» для менеджменту закладів. Фінансова успішність (зростання фінансування на 117,6% у закладах-лідерах) корелює виключно зі здатністю утримувати повний склад МДРК (лікар ФРМ, фізичні терапевти, ерготерапевти). Це узгоджується з висновками інших вчених про те, що стратегічні закупівлі здатні змінювати поведінку надавачів послуг ефективніше, ніж адміністративні накази [17]. В українських реаліях це зумовило активізацію конкурентних практик залучення дефіцитних фахівців у державному секторі охорони здоров'я.

2. Виявлена у Рівненській області концентрація 80% фінансового ресурсу в 11 закладах-лідерах ілюструє класичний асиметричний розподіл ресурсів (ефект «Матвія»). Потужні хаби, акумулюючи кошти за складні випадки (SR1), пропонують зарплати на 10–35% вищі за ринкові, що призводить до «канібалізації» кадрів – вимивання кваліфікованих фахівців з периферійних лікарень. Хоча це сприяє створенню центрів досконалості (Centers of Excellence), така тенденція загрожує зниженням доступності якісної реабілітації для мешканців віддалених громад. У подальших дослідженнях доцільним є формалізований розрахунок коефіцієнтів концентрації (наприклад, Gini або Herfindahl-Hirschman Index) для кількісної оцінки ефекту Матвія.

3. Аналіз показав аномально низьку частку приватного сектору на ринку стаціонарної реабілітації Рівненщини (0,93%). Пов'язуємо це з тим, що комунальні підприємства, завдяки контрактам НСЗУ, вперше отримали можливість конкурувати за працівника не лише стабільністю, а й рівнем оплати праці. Поєднання високої офіційної зарплати та соціальних гарантій формує високий рівень інституційної утримувальної мотивації персоналу в державному секторі. Це дозволяє державним хабам утримувати дефіцитних чоловіків-фахівців (ерготерапевтів, фізичних терапевтів), що є критичним для фізично важкої роботи з маломобільними пацієнтами.

4. Вимога НСЗУ щодо забезпечення мінімум 3 годин інтенсивної терапії на добу наближає вітчизняну систему до стандартів провідних країн (Ізраїль, США). Проте, на відміну від західних моделей, де штат укомплектований з запасом, українські реабілітаційні команди функціонують в умовах підвищеного інтенсивного навантаження, що перевищує середні докризові показники. Зростання зарплат лише частково компенсує це навантаження. Існує ризик, що без впровадження програм психологічної підтримки, нинішня висока продуктивність призведе до масового професійного вигорання команд у середньостроковій перспективі (1–2 роки), про що попереджають у своїх роботах інші дослідники [16].

5. Практичними рекомендаціями для НСЗУ є розгляд можливості введення «освітнього коефіцієнта» до

тарифів для закладів-хабів, які зобов'язуються проводити практичну підготовку фахівців для інших лікарень регіону, щоб компенсувати ефект «канібалізації» кадрів, а для керівників закладів – запроваджувати програми профілактики професійного вигорання та психологічного розвантаження як обов'язковий елемент охорони праці для МДРК, що працюють з високою інтенсивністю.

Варто зазначити, що дане дослідження базується на агрегованих адміністративних даних (дашборди НСЗУ), які фіксують факт наявності персоналу та рівень оплати, але не дозволяють оцінити якість взаємодії всередині команди та реальний рівень клінічних навичок (soft skills vs hard skills). Подальші дослідження потребують якісних опитувань персоналу для оцінки психоемоційного клімату в колективах.

Висновки. У статті проаналізовано вплив механізмів фінансування НСЗУ на збереження і розвиток людського капіталу реабілітаційної мережі в умовах воєнного стану. Доведено, що фінансовий механізм змусив заклади охорони здоров'я у доступі до ринку реабілітаційних послуг робити перехід від екстенсивної політики управління людським капіталом («ліжко-місця») до інтенсивної (формування мультидисциплінарних «ефективних команд») шляхом інтеграції до штату нових професій (ерготерапевтів, психологів). Встановлено, що заробітна плата у комунальному секторі стала реальним інструментом конкуренції за людський капітал, що обумовлює трансформацію принципу «гроші йдуть за пацієнтом» у принцип «гроші йдуть за командою». Доведено пряму залежність між фінансовою та кадровою спроможністю реабілітаційної мережі регіону та посилення нерівності розвитку людського капіталу між закладами у процесі реформи.

Інформація про конфлікт інтересів. Конфлікт інтересів відсутній.

Література

1. Борщ В. І., Рудінська О. В., Кусик Н. Л. Менеджмент та маркетинг в охороні здоров'я: навч. посіб. Одеса : Олді+, 2022. 264 с. URL: <https://repo.odmu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/12169>.
2. Василь В. Б., Безтелесна Л. І., Тихончук Л. Х. Забезпечення інформаційної безбар'єрності реабілітаційних програм медичних закладів Рівненської області. *Rehabilitation and Recreation*. 2025. № 19(2). С. 77–92. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.7>.
3. Карамушка Т. В., Карамушка Л. М. Професійне вигорання фізичних терапевтів в Україні: пілотне дослідження. *Організаційна психологія. Економічна психологія*. 2025. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/746827/>.
4. Крук І. М., Григус І. М. Фізична терапія військовослужбовців з наслідками вогнепальних поранень. *Rehabilitation and Recreation*. 2022. № 12(1). С. 44–51. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.12.6>.
5. Національна служба здоров'я України. Аналітична панель (дашборд): Аналіз мережі закладів охорони здоров'я, законтракованих за пакетами реабілітаційної допомоги. 2025. URL: <https://nszu.gov.ua/dashboards/statistika-nadanix-poslug-zadogovorami-iz-nszu-pr> (дата звернення: 25.12.2025).
6. Полянська О. С. Розвиток фізичної та реабілітаційної медицини в Україні в період воєнного стану. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*. 2024. Т. 14, № 2(52). С. 19–22. <https://doi.org/10.24061/2413-4260.xiv.2.52.2024.3>.
7. Про деякі питання щодо реалізації програми державних гарантій медичного обслуговування населення: Постанова Кабінету

- Міністрів України від 10.04.2019 № 410 (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/410-2019-p>.
8. Сітенко О. Розвиток системи реабілітації в Україні. організаційні аспекти. Ортопедія, травматологія та протезування. 2023. № 2. С. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.15674/0030-59872023277-83>.
9. Чоп'як В., Чемерис О., Гдира О. Розвиток системи реабілітації в Україні. Праці Наукового товариства імені Шевченка. Медичні науки. 2024. Т. 76, № 2. <https://doi.org/10.25040/ntsh2024.02.01>.
10. Blanchet K., Nam S. L., Ramalingam B., Pozo-Martin F. Governance and Capacity to Manage Resilience of Health Systems: Towards a New Conceptual Framework. *International journal of health policy and management*. 2017. № 6(8). С. 431–435. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2017.36>.
11. Bradley E. H., Taylor L. A., Cuellar C. J. Management Matters: A Leverage Point for Health Systems Strengthening in Global Health. *International Journal of Health Policy and Management*. 2015. № 4(7). С. 411–415. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2015.101>.
12. From War to Recovery: Strengthening Ukraine's Healthcare for a Resilient Future. Foundation for European Progressive Studies (FEPS). Brussels, 2025. URL: <https://feps-europe.eu/wp-content/uploads/2025/02/Strengthening-Ukraines-healthcare-for-aresilient-future.pdf>.
13. How Ukrainian Rehabilitation Teams Burn Out: A Study. RecoveryUA Analytical Report. 2024. URL: <https://recoveryua.org/en/how-ukrainian-rehabilitation-teams-burn-out-a-study.html>.
14. Htwe O. et al. Barriers and facilitators for increased accessibility to quality rehabilitation services in low- and middle-income countries: a systematic review. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2024. № 60(3). 514–522. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.24.08154-1>.
15. Korotun, S. I., Burachyk, A. I., & Skoryna, T. M. Improvement management system health care facility of the municipal enterprise «Rivne regional war veterans hospital» Rivne regional council. *Rehabilitation and Recreation*, 18(3), 137–152. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.3.13>
16. Kruk M. E. et al. Building resilient health systems: a proposal for a resilience index. *BMJ*. 2017. № 357. eJ2323. <https://doi.org/10.1136/BMJ.J2323>.
17. Lindner L., Lorenzoni L. Innovative providers' payment models for promoting value-based health systems: Start small, prove value, and scale up. *OECD Health Working Papers*. 2023. No. 154. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/627fe490-en>.
18. OECD. Ready for the Next Crisis? Investing in Health System Resilience. Paris : OECD Publishing, 2023. <https://doi.org/10.1787/1e53cf80-en>.
19. Segev D., Schiff M., Shelef L. Occupational rehabilitation of Israel Defense Forces veterans with PTSD: A 5-year follow-up. *International journal of psychology*. 2024. № 59(6). С. 1064–1074. <https://doi.org/10.1002/ijop.13231>.
20. Strategic Purchasing Solutions in Line with Sustainable Financing of the Health System. *Brieflands Health Scope*. 2025. URL: <https://brieflands.com/journals/healthscope/articles/157880>.
21. Strengthening health workforce resilience across fragile and shock-prone settings. ReBUILD for Resilience. 2024. URL: <https://www.rebuildconsortium.com/resources/health-workforce-resilience-brief/>.
22. Truppa C. et al. Health systems resilience in fragile and conflict-affected settings: a systematic scoping review. *Conflict and health*. 2024. № 18(1). Art. 2. <https://doi.org/10.1186/s13031-023-00560-7>.
23. Ukraine's rehabilitation system is overloaded due to war and lack of specialists. *HMH News*. 2025. URL: <https://hmh.news/en/13067/>.
24. World Health Organization. Rehabilitation in health systems: Guide for action. Geneva : WHO, 2023. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515986>
- of Rivne region]. *Rehabilitation and Recreation*, 19(2), 77–92. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.7> (in Ukrainian)
3. Karamushka, T. V., & Karamushka, L. M. (2025). Profesiine vyhorannia fizychnykh terapevtiv v Ukraini: pilotne doslidzhennia [Professional burnout of physical therapists in Ukraine: A pilot study]. *Orhanizatsiina psykholohiia. Ekonomichna psykholohiia*. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/746827/> (in Ukrainian)
4. Kruk, I. M., & Grygus, I. M. (2022). Fizychna terapiia viiskovosluzhbovtiv z naslidkamy vohnepalnykh poranen [Physical therapy of servicemen with consequences of gunshot wounds]. *Rehabilitation and Recreation*, 12), 44–51. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.12.6> (in Ukrainian)
5. National Health Service of Ukraine. (2025). Analiz merezhi zakladiv okhorony zdorov'ia, zakontraktovanykh za paketamy reabilitatsiinoi dopomohy [Analytical panel (dashboard): Analysis of the network of health care institutions contracted for rehabilitation assistance packages]. <https://nszu.gov.ua/dashboards/statistika-nadanix-poslug-zadogovorami-iz-nszu-pr> (in Ukrainian)
6. Polianska, O. S. (2024). Rozvytok fizychnoi ta reabilitatsiinoi medytsyny v Ukraini v period voennoho stanu [Development of physical and rehabilitation medicine in Ukraine during martial law]. *Neonatolohiia, khirurhiia ta perynatalna medytsyna*, 14(2), 19–22. <https://doi.org/10.24061/2413-4260.xiv.2.52.2024.3> (in Ukrainian)
7. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2019). Pro deaki pytannia shchodo realizatsii prohramy derzhavnykh harantii medychnoho obsluhovuvannia naseleennia: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 10.04.2019 No. 410 [On some issues regarding the implementation of the program of state guarantees of medical care for the population: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 10, 2019 No. 410]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/410-2019-p> (in Ukrainian)
8. Sitenko, O. (2023). Rozvytok systemy reabilitatsii v Ukraini: orhanizatsiini aspekty [Development of the rehabilitation system in Ukraine: organizational aspects]. *Ortopediia, travmatolohiia ta protezuвання*, 2), 77–83. <https://doi.org/10.15674/0030-59872023277-83> (in Ukrainian)
9. Chopiak, V., Chemerys, O., & Hdyria, O. (2024). Rozvytok systemy reabilitatsii v Ukraini [Development of the rehabilitation system in Ukraine]. *Pratsi Naukovoho tovarystva imeni Shevchenka. Medychni nauky*, 76(2). <https://doi.org/10.25040/ntsh2024.02.01> (in Ukrainian)
10. Blanchet K., Nam, S. L., Ramalingam, B., & Pozo-Martin, F. (2017). Governance and capacity to manage resilience of health systems: Towards a new conceptual framework. *International Journal of Health Policy and Management*, 6(8), 431–435. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2017.36>
11. Bradley, E. H., Taylor, L. A., & Cuellar, C. J. (2015). Management matters: A leverage point for health systems strengthening in global health. *International Journal of Health Policy and Management*, 4(7), 411–415. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2015.101>
12. Foundation for European Progressive Studies (FEPS). (2025). From war to recovery: Strengthening Ukraine's healthcare for a resilient future. <https://feps-europe.eu/wp-content/uploads/2025/02/Strengthening-Ukraines-healthcare-for-aresilient-future.pdf>
13. RecoveryUA. (2024). How Ukrainian rehabilitation teams burn out: A study [Analytical Report]. <https://recoveryua.org/en/how-ukrainian-rehabilitation-teams-burn-out-a-study.html>
14. Htwe, O., Thein, M. M., Kyaw, A. T., & Lwin, M. O. (2024). Barriers and facilitators for increased accessibility to quality rehabilitation services in low- and middle-income countries: A systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 514–522. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.24.08154-1>
15. Korotun, S. I., Burachyk, A. I., & Skoryna, T. M. (2024). Improvement management system health care facility of the municipal enterprise “Rivne regional war veterans hospital” Rivne regional council. *Rehabilitation and Recreation*, 18(3), 137–152. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.3.13>
16. Kruk, M. E., Myers, M., Varpalah, S. T., & Dahn, B. T. (2017). Building resilient health systems: A proposal for a resilience index. *BMJ*, 357, Article eJ2323. <https://doi.org/10.1136/BMJ.J2323>
17. Lindner, L., & Lorenzoni, L. (2023). Innovative providers' payment models for promoting value-based health systems: Start small, prove value, and scale up (OECD Health Working Papers No. 154). *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/627fe490-en>
18. OECD. (2023). Ready for the next crisis? Investing in health system resilience. *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/1e53cf80-en>

References

1. Borshch, V. I., Rudinska, O. V., & Kusiak, N. L. (2022). Menedzhment ta marketynh v okhoroni zdorov'ia [Management and marketing in health care]. Oldi+. <https://repo.odmu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/12169> (in Ukrainian)
2. Vasylyv, V. B., Beztelesna, L. I., & Tykhonchuk, L. Kh. (2025). Zabezpechennia informatsiinoi bezbaryernosti reabilitatsiinykh prohram medychnykh zakladiv Rivnenskoï oblasti [Ensuring information barrier-free rehabilitation programs of medical institutions

19. Segev, D., Schiff, M., & Shelef, L. (2024). Occupational rehabilitation of Israel Defense Forces veterans with PTSD: A 5-year follow-up. *International Journal of Psychology*, 59(6), 1064–1074. <https://doi.org/10.1002/ijop.13231>
20. Brieflands. (2025). Strategic purchasing solutions in line with sustainable financing of the health system. *Health Scope*. <https://brieflands.com/journals/healthscope/articles/157880>
21. ReBUILD for Resilience. (2024). Strengthening health workforce resilience across fragile and shock-prone settings [Policy brief]. <https://www.rebuildconsortium.com/resources/health-workforce-resilience-brief/>
22. Truppa, C., Loring, B., & Witter, S. (2024). Health systems resilience in fragile and conflict-affected settings: A systematic scoping review. *Conflict and Health*, 18(1), Article 2. <https://doi.org/10.1186/s13031-023-00560-7>
23. HMM News. (2025). Ukraine's rehabilitation system is overloaded due to war and lack of specialists. <https://hmm.news/en/13067/>
24. World Health Organization. (2023). Rehabilitation in health systems: Guide for action. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515986>

**ПОТРЕБИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ОБТЯЖЕНИМ
ОНКОЛОГІЧНИМ АНАМНЕЗОМ: СТАН ТКАНИН ПАРОДОНТА ТА ЙОГО
ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВІДНОВЛЕННЯ****DENTAL REHABILITATION NEEDS IN PATIENTS WITH A HISTORY OF CANCER:
PERIODONTAL STATUS AND ITS ROLE IN FUNCTIONAL RECOVERY****Дем'янчук Ю. В.¹, Балега М. І.¹, Мигаль О. О.²**¹Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна²Львівський національний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

ORCID: 0009-0005-3566-2199

ORCID: 0000-0001-8440-1298

ORCID: 0000-0001-8000-8827

Demianchuk Y. V.¹, Baleha M. I.¹, Myhal O. O.²¹Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine²Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine**Анотації**

Зростання виживаності після сучасного протипухлинного лікування зумовлює потребу в тривалій медичній і стоматологічній реабілітації. Ураження тканин пародонта у пацієнтів з онкологічним анамнезом можуть мати більш агресивний перебіг і обмежувати можливості функціонального відновлення зубощелепної системи.

Мета. Оцінити пародонтальний статус та потребу в пародонтологічному лікуванні у пацієнтів з обтяженим онкологічним анамнезом (з урахуванням променевої терапії) для обґрунтування підходів до стоматологічної реабілітації.

Матеріали і методи. Проведено клінічне скринінгове обстеження 200 осіб віком ≥ 30 років: 110 пацієнтів з онкологічним анамнезом (ОГ-1 – 60 після променевої терапії; ОГ-2 – 50 без променевої терапії) та 90 осіб контрольної групи без онкологічного анамнезу. До подальшого аналізу включали пацієнтів із клінічно підтвердженою патологією пародонта. Стан пародонта оцінювали за індексами PSR (потреба в лікуванні), PI (рівень гігієни) та РМА (вираженість запалення ясен).

Результати. Встановлено статистично значущі міжгрупові відмінності за всіма досліджуваними індексами ($p < 0,05$). Найбільш виражені патологічні зміни спостерігалися у пацієнтів після променевої терапії. Значення PSR становило: ОГ-1 – $3,22 \pm 0,41$; ОГ-2 – $2,84 \pm 0,52$; КГ – $2,13 \pm 0,42$, що свідчить про значно вищу потребу в комплексному спеціалізованому пародонтологічному лікуванні в онкогрупах, особливо після радіотерапії. Індекс зубного нальоту PI також був максимальним у ОГ-1 – $2,16 \pm 0,32$ бала, дещо нижчим у ОГ-2 – $1,82 \pm 0,34$ бала та мінімальним у контрольній групі – $1,24 \pm 0,25$ бала, що відображає істотне погіршення індивідуальної гігієни порожнини рота у пацієнтів з онкологічним анамнезом. За індексом РМА інтенсивність запалення ясен досягала $46,55 \pm 6,81\%$ в ОГ-1, $38,42 \pm 5,91\%$ в ОГ-2 та $24,14 \pm 4,61\%$ у КГ ($p < 0,05$), що підтверджує високу запальну реактивність пародонта після променевої терапії та ризик прогресування деструктивних змін. Отримані дані свідчать про значне зниження реабілітаційного потенціалу пародонта у пацієнтів з онкологічним анамнезом, особливо після РТ.

Висновки. Онкологічний анамнез і променева терапія суттєво погіршують пародонтальний статус, підвищують потребу в лікуванні та знижують рівень гігієни порожнини рота. Використання індексів PSR, PI та РМА є доцільним для стратифікації ризиків і планування стоматологічної реабілітації, включаючи протезування та дентальну імплантацію, у цієї категорії пацієнтів.

Ключові слова: онкологічний анамнез; променева терапія; пародонт; пародонтальні індекси; потреба в лікуванні; стоматологічна реабілітація; імплантація, якість життя.

Improved survival following contemporary cancer therapies has led to an increasing need for long-term medical and dental rehabilitation. Periodontal involvement in patients with a history of cancer may follow a more aggressive course and limit the potential for functional restoration of the dentoalveolar system.

Aim. To assess periodontal status and the need for periodontal treatment in patients with a history of cancer (considering exposure to radiotherapy) in order to substantiate approaches to dental rehabilitation.



Materials and methods. A clinical screening examination included 200 individuals aged ≥ 30 years: 110 patients with a history of cancer (Group 1 – 60 after radiotherapy; Group 2 – 50 without radiotherapy) and 90 controls without oncological history. Only patients with clinically confirmed periodontal pathology were included in the final analysis. Periodontal status was assessed using the Periodontal Screening and Recording (PSR) index to determine treatment needs, the Plaque Index (PI) to evaluate oral hygiene, and the PMA index to quantify gingival inflammation.

Results. Statistically significant differences between groups were observed for all indices ($p < 0.05$). The most pronounced pathological changes occurred in patients who had undergone radiotherapy. PSR values were 3.22 ± 0.41 in Group 1, 2.84 ± 0.52 in Group 2, and 2.13 ± 0.42 in controls, indicating a substantially greater need for comprehensive periodontal treatment in oncological patients, particularly after radiotherapy. The Plaque Index showed a similar pattern: 2.16 ± 0.32 in Group 1, 1.82 ± 0.34 in Group 2, and 1.24 ± 0.25 in controls, reflecting markedly poorer oral hygiene in patients with a cancer history. PMA values reached $46.55 \pm 6.81\%$ in Group 1, $38.42 \pm 5.91\%$ in Group 2, and $24.14 \pm 4.61\%$ in controls ($p < 0.05$), demonstrating increased inflammatory activity of periodontal tissues, especially after radiotherapy, and indicating a higher risk of progressive periodontal destruction. Overall, these findings suggest a considerable reduction in the periodontal rehabilitation potential in patients with a history of cancer, particularly those exposed to radiotherapy.

Conclusions. A history of cancer, and especially radiotherapy, is associated with impaired periodontal status, increased treatment needs, and poorer oral hygiene. The use of standardized indices (PSR, PI, PMA) is appropriate for risk stratification and for planning dental rehabilitation, including prosthetic treatment and implant therapy, in this patient population.

Keywords: history of cancer; radiotherapy; periodontium; periodontal indices; treatment needs; dental rehabilitation; implantation; quality of life.

Вступ. Сучасна онкологія демонструє значні успіхи у виживаності пацієнтів завдяки впровадженню новітніх протоколів хіміо-, променевої та імунотерапії. У зв'язку з цим особи з обтяженим онкологічним анамнезом усе частіше розглядаються як окрема категорія, що потребує тривалої медичної та функціональної реабілітації. Окрім загальних соматичних порушень, проблеми стоматологічного здоров'я у таких пацієнтів можуть істотно впливати на процеси харчування, комунікації та соціальної адаптації, визначаючи загальну ефективність їхнього відновлення. Це узгоджується з даними про суттєве зниження якості життя у пацієнтів із раком голови та шиї, де ключовими факторами виступають біль, ксеростомія, порушення жування/ковтання та стоматологічні ускладнення після лікування [11, 12].

У сучасних підходах до онкорекреації стоматологічні втручання розглядають як складову функціонального відновлення, оскільки стан тканин порожнини рота безпосередньо визначає можливості адекватного харчування, мовлення, соціальної активності та повернення пацієнта до повсякденного життя. Відповідно, оцінка ризиків і планування стоматологічної реабілітації мають бути інтегровані в загальний реабілітаційний маршрут пацієнта після завершення спеціалізованого лікування, із пріоритетом профілактики ускладнень і підготовки до протезування/імплантації [11-13].

Агресивність системного протипухлинного лікування призводить до низки коморбідних станів, серед яких ураження тканин ротової порожнини посідають одне з провідних місць за впливом на якість життя. Стоматологічна реабілітація в даному контексті є не лише питанням естетики, а критичним компонентом загальносоматичного одужання. Показано, що навіть короткострокові ускладнення у ротовій порожнині після променевої терапії (мукозит, біль, дисфункція слинних залоз, інфекційні ураження) швидко та виражено погіршують якість життя, формуючи несприятливий функціональний фон для подальшої реабілітації [8, 9].

Особливу увагу у таких пацієнтів привертає стан тканин пародонта. Цитостатична терапія та іонізуюче

випромінювання провокують розвиток специфічних ангіопатій, порушення мікроциркуляції та пригнічення місцевого імунітету. Це створює сприятливі умови для агресивного перебігу запальних та запально-дистрофічних процесів, що призводять до деструкції альвеолярної кістки та втрати епітеліального прикріплення. Хоча захворювання пародонта належать до найпоширеніших хронічних патологій, у пацієнтів з онкоанамнезом вони набувають специфічного перебігу: променева терапія розглядається як фактор віддалених пародонтальних ускладнень і може асоціюватися з прогресуванням генералізованого пародонтиту [5, 7]. Дані клінічних спостережень також вказують на високу частоту пародонтальних захворювань у пацієнтів після променевої терапії, що підкреслює потребу у тривалому стоматологічному моніторингу та спеціалізованих програмах підтримки [1, 9].

У контексті функціонального відновлення зубощелепної системи, будь-якого виду протезування або дентальної імплантації, стан пародонтальних і періімплантатних тканин виступає фундаментальним фактором, без стабілізації якого прогнозований успіх реабілітації є неможливим. Водночас стан навколоротових тканин часто залишається поза увагою в межах стандартних реабілітаційних програм, попри наявність доказів щодо необхідності системних стратегій профілактики та менеджменту стоматологічних наслідків лікування раку голови та шиї [10, 13]. У цьому контексті застосування стандартизованих пародонтальних індексів як інструменту об'єктивної оцінки запалення, рівня гігієни та деструктивних змін може мати принципове значення для стратифікації ризиків, прогнозу результатів імплантації та оптимізації плану реабілітації у пацієнтів з обтяженим онкологічним анамнезом [3, 5, 13].

З практичної точки зору, доцільним є етапний підхід до стоматологічної реабілітації таких пацієнтів: ранній скринінг і контроль запалення, корекція гігієни та менеджмент ксеростомії, у подальшому, стабілізація пародонтального статусу, й лише після цього планування протезування або імплантації. Така послідовність

підвищує прогнозованість функціонального відновлення та зменшує ризик ускладнень [1, 5, 13, 14].

Мета. Оцінити пародонтальний статус та потребу у пародонтологічному лікуванні у пацієнтів з обтяженим онкологічним анамнезом (з урахуванням променевої терапії) для обґрунтування підходів до стоматологічної реабілітації.

Матеріали та методи дослідження. На першому етапі проведено скринінгове клінічне обстеження пацієнтів з онкологічним анамнезом та осіб без нього з метою оцінки стану тканин пародонта. За результатами первинного обстеження частина осіб мала інтактний пародонт або мінімальні зміни, що не потребували пародонтологічного лікування, і не включалася до подальшого аналізу. До основної вибірки увійшли пацієнти з клінічно підтвердженою патологією тканин пародонта.

Загалом у дослідження включено 200 осіб віком 30 років і старше: 110 пацієнтів з обтяженим онкологічним анамнезом (ОГ-1: 60 осіб після променевої терапії, ОГ-2: 50 осіб без променевої терапії) та 90 осіб контрольної групи без онкологічного анамнезу. Клінічне дослідження було проведено на базі Стоматологічної клініки ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (УжНУ). Набір пацієнтів та їх спеціалізоване лікування з приводу онкологічного захворювання здійснювали у КНП «Закарпатський протипухлинний центр».

Потребу в пародонтологічному лікуванні оцінювали з використанням індексу Periodontal Screening and Recording (PSR) як скринінгового інструменту для визначення необхідності пародонтологічного втручання. Рівень гігієни порожнини рота визначали за допомогою індексу зубного нальоту (Plaque Index, PI), а вираженість запалення ясен – за папілярно-маргінально-альвеолярним індексом (Papillary-Marginal-Alveolar (PMA)).

Реєстрацію індексу PSR проводили шляхом поділу зубних рядів на шість секстантів із фіксацією максимального коду (0-4) у кожному з них. Для кількісного аналізу показники PSR використовували у вигляді інтегрального значення індексу. Індекси PI та PMA визначали відповідно до загальноприйнятих клінічних методик.

Для обробки результатів дослідження використовували пакет статистичних програм IBM SPSS

або Statistica 13.0. Статистичну обробку виконували методами описової та порівняльної статистики. Нормальність розподілу перевіряли тестом Shapiro-Wilk. Для порівняння показників між трьома незалежними групами застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (one-way ANOVA) з post-hoc тестом Tukey; у разі відхилення від нормального розподілу використовували критерій Kruskal-Wallis з подальшими попарними порівняннями. Зв'язок між проведенням променевої терапії (так/ні) та пародонтальними індексами оцінювали кореляційним аналізом Spearman. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$. Результати подано у вигляді середнього значення та стандартного відхилення ($M \pm SD$). Вибір та інтерпретацію статистичних методів здійснювали відповідно до загальноприйнятих рекомендацій [3].

Результати дослідження. Кількісний аналіз пародонтальних індексів у досліджуваних групах виявив статистично значущі відмінності за всіма оцінюваними параметрами (табл. 1). У пацієнтів з обтяженим онкологічним анамнезом достовірно зафіксовано суттєво гірший стан тканин пародонта та вищу потребу в пародонтологічному лікуванні порівняно з особами без онкологічного анамнезу ($p < 0,05$).

Аналіз індексу PSR (Periodontal Screening and Recording) продемонстрував, що найвищі значення спостерігалися у підгрупі ОГ-1 ($3,22 \pm 0,41$ бали). Даний показник вказує на глибокі деструктивні зміни та високу потребу у комплексному пародонтологічному лікуванні пацієнтів після променевої терапії. У пацієнтів ОГ-2 показник PSR був нижчим у 1,1 рази ($2,84 \pm 0,52$ бали), проте залишався суттєво вищим за показник контрольної групи ($2,13 \pm 0,42$ бали, $p < 0,05$) (рис. 1).

Аналогічну тенденцію було виявлено і за індексом зубного нальоту (PI). Оцінка гігієнічного стану за індексом PI продемонструвала чіткий градієнт погіршення гігієни залежно від лікувального анамнезу. Найвищий рівень накопичення зубного нальоту зафіксовано в ОГ-1 ($2,16 \pm 0,32$ бали), що достовірно перевищувало показники ОГ-2 ($1,82 \pm 0,34$ бали) та КГ ($1,24 \pm 0,25$ бали). Отримані дані вказують на суттєве зниження якості індивідуальної гігієни порожнини рота у пацієнтів, які проходили онкологічне лікування, особливо з використанням радіотерапії (рис. 2).

Таблиця 1

Показники пародонтальних індексів у пацієнтів груп обстеження

Індекс	Група обстеження			p
	ОГ-1 (n=60)	ОГ-2 (n=50)	КГ (n=90)	
PSR (бали)	$3,22 \pm 0,41$	$2,84 \pm 0,52$	$2,13 \pm 0,42$	$< 0,05$
PI (бали)	$2,16 \pm 0,32$	$1,82 \pm 0,34$	$1,24 \pm 0,25$	$< 0,05$
PMA (%)	$46,55 \pm 6,81$	$38,42 \pm 5,91$	$24,14 \pm 4,61$	$< 0,05$

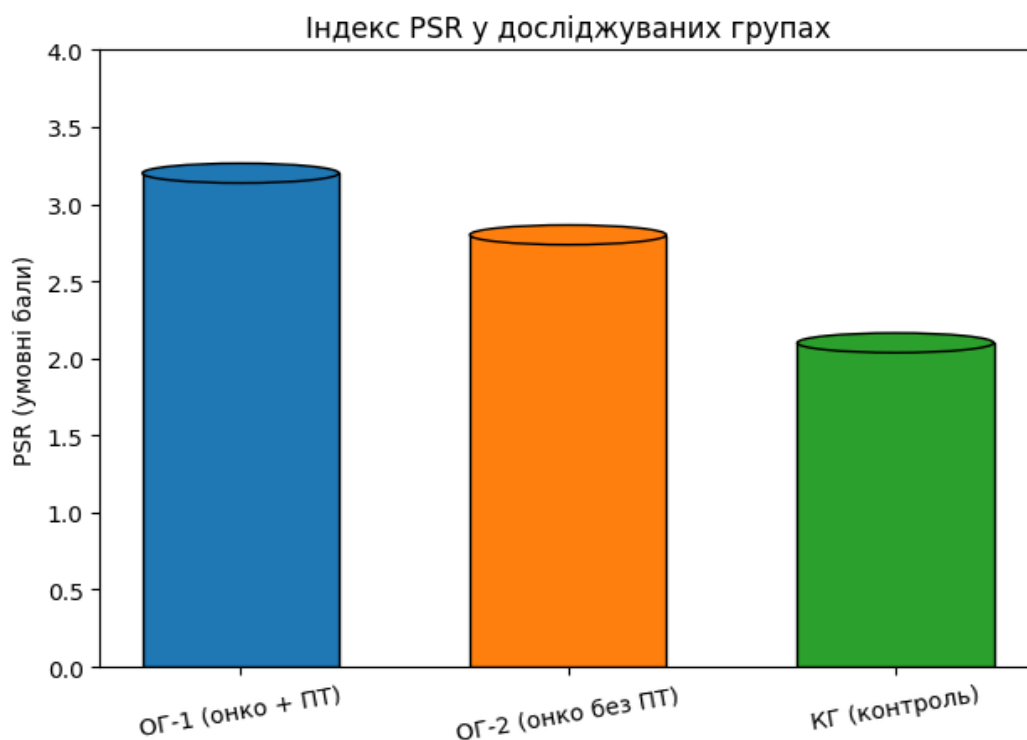


Рис. 1. Значення індексу PSR у групах обстеження

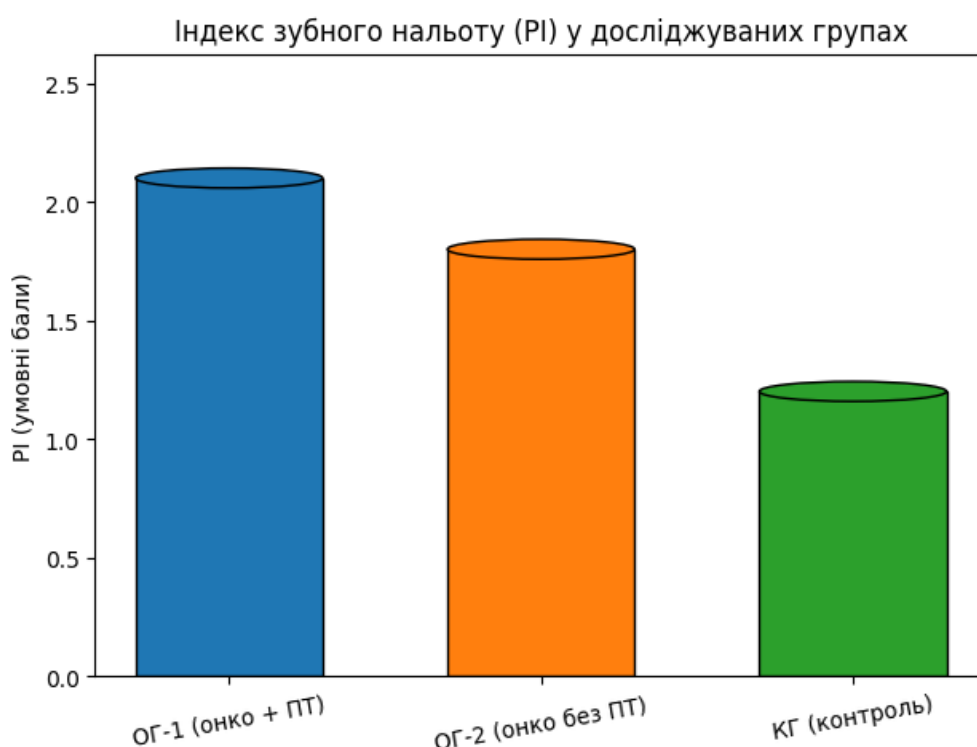


Рис. 2. Значення індексу PI у групах обстеження

Оцінка запального процесу за індексом РМА також виявила достовірні відмінності між групами. Запалення у тканинах ясен мало найбільш виражений характер у пацієнтів основної групи. Значення індексу в ОГ-1 склало $46,55 \pm 6,81\%$, що характеризує запальний процес як середнього ступеня тяжкості з вираженою тенденцією до переходу у важку стадію ураження тканин пародонта,

та майже вдвічі перевищує рівень запалення у контрольній групі ($24,14 \pm 4,61\%$, $p < 0,05$). У пацієнтів ОГ-2 середнє цифрове значення індексу дорівнювало $38,42 \pm 5,91\%$, що підтверджує негативний вплив загальносоматичного фону на стан тканин пародонта навіть за відсутності прямого променевого навантаження (рис. 3).

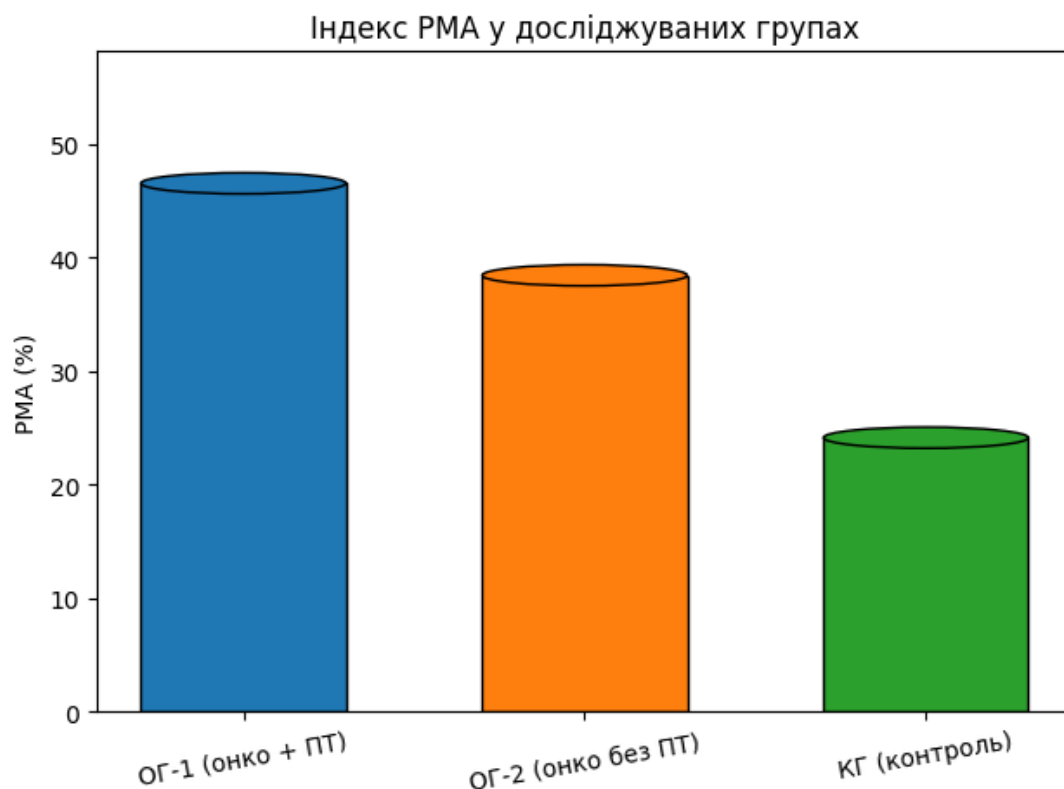


Рис. 3. Значення індексу РМА у групах обстеження

За всіма досліджуваними індексами простежувалась чітка тенденція показників: найбільш несприятливі значення виявлено в ОГ-1, проміжні – в ОГ-2, найкращий стан тканин пародонта – у контрольній групі.

Дискусія. Отримані нами дані узгоджуються з сучасними уявленнями про пострадіаційні ураження тканин пародонта у пацієнтів з онкологічним анамнезом. Зокрема, підвищення запального компоненту (показник РМА $46,55 \pm 6,81\%$ наближається до межі важкого ступеня ураження тканин пародонта) може бути патогенетично пов'язане з радіаційно-індукованими судинними змінами та порушенням мікроциркуляції в тканинах пародонта, що продемонстровано у дослідженнях кровотоку ясен методами лазерної доплерівської флоуметрії [4]. Висока поширеність пародонтальної патології після променевої терапії у хворих з пухлинами голови та шиї, описана у недавньому дослідженні Abou-Bakr A. та співат. (2025), підтверджує, що ця категорія пацієнтів належить до груп високого ризику та потребує активного пародонтологічного супроводу [1], що також пояснює підвищений середній рівень скринінгового показника потреби в лікуванні (PSR $3,22 \pm 0,41$). Погіршення гігієнічних показників (PI $2,16 \pm 0,32$ бали) є очікуваним у контексті пострадіаційної ксеростомії та змін складу слини: систематичний огляд демонструє суттєві зсуви показників слини після RT, що потенційно зменшує самоочищення та сприяє ретенції біоплівки [14], а мультицентричні дані підтверджують високу частоту пізньої ксеростомії/гіposalівації після RT [2]. Додатково, сучасні мікробіологічні спостереження вказують, що

дентальна біоплівка у пацієнтів після RT може виступати резервуаром патобіотів, підтримуючи хронічне запалення та ускладнюючи контроль нальоту [6]. Також, використання PSR як практичного скринінгового інструменту для виявлення потреби у пародонтологічному лікуванні у пацієнтів підвищеного ризику описане і в онкологічних когортах, що підсилює обґрунтованість інтерпретації нашого середнього рівня PSR як клінічно значущого маркера потреби у комплексних втручаннях у межах стоматологічної реабілітації [13].

У практичній площині отримані результати підкреслюють необхідність включення пародонтального скринінгу (PSR) та контролю гігієни (PI) до стандартних програм підтримувальної стоматологічної допомоги в онкопацієнтів після завершення спеціалізованого лікування. Такий підхід може розглядатися як елемент «стоматологічної преабілітації/реабілітації», що спрямований на збереження опорних тканин, мінімізацію інфекційно-запальних ускладнень, підвищення переносимості подальших втручань і прогнозованість протезування та імплантації, а також на поліпшення якості життя [11-13].

Отримані результати підтверджують гіпотезу про те, що онкологічний анамнез та протоколи системного лікування (зокрема, променева терапія) є критичними детермінантами погіршення стану тканин пародонта.

Виявлений симптомокомплекс (висока інтенсивність деструкції тканин пародонта, незадовільний гігієнічний статус та виражене запалення), особливо у пацієнтів після променевої терапії, свідчить про необхідність

персоналізації підходів до стоматологічної реабілітації та обов'язковості етапу стабілізації пародонтального статусу перед проведенням дентальної імплантації й подальшим функціональним відновленням зубощелепної системи у хворих з обтяженим онкоанамнезом. У ширшому контексті це обґрунтовує доцільність інтеграції пародонтологічного супроводу в маршрути онкологічної реабілітації.

Висновки.

1. У пацієнтів з онкологічним анамнезом встановлено статистично значуще погіршення стану тканин пародонта порівняно з особами, не обтяженими онкологічною патологією, за всіма досліджуваними клінічними індексами (PSR, PI, PMA), що обмежує можливості прогнозованого функціонального відновлення зубощелепної системи в процесі медичної реабілітації.

2. Найбільш виражені деструктивно-запальні зміни зафіксовано у групі пацієнтів, які проходили променеву терапію (ОГ-1). Значення індексу PSR ($3,22 \pm 0,41$) вказує на глибоку деструкцію альвеолярної кістки та потребу в комплексному спеціалізованому пародонтологічному лікуванні як обов'язковому етапі підготовки до стоматологічної реабілітації.

3. Проведення променевої терапії призводить до суттєвого зниження рівня гігієни порожнини рота (PI $2,16 \pm 0,32$ бали), що на тлі ксеростомії виступає додатковим чинником прогресування пародонтиту та зниження реабілітаційного потенціалу пацієнта (харчування, комфорт, адаптація до ортопедичних конструкцій).

4. Запальний процес у яснах пацієнтів після радіотерапії сягає межі важкого ступеня (PMA $46,55 \pm 6,81\%$), що свідчить про критичне порушення місцевих адаптаційних механізмів і обґрунтовує необхідність включення пародонтологічної санації та гігієнічного супроводу до програм преабілітації/реабілітації, зокрема перед протезуванням та дентальною імплантацією.

5. Навіть за відсутності прямого променевого впливу (ОГ-2), онкологічний анамнез негативно впливає на стан пародонта, що підтверджується проміжними значеннями індексів порівняно з контрольною групою, і вимагає раннього скринінгу та підтримувальної терапії в динаміці реабілітації.

References

1. Abou-Bakr, A., Ahmed, E., William, H., & Hassanein, F. E. A. (2025). Frequency of periodontal disease in head and neck cancer patients after radiation therapy: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 25(1), 1008. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06391-7>
2. Abou-Bakr, A., Hassanein, F. E. A., William, H., & Ibrahim, S. S. (2025). Prevalence of late xerostomia and hyposalivation with associated risk factors in survivors of head and neck cancer after radiotherapy: a multi-centric cross-sectional study. *Radiation Oncology*, 20(1), 162. <https://doi.org/10.1186/s13014-025-02737-1>
3. Altman, D. G., & Bland, J. M. (1996). Comparing several groups using analysis of variance. *BMJ*, 312(7044), 1472-1473. <https://doi.org/10.1136/bmj.312.7044.1472>
4. Antic, S., Markovic-Vasiljkovic, B., Dzeletovic, B., Jelovac, D. B., & Kuzmanovic-Pficer, J. (2022). Assessment of radiotherapy effects on the blood flow in gingiva and dental pulp – a laser Doppler flowmetry study. *Journal of Applied Oral Science*, 30, e20220329. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2022-0329>
5. Brandt, E., Keskin, M., Räisänen, I. T., Mäkitie, A., Pätälä, T., Sorsa, T., & Gupta, S. (2024). Periodontal Disease - A Late Complication of

- Head and Neck Cancer Radiotherapy. *Cancer Control*, 31, 10732748241255845. <https://doi.org/10.1177/10732748241255845>
6. Bruno, J. S., Heidrich, V., Restini, F. C. F., Alves, T. M. M. T., Miranda-Silva, W., Knebel, F. H., et al. (2025). Dental biofilm serves as an ecological reservoir of acidogenic pathobionts in head and neck cancer patients with radiotherapy-related caries. *mSphere*, 10(7), e0025725. <https://doi.org/10.1128/msphere.00257-25>
7. Grygus, I., Kostyshyn, A., Ilnytska, O., Ornat, H. (2022). The condition of the masticatory muscle group in the treatment of patients with reduced occlusion height. *Health Prob Civil*. 16(2):164-172. <https://doi.org/10.5114/hpc.2022.117884>
8. Idris, M. Z., Wimardhani, Y. S., Apsari, W., & Mandasari, M. (2026). Head and Neck Radiotherapy Short-Term Oral Complications: Effect on Oral Health-Related Quality of Life at Dharmas Cancer Hospital. *European Journal of Dentistry*. <https://doi.org/10.1055/s-0046-1816079>
9. Kinash, I., Kaminska, M., Stasiuk, M., Grygus, I., Zukow, W. (2021). Bacteriological study of oral microbiocenosis as a starting point for begin pharmaceutical treatment. *Pharmacologyonline*. vol. 2. 7-16.
10. Mauceri, R., Coppini, M. C., Marchese, S. M., Mauceri, N., Coniglio, R., Nisi, M., et al. (2025). Oral health status and quality of life in female patients receiving low dose bone-modifying agents for cancer treatment-induced bone loss: a single-center exploratory study. *Frontiers in Oral Health*, 6, 1683722. <https://doi.org/10.3389/froh.2025.1683722>
11. Piyarathne, N., Sinclair, S., Elsayed, K. S., Cook, C., Gupta, E., & Abu-Eid, R. (2025). Oral health-related quality of life in head and neck cancer: a systematic review. *Frontiers in Oral Health*, 6, 1691065. <https://doi.org/10.3389/froh.2025.1691065>
12. Qamar, S., Rozi, S., Sawani, S., Awan, M. S., Akhtar, S., Siddiqui, M. I., et al. (2024). Oral health related quality of life in head and neck cancer survivors within the first year following treatment: a cross-sectional study in Karachi, Pakistan. *Scientific Reports*, 14(1), 2560. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52813-x>
13. Shamekhi, S., King, S., Chugh, H., Rudman, A., Pradhan, A., Yeoh, S. C., & Christian, B. (2026). Strategies to manage the oral health impacts of head and neck cancer treatment: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 164, 106249. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106249>
14. Staruch, M., Speth, M. M., Neyer, P., Riesterer, O., Aebbersold, D. M., & Stieb, S. (2024). Radiation-associated changes in saliva composition of head and neck cancer patients: A systematic review. *Radiotherapy and Oncology*, 196, 110279. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2024.110279>

ІНСТИТУЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ: МЕХАНІЗМИ ТА РЕГУЛЯТОРНА АРХІТЕКТУРА

INSTITUTIONAL MODEL OF STATE REGULATION OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE REHABILITATION SECTOR: MECHANISMS AND REGULATORY ARCHITECTURE

Коротун О. П.¹, Бурачик А. І.², Джинджоян В. В.³

¹Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

²Рівненський обласний клінічний госпіталь, м. Рівне, Україна

³Дніпровський гуманітарний університет, м. Дніпро, Україна

ORCID: 0000-0002-5628-8301

ORCID: 0009-0004-9397-0985

ORCID: 0000-0003-0296-4092

Korotun O. P.¹, Burachyk A. I.², Dzhinjoyan V. V.³

¹National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

²Regional War Veterans Hospital, Rivne, Ukraine

³Dnipro University of the Humanities, Dnipro, Ukraine

Анотації

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення концептуально-інституційної моделі державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, що інтегрує нормативно-правові, фінансові та цифрово-інфраструктурні механізми у межах єдиної регуляторної архітектури. Методологічну основу дослідження становлять інституційний, системний і структурно-функціональний підходи. У дослідженні використано методи аналізу нормативно-правових актів у сфері реабілітації та цифровізації охорони здоров'я, порівняльного аналізу міжнародних регуляторних підходів у сфері цифрового здоров'я, а також метод концептуального моделювання для формування інституційної моделі державного регулювання.

У результаті дослідження виявлено інституційну фрагментацію державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, що проявляється у розмежованому функціонуванні нормативно-правового, фінансового та цифрово-інфраструктурного контурів управління. Встановлено, що відсутність узгодженого механізму інтеграції між цими складовими знижує ефективність впровадження цифрових реабілітаційних сервісів, ускладнює координацію між рівнями управління та обмежує можливості використання аналітичних даних у процесі прийняття управлінських рішень. Розроблено концептуально-інституційну трирівневу модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, що структурує систему суб'єктів управління на стратегічному, координаційно-інфраструктурному та операційному рівнях і формує інтегрований управлінський цикл взаємодії нормативних рішень, цифрової інфраструктури та фінансових механізмів. Модель передбачає синхронізацію правового регулювання, цифрових платформ і механізмів фінансування на основі використання даних, а також упровадження механізму адаптивного регуляторного коригування, що забезпечує узгодження регуляторних рішень із результатами функціонування цифрової інфраструктури реабілітаційної галузі.

У висновках обґрунтовано, що впровадження запропонованої інституційної моделі дозволяє забезпечити перехід від фрагментарного державного регулювання до інтегрованої цифрової інституційної системи управління реабілітаційною галуззю, підвищити прозорість використання фінансових ресурсів, покращити координацію між суб'єктами управління та створити передумови для розвитку телереабілітаційних і аналітичних цифрових сервісів у системі охорони здоров'я.

Ключові слова: державне регулювання, цифрова трансформація, реабілітаційна галузь, інституційна модель, регуляторна архітектура, телереабілітація, публічне управління, цифровізація охорони здоров'я.

The purpose of the article is to provide a theoretical justification and develop a conceptual institutional model of state regulation of digital transformation in the rehabilitation sector, integrating legal, financial, and digital infrastructure mechanisms within a unified regulatory architecture. The methodological basis of the study includes institutional, systemic, and structural-functional approaches. The research applies methods of legal analysis of regulatory acts in the field of

Received: 11 January 2026. Accepted: 24 April 2026. Available online: 30 April 2026

© 2026. Korotun O. P., Burachyk A. I., Dzhinjoyan V. V.

Rehabilitation and Recreation. ISSN 2786-8354 (Online) | ISSN 2786-8346 (Print)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



rehabilitation and healthcare digitalization, comparative analysis of international regulatory approaches to digital health, and conceptual modeling to develop an institutional regulatory model.

The study identifies institutional fragmentation in the state regulation of digital transformation in the rehabilitation sector, manifested in the disconnected functioning of legal, financial, and digital infrastructure governance mechanisms. The absence of an integrated coordination mechanism between these components reduces the effectiveness of digital rehabilitation services, complicates inter-level governance coordination, and limits the use of data in decision-making processes. The study develops a conceptual three-level institutional model of state regulation structured across strategic, coordination-infrastructure, and operational levels, forming an integrated management cycle linking regulatory decisions, digital infrastructure, and financing mechanisms. The proposed model ensures synchronization of legal regulation, digital platforms, and funding instruments based on data-driven governance principles and introduces a mechanism of adaptive regulatory adjustment based on analytical data.

The study concludes that the implementation of the proposed institutional model enables a transition from fragmented governance to an integrated digital institutional framework in the rehabilitation sector, improves financial transparency, strengthens coordination between governance levels, and creates conditions for the development of telerehabilitation and data-driven healthcare services.

Keywords: state regulation, digital transformation, rehabilitation sector, institutional model, regulatory architecture, telerehabilitation, public governance, healthcare digitalization.

Вступ. Цифрова трансформація системи охорони здоров'я є одним із ключових напрямів модернізації державної політики в умовах глобальної технологічної динаміки та посилення вимог до доступності медичних послуг [5, 20, 21]. На міжнародному рівні цифрове здоров'я розглядається як стратегічний інструмент підвищення ефективності управління системами охорони здоров'я та забезпечення їх стійкості [9, 20]. Особливої складності ці процеси набувають у сфері реабілітації, яка поєднує медичні, соціальні, психологічні та організаційні компоненти й потребує координації значної кількості суб'єктів публічного управління [8].

В Україні трансформація реабілітаційної галузі відбувається паралельно з реформуванням системи охорони здоров'я, розвитком електронної системи eHealth та оновленням нормативно-правової бази [3, 5, 8]. Запровадження телемедичних та телереабілітаційних сервісів посилює потребу в нормативній узгодженості, стандартизації та забезпеченні інформаційної безпеки [11, 13, 14].

Суть проблеми полягає у відсутності інтегрованої моделі державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, яка б забезпечувала узгодженість нормативно-правових рішень, цифрової інфраструктури та фінансових механізмів. Хоча законодавство України у сфері реабілітації та телемедицини поступово оновлюється [6, 8], а електронне урядування у сфері охорони здоров'я функціонує в межах визначених нормативів [3], механізми координації між цими регуляторними контурами залишаються недостатньо інтегрованими.

В умовах воєнного стану зростає потреба у реабілітаційних послугах та забезпеченні їх безперервності, зокрема через цифрові інструменти дистанційної взаємодії [7, 8]. Міжнародні дослідження підтверджують ефективність телереабілітації та цифрових моделей супроводу пацієнтів [11, 16, 17, 19], проте наголошують на необхідності комплексного нормативного забезпечення та чіткої регуляторної архітектури [10, 18].

Аналіз останніх досліджень свідчить, що українські науковці зосереджують увагу на інституційній трансформації державного управління охороною здоров'я [2, 4], концептуальних засадах реформування

системи медичних послуг [1] та адаптації міжнародних стандартів у сфері цифрового здоров'я [5]. Водночас міжнародна наукова думка акцентує на стандартизації телемедичних сервісів [13], інформаційній безпеці медичних даних [14], інтероперабельності цифрових систем [10] та оцінюванні бар'єрів впровадження телемедицини [9].

Разом із тим, системний аналіз сучасних публікацій дозволяє констатувати, що дослідження переважно охоплюють або загальні аспекти цифровізації медицини, або окремі напрями регулювання реабілітаційної діяльності. Комплексна інституційна модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, що поєднувала б тривірневу систему управління, механізми цифрової інтеграції та фінансові інструменти у межах єдиного регуляторного циклу, у науковій літературі системно не представлена.

Невирішеною частиною загальної проблеми залишається формування цілісної концепції державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, здатної забезпечити узгодженість нормативно-правових, цифрово-інфраструктурних та фінансових механізмів. Відсутність такої моделі обмежує можливості масштабування цифрових рішень та знижує ефективність реалізації державної політики у сфері реабілітації.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення багатокомпонентної тривірневої інституційної моделі державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі України, яка забезпечує інтеграцію нормативно-правових, фінансових та цифрово-інфраструктурних механізмів у межах єдиного управлінського контуру та може бути масштабована на інші соціально значущі сегменти системи охорони здоров'я.

Матеріали і методи. Дослідження має теоретико-аналітичний характер та ґрунтується на аналізі нормативно-правових актів України, стратегічних документів у сфері цифрового здоров'я та реабілітації, а також сучасних наукових праць, присвячених державному регулюванню цифрової трансформації охорони здоров'я [2, 4, 5, 8, 20].

Методологічною основою дослідження є поєднання інституційного, системного та структурно-

функціонального підходів, що дозволило розглядати цифрову трансформацію реабілітаційної галузі як складову процесу цифровізації національної економіки та водночас як самостійну галузеву підсистему державного регулювання [2, 4].

Інституційний підхід застосовано для ідентифікації та систематизації суб'єктів державного регулювання, аналізу їх повноважень, функцій та форм взаємодії в межах чинного нормативно-правового поля України [3, 6, 7, 8]. У межах цього підходу здійснено аналіз законодавчих актів, що регламентують функціонування системи реабілітації, цифровізації охорони здоров'я, діяльності органів виконавчої влади та механізмів координації між ними [3, 6, 8]. Такий аналіз дозволив виявити інституційну фрагментацію регуляторного середовища та визначити ключові точки розриву між нормативним забезпеченням і практикою цифрової інтеграції [5].

Системний підхід забезпечив розгляд реабілітаційної галузі як відкритої соціально-економічної системи, що функціонує у взаємодії з іншими галузевими підсистемами національної економіки [2, 4]. Цифрова трансформація в цьому контексті інтерпретується не як впровадження окремих технологічних рішень, а як структурна перебудова інституційних взаємозв'язків, інформаційних потоків та механізмів управління з урахуванням міжнародних стандартів цифрового здоров'я [13, 14, 20].

Структурно-функціональний аналіз використано для визначення функціонального розподілу повноважень між макро-, мезо- та мікрорівнями регулювання, а також для класифікації регуляторних механізмів впливу (нормативно-правових, фінансових, цифрово-інфраструктурних та координаційних) [2, 4]. Це дозволило сформувати багатокomпонентну модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі з урахуванням ієрархії управління.

У межах дослідження здійснено аналіз міжнародних стандартів телереабілітації, інформаційної безпеки та якості цифрових медичних сервісів [11, 13, 14], а також європейських регуляторних документів у сфері медичних виробів та цифрових даних [10, 18]. Такий аналіз був спрямований на виявлення структурних дисбалансів у системі державного регулювання, зокрема прогалин, дублювання функцій та відсутності узгоджених механізмів інтеграції між окремими регуляторними складовими.

На завершальному етапі застосовано метод концептуального моделювання, який дозволив сконструювати динамічну тривірневу інституційну модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі. Модель верифікована шляхом зіставлення її структурних елементів із чинним нормативно-правовим полем України у сфері реабілітації та цифровізації охорони здоров'я [3, 6, 8], що забезпечило її відповідність реальному регуляторному середовищу та можливість практичної імплементації.

Результати дослідження. Цифрова трансформація реабілітаційної галузі в Україні здійснюється в межах ширшого процесу цифровізації системи охорони здоров'я та державного управління загалом [5, 20]. Проте

чинна регуляторна модель характеризується інституційною розпорошеністю повноважень, відсутністю цілісної архітектури координації та неповною інтеграцією цифрових інструментів у галузеву підсистему.

Нормативною основою функціонування системи реабілітації є Закон України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» [8], який визначає суб'єктів надання реабілітаційної допомоги, загальні принципи організації послуг та повноваження органів державної влади. Водночас законодавство не містить окремої системної конструкції цифрової інтеграції реабілітаційної галузі, що зумовлює розрив між регулюванням медичної реабілітації та регулюванням цифрової інфраструктури охорони здоров'я [3, 5].

На макрорівні регуляторні функції розподілені між Кабінетом Міністрів України, Міністерством охорони здоров'я України, Міністерством цифрової трансформації України та іншими центральними органами виконавчої влади відповідно до чинних нормативних актів [3, 6]. Проте відсутній єдиний координуючий центр, відповідальний саме за цифрову трансформацію реабілітаційної галузі як окремої функціональної підсистеми.

На мезорівні реалізація державної політики здійснюється через галузеві органи, Національну службу здоров'я України, органи місцевого самоврядування та заклади охорони здоров'я. Цифрові процеси інтегруються через систему eHealth [3, 5], однак її функціонал орієнтований переважно на первинну та спеціалізовану медичну допомогу. Модулі, що забезпечують повноцінну підтримку телереабілітації, дистанційного моніторингу пацієнтів або аналітики реабілітаційних результатів, залишаються обмеженими або фрагментарними.

На мікрорівні провайдери реабілітаційних послуг впроваджують окремі цифрові рішення (електронні медичні записи, телемедичні консультації, цифрові засоби моніторингу), що відповідають міжнародним стандартам телереабілітації та цифрової безпеки [11, 13, 14], проте ці інструменти не завжди інтегровані в єдину інституційну систему управління та контролю.

Проведений аналіз засвідчив, що нормативно-правові акти, які регулюють реабілітацію, цифровізацію охорони здоров'я та електронне урядування [3, 6, 8], функціонують у межах паралельних управлінських контурів без належної координації та чітко визначених механізмів інтеграції. Це проявляється у дублюванні окремих управлінських повноважень між органами публічної влади, відсутності уніфікованих стандартів цифрової взаємодії у сфері реабілітації, недостатній синхронізації фінансових інструментів підтримки цифрових рішень та обмежених інтеграції даних між відомчими й загальнонаціональними інформаційними системами [10, 18].

Виявлена фрагментарність регуляторного середовища зумовлює потребу у формуванні цілісної інституційної моделі, що забезпечує узгодженість нормативних, фінансових та цифрових механізмів у межах єдиного управлінського контуру.

Воєнний контекст посилив навантаження на систему реабілітації, збільшивши потребу у масштабованих

цифрових рішеннях для забезпечення доступності послуг, зокрема для військовослужбовців і цивільних осіб, які зазнали травм [7, 8]. Водночас регуляторна архітектура не була структурно адаптована до цих викликів, що ще більше актуалізує необхідність формування інтегрованої моделі державного регулювання цифрової трансформації галузі.

Таким чином, вихідний стан реабілітаційної галузі можна охарактеризувати як інституційно-фрагментований, цифрово-частково інтегрований та нормативно розподілений між кількома регуляторними контурами. Саме цей стан зумовлює потребу в розробці концептуально-інституційної моделі, що забезпечить системну інтеграцію суб'єктів регулювання, механізмів впливу та цифрових інструментів у межах трансформації національної економіки.

Подолання інституційної фрагментації потребує чіткої структуризації суб'єктів державного регулювання та визначення їх функціональної ролі у процесі цифрової трансформації реабілітаційної галузі. У запропонованій концептуально-інституційній моделі система суб'єктів вибудовується за трирівневим принципом, що забезпечує ієрархічну узгодженість та функціональну взаємодію між стратегічним, галузево-інфраструктурним та операційним контурами управління.

На макрорівні зосереджені суб'єкти, що формують нормативно-правову основу та стратегічні напрями цифрової трансформації. Йдеться про Кабінет Міністрів України, профільні міністерства, зокрема Міністерство охорони здоров'я та Міністерство цифрової трансформації, а також інші центральні органи виконавчої влади, компетенція яких пов'язана з фінансовим забезпеченням, соціальною політикою та розвитком цифрової інфраструктури [3, 6, 8]. У межах моделі макрорівень виконує функцію стратегічного інтегратора, забезпечуючи нормативне регулювання, формування державних програм цифровізації, встановлення стандартів цифрової взаємодії та координацію міжгалузевих процесів з урахуванням міжнародних підходів до цифрового здоров'я [20, 21]. Його роль полягає не лише у прийнятті регуляторних рішень, а й у формуванні узгодженої політики цифрової трансформації як складової модернізації національної економіки [9].

Мезорівень охоплює суб'єктів, які забезпечують реалізацію державної політики та функціонування цифрової інфраструктури реабілітації. До цього рівня належать Національна служба здоров'я України, органи місцевого самоврядування, регіональні департаменти охорони здоров'я, а також оператори та адміністратори цифрових платформ, зокрема системи eHealth та суміжних інформаційних систем [3, 5]. У межах запропонованої моделі мезорівень виступає центральною ланкою інтеграції, оскільки саме тут відбувається трансформація стратегічних рішень макрорівня у практичні механізми фінансування, контракування, цифрової стандартизації та моніторингу якості реабілітаційних послуг. Мезорівень забезпечує технічну інтеграцію реєстрів, координацію інформаційних потоків і контроль за результативністю впровадження цифрових рішень відповідно до європейських регуляторних вимог у сфері медичних виробів і цифрових даних [10, 18].

Мікрорівень представлений безпосередніми провайдерами реабілітаційних послуг та користувачами цифрових інструментів. Йдеться про заклади охорони здоров'я, центри реабілітації, мультидисциплінарні команди, приватних надавачів телереабілітаційних послуг, а також пацієнтів як активних учасників цифрової взаємодії. У функціональному вимірі мікрорівень забезпечує практичне впровадження цифрових інструментів, формування та використання даних, адаптацію технологічних рішень до клінічних потреб і зворотний зв'язок щодо їх ефективності, що відповідає міжнародним стандартам телереабілітації та інформаційної безпеки [11, 13, 14, 16].

Ключовою особливістю запропонованої інституційної конструкції є поєднання вертикальної та горизонтальної інтеграції. Вертикальна інтеграція забезпечує узгодженість стратегічних рішень, стандартизацію цифрових процесів і контроль реалізації державної політики на всіх рівнях. Горизонтальна інтеграція передбачає координацію між галузевими суб'єктами, обмін даними між інформаційними системами та узгодження фінансових і цифрових механізмів у межах єдиної архітектури взаємодії.

Таким чином, система суб'єктів у межах розробленої моделі формує впорядкований інституційний каркас, що створює передумови для переходу від розпорошеної регуляторної структури до інтегрованої трирівневої системи державного управління цифровою трансформацією реабілітаційної галузі.

Функціонування трирівневої інституційної структури потребує систематизації регуляторних механізмів, через які держава здійснює вплив на цифрову трансформацію реабілітаційної галузі. У межах запропонованої моделі регуляторні механізми розглядаються як інтегрована система інструментів нормативного, фінансового, інфраструктурного та координаційного впливу, що забезпечують перехід від інституційної фрагментації до цифрової цілісності.

Нормативно-правові механізми формують базову рамку функціонування галузі. Вони визначають правовий статус суб'єктів, регламентують порядок надання реабілітаційних послуг, встановлюють вимоги до цифрової взаємодії та забезпечують стандартизацію процесів. У контексті цифрової трансформації їх роль полягає у створенні регуляторних умов для впровадження телереабілітації, електронного документообігу, інтеграції реєстрів та захисту персональних даних [3, 6, 8]. Водночас саме на цьому рівні виявляється розрив між загальними нормами цифровізації охорони здоров'я та спеціалізованим регулюванням реабілітаційної підсистеми, що потребує інституційного узгодження.

Фінансові механізми забезпечують економічну підтримку цифрової трансформації. Йдеться про бюджетне фінансування, механізми державних фінансових гарантій, контракування через Національну службу здоров'я України, а також можливості співфінансування цифрових рішень на регіональному рівні [7, 8]. У межах моделі фінансові механізми розглядаються не лише як інструмент оплати послуг, а як засіб стимулювання впровадження цифрових технологій,

включаючи телереабілітацію, дистанційний моніторинг та цифрову аналітику результатів лікування.

Цифрово-інфраструктурні механізми формують технологічну основу інтеграції галузі. До них належать електронні реєстри, інформаційні системи, платформи обміну даними, стандарти інтероперабельності, кібербезпекові протоколи та механізми захисту інформації [11, 13, 14, 18]. У запропонованій моделі саме цей блок виступає інтеграційним ядром, оскільки забезпечує зв'язок між суб'єктами різних рівнів управління та створює єдиний цифровий простір реабілітаційної допомоги.

Координаційні механізми забезпечують узгодженість дій суб'єктів на різних рівнях управління. Вони охоплюють міжвідомчу взаємодію, механізми стратегічного планування, систему моніторингу та оцінювання ефективності цифрових рішень, а також інституційні канали зворотного зв'язку. У динамічній логіці моделі саме координаційні механізми виконують функцію переходу від формальної регламентації до реальної інтеграції, зменшуючи дублювання повноважень та підвищуючи управлінську узгодженість.

Систематизація зазначених механізмів дозволяє сформувати комплексну архітектуру регуляторного впливу, в межах якої кожен тип механізму виконує окрему, але взаємопов'язану функцію. Взаємодія нормативних, фінансових, цифрово-інфраструктурних та координаційних інструментів створює основу для переходу від розпорошеної регуляторної практики до структурно впорядкованої моделі державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі.

Таким чином, систематизація регуляторних механізмів дозволила структурувати інструментарій державного впливу на цифрову трансформацію реабілітаційної галузі та визначити їх функціональну роль у межах трирівневої інституційної моделі.

Взаємодія нормативно-правових, фінансових, цифрово-інфраструктурних і координаційних механізмів

формує динамічну регуляторну конструкцію, здатну забезпечити поступовий перехід від фрагментарного управління до інтегрованої архітектури цифрової взаємодії. Саме ця взаємопов'язаність механізмів створює підґрунтя для побудови цілісної інституційної архітектури, що розкривається далі.

Запропонована інституційна модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі набуває завершеного вигляду через формування архітектури взаємодії між суб'єктами, механізмами та цифровими інструментами. Архітектура взаємодії визначає не лише розподіл повноважень, а й логіку інтеграції інформаційних потоків, фінансових ресурсів та регуляторних рішень у межах трирівневої системи управління.

У динамічному вимірі архітектура взаємодії передбачає поетапний перехід від стану регуляторної фрагментації до стану цифрової інституційної цілісності. На початковому етапі суб'єкти різних рівнів функціонують у межах відносно автономних регуляторних контурів, що характеризуються обмеженою координацією та частковою інтеграцією інформаційних систем. Нормативно-правові механізми, фінансові інструменти та цифрова інфраструктура існують паралельно, не утворюючи єдиного керованого середовища.

Механізм інтеграції формується через синхронізацію стратегічних рішень макrorівня з операційною діяльністю мезо- та мікрорівнів. На цьому етапі ключову роль відіграють координаційні механізми, що забезпечують узгодження нормативних актів, фінансових стимулів та технічних стандартів інтероперабельності. Архітектура взаємодії передбачає створення єдиного цифрового контуру, в межах якого реєстри, інформаційні системи та платформи телереабілітації інтегруються у спільний інформаційний простір.

Таблиця 1

Систематизація регуляторних механізмів цифрової трансформації реабілітаційної галузі

Тип регуляторного механізму	Основний зміст впливу	Рівень реалізації	Роль у динамічній моделі
Нормативно-правовий	Визначення правових рамок функціонування реабілітаційної галузі та цифрової взаємодії, встановлення стандартів та правил	Макrorівень	Формує базову регуляторну основу інтеграції
Фінансовий	Бюджетне фінансування, державні гарантії, контракування, стимулювання впровадження цифрових рішень	Макро- та мезорівень	Забезпечує економічну мотивацію цифрової трансформації
Цифрово-інфраструктурний	Реєстри, інформаційні системи, платформи, інтероперабельність, кібербезпека	Мезо- та мікрорівень	Створює технологічну основу інтеграції та обміну даними
Координаційний	Міжвідомча взаємодія, стратегічне планування, моніторинг, контроль, зворотний зв'язок	Усі рівні	Забезпечує узгодженість дій і зменшення регуляторної фрагментації

Джерело: узагальнено авторами у межах проведеного дослідження.

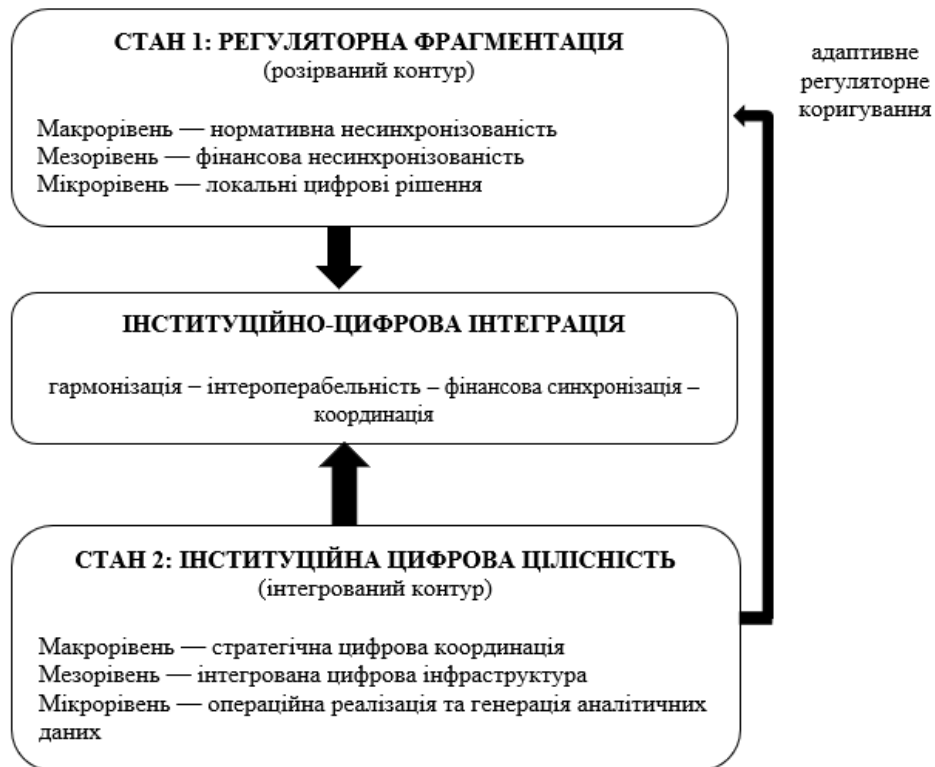


Рис. 1. Динамічна інституційна модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі
Джерело: авторська розробка.

Завершальний етап характеризується формуванням цифрової інституційної цілісності, за якої всі рівні управління функціонують у межах узгодженої регуляторної архітектури. Макрорівень забезпечує стратегічне управління та нормативну стабільність, мезорівень – операційну інтеграцію та контроль, а мікрорівень – генерацію даних і практичну реалізацію цифрових рішень. Інформаційні потоки стають двонаправленими: від макрорівня до провайдерів послуг і від мікрорівня до стратегічних органів управління у вигляді аналітичних даних та показників результативності.

Важливою характеристикою запропонованої моделі є наявність адаптивного регуляторного циклу, що забезпечує зворотний вплив аналітичних даних на нормативно-правове середовище. Генерація та обробка даних на мікро- та мезорівнях створює інформаційну основу для стратегічного коригування регуляторних рішень на макрорівні, що формує механізм безперервного удосконалення цифрової архітектури галузі. Такий підхід дозволяє перейти від статичної моделі регулювання до динамічної системи адаптивного управління на основі даних.

Архітектура взаємодії в межах моделі ґрунтується на поєднанні вертикальної та горизонтальної інтеграції. Вертикальна інтеграція забезпечує підпорядкованість стратегічним цілям державної політики, стандартизацію цифрових процесів та контроль за якістю реабілітаційних послуг. Горизонтальна інтеграція створює умови для міжвідомчої координації, обміну даними між інформаційними системами, узгодження

фінансових механізмів і формування міжсекторальних партнерств.

Принциповою особливістю запропонованої архітектури є її масштабованість. Модель дозволяє поширити логіку інституційної інтеграції на інші соціально значущі галузі, зберігаючи галузеву специфіку реабілітаційної підсистеми. Таким чином, реабілітаційна галузь виступає апробаційним середовищем для реалізації ширшої концепції державного регулювання цифровізації національної економіки.

Таким чином, запропонована архітектура взаємодії формує цілісний інституційно-цифровий контур державного регулювання реабілітаційної галузі, у межах якого суб'єкти різних рівнів управління інтегруються через узгоджену систему регуляторних механізмів та інформаційних потоків. Динамічний характер моделі забезпечує поетапний перехід від стану фрагментації до стану цифрової інституційної цілісності, що підвищує керованість галузі, прозорість фінансування та ефективність використання цифрових інструментів. У цьому контексті реабілітаційна підсистема виступає апробаційним середовищем для реалізації ширшої концепції державного регулювання цифровізації національної економіки.

У межах проведеного дослідження розроблено концептуально-інституційну модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, яка, на відміну від існуючих підходів, поєднує трирівневу систему суб'єктів управління, інтегровану систему нормативно-правових, фінансових та цифрово-інфраструктурних механізмів, а також динамічну архітектуру взаємодії на основі двонаправлених

інформаційних потоків. Особливістю запропонованої моделі є запровадження механізму адаптивного регуляторного коригування, що забезпечує узгодження нормативних рішень із результатами функціонування цифрової інфраструктури реабілітаційної галузі.

Дискусія. Отримані результати дозволяють інтерпретувати цифрову трансформацію реабілітаційної галузі як процес, що виходить за межі технологічного оновлення та набуває характеру інституційної перебудови [20, 21]. Запропонована регуляторна архітектура демонструє, що ефективність цифровізації визначається не лише впровадженням інформаційних систем, а передусім узгодженістю нормативно-правових, фінансових та організаційних механізмів. Аналіз чинного законодавства у сфері реабілітації [8] свідчить про наявність правових засад функціонування галузі, однак ці норми не формують інтегрованої моделі цифрової взаємодії суб'єктів. У результаті цифрові рішення розвиваються фрагментарно, що обмежує їх системний управлінський ефект [5].

Порівняння отриманих результатів із сучасними науковими дослідженнями засвідчує, що вітчизняний науковий дискурс переважно зосереджується на загальних питаннях державного управління профілактикою та реабілітацією або на окремих аспектах цифровізації медицини [1, 2, 4]. Зокрема, дослідження державного управління в умовах воєнного стану підкреслюють необхідність координації та підвищення інституційної спроможності [7], проте не пропонують структурованої моделі інтеграції цифрових інструментів у систему реабілітації. Водночас аналітичні огляди нормативного та міжнародного досвіду цифрового здоров'я акцентують увагу на проблемах законодавчої гармонізації, захисту даних та регулювання телемедицини [10, 11, 14, 18], однак ці підходи залишаються переважно секторальними. Таким чином, запропонована модель заповнює концептуальний розрив між теорією державного управління та практикою цифрової трансформації галузі.

З управлінської точки зору регуляторна архітектура, побудована у межах дослідження, дозволяє перейти від фрагментарного регулювання до інтегрованого управлінського циклу. У такому циклі нормативні рішення формують рамкові умови цифровізації, цифрова інфраструктура забезпечує обіг і фіксацію даних відповідно до міжнародних стандартів інтероперабельності та безпеки [13, 14], а фінансові механізми синхронізуються з цифровими індикаторами результативності. Це створює передумови для підвищення прозорості розподілу ресурсів, мінімізації дублювання функцій та підсилення аналітичної спроможності органів державного управління.

Практична значущість запропонованої моделі полягає в тому, що вона дозволяє чітко ідентифікувати точки нормативного, фінансового та цифрово-інфраструктурного розриву, визначити відповідальні рівні управління за їх усунення та сформувати механізм адаптивного регуляторного коригування на основі аналітичних даних, що безпосередньо підвищує керованість і результативність державної політики у сфері реабілітації.

Особливої значущості така інтеграція набуває в умовах воєнного стану, коли потреба у масштабованих та швидко адаптованих реабілітаційних рішеннях зростає, а координація між рівнями управління стає критичною [7, 8].

Водночас запропонована модель апробована на прикладі реабілітаційної галузі України, що зумовлює певні обмеження її безпосереднього застосування в інших секторах без урахування галузевої специфіки. Проте її інституційна логіка – інтеграція суб'єктів регулювання, механізмів впливу та цифрових інструментів у межах єдиного контуру взаємодії – має універсальний характер і може бути масштабована на інші соціально значущі підсистеми охорони здоров'я. Таким чином, результати дослідження розширюють теоретичні уявлення про державне регулювання цифрової трансформації та формують підґрунтя для подальших досліджень інституційної інтеграції в умовах цифровізації національної економіки.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що цифрова трансформація реабілітаційної галузі в Україні відбувається в умовах інституційної фрагментації, яка проявляється у розмежованому функціонуванні нормативно-правового, цифрово-інфраструктурного та фінансово-організаційного контурів управління. Чинна система державного регулювання формує правові та організаційні засади діяльності суб'єктів реабілітації, однак не забезпечує інтегрованої архітектури їх цифрової взаємодії, що зумовлює фрагментарний характер впровадження цифрових рішень у галузі.

Встановлено, що наявні підходи до державного управління реабілітаційною сферою переважно орієнтовані на організаційно-структурний розподіл повноважень між суб'єктами управління, тоді як механізми цифрової інтеграції, синхронізації регуляторних, фінансових та інформаційних інструментів залишаються недостатньо узгодженими. Це обумовлює необхідність переходу від моделі розірваних регуляторних контурів до моделі інституційної цифрової цілісності.

У межах дослідження розроблено концептуально-інституційну модель державного регулювання цифрової трансформації реабілітаційної галузі, що передбачає трирівневу систему управління, інтеграцію нормативно-правових, фінансових та цифрово-інфраструктурних механізмів, формування єдиного інформаційного контуру взаємодії та впровадження механізму адаптивного регуляторного коригування на основі аналітичних даних. Запропонована модель забезпечує поетапний перехід від інституційної фрагментації до стану цифрової інституційної цілісності галузі.

Обґрунтовано, що реалізація інтегрованої цифрово-регуляторної архітектури створює передумови для підвищення керованості реабілітаційної галузі, прозорості розподілу фінансових ресурсів, розвитку телереабілітаційних та аналітичних цифрових інструментів, а також для формування механізму безперервного вдосконалення державної політики на основі даних. Запропонований підхід може бути використаний у процесі формування державної політики

цифровізації охорони здоров'я та адаптований до інших соціально значущих підсистем національної економіки.

Інформація про відсутність конфлікту інтересів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів, пов'язаних із підготовкою та публікацією цієї статті.

Література

1. Баб'як Т. В. Концептуальні основи державного управління профілактикою та реабілітацією в умовах воєнного стану. Інвестиції: практика та досвід. 2023. № 18. С. 202–204. URL: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=7900&i=18> (дата звернення: 06.02.2026).
2. Вівсянник О. М., Сазонець І. Л., Сазонець О. М. Інституційна трансформація державного управління охороною здоров'я: Україна та іноземний досвід. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 312 с.
3. Деякі питання електронної системи охорони здоров'я: Постанова Кабінету Міністрів України від 25 квіт. 2018 р. № 411. Офіційний вісник України. 2018. № 72. Ст. 2421. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2018-p> (дата звернення: 06.02.2026).
4. Джинджоян В. В., Зима І. Я., Обуховська Л. І. Механізми інституційної трансформації державного управління охороною здоров'я. Київ: НАДУ, 2019. 284 с.
5. Малахов В. B. Insight into the Digital Health System of Ukraine (eHealth): Trends, Definitions, Standards, and Legislative Revisions. Health Policy and Technology. 2022. Vol. 11, no. 3. Article 100645. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2022.100645>
6. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розвитку телемедицини: Закон України від 15 черв. 2023 р. № 3301-IX. Відомості Верховної Ради України. 2023. № 33. Ст. 250. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3301-20> (дата звернення: 06.02.2026).
7. Про організацію надання медичної допомоги в умовах воєнного стану: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 17 верес. 2022 р. № 1695. URL: <https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-17092022--1695-pro-organizaciu-nadannja-medichnoi-dopomogi-v-umovah-voennogo-stanu> (дата звернення: 06.02.2026).
8. Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я: Закон України від 3 груд. 2020 р. № 1053-IX. Відомості Верховної Ради України. 2021. № 7. Ст. 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20> (дата звернення: 06.02.2026).
9. Ashish S., Khoja S. Digital Health and Regulatory Affairs: A Comparative Analysis of Regulations in the USA, Europe, Canada, and Australia. Journal of Regulatory Science. 2022. Vol. 10, no. 1. P. 23–41. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrs10010003>
10. European Commission. Proposal for a Regulation on the European Health Data Space: COM(2022) 197 final. Brussels: European Commission, 2022. 78 p. URL: https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/european-health-data-space_en (дата звернення: 06.02.2026).
11. Ghosh A., Scott R. E. Telerehabilitation: Standardizing International Practice and Quality. Journal of Telemedicine and Telecare. 2020. Vol. 26, no. 8. P. 503–508. DOI: <https://doi.org/10.1177/1357633X20945701>
12. Greenhalgh T., Wherton J., Shaw S., Morrison C. Video consultations for COVID-19 and beyond: A critical interpretive synthesis. BMJ Open. 2022. Vol. 12, no. 1. Article e059097. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059097>
13. ISO 13131:2021. Health informatics – Telehealth services – Quality planning guidelines. Geneva : International Organization for Standardization, 2021. URL: <https://www.iso.org/standard/69725.html> (дата звернення: 06.02.2026).
14. ISO 27799:2025. Health informatics – Information security management in health. Geneva : International Organization for Standardization, 2025. URL: <https://www.iso.org/standard/62777.html> (дата звернення: 06.02.2026).
15. ISO 81001-1:2021. Health software and health IT systems safety, effectiveness and security – Part 1: General requirements. Geneva : International Organization for Standardization, 2021. URL: <https://www.iso.org/standard/72704.html> (дата звернення: 06.02.2026).
16. Kairy D., Lehoux P., Vincent C., Visintin M. A systematic review of clinical outcomes associated with telerehabilitation. Disability and Rehabilitation. 2019. Vol. 41, no. 12. P. 1447–1465. DOI: <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1408263>
17. Kruse C. S., Mileski M., Moreno J. Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. Journal of Telemedicine and Telecare. 2023. Vol. 29, no. 9. P. 632–647. DOI: <https://doi.org/10.1177/1357633X231168742>
18. Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on medical devices, amending Directive 2001/83/EC, Regulation (EC) No 178/2002 and Regulation (EC) No 1223/2009 and repealing Council Directives 90/385/EEC and 93/42/EEC. Official Journal of the European Union. 2017. L 117. P. 1–175. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R0745> (дата звернення: 06.02.2026).
19. Terrell M., Boissonnault W., Robinson A. Telerehabilitation Policy Report: Interprofessional Policy Principles and Priorities. International Journal of Telerehabilitation. 2021. Vol. 13, no. 1. P. 11–23. DOI: <https://doi.org/10.5195/ijt.2021.6377>
20. World Health Organization. Global Strategy on Digital Health 2020–2025. Geneva: WHO, 2021. 60 p. ISBN 978-92-4-002092-4. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924> (дата звернення: 06.02.2026).
21. World Health Organization. WHO guideline: Recommendations on digital interventions for health system strengthening. Geneva: WHO, 2019. 124 p. ISBN 978-92-4-155050-5. DOI: <https://doi.org/10.2471/9789240050907>

References

1. Bab'iak T.V. (2023). Kontseptualni osnovy derzhavnoho upravlinnia profilaktykoii ta reabilitatsiieiu v umovakh voiennoho stanu [Conceptual foundations of public administration of prevention and rehabilitation under martial law]. Investitsii: praktyka ta dosvid, 18, 202–204. <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=7900&i=18> [in Ukrainian].
2. Vivsiannyk O.M., Sazonets I.L., & Sazonets O.M. (2020). Instytutsiina transformatsiia derzhavnoho upravlinnia okhoroanoi zdorovia: Ukraina ta inozemnyi dosvid [Institutional transformation of public healthcare administration: Ukraine and foreign experience]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury. [in Ukrainian].
3. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2018). Deiakii pytannia elektronnoi systemy okhoroany zdorovia: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 25 kvitnia 2018 r. № 411 [Some issues of the electronic healthcare system: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 411]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2018-%D0%BF> [in Ukrainian].
4. Dzhyndzhoian V.V., Zyma I.Ya., & Obukhovska L.I. (2019). Mekhanizmy instytutsiinoi transformatsii derzhavnoho upravlinnia okhoroanoi zdorovia [Mechanisms of institutional transformation of public healthcare administration]. Kyiv: NADU. [in Ukrainian].
5. Malakhov V.V. (2022). Insight into the digital health system of Ukraine (eHealth): Trends, definitions, standards, and legislative revisions. Health Policy and Technology, 11(3), 100645. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2022.100645>
6. Verkhovna Rada of Ukraine. (2023). Pro vnesennia zmin do deiakikh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo rozvytku teledytsyny: Zakon Ukrainy vid 15 chervnia 2023 r. № 3301-IX [On amendments to certain legislative acts of Ukraine on the development of telemedicine]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3301-20> [in Ukrainian].
7. Ministry of Health of Ukraine. (2022). Pro orhanizatsiiu nadannia medychnoi dopomohy v umovakh voiennoho stanu: Nakaz MOZ Ukrainy vid 17 veresnia 2022 r. № 1695 [On the organization of medical care under martial law]. <https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-17092022--1695-pro-organizaciu-nadannja-medichnoi-dopomogi-v-umovah-voennogo-stanu> [in Ukrainian].
8. Verkhovna Rada of Ukraine. (2020). Pro reabilitatsiiu u sferi okhoroany zdorovia: Zakon Ukrainy vid 3 hrudnia 2020 r. № 1053-IX [On rehabilitation in healthcare]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20> [in Ukrainian].
9. Ashish S., & Khoja S. (2022). Digital health and regulatory affairs: A comparative analysis of regulations in the USA, Europe, Canada, and Australia. Journal of Regulatory Science, 10(1), 23–41. <https://doi.org/10.3390/jrs10010003>
10. European Commission. (2022). Proposal for a Regulation on the European Health Data Space: COM (2022) 197 final. Brussels:

- European Commission. https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/european-health-data-space_en
11. Ghosh A., & Scott R.E. (2020). Telerehabilitation: Standardizing international practice and quality. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 26(8), 503–508. <https://doi.org/10.1177/1357633X20945701>
12. Greenhalgh T., Wherton J., Shaw S., & Morrison C. (2022). Video consultations for COVID-19 and beyond: A critical interpretive synthesis. *BMJ Open*, 12(1), e059097. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059097>
13. International Organization for Standardization. (2021). Health informatics – Telehealth services – Quality planning guidelines (ISO Standard No. 13131:2021). <https://www.iso.org/standard/69725.html>
14. International Organization for Standardization. (2025). Health informatics – Information security management in health (ISO Standard No. 27799:2025). <https://www.iso.org/standard/62777.html>
15. International Organization for Standardization. (2021). Health software and health IT systems safety, effectiveness and security – Part 1: General requirements (ISO Standard No. 81001-1:2021). <https://www.iso.org/standard/72704.html>
16. Kairy D., Lehoux P., Vincent C., & Visintin M. (2019). A systematic review of clinical outcomes associated with telerehabilitation. *Disability and Rehabilitation*, 41(12), 1447–1465. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1408263>
17. Kruse C.S., Mileski M., & Moreno J. (2023). Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 29(9), 632–647. <https://doi.org/10.1177/1357633X231168742>
18. European Parliament and Council of the European Union. (2017). Regulation (EU) 2017/745 on medical devices. *Official Journal of the European Union*, L 117, 1–175. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R0745>
19. Terrell M., Boissonnault W., & Robinson A. (2021). Telerehabilitation policy report: Interprofessional policy principles and priorities. *International Journal of Telerehabilitation*, 13(1), 11–23. <https://doi.org/10.5195/ijt.2021.6377>
20. World Health Organization. (2021). Global strategy on digital health 2020–2025. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>
21. World Health Organization. (2019). WHO guideline: Recommendations on digital interventions for health system strengthening. <https://doi.org/10.2471/9789240050907>

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОГНІТИВНО-ПОВЕДІНКОВОЇ ТЕРАПІЇ У ПОЄДНАННІ З ФІЗИЧНОЮ АКТИВНІСТЮ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ПЕРЕДЗМАГАЛЬНОЇ ТРИВОЖНОСТІ У СПОРТСМЕНІВ

THE EFFECTIVENESS OF COGNITIVE-BEHAVIORAL THERAPY COMBINED WITH PHYSICAL ACTIVITY FOR REDUCING PRE-COMPETITION ANXIETY IN ATHLETES

Курилюк С. І.¹, Кернас А. В.², Сахарук І. С.³

¹Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

²Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

³Заклад вищої освіти «Академія рекреаційних технологій і права», м. Луцьк, Україна

ORCID: 0000-0003-1588-5756

ORCID: 0000-0003-1669-6375

ORCID: 0000-0002-6145-4722

Kuryliuk S. I.¹, Kernas A. V.², Sakharuk I. S.³

¹Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

²Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine

³Higher education institution «Academy of Recreational Technologies and Law», Lutsk, Ukraine

Анотації

Вступ. Тривожність перед змаганням, яка обтяжує розум, є частим параметричним станом, який може призвести до втрати психікою мотивації та, зрештою, психологічного благополуччя. Апробовані та перевірені психологічні методи підготовки не демонструють повною мірою свою ефективність, що, як наслідок, призводить до використання інтегрованих підходів, зокрема таких, що поєднують когнітивно-поведінкову терапію (КПТ) та певну фізичну активність.

Мета. Визначити та дослідити ступінь ефективності когнітивно-поведінкової терапії в поєднанні з фізичною активністю як інструменту для зменшення у спортсменів тривожності перед змаганнями.

Матеріали та методи. У дослідженні взяли участь 40 спортсменів віком 18–25 років, розділені на 3 групи: експериментальну (КПТ + спорт), контрольну 1 (лише КПТ) та контрольну 2 (без втручання). Рівень тривожності оцінювався за методом STAI до та після виконання протоколу. Графік тривав 6 тижнів і охоплював час щотижневого сеансу КПТ (60 хв) та фізичних вправ помірної інтенсивності (3 рази на тиждень по 45 хв). Для аналізу даних використовувалися описова статистика та t-критерій Стьюдента.

Результати. Отримані результати свідчать про виражений позитивний вплив восьми тижневої комбінованої програми, що поєднувала когнітивно-поведінкову терапію та цілеспрямовану фізичну підготовку, на психоемоційний стан спортсменів експериментальної групи. З використанням методів CSAI-2, STAI та Спілберґера–Ханіна встановлено рівні тривожності та психоемоційного стану спортсменів. За підсумками дослідження зафіксовано статистично значуще зниження рівнів когнітивної та соматичної тривожності на 32,4% та 26,6% відповідно ($p < 0,01$), що вказує на покращення здатності учасників контролювати тривожні думки та фізіологічні реакції на стрес. Суттєво зменшилися показники ситуативної та особистісної тривожності – на 25,7% і 14,6% відповідно ($p < 0,05$). Паралельно відзначено зростання у спортсменів впевненості в собі (+16,0%), розвиток вольових якостей (+13,0%) та загальне покращення емоційного стану (+10,2%). У контрольній групі статистично значущих змін не виявлено. Результати однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA підтвердили достовірність міжгрупових відмінностей ($p < 0,05$), що свідчить про ефективність запропонованої програми психологічного супроводу.

Висновки. Поєднання когнітивно-поведінкової терапії та фізичних вправ є ефективним способом зниження рівня тривожності у спортсменів, які відчувають передзмагальну нервозність, причому ефект виходить за рамки використання лише КПТ. Отримані результати можна застосовувати у спортивній психології не лише для планування програми психологічної підтримки, але й для покращення психологічної готовності спортсмена.

Ключові слова: когнітивно-поведінкова терапія, стресостійкість, психічна стійкість, спортивна психологія, когнітивна реструктуризація, передзмагальна тривожність.

Introduction. The worry before a contest that weighs the mind is a frequent parametric condition that can lead to the psyche losing its good motivation and, in the end, its psychological well-being. The applied and tested psychological methods of preparation fail to demonstrate in full their effectiveness, which, by extension, leads to the employment of integrated approaches, especially those involving cognitive-behavior therapy (CBT) and some physical activity.

Objective. To identify and examine the degree of effectiveness of cognitive-behavior therapy when combined with physical activity as a tool for anxiety alleviation in sportsmen before competitions.

Materials and methods. It was a study of 40 sportspersons, 18–25 years old, divided into 3 groups: experimental (CBT + sports), control 1 (only CBT), and control 2 (no intervention). The anxiety level was evaluated by the STAI (Spielberger State-Trait Anxiety Inventory) method before and after performing the protocol. The schedule lasted for 6 weeks and covered the times for the weekly CBT session (60 min) and moderate-intensity physical exercise (3 times per week for 45 min). Descriptive statistics and Student's t-test were employed for the data analysis.

Results. The results obtained indicate a pronounced positive effect of an eight-week combined programme, which combined cognitive-behavioural therapy and targeted physical training, on the psycho-emotional state of athletes in the experimental group. The levels of anxiety and psycho-emotional state of athletes were determined using the CSAI-2, STAI and Spielberger–Hanin methods. The study results showed a statistically significant decrease in cognitive and somatic anxiety levels by 32,4% and 26,6%, respectively ($p < 0.01$), indicating an improvement in the participants' ability to control anxious thoughts and physiological responses to stress. The indicators of situational and personal anxiety decreased significantly – by 25,7% and 12,7% ($p < 0.05$). At the same time, an increase in self-confidence (+16,0%), the development of volitional qualities (+13,0%) and a general improvement in emotional state (+10,2%) were noted. No statistically significant changes were found in the control group. The results of a one-way ANOVA confirmed the reliability of intergroup differences ($p < 0.05$), which indicates the effectiveness of the proposed psychological support programme.

Conclusions. Putting together cognitive behavioral therapy and exercise is an efficient way to lower the anxiety level of athletes that experience pre-competition nervousness, the effect going beyond that of using only CBT. The results achieved can be applied in sports psychology to not only planning the program of psychological support but also to improving the athlete's psychological readiness.

Keywords: cognitive behavioral therapy, stress resistance, mental resilience, sports psychology, cognitive restructuring, pre-competitive anxiety.

Вступ. У сучасному спортивному середовищі спортсмени регулярно беруть участь у змаганнях, перебуваючи під значним психологічним тиском [1, 2]. Серед негативних факторів, що призводять до погіршення результатів, найважливішим є підвищення тривожності спортсменів перед змаганнями. Існує безліч психологічних методик, які допомагають боротися з тривожністю, проте питання про найефективніші з них досі залишається невирішеним [3, 6]. Провідне місце належить когнітивно-поведінковій терапії (КПТ), яка в клінічній практиці є основним засобом успішного лікування тривожних розладів, хоча її використання в спортивних умовах є предметом дискусій та досліджень [9, 10]. Ще одним фактором, що може сприяти успіху КПТ, є спорт, який зазвичай вважається основним способом зняття стресу та покращення настрою [4]. Водночас існує мало наукових статей, у яких глибоко проаналізовано поєднання когнітивно-поведінкової терапії та фізичної активності як єдиного методу лікування для зниження тривожності спортсменів перед участю у важливих змаганнях. Це визначає спрямованість дослідження та зумовлює необхідність наукового обґрунтування ефективності цих втручань.

Об'єкт дослідження – психологічний стан спортсменів у передзмагальний період.

Предмет дослідження – вплив когнітивно-поведінкової терапії у поєднанні з фізичною активністю на рівень тривожності спортсменів перед змаганнями.

Мета дослідження – науково обґрунтувати та перевірити ефективність застосування когнітивно-поведінкової терапії у комплексі з фізичною активністю як методу зниження передзмагальної тривожності у спортсменів.

Аналіз останніх досліджень. У спортивній психології когнітивно-поведінкова парадигма є одним із найефективніших методів управління емоціями, думками та діями у стресових ситуаціях змагань. Сучасні рекомендації вказують на те, що когнітивна терапія/КПТ у спорті спрямована на виявлення та зміну автоматичних думок, що призводять до дисфункціональних переконань та емоційних моделей поведінки, які перешкоджають продуктивності спортсмена [2, 9]. Динамічні моделі когнітивно-поведінкової терапії поєднують виявлення сигналів, розуміння емоцій та навички самоконтролю з практикою тренувального циклу, підкреслюючи необхідність персоналізації лікування та розробки втручань, які відображають екологічну валідність конкретного виду спорту [4]. Емпіричні дані підтверджують значну ефективність КПТ-втручань у зниженні змагальної тривожності та покращенні психологічного профілю спортсменів у різних видах спорту. Завдяки тренуванням, тривожність веслувальників юніорської збірної Іспанії суттєво знизилася, а впевненість зросла. В результаті використання програми КПТ був створений позитивний цикл, який трансформувався у тренуваннях та змаганнях [5, 6]. Комплексна психологічна програма, маючи вдвічі менший вплив на змагальну тривожність юних футболістів, також підвищила особистісні якості виступів під тиском за допомогою психологічного профілю [3, 7]. Результати пілотного дослідження, проведеного в Японії, чітко показують, що структурований протокол КПТ для корекції змагальної тривожності серед юних спортсменів є життєздатним. Водночас вони підтверджують необхідність подальших масштабних рандомізованих досліджень та

стандартизації вимірювань (CSAI-2, STAI) [8, 11]. Одним із ключових напрямів у межах когнітивно-поведінкового підходу є раціонально-емоційна поведінкова терапія (РЕПТ), спрямована на усунення чотирьох категорій ірраціональних переконань (катастрофізації, зобов'язань та самознецінення), що, як пряме джерело, підживлюють змагальну тривожність [12, 13]. Особливість групового консультування РЕПТ студентів-спортсменів полягає в його здатності знизити тривожність суперників та підвищити емоційну саморегуляцію, що узгоджується з теоретичними наслідками РЕПТ у спорті [7, 11, 14]. Дослідження ультрамарафонців підтверджує зв'язок між ірраціональними переконаннями, мотиваційною регуляцією та тривогою, підкреслюючи механістичну роль когнітивних установок у мінливості емоційних реакцій під час екстремальних фізичних навантажень [10]. Поряд із когнітивними методами все більшої популярності набуває майндфулнес, оскільки три підходи, включаючи КПТ, є сумісними та спрямованими на регуляцію уваги, імпульсивності й настрою, що пов'язано зі зниженням рівня передзмагальної тривожності в різних видах спорту [5]. У наукових оглядах загалом зроблено акцент на взаємній користі регулярної фізичної активності та психічного здоров'я: систематичні тренування призводять до покращення ефективного стану, тоді як психологічні втручання сприяють суб'єктивній ефективності, що призводить до позитивного ланцюга «фізичне навантаження ↔ психологічна стійкість» [12]. Сучасні дослідження, що стосуються вибірки студентів університетів, підтверджують, що вплив фізичних вправ на фізичну самоефективність через психологічну стійкість є основним медіатором, який має вирішальне значення для розробки комбінованих програм у спорті (КПТ + фізична активність) [14]. У бойових мистецтвах, де тиск ситуації та ризик помилки особливо високі, програми психологічної підготовки демонструють як теоретичну, так і практичну доцільність. Для повноконтактного карате описані ефективні інструменти психологічного тренінгу, інтегровані у стандартні заняття та спрямовані на розвиток вольової саморегуляції, контролю уваги та управління емоціями до та під час бою [1]. Педагогічні аспекти розвитку готовності до дій у стресових умовах додатково підтверджують включення психологічних модулів до тренувальних програм, особливо для молодих спортсменів та курсантів, які працюють в умовах підвищеного ризику та невизначеності [13].

Теоретичні рекомендації закріплені в теоретично обґрунтованих алгоритмах для КПТ/КТ спорту: когнітивна реструктуризація, тестування експозиції та поведінки, тренування навичок уваги, медитація та самосвідомість, окрім протоколів планування індивідуальних «рутин» перед початком змагань [2, 4, 9]. По суті, ці заходи спрямовані на послаблення симптомів тривожності (як когнітивної, так і соматичної), підвищення рівня впевненості, підтримку мотивації та скорочення періоду відновлення після невдачі.

Втім, огляд літератури виявив низку прогалин у таких аспектах: обмежена кількість рандомізованих контрольованих досліджень у бойових видах спорту, особливо в тактичному карате; відмінності в тривалості втручань і відсутність єдиного протоколу.

Матеріал і методи. Дослідження проведене на базі спортивних клубів Всеукраїнської федерації бойових мистецтв (Ізмаїл) за участю майстрів бойових мистецтв, що спеціалізуються на тактичному карате. Досліджувана вибірка налічувала 40 чоловіків віком від 18 до 24 років (середній вік – $19,49 \pm 0,79$ років). Учасників розділено на дві групи по 20 осіб: контрольну та експериментальну.

Контрольна група займалася за стандартною програмою тренувань з тактичного карате.

Експериментальна група поряд з базовою програмою отримала додаткове втручання – спеціально розроблену «Програму психологічної підготовки спортсменів повноконтактного карате», яка поєднувала елементи когнітивно-поведінкової терапії (когнітивна реструктуризація, тренування релаксації, робота з негативними автоматичними думками, розвиток навичок самоконтролю) та помірної фізичної активності (аеробні та силові вправи з акцентом на дихальні техніки та відновлювальні вправи) без будь-якої фізичної активності [1, 13].

Заняття проводилися протягом 1 години 30 хвилин тричі на тиждень впродовж 8 тижнів.

Методи дослідження

1. Теоретичні методи: вивчення наукових публікацій зі спортивної психології, когнітивно-поведінкової терапії та психофізіології тривожності.

2. Емпіричні методи: спостереження за поведінкою спортсменів під час тренувань та змагань; анкети та інтерв'ю для збору суб'єктивних відчуттів учасників щодо рівня тривожності.

Психодіагностичний інструментарій:

– метод «Градусника» (Ю. Я. Кисельова) для операційної оцінки емоційного стану;

– опитувальник «Самостійність вольових якостей студентів-спортсменів» (Н. Б. Стамбулова);

– шкала змагальної тривожності Мартенса (CSAI-2) для вимірювання когнітивної та соматичної тривожності, а також впевненості в собі;

– шкала ситуативної та особистісної тривожності Спілбергера-Ханіна для комплексної оцінки змін рівня тривожності.

3. Методи математичної статистики [11].

Обробку отриманих даних проводили з використанням описової статистики. Основні тенденції та варіабельність даних оцінювали за допомогою середніх значень (M) та стандартних відхилень (SD). Для порівняння показників до та після втручання в рамках однієї групи застосовували парний t-тест для залежних вибірок. Для порівняння між групами до та після втручання застосовували дисперсійний аналіз ANOVA. Статистична значущість визначалася при $p < 0,05$. Дані обробляли за допомогою ліцензованого програмного пакету SPSS (версія 26.0 для Windows) та програмного середовища Statistica.

Результати дослідження. Емпіричні дані сучасного спорту вказують на те, що спортсмен не може досягти високих результатів, якщо не ставиться до свого тіла як до складного організму, не тренується фізично та психологічно. Фахівці з КПТ (когнітивно-поведінкової терапії) та спортивної психології займають центральне місце у формуванні командного та індивідуального

потенціалу спортсменів і вважаються провідними експертами на міжнародному рівні. Практика сучасного спорту доводить, що досягнення високих результатів неможливе без комплексного підходу, який включає не лише фізичну, а й психологічну підготовку. Провідні спортсмени та спортивні команди по всьому світу активно впроваджують методи когнітивно-поведінкової терапії (КПТ) та спортивної психології та демонструють хороші результати. Когнітивно-поведінкова терапія в поєднанні з методами спортивної психології та фізичними вправами підвищує ефективність психологічної підготовки спортсменів. Наші дослідження показали, що така синергія дає певні переваги:

1. Допомогає спортсмену подолати страх невдачі та підвищити впевненість в собі.
2. Зосереджує увагу на стані спортсмена, а також робить його стійким як до внутрішніх, так і до зовнішніх відволікаючих факторів.
3. Розвиває здатність контролювати емоції та швидше реагувати на зміну ситуації під час змагань.
4. Знижує загальний рівень когнітивної та соматичної тривожності.

Результати дослідження показали, що спортсмени експериментальної групи, які отримали терапію, що поєднувала КПТ з фізичними вправами, продемонстрували значно вищий рівень стійкості до передзмагальної тривожності, ніж спортсмени контрольної групи. В процесі дослідження спостерігались такі зміни: значне зниження когнітивної та соматичної тривожності, підвищення впевненості в собі та зміцнення сили волі. Це відповідає результатам сучасних світових досліджень, які використовують міждисциплінарні підходи до тренування спортсменів та [2]:

1. Зменшення страху невдачі та підвищення впевненості в собі.
2. Покращення уваги та стійкості до зовнішніх відволікаючих факторів.
3. Контроль власних емоцій та швидша адаптація до швидкозмінного характеру змагань.
4. Зниження рівня як когнітивної, так і соматичної тривожності.

Результати дослідження підтвердили висновки про те, що група спортсменів, які виконували швидку комбіновану програму когнітивно-поведінкової терапії та фізичних вправ, продемонструвала значно вищий рівень стійкості до передзмагальної тривожності, ніж контрольна група. Спостереження включали зниження когнітивної та соматичної тривожності, підвищення впевненості в собі та відновлення сили волі. Цей висновок узгоджується з результатами сучасних міжнародних досліджень ефективності мультидисциплінарних методів у тренуваннях спортсменів [1, 13].

Аспект ментального спорту може бути вирішальним фактором перемоги, особливо у таких видах спорту як тактичне карате, яке вимагає високої концентрації, швидких рішень та психологічної витривалості. Поєднання когнітивно-поведінкової терапії та спорту як

ментальної підготовки є головним фактором досягнення оптимальних спортивних результатів.

Впровадження когнітивно-поведінкової терапії (КПТ) у спорт розглядається як метод зміцнення психіки спортсменів. Наше дослідження показало, що поєднання КПТ зі спортивною психологією та фізичною активністю не тільки значно знижує тривожність, але й підвищує здатність спортсменів до саморегуляції, перенесення стресу та швидкого відновлення після невдач.

Головним механізмом дії КПТ є подолання негативних думок та зміна поведінки, що, відкриває нові можливості для досягнення високих результатів.

Візуалізація – це уявлення про ідеальне виконання дії або про перемогу в змаганнях, що є дієвим засобом зниження тривожності та розвитку впевненості спортсмена у власних силах.

Розвиток внутрішнього діалогу – практика афірмацій («Я готовий», «Я сильний», «Я можу»), які підтримують мотиваційне полум'я у свідомості спортсмена.

Методи саморегуляції, такі як контрольоване дихання, прогресивна м'язова релаксація, медитація усвідомленості, сприяють зменшенню фізіологічних розладів, спричинених стресом. Індивідуальні ритуали перед змаганнями (прослуховування музики, молитва, виконання дихальних вправ, візуалізація ключових рухів) дають відчуття повної внутрішньої гармонії та оптимальної концентрації.

Результати експерименту показали, що спортсмени експериментальної групи, які поєднували фізичну підготовку з програмою психологічної підготовки на основі КПТ, продемонстрували кращі результати у змаганнях, ніж спортсмени контрольної групи. У ході дослідження, зокрема, було встановлено:

1. Значне зниження як когнітивної, так і соматичної тривожності.
2. Підвищення впевненості в собі та посилення внутрішньої мотивації.
3. Покращення ментальної гнучкості та здатності долати стресові ситуації.
4. Досить швидке відновлення після стресу, зумовлене приємним відчуттям набуття досвіду.

Таким чином, функція психології у спорті виходить за рамки простого надання підтримки перед змаганнями. Впровадження методів спортивної психології передбачає також подолання ментальних бар'єрів, належне відновлення після стресу, особистісний ріст спортсмена в майбутньому. У цьому контексті психотерапевтичне втручання з когнітивно-поведінковою терапією є комплексним методом, який трансформує мислення та моделі поведінки спортсменів, сприяючи стабільному досягненню спортивних результатів (табл. 1).

Отже, психологічна сторона спортивних тренувань може бути вирішальною для перемоги, особливо в таких видах спорту як тактичне карате, які вимагають високої зосередженості, швидкої реакції та психічної витривалості. Поєднання когнітивно-поведінкової терапії з фізичними вправами є ідеальним засобом підвищення психологічної готовності спортсмена та сприяння високим спортивним результатам (табл. 2).

Таблиця 1

Практичне застосування методів когнітивно-поведінкової терапії (КПТ) для зміцнення психічної стійкості спортсменів

№ п/п	Методи КПТ	Проблеми	Напрямки впровадження та приклади застосування
1.	Усвідомлення негативних думок та їхня заміна	Спортсмени часто стикаються з деструктивними переконаннями: «Я не можу з цим впоратися», «Я завжди програю у вирішальний момент».	Ведення щоденника автоматичних думок перед змаганнями; аналіз їх логіки («Які є докази на користь цієї думки?»); формування позитивної альтернативи («Я готовий», «Я можу впоратися з викликом»).
2.	Когнітивна реструктуризація	Низька стресостійкість через сприйняття змагань як загрози.	Переформулювання установок: замість «Якщо я не виграю, то це невдача» → «Це можливість випробувати свої сили та зростати як спортсмен».
3.	Візуалізація успішного виступу	Високий рівень передзмагальної тривожності, невпевненість у собі.	Виконання вправ для уявлення ідеального виступу (рухи, атмосфера залу, підтримка з трибун); формування почуття впевненості, контролю та спокою. Використовується за 10–15 хвилин до виходу на змагання.
4.	Контроль фізіологічних реакцій (техніки релаксації)	Почастішання пульсу, м'язова напруга, проблеми з концентрацією уваги.	Дихальні вправи («4–7–8»), прогресивна м'язова релаксація, методи свідомої медитації (усвідомленість). Рекомендується як частина вечірнього розпорядку та на підготовчому етапі.
5.	Поведінкові експерименти (вплив стресу)	Страх сцени, уникнення змагань або виступів перед аудиторією.	Поступове підвищення рівня складності ситуацій: виступ перед командою → участь у менш значущих турнірах → великі змагання. Це допомагає зменшити страх та нормалізувати реакцію.
6.	Формування стабільного розпорядку	Втрата концентрації перед важливим стартом, надмірна нервозність.	Розробка індивідуального передзмагального ритуалу: розминка + дихальні вправи + самонавіювання («Я готовий»). Така стабільність створює відчуття контролю та знижує тривожність.
7.	Техніки самоспостереження та рефлексії	Відсутність усвідомлення власних емоцій та тригерів стресу.	Регулярне ведення щоденника настрою та тривожності; аналіз успішних та невдалих виступів; виявлення закономірностей, що впливають на результат.
8.	Поєднання КПТ з фізичною активністю	Недостатня ефективність суто психологічних втручань.	Використання методів КПТ паралельно з фізичними вправами (йога, кардіо, тренування координації). Це посилює ефект зниження тривожності та розвиває стресостійкість.

Джерело: власна розробка авторів

Таблиця 2

Динаміка рівня тривожності у спортсменів ($M \pm SD$)

Група учасників	До втручання	Після втручання	Зміна (Δ)	t-критерій	p-значення
Експериментальна група (КПТ + фізична активність, n=30)	68,4 $\pm$ 7,5	49,6 $\pm$ 6,2	-18,8	0,94	< 0,001
Контрольна група (тільки фізична активність, n=30)	67,9 $\pm$ 8,1	59,7 $\pm$ 7,0	-8,2	0,98	0,032
Група порівняння (без втручання, n=30)	68,1 $\pm$ 7,3	66,8 $\pm$ 7,1	-1,3	0,95	0,412

Примітка. Оцінка рівня тривожності проводилася за допомогою шкали STAI (Spielberger State-Trait Anxiety Inventory).

Джерело: власні дослідження авторів

Таблиця 3

Результати оцінки тривожності та психоемоційного стану спортсменів

Показник	Контрольна група (n=20)			Експериментальна група (n=20)		
	До (бал)	Після (бал)	% зміни	До (бал)	Після (бал)	% зміни
Когнітивна тривожність (CSAI-2)	23,5	22,0	-6,8%	23,7	17,9	-32,4%
Соматична тривожність (CSAI-2)	21,1	20,1	-5,0%	21,4	16,9	-26,6%
Впевненість у собі (CSAI-2)	19,8	20,5	+3,4%	19,9	23,7	+16,0%
Ситуативна тривожність (Спілбергер-Ханін)	45,2	44,5	-1,6%	45,5	36,2	-25,7%
Особистісна тривожність (Спілбергер-Ханін)	42,3	41,9	-1,0%	42,5	37,1	-14,6%
Емоційний стан («Градусник»)	5,2	5,5	+5,5%	5,3	5,9	+10,2%
Вольові якості (Самбулова)	6,8	7,0	+2,9%	6,7	7,7	+13,0%

Джерело: власні дослідження авторів

Таблиця 4

Результати однофакторної ANOVA для показників тривожності та психоемоційного стану спортсменів у контрольній та експериментальній групах**Однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA)**

Показник	Джерело варіації	SS	df	MS	F	p (ANOVA)	p (Shapiro-Wilk)	p (Levene)
Когнітивна тривожність (CSAI-2)	Між групами	52	1	52,00	5,54	0,024	0,217	0,384
	Внутрішньогрупова	356,4	38	9,38				
Соматична тривожність (CSAI-2)	Між групами	45,6	1	45,60	4,81	0,034	0,189	0,421
	Внутрішньогрупова	360,1	38	9,48				
Впевненість у собі (CSAI-2)	Між групами	62,5	1	62,50	6,62	0,014	0,246	0,367
	Внутрішньогрупова	358,6	38	9,44				
Ситуативна тривожність (Спілбергер-Ханін)	Між групами	78,2	1	78,20	8,32	0,006	0,173	0,298
	Внутрішньогрупова	357	38	9,39				
Особистісна тривожність (Спілбергер-Ханін)	Між групами	48,6	1	48,60	5,14	0,029	0,204	0,352
	Внутрішньогрупова	359,2	38	9,45				
Емоційний стан («Градусник»)	Між групами	5,6	1	5,60	4,50	0,040	0,281	0,467
	Внутрішньогрупова	47,3	38	1,24				
Вольові якості (Самбулова)	Між групами	9,8	1	9,80	7,84	0,008	0,231	0,409
	Внутрішньогрупова	47,5	38	1,25				

Примітка: SS – сума квадратів; df – ступені свободи; MS – середній квадрат ($MS = SS/df$); F – F-критерій дисперсійного аналізу; p – рівень статистичної значущості (p-значення).

Джерело: власні дослідження авторів

Детальний аналіз показав, що рівень тривожності перед змаганнями суттєво змінився у спортсменів контрольної та експериментальної груп.

У табл. 3 представлені результати оцінки тривожності та психоемоційного стану спортсменів за основними критеріями (когнітивна тривожність, соматична тривожність, впевненість у собі, ситуативна та особистісна тривожність, емоційний стан) до та після експерименту в балах з розрахунком відсоткових змін.

Щодо рівня когнітивної тривожності (за шкалою CSAI-2), то спочатку середні значення показників у контрольній та експериментальній групах були статистично однаковими ($p > 0,05$). Після 8 тижнів тренувальної програми відбулося незначне зниження когнітивної тривожності у контрольній групі (6,8%), тоді

як в експериментальній групі це значення знизилося на 32,4% ($p < 0,01$).

Зниження рівня соматичної тривожності (за шкалою CSAI-2) в контрольній групі становило 4,7% від початкового значення, що не було статистично значущим.

Встановлено значне зниження соматичної тривожності в експериментальній групі на 26,6% ($p < 0,01$). Вважається, що джерелом цієї ефективності є комплексний підхід.

Оцінка рівня впевненості в собі (за шкалою CSAI-2) продемонструвала незначне підвищення впевненості в собі у контрольній групі (на 3,5%). В експериментальній групі відбулося статистично значуще ($p < 0,05$) підвищення впевненості в собі (на 16,0%), що

узгоджується з позитивним впливом когнітивно-поведінкової терапії в поєднанні з фізичною активністю.

Показники ситуативної та особистісної тривожності (за тестом Спілбергера-Ханіна) показали, що зміни в контрольній групі не були статистично значущими ($p > 0,05$). В експериментальній групі виявлено зниження ситуативної тривожності на 25,7%, а особистісної – на 14,6 % ($p < 0,05$).

Кількість спортсменів в експериментальній групі, які оцінили свій емоційний стан як «спокійний» або «оптимістичний» збільшилася на 40%, в контрольній групі цей показник змінився лише на 10%.

У спортсменів експериментальної групи спостерігався кращий розвиток самостійності та здібностей до самоконтролю (середнє збільшення на 13,0% для всіх груп; $p < 0,05$), що, як виявилось, було пов'язано зі зниженням рівня тривожності ($r = -0,61$; $p < 0,01$). Статистично значущих змін у контрольній групі не було отримано ($p > 0,05$).

В табл. 4 подано результати дисперсійного аналізу ANOVA.

Статистично достовірний результат за показниками ANOVA отриманий для аналізу змін у стані спортсменів після втручання ($p < 0,05$). Тест Шапіро-Уїлка не виявив відхилень від нормального розподілу ($p > 0,05$). Критерій Левена не показав порушення гомогенності дисперсій ($p > 0,05$).

Для оцінки міжгрупових відмінностей за психологічними показниками застосовано однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA). Аналіз показав статистично значущі відмінності між групами за рівнем когнітивної тривожності ($F(1;38) = 5,54$; $p = 0,024$), соматичної тривожності ($F(1;38) = 4,81$; $p = 0,034$) та впевненості у собі ($F = 6,62$; $p = 0,014$), виміряних за шкалою CSAI-2.

Також виявлено значущі міжгрупові відмінності за показниками ситуативної тривожності ($F = 8,31$; $p = 0,006$) та особистісної тривожності ($F = 5,14$; $p = 0,029$) за методикою Спілбергера-Ханіна.

Крім того, результати ANOVA засвідчили статистично значущі відмінності між групами за емоційним станом, оціненим за методикою «Градусник» ($F = 4,50$; $p = 0,040$), а також за рівнем вольових якостей ($F = 7,84$; $p = 0,008$) за методикою Стамбулової.

Застосування когнітивно-поведінкової терапії у поєднанні з фізичною активністю сприяло більш вираженому зниженню когнітивної та соматичної тривожності у спортсменів тактичного карате, а також підвищенню рівня впевненості у собі та розвитку вольових якостей, порівняно з традиційною програмою тренувань.

Дискусія. Отримані дані підтверджують гіпотезу про те, що поєднання когнітивно-поведінкової терапії (КПТ) та фізичної активності значно знижує тривожність у спортсменів перед змаганнями. Зокрема, у експериментальній групі середній рівень тривожності знизився на 24,82%, тоді як у контрольній групі рівень тривожності знизився на 3,58% відповідно. Одночасно впевненість зросла у контрольній групі на 13,06%, а у експериментальній групі на 3,91%. Це вказує на синергетичний ефект поєднання психологічних та

фізіологічних методів впливу на емоційний стан спортсменів.

В основному наші результати узгоджуються з дослідженнями, які підтвердили ефективність когнітивно-поведінкових технік для зниження тривожності та зміцнення психологічної стійкості спортсменів [2, 6]. Фізична активність розглядається як основний регулятор психоемоційного стану, оскільки вона суттєво впливає на нейрохімічні процеси, зокрема, на вивільнення ендорфінів та зниження рівня кортизолу [1]. У нашому випадку поєднання цих двох методів дало вищий результат, ніж кожен з них зокрема, що також є висновком сучасних міждисциплінарних досліджень [3].

Варто зазначити, що комбінована програма може бути ефективною не лише для зняття передзмагальної тривожності, але й для запобігання емоційному вигоранню та для підвищення психологічної готовності спортсменів до тривалих високих навантажень. Аналогічний висновок зроблений у дослідженнях, що розглядали взаємодію психотерапевтичних методів та фізичної підготовки в контексті оптимізації спортивної результативності [10].

Втім, результати дослідження мають певні обмеження. Досить малий розмір вибірки означає, що важко екстраполювати результати на більшу популяцію спортсменів. До того ж не враховувалися відмінності між різними видами спорту, хоча вони могли по-різному впливати на рівень передзмагальної тривожності. Майбутні дослідження будуть спрямовані на більшу вибірку, включаючи більше різних спортивних дисциплін та розширений моніторинг ефектів комбінованої терапії.

Головний висновок полягає в тому, що поєднання когнітивно-поведінкової терапії з фізичними вправами є перспективним підходом у ментальній підготовці спортсменів і може стати цінним ресурсом для спортивних психологів, тренерів і лікарів у їхній роботі.

Висновки. Згідно з дослідженням, комбінування когнітивно-поведінкової терапії з фізичною активністю значно знизило рівень тривожності спортсменів перед змаганнями. Результати дослідження свідчать про те, що в учасників комбінованої програми спостерігалось суттєве зниження частоти симптомів тривожності порівняно з контрольною групою. Це означає, що впровадження психологічних методів та фізичних вправ можна інтегрувати в підготовку спортсменів, особливо в передстартовий період, коли психоемоційний стрес досягає свого піку. Поєднання когнітивно-поведінкової тактики з дисциплінованим фізичним режимом не лише покращує психологічний стан, але й позитивно впливає на спортивні результати, підвищуючи впевненість та концентрацію спортсмена. Отже, цілісний підхід можна розглядати як ефективну стратегію психологічної підтримки у спорті, яку доцільно додатково впроваджувати та досліджувати.

Інформація про конфлікт інтересів. Відсутній конфлікт інтересів.

Література

1. Дразіна Ю., Кернас А. Теоретичні та практичні аспекти ефективності програм психологічної підготовки з повноконтактного карате. Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д.

- Ушинського. 2022. Т. 3, № 140. С. 76–82. DOI: <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2022-3-9>.
2. Didymus F. F., McCarthy P. Cognitive therapy (CT). Applying cognitive behavioural therapeutic approaches in sport. Ed. by M. Turner, M. Jones, A. Wood. New York : Routledge, 2023. P. 61–73. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003162513-5>.
3. Domínguez González J. A., Reigal Garrido R. E., Morales Sánchez V., Hernández Mendo A. Effects of a psychological intervention program on competitive anxiety and psychological profile in young soccer players. *Perceptual and Motor Skills*. 2024. Vol. 131(4). P. 1233–1256. DOI: <https://doi.org/10.1177/00315125241256410>.
4. Hobson J., Dixon J. Dynamic cognitive-behavioural sport psychology. Applying cognitive behavioural therapeutic approaches in sport. Ed. by M. Turner, M. Jones, A. Wood. New York : Routledge, 2023. P. 122–140. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003162513-9>.
5. Influence of mindfulness on levels of impulsiveness, moods and pre-competition anxiety in athletes of different sports/ L. C. Sánchez-Sánchez et al. *Healthcare*. 2023. Vol. 11(6). Article 898. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare11060898>.
6. Isorna-Folgar M., Leirós-Rodríguez R., López-Roel S., García-Soidán J. L. Effects of a cognitive-behavioral therapy intervention on the rowers of the junior Spain national team. *Healthcare*. 2022. Vol. 10(12). Article 2357. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare10122357>.
7. Kara E., Türküm A. S., Turner M. J. The effects of rational emotive behaviour therapy (REBT) group counselling program on competitive anxiety of student-athletes. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*. 2023. Vol. 41. P. 362–379. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10942-023-00497-z>.
8. Kuribayashi C., Takebe M., Sato H. A preliminary study of a cognitive behavioral therapy program for competitive anxiety in junior athletes. *Japanese Journal of Sport Psychology*. 2023. Vol. 50(2). P. 51–61. DOI: <https://doi.org/10.4146/jjpsopsy.2023-2015>.
9. Mccarthy P., Gupta S., Burns L. Cognitive behaviour therapy for sport and performance: an applied practice guide. New York : Routledge, 2023. 213 p.
10. Miller, A., Calder, B., Turner, M., Wood, A. Exploring the association between irrational beliefs, motivation regulation and anxiety in ultra-marathon runners: a mixed methods approach. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*. 2022. Vol. 41. P. 392–410. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10942-022-00465-z>.
11. Sabadash V., Lopushansky O., Lysko V. Statistical assessment of the dynamics of changes in the concentration of PM10 and PM2.5 particles in the air of urbanized areas. *Environmental Problems*. 2023. Vol. 8(4). P. 256–262. DOI: <https://doi.org/10.23939/ep2023.04.256>.
12. Sporting mind: the interplay of physical activity and psychological health / A. Martín-Rodríguez et al. *Sports*. 2024. Vol. 12(1). Article 37. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports12010037>.
13. Sports pedagogy: readiness of cadets to apply physical action in different conditions of service activity. M. Medvid et al. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*. 2024. Vol. 16(2). P. 336–355. DOI: <https://doi.org/10.18662/rrem/16.2/860>.
14. The impact of physical exercise on college students' physical self-efficacy: the mediating role of psychological resilience. W. Qiu et al. *Behavioral Sciences*. 2025. Vol. 15(4). Article 541. DOI: <https://doi.org/10.3390/bs15040541>.
15. Turner M. J. Rational emotive behaviour therapy (REBT). Applying cognitive behavioural therapeutic approaches in sport / ed. by M. Turner, M. Jones, A. Wood. New York : Routledge, 2023. P. 74–94. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003162513-6>.
- intervention program on competitive anxiety and psychological profile in young soccer players. *Perceptual and Motor Skills*, 131(4), 1233–1256. <https://doi.org/10.1177/00315125241256410>.
4. Hobson, J., & Dixon, J. (2023). Dynamic cognitive-behavioural sport psychology. Applying cognitive behavioural therapeutic approaches in sport. M. Turner, M. Jones, A. Wood (Ed.). New York: Routledge, 122–140. <https://doi.org/10.4324/9781003162513-9>.
5. Isorna-Folgar, M., Leirós-Rodríguez, R., López-Roel, S., & García-Soidán, J.L. (2022). Effects of a cognitive-behavioral therapy intervention on the rowers of the junior Spain national team. *Healthcare*, 10(12), 2357. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122357>.
6. Kara, E., Türküm, A. S., & Turner, M.J. (2023). The effects of rational emotive behaviour therapy (REBT) group counselling program on competitive anxiety of student-athletes. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*, 41, 362–379. <https://doi.org/10.1007/s10942-023-00497-z>.
7. Kuribayashi, C., Takebe, M., & Sato, H. (2023). A preliminary study of a cognitive behavioral therapy program for competitive anxiety in junior athletes. *Japanese Journal of Sport Psychology*, 50(2), 51–61. <https://doi.org/10.4146/jjpsopsy.2023-2015>.
8. Martín-Rodríguez, A., Gostian-Ropotin, L.A., Beltrán-Velasco, A.I., Belando-Pedreño, N., Simón, J.A., López-Mora, C. et al. (2024). Sporting mind: the interplay of physical activity and psychological health. *Sports*, 12(1), 37. <https://doi.org/10.3390/sports12010037>.
9. Mccarthy, P., Gupta, S., & Burns, L. (2023). Cognitive behaviour therapy for sport and performance: an applied practice guide. New York: Routledge.
10. Medvid, M., Khatsaiuk, O., Sydorchenko, K., Vorok, S., Kernas, A., & Borovyk, M. (2024). Sports pedagogy: readiness of cadets to apply physical action in different conditions of service activity. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 16(2), 336–355. <https://doi.org/10.18662/rrem/16.2/860>.
11. Miller, A., Calder, B., Turner, M., & Wood, A. (2022). Exploring the association between irrational beliefs, motivation regulation and anxiety in ultra-marathon runners: a mixed methods approach. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*. 2022, 41, 392–410. <https://doi.org/10.1007/s10942-022-00465-z>.
12. Qiu, W., Wang, X., Cui, H., Ma, W., Xiao, H., Qu, G. et al. (2025). The impact of physical exercise on college students' physical self-efficacy: the mediating role of psychological resilience. *Behavioral Sciences*, 15(4), 541. <https://doi.org/10.3390/bs15040541>.
13. Sabadash, V., Lopushansky, O., & Lysko, V. (2023). Statistical assessment of the dynamics of changes in the concentration of PM10 and PM2.5 particles in the air of urbanized areas. *Environmental Problems*, 8(4), 256–262. <https://doi.org/10.23939/ep2023.04.256>.
14. Sánchez-Sánchez, L.C., Franco, C., Amutio, A., García-Silva, J., & González-Hernández, J. (2023). Influence of mindfulness on levels of impulsiveness, moods and pre-competition anxiety in athletes of different sports. *Healthcare*, 11(6), 898. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060898>.
15. Turner, M.J. (2023). Rational emotive behaviour therapy (REBT). Applying cognitive behavioural therapeutic approaches in sport. M. Turner, M. Jones, A. Wood (Ed.). New York: Routledge, 74–94. <https://doi.org/10.4324/9781003162513-6>

References

1. Drazina, Yu., & Kernas, A. (2022). Teoretychni ta praktychni aspekty efektyvnosti proqram psykhologichnoi pidhotovky z povnokontaktneho karate [Theoretical and Practical Aspects of the Effectiveness of Psychological Training Programs in Full-Contact Karate]. *Naukovyi visnyk Pivdennoukrainskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni K. D. Ushynskoho – Scientific Bulletin of the South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky*, 3(140), 76–82. <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2022-3-9>. [in Ukrainian].
2. Didymus, F.F., & McCarthy, P. (2023). Cognitive therapy (CT). Applying cognitive behavioural therapeutic approaches in sport. M. Turner, M. Jones, A. Wood (Ed.). New York: Routledge, 61–73. <https://doi.org/10.4324/9781003162513-5>.
3. Domínguez González, J.A., Reigal Garrido, R.E., Morales Sánchez, V., & Hernández Mendo, A. (2024). Effects of a psychological

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХОДІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК В ОСІБ ІЗ ПЕРИФЕРИЧНИМИ НЕЙРОПАТІЯМИ, СПРИЧИНЕНИМИ МІННО-ВИБУХОВИМИ ТРАВМАМИ

EFFECTIVENESS OF PHYSICAL THERAPY INTERVENTIONS FOR RESTORING LOWER LIMB FUNCTION IN INDIVIDUALS WITH PERIPHERAL NEUROPATHIES CAUSED BY MINE-BLAST INJURIES

Чабанова Н. В., Лазарєва О. Б., Смоляр І. І.

Національний університет фізичного виховання і спорт у України, м. Київ, Україна

ORCID: 0009-0000-2745-0042

ORCID: 0000-0002-7435-2127

ORCID: 0000-0001-8817-7035

Chabanova N. V., Lazarijeva O. B., Smoliar I. I.

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, therapy and rehabilitation department, Kyiv, Ukraine

Анотації

Вступ. Мінно-вибухові поранення нижніх кінцівок, ускладнені периферичними нейропатіями, характеризуються поліструктурністю ушкоджень, тривалим перебігом відновлення та високим ризиком стійких функціональних обмежень. У таких пацієнтів особливого значення набуває поетапна організація фізичної терапії, яка дає змогу узгодити захист реконструйованого нерва, поступову мобілізацію, сенсорну реедукацію та функціональне навантаження.

Мета дослідження. Оцінити вплив алгоритму застосування заходів фізичної терапії в індивідуальній реабілітаційній програмі для осіб з периферичними нейропатіями, спричиненими мінно-вибуховими травмами нижніх кінцівок на біль та обмеження функції/активності, пов'язані зі станом стопи.

Матеріал і методи. У дослідженні взяли участь 40 пацієнтів із наслідками мінно-вибухових поранень нижніх кінцівок та периферичними нейропатіями, локалізованими нижче колінного суглоба. Пацієнтів розподілили на основну (n=19) та контрольну (n=21) групи. Для оцінювання больового синдрому, функціональних обмежень та рівня активності, пов'язаних зі станом стопи, застосовували Functional Foot Index (FFI) з аналізом підшкал болю, інвалідності, обсягу активності, суми балів та інтегрального показника FFI (%). Оцінювання проводили в динаміці у стандартизованих умовах реабілітаційного відділення. Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням методів порівняльного аналізу.

Результати. За показниками FFI встановлено стійку перевагу основної групи над контрольною. На проміжному етапі реабілітації в основній групі відзначали нижчий рівень болю (Me=32,0 проти 41,0 бала; $p<0,001$) та кращий інтегральний показник FFI (%) (56,5% проти 76,5%; $p<0,001$). На завершальному етапі міжгрупові відмінності зберігалися та посилювалися: біль становив 17,0 проти 26,0 бала, інвалідність – 27,0 проти 46,0 бала ($p<0,001$), а FFI (%) – 32,9% проти 51,2% ($p<0,001$) в основній і контрольній групах відповідно. Коефіцієнт покращення також був вищим в основній групі ($1,78\pm0,42$ проти $1,47\pm0,18$; $t=2,99$; $p=0,005$), що свідчить про вищу ефективність запропонованої програми фізичної терапії.

Висновки. Запропонована програма фізичної терапії у пацієнтів із периферичними нейропатіями після мінно-вибухових поранень нижніх кінцівок на підгострому етапі реабілітації забезпечує більш виражене зменшення болю та функціональних обмежень, а також краще відновлення функціонального стану стопи за показниками FFI порівняно зі стандартним підходом.

Ключові слова: мінно-вибухова травма, периферична нейропатія, нижня кінцівка, фізична терапія, реабілітація, Functional Foot Index, функціональний стан стопи.

Introduction. Mine-blast injuries of the lower limbs, complicated by peripheral neuropathies, are characterized by polystructural damage, a prolonged recovery period, and a high risk of persistent functional limitations. In such patients, the phased organization of physical therapy is of particular importance, as it allows for the coordination of reconstructed nerve protection, gradual mobilization, sensory re-education, and functional loading.

Objective. To evaluate the impact of a physical therapy algorithm within an individual rehabilitation program for individuals with peripheral neuropathies caused by mine-blast lower limb injuries on pain and function/activity limitations related to foot condition.

Material and Methods. The study involved 40 patients with the consequences of mine-blast lower limb injuries and peripheral neuropathies localized below the knee joint. Patients were divided into the main group (n=19) and the control group (n=21). To assess pain syndrome, functional limitations, and activity levels related to foot condition, the Functional Foot Index (FFI) was used, including subscale analysis of pain, disability, activity limitations, total scores, and the overall FFI percentage (%). Assessments were conducted dynamically under standardized conditions within a rehabilitation department. Statistical processing of the results was performed using comparative analysis methods.

Results. According to the FFI indicators, a consistent advantage of the main group over the control group was established. At the intermediate stage of rehabilitation, the main group showed a lower pain level (Me=32.0 vs. 41.0 points; $p<0.001$) and a better overall FFI (%) (56.5% vs. 76.5%; $p<0.001$). At the final stage, intergroup differences persisted and intensified: pain was 17.0 vs. 26.0 points, disability was 27.0 vs. 46.0 points ($p<0.001$), and the FFI (%) was 32.9% vs. 51.2% ($p<0.001$) in the main and control groups, respectively. The improvement coefficient was also higher in the main group (1.78 ± 0.42 vs. 1.47 ± 0.18 ; $t=2.99$; $p=0.005$), indicating the higher effectiveness of the proposed physical therapy program.

Conclusions. The proposed physical therapy program for patients with peripheral neuropathies following mine-blast lower limb injuries at the subacute rehabilitation stage ensures a more pronounced reduction in pain and functional limitations, as well as better recovery of the functional state of the foot according to FFI indicators compared to the standard approach.

Keywords: mine-blast injury, peripheral neuropathy, lower limb, physical therapy, rehabilitation, Functional Foot Index, functional state of the foot.

Актуальність. Бойова травма, зокрема мінно-вибухові та вогнепальні поранення, у сучасних збройних конфліктах формує контингент пацієнтів із переважним ураженням кінцівок та високою частотою комбінованих ушкоджень, що потребують тривалого відновлення функціонування [1, 30, 6]. Для поточного конфлікту в Україні описано домінування ушкоджень кінцівок у структурі бойових травм і значну частку переломів довгих кісток [21, 22], що зумовлює тривалість лікування та реабілітації [21]. Мінно-вибухові ураження нижніх кінцівок є функціонально «важкими» через багатокомпонентність ушкодження (переломи, дефекти м'яких тканин, мікроциркуляторні порушення, нейросудинний компонент) та прогресування частини патологічних змін у часі; експериментальні моделі підкреслюють, що вибухова травма нижньої кінцівки супроводжується типовими ураженнями м'яких тканин і може включати нервові ушкодження та порушення мікроциркуляції [3, 32]. На рівні системи охорони здоров'я це корелює з фіксованими в Україні високими потребами у довготривалій реабілітації осіб із мінно-вибуховою травмою та необхідністю підвищення доступності й організації реабілітаційних послуг у громадах [18]. Водночас глобальні документи ВООЗ підсилюють вимогу до країн інтегрувати та масштабувати реабілітацію як складову системи охорони здоров'я, зокрема в умовах надзвичайних ситуацій і наслідків збройних конфліктів [31]. Для України ця рамка є критично релевантною, оскільки WHO/Europec окремо наголошує, що повномасштабна війна не лише різко підвищила потребу в реабілітації, а й посилила бар'єри доступу до неї (ураження закладів охорони здоров'я, дефіцит персоналу, логістичні та енергетичні обмеження), водночас підкреслюючи, що модернізація системи реабілітації та відповідні реформи в Україні були розпочаті за кілька років до 2022 року і продовжилися в умовах війни [25].

Особливе клінічне значення у вибірці пацієнтів з бойовою травмою нижніх кінцівок має неврологічний компонент – після травматичні ураження периферичних

нервів (зокрема великогомілкового та малогомілкового), що зумовлюють парези, сенсорні дефіцити, нейропатичний біль [4, 5] та порушення моторного контролю і, як наслідок, суттєво ускладнюють відновлення ходи, опори, рівноваги та участі в повсякденній активності. Сучасні огляди бойових ушкоджень периферичних нервів підкреслюють складність ведення цієї категорії пацієнтів та необхідність поєднання хірургічної тактики з реабілітаційним маршрутом, орієнтованим на функціональний результат [19]. Узагальнені клінічні підходи до травматичних ушкоджень периферичних нервів також наголошують, що оптимальні результати визначаються не лише оперативним втручанням, а й структурованою реабілітацією з урахуванням переносимості навантаження, больового синдрому, сенсорних порушень, ризиків контрактур і вторинних компенсацій [1, 11]. Фазова модель реабілітації є критичною для формування довготривалого функціонального результату, оскільки в цей період необхідно узгодити тканинну безпеку (захист ділянки реконструкції), поступову мобілізацію, сенсорну реедукацію та нарощування функціонального навантаження для пацієнтів [28]. Практичні клінічні настанови для реабілітації в умовах конфліктів і катастроф додатково підкреслюють необхідність фазовості, міждисциплінарності, навчання пацієнта та структурованого повернення до активності [2]. Отже, науково-методичне обґрунтування, розроблення та впровадження алгоритму використання заходів фізичної терапії для осіб з периферичними нейропатіями, спричиненими мінно-вибуховими пораненнями нижніх кінцівок, є своєчасним завданням із високою практичною значущістю, спрямованим на підвищення ефективності відновлення функціонування, активності та участі, а також на уніфікацію клінічних рішень у складних післяопераційних випадках.

Мета дослідження: оцінити вплив алгоритму застосування заходів фізичної терапії в індивідуальній реабілітаційній програмі для осіб з периферичними

нейропатіями, спричиненими мінно-вибуховими травмами нижніх кінцівок на біль та обмеження функції/активності, пов'язані зі станом стопи.

Матеріал та методи дослідження. *Учасники.* У дослідженні взяли участь 40 осіб із мінно-вибуховою травмою нижньої кінцівки після зняття апарата зовнішньої фіксації, з ушкодженням великогомілкового та малогомілкового нервів, яким було виконано оперативну реконструкцію нерва (шов/пластика/графт) та відповідно розподілені на основну (n=19) та контрольну (n=21) групи.

Дослідження проведено з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Кожен пацієнт був проінформований щодо обов'язків і прав, а також можливості завершити дослідження в будь-який момент.

Методи. Для оцінки больового синдрому, функціональних обмежень і рівня активності, пов'язаних зі станом стопи у пацієнтів із периферичними нейропатіями після мінно-вибухових поранень нижніх кінцівок (локалізація нижче колінного суглоба), застосовували Functional Foot Index (FFI). Інструмент включав підшкали болю, інвалідності (функціональних обмежень) та обсягу активності, розраховували також суму балів і інтегральний показник FFI (%). Опитувальник заповнювали шляхом анкетування у стандартизованих умовах реабілітаційного відділення: кожен пункт оцінювали за шкалою 0–10, де 0 відповідало відсутності болю/обмежень, а 10 – максимальній вираженості симптомів або повній неможливості виконання дії.

Організація. Індивідуальна реабілітаційна програма (ІПР) реалізовувалася на базі ІТО НАМНУ та Західному реабілітаційно-спортивному центрі НКСІУ, в середньому упродовж 12 тижнів з подальшою телемедичною та підтримкою пацієнта до 6 місяців [3]. Реабілітаційні втручання організовували за фазовою моделлю.

У фазі 0 (післяопераційний захист, 0–10 діб) забезпечували захист ділянки анастомозу/пластики від натягу та механічної компретації, проводили контроль набряку й болю та надавали пацієнтам інструктаж щодо безпечного режиму кінцівки і самоконтролю симптомів.

У фазі 1 (рання захищена мобілізація, 1–3 (4) тижні) виконували ранню контрольовану мобілізацію суміжних суглобів для профілактики контрактур і адгезій, дозуючи рухи так, щоб не створювати натягу в зоні реконструкції та не провокувати наростання неврологічної симптоматики. Завдання полягало у зменшенні больового синдрому, набряку та відновленні пасивної й асистованої рухливості в суглобах. Використовувалися положення для розвантаження, вправи на ізометричне напруження м'язів, дихальні вправи, м'які мобілізаційні рухи в межах безболісної амплітуди. Активні рухи дозволялися лише за відсутності болю, дозволу лікаря й після стабілізації стану кінцівки. Усі дії виконувалися з урахуванням наявності неврологічних порушень і сенсорних дефіцитів. При наявності повторюваних хірургічних втручань, мали чергування 0 та 1 фаз.

У фазі 2 (сенсорно-орієнтована фаза I до реіннервації, 2–12 тижнів), яка частково співпадала із 1 фазою за часом протокол і тривалість втручань визначалися рівнем ушкодження та натягом шва/графта і в усіх випадках погоджувалися з хірургом; фізичну терапію спрямовували на безпечне відновлення рухливості без форсування навантаження, профілактику вторинних ускладнень. Ключовим завданням фази 2 було зменшення патологічної сенсорної чутливості та формування умов для подальшого відновлення рухової функції без провокації симптомів. Проводили цільову деактивацію сенсорних порушень, щоб зменшити нейропатичний біль і гіперчутливість та підвищити переносимість рухової активності. Для цього застосовували дозовану сенсорну стимуляцію/десенситизацію (контрольований дотик, термо- та вібровпливи, за показаннями – TENS/холод) з поступовою прогресією інтенсивності без провокації симптомів. Також застосовували нейродинамічні вправи за М. Shacklock [29] для покращення ковзання нервових структур і зменшення нейропатичної симптоматики, виконуючи динамічні/статичні нейромобілізаційні вправи у безболісному діапазоні без зміни довжини та натягу нерву. Прогресію амплітуди та кількості повторень здійснювали поступово, а при появі або посиленні болю/парестезій навантаження негайно зменшували або тимчасово припиняли.

У фазі 3 (ознаки реіннервації, орієнтовно 3–6 місяців залежно від рівня ушкодження) та 4 фазах (сенсорно-орієнтована фаза II після появи захисної чутливості, від 3–4 місяців), яка знаходилася у межах Фази 3, відновлення відбувалося на тлі регенерації периферичних нервів і поступового зменшення больового синдрому, тому цей етап був зоною максимального нарощування діапазону та вдосконалення цілеспрямованих рухових дій. Реалізовані завдання включали відновлення чутливості та нервово-м'язової взаємодії, збільшення м'язової сили й витривалості, відновлення координації, рівноваги та корекцію рухового патерну ходи, формування функціональних навичок для повсякденної активності, а також психологічну підтримку та підтримання мотивації. Акцент переносили на сенсорну реедукацію та формування якісного рухового контролю без надмірних компенсацій. Робота з болем була спрямована на зменшення центральної сенситизації та профілактику хроніфікації нейропатичного болю, що підвищувало ефективність методів фізичної терапії. З огляду на порушення пропріоцепції й координації, застосовували нейромобілізацію, вправи на баланс і координацію (в т.ч. на нестійких поверхнях), а для сенсомоторної активації використовували вібраційні впливи як джерело біологічного зворотного зв'язку. Для подолання наслідків іммобілізації та м'язової атрофії виконували активні вправи з поступовим збільшенням навантаження (ізометричні та динамічні, функціональні патерни перенесення ваги, крокові рухи), тренування ходи (спочатку з опорою, згодом – без неї), а також витривалості, поєднуючи їх із контролем набряку (зокрема лімфодренажні прийоми і компресійний трикотаж) та симптом-модуючими методами на м'язи із збереженою інервацією.

У фазі 5 (силова й функціональна інтеграція, 4–12 місяців) здійснювали інтеграцію відновленої іннервації у функцію шляхом поступового нарощування сили, витривалості та пропріоцепції, тренування рівноваги й ходи, відпрацювання функціональних трансферів і повернення до складніших рухових завдань та участі.

Заняття проводилися 5 разів на тиждень, тривалість кожного становила від 15 хвилин у 1 фазі (з кратністю 2 рази на день) до 40–60 хвилин у 4. Усі пацієнти виконували терапевтичні вправи під контролем фізичного терапевта з поступовим ускладненням програми відповідно до відновлення рухових можливостей. Для військових пацієнтів, що продовжували відновлення за межами реабілітаційних відділень була організована телемедична підтримка.

Відмінності від класичної програми відновлення полягали у використанні освіти щодо контролю болю, терапевтичних вправ для деактивації сенсорних порушень при нейропатії, методів нейромобілізації за Michael Shacklock. Основні підходи полягали у цілеорієнтованості, урахуванні запиту пацієнта, формуванні терапевтичного альянсу між ним та фізичним терапевтом.

Статистичний аналіз. Аналізу ефективності застосовуваних втручань передувало встановлення нормальності розподілу спостережуваних показників за W; критерієм Шапіро–Уїлка. З'ясувалося, що не всі показники кульшового суглобу за всіма періодами обстеження були розподілені нормально. Тому для представлення центральної тенденції та розкиду ми використовували медіану (Me) та перший і третій квартилі [Q1; Q3].

Тому на першому етапі аналізу ми використовували непараметричний аналог повторних вимірів ANOVA – тест Фрідмана (Friedmantest), який дозволяє встановити чи є відмінності у медіанах між часовими точками.

Оскільки тест Фрідмана виявився статистично значущим ($p < 0,05$) для досліджуваних показників, ми провели попарне порівняння за Т-критерієм Вілкоксона з поправкою Бонфероні. Для оцінки клінічної значущості виявлених відмінностей, ми розраховували розмір ефекту (r) для Т-критерію Вілкоксона. Інтерпретація розміру ефекту проводилась за критеріями Коена: $r < 0,3$ – малий, $0,3 \leq r < 0,5$ – середній, та $r \geq 0,5$ – великий

ефект. Для статистичного аналізу використовувалась програма Statistics (Statsoft, USA).

Результати дослідження та їх обговорення. Для комплексної оцінки ефективності відновлення дистальних відділів нижніх кінцівок було використано «Функціональний індекс стопи» (FunctionalFootIndex – FFI). Динаміка відновлення продемонструвала стійку перевагу ОГ на всіх етапах реабілітації. Вже в середині курсу реабілітації рівень болю в ОГ був статистично значуще нижчим ($Me=32,0$ балів), ніж у КГ ($Me=41,0$ балів; $p < 0,001$). Інтегральний показник функціонального стану стопи в ОГ склав 56,5 %, тоді як у КГ він залишався на рівні 76,5 % ($p < 0,001$).

На момент завершення дослідження розрив між групами збільшився, що підтверджує накопичувальний ефект запропонованої ППР. Медіанний показник болю в ОГ знизився до 17,0 балів, тоді як у КГ він склав 26,0 балів. При цьому пацієнти ОГ відчували значно менше труднощів у побуті ($Me=27,0$ балів), ніж представники КГ ($Me=46,0$ балів; $p < 0,001$). Підсумковий показник стану стопи в ОГ склав 32,9%, що у 1,5 рази краще, ніж у КГ (51,2%; $p < 0,001$). (табл. 2).

Варто звернути увагу на відсутність статистично значущих відмінностей за шкалою «Обсяг активності» ($p=0,481$). Медіани обох груп майже ідентичні (12,0 та 13,0 балів). Це свідчить про те, що пацієнти обох груп досягли схожого рівня побутової активності.

Проте, зважаючи на суттєву різницю у шкалах «Болю» та «Інвалідності», можна стверджувати, що пацієнти ОГ виконують це фізичне навантаження вільно, тоді як пацієнти КГ змушені долати больовий синдром та функціональні обмеження.

Для розуміння пріоритетності проблем пацієнтів було проведено аналіз внутрішньої структури FFI (табл. 3). Як в ОГ, так і в КГ на етапах 2 та 3 зафіксовано статистично значущу нерівномірність розподілу балів між субшкалами ($p < 0,001$). Аналіз середніх рангів дозволив вибудувати чітку ієрархію скарг, яка залишається стабільною протягом всього періоду реабілітації: Найбільш виражена проблема – максимальний бал за шкалою інвалідності, що пояснюється суб'єктивним відчуттям труднощів при виконанні дій, яке є домінуючим фактором дискомфорту.

Таблиця 1

Аналіз результатів болю та обмеження функції/активності, пов'язані зі станом стопи за шкалою FFI на другому етапі дослідження (n=40)

Показники	ОГ (n=19)			КГ (n=21)			U	p
	Me	Q1	Q3	Me	Q1	Q3		
Шкала болю, бал	32,0	24,0	36,0	41,0	39,0	43,0	50,5	<0,001
Шкала інвалідності, бал	44,0	38,0	66,0	65,0	60,0	67,0	105,0	0,011
Шкала обсягу активності, бал	21,0	18,0	24,0	24,0	23,0	25,0	104,5	0,010
Сума балів	96,0	79,0	118,0	130,0	120,0	134,0	57,0	<0,001
Функціональний індекс стопи, %	56,5	46,5	69,4	76,5	70,6	78,8	57,0	<0,001

Примітка. Дані представлені як Медіана [Q1; Q3], де Q1 – перший квартиль, Q3 – третій квартиль.

Таблиця 2

Аналіз результатів болі та обмеження функції/активності, пов'язані зі станом стопи за шкалою FFI на третьому етапі дослідження (n=40)

Показники	ОГ (n=19)			КГ (n=21)			U	p
	Me	Q1	Q3	Me	Q1	Q3		
Шкала болю	17,0	15,0	21,0	26,0	24,0	31,0	23,0	<0,001
Шкала інвалідності	27,0	23,0	33,0	46,0	43,0	51,0	3,0	<0,001
Шкала обсягу активності	12,0	11,0	14,0	13,0	10,0	16,0	173,0	0,481
Сума балів	56,0	50,0	63,0	87,0	83,0	91,0	1,5	<0,001
Функціональний індекс стопи	32,9	29,4	37,1	51,2	48,8	53,5	1,5	<0,001

Примітка. Дані представлені як Медіана [Q1; Q3], де Q1 – перший квартиль, Q3 – третій квартиль.

Таблиця 3

Порівняльний аналіз за результатами шкали FFI в межах кожної з груп (n=40)

Група	Множинні порівняння		Парні порівняння з поправкою Бонферроні		
	Friedmantest	p	1-2	2-3	1-3
	Етап 2				
ОГ (n=19)	(N=19; df=2) 32,32	<0,001	3,743; <0,001	3,823; <0,001	3,441; <0,001
КГ (n=21)	(N=21; df=2) 42,0	<0,001	4,015; <0,001	4,015; <0,001	4,015; <0,001
	Етап 3				
ОГ (n=19)	(N=19; df=2) 37,52	<0,001	3,823; <0,001	3,823; <0,001	3,724; <0,001
КГ (n=21)	(N=21; df=2) 42,0	<0,001	4,015; <0,001	4,015; <0,001	4,015; <0,001

Примітка 1. Для парних порівнянь використано тест Вілкоксона з поправкою Бонферроні.

Примітка 2. Результати представлено у вигляді «z; p», де z - статистика ефекту, p - рівень значущості. Цифри 1, 2, 3 позначають шкали болю, інвалідності, обсягу активності.

Таблиця 4

Вплив амплітуди руху в суглобах на функціональний стан стопи (n=40)

Показник	КГ		ОГ	
	2 етап	3 етап	2 етап	3 етап
Згинання прямої ноги, градус				0,518
Розгинання стегна, градус			-0,489	
Приведення стегна, градус			0,596	
Розгинання гомілки, градус		0,479		
Згинання стопи, градус	-0,555			
Тип допоміжного засобу			0,603	

Для підтвердження вищої ефективності запропонованої програми нами було розраховано коефіцієнт покращення (відношення вихідного рівня FFI до кінцевого). Встановлено, що ОГ функціональний стан стопи покращився в середньому в 1,78 разів (SD=0,42), тоді як у КГ – в 1,47 разів (SD= 0,18). Різниця між групами є статистично значущою (t=2,99; p=0,005).

Таким чином, запропонована програма фізичної терапії дозволяє досягти глибокого відновлення функції стопи, мінімізувати больовий синдром та забезпечити високу якість життя пацієнтів, що підтверджується кращими показниками FFI порівняно зі стандартною методикою.

Окремим етапом дослідження став пошук факторів, що впливають на суб'єктивне сприйняття пацієнтами функціонального стану стопи (за індексом FFI). Аналіз виявив цікавий феномен дисоціації об'єктивних та суб'єктивних показників.

Встановлено, що інтегральний показник FFI не має статистично значущих кореляційних зв'язків із результатами локомоторних тестів (10-метровий тест, TUG, чотириквдратний крок) у жодній з груп (p > 0,05). Отже швидкість пересування не є тотожною комфорту пересування. Пацієнти (особливо військовослужбовці) здатні демонструвати високу мобільність та швидкість за рахунок вольових зусиль та компенсаторних механізмів, навіть на тлі вираженого больового синдрому чи функціональних обмежень стопи. Це підкреслює необхідність використання FFI як незалежного інструменту контролю, який відображає деякі аспекти якості життя, а не лише фізичні кондиції. Водночас, аналіз біомеханічних предикторів FFI знову підтвердив відмінності у стратегіях відновлення груп (табл. 4).

У КГ суб'єктивний стан стопи чітко корелює з рухливістю самої стопи та гомілки:

- на 2-му етапі виявлено помірний статистично значущий (p<0,05) зворотний зв'язок зі згинанням стопи.

тобто, чим краще тильне згинання, тим краще пацієнт оцінює функцію стопи;

- на 3-му етапі з'являється прямий зв'язок із розгинанням гомілки ($p < 0,05$), що вказує на вплив біомеханіки коліна на навантаження стопи.

У пацієнтів ОГ покращення стану стопи пов'язане зі станом кульшового суглоба та зовнішньою підтримкою:

- на 2-му етапі стан стопи сильно статистично значуще ($p < 0,05$) корелює з типом допоміжного засобу, тобто чим стабільніша опора (милиці), тим гіршою пацієнт суб'єктивно відчуває свою стопу, що відображає реальну тяжкість стану;

- на етапі 2 також виявлено зв'язки з рухливістю стегна: розгинанням та приведенням

- на 3-му етапі значущим стає тест «Згинання прямої ноги», що може свідчити про вплив еластичності задньої поверхні стегна на біомеханіку кроку та, як наслідок, на комфорт стопи.

Таким чином, у КГ дискомфорт у стопі напругу пов'язаний з обмеженням рухів, а в ОГ, де амплітуди відновилися краще, на передній план виходять глобальні патерни (стан стегна, м'язовий тонус), що підтверджує більш комплексний характер відновлення у цій групі.

Дискусія. Сучасні уявлення про етапність ведення поранених із поліструктурними ушкодженнями підтверджують необхідність переходу від життє- і кінцівкозберігаючих втручань до реконструктивного відновлення [15]. Зазвичай лікування пацієнтів із периферичними нейропатіями починається з евакуаційних заходів та первинних/спеціалізованих хірургічних втручань (закриття ран, стабілізація відламків, інфекційний контроль, етапне ведення відкритих переломів) [21]. Основний етап дослідження, що розпочався після демонтажу апаратів зовнішньої фіксації (АЗФ), був зосереджений на відновленні провідності периферичних нервів після пластики (реконструкція, шов або автотрансплантація). Подальший реабілітаційний менеджмент, організований у вигляді п'яти фаз, базувався мультидисциплінарному підході [4;14] з алгоритмізованою фізичною терапією. Ключовими чинниками функціонального відновлення визначено нейропластичність [20], сенсомоторну інтеграцію та симптом-модуляцію. Остання передбачає застосування специфічних стратегій контролю болю, нейродинамічних технік та терапевтичного позиціонування для зниження механочутливості нерва, що є критичною передумовою для відновлення рухових патернів [10]. Водночас варто враховувати обмеження доказової бази, оскільки висновки Chu X.-L. та співавт. ґрунтуються на результатах експериментального моделювання на гризунах, що потребує подальшої верифікації в умовах клінічних досліджень за участю людей [10].

У сучасній літературі фазовість реабілітації після ушкодження периферичної нервової системи описується як спільний принцип, але з різною спрямованістю залежно від типу втручання та локалізації [28]. Так, у практико-орієнтованій роботі С. Novak для пацієнтів після ушкоджень/відновлення периферичних нервів рекомендована двофазна реабілітація, де окремо підкреслюється “пізня фаза реабілітації” із тривалою роботою над обсягом рухів/силою та обов'язковим

компонентом сенсомоторної реєдукації після появи реіннервації [24]. Окремо для сенсорного компоненту фазовість показана як мінімум у двох підходах/етапах: рання сенсорна реєдукація може стартувати вже з першого післяопераційного тижня, тоді як “класична” сенсорна реєдукація традиційно починається після відновлення порогу захисної чутливості – це добре ілюструє РКД М. Paula та співавт. [26]. Для реконструктивних втручань типу «трансферу нерва» фазовість описується ще детальніше: Birmingham Protocol пропонує 6 фаз (передопераційна фаза, захисту, профілактики, розвитку сили, пластичності, фаза цілеспрямованої діяльності) як складові безперервного процесу, причому автори наводять очікувані часові рамки відновлення та приклади як для верхньої, так і для нижньої кінцівки [4, 16]. На рівні узагальнених рекомендацій для травматичних ушкоджень периферичних нервів Е. Bateman та співавт. підкреслюють необхідність поетапного прогресування від захисту/контролю симптомів та запобігання контрактурам до функціональної інтеграції й тренування активності; при цьому вони прямо розглядають нерви, релевантні нижній кінцівці (tibial, commonperoneal), що робить джерело доречним для обґрунтування фазовості і в “нижньокінцевих” сценаріях [1]. Нарешті, Hite та співавт. прямо формулюють, що оптимізація відновлення після операції на периферичних нервах потребує розуміння “кожної фази процесу” — від передопераційної підготовки та захисного післяопераційного етапу до прогресії руху й використання кінцівки, що концептуально підтверджує саме фазову модель як основу протоколізації [17].

Огляди з бойових уражень периферичних нервів підкреслюють потребу в міждисциплінарному веденні, де поряд із хірургічною реконструкцією ключовими є реабілітаційні компоненти, спрямовані на відновлення активності та участі, з обов'язковим симптом-лімітованим дозуванням [18]. Водночас систематичний огляд Chiaramonte R із співавт. демонструє, що фізичні вправи та реабілітаційні впливи (зокрема дозоване тренування) можуть позитивно впливати на репарацію/регенерацию периферичного нерва та функціональні результати, однак наголошують на важливості часу початку та дозування, щоб уникати провокації симптомів і перевантаження [9]. Аналогічно, оглядові дані з нейробіологічним обґрунтуванням підкреслюють нейропротективний і протирубовцевий потенціал фізичної активності (через трофічні фактори, протизапальну модуляцію тощо), що концептуально підтримує нарощування активної складової реабілітації у фазі, коли це дозволяють тканинні умови та клінічна переносимість [23].

Додатково новіші клінічні дані (для післяопераційних уражень периферичних нервів) вказують, що структурована фізична терапія проведена в межах контрольованого протоколу асоціюється з прискоренням нейрофункціонального відновлення [19].

Додатковим аргументом на користь чіткої фазовості є те, що бойові ушкодження кінцівок часто ускладнюються інфекційними процесами та тривалими рановими проблемами, що впливають на темп

відновлення й потребують гнучкого дозування навантажень у реабілітації [27].

У літературі публікації, де наведені результати FFI саме у пацієнтів із периферичними нейропатіями після мінно-вибухових поранень нижче коліна, зустрічаються рідко; натомість доступні дані з дуже близьких когорт – високоенергетичної/бойової травми стопи та гомілково-ступневого сегмента (вибухові відкриті переломи, комплексні ушкодження середнього/заднього відділу стопи), де FFI використовують як чутливий стопо-специфічний PROM для болю, інвалідності та обмеження активності [7, 8]. У нашому дослідженні на II та III етапах було отримано стійку перевагу ОГ над КГ за FFI: уже на II етапі ОГ мала нижчі значення болю та інвалідності і кращий інтегральний показник FFI (%), а на III етапі ці відмінності зберігалися/посилювалися; водночас компонент «обсяг активності» на завершальному етапі не демонстрував статистично значущих міжгрупових розбіжностей, що можна пояснити високою роллю контекстних обмежень у військовослужбовців (службова зайнятість, режим, логістика), які здатні «вирівнювати» рівень повсякденної активності незалежно від клінічної динаміки болю та функцій.

Порівняння з близькими за механізмом ушкодження когортами підтверджує, що навіть після спеціалізованого ортопедичного лікування високоенергетичних травм стопи функціональні обмеження можуть залишатися значними. Так, у ретроспективній когорті комплексних ушкоджень Lisfranc/Chopart, де серед механізмів травми прямо зазначено вибухи, наведено медіану FFI 43,3 (IQR 38,9), а загальний функціональний результат автори характеризують як «poortofair» (проміжному значенню між 2 та 3 балами за шкалою мануального м'язового тестування (MMT)), із високою частотою ускладнень і потребою у вторинних реконструктивних втручаннях [12]. У близькому за тематикою матеріалі про переломи та стопи у цивільних на 12-місячному спостереженні також продемонстровано FFI 47,5 разом із VASFA 51,5, а додатково наведено показники SF-12 (PCS 37,9; MCS 45,2), що свідчить не лише про стопо-специфічні обмеження, а й про помітний вплив травми на якість життя, пов'язану зі здоров'ям [13]. У цьому контексті наші результати (нижчі значення FFI та кращий FFI% в ОГ порівняно з КГ на II–III етапах) можна інтерпретувати як клінічно релевантну перевагу алгоритмізованої програми фізичної терапії, яка сприяла зменшенню болю й інвалідності та формуванню більш сприятливих умов для відновлення опори/ходи. Водночас на рівні участі/щоденної активності (компонент FFI «обмеження активності») ефект міг бути частково «приглушений» зовнішніми чинниками, що характерно саме для військового контингенту.

Висновки. Розроблена фазова програма фізичної терапії для осіб із периферичними нейропатіями після мінно-вибухових поранень нижніх кінцівок була побудована як алгоритм із чіткою послідовністю цілей і критеріїв прогресії, узгоджений із хірургічним етапом відновлення провідності нерва. Її реалізація забезпечила структурований перехід від захисту зони реконструкції та симптом-модуляції до сенсомоторної інтеграції й відновлення опори/ходи, що підвищувало керованість

реабілітаційного процесу та клінічну відтворюваність втручань у пацієнтів із поліструктурними бойовими ушкодженнями. Розроблена програма забезпечила значно вищу якість життя військовослужбовців із пораненням нижньої кінцівки. У пацієнтів ОГ зафіксовано менший больовий синдром та інвалідність ($p < 0,001$). При цьому рівень побутової активності в обох групах не відрізнявся, що свідчить про дисоціацію між зусиллям та болем.

Обмеження дослідження слід вважати організаційні труднощі впровадження реабілітаційної програми в умовах службової зайнятості військовослужбовців, що зумовлювало варіативність регулярності занять і потребу частково переводити втручання у телемедицинний формат, потенційно впливаючи на стандартизацію та повноту реалізації протоколу.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу розробленого ефективності алгоритму застосування заходів фізичної терапії в індивідуальній реабілітаційній програмі на показники мобільності та балансу осіб з периферичними нейропатіями, спричиненими мінно-вибуховими травмами нижніх кінцівок.

References

1. Bismak, O., & Lazarieva, O. (2022). Optimizatsiia reabilitatsiinoho protsesu v osib z nevropatiiamy verkhnoi kintsivky na osnovi mizhdystsiplinarnoho pidkhodu [Optimization of the rehabilitation process in persons with upper limb neuropathies based on an interdisciplinary approach]. *Sportyvna medytyna, fizychna terapiia ta erhoterapiia*, (1), 114–120. <https://doi.org/10.32652/spmed.2022.1.114-120>
2. Humanity & Inclusion. (2023). *Rannia reabilitatsiia v umovakh konfliktiv i katastrof: klinichniy posibnyk* [Early rehabilitation in conflicts and disasters: a clinical handbook]. https://www.hi.org/sn_uploads/Humanity-Inclusion-Clinical-Handbook-Ukrainian.pdf
3. Chabanova, N. V., Lazarieva, O. B., & Byshevets, N. H. (2025). Efektyvnist zastosuvannya zakhodiv fizychnoi terapii u vidnovlenni obsiahu rukhiv nyzhnikh kintsivok v osib z peryferychnymy nevropatiiamy, sprychynenymy minno-vybukhovymy travmamy [Effectiveness of physical therapy measures in restoring the range of motion of the lower limbs in persons with peripheral neuropathies caused by mine-blast injuries]. *Rehabilitation and Recreation*, 19.4, 62–76. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.4>
4. Bateman, E. A., Pripotnev, S., Larocerie-Salgado, J., Ross, D. C., & Miller, T. A. (2025). Assessment, management, and rehabilitation of traumatic peripheral nerve injuries for non-surgeons. *Muscle & Nerve*, 71(5), 696–714. <https://doi.org/10.1002/mus.28185>
5. Bernetti, A., Agostini, F., de Sire, A., Mangone, M., Tognolo, L., Di Cesare, A., Ruii, P., Paolucci, T., Invernizzi, M., & Paoloni, M. (2021). Neuropathic pain and rehabilitation: A systematic review of international guidelines. *Diagnostics*, 11(1), 74. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11010074>
6. Blum, E., Sadek, J. E., Atwan, Y., Al-Hashimi, A., Javidan, P., & El-Haj, M. (2026). Ballistic nerve injuries of the extremities: A systematic review of diagnosis, timing, treatment, and outcomes. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. Advance online publication.
7. Budiman-Mak, E. (2013). A review of the Foot Function Index and the Foot Function Index Revised. *Journal of Foot and Ankle Research*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3579714/>
8. Budiman-Mak, E., Conrad, K. J., & Roach, K. E. (1991). The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability. *Journal of Clinical Epidemiology*, 44(6), 561–570. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(91\)90220-4](https://doi.org/10.1016/0895-4356(91)90220-4)
9. Chiaramonte, R., D'Amato, S., Maugeri, G., Di Rosa, M., Castrogiovanni, P., & Musumeci, G. (2023). The role of physical exercise and rehabilitative strategies in peripheral nerve repair and regeneration: A systematic review. *Diagnostics*, 13(3), 364. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13030364>

10. Chu, X.-L., Song, G.-Y., Wang, Y.-H., Wu, X.-Y., Li, Y., & Dong, Y.-N. (2025). Research progress in different physical therapies for treating peripheral nerve injuries. *Frontiers in Neurology*, 16, 1508604. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1508604>
11. Enang, E. O., Madu, E. O., Awan, M., & Tsokwa, A. W. (2026). Impact of Structured Physiotherapy on Post-Surgical Outcomes of Upper Limb Peripheral Nerve Injuries. *Physiotherapy Research International*. <https://doi.org/10.1002/pri.70161>
12. Engelmann, E. W. M., Halm, J. A., Schepers, M. G., & Rhemrev, S. J. (2025). Long-term results of staged management of complex Lisfranc and Chopart injury: A retrospective cohort study and systematic literature review. *Journal of Personalized Medicine*, 15(2), 228. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11761783/>
13. Foot fractures and complex trauma of the foot: a case series. (2020). *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 15, 608. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02143-3>
14. Harhaus, L., Boos, A. M., Gierer, P., Häger, M., Hartmann, B., Hausmann, A., Hirsch, T., Kneser, U., Kolbenschlag, J., Küntschner, M. V., Langer, S., Machens, H.-G., Mailänder, P., Neubrech, F., Reichert, P., Rosenberger, R., Sader, R., Schäfer, M., Schaller, H.-E., ... Vogt, P. M. (2024). The treatment of peripheral nerve injuries. *Deutsches Ärzteblatt International*, 121(9), 287–294. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2024.0071>
15. Hayda, R., Elster, E., Tintle, S., Potter, B., & Nesti, L. (2025). Management of musculoskeletal war injuries. *OTA International*, 8(6), e443. <https://doi.org/10.1097/OI9.0000000000000443>
16. Hill, J. L., Gofeld, M., Ko, J. H., & Mackinnon, S. E. (2019). The stages of rehabilitation following motor nerve transfer surgery. *Journal of Musculoskeletal Surgery and Research*, 3(1), 60–68. <https://journalmsr.com/the-stages-of-rehabilitation-following-motor-nerve-transfer-surgery/>
17. Hite, S. L., Golas, A. R., & Isaacs, J. (2024). Optimizing rehabilitation for nerve gap repair: Evidence-based recommendations. *Journal of Hand Surgery Global Online*, 6(5), 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2024.05.004>
18. Horachuk, V. V., Krut, A. H., & Kononov, O. Ye. (2024). Availability of rehabilitation for victims of mine-explosive injury in the conditions of territorial community. *Wiadomości Lekarskie*, 77(5), 926–931. <https://doi.org/10.36740/WLek202405107>
19. Howard, I. M., Sladky, J. H., & Tsao, B. E. (2025). Combat-related peripheral nerve injuries. *Muscle & Nerve*, 71(5), 768–781. <https://doi.org/10.1002/mus.28168>
20. Keci, A., Tani, K., & Xhema, J. (2019). Role of rehabilitation in neural plasticity. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(9), 1540–1547. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6532511/>
21. Lawry, L. L., de Sire, A., Khoroshun, E., Khaluiev, R., Liutko, O., Zharikov, M., McCafferty, K., & Ammendolia, A. (2025). Qualitative assessment of combat-related injury patterns and injury prevention in Ukraine since the Russian invasion. *BMJ Military Health*, 171(1), 16–22. <https://doi.org/10.1136/military-2024-002863>
22. Lurin, I., Gumeniuk, K., Tsymbaliuk, V., Badiul, P., Shypilova, H., & Khaluiev, R. (2024). Management of severe defects of humerus in combat patients injured in Russo-Ukrainian war. *Injury*, 55(2), 111280. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.111280>
23. Maugeri, G., D'Amato, S., Musumeci, G., Bonaventura, G., Tibullo, D., Giunta, S., Vicario, N., & Parenti, R. (2021). The role of exercise on peripheral nerve regeneration. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11632. <https://doi.org/10.3390/ijms222111632>
24. Novak, C. B. (2015). Rehabilitation of the Upper Extremity Following Nerve and Tendon Reconstruction: When and How. *Seminars in Plastic Surgery*, 29(1), 73–80. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1544167>
25. World Health Organization Regional Office for Europe. (2023, April 5). Overcoming barriers to accessing rehabilitation in Ukraine amidst conflict. <https://www.who.int/europe/news/item/05-04-2023-overcoming-barriers-to-accessing-rehabilitation-in-ukraine-amidst-conflict>
26. Paula, M. H., Barbosa, R. I., Marcolino, A. M., de Moraes, V. Y., Mazzer, N., & Fonseca, M. C. (2016). Early sensory re-education of the hand after peripheral nerve repair based on mirror therapy. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 20(1), 58–65. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0130>
27. Petfield, J. L., Ganesan, A., Schlett, C. D., Shaikh, F., Blyth, D. M., & Tribble, D. R. (2022). IDCRP combat-related extremity wound infection research. *Military Medicine*, 187(Supplement_2), 25–33. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab065>
28. Smits, I., McGagh, D., Al-Janabi, S., Cassar, G., & Newcombe, D. (2024). Rehabilitation outcome of a severe combat blast injury: a case report (physiotherapy focus). *Physiotherapy Theory and Practice*. https://www.researchgate.net/publication/383377662_Rehabilitation_outcome_of_a_severe_combat_blast_injury_a_case_report
29. Shacklock, M. O. (2005). Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment. Elsevier Butterworth-Heinemann.
30. Shestopal, N., Bismak, H., & Lazarieva, O. (2024). Restoration of the functional state of military personnel after gunshot wounds to the upper limb using physical therapy measures based on the principles of neuroplasticity. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*, 9(5), 393–403. [https://doi.org/10.15391/prht.2024-9\(5\).06](https://doi.org/10.15391/prht.2024-9(5).06)
31. World Health Organization. (2023, May 30). Strengthening rehabilitation in health systems (WHA76.6). https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA76/A76_R6-en.pdf
32. Zhang, S., Zhang, J., Du, W., Liu, Y., Li, Z., & Wang, Y. (2023). Characteristics and mechanism of lower limb injury induced by landmine blast: A research in a rabbit model. *Ulus Travma Acil Cerrahi Dergisi*, 29(12), 1335–1343. <https://doi.org/10.14744/tjtes.2023.39560>

THE ROLE OF PHYSICAL ACTIVITY IN PRESERVING VASCULAR FUNCTION AND SUBJECTIVE WELL-BEING IN OLDER ADULTS

РОЛЬ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ У ЗБЕРЕЖЕННІ СУДИННОЇ ФУНКЦІЇ ТА СУБ'ЄКТИВНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ОСІБ ПОХИЛОГО ВІКУ

Horoshko V. I.¹, Zhygulova E. O.², Zaikin A. V.²

¹National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

²Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5244-5648

ORCID: 0000-0003-1366-8766

ORCID: 0000-0002-8443-8872

Abstracts

Age-related changes in the vascular system are closely linked to endothelial dysfunction, reduced bioavailability of nitric oxide (NO), and a decline in the adaptive capacity of the cardiovascular system. Physical activity is regarded as one of the key modifiable factors capable of slowing vascular aging; however, population-based functional indicators that reflect these processes in older adults remain insufficiently explored.

Research objective. This study sought to characterize the age-related profiles of the physical, psychological, and social dimensions of subjective well-being using the BBC scale. A further aim was to explore their association with an overall well-being score, posited as a functional marker pertinent to the maintenance of vascular health in older adults.

Materials and methods. A cross-sectional study was conducted involving 136 relatively healthy teachers stratified by age group. Subjective well-being was assessed using the BBC methodology, which distinguishes physical, psychological, and social components. Statistical analysis included descriptive statistics, one-way analysis of variance (ANOVA), the Kruskal-Wallis test, and Spearman correlation analysis. The critical level of statistical significance was set at $p = 0.05$.

Results. In the total sample, mean values were: physical component 22.16 ± 5.49 (10–36), psychological component 41.52 ± 8.12 (22–58), social component 19.20 ± 4.24 (10–28), and integral indicator 83.11 ± 13.41 (52–112). Across age groups, the physical component ranged from 21.82 to 23.60 without progressive decline in older participants. Psychological scores varied between 40.00 ± 8.41 and 42.20 ± 10.06 , and social scores between 17.64 ± 4.23 and 19.91 ± 4.13 . ANOVA revealed no significant inter-age differences for physical ($F=1.12$; $p=0.35$), psychological ($F=0.94$; $p=0.44$), social ($F=1.03$; $p=0.39$), or integral indicators ($F=1.27$; $p=0.28$); nonparametric analysis confirmed these findings ($H=3.21$ – 3.44 ; $p>0.05$). Spearman analysis demonstrated strong positive correlations between the physical component and the integral score ($r=0.62$; $p<0.001$), psychological and integral scores ($r=0.74$; $p<0.001$), and social and integral scores ($r=0.58$; $p<0.001$), indicating systemic integration of functional domains and preserved adaptive capacity.

Conclusions. The findings indicate that the physical component of subjective well-being may be considered a functional indicator associated with the preservation of adaptive capacity and vascular regulatory function in older adults. Indicators of subjective well-being appear to be relevant functional markers of processes related to endothelial function and NO-dependent vascular regulation, even in the absence of clinically significant cardiovascular pathology.

Keywords: subjective well-being; physical activity; vascular function; endothelial function; nitric oxide; vascular aging; older adults.

Вікові зміни судинної системи пов'язані з ендотеліальною дисфункцією, зниженням біодоступності оксиду азоту (NO) та зменшенням адаптаційних можливостей серцево-судинної системи.

Мета. Оцінити вікові особливості фізичного, психологічного та соціального компонентів суб'єктивного благополуччя за методикою BBC і проаналізувати їх зв'язок з інтегральним показником як функціональним індикатором збереження судинної функції.

Матеріали та методи. У поперечному дослідженні взяли участь 136 умовно здорових викладачів, стратифікованих за віком. Суб'єктивне благополуччя визначали за шкалою BBC. Використано описову статистику, ANOVA, критерій Краскела–Уолліса та кореляційний аналіз Спірмена ($p=0,05$).

Результати. Середні значення становили: фізичний компонент – $22,16 \pm 5,49$ (10–36), психологічний – $41,52 \pm 8,12$ (22–58), соціальний – $19,20 \pm 4,24$ (10–28), інтегральний показник – $83,11 \pm 13,41$ (52–112). У вікових групах фізичний компонент варіював у межах 21,82–23,60 без прогресивного зниження у старших осіб. Психологічні та соціальні показники також залишалися стабільними. За ANOVA ($F=1,12$; $p=0,35$) та критерієм Краскела–Уолліса ($H=3,21$;

Received: 01 February 2026. Accepted: 24 April 2026. Available online: 30 April 2026

© 2026. Horoshko V. I., Zhygulova E. O., Zaikin A. V.

Rehabilitation and Recreation. ISSN 2786-8354 (Online) | ISSN 2786-8346 (Print)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



$p=0,52$) статистично значущих міжвікових відмінностей не виявлено ($p>0,05$). Встановлено сильний позитивний зв'язок між фізичним та інтегральним показниками ($r=0,62$; $p<0,001$), ще більш виражений – між психологічним та інтегральним ($r=0,74$; $p<0,001$), а також значущий зв'язок соціального компоненту з інтегральним індикатором ($r=0,58$; $p<0,001$), що свідчить про інтегрованість функціональних доменів.

Висновки. Фізичний компонент суб'єктивного благополуччя може розглядатися як функціональний маркер збереження адаптаційних і судинно-регуляторних механізмів у осіб похилого віку та опосередковано відображати NO-залежну регуляцію судин.

Ключові слова: суб'єктивне благополуччя; фізична активність; судинна функція; ендотеліальна функція; оксид азоту; судинне старіння; люди похилого віку.

Introduction. Cardiovascular disease remains the leading cause of morbidity, disability, and mortality among older adults. Age-related structural and functional alterations of the vascular wall, including reduced arterial elasticity, increased vascular stiffness, and endothelial dysfunction, contribute to diminished exercise tolerance, limitations in daily activities, and a decline in quality of life. Amidst global population aging, the preservation of vascular and physical function has become a matter of substantial medical and social importance. Alongside pharmacological treatment, physical activity is widely recognized as a key factor in the prevention of cardiovascular disease and in slowing the progression of age-related cardiovascular changes. According to current recommendations issued by the World Health Organization (WHO) and the European Society of Cardiology (ESC), regular physical exercise is associated with improved hemodynamic parameters, reduced arterial stiffness, enhanced exercise tolerance, and overall optimization of functional status. Yet, the magnitude of the protective effects of physical exercise on vascular function in older adults, alongside its influence on functional and psychosocial indicators, remains a subject of ongoing scientific debate. A comprehensive approach to evaluating the effects of physical activity is therefore particularly important. This kind of approach must analyze not only physical condition, but also psychological and social dimensions closely linked to subjective well-being. This perspective is consistent with the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), which emphasizes activity and participation in everyday life. Within this framework, assessment of the protective effects of physical activity in older adults allows vascular function to be considered as one component of overall functional capacity. Although research on physical activity has expanded considerably, data focusing specifically on older adults remain limited, particularly with respect to integrated assessments that simultaneously address physical, psychological, and social domains. Hence, there is a clear need for studies that demonstrate the protective effects of physical activity on vascular function within the broader context of overall functional status in older adults [8, 16].

Blood vessels play a central role in the transport of blood and circulating factors such as oxygen, nutrients, and metabolic products. Their functional integrity depends on the coordinated interaction of endothelial cells (ECs), vascular smooth muscle cells (VSMCs), and components of the extracellular matrix (ECM) [7]. The endothelium performs both barrier and regulatory functions by controlling vascular permeability and thromboresistance, modulating inflammatory responses, and regulating vascular tone. Vascular smooth muscle cells provide the mechanical

properties of the vessel wall and enable adaptation to hemodynamic load. In response to injury or chronic stimuli, VSMCs may shift toward a synthetic phenotype, leading to vascular remodeling and increased arterial stiffness [3].

Age-related changes in the vascular wall are associated with the accumulation of molecular and cellular damage, as well as with cellular aging processes, including mitochondrial dysfunction, DNA damage, telomere shortening, and activation of cell cycle regulators (p.53/ p.21/ p.16). These mechanisms exacerbate a pro-oxidant and pro-inflammatory tissue environment. Within the vascular bed, this manifests as endothelial dysfunction, reduced bioavailability of nitric oxide (NO), increased oxidative stress, low-grade inflammation, phenotypic switching of vascular smooth muscle cells, collagen accumulation, and elastin degradation. Collectively, these processes contribute to arterial stiffness, hypertension, atherosclerosis, and heart failure, which dominate the morbidity and mortality profile of older adults [1, 5, 16].

Physical exercise is regarded as one of the most important factors supporting vascular homeostasis during aging. Through hemodynamic stimuli, particularly shear stress, physical activity activates endothelial nitric oxide synthase (eNOS) and NO production, attenuates oxidative and inflammatory signaling, modulates cytokine production (including IL-6 and subsequent anti-inflammatory cascades), promotes the mobilization of endothelial progenitor cells, and improves vascular reactivity. Clinical studies have demonstrated that regular aerobic exercise is associated with the preservation of endothelial function in older adults [6, 11, 15, 16]. At the same time, the selection of an optimal exercise regimen for this population requires an individualized approach, as excessive intensity may be associated with increased risk and reduced tolerance.

Given that age-related vascular dysfunction affects not only hemodynamics but also functional capacity, activity, and participation, the use of integrated indicators that reflect physical status in combination with psychological and social components appears justified. In this context, the BBC methodology represents a practically meaningful tool for assessing functional profile and subjective well-being across different age groups, allowing the potential «protective effects» of physical activity to be interpreted beyond the scope of clinical and laboratory markers alone.

The aim of the study is to assess age-related characteristics of the physical, psychological, and social components of subjective well-being using the BBC methodology, and to analyze their relationship with the integral indicator of subjective well-being as a functional marker reflecting the role of physical activity in maintaining vascular function in older adults.

Materials and methods. The study employed a single-point (cross-sectional) observational design aimed at examining age-related characteristics of physical, psychological, and social components of functioning, as well as their relationship with the integral indicator of subjective well-being as a functional marker relevant to the concept of preserving vascular function. The survey was conducted among 136 relatively healthy academic and teaching staff members from higher education institutions aged 20 years and older. Participants were stratified into five age groups: 20-30 years, 31-40 years, 41-50 years, 51-60 years, and 61 years and older, which enabled comparative analysis of the studied indicators across age categories.

The study included individuals without clinically significant cardiovascular disease in acute or decompensated stages, without acute somatic conditions at the time of examination, and who provided voluntary informed consent. Exclusion criteria comprised diagnosed cardiovascular disease, severe concomitant pathology (oncological, endocrine, or neurological), as well as refusal to participate. In accordance with its observational design, the study did not involve pharmacological interventions, placebo administration, randomization, or masking.

Functional status and subjective well-being were assessed using the BBC methodology, which allows comprehensive evaluation of physical, psychological, and social components of functioning, as well as calculation of an integral indicator of subjective well-being. The physical component reflected subjective assessment of physical well-being and functional capacity; the psychological component characterized psycho-emotional status and adaptive abilities; and the social component reflected the level of social activity and interpersonal interaction. Assessment was performed using a standardized scoring scale, followed by calculation of mean values for each component and for the integral indicator.

Statistical analysis of the obtained data was performed using contemporary mathematical statistics software. Quantitative variables are presented as arithmetic mean and standard deviation ($M \pm \text{STD}$). Data distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Intergroup differences by age were evaluated using one-way analysis of variance (ANOVA) for parametric data and the Kruskal-Wallis test for nonparametric data. Relationships between the components assessed by the BBC methodology were analyzed using Spearman correlation coefficients. The critical level of statistical significance was set at $p = 0.05$, and the actual values of the relevant statistical tests and achieved significance levels are reported.

The study was conducted in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki of the World

Medical Association, the Convention on Human Rights and Biomedicine, and current Ukrainian health care legislation. All participants were informed about the aims and procedures of the study and provided written voluntary informed consent prior to participation.

The research followed the basic principles of bioethics, in particular, the principles of integrity, confidentiality, fairness, and consent of research participants. The research was conducted considering ethical standards that guarantee the protection of the rights and well-being of research participants. All actions and procedures related to the research were in accordance with the principles of bioethics and the legislation of Ukraine, which regulates the conduct of scientific research. The study was carried out in compliance with the basic provisions of the «Rules of ethical principles of scientific medical research with human participation», approved by the Declaration of Helsinki (1964-2013), ICH GCP (1996), EEC Directive №609 (dated 24.11.1986), Orders of the Ministry of Health of Ukraine №690 (dated 23.09.2009), No. 944 (dated 14.12.2009), №616 (dated 03.08.2012). All the participants were informed about the goals, organization, methods of examination and signed an informed consent to participate in the completely anonymous study.

Research results. The study analyzed the physical, psychological, and social components, as well as the integral indicator of subjective well-being, using the BBC methodology in a sample of 136 relatively healthy academic and teaching staff members from different age groups. The summarized results are presented in Tables 1-5. Mean values of the physical component were comparable across all age groups, whereas the psychological and social components demonstrated relative stability irrespective of age [9, 10, 12, 14]. The integral indicator of subjective well-being showed a tendency toward higher values in older age groups.

According to the results of one-way analysis of variance and the Kruskal-Wallis's test, no statistically significant intergroup differences were identified ($p > 0.05$). Correlation analysis revealed strong positive associations among the BBC components of subjective well-being, with the most pronounced relationship observed between the psychological component and the integral indicator of subjective well-being.

The physical component of BBC, reflecting the level of physical functioning and exercise tolerance, demonstrates age-related variability without a pronounced decline in older age groups. This pattern may be interpreted as a functional marker of preserved adaptive capacity of the cardiovascular system in relatively healthy individuals (Table 2).

Table 1

Indicators of BBC components in different age groups ($M \pm \text{STD}$)

Age group	n	Physical	Psychological	Social	Integral
20-30	11	21.91 $\pm$ 7.45	40.00 $\pm$ 8.41	17.64 $\pm$ 4.23	79.55 $\pm$ 14.74
31-40	40	22.25 $\pm$ 5.41	41.98 $\pm$ 8.44	19.48 $\pm$ 4.25	83.70 $\pm$ 13.24
41-50	45	22.04 $\pm$ 5.03	41.96 $\pm$ 7.91	19.91 $\pm$ 4.13	83.91 $\pm$ 12.57
51-60	28	21.82 $\pm$ 5.77	40.46 $\pm$ 7.41	18.64 $\pm$ 4.12	80.93 $\pm$ 13.89
≥ 61	10	23.60 $\pm$ 5.68	42.20 $\pm$ 10.06	19.40 $\pm$ 4.62	85.20 $\pm$ 16.41

Note. M – arithmetic mean; STD – standard deviation.

Table 2

Descriptive statistics of BBC indicators in the total sample

Indicator	M	STD	Min	Max
Physical component	22.16	5.49	10	36
Psychological component	41.52	8.12	22	58
Social component	19.20	4.24	10	28
Integral indicator	83.11	13.41	52	112

Note. M – sample mean; STD – standard deviation; Min – minimum value; Max – maximum value.

Table 3

Results of one-way analysis of variance (ANOVA)

Indicator	F	p
Physical component	1.12	0.35
Psychological component	0.94	0.44
Social component	1.03	0.39
Integral indicator	1.27	0.28

Note. F – Fisher's criterion value of one-way analysis of variance (ANOVA); p – achieved level of statistical significance. The critical level of significance was taken as $p = 0.05$.

Table 4

Results of the Kruskal-Wallis' test

Indicator	H	p
Physical component	3.21	0.52
Psychological component	2.87	0.58
Social component	3.05	0.55
Integral indicator	3.44	0.49

Note. H – value of the Kruskal-Wallis' criterion; p – achieved level of statistical significance. The critical level of significance was taken as $p = 0.05$.

Parametric and nonparametric analyses consistently demonstrated the absence of statistically significant age-related differences, underscoring the stability of functional status within the studied cohort.

Table 5

Correlations between BBC components

Pair of indicators	r	p
Physical – Integral	0.62	<0.001
Psychological – Integral	0.74	<0.001
Social – Integral	0.58	<0.001

Note. r – Spearman's correlation coefficient; p – achieved level of statistical significance. The critical level of significance was taken as $p = 0.05$.

Descriptive statistics indicated the absence of extreme values and sufficient sample homogeneity, supporting the use of the obtained indicators as reliable functional markers of general condition associated with vascular homeostasis (Table 3).

According to the results of ANOVA, no statistically significant inter-age differences were found ($p > 0.05$), which indicates the relative stability of the functional components of subjective well-being in different age groups.

Significant correlations between the physical component and the integral indicator of subjective well-being confirm the importance of physical functioning as a key functional factor relevant to the maintenance of vascular function during aging.

Discussion. Our data show that in a cohort of relatively healthy older adults, preservation of the integral level of subjective well-being occurs alongside age-related variability in the physical component, suggesting its potential as a functionally meaningful indicator of the body's adaptive capacity [2, 4, 13]. The age-related variability of the physical BBC component of subjective well-being observed in Table 1 likely reflects relatively preserved cardiovascular reserves, particularly the ability to maintain adequate vascular

reactivity and hemodynamic adaptation in the absence of clinically manifest cardiovascular disease.

Physical activity is well established as one of the key modifiable factors supporting endothelial function through activation of endothelial nitric oxide synthase (eNOS) and increased bioavailability of nitric oxide (NO). Nitric oxide plays a central role in the regulation of vascular tone and in the inhibition of inflammatory processes, platelet aggregation, and smooth cell proliferation. Thus, the physical component of the BBC methodology, which reflects the level of physical functioning and tolerance to exercise load, may be considered an indirect functional marker of NO-dependent vascular regulation during the aging process.

The absence of statistically significant inter-age differences observed in both one-way analysis of variance and the Kruskal-Wallis' test (Tables 3 and 4) should not be interpreted as evidence of the absence of age-related changes per se. Instead, it points to the relative stability of functional status within a cohort of comparatively healthy individuals. This aligns with existing literature demonstrating that regular physical activity can substantially attenuate age-related declines in endothelial function and NO bioavailability, even in advanced age.

Particular attention should be given to the results of the correlation analysis (Table 5), which revealed a strong positive association between the physical BBC component of subjective well-being and the integral indicator of subjective well-being. Such a link reinforces the idea that physical functioning, psycho-emotional regulation, and social activity are systemically integrated, interrelated domains that indirectly reflect the state of vascular homeostasis. With respect to vascular aging, these interconnections may be underpinned by shared mechanisms, including NO-dependent vasodilation, reduction of oxidative stress, and suppression of chronic low-grade inflammation.

The psychological and social BBC components, which also demonstrated significant correlations with the integral indicator, may influence vascular function through neurohumoral regulatory pathways, particularly via the sympathetic-adrenal system and the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. Chronic psycho-emotional stress is associated with reduced NO bioavailability, increased vascular stiffness, and endothelial dysfunction, whereas positive subjective well-being is regarded as a protective factor against the development of cardiovascular disorders.

Taken together, the results support the feasibility of using the integral indicator of subjective well-being and its individual components as functional markers relevant to the assessment of vascular health in older adults. The findings are consistent with current concepts regarding the role of physical activity in preserving endothelial function, maintaining NO-dependent vascular regulation, and slowing vascular aging, even in the absence of direct clinical or instrumental indicators of cardiovascular function.

The present study has several limitations. Its cross-sectional design does not allow for the establishment of causal relationships between levels of physical activity, components of subjective well-being, and vascular function. The study sample consisted of relatively healthy teachers, which may restrict the generalizability of the findings to a broader population of older adults, particularly those with established cardiovascular pathology. Furthermore, direct instrumental or biochemical markers of endothelial function, such as indices of vascular stiffness, endothelium-dependent vasodilation, or NO bioavailability, were not assessed, highlighting the need for future prospective studies incorporating comprehensive cardiovascular evaluation.

Conclusions

1. In a cohort of relatively healthy older adults, the physical component of subjective well-being demonstrates age-related variability without a pronounced decline, indicating the preservation of functional reserves and adaptive capacity of the cardiovascular system.

2. The absence of statistically significant inter-age differences in both parametric and nonparametric analyses confirms the overall stability of the integral functional state in the studied cohort, which may be attributable to the protective effects of physical activity.

3. Notably, the strong correlations identified between the physical component and the integral indicator of subjective well-being highlight the central role of physical functioning as a functional marker relevant to preserving vascular function during aging.

4. Collectively, these findings argue for the use of subjective well-being indicators as accessible functional

markers associated with endothelial function and NO-dependent vascular regulation in older adults.

Funding. This study received no external funding.

Conflict of Interest. The authors declare no actual or potential conflicts of interest related to this study.

References

- Horoshko, V. I., & Horoshko, A. I. (2025). Innovative technologies of mobile applications in rehabilitation practice: personalised approach to restoring body functions. *Ukraine. Nation's Health*, (3), 174–184. <https://doi.org/10.32782/2077-6594/2025.3/20>
- Horoshko, V. I., Khomenko, Y. G., & Horoshko, A. I. (2025). Influence of comprehensive physical and psychological rehabilitation on the emotional state and coping strategies of students in crisis situations. *Polski Merkuriusz Lekarski*, 53(2), 222–228. <https://doi.org/10.36740/merkur202502111>
- Ito, S. (2019). High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World Journal of Cardiology*, 11(7), 171–188. <https://doi.org/10.4330/wjc.v11.i7.171>
- Kozakova, M., & Palombo, C. (2021). Vascular Ageing and Aerobic Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20), 10666. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010666>
- Kumari, R., & Jat, P. (2021). Mechanisms of Cellular Senescence: Cell Cycle Arrest and Senescence Associated Secretory Phenotype. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.645593>
- Kutlu, Z., İbiş, S., & Aktuğ, Z. B. (2025). Effect of Respiratory Muscle Exercises Combined with Step Aerobic Exercise on Respiratory Functions. *Research in Sport Education and Sciences*, 27(2), 166–175. <https://doi.org/10.62425/rses.1627727>
- Li, Z., Zhang, Z., Ren, Y., Wang, Y., Fang, J., Yue, H., Ma, S., & Guan, F. (2021). Aging and age-related diseases: from mechanisms to therapeutic strategies. *Biogerontology*, 22(2), 165–187. <https://doi.org/10.1007/s10522-021-09910-5>
- Meng, J., Geng, Q., Jin, S., Teng, X., Xiao, L., Wu, Y., & Tian, D. (2023). Exercise protects vascular function by countering senescent cells in older adults. *Frontiers in Physiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1138162>
- Nystoriak, M. A., & Bhatnagar, A. (2018). Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 5. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2018.00135>
- Partridge, L., Deelen, J., & Slagboom, P. E. (2018). Facing up to the global challenges of ageing. *Nature*, 561(7721), 45–56. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0457-8>
- Rossman, M. J., Kaplon, R. E., Hill, S. D., McNamara, M. N., Santos-Parker, J. R., Pierce, G. L., Seals, D. R., & Donato, A. J. (2017). Endothelial cell senescence with aging in healthy humans: prevention by habitual exercise and relation to vascular endothelial function. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 313(5), H890–H895. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00416.2017>
- Sari, N., & Sugiharto, S. (2021). Pengaruh Senam Aerobik Low Impact Terhadap Tekanan Darah Pada Lansia dengan Hipertensi: Literature Review. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan*, 1, 1827–1834. <https://doi.org/10.48144/prosiding.v1i.938>
- Stojanović, S. D., Fiedler, J., Bauersachs, J., Thum, T., & Sedding, D. G. (2020). Senescence-induced inflammation: an important player and key therapeutic target in atherosclerosis. *European Heart Journal*, 41(31), 2983–2996. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz919>
- Theofilis, P., Sagris, M., Oikonomou, E., Antonopoulos, A. S., Siasos, G., Tsioufis, C., & Tousoulis, D. (2021). Inflammatory Mechanisms Contributing to Endothelial Dysfunction. *Biomedicines*, 9(7), 781. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9070781>
- Zha, Y., Zhuang, W., Yang, Y., Zhou, Y., Li, H., & Liang, J. (2022). Senescence in Vascular Smooth Muscle Cells and Atherosclerosis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.910580>
- Zheng, C., Qiu, P., Xia, R., Lin, H., Ye, B., Tao, J., & Chen, L. (2019). Effect of Aerobic Exercise on Inflammatory Markers in Healthy Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00098>

SOME PROBLEMATIC ISSUES IN VALIDATING RESEARCH IN SPORTS MEDICINE**ДЕЯКІ ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВАЛІДИЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ В СПОРТИВНІЙ МЕДИЦИНІ****Mykhaliuk Yevhen***Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, Ukraine*

ORCID: 0000-0003-3607-7619

Abstracts

Introduction. Sports medicine plays a crucial role in preserving athletes' health and achieving high athletic performance, which necessitates increased requirements for scientific and methodological support of the training process and recovery. However, terminological ambiguity and methodological problems persist in domestic sports medicine, particularly insufficient consideration of the characteristics of the studied cohort, which complicates the interpretation of results and may lead to erroneous conclusions.

The aim of the study to identify and analyze terminological and methodological inconsistencies in domestic scientific publications on sports medicine in order to standardize research and improve the comparability of their results.

Material and methods. Based on the search and analysis of scientific publications on sports medicine in domestic and foreign peer-reviewed journals, as well as in specialized scientific and sports medical literature from 1966 to 2025, a critical analysis was conducted on problematic issues related to the use of certain specific terms in sports medicine, research on Masters category athletes, and the assessment of morphometric parameters. The search and analysis involved the use of concepts such as «trained» or «untrained», «successful» or «unsuccessful» athletes; the concept of «sprinter»; randomization of research among veteran athletes; and the use of morphometric parameters.

Results. Systemic terminological inconsistencies were identified in domestic sports medicine publications. Incorrect use of the term «untrained individuals» for persons who do not engage in sports was established; the appropriateness of applying this term exclusively to athletes in a state of detraining was substantiated, while for control groups the term «individuals who do not engage in sports» is recommended. The dichotomous classification of athletes as «successful» or «unsuccessful» was recognized as methodologically insufficient, as it does not account for the multifactorial nature of athletic performance and requires evaluation of competitive indicators over training periods. The definition of an «elite» athlete is characterized by the absence of internationally standardized criteria, which complicates the comparison of research results. In studies of veteran athletes, the necessity of correct formation of comparison groups taking into account sport, sex, sports qualification, distance, and weight category was emphasized. The absence of a unified definition of «sprinter» was established; comparisons between sprinters from different sports require consideration of competition duration and dominant metabolic systems. Significant limitations of traditional anthropometric indices (Quetelet, Pignet) for assessing physical development of athletes were identified due to their inability to account for sport-specific body composition and high muscle mass.

Conclusions. The work emphasizes attention to and indicates directions for resolving certain problematic issues regarding the use of terminology, conceptual framework, and organization of research in sports medicine.

Keywords: sports medicine, terminology and conceptual framework, research organization, trained athletes, morphometric assessment

Вступ. Спортивна медицина відіграє важливу роль у збереженні здоров'я спортсменів і досягненні високих спортивних результатів, що зумовлює підвищені вимоги до науково-методичного забезпечення тренувального процесу та відновлення. Водночас у вітчизняній спортивній медицині зберігається термінологічна невизначеність і методологічні проблеми, зокрема недостатнє врахування характеристик досліджуваного контингенту, що ускладнює інтерпретацію результатів і може призводити до хибних висновків.

Мета – виявлення та аналіз термінологічних і методологічних невідповідностей у вітчизняних наукових публікаціях зі спортивної медицини для стандартизації досліджень та підвищення порівняльності їх результатів.

Матеріал і методи. За даними пошуку та аналізу наукових публікацій зі спортивної медицини у вітчизняних та закордонних рецензованих журналах, а також у спеціальній, науковій та спортивно-медичній літературі за період з 1966 до 2025 років проведено критичний аналіз проблемних питань, пов'язаних з використанням деяких специфічних термінів в спортивній медицині, дослідженнями спортсменів категорії Masters, а також з оцінкою морфометричних параметрів. Пошук та аналіз передбачав використання понять «треновані» або «нетреновані», «успішні» або



«неуспішні» спортсмени; поняття «спринтер»; рандомізацію досліджень серед спортсменів-ветеранів; використання морфометричних параметрів.

Результати. Виявлено системні термінологічні невідповідності у вітчизняних публікаціях зі спортивної медицини. Встановлено некоректне використання терміна «нетреновані особи» для осіб, які не займаються спортом; обґрунтовано доцільність застосування цього терміна виключно до спортсменів у стані розтренованості, натомість для контрольних груп рекомендовано термін «особи, які не займаються спортом». Дихотомічна класифікація спортсменів як «успішних» чи «неуспішних» визнана методологічно недостатньою, оскільки не враховує багатofакторність спортивної результативності та потребує оцінювання змагальних показників протягом тренувальних періодів. Визначення «елітного» спортсмена характеризується відсутністю міжнародно стандартизованих критеріїв, що ускладнює порівняння результатів досліджень. У дослідженнях спортсменів-ветеранів підкреслено необхідність коректного формування груп порівняння з урахуванням виду спорту, статі, кваліфікації, дистанції та вагової категорії. Встановлено відсутність уніфікованого визначення «спринтера»; порівняння між спринтерами різних видів спорту вимагають врахування тривалості змагання та домінуючих метаболічних систем. Виявлено суттєві обмеження традиційних антропометричних індексів (Кетле, Пін'є) для оцінки фізичного розвитку спортсменів через їхню неспроможність враховувати специфічний для виду спорту склад тіла та високу м'язову масу.

Висновки. У роботі акцентовано увагу та вказані напрямки вирішення деяких проблемних питань з використання термінології, понятійного апарату та організації досліджень у спортивній медицині.

Ключові слова: спортивна медицина, термінологія та понятійний апарат, організація досліджень, треновані спортсмени, морфометрична оцінка.

Introduction. Sports medicine, as a scientific and practical field, plays a vital role in ensuring health, improving performance, and achieving high athletic results. With the constant development of elite sports, there is an increasing need to improve the scientific and methodological support of the training process, prevent injuries and diseases, and develop effective methods for athletes' recovery [12].

One of the key aspects of the development of sports medicine is clear and consistent terminology. Currently, there is some terminological uncertainty in Ukrainian sports medicine, which can lead to misunderstandings and complicate the interpretation of the results of scientific research. In particular, this applies to the use of terms such as «trained» and «untrained» individuals, «successful» and «unsuccessful» athletes [6, 10, 11, 17, 18, 20]. Another problematic area concerns defining criteria for «eliteness» in sports [15, 27, 28, 29].

In addition, an important issue is the methodology of conducting scientific research in sports medicine. The characteristics of the contingent being studied are not always taken into account, which can lead to incorrect conclusions. In particular, this applies to comparing indicators in athletes who develop different physical qualities, as well as in athletes with individuals who do not participate in sports [2, 7, 14, 19].

In recent years, research among Masters athletes has become increasingly relevant, allowing to study the long-term effects of physical activity on the body and assess the impact of lifestyle on health and athletic achievements. However, such studies also require a clear methodological approach and consideration of the specifics of the contingent [12, 30].

Therefore, this review analyzes current sports medicine issues related to terminology, research methodology, and athlete physical development assessment. The objectives are:

- Analyze and critically evaluate the existing terminology in sports medicine, in particular the concepts of «trained» and «untrained» individuals, «successful» and «unsuccessful» athletes, as well as the criteria for determining «elite» athletes.

- Develop recommendations for the formation of comparison groups in studies involving athletes and veteran athletes.

- Differentiate the concept of «sprinter» in different sports and analyze the physiological characteristics of sprinters.

- Critically evaluate the application of anthropometric indices for assessing the physical development of athletes.

The results of this review may be useful for sports physicians, coaches, scientists, and other specialists working in the field of sports and physical rehabilitation.

Material and Methods. This review is based on an analysis of scientific literature addressing current issues in sports medicine, including terminology, research methodology, and assessment of athletes' physical development. A systematic literature search was conducted in the electronic databases PubMed, Scopus, and Web of Science, as well as in peer-reviewed sport science and medical journals from Ukraine and internationally. The following keywords were used: «sports medicine», «terminology», «classification of athletes», «trainability», «anthropometric indices», «Masters athletes», «sprint», and «physical development», with searches conducted in both English and Ukrainian to ensure comprehensive identification of relevant sources.

The review included scientific articles published in peer-reviewed journals, review articles, systematic reviews, conference proceedings, as well as textbooks on sports medicine, given their foundational role in establishing core concepts in the field. We excluded articles unrelated to the review topic, non-scientific publications (e.g., popular media articles), and sources for which full text was unavailable.

The literature analysis covered the period from 1966 to 2024. Earlier sources, particularly textbooks, were included to trace the evolution of terminology and methodological approaches in sports medicine. However, priority was given to contemporary research published within the last 10-15 years, which best reflects the current state of knowledge in the field.

Analytical approaches included critical analysis and synthesis of information from various sources, comparison of

different perspectives on the topics examined, and identification of knowledge gaps and contradictions in the literature. Based on this analysis, we formulated the conclusions and recommendations presented in this review.

Research results. The development of Ukrainian sports medicine faces ongoing challenges, necessitating significant improvements, particularly in the realm of terminology. Existing inconsistencies in the use of terms related to pedagogical, medical, and sports concepts within Ukrainian scientific literature create ambiguity that often complicates the interpretation and analysis of research findings. For example, in the early days of medical monitoring of individuals engaged in physical education and sports (as sports medicine was called until the early 1970s), physicians and scientists conducted examinations of physical education enthusiasts and athletes, comparing the results of athletes «in general», often without considering specialization, and drawing conclusions regarding admission or non-admission to physical education or sports activities. Comparisons were made between data obtained from representatives of different sports and sex with individuals who did not participate in sports, whom some authors subsequently referred to as «untrained individuals» [12].

In the study of P.O. Radzievskyi et al., 28 highly qualified athletes and 28 non-athletes were compared. The study found that in athletes at rest, the rate of oxygen transport in the body and its consumption by tissues are more efficiently synchronized compared to untrained individuals. This manifests as more economical oxygen delivery function, reduced ventilatory and hemodynamic equivalents, higher oxygen effects of the respiratory and cardiac cycles, and a greater proportion of alveolar ventilation in tidal volume [14].

The textbook «Sports Medicine» also uses the term «untrained individuals», whose indicators are contrasted with data obtained from athletes when determining the functional state of the main body systems using functional tests, with better results among the latter [18].

A.A. Chernozub investigated the issue of determining safe and critical levels of physical exertion for trained and untrained individuals under conditions of muscle activity with a strength orientation, using two samples of young men aged 20-21 years. The first sample consisted of 40 individuals who had been engaged in strength fitness for the past 3 years and had a sufficient level of adaptation to training loads in a mode of average intensity and large volume of work, and the second consisted of 40 healthy untrained individuals. The study found advantages in bodybuilders [20].

In the study by O.V. Ivashchenko and S.V. Biletskyi, the motor and functional preparedness of male students in grades 9-11 was investigated. Statistically significant differences were observed in the functional preparedness of the respiratory and cardiovascular systems, as well as in coordination and strength preparedness. Accordingly, based on functional preparedness, the young men are assessed as healthy untrained [6].

A comparison of 40 untrained men aged 18-20 years and 20 trained young men who had been involved in strength fitness for three years showed that the presence of a long-term adaptation process to physical exertion, according to heart rate variability data, indicates a long-term adaptation

process to physical exertion in trained individuals, which leads to economization of the functioning of the cardiovascular system due to an increase in the level of resistance to strength loads during strength fitness training [11].

O.V. Kolosova investigated the relationship between changes in the H-reflex of the human soleus muscle induced by fatigue and the level of adaptation to physical exertion in 21 individuals, including 11 untrained individuals and 10 athletes (candidates for Master of Sport in athletics) aged 18 to 34 years. It was established that in qualified athletes compared to the group of untrained individuals, the first and second phases of inhibition of the H-reflex are less pronounced, which indicates faster utilization of metabolites and a high level of adaptation to physical exertion [7].

In a study by A.V. Simonik, 126 healthy female and male students aged 18-20 years with different forms of adaptation to physical exertion (untrained and trained) were examined. The control group consisted of 34 females and 29 males with a physical activity regime in the form of physical education classes at a higher education institution twice per week. The main group consisted of 32 females and 31 males who had 8-10 years of experience in team sports and significantly higher indicators of physical work capacity, aerobic and anaerobic power and capacity compared to untrained peers. They also showed improved indicators of the cardiovascular system, in particular higher blood flow volumes and ejection fraction, and lower total peripheral vascular resistance. The external respiration system in trained individuals is characterized by better functional indicators, particularly increased maximum ventilation of the lungs and reserve volumes of inspiration and expiration. They demonstrate more active metabolism, which is confirmed by increased content of oxidative stress markers, products of adenine and guanine nucleotide metabolism, a higher rate of generation of reactive oxygen species, greater activity of constitutive NO-synthase, lower activity of inducible NO-synthase (in males), and an elevated level of lipid peroxidation markers [17].

In the study of N.V. Bohdanovska et al., 31 untrained female students (control group) and 32 trained female athletes (volleyball players with more than 10 years of experience) aged 18 to 22 years participated. The authors determined that almost all of the studied indicators of the energy supply system, cardiovascular and respiratory systems, the intensity of oxidative metabolism, and nitric oxide production were statistically significantly different between untrained and trained female students, except for inducible NO-synthase, H-reductase, and arginase [2].

In the study by S.S. Malyuga et al., 34 practically healthy young men were examined and divided into 3 groups: 11 young bodybuilders, 11 individuals who engage in fitness, and 12 untrained individuals. It was determined that young bodybuilders have better conditioning and adaptation of the cardiovascular system than individuals engaged in fitness and untrained individuals. Their circulatory system demonstrates a response to a mixed exercise mode similar to dynamic loading, while in fitness athletes the response is similar to static loading. The reaction of the circulatory system reflects the least trained type of load, and the performance of the heart and blood vessels in bodybuilders is higher than in untrained individuals and fitness athletes [10].

M.M. Filippov et al. conducted an analysis of the relationship between the nature of physical exertion and internal changes in the body, which is based on an analysis of O₂ mass transfer modes and an assessment of their economy and efficiency. The authors examined 56 individuals, including untrained men, cyclists, and track and field athletes of high sports qualification. A comparison of the parameters studied in untrained men with those in athletes showed that the former had the lowest values of maximum oxygen consumption and maximum volumetric rate of O₂ entry into the lungs, but a larger maximum systolic volume, greater economy of circulatory function relative to ensuring oxygen consumption of the body, and oxygen consumption for each heartbeat. The data obtained indicate significant advantages in the functional capabilities of the athlete's body [19].

We encountered a scientific work in which the author compares data from high-level representatives of sports aerobics (Candidates for Master of Sport (CMS), Masters of Sport (MS), Masters of Sport of International Class (MSIC)) who train for 18 or more hours per week for several years, with students who engage in physical education within the scope of the curriculum for 2 hours per week, and thus draws conclusions about the impact of physical exertion on the functional state of athletes, noting their advantage. In addition, there are reports in which data obtained from representatives of gymnastics are compared with representatives of team sports, martial artists with representatives of weightlifting, representatives of sports aerobics with 800-meter runners, etc. In the latter case, the author compares data from athletes who perform sports aerobics exercises, which cause deep functional shifts in the athlete's body and are accompanied by arrhythmic breathing, with 800-meter running, which is an example of extreme physical activity in the zone of mixed (aerobic-anaerobic) energy supply. However, in our opinion, it is not entirely appropriate to compare data from athletes of acyclic and cyclic sports only by the duration of the competitive movement, which, depending on qualification, is approximately 2 minutes [12].

As can be seen from the presented works, the authors compared the indicators of the functional state of athletes with individuals from the control group, whom they call untrained, and obtained significantly better indicators. But it is already clear that these comparisons have a predetermined result – that is, the parameters obtained from athletes whose motor regime and high physical and mental loads reliably differ from individuals who lead a normal lifestyle will indicate economization of physiological functions in athletes and their high functional state [12].

By selecting individuals who do not participate in sports as control groups, considering them as a relatively healthy contingent and accepting them as «the norm», you inadvertently agree that high-class athletes should be considered «supernormal» – that is, leaders of humanity who have made a breakthrough into the future. After all, covering a distance of 100 meters in running in 9,58 seconds, jumping in height to 245 cm, or pushing a barbell weighing about 270 kg is fantasy for the average person. Therefore, this contributes to the introduction of the concept of «sports norm» with all specific indicators that may differ from average statistical indicators. This, in our opinion, once again

demonstrates the lack of logic when comparing data obtained from athletes with data from individuals who do not participate in sports.

In this regard, we agree that the difference between sports medicine and other medical specialties is that in sports, the «norm» of functioning of the human body is the specific sports activity of the athlete, in contrast to «ordinary medicine», in which the norm is the ordinary existence of a person. Thus, comparing indicators in athletes who develop various physical qualities in the training process, as well as comparing athletes with individuals who do not participate in sports, seems incorrect to us [12].

In addition to the term «untrained individuals», there are also degrees of this state, such as «less trained», «not sufficiently trained individuals», «insufficiently trained individuals», «poorly trained individuals», «more trained», and «well-trained». Unfortunately, such a variety of names for this state is characteristic not only of scientific articles but also of textbooks [1, 3, 8, 9, 16]. This type of formulation is currently surprising, as sports terminology is ignored when the authors forget that only athletes can be trained or untrained. For us, the concept of trained athletes implies the state of an athlete who is in good athletic form (most often in the competitive period), and untrained implies the state of an athlete at the beginning of the preparatory period or after a forced period of rest associated with injuries or illnesses, but not those who do not participate in sports. Therefore, we consider it appropriate to choose the term «individuals who do not participate in sports» instead of the term «untrained». By the way, this is confirmed by the definition of well-known experts in the pedagogy of high-performance sports, which states that «training is the state of the body that determines the level of physical fitness of an athlete, which is the result of training». In more detail, this is a state that develops as a result of systematic training, which determines the possibility of the most effective performance of specific muscle activity and readiness to achieve a sports result. Furthermore, training is a complex multifactorial concept that includes the level of technical, tactical, physical, psychological, and functional preparedness of an athlete in aggregate and determines the level of his general and special sports work capacity and readiness to achieve the highest sports result.

Therefore, training is the prerogative of the coach, who must be able to compare and integrate data on all its components. Sports specialists of various profiles help the coach in this task, and the task of the physician is to determine one of the most important components of training – the functional state of the athlete and the level of his functional preparedness. As follows from these definitions, the question is about athletes and has nothing in common with individuals who do not participate in sports.

Furthermore, moving beyond these considerations, the use of terms like «successful» and «unsuccessful» also introduces subjectivity in how training is judged. The criteria employed to define these states, and who is responsible for their evaluation – coach, athlete, physician, or scientist – are often inconsistent. To properly discuss the degree of training, one must consider the athlete's competitive performance, which is easily measured in individual sports by metrics like meters, centimeters, seconds, minutes, and kilograms. This, however, poses challenges in team sports: if a team wins, yet

certain players do not perform optimally, how should their training level be assessed: as less trained, or simply untrained?

Thus, taking into account that the degree of training belongs to the coach, the sports physician in his research must, in addition to the data obtained by him in laboratory conditions, closely communicate with the coach of this athlete or team.

After the proposed distribution of sports, in which all sports were considered from the perspective of the training process aimed at the development of certain physical qualities, and the physiological patterns of the exercises used in the training process are the same, scientific works appear in which the authors, when comparing their data, take these recommendations into account.

There are works in which some authors compare the results obtained in athletes who are «successful» or «unsuccessful» in sports. We believe that in such cases, researchers should first of all analyze sports results based on the results of competitions. It is known that in order to assess the success of an athlete, it is necessary to record the initial sports result, then conduct appropriate studies of the functional state in one training period (for example, in the preparatory period), and then, having obtained data on the performance in the competitive period, conduct a re-examination – that is, in dynamics. Everyone should understand that at the beginning of the preparatory period, sports results in an absolute majority of athletes will be at a relatively low level, and this is not surprising. Next, under the influence of training loads, there is, most often, an improvement in physical and other qualities, functional state, and technical conditions, which should, under certain conditions, lead to an improvement in sports results. By «certain conditions», we mean the absence of injuries, illnesses, violations of the regime, phenomena of overtraining, and physical overstrain. There are cases when an athlete, despite being in good athletic condition, performed unsuccessfully in competitions due to being psychologically «burned out». There is a fair question: in which of the proposed groups (successful or unsuccessful) should an athlete be placed who showed the same or even worse result in the competition than in the preparatory period but at the same time won a prestigious competition? However, the very fact that with a properly scientifically and methodologically established training process, the functional state of athletes improves during the competition period, which should lead to an increase in sports results, cannot be denied. At the same time, the division of athletes into individuals who improve sports results (that is, are «successful») and those who do not improve them and are «unsuccessful» is clearly a contrived concept [12]. We believe that such a division into «successful» or «unsuccessful» takes place when assessing knowledge among students, cadets, or performances in competitions, festivals, etc.

The methodology of sports research often hinges on the accurate classification of athlete qualifications, a crucial consideration, especially when preparing manuscripts for international publications. Frequently, standards for athlete classification differ significantly across countries. In Ukraine, athletes holding the titles of Candidate Master of Sports (CMS), Master of Sports (MS), and Master of Sports

of International Class (MSIC) are generally recognized as high-level athletes. Based on this, some researchers suggest categorizing a group of athletes with qualifications ranging from 1st class athlete to MSIC as «qualified», while designating athletes with the MS of Ukraine and MSIC titles as high-level or high-class athletes, capable of achieving world records and winning major competitions [4, 5].

In our work, devoted to the study of the appearance of a dystonic type reaction to physical exertion in the form of a submaximal PWC₁₇₀ test, 741 football players were examined and divided into 3 groups: high-class players (high-class) with a sports qualification of MS-MSIC, experienced players (advanced) with a sports qualification of CMS-1st class athlete, and players of average skill level (intermediate) with a sports qualification of 3rd-2nd class athlete [31]. A similar approach to the classification of athletes by their level of skill and achievements was adopted in our other works [13, 32].

A similar definition of the level of sportsmanship is more understandable to specialists from Western European countries and the United States who are not familiar with the classification adopted in Ukraine (from 3rd class to MSIC). In general, foreign authors recognize a certain inconsistency with the definition of levels of sportsmanship, but in general, world-class athletes and participants and winners of the Olympic Games belong to the category of «elite» athletes; participants and winners of national-level competitions belong to experienced athletes; and participants in regional competitions belong to the category of athletes of average level [23, 26, 28].

In a study devoted to the predictors and determinants of competitive activity of athletes in rowing, O. Rusanova notes that «participation in the Olympic Games is a priority task for the vast majority of elite rowers» [15].

A. McKay et al. suggest using training volume and performance indicators to classify a participant into one of the following levels: level 0 – sedentary, level 1 – recreationally active, level 2 – trained/developing, level 3 – highly trained/national level, level 4 – elite/international level, level 5 – world class [29].

According to D.S. Lorenz et al., the problem of a clear distinction between elite and non-elite athletes remains open, although traditionally athletes who participate in top-level sports competitions are classified as elite. However, to determine the «eliteness» of athletes, various researchers propose a number of variables, including anthropometric and physiological characteristics, balance indicators, the athlete's role in the team, duration and type of training, aspects of the development and formation of sports talent, as well as the level of physical fitness [27].

Thus, the differentiation of athletes into «elite» is a complex and multicomponent process. These numerous variables demonstrate the complexity and multidimensionality of the concept of «elite athlete» [27].

With the increasing popularity of Masters category competitions, research dedicated to the functional state of veteran athletes – individuals who continue practicing their sport post-professional career – is gaining prominence. Many of these veterans actively compete. In recent years, sports longevity, as a significant social and cultural phenomenon, has also become a more frequent subject of scientific inquiry. The clear examples of sports and professional

accomplishments of veteran athletes provide powerful arguments for the importance of a healthy lifestyle. Research into the functional state of individuals who have concluded their active sports careers takes on added relevance when it examines not only specific sports like track and field, swimming, and wrestling but also factors such as race distance, weight categories, and other specific characteristics, rather than solely considering sports veterans «in general». Our data from elite track and field throwers indicate that post-active-sport hemodynamic characteristics persist not only in those who continue physical activity but also in veterans with sedentary lifestyles, though these effects are less pronounced [12].

We conducted a study among sports veterans regarding the impact of lifestyle on health indicators of 40 male runners at distances from 100 to 400 meters, among whom 85% are of high level – these are prize winners and winners of World, European, and Ukrainian Championships. Sports veterans ($n=20$) who lead an active lifestyle are significantly more likely to have bradycardia; parasympathetic effects of the autonomic nervous system (ANS) prevail; they have a more physiologically economical hypokinetic type of circulation (TC) with the absence of individuals with hyperkinetic TC, greater physical work capacity, and a smaller body mass index (BMI) compared to those who lead a sedentary lifestyle. Similar studies conducted among 24 female sprinters (75% high level, participants and prize winners of the Olympic Games, World Championships, European Championships, World Universiade, and Ukraine) indicate that those who continue to engage in physical exercises show a tendency toward increased parasympathetic effects of the ANS, a predominance of hypokinetic TC, the absence of individuals with hyperkinetic TC, and differences in the value of BMI during sports and at the present time [30].

We were the first in Ukraine, and perhaps in the world, to conduct studies of two groups of sports veterans who in their youth had significant sports results in running at distances of 100-200 meters (first group) and 400-800 meters (second group) and continued to run with participation in competitions of the Masters category. It was shown that among 5 athletes of the CMS and MS level in athletics aged 55-59 years (runners at 100-200 meters) from 2013 to 2017, there was a tendency to decrease sports results by 6,27% and the value of PWC_{170}/kg by 8,79%, and in 2019 the decrease in PWC_{170}/kg by 17,91% ($p=0,0019$), which was significant. Over a similar period, the sports result in 4 runners at a distance of 400-800 meters of the same age and qualification decreased insignificantly by 8,72 seconds, which amounted to 6,53%, and there was a significant decrease in the value of PWC_{170}/kg by 17,86% ($p=0,022$), which in 2019 decreased even more to 24,93% ($p=0,018$). That is, despite regular training during the sports season (but naturally with a smaller volume and intensity of the training process than in youth and without violations of the state of health associated with injuries, illnesses, etc.), with age, sports veterans experience a decrease in sports results and indicators of physical work capacity – the so-called regression – due to the totality of involutional processes of the body. In this case, this is more pronounced in middle-distance runners compared to sprinters, which requires further understanding [30].

We believe that comparisons with their peers who have never participated in sports, in order to study the positive or

negative effects of physical exertion of a particular sport on the human body, can be considered valid studies among sports veterans. The resulting interpretation of persistent changes in functions in sports veterans can contribute to the clinical assessment of similar changes in athletes who are training. Comparisons are also possible between a group of veterans of one sport and sex who have stopped active sports but continue to engage in physical exercises in a maintenance mode and a group of sports veterans who lead a sedentary lifestyle. Finally, relevant comparisons are possible between sports veterans and current athletes who have the same personal sports results. Such comparisons carry useful information when they are carried out only in sports where there are sports results expressed in meters, centimeters, seconds, kilograms – that is, in athletics, swimming, rowing, weightlifting, etc. [12].

Regarding the perspective, research is very appropriate among high-class sports veterans regarding the monitoring of indicators of the functional state with sports results shown in youth compared to the results obtained in competitions of the Masters category – that is, 20-30 years after active sports.

To ensure valid comparisons in scientific papers, we believe athletes should be grouped based on multiple factors. These include age, training experience in a specific sport, sports qualification, sex, height (for team sports), and body weight (in disciplines like martial arts or weightlifting). Further differentiation can be made according to the period of the training process (preparatory or competitive) and, in team sports, by the player's role (e.g., attacker, goalkeeper). An equally important, though more nuanced, approach is to compare athletes who develop the same primary physical quality, such as endurance in marathon runners and road cyclists, or speed in track and field and swimming sprinters. However, this particular comparison requires caution, as the very concept of a 'sprinter' needs to be carefully differentiated across various sports.

According to most scientists (sports physicians, physiologists, educators), in athletes who develop the quality of endurance (stayers) in the training process, the heart rate at rest is less than in sprinters – that is, in athletes who develop the quality of speed or speed-strength qualities. By the way, sprint (sprint, English) is running at distances from 60 to 400 meters (400 m is a long sprint) and swimming at distances from 50 to 200 meters. But in general, the concept of «sprint» and «sprinters» also includes such sports as cycling (track 200 m from a running start), kayaking and canoeing (200 m), and speed skating (500 m). The time to overcome these distances, depending on sex and sports qualification (from 1st class athlete to MSIC), in male cyclists ranges from 12,0 to 10,7 seconds and in females from 13,6 to 12,7 seconds (one still needs to take into account the surface: cement or wood). In male rowers, times range from 43,0 to 38,0 seconds and in females from 49,0 to 44,0 seconds. In male skaters, times range from 44,0 to 36,5 seconds and in females from 48,5 to 39,5 seconds. Thus, it is permissible to compare rowers with skaters and 400-meter runners, since they perform maximum cyclic physical work with the development of speed and strength with very similar times to overcome their competitive distances.

In addition, there are sprint distances in biathlon, cross-country skiing, and, strangely enough, in some types of triathlon, but this terminology is very arbitrary, since it

concerns mostly several smaller competitive distances that do not correspond to the concept of the term «sprint» in its classical sense. As an example, we cite a work in which the maximum accumulation of oxygen deficit in sprint skiers was compared with highly qualified distance runners [21].

To investigate the widely held notion that athletes in speed-based sports exhibit higher heart rates compared to those in endurance sports, we compared data from female track and field sprinters and female swimming sprinters with athletes from a representative endurance sport – classical triathlon. It is important to remember that Olympic triathlon distances encompass a 1500-meter open-water swim, a 40-kilometer cycle, and a 10-kilometer run, thus presenting a complex of endurance challenges.

Our comparisons showed that in female runners of 1st class-CMS sports qualification at a distance of 100 meters, the average heart rate was $70,0 \pm 1,4$ bpm, while in female triathletes of similar qualification it was $57,9 \pm 1,6$ bpm ($p=0,0001$). A similar comparison among MS-MSIC athletes showed that the average heart rate value in female runners was $69,2 \pm 2,2$ bpm, while in female triathletes it was $52,1 \pm 1,3$ bpm ($p<0,001$).

As for female swimming sprinters, the average heart rate in athletes of 1st class-CMS sports qualification was $57,8 \pm 1,8$ bpm, while in female triathletes of similar qualification it was $57,9 \pm 1,6$ bpm ($p=0,969$). Among female MS-MSIC swimmers, the average heart rate was $54,3 \pm 1,9$ bpm, while in female triathletes of similar qualification it was $52,1 \pm 1,3$ bpm ($p=0,438$).

Comparison of heart rate among male and female swimmers of 1st class-CMS sports qualification (in whom it was $60,1 \pm 1,8$ and $57,8 \pm 1,8$ bpm, respectively) and male and female triathletes of the same level ($55,8 \pm 1,2$ and $57,9 \pm 1,6$ bpm, respectively) showed insignificant differences at the level of $p=0,081$ and $p=0,969$, respectively. A similar comparison among male and female swimmers at the MS-MSIC level showed that the average heart rate in males was $55,1 \pm 2,5$ bpm and in male triathletes $52,6$ bpm ($p=0,187$), while in female swimmers it was $54,3 \pm 1,9$ bpm and in female triathletes $52,1 \pm 1,3$ bpm ($p=0,438$).

The data obtained reliably confirm the generally accepted statements regarding statistically lower heart rate values in athletes who develop the quality of endurance (triathlon) compared to track and field sprinters, but the same comparisons between triathletes and swimming sprinters of

both sexes indicate insignificant differences (Table 1). It should be noted that there were from 9 to 55 athletes in the comparison groups, with an average of 25.

That is, sprinters in athletics, who (depending on sex and sports qualification) cover a distance of 100 meters in 14,0-10,7 seconds, and swimming sprinters who cover the same distance (also depending on swimming style) in 84,0-53,0 seconds, differ sharply in the energy supply of muscle training and competitive work. Therefore, swimming sprinters in average heart rate values practically do not differ from representatives of triathlon, despite the fact that the latter develop the quality of endurance.

Notable are the heart rate data obtained from elite athletes representing sports for endurance compared to track and field sprinters. Thus, the 4-time Olympic champion in running at 5000 and 10000 meters, Mo Farah, had a heart rate of 33 bpm, and the 5-time winner of the Tour de France, Miguel Indurain, had a heart rate in the range from 28 to 33 bpm. However, a heart rate at the level of 33 bpm was also recorded in the sprinter and 8-time Olympic champion in running at 100 and 200 meters, Usain St. Leo Bolt.

In this case, it should be said that sharply expressed bradycardia, as one of the indicators that suggests economization of physiological functions (so characteristic of highly qualified athletes in good sports shape), can also occur in athletes who develop not only the quality of endurance but also other physical qualities – for example, speed.

The obtained personal data of athletes once again indicate that in sports medicine there are often no universally accepted patterns, which we will address further.

But whatever heart rate this athlete has, it moderately decreases with increasing training and increases with detraining. Therefore, dynamic observations are of great importance – comparing the data of heart rate and other indicators in the same athlete in different periods of the training process. At the same time, serious attention should be paid to ensuring the standardization of measurement conditions, which consists of conducting research at the same time of day (preferably after a day of rest), excluding the influence of previous training and food, ensuring a standard room temperature, etc. Only under such conditions can data be obtained that are of significant importance not only for the athlete but also for the physician in interpreting the functional state of the athlete.

Table 1

Heart Rate of Triathletes and Swimmers (mean $\pm$ SEM)

Rank	Running	Triathlon	p	Swimming	Triathlon	p
Men						
1 st class -CMS	$60,9 \pm 1,10$	$55,8 \pm 1,20$	0,002	$60,1 \pm 1,80$	$55,8 \pm 1,20$	0,081
MSIC	$61,4 \pm 1,80$	$52,6 \pm 0,70$	0,000	$55,1 \pm 2,50$	$52,6 \pm 0,70$	0,187
Women						
1 st class -CMS	$70,0 \pm 1,40$	$57,9 \pm 1,60$	0,000	$57,8 \pm 1,80$	$57,9 \pm 1,60$	0,969
MSIC	$69,2 \pm 2,20$	$52,1 \pm 1,30$	0,000	$54,3 \pm 1,90$	$52,1 \pm 1,30$	0,439

It is known that female track and field sprinters, depending on sports qualification (1st class-MSIC), cover a distance of 100 meters in 12,5 and 11,30 seconds, respectively, while female swimming sprinters of similar qualification cover the same distance, depending on swimming style (breaststroke-freestyle), in 85,0-68,0 and 75,0-60,0 seconds, respectively. Furthermore, it is known that in the energy supply of work of maximum intensity that lasts for several seconds (up to 25 s), anaerobic alactate sources play a decisive role, which are mainly associated with glycogen stores in muscles that are broken down to form ATP and creatine phosphate. This is what we observe in track and field sprinters, in contrast to lactate anaerobic sources in which energy supply is characterized by a more slowed-down action, less power, but significantly longer duration – that is, which occurs in swimming sprinters. Therefore, a sprinter in running and a sprinter in swimming are different concepts that differ in the energy supply of muscle work. Since the time to overcome sprint distances in athletes varies significantly – that is, swimmers perform work in a different time regime – therefore their average heart rate at rest does not significantly differ from the heart rate of triathletes, and comparing track and field sprinters with swimming sprinters will not be entirely appropriate.

Naturally, this applies to the perception of the concept of sprinter in swimming «in general» and therefore should not be felt otherwise, since these comparisons exist taking into account the time to overcome the competitive distance, which should not exceed 25 seconds. The meaning of such research is beneficial for both sports physicians and scientists when comparing the functional state of athletes who develop the same physical qualities but in a different environment and body position, as well as for coaches, as it becomes possible to expand the arsenal of training exercises for the development of physical qualities, time regimes of heart rate during their performance, etc.

No less important are the issues of comparing indicators of the functional state in athletes who have differences in physiological positions when performing training and competitive physical exertion – that is, athletes who perform this exertion in a vertical (runners) or horizontal (swimming) plane, but with the same energy supply of muscle training work.

A group of scientists studied respiratory and hemodynamic reactions when comparing swimmers and runners, measuring indicators of physical work capacity and central hemodynamics [14]. Several reports were devoted to similar comparisons from the perspective of echocardiographic data between runners and swimmers [23, 24, 25]. Notable is the work of Currie et al. (2018), in which elite athletes participated (16 swimmers and 16 runners) who correspond in age, sex, and race. After conducting echocardiography research, the authors showed that runners had a greater cardiac output than swimmers, which was associated with a higher heart rate (56 vs. 49 bpm, $p < 0,001$), while all other indices of systolic function and left ventricular (LV) dimensions were similar between groups, which is probably due to its faster untwisting. Thus, the impact of exercises such as swimming and running probably has the same impact on the structure of the LV and systolic function, since these indicators were similar between groups, which further confirms the concept of no differences in LV

function specific to these sports. The authors believe that running is associated with faster untwisting of the LV during diastole and increased early diastolic filling, so further research is needed to determine whether these observations are a product of the prevailing exercise stimulus or a necessary adaptation to facilitate filling during vertical exercise [25].

Similar dynamic observations of the functional state between male 400-meter runners and 100-meter swimmers showed that in the competitive period compared to the preparatory period, despite the physical loads occurring in the vertical and horizontal planes respectively and similar energy provision for muscular work during training, there was an enhancement of parasympathetic influences within the autonomic nervous system (ANS), a statistically significant increase in physical work capacity, and an elevated functional state index. Moreover, correlational analysis indicated a reduction in the cardiac index toward a physiologically advantageous hypokinetic circulatory pattern. However, this was achieved through an increase in physical work capacity in runners and a reduction in the autonomic balance of the ANS in swimmers [34].

Despite inherent limitations in these studies, the fact remains that the structural and functional cardiac indices are comparable between swimmers and runners. It can also be hypothesized that these differences would likely be significantly reduced if comparison groups were truly homogeneous. These requirements were carefully considered in our comparisons between runners and swimmers matched for age, sex, athletic classification, competitive race completion time, and energy provision for muscular activity.

For example, within the group of female 400-meter runners, there were athletes ranging in qualification from 3rd class athlete to MSIC, with completion times ranging from 67,0 to 51,35 seconds, respectively. In contrast, within the 100-meter female swimmers, athletes ranged in qualification from 2nd class athlete to MS, and their completion times, depending on swimming style (breaststroke-freestyle), ranged from 95,0-75,0 to 75,0-60,0 seconds, respectively. Dynamic observation from the preparatory to the competitive phases revealed analogous reactions from the ANS, central hemodynamics (absence of female athletes exhibiting the physiologically disadvantageous hyperkinetic circulation in either group), physical work capacity, and functional state index for athletes in both groups, which is attributable to the comparable duration of cyclic high-intensity work emphasizing the development of speed and strength during training.

In the competitive period, the PWC_{170}/kg value increased by 15,25% in female runners, from $17,11 \pm 0,73$ to $19,72 \pm 0,74$ $kgm \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ($p < 0,05$). In female swimmers, the increase was 12,44%, from $12,86 \pm 0,732$ to $14,46 \pm 0,823$ $kgm \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ($p = 0,002$). Substantial improvements were also seen in competition performance: one female runner achieved the standard for Master of Sport of Ukraine, two 1st class athletes met the CMS standard, two 2nd class athletes qualified for 1st class, and three 3rd class athletes achieved 2nd class sports qualification. Among the swimmers, two reached the Master of Sport standard, one 1st class athlete reached CMS, and two 2nd class swimmers qualified for 1st class [32].

We emphasize the importance of justifying the comparisons of examined variables between runners and swimmers. The rationale stems not only from the athletes' relatively similar competitive performance times but also because both groups engage in cyclic, high-intensity activity prioritizing the development of speed and strength. Furthermore, both derive muscular energy primarily from lactate-producing anaerobic pathways, typically operating for around 30 seconds, aligning with the glycolytic processes and race completion times.

It is worth noting that despite comparable competitive times, the absence of statistically significant shifts in some variables may be attributed to a limited sample size and the heterogeneity in the classification of athletes within the groups. It is widely recognized that training regimens for high-level athletes (CMS, MS) diverge significantly from 2nd and 3rd class athletes. Another factor is the advantage given to swimmers in terms of training volume, derived from completing training in a horizontal, physiologically advantageous condition, which contrasts with runners. This has an impact on the relatively smaller PWC₁₇₀/kg value in swimmers. This is in line with current techniques in swimming training, which focus on the rate of speed-strength development, reducing work directed at improving the endurance of the athletes – a point mentioned in our prior research [13].

Expanding on this theme, similar comparisons are justified in examining variables among male and female swimmers who compete only in the 50-meter sprint distances with track and field sprinters running the 200-meter dash. Both exhibit comparable performance times and energy provision for muscular work. Also defensible are comparisons between 5000-meter runners and 1500-meter swimmers, where competitive race times average around 15 minutes, utilizing muscular energy aerobically, facilitating highly efficient training for sustained durations.

We consider investigations tracking athletes of the same age and sex across extended periods of 15-20 years as pivotal. These studies provide insight into how innovative or experimental training approaches influence variables reflecting functional status. For example, the intensified training programs of male and female swimmers at the CMS, MS, and MSIC levels have led to earlier training starts, a trend toward increased body mass, and deterioration in multiple indices of the autonomic nervous system and central hemodynamics, and a particularly reliable decline in the indicators of physical work ability. Despite this, they reached the thresholds necessary for each of the CMS, MS, and MSIC classifications more quickly than other athletes of their own age in the following 15 years. We infer that changes in modern training are directed at lessening training stress in the zone of development of general endurance (aerobic) with increased stress on those emphasizing rate of speed and strength (anaerobic) [13].

The assessment of athletes' physical characteristics presents several challenges, as some anthropometric indices and their corresponding interpretations are often debated. When seeking quick but approximate evaluations of physical attributes, the validity and limitations of certain indices and their interpretations require careful consideration [1].

The mass and height index – the Quetelet Index – is calculated in accordance with the formula: body mass (g) /

height (cm). On average, the value of the Quetelet index in adults ranges from 350-400 g·cm⁻¹ for men and 325-375 g·cm⁻¹ for women. Values above 500 are suggestive of obesity, and values below 300 suggest malnutrition. In the case of high-performance athletes such as basketball players, boxers, heavyweight weightlifters, and throwers, this index is likely to range between 500-650 g·cm⁻¹ or more. Examples include Arvydas Sabonis (1988 Olympic champion in basketball, 1982 world champion, 221 cm in height, 130 kg – Quetelet index: 588 g·cm⁻¹) and Robert Harting (2016 Olympic champion in discus throw, 201 cm in height, 130 kg – Quetelet index: 647 g·cm⁻¹). Yet there are conflicting examples. In the case of female athletes (in rhythmic gymnastics, high jump, long-distance running, etc.), the index is often less than 325 g·cm⁻¹. For instance, Anna Bessonova (2007 world champion and multiple medalist at the Olympics, World Championships, and European Championships, 175 cm in height, 50 kg – Quetelet index: 286 g·cm⁻¹). Analyzing these results suggests that male athletes may have excess mass, whereas the gymnast may exhibit inadequate body mass. These values either overestimate or underestimate the actual physical attributes of the athletes, despite their physical appearance suggesting otherwise [18].

Incidentally, reference to the well-known handbook «Tests in der Sportpraxis» indicates that the Quetelet «Body Fullness» Index is measured by the formula: body mass (kg) / height (cm) [22]. However, the commonly used body mass index is referred to as the Kaup «Body Constitution» Index and is calculated in accordance with the formula: body mass (g) / height (cm²). These differences pertain to the expression of body mass in kilograms in the former as opposed to grams in contemporary calculations, whereas the latter index does the reverse: it expresses body mass in grams as opposed to kilograms.

However, F. Q. Nuttall indicates that the Quetelet index was proposed in 1835 by a Flemish mathematician, astronomer, and statistician, Lambert Adolphe Jacques Quetelet, and it is no longer possible to accurately attribute the index's origin to either Quetelet or Kaup. However, the Quetelet formula takes the form we recognize: body mass (kg) / height (m²) [33].

Some scientists propose assessing physique robustness with the Pignet index, although some authors rightly point out its deficiency due to its «inaccuracy and illogicality, which stems from its empirical approach to calculations». This index of «robustness» was initially proposed in 1901. Its author, seeking to elucidate the trends among body mass, chest circumference, and height, sought to tabulate the average values of chest circumference at exhalation and body mass, subtract this sum from height while standing, and apply this calculation across all size groups. From the modern perspective regarding biometric indices, «the Pignet index» is simply an empirical regression equation. The problem is that when summing chest circumference and body mass, it combines two disparate components into one «variable». In other words, it is incorrect to add centimeters (chest circumference) to kilograms (body mass). High emphasis is placed on height when calculating the index: the shorter the height, the more robust the physique – but this is not always the case. In addition to these errors, the Pignet index fails to account for sex, age, or profession (in this case,

a specific sport) of the examined subject. As such, «the use of the Pignet index cannot be justified with contemporary scientific understanding» [12].

When evaluating physical attributes, it is essential to analyze the ratios and interdependence between these characteristics rather than the values in isolation. The value of any individual parameter ought to be assessed considering age and sex. In athletes, it is crucial to factor in the athlete's discipline and classification; a given value may be favorable or unfavorable to athletes in different specializations. Evaluating physical attributes can be qualitative and quantitative. To that end, the more common methods used include the standard method, anthropometric profile, indices, correlation, percentiles, etc.

Discussion. This review draws attention to key issues in contemporary sports medicine, where terminological clarity and methodological rigor are crucial. Ukrainian sports medicine, as an evolving field, requires substantial adjustments, particularly in the realm of terminology, where numerous inconsistencies exist between pedagogical, medical, and sports literature, disorienting researchers.

A central issue is the use of the term «untrained individuals». At the dawn of sports medicine, athletes were often compared to individuals who did not participate in sports, referring to them as «untrained individuals» [12]. This terminology is problematic because the status of being trained applies only to athletes. A trained athlete is one who is in peak form (most often in the competitive period), while an untrained athlete is one at the beginning of the preparatory period or after a period of detraining due to injury or illness. We propose using the term «individuals who do not participate in sports» instead, or reserving «untrained individuals» only for cases when referring to athletes who are in a detrained state. This aligns with sports pedagogy literature, where trainedness is defined as the state of the body determining the level of an athlete's physical fitness, which is a result of systematic training.

Regarding the terms «successful» and «unsuccessful» athletes, we believe success should be evaluated based on competitive results. This requires recording a baseline level, monitoring functional status in the preparatory period, and reassessment during competition. While performance is typically lower at the beginning of a training cycle, it should improve through systematic training. However, an athlete may underperform despite excellent physical condition due to psychological factors. Therefore, the «successful/unsuccessful» dichotomy is an oversimplification and does not reflect the multifaceted nature of athletic performance [12].

The definition of «elite» athletes is also important. Due to the lack of internationally standardized classification systems, Ukrainian rankings (CMS, MS, MSIC) are often considered elite. Some researchers suggest classifying athletes from Category I to MSIC as «qualified» and MS/MSIC as «high-level» [4; 5]. Generally, world-class athletes, Olympic medalists, or finalists are considered «elite». However, the definition of «eliteness» is complex and depends on many sport-specific variables [27].

Research methodology in sports medicine also requires attention. Using non-athletes as a control group implies that elite athletes are in a supraphysiological state. Therefore, comparing physiological data between athletes developing

different physical qualities or between athletes and non-athletes is methodologically problematic [12]. Sports medicine differs from clinical medicine in that reference values should be linked to the specifics of the sport rather than general population norms. Therefore, sports physicians should work closely with coaches to assess the state of training and readiness for competition.

Research among veteran athletes («Masters athletes») is valuable for studying the long-term effects of training. Studies of former elite athletes are most informative when the specific sport, distance, and weight categories are considered. Comparisons of veterans with non-athlete peers or between veterans with different levels of physical activity after their careers are methodologically appropriate approaches. Comparisons between veterans and current athletes with similar personal records are also useful.

Researchers should be cautious with the term «sprinter». Sprinting exists in various sports with different durations and metabolic demands. For example, track and field sprinters and swimming sprinters have different physiological profiles. Therefore, comparing sprinters from different sports requires caution.

Regarding anthropometric indices such as the Quetelet index and the Pignet index, their application for assessing the physical development of athletes has limitations. The Quetelet index may be inaccurate in athletes with high muscle mass, and the Pignet index is outdated and does not account for sport-specific characteristics. More modern and accurate assessment methods are needed [1].

This review has limitations inherent in literary analyses. Further research should include experimental studies, the development of new assessment methods, and the study of the long-term effects of physical exertion. However, the results of this review have practical significance and can contribute to the improvement of terminology and methodology in sports medicine research.

Conclusion. This work highlights pressing issues in Ukrainian sports medicine, emphasizing the need for terminological clarity and methodological rigor in research. Numerous terminological inconsistencies have been identified, particularly regarding the concepts of «trained» and «untrained» individuals. It is proposed to use the term «individuals not engaged in competitive sports», as trained status applies exclusively to athletes, while «untrained» refers to athletes in the initial stages of preparation or after a break.

Categorizing athletes as «successful» or «unsuccessful» is recognized as an oversimplification that fails to account for the complexity of athletic performance. It is emphasized that the definition of an «elite» athlete is multifaceted and depends on numerous variables, not just national classifications. From a methodological standpoint, the use of non-athletes as control groups is criticized, as reference values in sports medicine should be sport-specific, and physicians should work closely with coaches.

Research involving veteran athletes is considered valuable for investigating the long-term effects of training, provided careful comparisons are made with non-athletes or with current athletes who have achieved similar results. Caution is advised against inappropriate comparisons of «sprinters» from different sports due to variations in physiological demands. Finally, the limitations of traditional

anthropometric indices (Quetelet, Pignet) for assessing athletes' physical development are highlighted, advocating for the use of more modern and accurate methods. Thus, this work draws attention to the need to address problematic issues concerning terminology, the conceptual framework, and the organization of research in sports medicine.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the author.

Funding

This research did not receive any grant and was not performed in accordance with any funding agency.

Bibliography

- Абрамов В.В., Смирнова О.Л. Фізична реабілітація, спортивна медицина. Дніпропетровськ : Журфонд, 2014. 320 с.
- Богдановська Н.В., Симонік А.В., Коркач Ю.П., Сагач В.Ф. Інтенсивність окисного метаболізму та продукції оксиду азоту у студенток за умов адаптації функціональних систем до фізичних навантажень. *Фізіологічний журнал*. 2018. Т. 64, № 5. С. 32–40.
- Денисовець Т.М., Квас О.В. Біологічні аспекти фізичного виховання : навч.-метод. посіб. Полтава : Симон, 2020. 142 с.
- Дорофєєва О.Є. Комплексна оцінка та корекція функціонального стану і резервних можливостей організму спортсменів. *Спортивна медицина і фізична реабілітація*. 2016. № 2. С. 25–30.
- Дорофєєва О.Є., Яримбаш К.С. Порівняльний аналіз рівня спеціальної фізичної підготовленості кваліфікованих плавців в залежності від спеціалізації. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2016. № 10. С. 34–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2016_10_11
- Іващенко О.В. Особливості функціональної, координаційної й силової підготовленості юнаків 9–11 класів. *Теорія та методика фізичного виховання*. 2014. № 1. С. 24–33. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2014.1.1042>
- Колосова О.В. Взаємозв'язок змін Н-рефлексу камбаловидного м'язу людини, викликаних стомленням, та рівня адаптації до фізичного навантаження. *Вісник Черкаського університету*. 2016. № 1. С. 59–66.
- Костюкевич В.М. Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації : навч. посіб. Вінниця : Планер, 2007. 288 с.
- Костюкевич В.М., Шинкарук О.А., Воронова В.І., Борисова О.В. Основи науково-дослідної роботи здобувачів вищої освіти за ступенями магістра та доктора філософії (спеціальність: 017 Фізична культура і спорт) : навч. посіб. / за ред. В.М. Костюкевича, О.А. Шинкарука. Київ, 2017. 254 с.
- Малюга С.С., Лук'янцева Г.В., Бакуновський О.М. Особливості змін у роботі серця та показників центральної гемодинаміки у період раннього відновлення після виконання статодинамічних фізичних вправ. *Вісник проблем біології і медицини*. 2022. Т. 3, № 166. С. 482–491. Режим доступу: <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2022-3-166-482-491>
- Манолак В., Потоп В., Чернозуб А., Альошина А., Сивохоп А., Абрамов К. Сучасні механізми підвищення професійної діяльності тренерів із силового фітнесу. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2023. № 1 (61). С. 14–22.
- Михалюк Є.Л. Актуальні питання спортивної медицини : Ч. II. Одеса, 2018. 210 с.
- Михалюк Є.Л., Гороховський Є.Ю. Функціональний стан плавців високої кваліфікації за умов диференційованої спортивної підготовки. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2024. № 1. С. 40–48.
- Радзівський П.О., Закусило М.П., Діба Т.Г., Касян Т.П. Зміна стану дихання, аеробної продуктивності та працездатності в процесі багаторічної спортивної підготовки. *Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія*. 2001. Т. 19. С. 51–54.
- Русанова О. Предиктори та детермінанти змагальної діяльності спортсменів у веслуванні. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2020. № 4. С. 34–42. <https://doi.org/10.32652/tmfv.2020.4.34-42>
- Свиствен Ю.Д., Лаптев О.П., Полієвський С.О., Шавель Х.Є. Гігієна спорту : посіб. для студ. ВНЗ III–IV рів. акредитації у галузі фіз. виховання і спорту. Львів : НФВ «Українські технології», 2012. 192 с.
- Симонік А.В. Роль оксидативно-нітративного стресу в процесі адаптації до фізичних навантажень : дис... канд. біол. наук : 14.03.03. Запоріжжя, 2017. 184 с.
- Сокрут В.М. Спортивна медицина : підруч. для студ. та лікарів. Донецьк : Каштан, 2013. 416 с.
- Філіппов М., Ільїн В., Пастухова В. Фізіологічна характеристика умов, що забезпечують максимальне споживання кисню. Адаптаційні та психофізіологічні проблеми фізичної культури і спорту : 36. наук. пр. за матеріалами I Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ - Черкаси, 7–8 грудня 2023 р. Київ, 2023. С. 189–190. URL: https://uni-sport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/tezy_2023_1.pdf
- Чернозуб А.А. Безпечні та критичні рівні фізичних навантажень для тренуваних та нетренуваних осіб в умовах м'язової діяльності силової спрямованості. *Фізіологічний журнал*. 2016. Т. 62, № 2. С. 110–117.
- Юшевич Н.В., Кошовець В.І. Фізіологічні детермінанти лижників-гонщиків у спринті. *Основи побудови тренувального процесу в циклічних та екстремальних видах спорту*. 2021. № 5. С. 73–80. URL: http://journals.urau.ua/cvs_konf/issue/archive
- Bube H., Feck G., Stubler H., Trogisch F. Tests in der sport-praxis. Berlin, 1966. 237 p.
- Chiesi D.R. Personal characteristics of beginning, intermediate, and advanced sport performers : master's thesis. Brockport, 1997. 98 p.
- Colan S.D., Sanders S.P., Borow K.M. Physiologic hypertrophy: Effects on left ventricular systolic mechanics in athletes. *Journal of the American College of Cardiology*. 1987. Vol. 9, № 4. P. 776–783. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(87\)80232-2](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(87)80232-2)
- Currie K.D., Coates A.M., Slys J.T., Aubry R.L., Whinton A.K., Mountjoy M.L., Millar P.J., Burr J.F. Left ventricular structure and function in elite swimmers and runners. *Frontiers in Physiology*. 2018. Vol. 9. P. 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01700>
- Fernández-Rio J., Cecchini J.A., Méndez-Giménez A., Terrados N., García M. Understanding olympic champions and their achievement goal orientation, dominance and pursuit and motivational regulations: A case study. *Psicothema*. 2018. Vol. 30, № 1. P. 46–52. <https://doi.org/10.7334/psicothema2017.302>
- Lorenz D.S., Reiman M.P., Lehecka B.J., Naylor A. What performance characteristics determine elite versus nonelite athletes in the same sport? *Sports Health*. 2013. Vol. 5, № 6. P. 542–547. <https://doi.org/10.1177/1941738113479763>
- McAuley A., Baker J., Kelly A. Defining «elite» status in sport: From chaos to clarity. *German Journal of Exercise and Sport Research*. 2021. Vol. 52. P. 263–270. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00737-3>
- McKay A., Stellingwerff T., Smith E., Martin, D.T., Mujika I., Goosey-Tolfrey V.L., Sheppard J., Burke L.M. Defining training and performance caliber: A participant classification framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2021. Vol. 17. P. 1–15. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0451>
- Mikhaliuk E., Gunina L. Functional state of autonomic nervous system, central hemodynamics, and physical work capacity in former track and field athletes. *Sporto mokslas*. 2017. Vol. 2, № 88. P. 55–61.
- Mykhaliuk Y., Horokhovskiy Y., Bosenko A., Bazylchuk O., Orlyk N. Occurrence of dystonic-type response to physical stress in soccer players. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 2024. Vol. 9, № 1. P. 3–11. [https://doi.org/10.15391/prht.2024-9\(1\).01](https://doi.org/10.15391/prht.2024-9(1).01)
- Mykhaliuk Y.L., Syvolap V.V., Horokhovskiy Y.Y. Autonomic support of central hemodynamics and physical working capacity in female swimmers and runners in a one-year training cycle. *Zaporizhzhya Medical Journal*. 2022. Vol. 24, № 1. P. 44–48. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.1.244838>
- Nuttall F.Q. Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review. *Nutrition Today*. 2015. Vol. 50, № 3. P. 117–128. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>

References

- Abramov, V.V., & Smyrnova, O.L. (2014). Fizychna reabilitatsiya, sportyvna medytsyna. Zhurfond [in Ukrainian].
- Bohdanovska, N.V., Symonik, A.V., Korkach, Yu.P., & Sahach, V.F. (2018). Intensyvnyy okysnoho metabolizmu ta produktsii oksydu azotu u studentok za umov adaptatsii funktsionalnykh system do fizychnykh navantazhen [Intensity of oxidative metabolism and nitric oxide production in female students under conditions of functional system

- adaptation to physical loads]. *Fiziologichnyi zhurnal*, 64(5), 32–40. [in Ukrainian].
3. Denysovets, T.M., & Kvak, O.V. (2020). *Biologichni aspekty fizychnoho vykhovannya: Navchal'no-metodychnyy posibnyk*. Simon [in Ukrainian].
4. Dorofeyeva, O.Ye. (2016). Kompleksna otsinka ta korektsiya funktsional'noho stanu i rezervnykh mozhlyvostey orhanizmu sportsmeniv [Comprehensive assessment and correction of the functional state and reserve capacities of the athletes' organism]. *Sportyva medytyna i fizychna reabilitatsiya* (Sports Medicine and Physical Rehabilitation), (2), 25–30. [in Ukrainian].
5. Dorofeyeva, O.Ye., & Yarymbash, K.S. (2016). Porivnyal'nyy analiz rivnyia spetsial'noyi fizychnoyi pidhotovlenosti kvalifikovanykh plavchyykh v zalezhnosti vid spetsializatsiyi [Comparative analysis of the level of special physical preparedness of qualified swimmers depending on specialization]. *Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 15: Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoyi kul'tury (fizychna kul'tura i sport)*, 10, 34–38. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2016_10_11 [in Ukrainian].
6. Ivashchenko, O.V. (2014). Osoblyvosti funktsionalnoi, koordynatsiinoi y syl'ovoi pidhotovlenosti yunakiv 9–11 klasiv [Peculiarities of motor and functional preparedness of 9–11 grade boys]. *Teoriia ta metodyka fizychnoho vykhovannya*, (1), 24–33. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2014.1.1042> [in Ukrainian].
7. Kolosova, O.V. (2016). Vyzayemoz'yazok zmin N-refleksu kambalovydnoho m'yazu lyudyny, vyklykanykh stomlenniam, ta rivnyia adaptatsiyi do fizychnoho navantazhennya [Interrelation between changes in the H-reflex of the human soleus muscle caused by fatigue, and the level of adaptation to physical load]. *Visnyk Cherkas'koho universytetu*, (1), 59–66. [in Ukrainian]
8. Kostyukevych, V.M. (2007). *Teoriya i metodyka trenuvannya sportsmeniv vysokoyi kvalifikatsiyi: Navchal'nyy posibnyk*. Planer [in Ukrainian].
9. Kostyukevych, V.M., Shynkaruk, O.A., Voronova, V.I., & Borysova, O.V. (2017). *Osnovy naukovo-doslidnoyi roboty zdobuvachiv vyshchoyi osvity za stupenyamy mahistra ta doktora filosofiyi (spetsial'nist': 017 Fizychna kul'tura i sport): Navchal'nyy posibnyk* [Fundamentals of scientific research work of higher education seekers for master's and doctor of philosophy degrees (specialty: 017 Physical culture and sport): Study guide] (V. M. Kostyukevych & O. A. Shynkaruk, Eds.). Kyiv [in Ukrainian].
10. Malyuga, S.S., Lukyantseva, H.V., & Bakunovsky, O.M. (2022). Features of changes in the work of the heart and central hemodynamics during the period of early recovery after stato-dynamic physical exercise. *Visnyk problem biolohiyi i medytyny*, 3(166), 482–491. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2022-3-166-482-491> [in Ukrainian].
11. Manolaki, V., Potop, V., Chernozub, A., Al'oshyna, A., Syvokhov, E., & Abramov, K. (2023). Suchasni mekhanizmy pidvyshchennya profesynoyi diyal'nosti treneriv iz syl'ovoho fitnesu [Modern mechanisms for improving the professional activity of strength fitness coaches]. *Fizychnye vykhovannya, sport i kul'tura zdorov'ya u suchasnomu suspil'stvi*, 1(61), 14–22. [in Ukrainian].
12. Mykhaliuk, Ye.L. (2018). Aktual'ni pytannya sportyvnoyi medytyny (Ch. II) [Topical issues of sports medicine (Pt. II)]. Odesa [in Ukrainian].
13. Mykhaliuk, Ye.L., & Horokhovskiy, Ye.Yu. (2024). Funktsional'nyy stan plavtsiv vysokoyi kvalifikatsiyi za umov dyferentsiyovanoyi sportyvnoyi pidhotovky [Functional state of elite swimmers under conditions of differentiated sports preparation]. *Sportyva medytyna, fizychna terapiya ta erhoterapiya*, (1), 40–48. [in Ukrainian].
14. Radziyevs'kyi, P.O., Zakusylo, M.P., Dyba, T.H., et al. (2001). Zmina stanu dykhannya, aerobnoyi produktyvnosti ta pratsezdatsnosti v protsesi bahatorichnoyi sportyvnoyi pidhotovky [Change in the state of respiration, aerobic productivity and work capacity in the process of long-term sports training]. *Naukovi zapysky NaUKMA. Biolohiya ta ekolohiya*, 19, 51–54. [in Ukrainian].
15. Rusanova, O. (2020). Predyktory ta determinanty zmahal'noyi diyal'nosti sportsmeniv u vesl'uvanni [Predictors and determinants of competitive activity of athletes in rowing]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu*, 4, 34–42. <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2020.4.34-42> [in Ukrainian].
16. Svystun, Yu.D., Laptiev, O.P., Poliyevs'kyi, S.O., & Shavel', Kh.Ye. (2012). Hihiyena sportu: Posibnyk dlya stud. VNZ III-IV rivnyia akredytatsiyi u haluzi fiz. vykhovannya i sportu. NFV «Ukrayins'ki tekhnolohiyi» [in Ukrainian].
17. Symonik, A.V. (2017). Rol' oksydatyvno-nitratyvnoho stresu v protsesi adaptatsiyi do fizychnykh navantazhen' [The role of oxidative-nitrate stress in the process of adaptation to physical loads] [Doctoral dissertation, Zaporizhzhia] [in Ukrainian].
18. Sokrut, V.M. (Ed.). (2013). *Sportyva medytyna: Pidruchnyk dlya studentiv ta likariv*. Kashtan [in Ukrainian].
19. Filippov, M.M., Il'yin, V.M., & Pastukhova, V.A. (2023). Fiziologichna kharakterystyka umov, shcho zabezpechuyut' maksimal'ne spozhyvannya kysnyu [Physiological characteristics of conditions that ensure maximum oxygen consumption]. In *Adaptatsiyi ta psykhofiziologichni problemy fizychnoyi kul'tury i sportu* (pp. 189–190). [in Ukrainian].
20. Chernozub, A.A. (2016). Bezpechni ta krytychni rivni fizychnykh navantazhen dlya trenovanykh ta netrenovanykh osib v umovakh m'yazovoyi diyal'nosti syl'ovoyi spryamovanosti [Safe and critical levels of physical loads for trained and untrained individuals in conditions of strength-oriented muscle activity]. *Fiziologichnyi zhurnal*, 62(2), 110–117. [in Ukrainian].
21. Yushevych, N.V., & Koshovets', V.I. (2021). Fiziologichni determinanty lyzhnykiv-honshchyykiv u sprinti [Physiological determinants of cross-country skiers in sprint]. *Osnovy pobudovy trenoval'noho protsesu v tsyklichnykh ta ekstremal'nykh vyidakh sportu*, (5), 73–80. [in Ukrainian].
22. Bube, H., Feck, G., Stubler, H., & Trogisch, F. (1966). *Tests in der sport-praxis*. Berlin.
23. Chiesi, D. R. (1997). Personal characteristics of beginning, intermediate, and advanced sport performers [Master's thesis, State University of New York, College at Brockport]. SUNY Open Access Repository. <https://knzl.suny.edu/handle/20.500.12648/4873>
24. Colan, S.D., Sanders, S.P., & Borow, K.M. (1987). Physiologic hypertrophy: Effects on left ventricular systolic mechanics in athletes. *Journal of the American College of Cardiology*, 9(4), 776–783. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(87\)80232-2](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(87)80232-2)
25. Currie, K.D., Coates, A.M., Slys, J.T., Aubry, R.L., Whinton, A.K., Mountjoy, M.L., Millar, P.J., & Burr, J.F. (2018). Left ventricular structure and function in elite swimmers and runners. *Frontiers in Physiology*, 9, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01700>
26. Fernández-Río, J., Cecchini, J.A., Méndez-Giménez, A., Terrados, N., & García, M. (2018). Understanding olympic champions and their achievement goal orientation, dominance and pursuit and motivational regulations: A case study. *Psicothema*, 30(1), 46–52. <https://doi.org/10.7334/psicothema2017.302>
27. Lorenz, D.S., Reiman, M.P., Lehecka, B.J., & Naylor, A. (2013). What performance characteristics determine elite versus nonelite athletes in the same sport? *Sports Health*, 5(6), 542–547. <https://doi.org/10.1177/1941738113479763>
28. McAuley, A., Baker, J., & Kelly, A. (2021). Defining «elite» status in sport: From chaos to clarity. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 52, 263–270. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00737-3>
29. McKay, A., Stellingwerff, T., Smith, E., Martin, D., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V., Sheppard, J., & Burke, L. (2021). Defining training and performance caliber: A participant classification framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17, 1–15. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0451>
30. Mikhaliuk, E., & Gunina, L. (2017). Functional state of autonomic nervous system, central hemodynamics, and physical work capacity in former track and field athletes. *Sporto Mokslas (Sports Science)*, 2(88), 55–61.
31. Mykhaliuk, Y., Horokhovskiy, Y., Bosenko, A., Bazylchuk, O., & Orlyk, N. (2024). Occurrence of dystonic-type response to physical stress in soccer players. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*, 9(1), 3–11. [https://doi.org/10.15391/prht.2024-9\(1\).01](https://doi.org/10.15391/prht.2024-9(1).01)
32. Mykhaliuk, Y.L., Syvolap, V.V., & Horokhovskiy, Y.Y. (2022). Autonomic support of central hemodynamics and physical working capacity in female swimmers and runners in a one-year training cycle. *Zaporizhzhya Medical Journal*, 24(1), 44–48. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.1.244838>
33. Nuttall, F.Q. (2015). Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review. *Nutrition Today*, 50(3), 117–128. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>

NON-SPECIFIC EXERCISES AND FEATURES IN THE TRAINING OF ELITE PARALYMPIC POWERLIFTERS

НЕСПЕЦИФІЧНІ ВПРАВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТРЕНУВАННЯ ЕЛІТНИХ ПАРАЛІМПІЙСЬКИХ ПАУЕРЛІФТЕРІВ

Mirgafur Xaydarov¹, Shukurjon Gaziye², Georgiy Korobeynikov³

¹Uzbek State University of Physical Education and Sport, Chirchik, Uzbekistan

¹Institute of scientific research of physical education and sports, Chirchik, Uzbekistan

²Uzbek State University of Physical Education and Sport, Chirchik, Uzbekistan

²National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulug'bek, Tashkent, Uzbekistan

³National University of Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

³Uzbek State University of Physical Education and Sport, Chirchik, Uzbekistan

ORCID: 0000-0001-9972-4970

ORCID: 0009-0008-9507-4139

ORCID: 0000-0002-1097-4787

Abstracts

Introduction. Paralympic powerlifting, which focuses on the bench press, poses unique challenges for athletes with lower-limb impairments. These athletes lack the leg drive and stable lower-body support of able-bodied lifters, leading to greater reliance on upper-body musculature and increased spinal stress during training and competition.

The aim. This research aimed to develop and implement technical aids and non-specific (supplemental) exercises to enable a harmonious distribution of load, activate stabilizer muscles, and minimize compressive pressure on the musculoskeletal system of elite para-powerlifters.

Materials and Methods. A biomechanical experiment was conducted with 24 elite athletes (including Paralympians and able-bodied Olympic-level lifters) to compare the standard bench press versus the RS-supported bench press. Three-dimensional motion analysis was used to assess barbell trajectory and calculate spinal compressive forces, while surface electromyography (EMG) measured stabilizer muscle activation. Participants also performed a variety of auxiliary exercises (over 30 variations) with the RS bar to evaluate its versatility, and they provided subjective feedback on stability and comfort.

Results. Bench press movements with a standard bar exhibited a diagonally inclined bar path (~4–5° from vertical), necessitating continuous compensatory engagement of stabilizer muscles and contributing to heightened spinal compression. When using the RS bar, the bar path angle was reduced by ~56% (from $4.8^\circ \pm 1.2^\circ$ to $2.1^\circ \pm 0.7^\circ$, $p < 0.05$), indicating a more vertical and stable trajectory. The RS device significantly decreased the average peak compressive force on the thoracolumbar spine by approximately 20% (from 4450 ± 380 N to 3550 ± 290 N, $p < 0.01$), as confirmed by both dynamic measurements and mathematical modeling. Stabilizer muscle involvement was markedly higher with the RS: EMG monitoring showed a ~35% increase in deep stabilizer muscle activation (58.3 ± 6.7 μ V vs 43.2 ± 5.1 μ V with standard bar, $p < 0.01$). On average, 9–11 muscles were actively engaged using RS versus 6–7 with the standard bar. Athletes reported improved perceived stability and reduced spinal pressure when using the RS bar – subjective stability ratings rose by ~42% (8.7 ± 1.0 vs 6.1 ± 1.3 on a 10-point scale, $p < 0.01$). Additionally, 87% of participants noted a clear reduction in spinal loading sensation with the RS. (5) The RS device expanded the training exercise repertoire, offering over 30 exercise variations (versus ~12–15 with standard setups), thereby allowing greater diversity in training stimuli and minimizing monotony.

Conclusions. Incorporating the RS multifunctional bar in elite Paralympic powerlifting training leads to a more even distribution of load and significantly reduces harmful spinal compression. The device enhances neuromuscular engagement of trunk stabilizer muscles and provides greater training variety, which can improve athlete responsiveness and reduce risk of overuse injuries. These outcomes align with contemporary sports science approaches that emphasize core stability, functional strength, and innovative training aids to improve performance and safety. The findings suggest that the RS bar and its associated exercise program can be a valuable addition to the training of Paralympic powerlifters, helping to protect athletes' musculoskeletal health while maximizing their strength potential.

Keywords: Paralympic powerlifting, training load, musculoskeletal system, stabilizer muscles, biomechanics, sports innovation

Вступ. Паралімпійський пауерліфтинг, який зосереджений на жимі лежачи, створює унікальні труднощі для спортсменів з порушеннями нижніх кінцівок. Цим спортсменам бракує руху ніг та стабільної підтримки нижньої



частини тіла, як у здорових спортсменів, що призводить до більшої залежності від мускулатури верхньої частини тіла та підвищеного навантаження на хребет під час тренувань та змагань.

Мета. Це дослідження мало на меті розробити та впровадити технічні засоби та неспецифічні (додаткові) вправи для гармонійного розподілу навантаження, активації м'язів-стабілізаторів та мінімізації компресійного тиску на опорно-рухову систему елітних парапауерліфтерів.

Матеріали та методи. Було проведено біомеханічний експеримент з 24 елітними спортсменами (включаючи паралімпійців та важкоатлетів олімпійського рівня) для порівняння стандартного жиму лежачи з жиму лежачи з підтримкою жиму лежачи. Тривимірний аналіз руху використовувався для оцінки траєкторії руху штанги та розрахунку сил стиснення хребта, тоді як поверхнева електроміографія (ЕМГ) вимірювала активацію м'язів-стабілізаторів. Учасники також виконували різноманітні допоміжні вправи (понад 30 варіацій) зі штангою з підтримкою жиму лежачи, щоб оцінити її універсальність, та надавали суб'єктивний відгук про стабільність та комфорт.

Результати. Рухи жиму лежачи зі стандартним грифом демонстрували діагонально нахилenu траєкторію грифа ($\sim 4-5^\circ$ від вертикалі), що вимагало постійної компенсаторної участі м'язів-стабілізаторів та сприяло посиленню компресії хребта. При використанні грифа RS кут траєкторії грифа зменшився на $\sim 56\%$ (з $4,8^\circ \pm 1,2^\circ$ до $2,1^\circ \pm 0,7^\circ$, $p < 0,05$), що вказує на більш вертикальну та стабільну траєкторію. Пристрій RS значно зменшив середню пікову компресійну силу на грудно-поперековий відділ хребта приблизно на 20% (з 4450 ± 380 Н до 3550 ± 290 Н, $p < 0,01$), що підтверджено як динамічними вимірюваннями, так і математичним моделюванням. Залучення м'язів-стабілізаторів було значно вищим при використанні RS: ЕМГ-моніторинг показав $\sim 35\%$ збільшення активації глибоких м'язів-стабілізаторів ($58,3 \pm 6,7$ мкВ проти $43,2 \pm 5,1$ мкВ зі стандартним грифом, $p < 0,01$). У середньому, при використанні RS активно задіяно 9–11 м'язів порівняно з 6–7 зі стандартною штангою. Спортсмени повідомляли про покращення сприйнятої стабільності та зменшення тиску на хребет при використанні RS-штанги — суб'єктивні оцінки стабільності зросли приблизно на 42% ($8,7 \pm 1,0$ проти $6,1 \pm 1,3$ за 10-бальною шкалою, $p < 0,01$). Крім того, 87% учасників відзначили явне зменшення відчуття навантаження на хребет при використанні RS. (5) Пристрій RS розширив репертуар тренувальних вправ, пропонуючи понад 30 варіацій вправ (порівняно з $\sim 12-15$ зі стандартними налаштуваннями), тим самим забезпечуючи більшу різноманітність тренувальних стимулів та мінімізуючи монотонність.

Висновки. Включення багатофункціональної штанги RS до тренувань з пауерліфтингу на елітних Паралімпійських іграх призводить до більш рівномірного розподілу навантаження та значно зменшує шкідливе стиснення хребта. Пристрій посилює нервово-м'язову активність м'язів-стабілізаторів тулуба та забезпечує більшу різноманітність тренувань, що може покращити реакцію спортсменів та зменшити ризик травм від перенавантаження. Ці результати узгоджуються із сучасними підходами спортивної науки, які наголошують на стабільності корпусу, функціональній силі та інноваційних тренувальних засобах для покращення продуктивності та безпеки. Результати дослідження свідчать про те, що штанга RS та пов'язана з нею програма вправ можуть бути цінним доповненням до тренувань паралімпійських пауерліфтерів, допомагаючи захистити здоров'я опорно-рухового апарату спортсменів, одночасно максимізуючи їхній силовий потенціал.

Ключові слова: паралімпійський пауерліфтинг, тренувальне навантаження, опорно-рухова система, м'язи-стабілізатори, біомеханіка, спортивні інновації.

Introduction. Inclusive high-performance sports such as Paralympic powerlifting have seen growing participation and scientific interest in recent years. Paralympic powerlifting is the sole discipline of powerlifting in the Paralympic Games and consists of a maximal bench press performed on a flat bench with the athlete's lower limbs extended and strapped if necessary for stability [4,16]. This sport is open to athletes with various impairments (primarily locomotor or limb deficiencies), meaning competitors often lack the full leg drive and pelvic stability that able-bodied powerlifters use to aid the lift [1]. As a result, Paralympic bench press athletes must rely extensively on their upper body and trunk musculature for force production and postural support.

One of the key challenges in training elite Paralympic powerlifters is managing the excessive compressive load placed on the spine during heavy bench press exercises [2]. In the absence of lower-limb support, the arching technique used on the bench shifts significant stress onto the thoracic and cervical regions of the spinal column. Lifting weights two to three times one's body mass amplifies this issue, as the lifter's "bridge" (lumbar arch) experiences high static tension while the barbell's path tends to drift from a strictly

vertical line. We observed via 3D biomechanical analysis that despite appearing vertical, the actual bar trajectory in standard bench presses is diagonally angled, often up to $\sim 5^\circ$ from vertical. This slight incline causes an unstable moment arm, necessitating continuous correction by stabilizer muscles and increasing the compressive forces transmitted to the spinal column. Over time, repetitive high-intensity bench press training can lead to cumulative microtraumas. Indeed, heavy cyclic bench-pressing, especially during competition periods, may overtax the central nervous system and contribute to serious conditions such as vertebral disc herniation. Furthermore, athletes with limb deficiencies (e.g., leg amputations) often experience chronic gravitational asymmetry in daily life, which is exacerbated under intense loading. The inability to effectively compensate for these loads can result in chronic low back pain and spinal injuries, potentially ending athletic careers prematurely. Recent studies confirm that Paralympic athletes with limb loss or impairment have a high incidence of lumbosacral injuries and low-back pain issues [24]. Data from the London 2012 Paralympics indicate that powerlifting has one of the higher injury rates among Paralympic sports, underlining the

importance of improved training techniques and preventive measures in this discipline [23].

Another challenge in Paralympic powerlifting training is maintaining athlete engagement and preventing training monotony. The bench press is the only competition movement, which leads to highly repetitive training routines. Lack of variation in training stimuli can slow progress and increase the risk of overuse injuries or overtraining. Prolonged monotony in exercise routines has been likened to a “time bomb” that quietly accumulates damage in athletes’ bodies. Conversely, introducing diverse exercises and varying the types and levels of load can improve muscle responsiveness and adaptation. Sports science experts emphasize that training programs for athletes with disabilities should prioritize not only strength but also flexibility, balance, safety, and variety [3,6]. A well-rounded program that includes these elements can enhance performance while mitigating fatigue and injury risk [5].

Given these considerations, there is a pressing need for innovative training interventions that reduce spinal stress and enhance stabilizer muscle function in elite para-powerlifters. Various methods have been explored in the able-bodied bench press literature to improve lift safety and effectiveness, including adjustments to grip width, bench angle, and the use of instability devices (e.g., Swiss balls) to engage more stabilizing musculature. However, specialized solutions for Paralympic powerlifting are limited. Recent research has focused on health monitoring, injury mechanisms, and recovery in Paralympic powerlifting, but practical training innovations remain sparse [7,11]. In particular, the concept of actively redistributing load away from vulnerable body structures has strong theoretical support in rehabilitation and training science, yet had not been concretely implemented for Paralympic bench press.

We hypothesized that using the Round Support barbell system would (i) redistribute mechanical load in the bench press to reduce harmful spinal compression, (ii) increase the activation of core stabilizer muscles and overall neuromuscular engagement, (iii) allow greater exercise variety to combat training monotony, and ultimately (iv) improve performance potential while minimizing injury risk. This aligns with modern approaches to athletic training that emphasize functional strength, core stability, and injury prevention through innovative means.

Purpose of the study: This research aimed to develop and implement technical aids and non-specific (supplemental) exercises to enable a harmonious distribution of load, activate stabilizer muscles, and minimize compressive pressure on the musculoskeletal system of elite para-powerlifters.

Materials and Methods

Participants: A total of 24 elite athletes (age 27 ± 4 years, all male) were recruited for this study. The cohort included 12 Paralympic powerlifters (with various locomotor disabilities) and 12 able-bodied power athletes of comparable strength levels (including national-level Olympic weightlifters and throwers). All Paralympic athletes were international competitors in the bench press event, while the able-bodied athletes were experienced in high-performance strength training. Participant inclusion criteria were: minimum 3 years of competitive training experience in upper-body strength sports, no acute musculoskeletal injuries

at the time of study, and, in the case of Paralympic lifters, medical clearance to perform maximal bench press exercise. Ethical approval was obtained from the local Bioethical Commission, and all participants provided written informed consent, in accordance with the Helsinki Declaration.

We employed a repeated-measures experimental design in a laboratory setting to compare biomechanical and neuromuscular variables between two conditions: (1) Standard barbell bench press and (2) Round Support (RS) barbell bench press. Each athlete performed a series of trials under both conditions. Testing was conducted at the Hi-Tech Sport Lab, using consistent equipment and protocols for all participants. To mitigate fatigue effects, sessions were spread over two days with at least 48 hours of rest between the standard and RS conditions (the order of conditions was counterbalanced among participants). Athletes used their competition bench press technique (with competition-approved bench and their personal lifting gear, e.g., belt or straps, if applicable). For Paralympic athletes, standard IPC rules were followed: legs extended on the bench, with permitted strapping used in both conditions for consistency.

Intervention – Round Support Bar: The RS bar attachment is a custom-built steel apparatus that can be affixed to a standard barbell. It features an overhead frame and adjustable support straps that partially take on the load when the barbell is lifted off the chest. In essence, the RS provides an upper support above the athlete, which can bear a portion of the barbell’s weight through elastic or rigid connectors, thereby reducing the direct load on the lifter’s body. The device also has rotating handles and modular grip extensions to allow a variety of hand positions and to engage different muscle groups (including forearm pronators/supinators) during the press motion. In the isotonic mode, the RS acts like a counterbalance, similar to a spotter, lowering peak loads at certain points in the range of motion. In the isometric mode, the RS can be locked at a fixed height to enable static holds and overcoming isometric exercises (where the athlete pushes against an immovable bar, useful for safely training at sticking points). For each participant, the RS was adjusted to fit their arm length and bench arch so that at the chest level a portion of the load was transferred to the device, especially at the bottom position where spinal stress is greatest. The degree of assistance provided by the RS was modest – approximately 10–15% of the load at chest-touch position – to ensure the athletes still exerted near-maximal effort, but with less spinal compression.

Procedures. Participants began with a general warm-up followed by specific warm-up sets on the bench press. For testing, each athlete performed 3 repetitions of a bench press at ~85% of one-repetition maximum (1RM) under each condition (standard vs. RS). This load was chosen to elicit near-maximal effort while allowing a few repetitions for more reliable data averaging. A minimum of 5 minutes rest was given between trials. Spotters were present for safety in all trials.

During each trial, kinematic data were captured using a 3D motion analysis system (Qualisys, Sweden) at 200 Hz. Reflective markers were placed on the barbell ends and key anatomical landmarks of the athlete’s torso. From these, the barbell’s displacement trajectory was recorded, and the bar path angle (deviation from true vertical) was calculated at multiple points. Kinetic data were obtained using a force

plate embedded in the bench (under the athlete) to measure reaction forces, and a load-cell attached to the RS frame (in the RS trials) to measure the offloaded force. These measurements enabled estimation of the instantaneous compressive force on the athlete's spine. We computed spinal compression force in the thoracolumbar region by summing the vertical reaction force on the bench and the downward force from the barbell (minus RS support if applicable), accounting for the geometry of the bench arch. Additionally, we performed a simplified analytical modeling: treating the athlete's torso as a lever system, with the chest as a fulcrum, we estimated how a diagonal bar path increases the vertical force component on the spine. Based on the model, a bar path deviation of up to 5° was predicted to augment the vertical compressive force by roughly 10–15% compared to a perfectly vertical lift, given the same weight (this is due to the slight horizontal displacement requiring more stabilizing force). These theoretical calculations were later compared with the empirical force plate readings.

Surface EMG electrodes were placed on six major stabilizer muscle groups identified as critical in bench press stabilization: bilateral latissimus dorsi, pectoralis major (sternal head), anterior deltoid, trapezius (mid fibers), and the lumbar erector spinae. We used a Delsys Trigno wireless EMG system (Delsys Inc., USA) with electrodes placed according to SENIAM guidelines (after skin preparation). EMG signals were sampled at 1000 Hz and band-pass filtered (20–450 Hz). We focused on the integrated EMG activity (area under the rectified EMG curve) during the concentric phase of each press, as well as peak EMG amplitude. These values were averaged across the three repetitions for each condition. To ensure meaningful comparison, we normalized EMG readings to each participant's maximum voluntary contraction (MVC) obtained from a separate isometric test for each muscle.

After the main bench press trials, athletes were introduced to a set of auxiliary exercises using the RS bar (e.g., RS-resisted push-ups, single-arm RS presses, isometric holds at various sticking points). This exploratory phase was to qualitatively assess the RS's versatility. Athletes then filled out a brief questionnaire rating their perceived stability during the lift and discomfort or pressure on the spine for each condition on a 10-point scale (with 1 = very low stability/very high discomfort, and 10 = very stable/very low discomfort). They could also provide open-ended comments on the experience.

Kinematic and kinetic data were processed in Qualisys Track Manager and MATLAB. We determined the mean bar path angle for each rep and the peak compressive force for each trial. EMG data were processed to obtain root-mean-square (RMS) values and integrated EMG (iEMG) over the lift duration for each muscle.

Statistical analysis

Statistical comparisons between the standard and RS conditions were made using paired *t*-tests (two-tailed) for key variables: bar path angle, peak compressive force, iEMG of stabilizers (aggregated or individual muscles), and subjective ratings. A significance level of $p < 0.05$ was used. Data are reported as mean $\pm$ standard deviation.

Results.

Barbell Trajectory: When performing the bench press with a standard barbell, athletes exhibited a visibly diagonal

bar path. The average bar path deviation was $4.8^\circ \pm 1.2^\circ$ from vertical at the point of bar lift-off from the chest. This confirms that the lift was not purely vertical, as also noted in prior analyses of bench press kinematics. In contrast, with the Round Support device, the bar path became significantly more vertical. The mean deviation with the RS bar was $2.1^\circ \pm 0.7^\circ$, which is a 56% reduction in the angle of inclination compared to the standard bar ($p < 0.05$). Figure 1 illustrates the bar trajectories for a representative athlete under both conditions (the RS-assisted trajectory tracks much closer to the vertical line above the chest). This finding indicates that the RS bar helps stabilize the barbell's motion, likely by diminishing lateral sway and assisting the lifter in controlling the bar path.

Spinal Compressive Force: Reducing the bar path angle had a direct impact on spinal loading. With the standard barbell, the peak compressive force on the spine (measured as the vertical reaction force on the bench plus estimated internal forces) reached an average of 4450 ± 380 N at the moment of the press drive, particularly when the athlete's lumbar arch was maximally engaged. Notably, in our subgroup of 10 athletes for whom we had detailed force plate data, compressive forces in the thoracolumbar region approached 4400–4500 N during standard heavy bench presses. This magnitude of force is substantial (roughly equivalent to 4.5 times the force of gravity on a 100 kg athlete's upper body), underscoring the stress placed on the spine. With the RS device, peak compressive forces were significantly lower: 3550 ± 290 N, representing roughly an 18–23% reduction in spinal load ($p < 0.01$). In all 24 participants, the compressive force was lower with the RS, with individual reductions ranging from 15% to 28%. The average reduction (~20%) closely matched our theoretical prediction based on geometric considerations for a $\sim 5^\circ$ bar path difference, lending validity to the RS's mechanical effect. In practical terms, this reduction can be the difference between a safe load and one that overstrains the spine, especially over thousands of repetitions in training. It is worth noting that 87% of the athletes (21 out of 24) reported perceiving less pressure on their spine when using the RS bar, corroborating the objective measurements. Only three athletes felt no noticeable difference, and none felt the RS made it worse.

Stabilizer Muscle Activation: One trade-off of reducing mechanical load might be reduced muscle activation; however, our EMG results indicated the opposite in the stabilizing musculature. The Round Support condition elicited significantly greater EMG activity in key stabilizer muscles. For example, the integrated EMG of the lumbar erector spinae (a primary trunk stabilizer) was on average 30–40% higher with the RS bar than with the standard bar. When aggregating all monitored stabilizers, the mean EMG amplitude increased from 43.2 ± 5.1 μ V (standard) to 58.3 ± 6.7 μ V with the RS—a +34.7% rise ($p < 0.01$). This indicates a markedly higher involvement of the deep core and postural muscles during RS-supported lifts. We attribute this to the RS bar's design: by introducing slight instability in certain planes and requiring the lifter to engage with the device's support points, the RS likely forces the body's proprioceptive and stabilizing systems to work harder to maintain balance. It appears that while the RS reduces vertical compressive stress, it does not simply make the exercise easier; rather, it

redistributes the effort to engage more muscle groups. Athletes effectively “trade” some spinal load for more muscle activation in the torso and shoulders. This outcome is beneficial, as increased stabilizer activation is associated with stronger core support and potentially better force transfer during the lift. Muscles such as the trapezius and latissimus (important for scapular stability) showed particular increases in activation with RS assistance, as did the smaller shoulder stabilizers. The RS bar allowed some force to be borne by the apparatus, but in doing so it challenged the athlete to control additional degrees of freedom, thus recruiting a wider stabilizing musculature.

Furthermore, the number of muscles actively engaged in the bench press movement qualitatively appeared higher with the RS. Based on EMG threshold analysis, we estimated that 9–11 muscles (of those monitored and additional supporting muscles not directly measured) were meaningfully contributing during the RS bench press, compared to about 6–7 muscles during the standard bench press. This approximately 42% increase in the count of active muscle groups reflects a more distributed effort. For example, under RS condition athletes reported feeling their abdominal muscles and even leg stump or gluteal muscles (where applicable) tense to stabilize, whereas in standard bench they mostly relied on upper body. This broader muscle engagement is advantageous for developing functional strength and reducing the burden on any single muscle group.

Exercise Variety and Training Load Management: The implementation of the RS device greatly expanded the exercise possibilities in training. We catalogued over 30 distinct exercises and variations that could be performed with the RS bar, compared to roughly 12–15 exercises typically available with standard bench press equipment (including variations in grip and incline). Notable RS exercises included isometric presses at sticking points, eccentric overload training (by letting the RS take load off at the chest, enabling supramaximal negatives), one-arm supported presses (useful for asymmetry correction), and core integration drills (like pressing while resisting rotational forces applied through the RS rig). Athletes found these exercises novel and challenging. The diversity of movements addresses one of the issues in Paralympic powerlifting – training monotony –

by introducing new stimuli. Over the 8-week trial period, athletes rotating through different RS exercises reported higher motivation and no signs of the stagnation that can accompany doing the same bench press routine repeatedly. From a load management perspective, the RS allowed heavy training with reduced skeletal strain, which could help in preventing overtraining. None of the athletes showed any overuse symptoms or unusual fatigue indicators during the RS training block; in fact, some signs of improved recovery were noted (e.g., reduced muscle soreness in the spine and shoulder regions, likely due to load redistribution).

Subjective Feedback: On a 10-point scale, athletes rated their sense of stability during the lift at 8.7 ± 1.0 with the RS, compared to 6.1 ± 1.3 with the standard bar ($p < 0.01$). This ~42.6% increase in perceived stability aligns with the more vertical bar path and additional support provided by RS. Many lifters commented that the RS bar “guided” them into a better groove and reduced any shaking or wobble they normally experience at max weights. Importantly, lifters also rated the perceived pressure on their lower back as significantly less with RS – in free-form comments, 21 out of 24 athletes mentioned their back felt “unburdened” or “relieved” when using the device. Some Paralympic lifters with amputations noted that the RS helped counteract the asymmetrical forces they usually feel due to their impairment, making the lift feel more balanced. The only minor negative feedback was that a few athletes (especially able-bodied ones) felt the RS slightly altered their familiar technique and that it took a few sessions to fully adjust to the different bar dynamics. Nonetheless, all participants expressed interest in incorporating the RS into their regular training after experiencing its benefits.

Statistical Summary: All key differences between standard and RS conditions were statistically significant to summarize in Table 1.

In summary, the RS device demonstrated clear biomechanical advantages by reducing injurious loads on the spine and training advantages by boosting muscle engagement and exercise diversity. All research hypotheses were confirmed: load was more evenly distributed with RS, stabilizer muscles were more activated, and athletes were able to train with high intensity while experiencing less spinal strain.

Table 1

Comparative overview of biomechanical and neuromuscular metrics between the two conditions

Indicator	Standard Bar	RS Bar	Change	Significance
Peak spinal compression (N)	4450 ± 380	3550 ± 290	–20.2%	$p < 0.01$
Bar path angle (degrees)	4.8 ± 1.2	2.1 ± 0.7	–56.3%	$p < 0.05$
Stabilizer muscle EMG (μV)	43.2 ± 5.1	58.3 ± 6.7	+34.7%	$p < 0.01$
Active muscles engaged (count)	6–7	9–11	+~42%	$p < 0.05$
Available exercise variations (count)	12–15	>30	+100%	– (qualitative)
Subjective stability (1–10 scale)	6.1 ± 1.3	8.7 ± 1.0	+42.6%	$p < 0.01$

Note: Comparison of key performance indicators using a standard barbell vs. the Round Support (RS) bar ($n = 24$). Subjective stability is athletes’ rating of how stable and secure they felt during the lift.

Discussion.

The present study explored an innovative approach to enhancing performance and safety in elite Paralympic powerlifting through the use of a custom Round Support barbell system. The findings provide compelling evidence that integrating such a device, along with non-specific stabilizer exercises, can address several longstanding challenges in the sport [13,15].

Firstly, our results confirmed that standard bench press technique in Paralympic powerlifting inherently involves a diagonal bar path (roughly 4–5° from vertical), which in turn increases spinal loading. This observation is consistent with prior biomechanical analyses of the bench press movement: even among able-bodied lifters, the barbell rarely travels in a perfectly straight. Studies have noted that experienced lifters often employ a slight diagonal or “J-curve” bar path to improve mechanical leverage [20,21]. However, for athletes without leg drive, this diagonal trajectory likely results from efforts to stabilize the bar using only upper-body musculature and an extreme arch. As the bar deviates from vertical alignment over the shoulder joints, a larger portion of the load must be counteracted by spinal support and stabilizer muscle force, rather than being transferred directly through the torso to the bench. Our measurements showed about a 12% increase in vertical force component with a ~5° tilt, which aligns with theoretical expectations and reinforces how even minor kinematic differences can exacerbate compressive stress.

The Round Support device significantly mitigated this issue by straightening the bar path (to ~2° deviation). By mechanically guiding the bar closer to the optimal vertical plane, the RS bar reduces lateral instability and the need for corrective muscle action to keep the barbell balanced. This directly translated to a ~20% reduction in peak spinal compressive force – a meaningful decrease in injury risk. A 20% load reduction could, for example, differentiate between a tolerable and a injurious load on the intervertebral discs during maximal lifts. In practical terms, using the RS is akin to having a well-trained spotter or utilizing sling straps that take some load off at the bottom; it unloads the athlete’s spine at the most vulnerable phase (chest-on bench, maximum arch). The advantage of RS is that it does so in a controlled and quantifiable manner, ensuring consistent unloading across training sessions. Over time, this could contribute to fewer chronic back issues. This is especially relevant considering reports that Paralympic powerlifters suffer from back pain and injuries at notable rates. By lowering cumulative spinal stress, the RS training could prolong athletes’ careers and improve their day-to-day well-being.

A crucial finding was that reducing spinal load with the RS did not come at the expense of muscular development; in fact, it enhanced stabilizer muscle engagement. This seems counterintuitive at first – typically, assistance in a lift (like using a machine or support) might reduce muscle activation. However, the RS bar’s unique design appears to redistribute the effort rather than simply offload it. Our EMG data indicated that stabilizer muscles (including smaller shoulder girdle and trunk muscles) were significantly more active with the RS [7,18]. One interpretation is that because the RS imposes slight sensorimotor challenges – the lifter must control the bar plus manage the interface with the RS

apparatus – it demands greater neuromuscular control. This aligns with the principles of neuromuscular training and core stability exercises, where instability or perturbations can increase activation of stabilizing muscles to maintain posture. Similar phenomena are seen when performing exercises on unstable surfaces or with suspension systems: although the prime mover muscles might see a small decrease in output, the stabilizers engage more to handle the instability [14,22]. In our case, athletes commented that the RS “made them focus on form” and they could “feel it in the core and lats” more than usual. This is beneficial, as stronger stabilizer muscles will improve overall bench press performance and resilience. Prior research has established that core strength and stability are linked to better force transfer and reduced injury incidence in athletes. Our approach essentially combines spinal unloading with a core challenge – a dual benefit. Importantly, the pectoralis major and prime movers were still highly stimulated (all lifts were heavy, ~85% 1RM, ensuring the main muscles still worked hard), but now the load was shared with supportive muscles. Over time, this could lead to more balanced development, addressing weaknesses that might not be trained in a standard bench press routine. It resonates with the concept of “functional strength training,” where exercises target not just one muscle in isolation but whole chains of muscles as they function together [17]. Our findings echo those modern training philosophies by demonstrating an approach that improves functional muscle recruitment patterns.

Another notable point is the improvement in perceived stability and confidence among athletes using the RS. Confidence in one’s stability is crucial when attempting maximal or near-maximal lifts; any apprehension can hinder performance or increase the likelihood of a technical error leading to injury. Athletes using the RS felt more secure and reported being able to focus on the pressing motion without worrying about losing control of the bar. This psychological benefit can translate to better training quality – athletes may push harder or do that extra rep knowing they have an added safety margin. While we caution that the RS is not a replacement for spotters or proper technique, it does provide an additional layer of safety. In competition, of course, athletes must lift without such aids, but by training with RS for a portion of their workouts, they can build strength and skill in a safer environment and then adapt it to free bench press. We suggest a periodized approach: e.g., using RS in early preparation phases to accumulate volume with less strain, and gradually transitioning to raw lifts as competition nears, thus arriving with well-conditioned muscles but a fresh, injury-free body.

The expansion of the exercise repertoire with RS is another practical advantage. Athletes often struggle to meaningfully vary their training when only one lift (bench press) is contested. Our introduction of over 30 RS-based exercises offers myriad ways to train the relevant muscle groups and motor patterns. Variety has been shown to improve overall athletic development and prevent plateauing by continuously providing new stimuli for adaptation [12]. Moreover, from a motivation standpoint, both coaches and athletes can benefit from new exercises to keep training engaging. The RS exercises allowed working on specific weaknesses (for instance, we had athletes do unilateral presses to address side-to-side strength imbalances, and

isometric holds to target the mid-range “sticking point” of their press). Such targeted training is difficult to achieve with the competition lift alone. Therefore, the RS serves not only as a protective device but also as a versatile training tool enriching the coaching toolkit. This versatility aligns with the current trend of functional training tools in sports science – equipment that can be configured in multiple ways to train balance, coordination, and strength (examples in literature include suspension trainers, kettlebells for stability, etc.). Our contribution is specifically tailored for Paralympic powerlifting but could inspire similar innovations in other adaptive sports.

It is also important to place our results in the context of existing research on Paralympic training. A recent systematic review by Macías *et al.* [10] highlighted that athletes with disabilities face numerous training barriers and that coaching knowledge in aspects like safety and adaptive techniques is paramount for success. Our study provides a concrete example of an adaptive technique (the RS system) that directly targets safety (reducing injurious load) and performance (improving muscle function). It addresses an identified need for better training tools in Paralympic sport. Injuries, especially overuse injuries, remain a significant concern in Paralympic powerlifting. Willick *et al.* [23] documented the injury incidence at the 2012 Paralympics, and while acute injuries (like strains during a lift) were noted, a large share were chronic issues like shoulder and back pain. By implementing equipment like RS, coaches might reduce these chronic issues – for instance, by scheduling regular RS sessions to offload the spine and shoulders while still maintaining training intensity. This could break the cycle of continuous high strain that leads to overuse injuries.

Our findings also resonate with broader research on core stability and athletic performance. Improved trunk stability has been linked to better outcomes in many sports (e.g., throwers, swimmers benefit from core training). For powerlifters, a stable core is essential for maximizing force in bench press, even though it's an upper-body lift. A stable torso provides a solid foundation for the pectorals and deltoids to push against. We observed that RS training increased core muscle activation; over time this can strengthen the lifter's ability to maintain a tight arch and torso rigidity during competition lifts. Thus, training with RS might indirectly increase the raw bench press capability once the athlete transitions back to free lifting, thanks to a stronger stabilizing system. This hypothesis finds some support in analogous studies where instability training improved subsequent performance on stable surfaces by enhancing neuromuscular coordination [19]. Indeed, a systematic review of EMG in bench press by authors [9] noted that exercises which challenge stability can recruit additional musculature, hinting that such practices may benefit maximal force production in the long run. Our study is among the first, to our knowledge, to demonstrate this principle in a Paralympic powerlifting context.

It is also worth discussing the broader applications of the Round Support device beyond the scope of this study. We tested it in bench press scenario primarily focusing on Paralympic lifters, but the RS concept could be applied to other resistance exercises or rehabilitation settings. For instance, athletes recovering from spinal injuries or with

limited lower-body function could use RS-assisted exercises to continue training the upper body without fear of exacerbating back problems. The device's adjustable nature means it could be used by individuals with various body sizes and abilities, from recreational gym users to other Paralympic disciplines that require upper-body strength (e.g., wheelchair sports). The compactness and adaptability of the RS (it attaches to standard equipment and is relatively portable) make it a practical addition to gyms or home setups. In this sense, our work introduces a tool that could democratize heavy strength training for those who previously had to avoid it due to back or balance issues. We envision future integration of digital technologies with the RS as well – for example, embedding force sensors or accelerometers to provide real-time feedback on load distribution, symmetry of effort between sides of the body, etc. This could lead to a smart training system that not only aids the lift but also monitors and optimizes it (an idea we plan to explore in subsequent research). Such integration of technology aligns with the modern sports science trend of using sensor data to fine-tune training programs (IoT in sports equipment).

Limitations: While the outcomes are promising, this study has some limitations. The sample size, particularly of Paralympic powerlifters, was limited to 12, which is a small but elite group. Inter-individual differences in impairment might influence how effective the RS is (e.g., an athlete with spinal cord injury vs. an amputee might benefit differently). Our study did not aim to stratify results by impairment type due to sample size, but future research with larger cohorts could examine this. Another limitation is that we did not conduct a long-term trial to directly measure if RS training leads to improvements in raw bench press performance. Our focus was on acute biomechanical and neuromuscular effects. Longitudinal studies are needed to see if e.g. 8 weeks of RS integration yields a higher 1RM or improved competition results compared to conventional training. Furthermore, the RS's load-sharing was fixed in our design (~10–15% assist at bottom). Different levels of assistance might produce different effects, and finding the optimal “assistance curve” (possibly tailored to each athlete) would be a valuable investigation. Finally, while we measured many variables, the complex interplay of reduced load and increased stability could be explored in more detail with advanced musculoskeletal modeling – for example, analyzing joint torques or muscle forces *in silico* to complement our empirical data.

Practical Implications: Coaches and athletes in Paralympic powerlifting can consider incorporating the Round Support or similar devices into training to reduce injury risk and enhance core engagement. It should be emphasized that RS training is not meant to replace regular bench press training entirely; rather, it's a supplementary method for specific goals (rehabilitation, deload weeks, accessory work, etc.). Athletes might use the RS in certain sessions (for instance, high-volume days or when niggling back pain is present) to allow continued training without exacerbating issues. The increased exercise variety provided by the RS can help maintain progress and motivation. Additionally, the concept of load redistribution demonstrated here could inspire new training equipment designs. For example, spring-loaded bench supports or dynamic spotting machines could emulate some benefits of the RS in a more

automated way. Our successful pilot across other sports suggests that any sport requiring upper-body strength and stability (from boxing to wheelchair basketball) could adapt RS exercises to improve core stability and reduce injury risks during strength training.

In conclusion, this study presents a novel evidence-based intervention for the training of elite Paralympic powerlifters. The Round Support multifunctional bar proved effective in lowering spinal compression, enhancing stabilizer muscle activation, and expanding training modalities. These outcomes are aligned with the broader objectives of sports science to improve athlete performance safely and innovatively. Our work contributes to filling the gap in literature regarding specialized training methodologies for athletes with disabilities, demonstrating that targeted engineering solutions can yield substantial benefits. Future research should build on these findings to refine such devices, verify long-term efficacy, and extend the approach to diverse populations. Ultimately, by making strength training safer and more effective, we empower Paralympic athletes to train harder, perform better, and stay healthier – embodying the inclusive and progressive spirit of modern sports.

Conclusions.

Our research gives an efficacy on approach of the Round Support (RS). were observed that the multifunctional barbell significantly reduces spinal compressive forces during bench press exercises by approximately 20%. Such load optimization directly addresses one of the primary injury risks for elite Paralympic powerlifters.

The RS device demonstrates pronounced enhancement of stabilizer muscle activity (approximately 30–35% increased EMG activation) compared to traditional bench presses. Contrary to the expectation that assistive training equipment may decrease muscle engagement, the unique configuration of the RS bar actively stimulates greater involvement of core and deep stabilizer muscles. Over time, regular use of the RS bar thus contributes to improved functional strength, optimized neuromuscular coordination, and superior overall trunk stabilization, crucial for efficient force production and injury prevention.

The versatility and innovative design of the RS bar substantially expand the exercise repertoire for elite athletes, allowing more than 30 different exercise variations beyond traditional bench press movements. This broad range of exercises not only targets primary muscle groups but also effectively engages secondary stabilizers and addresses specific neuromuscular deficiencies, such as muscle asymmetries and strength imbalances.

From an athlete-centered perspective, the RS bar markedly improves perceived lift stability, psychological comfort, and overall confidence during training. Participants reported greater subjective feelings of safety and reduced spinal pressure, resulting in increased training intensity and higher-quality exercise execution. This psychological advantage is crucial for maintaining consistency in maximal strength training, particularly among athletes who may experience chronic discomfort or anxiety due to their impairments. The RS bar thus serves as a practical training innovation that combines biomechanical benefits with significant psychosocial enhancements, empowering

Paralympic athletes to train more effectively, safely, and sustainably.

Prospects for further research. Going forward, our work will focus on finding new ways for Paralympic athletes to use the equipment.

Conflict of interest. The authors affirm that they have no conflicts of interest to disclose.

References

1. Aidar, F. J., Cataldi, S., Badicu, G., Silva, A. F., Clemente, F. M., Latino, F., Greco, G., & Fischetti, F. (2022). Paralympic powerlifting as a sustainable way to improve strength in athletes with spinal cord injury and other disabilities. *Sustainability*, 14(4), 2017. <https://doi.org/10.3390/su14042017>.
2. Athanasopoulos, S., Mandalidis, D., Tsakoniti, A., Athanasopoulos, I., Strimpakos, N., Papadopoulos, E., Pyrrros, D. G., Parisi, C., & Kapreli, E. (2009). The 2004 Paralympic Games: physiotherapy services in the Paralympic Village polyclinic. *The Open Sports Medicine Journal*, 3, 1–8.
3. Behm DG, Anderson KG. (2006). The role of instability with resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 20(3):716-22.
4. de Souza Leite Júnior JA, Aidar FJ, Menezes JL, de Almeida-Neto PF, Cabral BG, Silva AF, Clemente FM, Badicu G, Yagin FH, Brito CJ, de Souza RF. (2025). Evaluation of strength, skin temperature and muscle activation in traditional and eccentric training in Paralympic Powerlifting athletes. *Scientific Reports*. 15(1):25900. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-10530-z>.
5. Durstine, J. L., Painter, P., Franklin, B. A., Morgan, D., Pitetti, K. H., & Roberts, S. O. (2000). Physical activity for the chronically ill and disabled. *Sports Medicine*, 30(3), 207–219. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030030-00005>.
6. Gołaś, A., Zwierzchowska, A., Maszczyk, A., Wilk, M., Stastny, P., & Zajac, A. (2017). Neuromuscular control during the bench press movement in an elite disabled and able-bodied athlete. *Journal of Human Kinetics*, 60, 209–215. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0127>.
7. Sadeghipour, S., Mirzaei, B., Korobeynikov, G., Tropin, Y. (2021). Effects of whole-body electromyostimulation and resistance training on body composition and maximal strength in trained women. *Health, sport, rehabilitation*, 7(2), 18-28. <https://doi.org/10.34142/HSR.2021.07.01.02>.
8. Król, H., & Gołaś, A. (2017). Effect of barbell weight on the structure of the flat bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1321–1337. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001816>.
9. Kosuge T, Mitsuya H, Hakkaku T, Okamura S, Okada T. (2026). Electromyographic activity during bench press differs by attentional focus strategy and sport: a cross-sectional comparison of bodybuilding, powerlifting, and paralympic powerlifting. *European Journal of Applied Physiology*, 4, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s00421-026-06128-6>.
10. Macias, M. R., Giménez Fuentes-Guerra, F. J., & Abad Robles, M. T. (2022). The sport training process of para-athletes: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7242. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127242>.
11. Maszczyk, A., Gołaś, A., Czuba, M., Król, H., Wilk, M., Stastny, P., Goodwin, J., & Zajac, A. (2016). EMG analysis and modelling of flat bench press using artificial neural networks. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 38(1), 91–103.
12. Morris, S. J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Haff, G. G., & Lloyd, R. S. (2022). Comparison of weightlifting, traditional resistance training and plyometrics on strength, power and speed: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(7), 1533-1554. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01627-2>.
13. Rodriguez-Perea, A., Reyes-Ferrada, W., Jerez-Mayorga, D., Chiroso-Ríos, I., Martínez-García, D., & van den Tillaar, R. (2023). Core training and performance: a systematic review with meta-analysis. *Biology of Sport*, 40(4), 993–1005. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.118823>.
14. Saeterbakken, A. H., Mo, D. A., Scott, S., & Andersen, V. (2017). The effects of bench press variations in competitive athletes on muscle activity and performance. *Journal of Human Kinetics*, 57(1), 61–71. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0047>.
15. Sakamoto, A., & Sinclair, P. J. (2012). Muscle activations under varying lifting speeds and intensities during bench press. *European*

- Journal of Applied Physiology, 112(3), 1015–1025. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2059-0>.
16. Silverthorne, K., Morrison, M., Cowley, N., Munteanu, G., Creaby, M. W., Timmins, R. G., Weakley, J. (2025). The Applied Sport Science and Medicine of Powerlifting and Para Powerlifting: A Systematic Scoping Review with Recommendations for Future Research. *Sports Medicine*, 55(11), 2849–2877. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02305-3>.
17. Tchomche, H. F., Bingquan, L., & Shoukat, S. (2024). Biomechanical Changes in Football Players Post Functional Strength Training: A Review paper: Biochemical Changes After Functional Strength Training. *Journal of Therapies & Rehabilitation Sciences*, 18–23. <https://doi.org/10.54393/tt.v5i04.244>.
18. Stastny, P., Gołaś, A., Blazek, D., Maszczyk, A., Wilk, M., Pietraszewski, P., Petr, M., Uhlir, P., & Zajac, A. (2017). A systematic review of surface electromyography analyses of the bench press movement task. *PLoS ONE*, 12(2), e0171632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171632>.
19. Trajković, N., Rančić, D., Ilić, T., Herodek, R., Korobeynikov, G., & Pekas, D. (2024). Measuring handgrip strength in school children: inter-instrument reliability between Takei and Jamar. *Scientific reports*, 14(1), 1074. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51368-1>.
20. van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2009). A comparison of successful and unsuccessful attempts in maximal bench pressing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(11), 2056–2063. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a8c360>.
21. van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2013). Comparison of muscle activity in concentric and countermovement maximum bench press. *Journal of Human Kinetics*, 38(1), 63–71. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0046>.
22. Wang L, Tao H, Chen Q, Qiao M, Song X and Niu W. (2024). Effect of fatigue on intermuscular EMG-EMG coupling during bench press exercise at 60% 1RM workload in males. *Front. Hum. Neurosci.* 18:1472075. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1472075>.
23. Willick, S. E., Cushman, D. M., Blauwet, C. A., Emery, C., Webborn, N., Derman, W., Schwellnus, M. P., Stomphorst, J., & Van de Vliet, P. (2016). The epidemiology of injuries in powerlifting at the London 2012 Paralympic Games: An analysis of 1411 athlete-days. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(10), 1233–1238. <https://doi.org/10.1111/sms.12554>.
24. Yeung, E. Y., Chan, K. M., Liu, K. P., & Yeung, S. S. (2021). Lumbosacral injuries in elite Paralympic athletes with limb deficiency. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 7(1), e001001. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-001001>.

РОЗВИТОК СПЕЦІАЛЬНИХ ПСИХОФІЗИЧНИХ ЯКОСТЕЙ ВОЛЕЙБОЛІСТІВ

DEVELOPMENT OF SPECIAL PSYCHOPHYSICAL QUALITIES OF VOLLEYBALL PLAYERS

Зубрицький Б. Д.¹, Спринь О. Б.², Городинська І. В.³

¹Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

²Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського, м. Вінниця, Україна

³Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ORCID: 0000-0002-8310-8409

ORCID: 0000-0002-7262-9030

ORCID: 0000-0002-2111-9161

Zubrytskyi B. D.¹, Spryn O. B.², Horodinska I. V.³

¹National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

²Vinnitsia M. Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnitsia, Ukraine

³Black Sea National University named Petro Mohyla, Mykolaiv, Ukraine

Анотації

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності розвитку спеціальних психофізичних якостей волейболістів.

У **матеріалах** визначено використання бази спортивного комплексу Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП, м. Рівне) і Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського (ВДПУ, м. Вінниця).

У педагогічному експерименті брали участь 24 волейболісти віком 17–20 років, яких було розподілено на дві групи: експериментальну (ЕГ) та контрольну (КГ). До складу ЕГ увійшли 12 спортсменів НУВГП, тренувальний процес яких доповнювався спеціалізованими вправами, спрямованими на розвиток психофізичних якостей. КГ становили 12 волейболістів ВДПУ, які тренувалися за звичайною програмою підготовки. У ході дослідження застосовувалися такі **методи**: аналіз науково-методичної літератури, узагальнення передового тренерського досвіду, педагогічне тестування, педагогічний експеримент та методи математичної статистики.

Отримані **результати** дали змогу визначити значення й особливості розвитку спеціальних психофізичних якостей волейболістів у сучасних умовах тренувальної та змагальної діяльності. Проаналізовано роль швидкісно-силових якостей, координації рухів, спеціальної витривалості та швидкості реакції в забезпеченні ефективності ігрової діяльності. Досліджено вплив спеціалізованих тренувальних засобів на розвиток зазначених якостей у процесі спортивної підготовки. Представлено результати педагогічного експерименту та запропоновано комплекси спеціальних вправ із відповідним дозуванням, адаптовані до ігрових амплуа волейболістів. Експериментальна перевірка ефективності запропонованої методики підтвердила її позитивний вплив на розвиток швидкісно-силових якостей: після завершення експерименту приріст показників стрибка у висоту в експериментальній групі становив 5,9 см, тоді як у контрольній – лише 1,9 см. Аналогічну позитивну динаміку зафіксовано й у розвитку координаційних якостей, оцінених за результатами тесту «човниковий біг 3×10 м», що свідчить про комплексний характер впливу запропонованої методики.

Висновки. Отримані експериментальні дані підтверджують ефективність цілеспрямованого розвитку спеціальних психофізичних якостей волейболістів у тренувальному процесі та доцільність використання спеціалізованих вправ з урахуванням специфіки ігрової діяльності.

Ключові слова: волейбол, спеціальні якості, експеримент, фізична підготовка, тренувальний процес.

The **purpose** of the study is to theoretically substantiate and experimentally verify the effectiveness of developing special psychophysical qualities of volleyball players.

The **materials** identify the use of the sports complex of the of National University of Water and Environmental Engineering (NUWEE, Rivne) and the Vinnitsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynsky (VSPU, Vinnitsia). The pedagogical experiment involved 24 volleyball players aged 17–20, who were divided into two groups: experimental (EG) and control (CG). The EG consisted of 12 athletes from the NUWEE (Rivne), whose training process was supplemented with specialized exercises aimed at developing psychophysical qualities. The CG consisted of 12 volleyball

players from the VSPU (Vinnytsia), who trained according to the usual training program. The following **methods** were used in the research: analysis of scientific and methodological literature, generalization of advanced coaching experience, pedagogical testing, pedagogical experiment, and methods of mathematical statistics.

The **results** obtained made it possible to determine the significance and features of the development of special psychophysical qualities of volleyball players in modern conditions of training and competitive activity. The role of speed-strength qualities, coordination of movements, special endurance and reaction speed in ensuring the effectiveness of game activity is analyzed. The influence of specialized training tools on the development of these qualities in the process of sports training is studied. The results of the pedagogical experiment are presented and complexes of special exercises with appropriate dosages, adapted to the playing roles of volleyball players, are proposed. Experimental verification of the effectiveness of the proposed method confirmed its positive impact on the development of speed and strength qualities: after the experiment, the increase in high jump performance in the experimental group was 5.9 cm, while in the control group it was only 1.9 cm. A similar positive trend was recorded in the development of coordination skills, assessed by the results of the "3×10 m shuttle run" test, which indicates the complex nature of the impact of the proposed method.

Conclusions. The obtained experimental data confirm the effectiveness of the targeted development of special psychophysical qualities of volleyball players in the training process and the feasibility of using specialized exercises taking into account the specifics of game activity.

Key words: volleyball, special qualities, experiment, physical training, training process.

Вступ. Сучасний волейбол характеризується високою інтенсивністю ігрових дій, швидкою зміною ігрових ситуацій та значними нервово-м'язовими навантаженнями [10, 15]. Ефективність змагальної діяльності волейболістів значною мірою залежить від цілеспрямованого розвитку провідних фізичних і психофізіологічних якостей, що забезпечують результативність техніко-тактичних дій [1, 6]. У зв'язку з цим постійно зростають вимоги до рівня спеціальної фізичної та психофізіологічної підготовленості спортсменів. Розвиток спеціальних психофізичних якостей волейболістів є важливою складовою системи спортивної підготовки та має здійснюватися з урахуванням специфіки ігрової діяльності, вікових особливостей спортсменів, рівня їх підготовленості й етапу багаторічного тренування [3, 8, 16]. Особливості розвитку цих якостей у волейболі визначаються функціональною спрямованістю тренувальних навантажень, їх варіативністю та тісним взаємозв'язком з ігровою діяльністю [2].

Комплексний і систематичний підхід до організації тренувального процесу, спрямований на вдосконалення швидкісно-силових і координаційних здібностей, спеціальної витривалості та швидкості реакції, створює передумови для досягнення високих спортивних результатів [4, 7]. У зв'язку з цим актуальність дослідження зумовлена необхідністю науково обґрунтованого вдосконалення системи підготовки волейболістів, особливо на етапах навчально-тренувального процесу.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводилося на базі спортивного комплексу Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП, м. Рівне), а також Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського (ВДПУ, м. Вінниця).

У педагогічному експерименті брали участь 24 волейболісти віком 17–20 років, які були розподілені на дві групи. Експериментальну групу (ЕГ) становили 12 спортсменів НУВГП, тренувальний процес яких додатково включав виконання спеціалізованих вправ. Контрольну групу (КГ) склали 12 спортсменів ВДПУ, які займалися за звичайною програмою підготовки.

Тривалість педагогічного експерименту становила 12 тижнів. Оцінювання показників психофізичної підготовленості спортсменів здійснювалося на початку та наприкінці дослідження. Дослідження проводилося у період з жовтня по грудень 2025 року. Для досягнення поставленої мети використовувалися такі методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, узагальнення передового тренерського досвіду, педагогічне тестування, педагогічний експеримент, а також методи математичної статистики.

Результати дослідження. Спеціальні психофізичні якості мають вирішальне значення у змагальній діяльності волейболістів, а їх ефективний розвиток можливий лише за умови комплексного та системного підходу до тренувального процесу [9, 12]. Поєднання фізичних, технічних, тактичних і психофізіологічних засобів підготовки створює оптимальні умови для формування високого рівня спортивної майстерності та стабільної результативності гри [5, 15]. Однією з базових складових фізичної підготовленості волейболістів є швидкісно-силові якості, оскільки більшість ігрових дій виконується в умовах дефіциту часу та потребує значних м'язових зусиль. До таких дій належать стрибки під час виконання атакуючих ударів і блокування, різкі переміщення по майданчику, а також вибухові рухи верхніх кінцівок під час подачі та нападу. Високий рівень розвитку швидкісно-силових якостей забезпечує ефективність атакуючих дій, сприяє збільшенню висоти стрибка та сили удару, що безпосередньо впливає на результативність змагальної діяльності. Водночас недостатній розвиток цих якостей обмежує технічний арсенал спортсмена, знижує ефективність виконання технічних елементів і, відповідно, конкурентоспроможність волейболіста. Приклади вправ і рекомендоване дозування для розвитку швидкісно-силових якостей волейболістів наведено в таблиці 1.

Координаційні якості відіграють одну з ключових ролей у волейболі, який належить до складно координаційних ігрових видів спорту. У процесі змагальної діяльності волейболісти постійно виконують рухові дії в нестандартних умовах, за змінної швидкості, напрямку та траєкторії польоту м'яча, часто перебуваючи у стані стрибка або нестійкої рівноваги.

Таблиця 1

Вправи для розвитку швидкісно-силових якостей волейболістів

№	Назва вправи	Мета	Дозування
1	Вертикальні стрибки з місця	Розвиток вибухової сили ніг	3–4 підходи по 8–10 повторень
2	Стрибки з розбігу з імітацією атаки	Підвищення висоти стрибка	4–6 серій по 6–8 стрибків
3	Серійні стрибки через бар'єри	Швидкісно-силова витривалість	3–4 підходи по 10–12 стрибків
4	Кидки набивного м'яча вгору	Сила плечових м'язів	3 підходи по 8–10 разів
5	Присідання з вистрибуванням	Вибухова сила м'язів ніг	3 підходи по 6–8 повторень

Таблиця 2

Вправи для розвитку координації рухів

№	Назва вправи	Мета	Дозування
1	Передача м'яча в русі	Узгодження рухів	3–4 хв безперервної роботи
2	Передача після повороту на 360°	Орієнтація в просторі	3 підходи по 6–8 повторень
3	Вправи з одним дотиком	Точність і швидкість	4–5 серій по 30–40 с
4	Ловля м'яча після стрибка	Баланс і ритм	3 підходи по 8–10 разів
5	Ігрові вправи з обмеженим простором	Перебудова рухів	5–7 хв

Таблиця 3

Вправи для розвитку спеціальної витривалості

№	Назва вправи	Мета	Дозування
1	Серія атакуючих ударів	Стійкість до втоми	4–6 серій по 30–40 с
2	Багаторазове блокування	Витривалість стрибкових дій	3–5 серій по 8–10 блоків
3	Переміщення з технічними діями	Комплексна витривалість	4–6 хв
4	Навчальна гра підвищеної інтенсивності	Моделювання матчу	2–3 відрізки по 5 хв
5	Інтервальні стрибки	Анаеробна витривалість	3–4 підходи по 20–30 с

Високий рівень розвитку координаційних здібностей забезпечує здатність спортсмена швидко перебудовувати рухову діяльність, точно й своєчасно виконувати технічні прийоми, а також ефективно взаємодіяти з партнерами по команді. Особливо важливу роль координація відіграє під час прийому та передачі м'яча, виконання захисних дій, а також у процесі реалізації комбінаційної гри. Приклади вправ і рекомендоване дозування для розвитку координації рухів волейболістів наведено в таблиці 2.

Спеціальна витривалість визначає здатність волейболіста тривалий час виконувати інтенсивні ігрові дії без суттєвого зниження їх ефективності. Ігрова діяльність у волейболі характеризується багаторазовим чергуванням короткочасних вибухових навантажень із нетривалими паузами відпочинку, що висуває підвищені вимоги до функціональних можливостей організму спортсмена. Високий рівень розвитку спеціальної витривалості сприяє збереженню стабільності технічних і тактичних дій протягом усього матчу, особливо в його заключних фазах. Натомість недостатній рівень витривалості призводить до зниження точності рухів, сповільнення сенсомоторних реакцій та збільшення кількості технічних помилок, що негативно позначається

на результативності змагальної діяльності. Приклади вправ і рекомендоване дозування для розвитку спеціальної витривалості волейболістів наведено в таблиці 3.

Швидкість реакції є однією з провідних психомоторних якостей волейболістів, оскільки змагальна діяльність у цьому виді спорту потребує миттєвого реагування на дії суперника та постійну зміну ігрової ситуації.

У процесі гри волейболісти мають швидко оцінювати напрямки, швидкість і траєкторію польоту м'яча, оперативно приймати рішення та виконувати адекватні рухові дії. Високий рівень розвитку швидкості реакції забезпечує ефективне виконання захисних дій, своєчасний початок стрибка під час блокування або атакуючих дій, а також раціональний вибір позиції на ігровому майданчику. Розвиток цієї якості тісно пов'язаний з удосконаленням концентрації уваги, здатності до прогнозування та розвитку ігрового мислення, що в сукупності підвищує результативність змагальної діяльності волейболістів. Приклади вправ і рекомендоване дозування для розвитку швидкості реакції волейболістів наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Вправи для розвитку швидкості реакції

№	Назва вправи	Мета	Дозування
1	Реакція на зоровий сигнал	Швидкість реагування	3–4 підходи по 6–8 сигналів
2	Реакція на подачу м'яча	Сенсомоторна швидкість	4–6 хв
3	Вибір дії залежно від сигналу	Прийняття рішень	3–5 серій по 30–40 с
4	Захисні дії з раптовою зміною напрямку	Концентрація уваги	3–4 підходи по 6–8 разів
5	Ігрові вправи з варіативними завданнями	Психічна стійкість	5–7 хв

Таблиця 5

Комплекс вправ для нападників

№	Вправа	Спрямованість	Дозування
1	Стрибки з розбігу з імітацією нападу	Вибухова сила	5–6 серій по 6–8 стрибків
2	Серійне блокування біля сітки	Стрибова витривалість	4–5 серій по 8–10 блоків
3	Кидки набивного м'яча вперед	Сила удару	3–4 підходи по 8–10 разів
4	Атакуючі удари серіями	Спеціальна витривалість	4–6 серій по 30–40 с
5	Реакція на зміну напрямку передачі	Швидкість реакції	3–4 підходи по 6–8 разів

Таблиця 6

Комплекс вправ для зв'язуючих

№	Вправа	Спрямованість	Дозування
1	Передачі м'яча після переміщень	Координація	4–5 серій по 40–60 с
2	Передача з різних позицій	Точність рухів	3–4 підходи по 10–12 передач
3	Вибір адресата за сигналом	Прийняття рішень	4–6 серій по 30 с
4	Реакція на несподівану подачу	Сенсомоторна швидкість	5–6 хв
5	Ігрові вправи з дефіцитом часу	Психічна стійкість	5–7 хв

Окрему увагу в системі підготовки волейболістів доцільно приділяти розвитку психічної стійкості та здатності до емоційної регуляції, оскільки змагальна діяльність у волейболі супроводжується високим рівнем нервово-емоційного напруження. Напружені ігрові ситуації, відповідальність за результат та необхідність швидкого прийняття рішень вимагають від спортсменів високого рівня самоконтролю. Формування здатності до керування емоційними станами, підтримання концентрації уваги та психологічної рівноваги є необхідною умовою стабільності техніко-тактичних дій і збереження ефективності ігрової діяльності протягом усього матчу [15].

Використання наведених вправ у тренувальному процесі волейболістів, а також узагальнення практичного тренерського досвіду дали змогу розробити авторську комплексну програму підготовки та адаптувати спеціальні комплекси вправ відповідно до ігрових амплуа спортсменів. Диференціація тренувальних засобів за ігровими функціями сприяє цілеспрямованому розвитку провідних якостей, що забезпечують ефективність змагальної діяльності волейболістів [13].

Для гравців амплуа «нападник» (доігровщик / центральний, блокуючий) провідними є такі якості, як швидко-силові здібності, стрибучість, спеціальна витривалість і швидкість реакції. Комплекс спеціальних вправ, спрямований на їх розвиток, подано в таблиці 5.

Для гравців амплуа «зв'язуючий» (пасуючий) визначальними є високий рівень розвитку координації рухів, швидкості реакції, психофізіологічної стійкості та точності виконання рухових дій.

Саме ці якості забезпечують ефективну організацію командних дій, своєчасний і точний розподіл передач, а також прийняття оптимальних тактичних рішень у складних ігрових ситуаціях.

Комплекс спеціальних вправ для розвитку провідних якостей зв'язуючих наведено в таблиці 6.

Для гравців амплуа «ліберо» провідними є швидкість пересування по майданчику, високий рівень координаційних здібностей, швидкість реакції та спеціальна витривалість. Розвиток цих якостей забезпечує надійність захисних дій, ефективність прийому подачі та стабільність гри в умовах тривалого нервово-м'язового навантаження. Комплекс спеціальних вправ для гравців амплуа «ліберо» подано в таблиці 7.

Використання авторської комплексної програми підготовки сприяло цілеспрямованому розвитку провідних психофізичних якостей волейболістів. Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про більш виражені позитивні зміни у спортсменів ЕГ порівняно з КГ, що підтверджує ефективність застосування спеціалізованих тренувальних засобів. Зокрема, у показниках розвитку швидко-силових якостей волейболістів (табл. 8) у спортсменів ЕГ зафіксовано суттєвіший приріст результатів.

Таблиця 7

Комплекс вправ для «ліберо»

№	Вправа	Спрямованість	Дозування
1	Швидкі переміщення з прийомом м'яча	Реакція та швидкість	4–6 серій по 30–40 с
2	Прийом подачі з різних напрямків	Координація	3–4 підходи по 8–10 разів
3	Захисні дії після падіння	Орієнтація в просторі	3–4 серії по 6–8 разів
4	Човниковий біг з прийомом м'яча	Спеціальна витривалість	4–5 серій по 20–30 с
5	Реакція на зоровий сигнал	Швидкість реагування	3–4 підходи по 8 сигналів

Таблиця 8

Показники розвитку швидкісно-силових якостей волейболістів (стрибок у висоту, см)

Група	До експерименту	Після експерименту	Приріст
ЕГ	47,9 ± 1,2	53,8 ± 1,3	+5,9
КГ	48,2 ± 1,3	50,1 ± 1,4	+1,9

Таблиця 9

Рівень координаційних якостей (тест «човниковий біг 3×10 м», с)

Група	До експерименту	Після експерименту	Покращення
ЕГ	8,5 ± 0,2	7,8 ± 0,1	–0,7
КГ	8,4 ± 0,2	8,1 ± 0,2	–0,3

Таблиця 10

Показники спеціальної витривалості (кількість стрибків за 30 с)

Група	До експерименту	Після експерименту	Приріст
ЕГ	18,4 ± 1,0	22,9 ± 1,1	+4,5
КГ	18,6 ± 1,1	20,0 ± 1,2	+1,4

Після завершення експерименту середні показники стрибка у висоту в ЕГ зросли на 5,9 см, тоді як у КГ приріст становив лише 1,9 см. Отримані результати свідчать про високу результативність використання цілеспрямованих швидкісно-силових вправ, адаптованих до специфіки ігрової діяльності волейболістів.

Аналогічна тенденція спостерігалася і в розвитку координаційних якостей (табл. 9), що оцінювалися за результатами тесту «човниковий біг 3×10 м».

У спортсменів ЕГ час виконання тесту скоротився на 0,7 с, тоді як у КГ покращення становило лише 0,3 с. Значніше скорочення часу в ЕГ зумовлене використанням вправ зі зміною напрямку руху, ігрових координаційних завдань та моделюванням змагальних ситуацій.

Результати оцінювання спеціальної витривалості (табл. 10) також підтверджують перевагу експериментальної методики.

Кількість стрибків, виконаних за 30 секунд, у волейболістів ЕГ збільшилася на 4,5 рази, тоді як у КГ приріст становив лише 1,4 рази. Такий результат пояснюється застосуванням інтервальних навантажень і цілеспрямованого моделювання ігрових ситуацій у тренувальному процесі експериментальної групи.

Отримані експериментальні дані підтверджують доцільність і високу ефективність застосування спеціалізованих тренувальних засобів для розвитку провідних психофізичних якостей у підготовці волейболістів. Використання авторської

експериментальної програми тренувань забезпечило статистично значуще покращення показників у порівнянні із звичайною спортивною методикою. Найбільш виражені позитивні зміни спостерігалися у розвитку швидкісно-силових здібностей та спеціальної витривалості, що є ключовими чинниками для забезпечення ефективної та стабільної ігрової діяльності волейболістів.

Дискусія. У сучасних наукових дослідженнях з теорії та методики спортивного тренування відзначається, що значна кількість наявних методик підготовки волейболістів орієнтована переважно на розвиток загальних фізичних якостей – сили, швидкості та витривалості [11, 14]. Водночас психологічна складова тренувального процесу, а також її інтеграція з фізичною підготовкою з урахуванням специфіки ігрової діяльності у волейболі (швидке прийняття рішень, постійна зміна ігрових ситуацій, концентрація уваги тощо) часто залишається недостатньо опрацьованою [7, 16]. Окрему увагу науковці приділяють необхідності цілеспрямованого розвитку психічних якостей спортсменів, зокрема концентрації уваги, здатності до саморегуляції, емоційної стабільності та подолання стресових ситуацій у змагальній діяльності [6, 16]. Підкреслюється, що саме ці характеристики значною мірою визначають ефективність техніко-тактичних дій у швидкоплинних ігрових епізодах.

На думку низки дослідників, одним із можливих шляхів вирішення зазначеної проблеми є впровадження

комплексного підходу до розвитку фізичних і психологічних якостей спортсменів, що передбачає їх цілісне та взаємопов'язане формування в процесі тренування [8, 17]. Питання оцінювання та інтеграції психологічних і фізичних компонентів підготовки також розглядалися у працях, присвячених значущості психологічної готовності та навичок саморегуляції у волейболі [7].

Частина досліджень вказує на тісний взаємозв'язок психофізичних якостей із технічною та тактичною підготовкою спортсменів, однак при цьому залишається недостатньо визначеним практичний механізм їх одночасного тренування в рамках єдиного навчально-тренувального процесу [11, 17]. Незважаючи на загальне визнання того, що фізичні й психічні компоненти підготовки не повинні формуватися ізольовано, у практиці тренування вони нерідко розглядаються тренерами як відносно самостійні елементи [12, 14].

У зв'язку з цим постають проблемні питання: яким чином інтегрувати психологічну підготовку у щоденну тренувальну діяльність; чи мають тренери волейболу володіти спеціальною психологічною компетентністю; чи доцільною є постійна участь спортивного психолога в роботі команди [8].

Додаткову складність становить відсутність єдиного підходу до кількісної оцінки прогресу у розвитку психофізичних якостей спортсменів. У науковій літературі обговорюється доцільність використання виключно об'єктивних показників, суб'єктивної самооцінки гравців або їх поєднання [7]. Залишається відкритим питання, наскільки коректно покладатися на суб'єктивні відчуття спортсменів щодо власного функціонального та психічного стану, а також як ефективно індивідуалізувати тренувальний процес з урахуванням психофізіологічних особливостей кожного гравця. Підкреслюється, що однакові тренувальні програми можуть мати різну ефективність для спортсменів із відмінними психофізіологічними характеристиками [9, 13].

У зв'язку з цим, дискусійним залишається питання вибору найбільш репрезентативних показників оцінювання: стандартизовані тести, спостереження тренера чи аналіз поведінкових проявів у змагальній діяльності. Науковці акцентують увагу на складності стандартизації оцінки психофізичних показників, таких як сенсорні функції, увага, швидкість реакції, оперативне мислення та індивідуальні властивості нервової системи, які складно кількісно виміряти й безпосередньо інтегрувати в тренувальний процес [2, 5, 13].

Водночас встановлено вплив психофізіологічних показників на ефективність виконання технічних дій у грі, а також їх взаємозв'язок із типом нервової системи спортсменів [8, 15]. Дослідження підтверджують, що такі характеристики, як швидкість реакції, концентрація уваги та адаптивність, суттєво впливають на ігрову результативність волейболістів залежно від їх індивідуальних нейродинамічних властивостей [2]. У цьому контексті перспективним напрямом розвитку теорії і методики спортивного тренування є розробка комплексних методів визначення індивідуальних психофізичних особливостей волейболістів різного

ігрового амплуа з подальшою індивідуалізацією процесу підготовки з урахуванням притаманних спортсменам фізичних, спеціальних та психологічних якостей.

Висновки. У ході теоретичного аналізу науково-методичних джерел встановлено, що спеціальні психофізичні якості є визначальним чинником успішної змагальної діяльності волейболістів і суттєво впливають на ефективність виконання техніко-тактичних дій. Теоретично обґрунтовано значення швидкісно-силових здібностей, координації рухів, спеціальної витривалості та швидкості реакції як взаємопов'язаної системи спеціальних психофізичних якостей, цілеспрямований розвиток якої забезпечує підвищення рівня спортивної майстерності волейболістів.

Відповідно до мети дослідження розроблено авторську методику комплексів спеціальних вправ із регламентованим дозуванням, адаптовану до ігрових амплуа та рівня підготовленості волейболістів, що дозволяє цілеспрямовано впливати на розвиток спеціальних психофізичних якостей. Експериментальна перевірка ефективності запропонованої методики підтвердила її позитивний вплив на розвиток швидкісно-силових якостей: після завершення педагогічного експерименту приріст показників стрибка у висоту в експериментальній групі становив 5,9 см, тоді як у контрольній групі – лише 1,9 см. Аналогічна позитивна динаміка зафіксована й у розвитку координаційних якостей волейболістів, що оцінювалися за результатами тесту «човниковий біг 3×10 м», що свідчить про комплексний характер впливу запропонованої методики. Отримані експериментальні дані підтверджують ефективність цілеспрямованого розвитку спеціальних психофізичних якостей волейболістів у тренувальному процесі та доцільність використання спеціалізованих вправ з урахуванням специфіки ігрової діяльності.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на поглиблення індивідуалізації тренувальних програм і вивчення впливу розвитку спеціальних психофізичних якостей на рівень техніко-тактичної підготовленості волейболістів.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не існує ніякого конфлікту інтересів.

Література

1. Базилевич Н.О. Застосування ігрового методу для формування рухових умінь і навичок професійної спрямованості студентів у процесі фізичного виховання. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. 2023. 12(172), 201–205. DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2023.12\(172\).40](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2023.12(172).40)
2. Бейгул І.О., Шишкіна О.М., Гацура В.В. Розвиток фізичних якостей волейболістів. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. 2022. 11(157), 45–56. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.11\(157\).07](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.11(157).07)
3. Бойчук Р.І., Короп М.Ю., Крижанівський В.Р. Оптимізація тренувального навантаження юних волейболістів різного віку за спрямованістю та ступенем координаційної складності. Вісник Національного університету “Чернігівський колегіум” імені Т.Г. Шевченка, 2023. 176(20), 106–112. DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K\(176\).23](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K(176).23)
4. Годлевський П.М., Зубрицький Б.Д., Спринь О.Б. Розвиток спеціальних фізичних якостей футболістів. *Rehabilitation & Recreation*, 2024. 18(1). 218–226. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.23>

5. Заяцева Ю., Момот О. Психологічні критерії спортивного відбору. Педагогічні науки, 2024. (1).130–132. DOI: <https://doi.org/10.33989/2524-2474.2024.1.309105>
6. Келлер В.С., Плахтій П.Д. Підготовка спортсменів у ігрових видах спорту. Львів, 2014. 104.
7. Козіна Ж.Л., Чорний Ю.П., Поліщук С.Б. Вплив розвитку психофізіологічних здібностей на якість гри в захисті волейболісток високого класу. Педагогіка фізичного виховання і спорту, 2009. (1), 23–31. URL: <https://www.sportpedagogy.org.ua/html/journal/2009-01/09kzlvhc.pdf>
8. Міщук Д.М. Алгоритм визначення психофізіологічних показників кваліфікованих волейболістів за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова, 2022. 12(158).81–85. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12\(158\).18](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12(158).18)
9. Молдован А. Особливості ефективного розвитку стрибкових здібностей у сучасному волейболі. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective, 2025. 1(1), 384–391. DOI: [https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1\(1\).52](https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).52)
10. Платонов В.М. Система підготовки спортсменів у олімпійському спорті. Київ: Олімпійська література, 2015. 680.
11. Салатенко І.О., Дубинська О.Я. Психофізична досконалість студенток під впливом волейболу. Педагогіка, психологія, медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту, 2015. 12(16), 80–87. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe
12. Сироватко З.В. Особливості розвитку спеціальної швидкості у юних волейболістів. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова, 2023. 3, 112–119. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2018_3_28
13. Степанюк С.І., Руденко В.С., Максим'як Я.О. Рівень фізичної підготовленості волейболісток з урахуванням ігрового амплуа. Стратегічне управління розвитком фізичної культури і спорту. Харків, 2022. 110–115. URL: <http://repo.khdafr.com.ua/xmlui/handle/123456789/832>
14. Хлус Н. Розвиток швидкісно-силових якостей у школярів 13–14 років засобами волейболу. Спортивні ігри, 2024. 1(31), 65–74. DOI: <https://doi.org/10.15391/si.2024-1.06>
15. Del Percio C., Babiloni S., Bertollo M. Visuoattentional and sensorimotor alpha rhythms related to visuo-motor performance. Human Brain Mapping, 2009. 30(11), 3527–3540. DOI: 10.1002/hbm.20776.
16. Hammoodi M.F.K., Al-Abadi F.A.H., Al-Asadi H.F. Control of special physical training for qualified female volleyball players of different game roles. Acta Kinesiologica, 2022. 16(1), 63–72. DOI: 10.51371/issn.1840-2976.2022.16.1.8
17. Stamm R., Stamm M., Thomson K. Role of adolescent female volleyball players' psychophysiological properties and body build in performance of different elements of the game. Perceptual and Motor Skills, 2005. 101(1), 108–120. DOI: 10.2466/pms.101.1.108-120
- [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K\(176\).23](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.3K(176).23) [in Ukrainian].
4. Hodlevskyi P.M., Zubrytskyi B.D., Spryn O.B. (2024). Rozvytok spetsialnykh fizychnykh yakosteï futbolistiv [Development of special physical qualities of football players]. Rehabilitation & Recreation. 18(1). 218–226. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.23> [in Ukrainian].
5. Zaiatsieva Yu., Momot O. (2024). Psykholohichni kryterii sportyvnoho vidboru: motyvatsiia, uvaha, volovi yakosti toshcho [Psychological criteria for sports selection: motivation, attention, strong-willed qualities, etc.]. Pedahohichninauky, (1), 130–132. <https://doi.org/10.33989/2524-2474.2024.1.309105> [in Ukrainian].
6. Keller V.S., Plakhtii P.D. (2014.). Pidhotovka sportsmeniv u ihrovykh vyдах sportu [Training of athletes in game sports]. Lviv, 104. [in Ukrainian].
7. Kozina Zh.L., Chorny Yu.P., Polishchuk S.B. (2009). Vplyv rozvytku psykhoфизиологичных здібностей на yakist hry v zakhysti voleibolistok vysokoho klasu [The influence of the development of psychophysiological abilities on the quality of the defense game of high-class volleyball players]. Pedahohika fizychnoho vykhovannia i sportu, (1), 23–31. <https://www.sportpedagogy.org.ua/html/journal/2009-01/09kzlvhc.pdf> [in Ukrainian].
8. Mishchuk D.M. (2022). Alhorytm vyznachennia psykhoфизиологичных nykhpokaznykiv kvalifikovanykh voleibolistiv za dopomohoiu suchasnykh kompiuternykh tekhnolohii [Algorithm for determining psychophysiological indicators of qualified volleyball players using modern computer technologies]. Naukovy ichasopys NPU imeni M.P. Drahomanova, 4. 45–52. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12\(158\).18](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12(158).18) [in Ukrainian].
9. Moldovan A. (2025). Osoblyvosti efektyvnogo rozvytku strybkovykh zdibnostei u suchasnomu voleiboli [Features of effective development of jumping abilities in modern volleyball]. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective, 22(1), 34–41. [https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1\(1\).52](https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).52) [in Ukrainian].
10. Platonov V.M. (2015). Systema pidhotovky sportsmeniv u olimpiiskomu sporti [The system of training athletes in Olympic sports]. Kyiv: Olimpiiska literatura, 680. [in Ukrainian].
11. Salatenko I.O., Dubynska O.I. (2015). Psykhofizychna doskonalist studentok pid vplyvom volebolu [Psychophysical perfection of female students under the influence of volleyball]. Pedahohika, psykholohiia, medyko-biologichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu, 12(16), 80–87. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe [in Ukrainian].
12. Syrovatko Z.V. (2023). Osoblyvosti rozvytku spetsialnoi shvydkosti u yunykh voleibolistiv [Peculiarities of the development of special speed in young volleyball players]. Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova, 3, 112–119. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2018_3_28 [in Ukrainian].
13. Stepaniuk S.I., Rudenko V.S., Maksymiak Ya.O. (2022). Riven fizychnoi pidhotovlenosti voleibolistok z urakhuvanniam ihrovoho amplua [The level of physical fitness of volleyball players taking into account their playing role]. Stratehichne upravlinnia rozvytkom fizychnoi kultury i sportu. Kharkiv, 110–115. <http://repo.khdafr.com.ua/xmlui/handle/123456789/832> [in Ukrainian].
14. Khlus N. (2024). Rozvytok shvydkisno-sylovykh yakosteï u shkoliariv 13–14 rokiv zasobamy volebolu [Development of speed and strength qualities in schoolchildren aged 13–14 using volleyball]. Sportyvni ihry, 1(31), 65–74. <https://doi.org/10.15391/si.2024-1.06> [in Ukrainian].
15. Del Percio C., Babiloni S., Bertollo M. (2009). Visuoattentional and sensorimotor alpha rhythms related to visuo-motor performance. Human Brain Mapping, 30(11), 3527–3540. DOI: 10.1002/hbm.20776.
16. Hammoodi M.F.K., Al-Abadi F.A.H., Al-Asadi H.F. (2022). Control of special physical training for qualified female volleyball players of different game roles. Acta Kinesiologica, 16(1), 63–72. DOI: 10.51371/issn.1840-2976.2022.16.1.8
17. Stamm R., Stamm M., Thomson K. Role of adolescent female volleyball players' psychophysiological properties and body build in performance of different elements of the game. Perceptual and Motor Skills, 2005. 101(1), 108–120. DOI: 10.2466/pms.101.1.108-120

References

1. Bazylevych N.O. (2023). Zastosuvannia ihrovoho metodu dla formuvannia rukhovykh umin ta navychok voleibolistiv u fizychnii pidhotovtsi [Application of the game method to develop motor skills and abilities of volleyball players in physical training]. Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. 12(172), 201–205. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2023.12\(172\).40](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2023.12(172).40) [in Ukrainian].
2. Beihul I.O., Shyshkina O.M., Hatsura V.V. (2022). Rozvytok fizychnykh yakosteï voleibolistiv [Development of physical qualities of volleyball players]. Naukovyi chasopys Ukrainkoho derzhavnogo universytetu imeni Mykhaila Drahomanova. 11(157), 45–56. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.11\(157\).07](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.11(157).07) [in Ukrainian].
3. Boichuk R.I., Korop M.Yu., Kryzhanivskyi V.R. (2023). Shliakhy optymizatsii protsesu fizychnoi pidhotovky yunykh voleibolistiv [Ways to optimize the process of physical training of young volleyball players]. Visnyk Natsionalnoho universytetu “Chernihivskiy kolehium” imeni T.H. Shevchenka, 176(20), 106–112.

СИСТЕМНА ПАРАДИГМА ДІАГНОСТИКИ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЯК ОСНОВА АРХІТЕКТОНІКИ ПРОФІЛАКТИКО-КОРЕКЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСІБ ЗРІЛОГО ВІКУ

SYSTEMIC PARADIGM FOR DIAGNOSING BODY SPATIAL ORGANIZATION AS A STRUCTURAL BASIS FOR PREVENTIVE AND CORRECTIVE ACTIVITIES IN ADULTS

Кашуба В. О.¹, Григус І. М.², Дем'юхін Д. Ю.¹

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна

²Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

ORCID: 0000-0001-6669-738X

ORCID: 0000-0003-2856-8514

ORCID: 0009-0001-1346-7465

Kashuba V. O.¹, Grygus I. M.², Demokhin D. Yu.¹

¹National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

Анотації

Вступ. У сучасній науковій парадигмі дослідження морфофункціонального стану людини дедалі більшої ваги набуває системний підхід, який дозволяє інтегрувати результати різнорівневих досліджень у цілісну модель оцінювання та корекції просторової організації тіла. Просторова організація тіла осіб зрілого віку розглядається як багатокомпонентна біомеханічна система, що формується внаслідок взаємодії морфологічних, функціональних та нейром'язових механізмів регуляції. У межах цієї системи постава виступає інтегральним показником стану опорно-рухового апарату та відображає ступінь гармонійності функціонування його структурних ланок.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати системну парадигму діагностики просторової організації тіла осіб зрілого віку та визначити її структурно-функціональну роль в архітектоніці профілактико-корекційної діяльності, спрямованої на оптимізацію постурального статусу та підвищення функціональної стійкості опорно-рухового апарату.

Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення літературних джерел; педагогічне тестування, фотозйомка й аналіз постави, методи математичної статистики.

Результати. У осіб зрілого віку стан біогеометричного профілю постави статистично значущо корелює з функціональними показниками рухової активності та сегментарною симетрією опорно-рухового апарату. Високий рівень просторової організації тіла асоціюється з оптимальною рухливістю тазостегнового та поперекового відділів, підвищеною витривалістю м'язів живота та збереженням біомеханічного балансу, тоді як середній і низький рівні просторової організації тіла відзначаються дисбалансами та зниженням адаптаційного потенціалу. Застосування системного підходу до діагностики просторової організації тіла дозволяє інтегрувати аналітичні та функціональні дані для розроблення диференційованих корекційно-профілактичних програм, що спрямовані на відновлення біомеханічної рівноваги та підвищення ефективності рухової діяльності.

Висновки. Сформована системна парадигма діагностики просторової організації тіла забезпечує прецизійну експлікацію біогеометричного профілю та верифікацію валідизованих діагностичних маркерів. Встановлені індикатори детермінують перехід від загальнооздоровчих підходів до високотехнологічних алгоритмів реституції опорно-рухового апарату. Впроваджений контрольно-оцінювальний контур реалізує ітераційну циклічність та адаптивність системи, що, через механізми перманентного моніторингу, гарантує адекватність біомеханічного відгуку на програмовані навантаження. Практична імплементація парадигми ініціює каскадну морфофункціональну регенерацію, трансформуючи пасивну структуру постави у динамічно стійку, енергоефективну систему, здатну до автономної підтримки біомеханічного гомеостазу.

Ключові слова: просторова організація тіла, постава, функціональна мобільність, корекційно-профілактичні програми, морфофункціональний статус, діагностика, постуральний праксис, особи зрілого віку, системний підхід.

Introduction. In the contemporary scientific paradigm of human morphofunctional assessment, a systemic approach is increasingly recognized as essential, allowing the integration of multi-level research results into a holistic model for evaluating and correcting body spatial organization. The spatial organization of the body in middle-aged adults is conceptualized as a multi-component biomechanical system, shaped by the interaction of morphological, functional, and neuromuscular regulatory

mechanisms. Within this system, posture serves as an integral indicator of musculoskeletal status, reflecting the degree of harmony in the functional interplay of its structural units.

Objective. To theoretically substantiate a systemic paradigm for diagnosing body spatial organization in middle-aged adults and to determine its structural-functional role in the architectonics of preventive and corrective interventions aimed at optimizing postural status and enhancing musculoskeletal functional stability.

Methods. The study employed theoretical analysis and synthesis of literature sources, photographic posture assessment, and statistical data analysis methods.

Results. In middle-aged adults, the state of the biomechanical profile of posture significantly correlates with functional indicators of motor activity and segmental symmetry of the musculoskeletal system. High levels of body spatial organization are associated with optimal mobility of the hip and lumbar spine, increased endurance of abdominal muscles, and preservation of biomechanical balance, whereas medium and low levels are characterized by postural imbalances and reduced adaptive potential. The application of a systemic diagnostic approach enables integration of analytical and functional data for the development of differentiated preventive and corrective programs aimed at restoring biomechanical equilibrium and enhancing the efficiency of motor activity.

Conclusions. The established systemic paradigm for body spatial organization diagnostics provides precise explication of the biomechanical profile and validation of diagnostic markers. Identified indicators determine the transition from general health-oriented approaches to high-tech musculoskeletal restitution algorithms. The implemented control-assessment framework ensures iterative cyclicity and adaptive responsiveness of the system, with permanent monitoring mechanisms guaranteeing adequacy of biomechanical responses to programmed loads. Practical implementation of the paradigm initiates a cascade of morphofunctional regeneration, transforming passive postural structures into a dynamically stable, energy-efficient system capable of autonomously maintaining biomechanical homeostasis.

Keywords: body spatial organization, posture, functional mobility, preventive and corrective programs, morphofunctional status, diagnostics, postural praxis, middle-aged adults, systemic approach.

Вступ. Актуальність досліджуваної проблематики детермінована системними трансформаціями соціокультурного та біосоціального буття сучасного населення, що зумовлюють стійку тенденцію до зниження соматичного здоров'я осіб другого періоду зрілого віку [1, 14]. В умовах тотальної цифровізації життєвого простору спостерігається інтенсифікація гіподинамічних процесів та переважання статико-динамічних патернів праці, що в поєднанні з кумулятивним ефектом психоемоційного стресу ініціює деструктивні зміни в архітектоніці опорно-рухового апарату (ОРА) [15, 19]. Це призводить до розладу механізмів гомеостатичного регулювання та формування стійких постуральних дисфункцій, що нівелюють адаптаційний потенціал індивіда [13, 20].

Система оздоровчого фітнесу в даному дискурсі постає не лише як сукупність рухових технік, а як комплексна антропоцентрична технологія, спрямована на реституцію функціональних спроможностей організму [12, 16, 17]. Ефективність профілактично-корекційних заходів безпосередньо корелює з глибиною верифікації індивідуального морфофункціонального статусу, де ключовим предикатором виступає просторова організація тіла (ПОТ) [2, 3].

У сучасному науковому дискурсі ПОТ концептуалізується як гетерогенна, проте цілісна єдність морфологічних детермінант та функціональних констант життєдіяльності індивіда. Даний конструктор знаходить свою об'єктивізацію в екзогенній маніфестації – «габітусі», що постає як результуюча інтерференції генетично детермінованих задатків та кумулятивних адаптаційних реакцій організму на екзогенні подразники [2, 3, 18]. ПОТ позбавлена ознак статичної константи; вона репрезентує собою динамічний біогеометричний профіль, що інкорпорує триєдину систему показників: соматична архітектоніка та антропометричні параметри, що визначають просторові межі біосистеми; стан

суглобово-зв'язкового апарату та специфіка нейром'язової координації, що забезпечують варіативність; здатність системи до підтримання вертикальної стійкості та енергоефективного постурального контролю [2, 3]. Формування архітектоніки ПОТ детерміноване складним взаємовпливом філогенетичних та онтогенетичних програм розвитку. Будь-яка девіація від оптимального біогеометричного стандарту розглядається як дестабілізуючий чинник, що ініціює каскад патоморфологічних змін [5, 7].

Аналіз сучасних наукових підходів свідчить, що профілактика та корекція постуральних дисфункцій потребує імплементації системного підходу. Це передбачає конвергенцію діагностичних, методичних та організаційних компонентів у єдину функціональну модель оздоровчого супроводу.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати системну парадигму діагностики ПОТ осіб зрілого віку та визначити її структурно-функціональну роль в архітектоніці профілактико-корекційної діяльності, спрямованої на оптимізацію постурального статусу та підвищення функціональної стійкості ОРА.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження реалізовано з дотриманням біоетичних норм Гельсінської декларації. Діагностичний комплекс охоплював антропометрію, педагогічне тестування та цифровий біомеханічний аналіз біогеометричного профілю постави (програмний комплекс APECS AI). Статистична верифікація результатів здійснювалася методами непараметричного аналізу, що забезпечило об'єктивізацію дескриптивних показників морфофункціонального статусу.



Рис. 1. П'ятирівнева архітектура системної парадигми діагностики ПОТ людини

Результати. У сучасній науковій парадигмі дослідження морфофункціонального стану людини дедалі більшої ваги набуває системний підхід, який дозволяє інтегрувати результати різнорівневих експериментальних розвідок у цілісну модель оцінювання та корекції ПОТ. У межах цієї системи постава виступає інтегральним показником стану ОРА та відображає ступінь гармонійності функціонування його структурних ланок, взаємозв'язку м'язових і кісткових компонентів та ефективності постурального контролю. З огляду на складність зазначеного феномену, процес його дослідження потребує побудови ієрархічної діагностичної моделі, яка забезпечує послідовний перехід від збору первинних емпіричних даних до формування індивідуалізованих профілактико-корекційних програм, спрямованих на оптимізацію біогеометричного профілю постави та підвищення функціональної стійкості ОРА. У запропонованій концепції така модель репрезентована у вигляді п'ятирівневої архітектури системної діагностики, що включає діагностичний, аналітико-інтерпретаційний, прогностично-проектувальний, практико-реалізаційний та контрольно-оцінювальний рівні (рис. 1).

Запропонована модель дозволяє забезпечити логічну послідовність від діагностики до практичного впливу, інтегруючи теоретичні та емпіричні знання для розробки ефективних профілактико-корекційних заходів у системі оздоровчого фітнесу для осіб зрілого віку.

1. Діагностичний рівень (збір первинної інформації). Діагностичний рівень становить фундаментальну основу всієї системи оцінювання, оскільки саме на цьому етапі формується інформаційна база, необхідна для подальшого аналізу. Його основним

завданням є комплексне вивчення морфологічних і функціональних характеристик ПОТ.

У межах цього рівня здійснюється:

визначення антропометричних параметрів (довжини та маси тіла, пропорцій сегментів, індексів фізичного розвитку). Результати констатувального етапу експерименту, проведеного М. Стопою під науковим керівництвом професора В. Кашуби, становлять вагомий емпіричний базис для верифікації викладеної вище системної парадигми. Нижче наведено наукову інтерпретацію та систематизацію результатів експерименту в контексті дослідження (рис. 2, табл. 1).

візуально-інструментальне оцінювання постави, що дозволяє ідентифікувати наявність відхилень у фронтальній та сагітальній площинах; аналіз біогеометричного профілю тіла, який характеризує просторове взаєморозташування основних анатомічних орієнтирів засобами інтелектуального модуля «APECS AI» (рис. 3). Методологічний потенціал програмно-апаратного комплексу «APECS AI» реалізується через алгоритмізовану експрес-діагностику біогеометричного профілю постави, що поєднує кількісний та якісний аналіз морфофункціонального стану ПОТ. Система забезпечує автоматизовану класифікацію обстежуваних за функціональними рівнями біогеометричного профілю постави (оптимальний, допустимий, ризиковий, критичний), формування інтегрального індексу функціонального стану біогеометричного профілю постави, а також виявлення зон підвищеного ризику розвитку дисфункцій ПОТ, що є критично важливим для прогнозування потенційних порушень постави та планування корекційно-профілактичних заходів.



Рис. 2. Розподіл жінок 23–26 років за типами тілобудови (n=45)

Таблиця 1

Антропометричні показники жінок першого періоду зрілого віку з різним типом тілобудови (n=45)

Антропометричні показники	Середньостатистичні показники; типи тілобудови					
	$\bar{x}$	S	m	V, %	$x_{\min}$	$x_{\max}$
астенічний тип тілобудови (n=12)						
довжина тіла, см	171,33	1,92	0,56	1,12	169	175
маса тіла, кг	54,20	1,49	0,43	2,74	51,0	56,2
ідеальна маса тіла, кг	54,54	1,07	0,31	1,97	53,40	56,20
індекс маси тіла, кг/м ²	18,47	0,62	0,18	3,33	17,6	19,7
індекс Рорера, ум. од.	10,78	0,44	0,13	4,07	10,1	11,6
пікнічний тип тілобудови (n=13)						
довжина тіла, см	164,77	1,36	0,38	0,83	162	167
маса тіла, кг	68,46	1,23	0,34	1,80	66,7	70,3
ідеальна маса тіла, кг	64,48	1,52	0,42	2,36	62,30	67,20
індекс маси тіла, кг/м ²	25,22	0,63	0,18	2,51	24,2	26,1
індекс Рорера, ум. од.	15,31	0,48	0,13	3,16	14,6	16,1
нормостенічний тип тілобудови (n=20)						
довжина тіла, см	166,90	1,07	0,24	0,64	165	169
маса тіла, кг	60,69	0,88	0,20	1,45	59,0	62,1
ідеальна маса тіла, кг	61,31	1,89	0,42	3,08	59,50	68,30
індекс маси тіла, кг/м ²	21,79	0,44	0,10	2,04	21,2	22,8
індекс Рорера, ум. од.	13,06	0,33	0,07	2,54	12,6	13,8

Примітка. n – кількість досліджуваних у групі; $\bar{x}$ – середнє арифметичне значення; S – стандартне відхилення; m – стандартна похибка середнього арифметичного; $x_{\min}$ – найнижче та $x_{\max}$ – найвище значення показника.

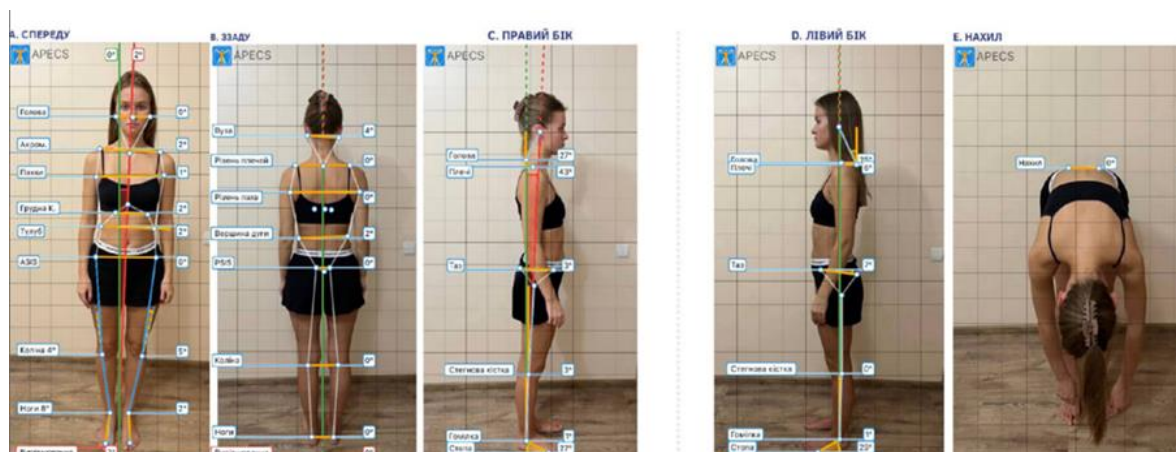


Рис. 3. Технологія цифрової об'єктизації біометричного профілю тіла засобами інтелектуального модуля «APECS AI»



Рис. 4. Стандартна проба Ромберга з відкритими очима

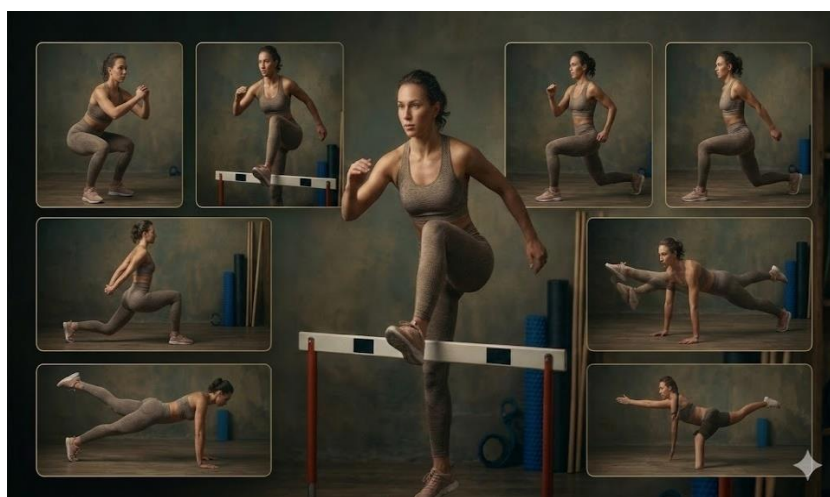


Рис. 5. Функціональне оцінювання рухів «FMS»

Використання програмного комплексу «APECS AI» забезпечує багаторівневу та комплексну діагностику ПОТ, поєднуючи об'єктивізований аналіз морфофункціонального стану, цифровий скринінг, динамічний моніторинг змін та прогностичну оцінку тенденцій розвитку дисфункцій. Така інтеграція аналітичних, діагностичних та прогностичних модулів значно розширює методологічні можливості системно-прогностичного управління станом ПОТ, дозволяючи оптимізувати профілактико-корекційну діяльність і

підвищити ефективність індивідуалізованих оздоровчих програм;

дослідження постуральної стабільності та здатності до підтримання рівноваги тіла. Дослідження постуральної стабільності в межах наукових розвідок С. Ватаманюка (під керівництвом проф. В. Кашуби) додає до системної парадигми діагностики ПОТ критично важливий складник – статокінетичну функцію [4].

Для чоловіків першого періоду зрілого віку здатність до підтримки вертикального балансу є чутливим індикатором нейром'язового контролю, що корелює з типом біогеометричного профілю постави (рис. 4).

оцінювання функціонального стану ОРА, включаючи рухливість суглобів, м'язовий баланс та координаційні можливості. Інтеграція методики Functional Movement Screen (FMS, [8]) у системну парадигму діагностики ПОТ дозволяє перевести процес оцінювання з площини статичної морфології у площину динамічної функціональності. Для осіб зрілого віку це має вирішальне значення, оскільки саме якість базових рухових патернів детермінує ступінь зносу структур

ОРА та ефективність подальшої корекції. Функціональне оцінювання рухів «FMS», а саме: «Deep Squat – присідання», «Hurdle Step – переступання через бар'єр», «In-Line Lung – випад», «Shoulder Mobility – рухливість плечового пояса», «Active Straight Leg Raise – підйом прямої ноги», «Trunk Stability Push Up – віджимання», «Rotary Stability – ротаційна стабільність» (рис. 5). Таким чином, діагностичний рівень забезпечує комплексне відображення вихідного стану ПОТ, що є передумовою для подальшого науково обґрунтованого аналізу.

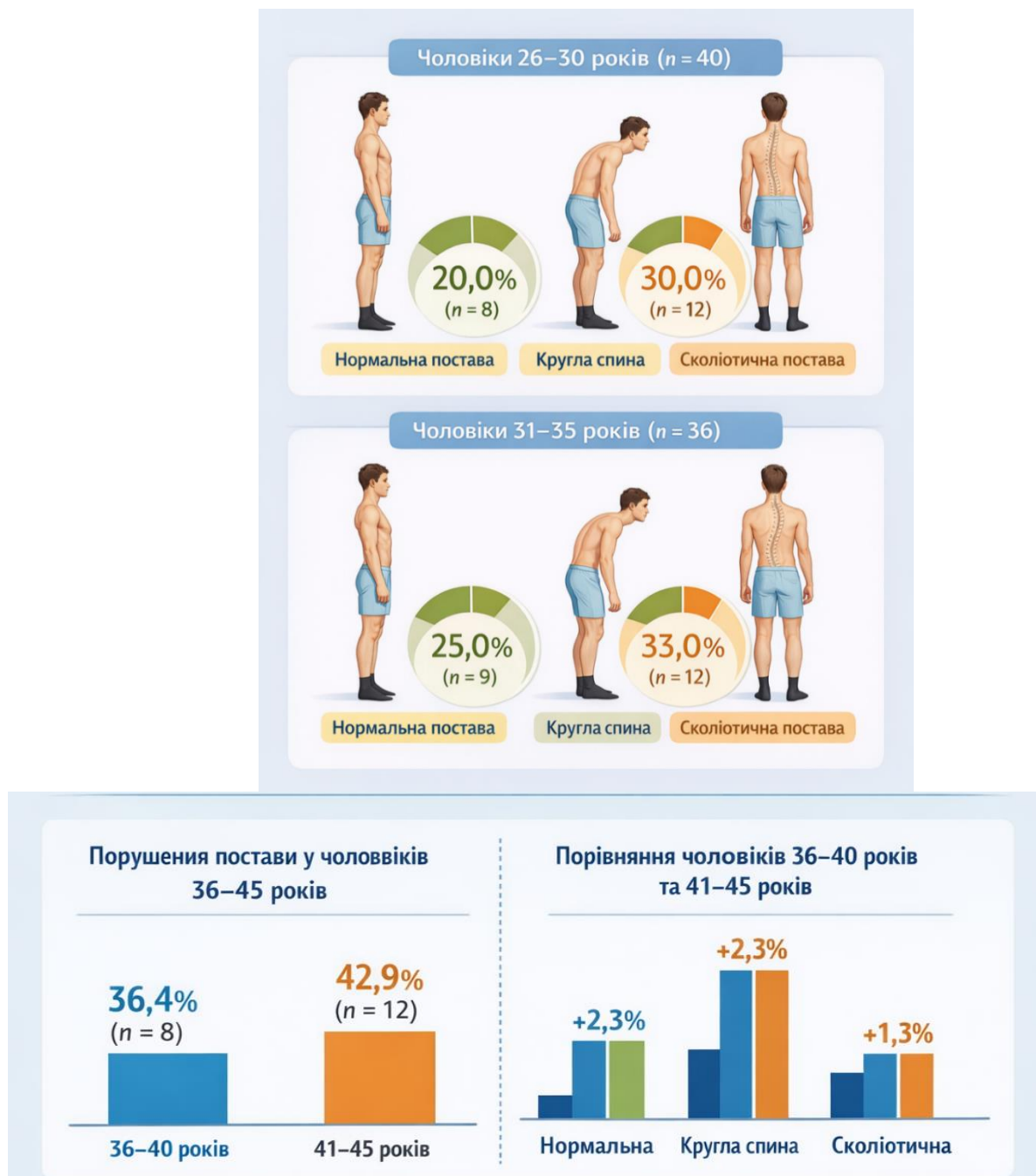


Рис. 6. Стан ПОТ чоловіків 26–45 років [4]

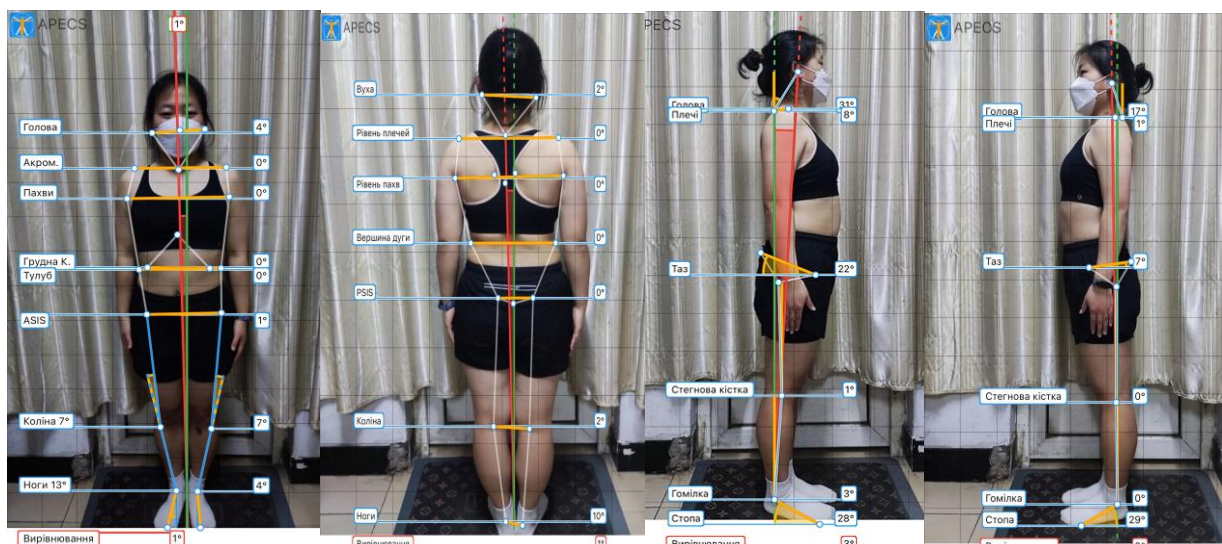


Рис. 7. Морфофункціональний профіль мешканки м. Чжоукоу, Китай

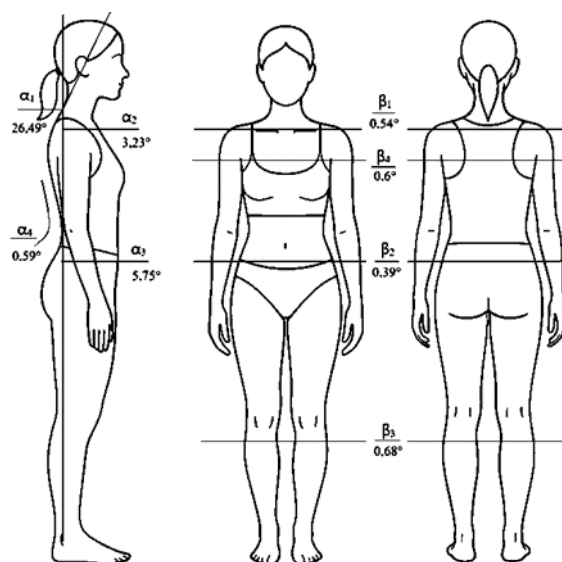


Рис. 8. Узагальнений біометричний профіль нормальної постанти жінок першого періоду зрілого віку з м. Чжоукоу, Китай ($n=8$), де α_1 – кут нахилу голови в сагітальній площині, α_2 – симетричність плечового поясу в сагітальній площині, α_3 – кут нахилу тазу в сагітальній площині, α_4 – зміщення тіла в сагітальній площині, β_1 – симетричність плечового поясу у фронтальній площині, β_2 – кут нахилу тазу у фронтальній площині, β_3 – рівень колін у фронтальній площині, β_4 – рівень лопаток у фронтальній площині

2. Аналітико-інтерпретаційний рівень (обробка та систематизація результатів). Наступним етапом функціонування моделі є аналітико-інтерпретаційний рівень, який передбачає інтеграцію та узагальнення отриманих емпіричних даних. На цьому рівні здійснюється їх статистична обробка, систематизація та інтерпретація з позицій сучасних біомеханічних та функціональних концепцій.

Ключовими компонентами цього рівня є:

класифікація типів постанти та визначення характеру постуральних відхилень; визначення факторів ризику, які можуть сприяти формуванню або прогресуванню постуральних порушень.

Результати досліджень С. Ватаманюка та Ю. Руденко (рис. 6) дозволяють простежити еволюцію постуральних порушень у континуумі зрілого віку, що є критично важливим для розробки диференційованих, науково

обґрунтованих корекційно-профілактичних програм, інтегрованих у систему оздоровчих заходів [4].

Компаративний аналіз результатів констатувальних експериментів, проведених у межах наукової школи професора В. Кашуби, дозволяє систематизувати вікову динаміку деградації ПОТ чоловіків першого (26–35 років) та другого (36–45 років) періодів зрілого віку, демонструючи закономірності формування структурно-функціональних дисбалансів ОРА [4].

Системний аналіз отриманих даних обґрунтовує доцільність впровадження багаторівневої етапної системи профілактико-корекційних заходів, яка передбачає диференціацію програм залежно від вікових і морфофункціональних особливостей контингенту. У віковій групі 26–35 років пріоритетними завданнями є стабілізація ПОТ, формування та закріплення оптимального біометричного профілю тіла, підтримка

нормальної симетрії сегментів та забезпечення гармонійного взаємодіяння м'язово-скелетних структур. У віковому сегменті 36–45 років акцент зміщується на реституцію рухливості грудного відділу хребта, корекцію м'язового дисбалансу та нейтралізацію функціональних проявів «круглої спини», що є наслідком вікової адаптації та деструктивного впливу статичної напруги. Таким чином, інтеграція результатів зазначених досліджень створює науково обґрунтовану платформу для розробки індивідуалізованих та диференційованих профілактико-корекційних програм, які враховують комплекс морфологічних, біомеханічних і нейром'язових показників, забезпечуючи ефективну підтримку морфофункціонального стану ОРА та формування довготривалої постуральної стійкості у контексті системного підходу до оздоровчого процесу [4];

оцінювання симетрії сегментів тіла та взаємного розташування анатомічних структур.

Оцінювання симетрії сегментів тіла та взаємного розташування анатомічних структур є базовим компонентом комплексного вивчення морфофункціонального статусу жінок першого періоду зрілого віку. Дослідження, проведене Хуан Хуана під науковим керівництвом проф. В. Кашуби, базувалося на використанні програмного забезпечення APECS AI (рис. 7). Методологічний дескриптор дослідження базується на застосуванні високотехнологічного інструментарію APECS AI, що дозволило здійснити прецизійну верифікацію морфофункціональних параметрів та детермінувати архітектуру тіла через призму системно-структурного підходу. У результаті математико-статистичного моделювання було

експліковано Узагальнений біогеометричний профіль нормальної постави репрезентативної вибірки жінок першого періоду зрілого віку (м. Чжоукоу, КНР; n=8). Концептуалізація морфофункціонального профілю реалізована через дворівневу площинну диференціацію, що забезпечує холістичне розуміння статички опорно-рухового апарату (рис. 8).

оцінка постуральної стабільності та здатності до підтримання рівноваги тіла.

У роботах С. Ватаманюка статокінетична функція чоловіків 26–35 років аналізувалася через призму стабілометричних показників, що відображають мікроколивання центру тиску (ЦТ) у просторі (табл. 2).

Такі кількісні параметри дозволяють об'єктивно оцінити динаміку постуральної стабільності, визначити рівень адаптивної здатності ОРА та ідентифікувати потенційні дисбаланси, які можуть призводити до формування функціональних порушень. Результати досліджень демонструють, що тип постави суттєво впливає на параметри стабільності, що підтверджує необхідність індивідуалізованого підходу до корекційно-профілактичних програм у контингенті чоловіків зрілого віку; виявлення біомеханічних дисбалансів, що виникають унаслідок асиметрії м'язового тону або порушення рухових стереотипів.

Системний аналіз моторики чоловіків другого періоду зрілого віку, реалізований через поєднання методології FMS та цифрового профілювання біогеометричного профілю постави, дозволив Ю. Руденко експлікувати низку статистично значущих закономірностей [4] (рис. 9)

Таблиця 2

Порівняльний аналіз показників вертикальної стійкості тіла чоловіків 26–30 і 31–35 років із круглою спиною під час виконання проби Ромберга із розплющеними очима (n = 20)

Досліджувані показники	Розрахункові показники				t	p
	26–30 (n = 8)		31–35 (n = 12)			
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
Qx: розкид у фронтальній площині, мм	1,4	0,3	1,6	0,3	0,88	0,391
Qy: розкид у сагітальній площині, мм	2,4	0,4	2,5	0,5	0,53	0,606
Q: середній розкид, мм	2,5	0,5	2,7	0,5	0,70	0,492
V: середня швидкість переміщення ЦТ, мм·с ⁻¹	9,3	0,5	9,3	0,5	0,38	0,706
Lx: довжина траєкторії ЦТ у фронтальній площині, мм	73,9	1,0	74,6	0,5	1,86	0,092
Ly: довжина траєкторії ЦТ у сагітальній площині, мм	139,8	1,0	153,5*	0,8	31,80	0,001
ЯФР: якість функції рівноваги, %	81,1	0,8	78,7*	0,8	6,63	0,001

Примітка. * – різниця є статистично значущою на рівні $p < 0,001$

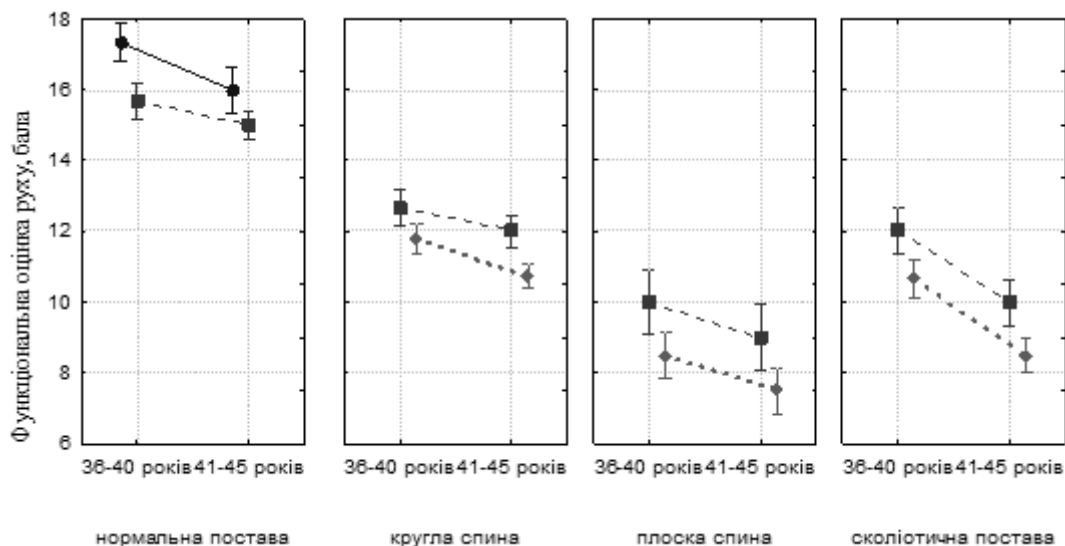


Рис. 9. Залежність функціональної оцінки руху від рівня стану біогеометричного профілю постави та типу постави чоловіків 36 – 45 років ($n = 50$):

—●— - високий стан біогеометричного профілю; —■— - середній; —◆— - низький

Використання процедури апостеріорних множинних порівнянь за критерієм Дункана дало змогу верифікувати ієрархічну детермінацію функціональних можливостей залежно від рівня стану біогеометричного профілю постави. Результати дослідження продемонстрували, що функціональна оцінка рухової активності чоловіків вікової підгрупи 36–40 років із високим рівнем стану біогеометричного профілю постави є статистично значуще вищою ($p < 0,05$) порівняно з відповідними показниками чоловіків із середнім та низьким рівнями стану профілю у межах усіх вікових підгруп. Аналогічно, функціональна оцінка чоловіків цієї ж вікової категорії із середнім рівнем стану біогеометричного профілю постави достовірно перевищує ($p < 0,05$) показники тих, у кого відзначається низький рівень обох вікових підгруп. Водночас чоловіки з низьким рівнем стану біогеометричного профілю постави демонструють функціональні результати, що статистично значуще ($p < 0,05$) перевищують аналогічні показники чоловіків із низьким рівнем обох вікових підгруп. При цьому встановлено, що між функціональними оцінками рухової сфери чоловіків із однаковим рівнем стану біогеометричного профілю постави залежно від належності до різних вікових підгруп статистично значущих відмінностей не виявлено ($p > 0,05$) [4].

Подальший дисперсійний аналіз дав змогу ідентифікувати статистично значущий ($p < 0,05$) вплив стану біогеометричного профілю постави на параметри витривалості м'язів живота, а також рухливості тазостегнового суглоба та поперекового відділу хребта у чоловіків 36–45 років, що зумовило необхідність врахування цих функціональних характеристик при формуванні моделі корекційно-профілактичних заходів. Отримані дані демонструють, що розроблення комплексних програм функціональної оптимізації повинно передбачати не лише диференційоване урахування рівня стану біогеометричного профілю

постави, але й інтеграцію багатовимірних оцінок рухових функцій, що дозволяє реалізувати диференційований підхід у контексті превентивної кінезіології для чоловіків другого періоду зрілого віку [4].

Аналітичний етап дозволяє перейти від простого опису показників до поглибленого розуміння механізмів формування постуральних дисфункцій, що є необхідною умовою для розроблення ефективних профілактико-корекційних заходів.

3. Прогностично-проектувальний рівень постає як ключовий етап формування науково обґрунтованих рішень, виконуючи функцію концептуального мосту між результатами теоретичного та аналітичного дослідження і практичною імплементацією корекційно-профілактичних заходів. У межах цього рівня здійснюється системне моделювання подальших профілактико-корекційних впливів із урахуванням багатовимірних характеристик морфофункціонального стану суб'єкта, що забезпечує можливість не лише прогнозування ефективності запланованих заходів, але й визначення оптимальних стратегічних напрямів оздоровчої діяльності, інтегрованих у цілісну систему управління постуральним та функціональним статусом ОРА.

Ключовими компонентами прогностично-проектувального рівня є:

проектування профілактико-корекційних програм, спрямованих на оптимізацію ПОТ та відновлення сегментарної симетрії ОРА, що передбачає системну інтеграцію діагностичних даних у формування цілеспрямованих профілактико-корекційних програм;

індивідуалізація навантажень, яка реалізується шляхом комплексного урахування вікових, морфологічних, біомеханічних та функціональних характеристик суб'єкта, з метою максимізації ефективності та безпеки профілактико-корекційних

заходів та забезпечення адекватної адаптаційної відповіді організму;

визначення цільових корекційних впливів, орієнтованих на усунення та компенсаторне нівелювання виявлених дисбалансів у морфофункціональних параметрах тіла, що забезпечує цілісність і координацію адаптаційних процесів на рівні сегментарної та системної інтеграції;

прогнозування динаміки змін постурального статусу, яке передбачає оцінку ефективності реалізації запропонованих програм у режимі реального часу та можливість корекції інтенсивності й спрямованості заходів відповідно до фактичної реакції організму.

Таким чином, прогностично-проектувальний рівень забезпечує концептуальний та методологічний перехід від діагностично-аналітичної фази до практичного конструювання оздоровчих технологій, формуючи науково обґрунтовану базу для подальшої імплементації комплексних корекційно-профілактичних програм у сфері кінезіології та фізкультурно-оздоровчої діяльності, що забезпечує інтеграцію теоретичних моделей із практичною реалізацією і гарантує ефективність адаптаційних процесів у цільових групах суб'єктів.

4. Практико-реалізаційний рівень (впровадження профілактико-корекційних заходів).

Практико-реалізаційний рівень постає як ключовий етап прагматичної екстраполяції теоретико-методологічних конструктів у площину цілеспрямованої оздоровчої діяльності, де відбувається інтеграція науково обґрунтованих моделей у конкретні функціональні практики. На даному рівні формується системна конвергенція результатів діагностичних процедур із параметрами функціональної активності, що забезпечує трансформацію теоретичних і концептуальних моделей у дієвий інструментарій корекції та відновлення біомеханічного балансу ОРА.

До основних компонентів практико-реалізаційного рівня належать:

таргетна корекція сегментарної конфігурації – застосування селективного арсеналу кінезіологічних засобів, детермінованих для реституції оптимальної біогеометричної архітекτονіки та нівелювання просторової дисиметрії ОРА. Даний підхід передбачає диференційований вплив на конкретні сегменти тіла відповідно до індивідуальної морфофункціональної структури;

функціональна стабілізація соматичного статусу – інтеграція високотехнологічних стабілізаційних тренінгів, спрямованих на ескалацію біомеханічної резистентності хребтово-тазового комплексу та оптимізацію розподілу гравітаційних і векторних навантажень. Цей компонент формує основу для стійкої соматичної адаптації до зовнішніх і внутрішніх механічних впливів;

модуляція постурального праксису – вдосконалення механізмів антигравітаційного забезпечення та пропріоцептивної аферентації, що закладає фундамент для формування стабільної нейродинамічної стереотипії рухів. Реалізація даного процесу сприяє оптимізації координаційних патернів та підвищенню ефективності моторного контролю;

процесуальний моніторинг ефективності – постає як перманентна верифікація адаптаційних зсувів безпосередньо у фазі реалізації корекційно-профілактичних програм, що забезпечує можливість оперативної та диференційованої корекції інтенсивності впливу з урахуванням індивідуального біомеханічного відгуку. Такий підхід гарантує адекватну реакцію соматичного організму на програмовані навантаження та виступає ключовим механізмом забезпечення функціональної результативності оздоровчих заходів, спрямованих на оптимізацію морфофункціонального стану ОРА.

Системна реалізація даного рівня ініціює процеси морфофункціональної регенерації та забезпечує прогресуючу нормалізацію біогеометричного профілю. Це трансформує пасивну структуру постави у динамічно стійку, енергоефективну систему, здатну до автономної підтримки біомеханічного гомеостазу в умовах екзогенних навантажень.

5. Контрольно-оцінювальний рівень (зворотний зв'язок та корекція програм).

Епістемічним завершенням архітекτονіки розробленої системної парадигми виступає контрольно-оцінювальний рівень, що детермінує функціональну лабільність та адаптивність усієї моделі через реалізацію принципів негативного зворотного зв'язку. Даний рівень забезпечує верифікацію результативності впроваджених заходів та здійснює моніторинг стабільності гомеостазу ПОТ.

До основних складових цього рівня належать:

реєстраційно-діагностичний вектор – здійснення ітераційної (повторної) діагностики ПОТ з метою об'єктивізації морфофункціональних зрушень у часовому континуумі;

компаративний аналіз динаміки ПОТ – математико-статистичне зіставлення вхідних та результуючих показників біогеометричного профілю для виявлення вектору трансформацій кінематичного ланцюга;

аксіологічна експертиза корекційних впливів – комплексна оцінка ефективності реалізованих програм, що базується на критеріях досягнення цільового рівня функціональної мобільності та стабілізації постави;

адаптивно-корекційна оптимізація – прецизійне вдосконалення змістовно-методичного наповнення програм на основі отриманої аналітичної інформації, що забезпечує індивідуалізацію та гнучкість оздоровчого процесу.

Екпліцитна наявність контрольно-оцінювального рівня детермінує архітектонічну завершеність системи, трансформуючи її з лінійної послідовності дій у динамічний, саморегульований комплекс. Це забезпечує ітераційну циклічність та високу адаптивну лабільність профілактико-корекційного процесу, що дозволяє системі оперативно реагувати на варіативність індивідуальних морфофункціональних відгуків.

Ключові аспекти функціонування даного рівня:

безперервна оптимізація змістовно-методичного інструментарію на основі ретроспективного аналізу отриманих результатів;

здатність системи підтримувати задані параметри біогеометричного профілю через механізм прецизійної корекції відхилень;

можливість наукового обґрунтування ефективності кожного етапу корекційно-профілактичних заходів через зіставлення планованих та фактичних показників ПОТ.

Таким чином, контрольньо-оцінювальний рівень виступає не просто стадією перевірки, а інтелектуальним ядром системи, яке гарантує її релевантність сучасним вимогам доказової кінезіології та забезпечує довгострокову прогностичну ефективність профілактико-корекційної діяльності.

Дискусія. Результати проведеного дослідження підтверджують, що системна парадигма діагностики ПОТ є ключовим компонентом формування архітекτονіки профілактико-корекційної діяльності у осіб зрілого віку [4, 19]. Синтез аналітичних показників біогеометричного профілю постави та функціональної оцінки рухів дозволяє інтегрувати діагностичні дані в багатовимірну модель оцінки морфо-функціонального статусу, що відкриває можливості для диференційованого підходу до корекційно-профілактичних заходів [9, 10, 15]. Виявлено, що високий рівень стану біогеометричного профілю постави корелює із покращеною функціональною мобільністю та стабільністю ОРА, що підтверджує результати попередніх досліджень у сфері кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації [1, 6, 11, 20].

Дискусійно важливим є те, що застосування системного підходу до діагностики ПОТ забезпечує методологічну основу для реалізації прогностично-проектувального та практико-реалізаційного рівнів корекційної діяльності. На прогностично-проектувальному рівні можлива індивідуалізація програм із урахуванням вікових, морфологічних та функціональних особливостей суб'єктів, що забезпечує точне визначення цільових корекційних впливів і прогнозування динаміки змін постурального статусу. На практико-реалізаційному рівні відбувається трансформація теоретико-методологічних конструкцій у конкретні оздоровчі програми, включно з таргетною корекцією сегментарної конфігурації, стабілізаційними тренінгами та моніторингом ефективності.

Висновки. Формування системної парадигми діагностики ПОТ дозволяє не лише об'єктивізувати поточний стан біогеометричного профілю, а й верифікувати валідизовані діагностичні маркери. Останні виступають фундаментальними орієнтирами для проектування прецизійних профілактико-корекційних програм, забезпечуючи перехід від загальнооздоровчих підходів до індивідуалізованих технологій реституції ОРА. Водночас, отримані результати вказують на необхідність подальших досліджень у напрямі визначення оптимальних параметрів навантажень і алгоритмів індивідуалізації програм для різних категорій осіб зрілого віку з урахуванням їхніх особливостей ПОТ.

Література

1. Дем'янін Д., Асаулук І. Стан біомеханіки постави та особливості соматометричних показників жінок другого періоду зрілого віку. Спортивний вісник Придніпров'я. 2024. № 1. С. 34–42. DOI:10.32540/2071-1476-2024-1-034.
2. Кашуба В., Попадюха Ю. Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень: монографія. К. Центр учбової літератури, 2018. 768 с.
3. Кашуба В., Гончарова Н., Носова Н. Біомеханіка просторової організації тіла людини: теоретичні та практичні аспекти Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2020. 2. 67–85.
4. Кашуба В. О., Григус І. М., Руденко Ю. В. Стан просторової організації тіла осіб зрілого віку: виклик сьогодення Influence of physical culture and sports on the formation of an individual healthy lifestyle : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing. 2023. pp. 56–68. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-280-7-3>
5. Кашуба В. О., Самойлюк О. В., Шевчук О. М., Ярмолинський Л. М., Покропивний О. М. Особливості біогеометричного профілю постави жінок першого періоду зрілого віку. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2025.1. 67–77. <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.1.10>.
6. Лазько О. Фактори ризику виникнення порушень кістково-м'язової системи у жінок працездатного віку під впливом негативних чинників трудового середовища. Спортивний вісник Придніпров'я. 2021. 2. 75–84.
7. Ткачова А. І. Диференційований підхід у заняттях оздоровчим фітнесом жінок першого періоду зрілого віку з урахуванням просторової організації тіла: дис ... доктора філ.: 017. Київ. 2020. 262 с.
8. Cook G., Burton L., Hoogenboom B., Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function. Int J Sports Phys Ther. 2014 May;9(3):396–409, part 1.
9. Cunningham D. J., Ohles J. A. Women and physical fitness. In Women's Health on the Internet, 2023:85–98. CRC Press. https://doi.org/10.1300/j138v04n02_08.
10. Chen B. Research on the application of marketing strategy of national fitness exercise and dance events in the construction of sports culture based on big data technology. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences. Sciendo, 2024. №9(1). <https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00077>
11. Harvey R., Peper E., Mason L., Joy M. Effect of posture feedback training on health. Appl Psychophysiol Biofeedback. 45(2):59–65. 2020. <http://dx.doi.org/10.1007/s10484-020-09457-0>
12. Hellem T., Dolan H., Parker M., Taylor-Piliae R. The Perspectives and Experiences of Women Who Attend a Mind-Body Dance Fitness Program: A Qualitative Descriptive Study. Journal of Behavioral Health and Psychology, 2023; 12(2). <https://doi.org/10.33425/2832-4579/23053>
13. Kashuba V., Tomilina Y., Byshevets N., Khrypko I., Stepanenko O., Grygus I., Smoleńska O., Savliuk S. Impact of Pilates on the Intensity of Pain in the Spine of Women of the First Mature age. Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ, 2020. 20(1), 12–17. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.1.02>
14. Lazko O., Byshevets N., Kashuba V., Lazakovych Yu., Grygus I., Andreieva N., Skalski D. Prerequisites for the Development of Preventive Measures Against Office Syndrome Among Women of Working Age. Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ. 2021. 21(3), 227–234. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.3.06>
15. Lazko O., Byshevets N., Plyeshakova O., Lazakovych Yu., Kashuba V., Grygus I., Volchinskiy A., Smal J., Yarmolinsky L. Determinants of office syndrome among women of working age. Journal of Physical Education and Sport. Vol 21 (Suppl. issue 5), 2827–2834. DOI:10.7752/jpes.2021.s5376.
16. Podrihalo O., Podrigalo L., Podvalenko O., Perevoznyk V., Paievskiy V., Sokol K. Use of indices to assess women's health in wellness fitness. Pedagogy of Physical Culture and Sports, 2024;28(2):132–140. <https://doi.org/10.15561/26649837.2024.0207>
17. Reppa C. M., Bogdanis G. C., Stavrou N.A.M., Psychountaki M. The Effect of Aerobic Fitness on Psychological, Attentional and Physiological Responses during a Tabata High-Intensity Interval Training Session in Healthy Young Women. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023;20(2):1005. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021005>
18. Samoiluk O.V., Kashuba V.O., & Grygus I.M. (2025). Biological prerequisites for developing the concept of corrective and preventive technologies in the process of health fitness classes for women of the first period of mature age with different states of biomechanics of the spatial organization of the body. Rehabilitation and Recreation, 19(3), 117–128. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.3.10>
19. Silva M. M., Santos A. M., Arossi G. A. Body posture and the state of mood in women. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 25:e95862. 2023. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2023v25e95862>
20. Tkachova A., Dutchak M., Kashuba V., Goncharova N., Lytvynenko Y., Vako I., Kolos S., Lopatskyi S. Practical implementation of differentiated approach to developing water aerobics classes for early adulthood women with different types of body build. Journal of

Physical Education and Sport. 2020. 20. (S. 1). 456-60.
DOI:10.7752/jpes.2020.s1067

References

- Demjokhin, D., Asauluk I. (2024). Stan biomekhaniky postavy ta osoblyvosti somatometrychnykh pokaznykiv zhinok inshoho periodu zriloho viku [The study of biomechanics will reveal the peculiarities of somatometric indicators of women of another period of adulthood]. Sportyvnyy visnyk Prydniprov'ya. No. 1. pp. 34-42. DOI:10.32540/2071-1476-2024-1-034. [in Ukrainian].
- Kashuba V., Popadyukha Y. (2018). Biomekhanika prostоровoyi orhanizatsiyi tyla lyudyny: suchasni metody ta zasoby diahnostyky i vidnovlennya porushen' [Biomechanics of the spatial organization of the human body: modern methods and means of diagnosis and restoration of disorders]: monohrafiya. K. Tsentr uchbovoyi literatury, 768 s. [in Ukrainian].
- Kashuba V., Honcharova N., Nosova N. (2020). Biomekhanika prostоровoyi orhanizatsiyi tyla lyudyny: teoretychni ta praktychni aspekty [Biomechanics of the spatial organization of the human body: theoretical and practical aspects]. Teoriya i metody fizychnoho vykhovannya i sportu. 2. 67-85. [in Ukrainian].
- Kashuba V.O., Grygus I.M., Rudenko YU.V. (2023). Stan prostоровoyi orhanizatsiyi tyla osib zriloho viku: vykyk s'ohodennya Influence of physical culture and sports on the formation of an individual healthy lifestyle: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing. 56-68. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-280-7> [in Ukrainian].
- Kashuba V.O., Samoiluk O.V., Shevchuk O.M., Yarmolinsky L.M., Pokropivny O.M. (2025). Osoblyvosti bioheometrychnoho profilu postavy zhinok pershoho periodu zriloho viku [The specifics of the biogeometric profile are given to women in the first stage of adulthood]. Sports medicine, physical therapy and ergotherapy. 2025.1. 67-77. <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.1.10> [in Ukrainian].
- Laz'ko O. (2021). Faktory ryzyku vynyknennya porushen' kistkovo-m'yazovoyi systemy u zhinok pratsezdachnoho viku pid vplyvom nehatyvnykh chynnykiv trudovoho seredovyscha [Risk factors for the occurrence of disorders of the musculoskeletal system in women of working age under the influence of negative factors of the working environment], Sportyvnyy visnyk Prydniprov'ya. 2. 75-84. [in Ukrainian].
- Tkacheva A.I. (2020). Differentiated approach in health fitness classes of women in the first period of adulthood, taking into account the spatial organization of the body [Differentiated approach in health fitness classes of women in the first period of adulthood, taking into account the spatial organization of the body]. Candidate's thesis. Kyiv: NUFVSU [in Ukrainian].
- Cook G., Burton L., Hoogenboom B., Voight M. (2014). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function. Int J Sports Phys Ther. 9(3):396-409.part 1. PMID: PMC4060319
- Cunningham D.J., Ohles J.A. (2023). Women and physical fitness. In Women's Health on the Internet, 85-98. CRC Press. https://doi.org/10.1300/j138v04n02_08
- Chen Bo. (2023). Research on the application of marketing strategy of national fitness exercise and dance events in the construction of sports culture based on big data technology. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9. <https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00077>
- Harvey R., Peper E., Mason L., Joy M. (2020). Effect of posture feedback training on health. Appl Psychophysiol Biofeedback. 45(2):59-65. <http://dx.doi.org/10.1007/s10484-020-09457-0>
- Hellem T., Dolan H., Parker M., Taylor-Piliae R. (2023). The Perspectives and Experiences of Women Who Attend a Mind-Body Dance Fitness Program: A Qualitative Descriptive Study. Journal of Behavioral Health and Psychology, 12(2). <https://doi.org/10.33425/2832-4579/23053>
- Kashuba V., Tomilina Y., Byshevets N., Khrypko I., Stepanenko O., Grygus I., Smoleńska O., Savliuk S. (2020). Impact of Pilates on the Intensity of Pain in the Spine of Women of the First Mature age. Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ, 20(1), 12-17. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.1.02>
- Lazko O., Byshevets N., Kashuba V., Lazakovych Yu., Grygus I., Andreieva N., Skalski D. (2021). Prerequisites for the Development of Preventive Measures Against Office Syndrome Among Women of Working Age. Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ. 21(3), 227-234. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.3.06>
- Lazko O., Byshevets N., Plyeshakova O., Lazakovych Yu., Kashuba V., Grygus I., Volchinskiy A., Smal J., Yarmolinsky L. (2021). Determinants of office syndrome among women of working age. Journal of Physical Education and Sport. Vol 21 (Suppl. issue 5), 2827-2834. DOI:10.7752/jpes.2021.s5376
- Podrihalo O., Podrigalo L., Podavalenko O., Perevoznyk V., Paievskiy V., Sokol K. (2024). Use of indices to assess women's health in wellness fitness. Pedagogy of Physical Culture and Sports, 28(2):132-140. <https://doi.org/10.15561/26649837.2024.0207>
- Reppa C.M., Bogdanis G.C., Stavrou NAM, Psychountaki M. (2023). The Effect of Aerobic Fitness on Psychological, Attentional and Physiological Responses during a Tabata High-Intensity Interval Training Session in Healthy Young Women. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(2):1005. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021005>
- Samoiliuk O.V., Kashuba V.O., & Grygus I.M. (2025). Biological prerequisites for developing the concept of corrective and preventive technologies in the process of health fitness classes for women of the first period of mature age with different states of biomechanics of the spatial organization of the body. Rehabilitation and Recreation, 19(3), 117-128. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.3.10>
- Silva M.M., Santos A.M., Arossi G.A. (2023). Body posture and the state of mood in women. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 25:e95862. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2023v25e95862>
- Tkachova A., Dutchak M., Kashuba V., Goncharova N., Lytvynenko Y., Vako I., Kolos S., Lopatskyi S. (2020). Practical implementation of differentiated approach to developing water aerobics classes for early adulthood women with different types of body build. Journal of Physical Education and Sport. 20. (S.1). 456-60. DOI:10.7752/jpes.2020.s1067

СЕНСОМОТОРНІ РЕАКЦІЇ ТА СЕГМЕНТАРНИЙ СКЛАД ТІЛА У КІБЕРСПОРТСМЕНІВ, ІТ-СПЕЦІАЛІСТІВ ТА НЕТРЕНОВАНИХ ОСІБ: ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

SENSORIMOTOR REACTIONS AND SEGMENTAL BODY COMPOSITION IN ESPORTS ATHLETES, IT SPECIALISTS, AND UNTRAINED INDIVIDUALS: A COMPARATIVE STUDY

Луць Ю. П., Федорчук С. В., Лук'янцева Г. В.

Національний університет фізичного виховання і спорт у України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9374-3732

ORCID: 0000-0002-2207-9253

ORCID: 0000-0002-8054-0108

Luts Yu. P., Fedorchuk S. V., Lukyantseva H. V.

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Анотації

Вступ. Час реакції є поширеним психофізіологічним індикатором сенсомоторної ефективності та швидкості обробки інформації, при цьому варіабельність часу реакції може відображати не лише стабільність когнітивних операцій та моторних компонентів відповіді, а й стратегії реагування. Одночасно зростає інтерес до складу тіла як інтегральної характеристики соматичного та метаболічного статусу і можливого чинника нейрокогнітивної ефективності.

Мета. Оцінити особливості сенсомоторного реагування у зв'язку із сегментарними показниками складу тіла у чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів та нетренованих осіб).

Матеріал і методи. Обстежено 41 чоловіка 17–25 років: кіберспортсмени (КІБ, n=14), ІТ-спеціалісти (ІТ, n=13), нетреновані особи (НТ, n=14). Визначали показники простої зорово-моторної реакції (ПЗМР), реакції вибору одного з трьох сигналів (РВ1-3) і реакції вибору двох із трьох сигналів (РВ2-3) за допомогою комплексу «Діагност-1»; сегментарний склад тіла (вміст жиру, масу жиру, безжирову масу тіла, прогнозовану м'язову масу) оцінювали методом біоімпедансного аналізу. Статистика: Ме [25%; 75%], критерії Шапіро-Уїлка, Манна-Уїтні, коефіцієнт кореляції Спірмена.

Результати. У кіберспортсменів більша жирова компонента асоціювалася з вищою варіабельністю реакції вибору РВ1-3 (тобто, з нижчою стабільністю реакції простого вибору). Більші значення безжирової та прогнозованої м'язової маси пов'язувалися з більшими значеннями моторного компоненту ПЗМР та більшою варіабельністю РВ1-3 (тобто, з нижчою стабільністю реакції простого вибору), але з меншими латентним періодом та варіабельністю РВ2-3 (тобто, з більшою швидкістю і стабільністю виконання реакції складного вибору), що вказує на можливу специфіку структурно-функціональних взаємозв'язків у цій групі. У ІТ-спеціалістів більша жирова компонента асоціювалася з більшою варіабельністю ПЗМР, тоді як більші значення безжирової та прогнозованої м'язової маси пов'язувалися зі зменшенням варіабельності РВ2-3 (тобто, з більшою стабільністю реакції складного вибору). В групі нетренованих осіб зв'язків безжирової та прогнозованої м'язової маси з психофізіологічними показниками не виявлено, більша жирова компонента асоціювалася з більш тривалим моторним компонентом ПЗМР та РВ1-3.

Висновки. Виявлено групоспецифічні зв'язки між складом тіла та показниками сенсомоторного реагування обстежуваних, що може бути корисним для диференційованої оцінки функціонального стану чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів, нетренованих осіб), індивідуалізації профілактичних та корекційних підходів.

Ключові слова: сенсомоторні реакції, біоімпедансний аналіз, сегментарний склад тіла, кіберспортсмени, ІТ-спеціалісти.

Introduction. Reaction time is a common psychophysiological indicator of sensorimotor efficiency and information-processing speed. Its variability may reflect not only the stability of cognitive and motor components, but also response strategies. Body composition, as an integral marker of somatic and metabolic status, is increasingly considered a potential



factor of neurocognitive performance. **Purpose.** To examine sensorimotor responses in relation to segmental body composition parameters in men with different activity profiles (esports athletes, IT specialists, and untrained individuals).

Materials and methods. 41 men aged 17–25 years were examined: esports athletes (n=14), IT specialists (n=13), and untrained individuals (n=14). Simple visual–motor reaction (SVMR), one-of-three choice reaction (CR1–3), and two-of-three choice reaction (CR2–3) were assessed using the “Diagnost-1” system. Segmental body composition (fat percentage, fat mass, fat-free mass, predicted muscle mass) was measured by bioelectrical impedance analysis. Data are presented as Me [25%; 75%]; Shapiro–Wilk, Mann–Whitney, and Spearman correlation were applied.

Results. In esports athletes, a greater fat component was associated with higher variability of CR1–3 (lower stability of simple choice responding). Higher fat-free and predicted muscle mass were linked to a longer motor component of SVMR and greater CR1–3 variability, but to shorter latency and lower variability of CR2–3, indicating faster and more stable performance in complex choice tasks and suggesting group-specific structural–functional relationships. In IT specialists, a greater fat component was associated with higher SVMR variability, whereas higher fat-free and predicted muscle mass were associated with reduced CR2–3 variability (greater stability of complex choice responding). In untrained men, fat-free and predicted muscle mass were not related to psychophysiological measures; a greater fat component was associated with a longer motor component of SVMR and CR1–3.

Conclusions. Group-specific associations between body composition and sensorimotor responding were identified, which may support differentiated functional assessment and individualized preventive/corrective approaches in men with different activity profiles.

Key words: sensorimotor reactions, bioelectrical impedance analysis, segmental body composition, esports athletes, IT specialists.

Вступ. Психофізіологія як міждисциплінарна галузь спрямована на дослідження взаємозв'язків між психологічними процесами та фізіологічними сигналами організму, зокрема показниками центральної й автономної нервової систем, які переважно реєструють неінвазивними методами. Застосування психофізіологічних підходів дає змогу кількісно характеризувати регуляцію поведінки та когнітивної діяльності на основі об'єктивних часових і амплітудних параметрів реакцій, зменшуючи залежність результатів від суб'єктивного самозвіту [23].

Одним із найпоширеніших психофізіологічних індикаторів ефективності сенсомоторної інтеграції та швидкості обробки інформації є час реакції. У нейронауках і психології час реакції традиційно розглядають як інтегральну міру латентного періоду, що охоплює етапи сприйняття стимулу, ухвалення рішення та підготовки/виконання відповіді. Водночас сучасні дані свідчать, що варіабельність часу реакції зумовлюється також стратегіями й установками реагування, а також попереднім досвідом, унаслідок чого час реакції не завжди безпосередньо відображає тривалість суто обчислювальних (когнітивних) операцій [24].

Вагомою перевагою сенсомоторних тестів є їхня здатність розмежовувати навантаження на інформаційні процеси: показники простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) переважно відображають базові сенсорні та моторні ланки, тоді як реакції вибору/диференціювання більшою мірою залучають механізми селекції відповіді, гальмівного контролю та обробки стимулів різної складності. Продемонстровано, що час реакції може бути представлений як сукупність кількох функціональних компонентів, зокрема кодування стимулу, накопичення доказів ухвалення рішення, моторної підготовки та виконання рухової відповіді, при цьому моторні процеси здатні істотно визначати характеристики розподілів часу реакції і частково перекриватися з етапом ухвалення рішення [10].

У вітчизняній науковій літературі також підкреслюється, що часові параметри складніших

реакцій вибору можуть виявляти вищу чутливість до нейродинамічних характеристик вищих відділів центральної нервової системи (ЦНС), ніж показники, отримані в тестах простої зорово-моторної реакції [1].

Поряд із психофізіологічними маркерами функціонального стану ЦНС науковці дедалі більше уваги приділяють складу тіла як інтегральній характеристиці соматичного та метаболічного статусу. Всесвітня організація охорони здоров'я визначає надлишкову масу тіла та ожиріння на підставі індексу маси тіла (ІМТ), водночас наголошуючи, що ІМТ виступає непрямим маркером вмісту адипозної (жирової) тканини та загальним критерієм оцінки антропометричного статусу організму. Для клінічно значущої стратифікації ризиків доцільним є залучення додаткових антропометричних індикаторів, зокрема окружності талії, як маркера абдомінального (центрального) ожиріння [20]. Сучасні експертні підходи підкреслюють, що використання лише ІМТ не дає змоги адекватно охарактеризувати ані регіональний розподіл жирової тканини, ані пов'язані з ним ризики для здоров'я. Це, своєю чергою, актуалізує потребу у більш функціонально орієнтованій оцінці ожиріння та фенотипів складу тіла [21].

Методологічно оцінювання складу тіла ґрунтується на непрямих модельних підходах і застосуванні різних інструментальних методик. Двоенергетична рентгенівська абсорбціометрія (DXA) розглядається як одна з референтних технік, що забезпечує кількісну оцінку кісткової, нежирової та жирової маси і дає змогу аналізувати як загальні, так і регіональні параметри. Зокрема, DXA дозволяє розраховувати індекси жирової/нежирової маси, співвідношення android/gynoid, а також виконувати оцінку вісцерального жиру [14].

Водночас у клінічній і польовій практиці широко використовують біоімпедансний аналіз як відносно доступний неінвазивний метод оцінки складу тіла. Водночас коректна інтерпретація отриманих показників потребує врахування методологічних припущень цього підходу та контексту його застосування (зокрема умов

вимірювання й характеристик обстежуваної вибірки) [17].

Накопичуються свідчення, що фенотипи складу тіла можуть бути пов'язані з нейрокогнітивними та психофізіологічними характеристиками. У контексті ожиріння описано низку ймовірних механізмів несприятливого впливу на мозок, зокрема хронічне низькоінтенсивне запалення, ендотеліальну дисфункцію, порушення бар'єрної функції гематоенцефалічного бар'єру та розвиток нейрозапалення. Сукупно ці процеси можуть асоціюватися зі зниженням показників навчання, робочої пам'яті та інших доменів когнітивного функціонування [22].

Окремо акцентується значущість регіонального розподілу жирової тканини, зокрема вісцерального жиру, який може демонструвати специфічні асоціації з маркерами мозкової структури та функціональної конективності, а також із показниками когнітивного функціонування, що не відображаються в межах «загальної» оцінки ожиріння за ІМТ [25].

У сучасних дослідженнях складу тіла дедалі більше уваги приділяють не лише кількісним показникам жирової тканини, а й якісним характеристикам нежирового компонента, передусім скелетної м'язової маси, яку розглядають як потенційний ресурс підтримання когнітивного функціонування та швидкості обробки інформації, особливо в осіб старших вікових груп. Наявні дані свідчать, що вищі значення прогнозованої м'язової маси можуть асоціюватися з кращими показниками в домені швидкості переробки інформації, тоді як центральна адипозність пов'язується з менш сприятливими когнітивними траєкторіями [12].

З урахуванням наведеного, поєднання психофізіологічної діагностики (тестування простої та вибіркової зорово-моторної реакції, реакції диференціювання тощо) з поглибленою оцінкою складу тіла формує методологічне підґрунтя для ідентифікації тонких відмінностей у функціональному стані нервової системи людини. Такі відмінності можуть бути зумовлені не лише загальною масою тіла, а й часткою та топографією жирової й м'язової тканин. Застосування цього підходу є перспективним для уточнення механізмів, що лежать в основі варіабельності нейрокогнітивної ефективності, а також для обґрунтування більш адресних профілактичних і корекційних стратегій [18].

Мета дослідження – оцінити особливості сенсомоторного реагування у зв'язку із сегментарними показниками складу тіла у чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів та нетренованих осіб).

Матеріал і методи дослідження. У дослідженні брали участь 41 особа чоловічої статі, які були розподілені на три групи: група КІБ (14 осіб, кіберспортсменів), група ІТ (13 осіб, ІТ-спеціалістів), група НТ (14 осіб, нетренованих осіб) віком 17-25 років. Дослідження [2] проводилося на базі кафедри медичної біології та спортивної дієтології та Науково-дослідного інституту НУФВСУ у відповідності до міжнародних норм та законодавства України.

Дослідження були проведені відповідно до основних біоетичних норм Гельсінської декларації Всесвітньої

медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень із поправками (2000, з поправками 2008), Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1997), Універсальної декларації з біоетики та прав людини (1997). Кожна особа була проінформована щодо засобів, мети та порядку проведення дослідження. Письмова інформована згода була отримана у кожного учасника дослідження.

У всіх обстежених осіб визначали показники простої зорово-моторної реакції (ПЗМР), реакції вибору одного з трьох сигналів (РВ1-3), реакції вибору двох із трьох сигналів (РВ2-3) з використанням апаратного комплексу «Діагност-1» [8].

Також досліджували сегментарний склад тіла правої та лівої ноги, правої та лівої руки та тулуба (вміст жиру, масу жиру, БМТ – безжирову масу тіла, ПММ – прогнозовану м'язову масу). Дослідження композиційного складу тіла проводилося за допомогою біоелектричного імпедансного аналізу з використанням професійних ваг-аналізаторів складу тіла Tanita-BC-418MA, Німеччина [цит. за 5]. Більш детальний опис протоколу дослідження наведено у статті Yu. P. Luts, H. V. Lukyantseva, O. M. Bakunovskiy, S. V. Fedorchuk, O. V. Kolosova (2023) [16].

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою описової статистики IMB SPSS Statistics, версія 26. Для опису вибіркового розподілу вказували медіани та міжквартильний розкид (Me [25%; 75%]), а також середнє арифметичне значення $\bar{x}$, середнє квадратичне відхилення S (стандартне відхилення. Для аналізу узгодженості даних за нормальним законом розподілу застосовували критерій Шапіро-Уїлка. Для порівняння незалежних вибірок було обрано критерій Манна-Уїтні. Тест Спірмена застосовували для дослідження кореляційних зв'язків. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним $p=0,05$, рівень надійності $P=0,95$.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати оцінки композиційного складу тіла досліджуваних груп представлені в роботі Ю. П. Луць та співавторів (2025) [5].

Достовірних міжгрупових відмінностей за показниками вмісту жиру (%) та маси жиру (кг) у правій нижній кінцівці не виявлено. Значення цих показників були порівнюваними у групі КІБ ($14,46 \pm 6,43\%$; $1,84 \pm 1,20$ кг), ІТ ($12,78 \pm 5,09\%$; $1,75 \pm 0,85$ кг) та НТ ($14,13 \pm 6,54\%$; $2,13 \pm 1,75$ кг). Водночас показники безжирової маси тіла та прогнозованої м'язової маси у групі КІБ були статистично значущо нижчими порівняно з групою ІТ (БМТ: $10,10 \pm 1,61$ кг проти $11,48 \pm 1,43$ кг, $p < 0,05$; ПММ: $9,59 \pm 1,51$ кг проти $10,88 \pm 1,35$ кг, $p < 0,05$). Подібний характер міжгрупових відмінностей відзначено і для лівої нижньої кінцівки [5].

Аналіз показників правої верхньої кінцівки засвідчив відсутність статистично значущих відмінностей між групами за вмістом жиру (%) та масою жиру (кг). Разом із тим показники безжирової маси тіла та прогнозованої м'язової маси були достовірно вищими у групі ІТ порівняно з групою КІБ (БМТ: $3,68 \pm 0,58$ кг та $2,96 \pm 0,45$ кг відповідно, $p < 0,01$; ПММ: $3,47 \pm 0,55$ кг та $2,78 \pm 0,42$ кг відповідно, $p < 0,01$). У групі НТ зазначені показники займали проміжне положення, перевищуючи значення

групи КІБ і поступаючись групі ІТ, при рівні статистичної тенденції ($0,05 < p < 0,10$). Аналогічні міжгрупові співвідношення спостерігалися і для лівої верхньої кінцівки [5].

При аналізі показників тулуба встановлено, що вміст жиру (%) у групі ІТ ($18,13 \pm 5,88\%$) був статистично значущо вищим порівняно з групами КІБ ($12,48 \pm 6,29\%$, $p < 0,01$) і НТ ($12,54 \pm 7,12\%$, $p < 0,05$). Відповідно, маса жиру тулуба також була більшою у представників групи ІТ ($7,93 \pm 3,65$ кг) порівняно з групою КІБ ($5,01 \pm 3,64$ кг, $p < 0,01$) та групою НТ ($5,59 \pm 5,00$ кг, $p < 0,05$). Водночас показники безжирової маси тіла та прогнозованої м'язової маси тулуба не мали статистично значущих міжгрупових відмінностей [5].

Міжгруповий аналіз латентного періоду (ЛП) простої зорово-моторної реакції не виявив статистично значущих відмінностей за середньою величиною латентного періоду (ЛП) між обстеженими групами; водночас для групи НТ відмічено тенденцію до відмінності порівняно з групою КІБ ($0,05 < p < 0,10$) [4, 7].

Показники варіабельності ПЗМР мали виражені міжгрупові особливості. У групі ІТ встановлено статистично значущі нижчі характеристики розсіювання та похибки оцінки центральної тенденції порівняно з групою КІБ ($p < 0,05$), що свідчить про більшу однорідність реакцій у цій групі. Натомість у групі НТ показники варіабельності були статистично значущі більшими порівняно з групою ІТ ($p < 0,05$), що вказує на більшу індивідуальну мінливість показників [4, 7].

За показником кількості помилок ПЗМР статистично значущих міжгрупових відмінностей не зафіксовано. Водночас моторний компонент реакції у групі НТ був статистично значущі вищим порівняно як із групою КІБ, так і з групою ІТ ($p < 0,05$), що може відображати відносно уповільнення етапу моторної реалізації відповіді за незмінності загального латентного періоду у нетренованих осіб [4, 7].

Міжгруповий аналіз показників реакції простого вибору (РВ1-3) не виявив статистично значущих відмінностей за середньою величиною латентного періоду, водночас у групі НТ відмічалася тенденція до відмінності порівняно з групою КІБ ($0,05 < p < 0,10$) [4, 7].

Показники варіабельності (помилка середнього арифметичного, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації) РВ1-3 не демонстрували статистично значущих міжгрупових відмінностей ($p > 0,05$). За кількістю помилок в РВ1-3 статистично значущих міжгрупових відмінностей також не встановлено ($p > 0,05$). Натомість моторний компонент РВ1-3 у групі НТ був статистично значущі вищим порівняно з групою КІБ ($p < 0,05$) та з групою ІТ ($p < 0,05$), що вказує на міжгрупові відмінності саме на етапі моторної реалізації відповіді при загалом подібних характеристиках латентного періоду реакції простого вибору [4, 7].

У реакції складного вибору (РВ2-3) виявлено статистично значущі міжгрупові відмінності за середньою величиною латентного періоду: у групі НТ цей показник був більшим порівняно з групою КІБ ($p < 0,05$) та порівняно з групою ІТ ($p < 0,05$) [4, 7].

Показники стабільності латентного періоду РВ2-3 у обстежуваних також відрізнялися: у групі НТ помилка середнього арифметичного та середньоквадратичне

відхилення були статистично значущі більшими відносно групи ІТ ($p < 0,05$ для обох показників), що вказує на більшу мінливість латентного періоду в НТ при виконанні РВ2-3. Коефіцієнт варіації між групами статистично значущі не відрізнявся ($p > 0,05$). За кількістю помилок в цьому тесті статистично значущих міжгрупових відмінностей не встановлено ($p > 0,05$) [4, 7].

Найбільш виражені відмінності зафіксовано для моторного компонента РВ2-3: у групі НТ він був статистично значущі більшим порівняно з групою КІБ ($p < 0,05$) та особливо порівняно з групою ІТ ($p < 0,01$), що свідчить про суттєві відмінності на етапі моторної реалізації відповіді при виконанні реакції вибору РВ2-3 [4, 7].

Кореляційний аналіз за Спірменом виявив наявність статистично значущих зв'язків між показниками сенсомоторного реагування та композиційного складу тіла для правої нижньої кінцівки (табл. 1). Найбільша кількість значущих асоціацій зафіксована у групі кіберспортсменів.

У ІТ групі встановлено прямі кореляційні зв'язки між показниками варіабельності простої зорово-моторної реакції та жировими показниками. Зокрема, більші помилка середнього арифметичного і середньоквадратичне відхилення ПЗМР відповідали більшим значенням жирового компонента (відповідно, $r^s = 0,703$; $p < 0,01$ та $r^s = 0,680$; $p < 0,05$). Подібні прямі зв'язки виявлено між коефіцієнтом варіації ПЗМР та жировими показниками ($r^s = 0,643$; $p < 0,05$ та $r^s = 0,630$; $p < 0,05$). В групі НТ більші значення моторного компонента ПЗМР асоціювалися з більшими значеннями жирових показників ($r^s = 0,590$; $p < 0,05$ та $r^s = 0,583$; $p < 0,05$). Це вказує на те, що в групі ІТ-спеціалістів більший жировий компонент асоціювався з підвищенням варіабельності ПЗМР, а в НТ-групі – зі збільшенням часових характеристик моторної ланки ПЗМР (табл. 1).

Крім того, у групі КІБ виявлено прямі кореляції між показниками варіабельності реакції вибору РВ1-3 (такими, як помилка середнього арифметичного та середньоквадратичне відхилення) і жировими показниками (відповідно, $r^s = 0,587$; $p < 0,05$ та $r^s = 0,583$; $p < 0,05$), що узгоджується з тенденцією до зростання нестабільності сенсомоторної відповіді за умови більшої жирової компоненти (табл. 1).

Натомість для реакції вибору РВ2-3 у КІБ зафіксовано обернені кореляційні зв'язки з показниками безжирового та м'язового компонентів: зокрема, середня величина латентного періоду РВ2-3 мала від'ємні кореляції (відповідно, $r^s = -0,543$; $p < 0,05$ та $r^s = -0,544$; $p < 0,05$), а помилка середнього арифметичного та середньоквадратичне відхилення демонстрували більш виражені від'ємні асоціації (відповідно, $r^s = -0,685$; $p < 0,01$ та $r^s = -0,718$; $p < 0,01$). Отже, вищі значення безжирової та прогнозованої м'язової маси асоціювалися зі скороченням тривалості латентного періоду та зниженням варіабельності реакції складного вибору, що може відображати більш швидке та стабільне сенсомоторне реагування (табл. 1).

Таблиця 1

**Кореляційний аналіз показників сенсомоторних реакцій з сегментарними показниками
складу тіла (права нога), r^s**

Показники	Кореляційні зв'язки							
	Вміст жиру, %			Маса жиру, кг			Безжиров а маса тіла (БМТ), кг	Прогнозов ана м'язова маса (ПММ), кг
	Групи досліджуваних							
	КІБ	ІТ	НТ	КІБ	ІТ	НТ	КІБ	КІБ
Помилка середнього арифметичного (ПЗМР), мс		0,703**			0,680*			
Середньоквадратичне відхилення (ПЗМР), мс		0,703**			0,680*			
Коефіцієнт варіації (ПЗМР), %		0,643*			0,630*			
Середнє значення моторного компоненту (ПЗМР), мс			0,590*			0,583*		
Помилка середнього арифметичного (РВ1-3), мс	0,587*			0,583*				
Середньоквадратичне відхилення (РВ1-3), мс	0,587*			0,583*				
Середня величина латентного періоду (РВ2-3), мс							-0,543*	-0,544*
Помилка середнього арифметичного (РВ2-3), мс							-0,685**	-0,685**
Середньоквадратичне відхилення (РВ2-3), мс							-0,718**	-0,718**

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – статистична значущість коефіцієнта кореляції.

Кореляційний аналіз за Спірменом виявив статистично значущі взаємозв'язки між показниками сенсомоторного реагування та компонентним складом тіла для лівої нижньої кінцівки (табл. 2), причому характер асоціацій відрізнявся залежно від змісту показників.

У групі ІТ-спеціалістів встановлено прямі кореляційні зв'язки між показниками стабільності ПЗМР та вмістом жиру: зокрема, помилка середнього арифметичного ПЗМР і середньоквадратичне відхилення ПЗМР мали сильні прямі зв'язки (відповідно, $r^s = 0,725$; $p < 0,01$ та $r^s = 0,725$; $p < 0,01$), коефіцієнт варіації ПЗМР також корелював позитивно ($r^s = 0,714$; $p < 0,01$). Подібні прямі зв'язки в цій групі зафіксовано між показниками

стабільності ПЗМР та масою жиру (табл. 2), що може свідчити про зростання нестабільності реакції зі збільшенням жирової компоненти. Крім того, в НТ-групі зафіксовано прямий зв'язок між середнім значенням моторного компонента ПЗМР та вмістом жиру ($r^s = 0,612$; $p < 0,05$) і масою жиру ($r^s = 0,591$; $p < 0,05$), що вказує на асоціацію більшої жирової маси з підвищенням часових параметрів моторної ланки ПЗМР. В КІБ-групі виявлено позитивну асоціацію між середньоквадратичним відхиленням реакції вибору РВ1-3 і вмістом жиру ($r^s = 0,634$; $p < 0,05$) та масою жиру ($r^s = 0,657$; $p < 0,05$), що може свідчити про зростання нестабільності реакції зі збільшенням жирової компоненти (табл. 2).

Таблиця 2

Кореляційний аналіз показників сенсомоторних реакцій з сегментарними показниками складу тіла (ліва нога), r^s

Показники	Кореляційні зв'язки							
	Вміст жиру, %			Маса жиру, кг			Безжирова маса тіла (БМТ), кг	Прогнозова м'язова маса (ПММ), кг
	Групи досліджуваних							
	КІБ	ІТ	НТ	КІБ	ІТ	НТ	ІТ	ІТ
Помилка середнього арифметичного (ПЗМР), мс		0,725**			0,620*			
Середньоквадратичне відхилення (ПЗМР), мс		0,725**			0,620*			
Коефіцієнт варіації (ПЗМР), %		0,714**			0,620*			
Середнє значення моторного компоненту (ПЗМР), мс			0,612*			0,591*		
Середньоквадратичне відхилення (РВ1-3), мс	0,634*			0,657*				
Помилка середнього арифметичного (РВ2-3), мс							-0,669*	-0,657*
Середньоквадратичне відхилення (РВ2-3), мс							-0,689**	-0,682*

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – статистична значущість коефіцієнта кореляції.

Таблиця 3

Кореляційний аналіз показників сенсомоторних реакцій з сегментарними показниками складу тіла (права рука), r^s

Показники	Кореляційні зв'язки							
	Вміст жиру, %		Маса жиру, кг		Безжирова маса тіла (БМТ), кг		Прогнозована м'язова маса (ПММ), кг	
	Групи досліджуваних							
	ІТ	НТ	ІТ	НТ	КІБ	ІТ	КІБ	ІТ
Помилка середнього арифметичного (ПЗМР), мс	0,643*		0,657*					
Середньоквадратичне відхилення (ПЗМР), мс	0,643*		0,657*					
Коефіцієнт варіації (ПЗМР), %	0,626*		0,602*					
Середнє значення моторного компоненту (ПЗМР), мс		0,833**		0,659*				
Середнє значення моторного компоненту (РВ1-3), мс		0,736**						
Середня величина латентного періоду (РВ2-3), мс					-0,538*		-0,562*	
Помилка середнього арифметичного (РВ2-3), мс						-0,691**		-0,698**
Середньоквадратичне відхилення (РВ2-3), мс						-0,716**		-0,726**

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – статистична значущість коефіцієнта кореляції.

Водночас, у групі ІТ встановлено обернені кореляційні зв'язки між показниками стабільності РВ2-3 з БМТ і ПММ: помилка середнього арифметичного корелювала від'ємно ($r^s = -0,669$ та $r^s = -0,657$; $p < 0,05$ відповідно), а середньоквадратичне відхилення демонструвало ще більш виражені від'ємні асоціації ($r^s = -0,689$; $p < 0,01$ та $r^s = -0,682$; $p < 0,05$ відповідно). Це може відображати тенденцію до більшої стабільності реакції складного вибору за вищих значень м'язового та безжирового компонента у обстежених ІТ-спеціалістів (табл. 2).

Кореляційний аналіз за Спірменом виявив статистично значущі зв'язки між показниками сенсомоторного реагування та композиційного складу тіла для правої руки (табл. 3).

У групі ІТ-спеціалістів показники варіабельності ПЗМР демонстрували прямі кореляційні зв'язки з жировим компонентом. Зокрема, помилка середнього арифметичного ПЗМР та середньоквадратичне відхилення ПЗМР позитивно корелювали з вмістом жиру ($r^s = 0,643$; $p < 0,05$) і масою жиру ($r^s = 0,657$; $p < 0,05$). Аналогічно, коефіцієнт варіації ПЗМР мав прямі асоціації з жировими показниками (відповідно, $r^s = 0,626$; $p < 0,05$ та $r^s = 0,602$; $p < 0,05$). Отже, у ІТ-спеціалістів більша жирова компонента була пов'язана з більшою нестабільністю (варіабельністю) ПЗМР для правої руки (табл. 3).

У групі нетренованих осіб виявлено виражені прямі зв'язки між жировими показниками та часовими характеристиками моторної ланки. Так, моторний компонент ПЗМР позитивно корелював з вмістом жиру ($r^s = 0,833$; $p < 0,01$) і масою жиру ($r^s = 0,659$; $p < 0,05$). Крім того, моторний компонент РВ1-3 в НТ-групі також мав прямий зв'язок із вмістом жиру ($r^s = 0,736$; $p < 0,01$). Це свідчить, що в нетренованих осіб збільшення жирового компонента асоціюється зі зростанням часових параметрів моторної складової ПЗМР та РВ1-3 (табл. 3).

У групах КІБ та ІТ показники реакції вибору РВ2-3 мали обернені кореляційні зв'язки з БМТ та ПММ. Згідно з таблицею 3, у кіберспортсменів середня величина ЛП РВ2-3 мала від'ємний зв'язок із БМТ ($r^s = -0,538$; $p < 0,05$) та ПММ ($r^s = -0,562$; $p < 0,05$). Аналогічно, показники РВ2-3, такі як помилка середнього арифметичного та середньоквадратичне відхилення, демонстрували виражені від'ємні асоціації у ІТ-спеціалістів із БМТ (відповідно, $r^s = -0,691$; $p < 0,01$ та $r^s = -0,716$; $p < 0,01$) і ПММ (відповідно, $r^s = -0,698$; $p < 0,01$ та $r^s = -0,726$; $p < 0,01$). У сукупності це вказує на те, що вищі значення БМТ та ПММ асоціювалися зі зменшенням тривалості та варіабельності РВ2-3, тобто з більш швидким і стабільним виконанням реакції складного вибору (табл. 3).

Таблиця 4

Кореляційний аналіз показників сенсомоторних реакцій з сегментарними показниками складу тіла (ліва рука), r^s

Показники	Кореляційні зв'язки						
	Вміст жиру, %		Маса жиру, кг			Безжирова маса тіла (БМТ), кг	Прогнозована м'язова маса (ПММ), кг
	Групи досліджуваних						
	ІТ	НТ	КІБ	ІТ	НТ	ІТ	ІТ
Помилка середнього арифметичного (ПЗМР), мс	0,615*			0,596*			
Середньоквадратичне відхилення (ПЗМР), мс	0,615*			0,596*			
Коефіцієнт варіації (ПЗМР), %	0,615*			0,573*			
Середнє значення моторного компоненту (ПЗМР), мс		0,752**			0,591*		
Помилка середнього арифметичного (РВ1-3), мс			0,537*				
Середньоквадратичне відхилення (РВ1-3), мс			0,537*				
Середнє значення моторного компоненту (РВ1-3), мс		0,640*					
Помилка середнього арифметичного (РВ2-3), мс						-0,722**	-0,709**
Середньоквадратичне відхилення (РВ2-3), мс						-0,744**	-0,737**

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – статистична значущість коефіцієнта кореляції.

Кореляційний аналіз за Спірменом засвідчив наявність статистично значущих зв'язків між показниками сенсомоторного реагування та композиційного складу тіла для лівої руки (табл. 4).

У групі ІТ-спеціалістів встановлено прямі кореляційні зв'язки між жировими показниками та параметрами варіабельності ПЗМР. Зокрема, помилка середнього арифметичного і середньоквадратичне відхилення позитивно корелювали з вмістом жиру ($r^s=0,615$; $p<0,05$) та масою жиру ($r^s=0,596$; $p<0,05$). Аналогічно, коефіцієнт варіації ПЗМР мав прямі асоціації з вмістом жиру ($r^s=0,615$; $p<0,05$) і масою жиру ($r^s=0,573$; $p<0,05$). Таким чином, у ІТ-спеціалістів більша жирова компонента лівої руки асоціювалася з підвищенням варіабельності ПЗМР (табл. 4).

В групі НТ зафіксовано позитивний зв'язок між середнім значенням моторного компоненту ПЗМР та масою жиру ($r^s=0,591$; $p<0,05$) і вмістом жиру ($r^s=0,752$; $p<0,01$). Це свідчить про асоціацію більшого жирового компонента зі збільшенням часових параметрів моторної відповіді у нетренованих осіб (табл. 4).

У групі кіберспортсменів зареєстровано прямі кореляції між показниками реакції вибору РВ1-3 та жировим компонентом лівої руки. Зокрема, помилка середнього арифметичного та середньоквадратичне відхилення позитивно корелювали з масою жиру

($r^s=0,537$; $p<0,05$). В групі НТ моторний компонент РВ1-3 мав прямий зв'язок із вмістом жиру ($r^s=0,640$; $p<0,05$). Отримані дані вказують на зростання варіабельності РВ1-3 за умови більшої жирової компоненти у кіберспортсменів та зростання часових характеристик РВ1-3 за умови більшої жирової компоненти у НТ (табл. 4).

Показники реакції вибору РВ2-3 у групі ІТ демонстрували обернені кореляційні зв'язки з показниками БМТ та ПММ: помилка середнього арифметичного РВ2-3 мала від'ємні асоціації (відповідно, $r^s=-0,722$; $p<0,01$ та $r^s=-0,709$; $p<0,01$), а середньоквадратичне відхилення РВ2-3 – ще більш виражені від'ємні зв'язки ($r^s=-0,744$; $p<0,01$ та $r^s=-0,737$; $p<0,01$). Це узгоджується з тим, що більші значення безжирової та м'язової компоненти лівої руки асоціювалися з більшою стабільністю (меншою варіабельністю) РВ2-3 (табл. 4).

Кореляційний аналіз за Спірменом засвідчив наявність статистично значущих зв'язків між показниками сенсомоторного реагування та композиційного складу тіла для тулуба (табл. 5). Виявлені асоціації мали переважно прямий напрям щодо жирового компонента та обернений напрям щодо БМТ та прогнозованої м'язової маси.

Таблиця 5

Кореляційний аналіз показників сенсомоторних реакцій з сегментарними показниками складу тіла (тулуб), r^s

Показники	Кореляційні зв'язки							
	Вміст жиру, %	Маса жиру, кг			Безжирова маса тіла (БМТ), кг		Прогнозована м'язова маса (ПММ), кг	
	Групи досліджуваних							
	НТ	КІБ	ІТ	НТ	КІБ	ІТ	КІБ	ІТ
Помилка середнього арифметичного (ПЗМР), мс			0,615*					
Середньоквадратичне відхилення (ПЗМР), мс			0,615*					
Коефіцієнт варіації (ПЗМР), %			0,566*					
Середнє значення моторного компоненту (ПЗМР), мс	0,653*			0,636*	0,583*		0,538*	
Помилка середнього арифметичного (РВ1-3), мс		0,601*			0,572*		0,572*	
Середньоквадратичне відхилення (РВ1-3), мс		0,601*			0,572*		0,572*	
Середнє значення моторного компоненту (РВ1-3), мс	0,552*							
Помилка середнього арифметичного (РВ2-3), мс						-0,685**		- 0,670*
Середньоквадратичне відхилення (РВ2-3), мс						-0,674*		- 0,665*

Примітка: * $p<0,05$; ** $p<0,01$ – статистична значущість коефіцієнта кореляції.

У групі ІТ-спеціалістів встановлено прямі кореляційні зв'язки між жировими показниками та показниками варіабельності ПЗМР, такими як помилка середнього арифметичного ($r^s=0,615$; $p<0,05$), середньоквадратичне відхилення ($r^s=0,615$; $p<0,05$) і коефіцієнт варіації ($r^s=0,566$; $p<0,05$). Це свідчить, що за більшого жирового компонента у представників ІТ-групи зафіксовано більшу нестабільність показників ПЗМР (табл. 5).

В групі нетренованих осіб виявлено прямі асоціації жирового компонента із часовими характеристиками моторної ланки: середнє значення моторного компоненту ПЗМР позитивно корелювало з жировими показниками (відповідно, $r^s=0,653$; $p<0,05$ та $r^s=0,636$; $p<0,05$). Додатково в групі НТ зафіксовано прямий зв'язок середнього значення моторного компоненту РВ1-3 із вмістом жиру ($r^s=0,552$; $p<0,05$). Отримані результати в цілому можуть відображати зростання тривалості моторної складової ПЗМР та РВ1-3 за умов більшої жирової компоненти у представників цієї групи (табл. 5).

У кіберспортсменів зафіксовано позитивні кореляції між жировими показниками та показниками стабільності реакції вибору РВ1-3, а саме помилкою середнього арифметичного і середньоквадратичним відхиленням (відповідно, $r^s=0,601$; $p<0,05$ та $r^s=0,601$; $p<0,05$). Таким чином, у КІБ більша жирова компонента тулуба асоціювалася з більшою варіабельністю РВ1-3 (тобто, з меншою стабільністю реакції простого вибору).

Окремо в КІБ-групі зафіксовано прямий зв'язок БМТ і ПММ тулуба з моторним компонентом ПЗМР (відповідно, $r^s=0,583$; $p<0,05$ та $r^s=0,538$; $p<0,05$), а також з помилкою середнього арифметичного та середньоквадратичним відхиленням РВ1-3. В той же час, взаємозв'язку показників складної реакції вибору РВ2-3 та показників композиційного складу тіла для тулуба у кіберспортсменів не виявлено (табл. 5).

Тобто, в групі КІБ більші значення безжирової та прогнозованої м'язової маси тулуба пов'язувалися з більшими значеннями моторного компоненту ПЗМР та більшою варіабельністю (нижчою стабільністю) реакції простого вибору РВ1-3, що вказує на можливість специфіку структурно-функціональних взаємозв'язків у цій групі саме стосовно показників сенсомоторних реакцій та композиційного складу тіла для тулуба (табл. 5).

Слід підкреслити, що в групі КІБ, як було зазначено вище, більші значення безжирової та прогнозованої м'язової маси (права нога, права рука) асоціювалися з більшою швидкістю і стабільністю виконання реакції складного вибору РВ2-3 (табл. 1, 3). Така своєрідна невідповідність взаємозв'язків БМТ і ПММ з психофізіологічними показниками зафіксована лише в КІБ-групі.

Водночас, в ІТ-групі показники стабільності РВ2-3 демонстрували обернені кореляційні зв'язки з БМТ та прогнозованою м'язовою масою тулуба: помилка середнього арифметичного та середньоквадратичне відхилення мали від'ємні асоціації з БМТ (відповідно, $r^s=-0,685$; $p<0,01$ та $r^s=-0,674$; $p<0,05$), а також з ПММ (відповідно, $r^s=-0,670$; $p<0,05$ та $r^s=-0,665$; $p<0,05$). Отже, більші БМТ та ПММ тулуба в ІТ-спеціалістів

асоціювалися з меншою варіабельністю РВ2-3, тобто з більш стабільним сенсомоторним реагуванням (табл. 5).

В групі нетренованих осіб кореляційних зв'язків БМТ та ПММ верхніх/нижніх кінцівок і тулуба з психофізіологічними показниками не виявлено (табл. 1-5).

Дискусія.

За результатами проведеного дослідження сегментарний склад тіла мав виражені міжгрупові особливості. У верхніх кінцівках жирові показники істотно не відрізнялися, однак безжирова маса тіла та прогнозована м'язова маса були достовірно вищими в ІТ-спеціалістів порівняно з кіберспортсменами ($p<0,01$), а нетреновані займали проміжне положення. Для тулуба були характерні найбільш помітні відмінності за жировим компонентом. Вміст жиру та маса жиру тулуба у групі ІТ були статистично значущо вищими, ніж у кіберспортсменів і нетренованих ($p<0,05-0,01$), тоді як показники безжирової та прогнозованої м'язової маси тулуба у обстежуваних суттєво не відрізнялися.

Щодо сенсомоторних реакцій найбільш чутливі міжгрупові розбіжності виявлено у складній реакції вибору РВ2-3. Нетреновані мали більший латентний період ($p<0,05$), а також вищі показники мінливості відносно ІТ ($p<0,05$) і більший моторний компонент порівняно з кіберспортсменами та особливо з ІТ ($p<0,05-0,01$).

У дослідженні середня швидкість простої зорово-моторної реакції між групами кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів та нетренованих осіб принципово не відрізнялася. Це вказує, що базова сенсомоторна швидкість у молодих чоловіків різних груп активності є відносно стабільною і слабо дискримінує «комп'ютерні» професії. Водночас різниця проявилася у стабільності виконання, у групі ІТ коефіцієнт варіації ПЗМР був нижчим порівняно з КІБ групою та НТ, а моторний компонент у НТ був більшим, ніж у КІБ [4, 7]. Це важливо, бо у прикладних задачах (операторська діяльність, кіберспорт) якість реакції визначається не лише середнім часом, а й розкидом та моторною реалізацією відповіді.

Отриманий профіль обстежуваних узгоджується з сучасними уявленнями про те, що латентний період реакції складається з кількох компонентів (сенсорних, процесів вибору та моторного виконання), і саме моторно-виконавча частина може бути слабким місцем у невідготовлених осіб [10]. На рівні нейрокогнітивних механізмів комп'ютерна активність (зокрема, екшен-відеоігри) асоціюється з поліпшенням вибіркової уваги та швидкості переробки інформації [11, 13], а в експертів у відеоіграх узагальнено демонструється перевага в окремих когнітивних доменах (увага та перцептивні навички) [19]. Такі ефекти логічно пояснюють, чому у даній роботі відмінності між обстеженими групами більш чіткі у реакціях вибору, ніж у ПЗМР.

У реакції вибору РВ1-3 нетреновані особи демонстрували довший латентний період ніж КІБ і ІТ групи, а також більший моторний компонент. Аналогічна тенденція зберігалася у складній реакції вибору (РВ2-3). Це узгоджується з концепцією, що багаторічна робота з клавіатурою, мишею та ігрова практика формують більш ефективні сенсомоторні

звички й стратегії запуску руху, а час реакції може відображати не стільки «обчислення», скільки ступінь автоматизації відповіді [24]. Можна також припустити, що розбіжності між групами були результатом підсвідомого вибору спорту/професії обстеженими кіберспортсменами та ІТ-спеціалістами у відповідності з наявними генетично обумовленими властивостями і здібностями.

Поряд з психофізіологічними відмінностями ми отримали чіткий соматичний маркер стилю життя: у групі ІТ жирова компонента тулуба була значно більшою порівняно з КІБ та НТ групою [5]. Такий результат узгоджується з популяційними даними, де тривале сидіння пов'язується зі зростанням загального та, особливо, тулубного жиру навіть після урахування фізичної активності [3, 6, 15]. При цьому література щодо соматичного профілю гравців у кіберспорті є неоднорідною, зокрема у кіберспортсменів описано нижчу рухову активність і гірші показники складу тіла (вища частка жиру, нижча безжирова маса). [9]. На цьому тлі наші дані підкреслюють, що ризик несприятливого перерозподілу жиру найбільш концентрується в групі ІТ, тоді як у групі КІБ у конкретній вибірці соматичний профіль був дещо кращим [5].

Найбільш релевантні показники сенсомоторних реакцій та компонентного складу тіла чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів, нетренираних осіб) за результатами проведеного дослідження були пов'язані між собою: виявлені асоціації мали переважно прямий напрям щодо жирового компонента та обернений напрям щодо безжирової та прогнозованої м'язової маси. Так, у групі ІТ зростання жирової компоненти для правої та лівої ноги асоціювалося зі збільшенням варіабельності ПЗМР, а більша частка жиру в тулубі – із подовженням моторного компоненту ПЗМР. Це напряму підтримує тезу, що надлишкова жирова тканина – не лише «естетичний» показник, а потенційний фактор зниження нейрокогнітивної ефективності через системне запалення, порушення нейроваскулярної регуляції та інші механізми [21, 22].

Додатково слід зазначити, що дані про зв'язок м'язової та безжирової компоненти зі швидкістю інформаційної обробки в когнітивних тестах, описані в популяційних дослідженнях, в цілому узгоджуються з нашим напрямом інтерпретації щодо ролі безжирової і прогнозованої м'язової маси для чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів, нетренираних осіб) [12].

Лише в КІБ-групі взаємозв'язки БМТ і ПММ верхніх/нижніх кінцівок і тулуба з психофізіологічними показниками мали контраверсійний характер: прямий напрям щодо ПЗМР і РВ1-3 з БМТ і ПММ тулуба та обернений напрям щодо РВ2-3 з БМТ і ПММ верхніх/нижніх кінцівок. Можна припустити, що саме збільшена вага тулуба у кіберспортсменів (як жирова, так і безжирова компонента) негативно впливала на ефективність сенсомоторного реагування у випадку простої зорово-моторної реакції та реакції простого вибору, проте не позначалася на реакції складного вибору. Щодо безжирової та прогнозованої м'язової

маси кінцівок – можна спрогнозувати їх позитивний вплив на ефективність (як швидкість, так і стабільність) саме реакції складного вибору в кіберспортсменів, а отже – на успішність ігрової діяльності в цілому.

Висновки.

1. Час реакції є поширеним психофізіологічним індикатором сенсомоторної ефективності та швидкості обробки інформації, при цьому варіабельність часу реакції може відображати не лише стабільність когнітивних операцій та моторних компонентів відповіді, а й стратегії реагування. Одночасно зростає інтерес до складу тіла як інтегральної характеристики соматичного та метаболічного статусу і можливого чинника нейрокогнітивної ефективності. Таким чином, поєднання психофізіологічної діагностики з поглибленою оцінкою складу тіла формує методологічне підґрунтя для ідентифікації тонких відмінностей у функціональному стані нервової системи людини.

2. Найбільш релевантні показники сенсомоторних реакцій та компонентного складу тіла чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів, нетренираних осіб) були пов'язані між собою: виявлені асоціації мали переважно прямий напрям щодо жирового компонента та обернений напрям щодо безжирової та прогнозованої м'язової маси. Лише в групі КІБ взаємозв'язки БМТ і ПММ верхніх/нижніх кінцівок і тулуба з психофізіологічними показниками мали контраверсійний характер: прямий напрям щодо БМТ і ПММ тулуба з ПЗМР і РВ1-3 та обернений напрям щодо БМТ і ПММ верхніх/нижніх кінцівок з РВ2-3.

3. У ІТ-спеціалістів більша жирова компонента верхніх/нижніх кінцівок і тулуба асоціювалася з більшою варіабельністю ПЗМР, тоді як більші значення безжирової та прогнозованої м'язової маси пов'язувалися зі зменшенням варіабельності РВ2-3 (тобто, з більшою стабільністю реакції складного вибору).

4. В групі нетренираних осіб більша жирова компонента верхніх/нижніх кінцівок і тулуба асоціювалася з більш тривалим моторним компонентом ПЗМР та РВ1-3, зв'язків безжирової та прогнозованої м'язової маси з психофізіологічними показниками не виявлено.

5. У кіберспортсменів більша жирова компонента верхніх/нижніх кінцівок і тулуба асоціювалася з більшою варіабельністю реакції простого вибору. Більші значення безжирової та прогнозованої м'язової маси тулуба пов'язувалися з більшими значеннями моторної ланки ПЗМР та більшою варіабельністю реакції простого вибору. Водночас, більші значення БМТ і ПММ правої ноги/правої руки асоціювались з більшою швидкістю і стабільністю реакції складного вибору, що вказує на можливу специфіку структурно-функціональних взаємозв'язків у цій групі.

6. Виявлені зв'язки між сенсомоторними реакціями та складом тіла обстежуваних мали групоспецифічний характер, що може бути корисним для диференційованої оцінки функціонального стану чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів, нетренираних осіб), а також для індивідуалізації профілактичних та корекційних підходів.

Інформація про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Пустовалов В. О., Кожемяко Т. В., Супровиш В. О. Чи результати сенсомоторного реагування відображають типологічні властивості центральної нервової системи? Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки. 2021. № 1. С. 69–77. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-69-77>
2. Луць Ю. П. Особливості прояву функціональних характеристик кіберспортсменів : дис. д-ра філософії в галузі біології : 091. Київ. 2025. 246 с.
3. Луць Ю. П., Лук'янцева Г. В. Вплив занять кіберспортом на параметри композиційного складу тіла. Future of Work: Technological, Generational and Social Shifts : зб. тез доп. II Міжнародної науково-практичної-інтернет-конференції, м. Дніпро, 11–12 трав. 2023 р. Дніпро, 2023. С. 121–124. URL: <http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2023/05/Conference-Proceedings-May-11-12-2023-1.pdf>
4. Луць Ю. П., Федорчук С. В., Лук'янцева Г. В., Куценко Т. В. Сенсомоторні реакції різної складності в кіберспортсменів, IT-спеціалістів та нетренованих осіб: порівняльний аналіз. Sport Science Spectrum. 2025. № 4. С. 32–37. <https://doi.org/10.32782/spectrum/2025-4-5>
5. Луць Ю. П., Федорчук С. В., Олійник Т. М., Куценко Т. В. Композиційний склад тіла гравців кіберспорту, IT-спеціалістів та нетренованих осіб. Вісник проблем біології і медицини. 2025. № 3 (178). С. 507–515. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2025-3-178-507-515>
6. Луць Ю. П., Федорчук С. В., Олійник Т. М., Куценко Т. В. Особливості впливу ігрової діяльності на композиційний склад тіла гравців кіберспорту. Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології: зб. тез доп. IX Міжнародна наукова конференція, м. Київ, 21–24 жовтня 2025 р. Київ. 2025. С. 22. URL: https://biomed.knu.ua/images/stories/Conference_PVFNP/Conf_IX_PVFNP.pdf
7. Луць Ю., Лук'янцева Г., Федорчук С. Прояв нейродинамічних властивостей кіберспортсменів у зв'язку із рівнем стресу, саморегуляції, адаптивності та інтелекту. Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки. 2023. № 2. С. 76–86. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-2-76-86
8. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Безкопильний О. П. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. Київ-Черкаси. 2014. 102 с.
9. DiFrancisco-Donoghue J., Werner W. G., Douris P. C., Zwibel H. Esports players, got muscle? Competitive video game players' physical activity, body fat, bone mineral content, and muscle mass in comparison to matched controls. Journal of Sport and Health Science. 2022. Vol. 11 (6). P. 725–730. DOI: 10.1016/j.jshs.2020.07.006
10. Dmochowski J.P., Norcia A.M. Cortical Components of Reaction-Time during Perceptual Decisions in Humans. PLOS ONE. 2015. Vol. 10. № 11. Article e0143339. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143339>
11. Dye M. W. G., Green C. S., Bavelier D. Increasing speed of processing with action video games. Neuropsychologia. 2009. Vol. 47 (11). P. 2393–2399. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.002
12. Gong H. J., Zhou J., Chen Y-H., Qiao Y-S., Xu Hui., Pater L., et al. Predicted lean body mass in relation to cognitive function in the older adults. Frontiers in Endocrinology. 2023. Vol. 14. Article 1172233. DOI: 10.3389/fendo.2023.1172233
13. Green C. S., Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention. Nature. 2003. Vol. 423 (6939). P. 534–537. DOI: 10.1038/nature01647
14. Imboden M. T., Welch W. A., Swartz A. M., Montoye A-H., Finch H-W., Harber M-P., et al. Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. PLOS ONE. 2017. Vol. 12. № 4. Article e0175110. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175110>
15. Liao J., Hu M., Imm K., Holmes C. J., Zhu J., Cao C., Yang L. Association of daily sitting time and leisure-time physical activity with body fat among U.S. adults. Journal of Sport and Health Science. 2024. Vol. 13 (2). P. 195–203. DOI: 10.1016/j.jshs.2022.10.001
16. Luts Yu. P., Lukyantseva H. V., Bakunovskiy O. M., Fedorchuk S. V., Kolosova O. V. Development of a protocol for the study of the functional state of the cardiovascular and neuromuscular systems and the state of psychophysiological functions of e-athletes. Bulletin of problems biology and medicine. 2023. 4 (171). 391–402. DOI: 10.29254/2077-4214-2023-4-171-391-402
17. Marra M., Sammarco R., De Lorenzo A., Lellamo F., Siervo M., et al. Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview. Contrast Media & Molecular Imaging. 2019. Vol. 2019. P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/3548284>
18. Messina C., Albano D., Gitto S., Tofanelli L., Bazzocchi A., et al. Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. 2020. Vol. 10. № 8. P. 1687–1698. <https://doi.org/10.21037/qims.2020.03.02>
19. Miao H., He H., Hou X., Wang J., Chi L. Cognitive expertise in esports experts: a three-level model meta-analysis. PeerJ. 2024. Vol. 12. Article e17857. DOI: 10.7717/peerj.17857
20. Obesity and overweight. World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (дата звернення: 15.01.2026).
21. Rubino F., Cummings D., Eckef R., Cohen R., Wilding J., Brown W., et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. The Lancet Diabetes & Endocrinology. 2025. Vol. 13. № 3. P. 221–262. [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(24\)00316-4](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(24)00316-4)
22. Salas-Venegas V., Flores-Torres R., Rodríguez-Cortés Y., Rodríguez-Retana D., Ramirez-Carreto R., et al. The Obese Brain: Mechanisms of Systemic and Local Inflammation, and Interventions to Reverse the Cognitive Decline. Frontiers in Integrative Neuroscience. 2022. Vol. 16. Article 798995. DOI: 10.3389/fnint.2022.798995
23. Schell A., Dawson M. E. Psychophysiology. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. 2001. P. 12448–12452. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03424-0>
24. Wong A. L., Haith A. M., Krakauer J. W. Reaction times can reflect habits rather than computations. eLife. 2017. Vol. 6. Article e28075. <https://doi.org/10.7554/elife.28075>
25. Zhang D., Fu Y., Shen C., Liu C., Chen N., Cao H., et al. Regional adiposity shapes brain and cognition in adults. Nature Mental Health. 2025. Vol. 3. P. 1168–1180. <https://doi.org/10.1038/s44220-025-00501-8>

References

1. Lyzohub V. S., Shpaniuk V. V., Pustovalov V. O., Kozhemiako T. V., Supronovych V. O. (2021). Chy rezultaty sensomotornoho reahuvannia vidobrazhaiut typolohichni vlastyvosti tsentralnoi nervovoi systemy? [Do the results of sensorimotor response reflect the typological properties of the central nervous system?]. Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya: Biolohichni nauky – Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series, № 1. S. 69–77. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-69-77> [in Ukrainian].
2. Luts Yu. P. (2025). Osoblyvosti proiavu funktsionalnykh kharakterystyk kibersportsmeniv [Features of the manifestation of functional characteristics in esports athletes]. dys. d-ra filosofii v haluzi biolohii : 091. Kyiv. 246 s. [in Ukrainian].
3. Luts Yu. P., Lukyantseva H. V. (2023). Vplyv zaniat kibersportom na parametry kompozytsiynoho skladu tila [The impact of esports participation on body composition parameters]. Future of Work: Technological, Generational and Social Shifts : zb. tez dop. II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi-internet-konferentsii, m. Dnipro, 11–12 trav. 2023 r. Dnipro. S. 121–124. URL: <http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2023/05/Conference-Proceedings-May-11-12-2023-1.pdf> [in Ukrainian].
4. Luts Yu. P., Fedorchuk S. V., Lukyantseva H. V., Kutsenko T. V. (2025). Sensomotorni reaktsii riznoi skladnosti v kibersportsmeniv, it-spetsialistiv ta netrenovanykh osib: porivnialnyi analiz [Sensorimotor reactions of varying complexity in esports athletes, IT specialists, and untrained individuals: a comparative analysis]. Sport Science Spectrum, № 4. S. 32–37. <https://doi.org/10.32782/spectrum/2025-4-5> [in Ukrainian].
5. Luts Yu. P., Fedorchuk S. V., Oliynyk T. M., Kutsenko T. V. (2025). Kompozytsiyniy sklad tila hravtsiv kibersportu, IT-spetsialistiv ta netrenovanykh osib [Body composition of esports players, IT specialists, and untrained individuals]. Visnyk problem biolohii i medytyny – Bulletin of problems in biology and medicine, Issue

- 3(178). S. 507–515. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2025-3-178-507-515> [in Ukrainian].
6. Luts Yu. P., Fedorchuk S. V., Oliinyk T. M., Kutsenko T. V. (2025). Osoblyvosti vplyvu ihrovoi diialnosti na kompozytsiyni sklad tila hravtsiv kibersportu [Specific features of the impact of gaming activity on the body composition of esports players]. *Psychofiziologichni ta vistseralni funktsii v normi i patolohii – Psychophysiological and visceral functions in health and disease*, zb. tez dop. IX Mizhnarodna naukova konferentsiia, m. Kyiv, 21–24 zhovtnia 2025 r. Kyiv. S. 22. URL: https://biomed.knu.ua/images/stories/Conference_PVFNP/Conf_IX_PVFNP.pdf [in Ukrainian].
7. Luts Yu., Lukyantseva H., Fedorchuk S. (2023). Proiaiv neirodynamichnykh vlastyvoitei kibersportsmeniv u zviazku iz rivnem stresu, samorehulatsii, adaptivnosti ta intelektu [Manifestation of the neurodynamic properties of esports athletes in relation to levels of stress, self-regulation, adaptability, and intelligence]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii: Biologichni nauky – Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*, № 2. S. 76–86. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-2-76-86 [in Ukrainian].
8. Makarenko M. V., Lyzohub V. S., Bezkoptynyi O. P. (2014). Metodichni vkazivky do praktykumu z dyferentsialnoi psykhoфизиології та физиології вищої нервової діяльності людини [Methodological guidelines for the practical course in differential psychophysiology and the physiology of human higher nervous activity]. Kyiv-Cherkasy. 102 s. [in Ukrainian].
9. DiFrancisco-Donoghue J., Werner W. G., Douris P. C., Zwibel H. (2022). Esports players, got muscle? Competitive video game players' physical activity, body fat, bone mineral content, and muscle mass in comparison to matched controls. *Journal of Sport and Health Science*, Vol. 11 (6). P. 725–730. DOI: 10.1016/j.jshs.2020.07.006
10. Dmochowski J.P., Norcia A.M. (2015) Cortical Components of Reaction-Time during Perceptual Decisions in Humans. *PLOS ONE*, Vol. 10. №. 11. Article e0143339. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143339>
11. Dye M. W. G., Green C. S., Bavelier D. (2009). Increasing speed of processing with action video games. *Neuropsychologia*, Vol. 47 (11). P. 2393–2399. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.002
12. Gong H. J., Zhou J., Chen Y-H., Qiao Y-S., Xu Hui., Pater L., et al. (2023). Predicted lean body mass in relation to cognitive function in the older adults. *Frontiers in Endocrinology*, Vol. 14. Article 1172233. DOI: 10.3389/fendo.2023.1172233
13. Green C. S., Bavelier D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, Vol. 423 (6939). P. 534–537. DOI: 10.1038/nature01647
14. Imboden M. T., Welch W. A., Swartz A. M., Montoye A-H., Finch H-W., Harber M-P., et al. (2017). Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. *PLOS ONE*, Vol. 12. №. 4. Article e0175110. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175110>
15. Liao J., Hu M., Imm K., Holmes C. J., Zhu J., Cao C., Yang L. (2024). Association of daily sitting time and leisure-time physical activity with body fat among U.S. adults. *Journal of Sport and Health Science*, Vol. 13 (2). P. 195–203. DOI: 10.1016/j.jshs.2022.10.001
16. Luts Yu. P., Lukyantseva H. V., Bakunovskiy O. M., Fedorchuk S. V., Kolosova O. V. (2023). Development of a protocol for the study of the functional state of the cardiovascular and neuromuscular systems and the state of psychophysiological functions of e-athletes. *Bulletin of problems biology and medicine*, Вып. 4 (171). С. 391–402. DOI: 10.29254/2077-4214-2023-4-171-391-402
17. Marra M., Sammarco R., De Lorenzo A., Lellamo F., Siervo M., et al. (2019). Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview. *Contrast Media & Molecular Imaging*, Vol. 2019. P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/3548284>
18. Messina C., Albano D., Gitto S., Tofanelli L., Bazzocchi A., et al. (2020). Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, Vol. 10. №. 8. P. 1687–1698. <https://doi.org/10.21037/qims.2020.03.02>
19. Miao H., He H., Hou X., Wang J., Chi L. (2024). Cognitive expertise in sport experts: a three-level model meta-analysis. *PeerJ*, Vol. 12. Article e17857. DOI: 10.7717/peerj.17857
20. Obesity and overweight. World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (дата звернення: 15.01.2026).
21. Rubino F., Cummings D., Eckef R., Cohen R., Wilding J., Brown W., et al. (2025). Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, Vol. 13. №. 3. P. 221–262. [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(24\)00316-4](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(24)00316-4)
22. Salas-Venegas V., Flores-Torres R., Rodríguez-Cortés Y., Rodríguez-Retana D., Ramirez-Carreto R., et al. (2022). The Obese Brain: Mechanisms of Systemic and Local Inflammation, and Interventions to Reverse the Cognitive Decline. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, Vol. 16. Article 798995. DOI: 10.3389/fnint.2022.798995
23. Schell A., Dawson M. E. Psychophysiology. (2001). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, P. 12448–12452. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03424-0>
24. Wong A. L., Haith A. M., Krakauer J. W. (2017). Reaction times can reflect habits rather than computations. *eLife*, Vol. 6. Article e28075. <https://doi.org/10.7554/elife.28075>
25. Zhang D., Fu Y., Shen C., Liu C., Chen N., Cao H., et al. (2025). Regional adiposity shapes brain and cognition in adults. *Nature Mental Health*, Vol. 3. P. 1168–1180. <https://doi.org/10.1038/s44220-025-00501-8>

ГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ В ІНДИВІДУАЛЬНОМУ ПРОГНОЗУВАННІ СХИЛЬНОСТІ ДО ЗАНЯТЬ КУЛЬОВОЮ СТРІЛЬБОЮ

GENETIC MARKERS IN INDIVIDUAL PREDICTION OF PULLET SHOOTING

Стрикаленко Є. А., Степанюк С. І., Шалар О. Г.

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон, Україна

ORCID: 0000-0001-7686-8736

ORCID: 0000-0002-6035-3575

ORCID: 0000-0003-1866-9143

Strykalenko Y. A., Stepanyuk S. I., Shalar O. G.

Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson, Ukraine

Анотації

Мета дослідження. Робота присвячена визначенню специфічних дерматогліфічних генетичних маркерів, що зумовлюють схильність осіб до занять різними видами кульової стрільби. Метою є наукове обґрунтування використання індивідуальних морфогенетичних показників для підвищення ефективності системи спортивного відбору на етапах вищої спортивної майстерності.

Матеріали та методи. У науковому дослідженні брали участь 45 висококваліфікованих спортсменів, які є членами національної збірної команди України з кульової стрільби. До вибірки увійшли заслужені майстри спорту (ЗМС) та майстри спорту міжнародного класу (МСМК). Експериментальна група була розподілена за спеціалізацією: стрільці з пістолета (13 чоловіків та 15 жінок) та стрільці з гвинтівки (10 чоловіків та 7 жінок). Дослідження проводилося на базі Львівського стрілецького комплексу. Для збору даних використовувався метод пальцевої дерматогліфіки (аналіз якісних типів узорів та кількісного гребеневого рахунку). Статистична обробка результатів здійснювалася з використанням кореляційного аналізу Пірсона для встановлення взаємозв'язків між генетичними маркерами та змагальною результативністю.

Результати. В ході експериментальної роботи встановлено, що для висококваліфікованих стрільців характерні специфічні комбінації дерматогліфічних ознак. У пістолетній групі жінок домінуючим типом узору є петля (U), частота якої становить 33%. Для цієї категорії визначено оптимальні кількісні параметри: гребеневий рахунок на правій руці (RC III >17, RC IV >24, RC V >17) та на лівій руці (RC IV >21, RC V >17), при загальному сумарному рахунку лівої руки понад 102 та дельтовому індексу (DI) понад 14 дельт. У чоловіків, які спеціалізуються на стрільбі з пістолета, переважає завитковий тип (W) – 43,3%, при цьому зафіксовано низький гребеневий рахунок на I пальці правої руки (<36), сумарний рахунок правої руки <149 та показник DI <12. Для спеціалізації «гвинтівка» виявлено інші закономірності: жінкам притаманний завитковий тип (W – 40%), тоді як чоловікам – радіальна петля (R), розповсюдженість якої сягає 39,3%. Виявлені моделі дозволяють проводити індивідуальний прогноз успішності у конкретній вправі з високою точністю.

Висновки. Доведено існування стійкого кореляційного зв'язку між дерматогліфічними показниками та результативністю стрільців. Найвищий рівень взаємозв'язку виявлено у жінок-пістолетниць на V пальці лівої руки ($r=0,701$) та у чоловіків на I пальці правої руки ($r=-0,846$). Середній рівень кореляції зафіксовано за показниками дельтового індексу ($r=0,666$) та сумарного гребеневого рахунку. Отримані результати можуть бути використані як об'єктивна модель під час відбору юних талантів, що дозволить мінімізувати помилки при професійній орієнтації в кульовій стрільбі та забезпечить стабільність спортивних результатів у майбутньому.

Ключові слова: стрільці, генетичні маркери, тренування, змагання, кореляційний зв'язок, дерматогліфічні показники.

Aim. The study is dedicated to identifying specific dermatoglyphic genetic markers that determine an individual's predisposition to various types of bullet shooting. The goal is to provide a scientific justification for using individual morphogenetic indicators to enhance the efficiency of the sports selection system at the stages of elite athletic excellence.

Materials and Methods. The scientific study involved 45 elite athletes who are members of the national team of Ukraine in bullet shooting. The sample included Honored Masters of Sports (HMS) and Masters of Sports of International Class (MSIC). The experimental group was divided by specialization: pistol shooters (13 men and 15 women) and rifle shooters (10 men and 7 women). The research was conducted at the Lviv Shooting Complex. The finger dermatoglyphics method (analysis



of qualitative pattern types and quantitative ridge counting) was used for data collection. Statistical processing of the results was carried out using Pearson correlation analysis to establish relationships between genetic markers and competitive performance.

Results. During the experimental work, it was established that elite shooters are characterized by specific combinations of dermatoglyphic features. In the female pistol group, the dominant pattern type is the loop (U), with a frequency of 33%. For this category, optimal quantitative parameters were determined: ridge count on the right hand (RC III >17, RC IV >24, RC V >17) and on the left hand (RC IV >21, RC V >17), with a total ridge count of the left hand exceeding 102 and a delta index (DI) of over 14 deltas. For men specializing in pistol shooting, the whorl type (W) prevails at 43.3%, with a recorded low ridge count on the first finger of the right hand (<36), a total right-hand count <149, and a DI <12. For the "rifle" specialization, different patterns were revealed: women are characterized by the whorl type (W – 40%), while for men, the radial loop (R) is most common, reaching a prevalence of 39.3%. The identified models allow for individual performance prediction in specific exercises with high accuracy.

Conclusions. The existence of a stable correlation between dermatoglyphic indicators and the performance of shooters has been proven. The highest level of correlation was found in female pistol shooters on the V finger of the left hand ($r=0.701$) and in men on the I finger of the right hand ($r=-0.846$). Average correlation levels were recorded for the delta index ($r=0.666$) and total ridge count ($r=0.622$ for women and $r=0.698$ for men). The results obtained can be used as an objective model for selecting young talents, minimizing errors in professional orientation in bullet shooting and ensuring the stability of sports results in the future.

Key words: shooters, genetic markers, training, competitions, correlation, dermatoglyphic indicators.

Вступ. Сучасний український спорт перебуває на складному етапі розвитку, перспектива якого залежить від багатьох чинників, одним з яких є спортивний відбір на ранніх етапах підготовки спортсменів. Спортивний відбір – тривалий, багатоступеневий процес, який може бути ефективним лише в тому випадку, якщо на всіх етапах багаторічної підготовки спортсмена забезпечена комплексна методика оцінки його особистості, що припускає використання різних методів дослідження (педагогічних, медико-біологічних, психологічних, соціологічних). Використання морфофункціональних критеріїв (маркерів) важливо при оптимізації фізичних та тренувальних навантажень у спортсменів різних видів спорту з урахуванням їх конституційного типу. Це підтверджують експериментальні матеріали щодо високих спортивних досягнень борців греко-римського стилю та швидкісних підводних плавців [11; 18]. Також підкреслена важливість відбору футболістів принаймні два рази на рік або базові відбори – раз на рік після завершення змагального сезону. Цим забезпечується першочергова передумова для якісної роботи футбольної школи [20]. В нашій роботі ми приділили увагу визначенню впливу та ролі генетичних маркерів у спорті вищих досягнень.

Велику роль в спортивному відборі відіграє саме спортивна генетика, за допомогою якої можна визначити спадковість, статеві особливості та зробити індивідуальний прогноз в конкретному виді спорту. Дослідженнями спортивної генетики займалися такі фахівці, як: Л.П. Сергієнко, Є.А. Стрикаленко, Gerardo David González-Estrada, Gabriel Bedoya Berrio, David Gómez-Ríos, Genlab, Essam A. Hassan, Amr A. Shady [2; 4; 6; 7]. За даними чеських та українських фахівців такі зміни як вага, зріст, вік – є важливими характеристиками для прогнозування в спорті [5; 17].

Не всі фахівці приділяють увагу саме комплексному відбору, об'єднуючи в собі найбільш вагомі компоненти, до яких відносяться: мотивація, спадковість, рівень фізичного розвитку, психологічні особливості. Практично не використовуються в змісті первинного відбору для занять кульовою стрільбою чинники

генетичної схильності, фактори, пов'язані з особливостями психіки людини і деякі інші. Так, наприклад, в дослідженнях В.Т. П'яткова, присвяченому вивченню методики первинного відбору дітей для занять кульовою стрільбою, виявлено критерії і показники спортивного відбору, які можуть значно змінюватися в процесі тренування, в той же час не встановлені фактори, які фактично не змінюються з часом, а також мають високу кореляцію з змагальною діяльністю – стрільців і в значній мірі обумовлені спадковістю [1].

В кульовій стрільбі дослідження, щодо проблем спортивного відбору на різних етапах проводили такі фахівці, як: В.Т. П'ятков, Л.П. Сергієнко, Є.А. Стрикаленко та ряд інших авторів [1; 3]. Методики спортивного відбору, які використовувались раніше втратили свою ефективність, так як технічний прогрес в кульовій стрільбі має тенденцію постійного удосконалення. Розвитку інтересу до стрілецького спорту присвячено дослідження польських фахівців, які пов'язують це із економічним зростанням. Була продемонстрована сильна статистична кореляція між інтересом та економічним зростанням [15].

Необхідно більш широко впроваджувати методики з урахуванням спадкових ознак, що відіграють значну роль при спортивному відборі, в цьому напрямі працювали такі спеціалісти, як: Л.П. Сергієнко, Є.А. Стрикаленко [3; 19].

За допомогою сучасних методів спортивної генетики можливо робити прогноз більш точнішим. Виділення окремих генів або їх комплексів надзвичайно важкий і поки мало розроблений процес. Для практики спорту особливу важливість все більше набуває використання у відборі так званих маркерів, що відображають спадкові задатки окремих індивідуумів. Останнім часом пропонується використання ранньої діагностики спортивної обдарованості дитини, що базується на використанні генетичних маркерів [3; 4; 13]. Використовують жорстко обумовлені в розвитку ознаки (наприклад групи крові, особливості будови і колір райдужної оболонки ока, дерматогліфіку рук та ін.) так звані генетичні маркери, які фенотипічно проявляються в

ранньому віці людини і не змінюються протягом всього життя [2]. Взаємозв'язок між руховими, вольовими параметрами та їх вплив на спортивний результат у стрільцському спорті не впливають на точність під час змагань [8; 12; 15]. Також був виявлений значущий зв'язок між частотою серцевих скорочень і загальним часом стрільби на ефективність результатів у стрільбі із пневматичної гвинтівки на 10 м [11]. Тому визначення генетичних ознак, що вказують на розвиток рухових здібностей є актуальною проблемою.

Найбільш простий спосіб оцінки спадкових задатків є дерматогліфічні генетичні показники. Пальцеві дерматогліфи унікальні для кожної людини і мають високий ступінь успадкованості. Вони є невід'ємним компонентом її загальної конституції, в яких знаходять відображення загальних закономірностей реактивності організму, просторово-часові характеристики онтогенезу і взаємодії з середовищем. Ознаки дерматогліфіки є інформативними генетичними маркерами анатомо-фізіологічних задатків людини і застосовуються в спортивній практиці для визначення прогностичних функціональних можливостей і розвитку фізичних якостей у спортсменів. Дослідженнями за дерматогліфічними маркерами займалися такі фахівці, як: В.Т. П'ятков; Л.П. Сергієнко; Є.А. Стрикаленко [1; 2; 3; 4;].

Застосування дерматогліфічних технологій у системі спортивного відбору є високоефективним завдяки їхній інформативності, методичній доступності та відсутності потреби у дороговартісному обладнанні. Це зумовлює високу актуальність дослідження як інструменту для оптимізації прогнозування спортивної обдарованості.

Мета дослідження полягає в визначенні генетичних маркерів схильності осіб до занять різними видами кульової стрільби.

Матеріал та методи. Прогноз спортивної обдарованості людини є важливою науковою і практичною проблемою теорії спорту. Правильний

прогноз визначає ефективність усієї багаторічної системи спортивного відбору. Невелика кількість тренерів використовують генетичні маркери, які дозволяють розпізнавати спадкові задатки людини, його вроджені можливості при відборі талановитих спортсменів. Головним завданням на етапі відбору є визначення доцільності спортивного удосконалення в виді спорту, наше дослідження ми вирішили провести за допомогою генетичних маркерів, що в подальшому може стати матеріалом який застосовуватиметься при спортивному відборі.

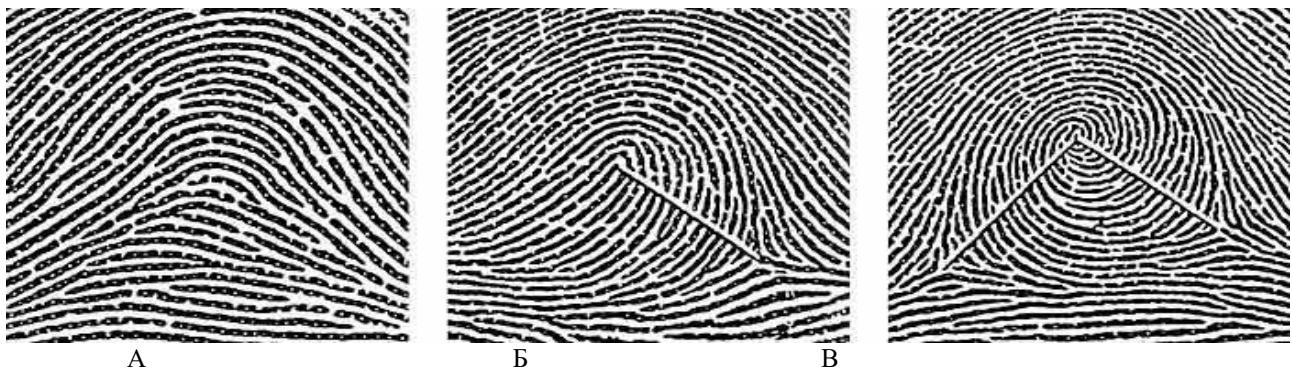
Дослідження проводилося на спортсменах, що входять до складу збірної України з кульової стрільби й характеризуються найвищим рівнем кваліфікації. Експериментальна частина роботи проводилась на базі Львівського спортивного комплексу СКА. В експериментальній частині брали участь стрільці з пістолету (13 чоловіків, 15 жінок) та гвинтівки (10 чоловіків, 7 жінок). Загальна кількість спортсменів, які взяли участь в дослідженні становила 45 осіб. Всі учасники дослідження характеризуються високим рівнем спортивної підготовленості та мають спортивні звання: майстри спорту міжнародного класу (МСМК) та заслужені майстри спорту України (ЗМС). Характеристика контингенту дослідження відображена в таблиці 1.

Всі спортсмени мають найвищий кваліфікаційний рівень (32 МСМК; 13 ЗМС). Серед яких 5 чемпіонів та призерів ОІ: Олена – чемпіонка літніх ОІ в Афінах 2004 р., бронзова призерка ОІ в Лондоні 2012 р., чемпіонка та призерка Чемпіонатів світу та Кубків світу; Юрій – бронзовий призер літніх ОІ в Пекіні 2008 р., срібний призер Чемпіонату світу та Кубка світу, учасник літніх ОІ в Афінах; Олександр – олімпійський чемпіон в Пекіні 2008 р., де встановив олімпійський рекорд, Сергій – срібний призер ОІ в Бразилії 2016 р.

Таблиця 1

Характеристика контингенту дослідження

Вид зброї		Спортивне звання			
		МСМК		ЗМС	
		К-ть	%	К-ть	%
Пістолет жінки (n = 15)	МК (n=6)	5	83,3	1	16,7
	ПП (n=9)	8	88,9	1	11,1
Пістолет чоловіки (n = 13)	МК (n = 4)	1	25	3	75
	ПП (n = 9)	6	66,7	3	33,3
Гвинтівка жінки (n = 7)	МГ (n=3)	3	100		
	ГП (n=4)	4	100		
Гвинтівка чоловіки (n = 10)	МГ (n=3)			3	100
	ГП (n=7)	5	71,4	2	28,6



А – дуга, кількість дельт дорівнює 0, числовий показник гребінців дорівнює 0;
 Б – петля, кількість дельт – 1, числовий показник – 18;
 В – завиток, кількість дельт – 2, числовий показник – 19 (по більшому лівому підрахунку).
 Рис. 1. Основні види папілярних візерунків пальців



Рис. 2. Підрахунок гребінців від дельти до центру узору

Також 12 багаторазових чемпіонів та призерів чемпіонатів та кубків світу: Олег – багаторазовий чемпіон та призер Кубка світу; учасник та фіналіст літніх ОІ в Пекіні 2008 р., Лондоні 2012р, Бразилії 2016 р.; Роман – учасник ОІ в Лондоні, Бразилії, фіналіст ОІ в Пекіні, чемпіон та багаторазовий призер Чемпіонатів Європи; Павло – учасник ОІ в Бразилії, Чемпіон Кубка світу, чемпіон та багаторазовий чемпіон Чемпіонатів Європи; Дар'я – учасниця ОІ в Пекіні та Лондоні, переможниця Кубка світу, багаторазова чемпіонка та призерка Чемпіонатів Європи.

Для вирішення поставлених завдань були застосовані наступні методи дослідження: аналіз і узагальнення науково-методичної літератури; визначення дерматогліфічних генетичних особливостей будови шкіряних візерунків пальців рук у висококваліфікованих стрільців; методи математичної статистики.

Дерматогліфіка – це візерунки на подушечках пальців рук та ніг, а також візерунки на долонях і ступнях. Вони є однією з найважливіших індивідуальних морфологічних характеристик людини. Пальцеві візерунки – це ознака організму, яка спадково обумовлена в розвитку, легко спостерігається та майже не змінюється протягом життя індивіда.

Методика визначення відбитків пальців нами використана наступна. Попередньо на оргсклі розкочувалась типографська фарба рівним та тонким шаром. Потім прокочували почергово пальці по оргсклу, починаючи з радіальної сторони до ульнарного краю, а потім в такій же послідовності прокочували пальці на чистому листі паперу. Послідовність залишання відбитку від І (великого) до V (мізинця) пальців у певному

порядку: зліва на право на кожній руці. При прокатуванні досліджуваній повинен тримати руку вільно але допомагати зняттю відбитків обертанням кисті.

При аналізі пальцевих дерматогліфів використовувались якісні та кількісні показники. При якісній оцінці враховують чотири типи пальцевих візерунків: дуги (А – англ. arch), петлі (R – англ. loop), круги або завиток (W– англ. whorl) та складні візерунки. Три перших, найбільш розповсюджених видів візерунків. Основні типи візерунків пальців представлені на рисунку 1.

При кількісному дерматогліфічному аналізі пальців підраховують загальну кількість дельт (місце де перетинаються лінії малюнка пальця, утворюючи Y-подібну фігуру) на обох руках (умовне позначення F–tr). Завитковий узор має дві дельти (або трирадіуси), петлі – одну, дуги – не мають дельт.

Рахують також кількість гребінців (ліній малюнка пальців) на кожному пальці (RC–I, RC–II та ін.), сумарно на правій та лівій (RC – права, RC – ліва) та на двох руках (TRC – тотальний гребневий рахунок). Числовий показник гребінців визначається за методом Holt, заснованому за методикою Bonnevie (рис. 2).

Лінійкою з'єднується центр візерунка з однією із дельт, олівцем проводилась пряма лінія та підраховується кількість гребінців, відрізків гребінців та точок, які торкаються цієї лінії. В підрахунок не входили ні гребінь, ні центр візерунка. Оскільки дуги не мають дельт, то при підрахунку буде дорівнювати 0. В завитку при зміщеному центрі гребінців підраховують з того боку, де їх більше.

Таблиця 2

Розподіл основних типів пальцевих узорів у стрільків та загальної популяції

Контингент дослідження	Типи узорів пальців								Вибірка
	W		U		R		A		
	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%	
Пістолет	91	32,5	77	27,5	85	30,3	25	8,9	28
Гвинтівка	51	30	54	31,7	62	36,4	3	1,7	17
Загальна популяція	480	32	870	58	60	4	90	6	150

Таблиця 3

Критерії оцінки змагальної результативності за кваліфікаційними нормативами федерації кульової стрільби України

Чоловіки	№	Вид зброї та назва вправи	Кількість очок	
			МСМК	МС
	Пістолет:			
	1.	ПП-3	580	572
	2.	МП-8	581	570
	Гвинтівка:			
	3.	ГП-6	624,5	615,5
	4.	МГ-6	1168	1148
Жінки	Пістолет:			
	5.	ПП-3	570	565
	6.	МП-5	580	572
	Гвинтівка:			
	7.	ГП-6	623,5	614,2
	8.	МГ-6	1164	1145

В ході нашого дослідження брали участь 45 стрільців. Пістолетна група включала: 15 жінок та 13 чоловіків. Гвинтівочна група включала 7 жінок та 10 чоловіків. Результати розподілу якісних дерматогліфічних генетичних показників представлені у таблиці 2.

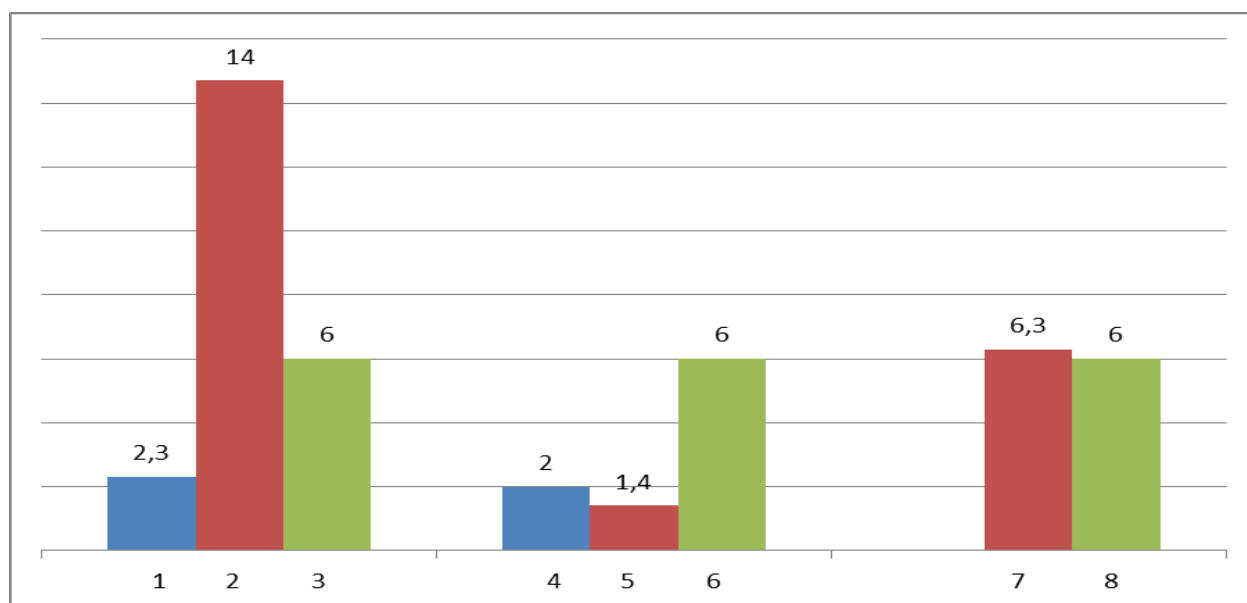
Досліджувані були поділені на 3 групи: 1 група – стрільці з пістолету, яка включала: 13 чоловіків та 15 жінок; 2 група – стрільців гвинтівки, яка включала: 10 чоловіків та 7 жінок та загальна популяція 150 чоловік. Дані досліджень загальної популяції були запропоновані Л.П. Сергієнко.

Аналізуючи отримані дані зазначимо, що у стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з пістолету спостерігається найбільший відсоток W – завитків (32,5%) та R – радіальних петель (30,3%). У представників стрільби з гвинтівки домінуючим є петлевий тип узору пальців: R – радіальних петель (36,4%) та U – ульнарних петель (31,7%). В загальній популяції найбільш розповсюдженим є наявність U – ульнарних петель (58%). Слід зазначити, що в усіх трьох групах наявність A – дуг спостерігається дуже рідко. Так відсоток людей з

даним типом узору пальця не перебільшує 9% від загальної кількості осіб в групі.

Для оцінки результативності змагальної діяльності нами були зібрані дані виступів на міжнародних змаганнях в різних видах зброї: в малокаліберному пістолеті та гвинтівці та пневматичному пістолеті та гвинтівці. Федерація стрільби України керується міжнародними правилами змагань з кульової стрільби, розробленими Міжнародною федерацією спортивної стрільби (ISSF), до яких введено систему додаткових фінальних серій. Критерії оцінки результативності за кваліфікаційними нормативами представлені в таблиці 3.

Вправа МГ–6 (малокаліберна гвинтівка) – вправа, яка входить в програму ОІ, стріляють чоловіки та жінки. Вправа виконується на дистанції 50 метрів, виконується з трьох положень. У кожному з положень виконується по 40 пострілів, всього в праві 120 пострілів. Максимальна кількість очок 1200.



1 – стрільці з пістолету (чоловіки); 2 – стрільці з пістолету (жінки); 3,6,8 – загальна популяція; 4 – стрільці з гвинтівки (чоловіки); 5 – стрільці з гвинтівки (жінки); 7 – стрільці об'єднані в одну групу.

Рис. 3. Відсоткове порівняння розповсюдженості типу узору пальця дуга (А) між стрільцями та загальною популяцією

Вправа ГП–6 (гвинтівка пневматична) – вправа, яка входить в програму ОІ, стріляють чоловіки та жінки. Виконується на дистанції 10 метрів з положення стоячи. Спортсмену надається 15 хвилин на пробні постріли кількості яких необмежена. Максимальна кількість очок 654.

Вправа МП–5 (малокаліберний пістолет) – вправа, яка входить до програми ОІ, стріляють жінки. Стандартний пістолет. вправа складається з двох частин, які послідовно виконуються одна за одною. Дистанція 25 метрів, перша частина мішень № 4, 5 пробних та 30 залікових пострілів (6 серій по 5 пострілів). Максимальна кількість очок 600.

Вправа МП–8 (малокаліберний пістолет) – вправа, яка входить до програми ОІ, стріляють чоловіки. Стандартний пістолет, дистанція 25 метрів. Вправа МП–8 складається з двох вправ МП–7 мішень № 4, 5 пробних та 30 залікових пострілів (6 серій по 5 пострілів). Максимальна кількість очок 600.

Вправа ПП–3 (пневматичний пістолет) – вправа, яка входить до програми ОІ, стріляють жінки та чоловіки. Дистанція 10 метрів мішень № 9. Всього 60 залікових пострілів, кількість пробних пострілів не обмежена.

Порівняння проводилося по кожній вправі, в якій виступають дані спортсмени. Порівняння відбувалось між середніми значеннями тестів. Для визначення взаємозв'язку між змагальною результативністю та кількісними показниками ми використовували кореляцію Браує–Пірсона.

Результати дослідження. Для більш детального аналізу розповсюдженості різних типів пальців рук ми згрупували дерматогліфічні ознаки всіх трьох груп дослідження за певним типом узору пальця. Також ми розподілили спортсменів за статевою приналежністю та певним видом зброї. Проведення даного аналізу дасть змогу знайти домінуючий тип узору пальців, що

дозволить прогнозувати схильність спортсменів з певним типом узору до конкретного виду стрільби (рис. 3).

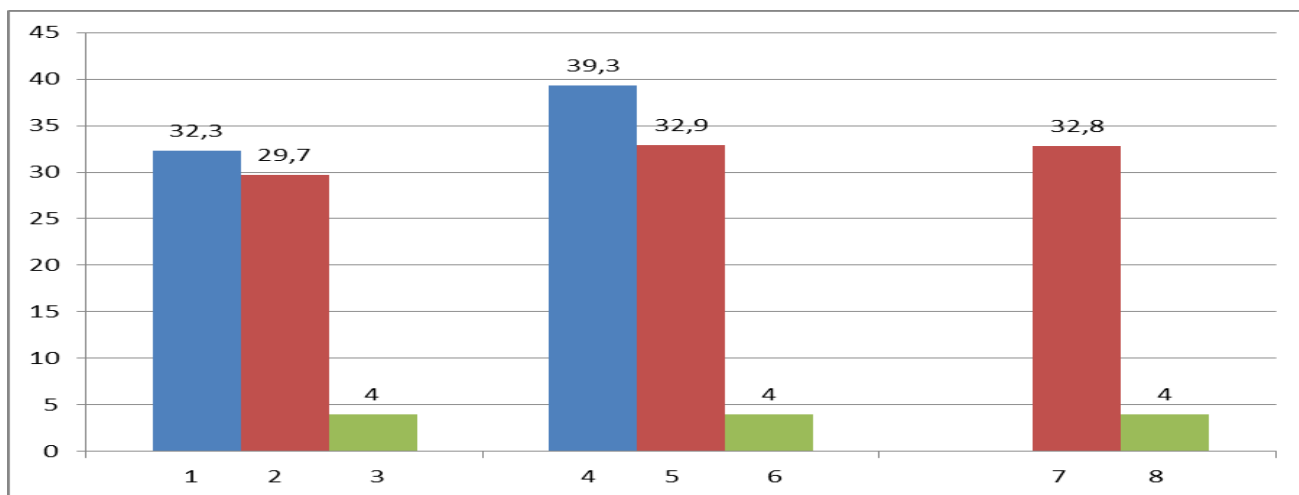
Порівнюючи результати треба відмітити, що найбільший відсоток петель в групі стрільців з пістолету, спостерігається у жінок (14%), а у чоловіків цей відсоток становить (2,3%).

В загальній популяції розповсюдженість типу узору – дуга складає (6%). В наступній групі стрільців, спеціалізованих в стрільбі з гвинтівки, максимальним відсотком даного типу узору характеризується 2% чоловіків і у 1,4% жінок. Слід зазначити, що об'єднавши стрільців в одну групу, тип пальцевого узору рук – дуга, встановлено у 6,3%. Під час порівняння показників окремо між групами стрільців жінок та чоловіків видно, що з типом узору А є значна вірогідність у досягненні результатів.

Аналізуючи дані серед стрільців з різних видів зброї, відмітимо, що саме для стрільців з пістолету жінкам більш характерний цей тип узору і орієнтуючись на ці дані можна зробити висновок, що жінки з даним типом узору пальця схильні до стрільби з пістолету. Кількість дуг як в загальній популяції так і у спортсменів не перевищує 8%.

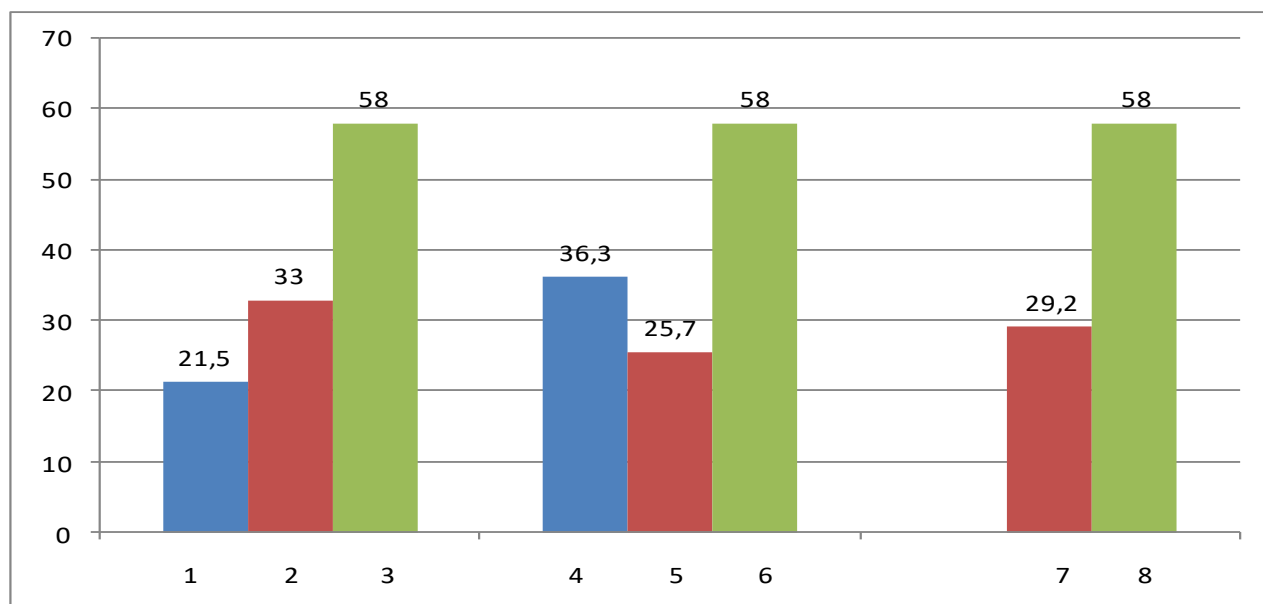
Наступним кроком нашої роботи стало визначення розповсюдженості типу пальцевого узору – R (петля, радіальна). Результати розподілу якісного показника радіального типу узору представлені на рисунку 4.

Проаналізувавши дані, встановлено, що в групі стрільців з пістолету найбільший відсоток радіальних петель спостерігається у чоловіків (32,3%), у жінок розповсюдженість даного типу узору пальця відмічено в межах 29,7%.



1 – стрільці з пістолету (чоловіки); 2 – стрільці з пістолету (жінки); 3,6,8 – загальна популяція; 4 – стрільці з гвинтівки (чоловіки); 5 – стрільці з гвинтівки (жінки); 7 – стрільці об'єднані в одну групу.

Рис. 4. Відсоткове порівняння розповсюдженості типу узору пальця петля радіальна (R) між стрільцями та загальною популяцією



1 – стрільці з пістолету (чоловіки); 2 – стрільці з пістолету (жінки); 3,6,8 – загальна популяція; 4 – стрільці з гвинтівки (чоловіки); 5 – стрільці з гвинтівки (жінки); 7 – стрільці об'єднані в одну групу.

Рис. 5. Відсоткове порівняння розповсюдженості типу узору пальця петля ульнарна (U) між стрільцями та загальною популяцією

У людей, які не займаються спортом, даний тип узору пальця спостерігається лише в 4%. У другій групі стрільців з гвинтівки радіальні петлі превалюють у чоловіків (39,3 %), а у гвинтівочниць результат становить (32,9%). В об'єднаній стрілецькій групі відсоток даного типу узору пальця складає (32,8%). Ми бачимо, що відсоток радіального типу узору істотно не відрізняється. Окремо порівнюючи між собою стрільців жінок та чоловіків в стрільбі з різних видів зброї, ми можемо зробити припущення, що до досягнення високих результатів з даним типом узору пальця схильні чоловіки стрільці-гвинтівочники. Взагалі, за результатами дослідження, встановлено домінування радіальних петель у даної групи спортсменів.

Наступним типом узору пальця, розповсюдженість якого ми визначали - це U (ульнарні петлі). Результати розподілу ульнарного типу узору у спортсменів-стрільців представлені на рисунку 5.

За результатами дослідження розповсюдженості інших типів узору пальців можна сказати, що ульнарні петлі більш поширені в загальній популяції, відсоток яких складає (58%).

Порівнюючи розповсюдженість даного узору між групами стрільців, треба відзначити що, збільшення узору спостерігається в групі стрільчинь з пістолету (33%).

У групі чоловіків ульнарні петлі зустрічаються дещо менше (21,5%). В групі спортсменів, які спеціалізуються

в стрільбі з гвинтівки, найбільшу кількість ульнарних петель на пальцях рук спостерігаємо у чоловіків (36,3%), а у жінок дещо менше (25,7%). Порівнюючи групи між собою, зазначимо, що ульнарні петлі домінують в загальній популяції. Аналізуючи результати стрільців, видно, що більш поширені ульнарні петлі у стрільчинь-пістолетчиць. Тому, жінкам, у яких більша кількість ульнарних петель, рекомендовано займатись стрільбою з пістолету, а чоловікам з гвинтівки.

За даними спеціалістів найбільш складним типом узору пальців є завиток (W). Результати розподілу завиткового типу представлені на рис. 6.

Підсумовуючи дані щодо розповсюдженості типу узору пальця завиток серед спортсменів, що спеціалізуються в стрільбі з пістолету, зазначимо, що найбільший відсоток зустрічається у чоловіків й становить (43,9%), у жінок даний тип спостерігається у 23%, а в загальній популяції завитковий тип узору поширений на 32% пальцях рук.

Аналізуючи результати, видно, що серед гвинтівочників максимальний відсоток завиткового типу узору пальця у жінок – 40%, а у чоловіків – 22,2%.

Об'єднавши спортсменів в одну групу та порівнюючи з загальною популяцією, ми бачимо несуттєві відмінності у кількості завиткового типу узору. В загальній популяції на 0,3% більше цього узору ніж у стрільців. Окремо порівнюючи між собою стрільців жінок та чоловіків з різних видів зброї, ми можемо передбачити досягнення більш високих результатів для жінок у стрільбі з гвинтівки, а чоловікам – схильність до занять стрільбою з пістолету.

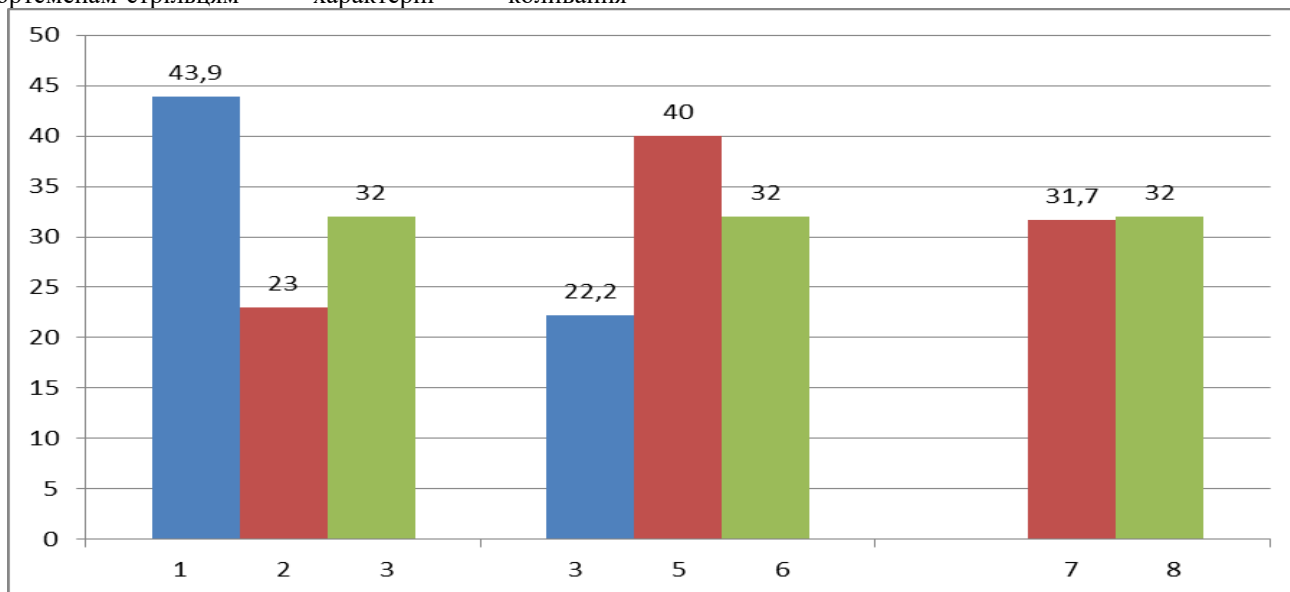
Підсумовуючи дані по чотирьом типам узорів пальців рук, можна відмітити, що у всіх досліджених стрільців узори розподілені в такому відсотковому співвідношенні: W – 31,7%; R – 32,8%; U – 29,2%; A – 6,3%. В загальній популяції: W – 32%; R – 4%; U – 58%; A – 6%. Отримані результати свідчать про те, що спортсменам-стрільцям характерні коливання

результатів в діапазоні 30% по всіх типах узорів, окрім типу А. Аналізуючи результати загальної популяції, встановлена велика розрізненість між усіма видами узорів.

Узагальнюючи результати дослідження, проведеного за якісними показниками пальцевої дерматогліфіки серед стрільців найвищого рівня кваліфікацій, зазначимо, що існує тенденція щодо розповсюдженості завиткового типу узору на першому пальці обох рук в 60,9%. Також певна закономірність встановлена на RC II-му та RC IV-му пальці обох рук – завиток зустрічався у 64% стрільців та в 43,3% відповідно. На RC IV-му пальці лівої руки переважає радіальна петля (67,1%). Загальне розповсюдження радіальних петель у стрільців на всіх пальцях лівої руки знаходиться в межах 43,5%. Характерною особливістю стрільців є також поширення радіальних петель на RC III, IV, V пальцях лівої руки (57,7%). Тип візерунка пальця ульнарна петля спостерігався на правій руці на RC III-IV пальцях у 37,7% стрільців.

Проаналізувавши особливості якісних дерматогліфічних генетичних показників, треба зазначити, що отримані результати можна розглядати, як генетичні маркери під час відбору спортсменів-стрільців, як для загальної схильності до занять стрільбою, так і в конкретному виді спортивної зброї.

За даними провідних науковців галузі спортивної генетики дерматогліфічні показники поділяють на дві категорії – якісні та кількісні. При аналізі кількісних показників ми розраховували кількість гребінців на обох руках (TRC) та проводили аналіз кількості гребінців окремо по кожній руці та по кожному пальцю. Результати визначення взаємозв'язку між дерматогліфічними ознаками та показниками змагальної результативності стрільців представлені в таблиці 4.



1 – стрільці з пістолету (чоловіки); 2 – стрільці з пістолету (жінки); 3,6,8 – загальна популяція; 4 – стрільці з гвинтівки (чоловіки); 5 – стрільці з гвинтівки (жінки); 7 – стрільці об'єднані в одну групу.

Рис. 6. Відсоткове порівняння розповсюдженості типу узору пальця завиток (W) між стрільцями та загальною популяцією

Таблиця 4

Взаємозв'язок між дерматогліфічними показниками та змагальною результативністю висококваліфікованих стрільців

Показники дерматогліфіки		Змагальна результативність				
		Пістолет			Гвинтівка	
		ПП	МП		ГП	МГ
			Жінки	Чоловіки		
Права рука	RC I	$r=0,486$	$r=0,500$	$r=-0,846$	$r=-0,476$	$r=-0,207$
	RC II	$r=0,345$	$r=0,125$	$r=-0,521$	$r=-0,269$	$r=-0,354$
	RC III	$r=0,615$	$r=0,601$	$r=-0,606$	$r=-0,500$	$r=-0,165$
	RC IV	$r=0,600$	$r=0,619$	$r=-0,375$	$r=-0,312$	$r=-0,359$
	RC V	$r=0,461$	$r=0,620$	$r=-0,336$	$r=-0,380$	$r=-0,426$
	RC п. р	$r=0,596$	$r=0,568$	$r=-0,698$	$r=-0,454$	$r=-0,355$
Ліва рука	RC I	$r=0,210$	$r=0,438$	$r=-0,547$	$r=-0,376$	$r=-0,322$
	RC II	$r=0,345$	$r=0,394$	$r=-0,360$	$r=-0,403$	$r=-0,553$
	RC III	$r=0,409$	$r=0,246$	$r=-0,597$	$r=-0,320$	$r=-0,300$
	RC IV	$r=0,355$	$r=0,700$	$r=-0,419$	$r=-0,141$	$r=-0,421$
	RC V	$r=0,489$	$r=0,701$	$r=-0,157$	$r=-0,376$	$r=-0,371$
	RC л. р	$r=0,422$	$r=0,622$	$r=-0,519$	$r=-0,392$	$r=-0,480$
TRC:		$r=0,463$	$r=0,598$	$r=-0,616$	$r=-0,433$	$r=-0,426$
DI:		$r=0,577$	$r=0,666$	$r=-0,655$	$r=0,459$	$r=-0,399$

1) ПП – пневматичний пістолет; 2) МП – малокаліберний пістолет;
3) ГП – гвинтівка пневматична; 4) МГ – малокаліберна гвинтівка.

Статистичні дані вказують на те, що результативність стрільців з гвинтівки практично однакова, результати проранювались разом для жінок і для чоловіків. У зв'язку з тим, що офіційні правила змагань з МП у чоловіків та жінок відрізняються, ми дану категорію спортсменів розподілили на дві групи.

За отриманими результатами встановлено, що у групі стрільців, які спеціалізуються в (ПП) на правій руці взаємозв'язок спостерігаємо на: RC III-му пальці – $r=0,615$ (гребінців >27). На RC IV-му пальці – $r=0,600$ (гребінців >21). Загальна Σ гребінців на пальцях правої руки у спортсменів-стрільців, складає – $r=0,596$ (гребінців >91). За результатами взаємозв'язку лівої руки дельтового індексу (DI) $r=0,577$ (гребінців >13). Порівняння змагального результату спортсменів, які спеціалізуються в стрільбі з малокаліберного пістолету за дерматогліфічними ознаками відбувалось на основі швидкісних вправ. Тому, на нашу думку, отримані результати пов'язані з характером виконання вправи з цього виду зброї, які свідчать про схильність до виконання вправ, які вимагають прояву реакції.

Серед групи стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з пістолету, на правій руці були встановлені наступні результати. Кореляційний зв'язок на середньому рівні

присутній у жінок на RC I-му пальці – $r=0,500$ (гребінців >27), а у чоловіків – $r=-0,846$ (гребінців <36). У спортсменів чоловіків на RC II-му пальці – $r=0,521$ (гребінців <29). Треба відмітити, що найбільший взаємозв'язок у стрільців серед всіх змагальних вправ присутній на RC III-му пальці правої руки. У жінок середній рівень взаємозв'язку на RC III-му пальці становить – $r=0,601$ (гребінців >24), де у чоловіків – $r=-0,606$ (гребінців <25). На наступному RC IV-му пальці у жінок результат становить – $r=0,619$ (гребінців >24). Середній рівень взаємозв'язку виявлений у жінок на RC V-му пальці – $r=0,620$ (гребінців >17). Присутній середній рівень взаємозв'язку за загальною Σ гребінців на пальцях лівої руки. Таким чином, у жінок результат наступний – $r=0,568$ (гребінців >106), а у чоловіків становить – $r=0,698$ (гребінців <149).

На лівій руці у стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з пістолету, результати даного дослідження характеризуються середнім та високим рівнем взаємозв'язку. У чоловіків рівень кореляційного зв'язку становить на RC I-му пальці – $r=-0,547$ (гребінців <31), на наступному RC II-му пальці – $r=-0,597$ (гребінців <25). Високий рівень взаємозв'язку встановлений у жінок на RC IV-му пальці – $r=0,700$ (гребінців >21) та на

RC V-му пальці – $r=0,701$ (гребінців >17). За загальною Σ гребінців лівої руки встановлено, що у стрільців взаємозв'язок присутній у жінок – $r=0,622$ (гребінців >102), де у чоловіків результат наступний – $r=-0,519$ (гребінців <129). За сумарним гребеневим рахунком папілярних ліній (TRC) у жінок – $r=0,598$ (гребінців >208), а у чоловіків становить – $r=-0,616$ (гребінців <279). Також встановлено, що середній рівень взаємозв'язку за результатами DI складає у жінок – $r=0,666$ (гребінців >12), а у чоловіків – $r=-0,655$ (гребінців <14). Наступна група – це група стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з ГП. Середній рівень взаємозв'язку зустрічаємо на RC III-му пальці правої руки – $r=-0,500$ (гребінців $p<19$). Остання група даного дослідження включала стрільців з МГ. Кореляційний зв'язок знайдено лише тільки на RC II-му пальці лівої руки – $r=-0,553$ (гребінців $p<19$).

Аналізуючи дані дослідження, ми можемо зазначити, що максимальна кількість пальців на яких знайдено середній та високий рівень взаємозв'язку між дерматогліфічними ознаками та змагальною результативністю наявний у стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з МП, а в стрільбі з ПП кількість пальців на яких знайдено взаємозв'язок менший. На останніх пальцях ми бачимо несуттєвий рівень взаємозв'язку між результативністю та дерматогліфічними показниками, що говорить відсутність або низький зв'язок.

Проаналізувавши зазначені результати, треба зауважити, що чим більший результат взаємозв'язку між змагальною результативністю та кількісними дерматогліфічними генетичними показниками, то тим більший прямий зв'язок, тобто, чим більший результат, то тим більша кількість гребінців на одному пальці руки або TRC чи суми однієї руки. Отримавши в результаті показник з негативним знаком, ми можемо відмітити, що при зменшенні кількості гребінців на пальцях рук спостерігається збільшення результативності стрільців, що є результатом зворотного взаємозв'язку.

В ході нашого дослідження ми розробили комплекс дерматогліфічних маркерів схильності до занять кульовою стрільбою. Серед стрільців були сформовані групи, в яких вони були розподілені за їх спеціалізацією, а саме: стрільці з ПП та МП. В стрільбі з МП стрільці

були поділені на чоловіків та жінок, так як за правилами ISSF виконання даної вправи у них різні. Результати комплексного розподілу дерматогліфічних генетичних маркерів у стрільців, що спеціалізуються в стрільбі з пістолету представлені у таблиці 5.

За результатами отриманих даних треба відмітити, що у стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з ПП та МП, більш розповсюджений тип узору завиток (W), що є характерним для складно-координаційних видів спорту. За даними Л.П. Сергієнка, цей вид узору притаманний спортсменам, яким необхідний високий рівень координації. В ході дослідження було виявлено, що стрільці, які спеціалізуються в стрільбі з ПП, повинні мати наступні дерматогліфічні ознаки: кількість папілярних ліній на правій руці RC III >27 , RC IV >21 , RC правої руки >91 , дельтовий індекс (DI) становить >13 дельт.

В якості дерматогліфічних генетичних маркерів стрільців-жінок, які спеціалізуються в стрільбі з МП доцільно використовувати наступні ознаки: на пальцях правої руки кількість гребінців: на RC I >27 , RC III >17 , RC IV >24 , RC V >17 , RC правої руки >106 ; на лівій руці - кількість гребінців на RC IV >21 , RC V >17 , де результат RC лівої руки >102 , TRC >208 , а DI >14 дельт.

В якості генетичних маркерів схильності до заняття кульовою стрільбою з МП при відборі чоловіків доцільно використовувати наступні ознаки: кількість папілярних ліній правої руки на RC I <36 , RC II <29 , RC III <25 , RC IV <19 , на RC правої руки <149 . На лівій руці кількість гребінців пальців становить: RC I <31 , RC III <25 , а RC лівої руки <129 , TRC <279 , DI <12 дельт. Підсумовуючи вище зазначені результати, встановлено, що жінкам, які спеціалізуються з МП характерно на RC V пальці обох рук однакова кількість папілярних ліній >17 . Серед всіх респондентів саме у чоловіків з МП найбільша кількість гребінців на RC I <36 .

Аналогічно нами були сформовані дві групи: стрільці з ПП та МГ, в які входили чоловіки та жінки. Комплекс дерматогліфічних маркерів включав підрахунок кількісних та якісних показників. Результати комплексного розподілу дерматогліфічних генетичних маркерів у стрільців з гвинтівки представлені у таблиці 6.

Таблиця 5
Комплекс дерматогліфічних генетичних маркерів схильності до занять кульовою стрільбою з пістолету

Вид вправи		Якісний показник	Дерматогліфічні показники													
			Права рука							Ліва рука						
			RC I	RC II	RC III	RC IV	RC V	RC права	RC I	RC II	RC III	RC IV	RC V	RC ліва	TRC	DI
ПП		W	–	–	>27	>21	–	>91	–	–	–	–	–	–	–	>13
МП	Ж	W	>27	–	>17	>24	>17	>106	–	–	–	>21	>17	>102	>208	>14
	Ч	W	<36	<29	<25	<19	–	<149	<31	–	<25	–	–	<129	<279	<12

1) ПП – пневматичний пістолет; 2) МП – малокаліберний пістолет; 3) Ч – чоловіки; 4) Ж – жінки.

Таблиця 6

Комплекс дерматогліфічних генетичних маркерів схильності до занять кульовою стрільбою з гвинтівки

Вид виправи	Якісні показники	Дерматогліфічні показники													
		Права рука						Ліва рука							
		RC I	RC II	RC III	RC IV	RC V	RC права	RC I	RC II	RC III	RC IV	RC V	RC ліва	TRC	DI
ГП	R	–	–	<19	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
МГ	R	–	–	–	–	–	–	–	<19	–	–	–	–	–	–

1) ГП – гвинтівка пневматична; 2) МГ – малокаліберна гвинтівка.

Проаналізувавши результати, відмітимо, що у стрільців які спеціалізуються в стрільбі з ГП та МГ спортсменам характерний тип узору – петля радіальна (R). За результатами даного дослідження, треба відмітити, що у стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з ГП кількість папілярних ліній на правій руці становить на RC III <19. У стрільців, які спеціалізуються в стрільбі з МГ кількість гребінців на лівій руці становить на RC II <19. Підсумовуючи дані, треба зазначити, що в обох видах стрільби на цих пальцях рук кількість гребінців однакова, що свідчить про те, що з такою кількістю гребінців спортсменам можна рекомендувати займатись стрільбою як з МГ так і ГП.

Дискусія.

В останній час у спортивному відборі науковці та провідні тренери стали приділяти велику увагу саме спортивній генетиці, що дає змогу зробити спортивний відбір більш ефективним. Сучасний розвиток спортивної науки та спортивної генетики вказує на те, що даний напрям стає все більш розповсюдженим і доцільним у використанні. Виявлено дослідницький акт можливого застосування груп крові у генетичному прогнозуванні розвитку мислення. Зазначено, що найкращі асоціативні зв'язки з різними особливостями мислення мають особи з групами крові А (II) і О (I), а найгірші – особи з групою крові АВ (IV) [9; 16]. Було виявлено наявність зв'язку В (III) групи крові із властивостями сприйняття часу у юних спортсменів (13-16 років). Тобто люди із В(III) групою крові мають кращі властивості, але відмінностей у сприйнятті часу у спортсменів не виявлено [10]. Доведено існування зв'язку між геном SOX15 і витривалістю спортсмена. Було проаналізовано поліформізм SOX15 футбольних арбітрів, які виконували дистанцію 3000 м і вище за тестом Купера та контрольної групи. Поліформізм SOX15 проявив значно вищу частоту вибірки у футбольних арбітрів, ніж у контрольній групі (спортсмени без ліцензії) [7; 17]. Вважається, що властивості гена ACTN3 є генетичним маркером для відбору футболістів. Було досліджено наявність зв'язку між поліформізмом гена ACTN3 та аеробними можливостями футболістів 18-20 років із Саудівської Аравії [6].

Дослідивши матеріали ряду авторів, під час вивчення доцільності використання дерматогліфічних генетичних

маркерів в різних видах спорту зазначимо, що автори [3; 11] встановили наступний відсотковий розподіл візерунків пальців рук у спортсменів і осіб, які не займаються спортом. Серед спортсменів частіше зустрічались петлевий тип узору пальця (чоловіки – 67%, жінки – 56%) та завиток (чоловіки – 28%, жінки – 43%), а візерунок дуга зустрічався не часто (чоловіки – 5%, жінки – 1%). Встановлено, що в загальній популяції, так само як і у спортсменів, переважав візерунок петля: у чоловіків – 73%, у жінок – 60%. Завиток представлений практично в рівній мірі, як у чоловіків (20%), так і у жінок (24%). Тип узору пальця – дуга зустрічався у 16% жінок та у 7% чоловіків. Петлевий тип узору пальця у жінок та чоловіків зустрічається частіше інших візерунків, що традиційно для загальної популяції.

Згідно даних Є.А. Стрикаленко, зниження частоти складних візерунків і збільшення частки простих візерунків при невеликому сумарному гребеневому рахунку і низькому дельтовому індексі притаманні спортсменкам в видах спорту з домінуючою якістю витривалості [3]. В своїх роботах Л.П. Сергієнко дослідив якісні ознаки пальцевої дерматогліфіки серед груп досліджуваних видів спорту [2]. У циклічних видах спорту з пріоритетом рухової діяльності, спрямованої на прояви якості витривалості, відзначалося зменшення частки завитків і петель (WL) і повна відсутність наявності завитків на всіх десяти пальцях рук при збереженні домінуючої кількості петель з завитками (LW). Підвищена розповсюдженість всіх типів візерунків (ALW) на десяти пальцях рук спостерігалась у представниць плавання (30%) і лижних гонок (30,4%), в той час, як у легкоатлеток ці значення менші (7,2%). У плаванні і лижних гонках у спортсменок зазначалося домінування двох фенотипів LW і ALW при наявності рівних за кількістю слабо виражених фенотипів 10L і WL. У групі легкоатлеток переважали поєднання AL і LW при їх рівній кількості. У видах спорту з високою координацією рухів, таких як тхеквондо та фехтування, характерним є наявність двох візерунків: петель з завитками, таких як LW і WL. Сумарне їх кількість склало більше 70%. Розподіл же фенотипів за рівнем зменшення було однонаправлено LW > WL > ALW.

За результатами дослідження Є.А. Стрикаленко у представників спортивних однокласників найчастіше

зустрічаються завитки, у веслярів-академістів – ульнарні петлі, у представників складно-координаційних видів спорту – радіальні петлі, у ігровиків – тенденція до збільшення завитків [4]. У представників академічного веслування спостерігається тенденція до значної кількості ульнарних та радіальних петель (75 %). Слід зазначити, що у всіх вибірках досліджуваного контингенту існує тенденція до наявності незначної кількості дуг.

За результатами Л.П. Сергієнка, в яких автор визначав дерматогліфічні маркери до розвитку координації рухів – статичної рівноваги, брали участь близнюки. В групі близнюків з високим рівнем рівноваги була відмічена більша кількість U петель – 73,81%; а в групі з гіршим рівнем координації – 50,48%. В першій групі завитковий тип узору зустрічався у 18,10%, а в другій у 39,52% [2].

У проведеному нами дослідженні відбувається співпадіння отриманих результатів з даними проведених раніше досліджень. Так, як стрільба, за думкою В.Т. П'яtkова, відноситься до складно-координаційного виду спорту, в ході роботи було виявлено, що стрільці не є виключенням і їм притаманний тип пальцевого візерунку – завиток, який найчастіше спостерігається в видах спорту з високим розвитком координації [1].

Оскільки дерматогліфічні показники є маркерами розвитку нервової системи та сенсомоторних здібностей, вони безпосередньо корелюють із точністю маніпуляцій кисті. У контексті відновлення функцій верхніх кінцівок після складних ушкоджень, зокрема вогнепальних поранень, автори [14] акцентують увагу на важливості методів фізичної терапії. Це дозволяє припустити, що індивідуальні морфогенетичні особливості, виявлені нами у стрільців, можуть впливати на темпи реабілітації та динаміку відновлення дрібної моторики після травм аналогічного характеру.

Висновки.

1. Визначено специфічні дерматогліфічні профілі висококваліфікованих стрільців порівняно з загальною популяцією. Для стрільців характерне переважання радіальної петлі (R – 32,8% проти 4% у популяції). Встановлено закономірність поширення завитків (W) на I та II пальцях обох рук (60,9% та 64% відповідно) та радіальних петель на III, IV, V пальцях лівої руки (57,7%).

2. Виявлено кореляційний зв'язок між кількісними показниками дерматогліфіки та результативністю у стрільбі з малокаліберного пістолета. Найвищий рівень взаємозв'язку встановлено у жінок на V пальці лівої руки ($r=0,701$) та у чоловіків на I пальці правої руки ($r=0,846$). Також значущі кореляції зафіксовано для сумарного гребеневого рахунку (Σ) лівої руки та дельтового індексу (DI).

3. Сформовано дерматогліфічні моделі для відбору: для жінок (пістолет): переважання петлі (U), сумарний рахунок лівої руки >102 , DI >14 ;

для чоловіків (пістолет): переважання завитків (W – 43,3%), сумарний рахунок правої руки <149 , DI <12 ;

гвинтівка: жінкам притаманний завитковий тип (W – 40%), чоловікам – радіальна петля (R – 39,3%).

4. Встановлені якісні та кількісні характеристики дерматогліфіки можуть слугувати об'єктивними

генетичними маркерами для прогнозування спортивної обдарованості та відбору перспективних юних спортсменів у кульовій стрільбі.

Література

1. П'яtkов В.Т. Теорія і методика стрілецького спорту. Львів: ЛДІФК, 1999. 120 с.
2. Сергієнко Л.П. Основи спортивної генетики. Київ: Вища школа, 2004. 630 с.
3. Сtrykalenko С.А., Сергієнко Л.П. Особливості дерматогліфіки рук у гребців та стрільців. Сучасні проблеми фізичного виховання і спорту студентів України. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2005. С. 413–420.
4. Сtrykalenko С.А. Прогноз розвитку координаційних здібностей за допомогою дерматогліфічних генетичних маркерів. Актуальні проблеми юнацького спорту: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф., 24 вересня 2005 р. Херсон: ХДУ. С. 41–44.
5. Bozděch M., Vychodilová R. Evaluation of neural network feature and function settings on the model performance and accuracy. *Journal of Physical Education and Sport*. 2023. Vol. 23. Art 123. P. 983 – 989.
6. Essam A. Hassan, Amr A. Shady Significance of ACTN3 gene and its relation with physiological and physical variables as a genetic marker for soccer players' selection at high altitudes. *Journal of Physical Education and Sport*, 2020. Vol. 20. Art 232. P. 1711 – 1720.
7. Gerardo D., González-Estrada, Bedoya Berrio G., Gómez-Ríos D., Genlab Association between ACE, ACTN3, AGT, BDKRB2, and IL-6 gene polymorphisms and elite status in Colombian athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 2023. Vol. 23. Art 129. P. 1036 – 1043.
8. Hazrolli, G., & Elezi, A. The impact of certain motor and conative parameters in shooting sport. *Sport Mont*, 2013. XI (37-38-39). P. 603-608.
9. Khoroshukha Mykhailo, Putrov Sergiy, Sushchenko Lyudmyla, Zavalniuk Olena, Bazylchuk Oleg, Dutchak Yurii Influence of blood type serologic markers on development of the function of logical thinking of athletes aged 17-20. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. Vol. 19. Art 153. P. 1060 – 1065.
10. Khoroshukha Mykhailo, Putrov Sergiy, Sushchenko Lyudmyla, Zavalniuk Olena, Bazylchuk Oleg, Volieva Natalia. Peculiarities of using blood types serologic markers for the development of time perception function of young athletes aged 13-16. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. Vol. 1. Art 83. P. 567 – 572.
11. Moskovchenko Olga, Ivanitsky Vladimir, Zakharova Larisa, Tolstopyatov Igor, Tatiana Kattsina, Redi Elena, Shumakov Aleksey, Lyulina Natalia, Shubin Dmitriy Morphofunctional markers of kinetic aptitude in a sport selection system. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018. Vol.18. Art 98. P. 670 – 676.
12. Petrovič Peter, Benčuriková Lubomíra, Červenka Denis, Putala Matúš. Impact of selected factors on performance in sporting shooting from air rifle in standing position. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20. Art 110. P. 768 – 773.
13. Popovych, I., Blynova, O., Kuzikova, S., Shcherbak, T., Lappo, V., & Bilous, R. Empirical research of vitality of representatives of parachuting and yoga practice: a comparative analysis. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21. P. 218-226.
14. Shestopal N., Balazh N., Kovelska A., Kikh A., Tomanek M., Grygus I. Effect of rehabilitation program on the quality of life of people with forearm or hand gunshot wounds using physiotherapy methods. *Journal of Physical Education and Sport*, 2021. Vol. 21 (5), 2591–2600.
15. Siemiątkowski Piotr, Tomaszewski Patryk. Effect of shooting sports on the vis à vis a level of economic growth. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21. Art 122. P. 984–989.
16. Strykalenko E., Shalar O., Huzar V. The use of integral exercises in the physical training of aykdist athletes. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2021. P. 126-131.
17. Strykalenko, Y., Shalar, V., Shalar, O., Voloshynov, S., Homenko, V., & Svirida, V. Physical fitness assessment of young football players using an integrated approach. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21. P. 360-366.
18. Strykalenko, Y., Shalar, O., Huzar, V., Andrieieva, R., Zhosan, I., & Bazyl'yev, S. Influence of the maximum force indicators on the efficiency of passing the distance in academic rowing. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 19, P. 1507-1512.
19. Strykalenko, Y., Shalar, O., Huzar, V., Voloshynov, S., Homenko, V., & Bazyl'yev, S. Efficient passage of competitive distances in academic

rowing by taking into account the maximum strength indicators. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20. P. 3512-3520.

20. Velimir Vukajlović. Selekcija u sportu – fudbalu. Montenegrin sport academy. Sport Mont. 2019. P. 202-209.

References

1. Pyatkov V.T. (1999). *Teoriya i metodyka striletskoho sportu* [Theory and methodology of shooting sports]. Lviv: LDIFK [in Ukrainian].
2. Serhiyenko L.P. (2004). *Osnovy sportyvnoyi henetyky* [Basics of sports genetics]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
3. Strykalenko Y.A., & Serhiyenko L.P. (2005). Osoblyvosti dermatohlifiki ruk u hrebtsiv ta stril'tsiv [Peculiarities of dermatoglyphics of hands in rowers and shooters]. *Suchasni problemy fizychnoho vykhovannya i sportu shkolyariv ta studentiv Ukrayiny*. 413–420. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka [in Ukrainian].
4. Strykalenko Y.A. (2005). Prohnoz rozvytku koordynatsiynykh zdibnostey za dopomohoyu dermatohlifichnykh henetychnykh markeriv [Prediction of the development of coordination abilities using dermatoglyphic genetic markers]. *Aktual'ni problemy yunats'koho sportu*. 41-44. Kherson: KHDU [in Ukrainian].
5. Bozděch Michal, & Renáta Vychodilová. (2023). Evaluation of neural network feature and function settings on the model performance and accuracy. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 23. 983–989. DOI:10.7752/jpes.2023.04123
6. Essam A. & Hassan, Amr A. & Shady. (2020). Significance of ACTN3 gene and its relation with physiological and physical variables as a genetic marker for soccer players' selection at high altitudes. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 20. 1711–1720. DOI:10.7752/jpes.2020.04232
7. Gerardo David, & González-Estrada, & Gabriel Bedoya Berrio, & David Gómez-Ríos, & Genlab. (2023). Association between ACE, ACTN3, AGT, BDKRB2, and IL-6 gene polymorphisms and elite status in Colombian athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 23. 1036–1043. DOI:10.7752/jpes.2023.04129
8. Hazrolli, G., & Elezi, A. (2013). The impact of certain motor and conative parameters in shooting sport. *Sport Mont*. XI. 603-608.
9. Khoroshukha Mykhailo, & Putrov Sergiy, & Sushchenko Lyudmyla, Zavalniuk Olena, & Bazylychuk Oleg, & Dutchak Yurii. (2019). Influence of blood type serologic markers on development of the function of logical thinking of athletes aged 17-20. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 19. 1060–1065. DOI:10.7752/jpes.2019.02153
10. Khoroshukha Mykhailo, & Putrov Sergiy, & Sushchenko Lyudmyla, & Zavalniuk Olena, & Bazylychuk Oleg, & Volieva Nataliia. (2019). Peculiarities of using blood types serologic markers for the development of time perception function of young athletes aged 13-16. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 19. 567– 572. DOI:10.7752/jpes.2019.01083
11. Moskovchenko Olga, Ivanitsky Vladimir, Zakharova Larisa, Tolstopyatov Igor, Tatiana Kattsina, Redi Elena, Shumakov Aleksey, Lyulina Natalia, Shubin Dmitriy. (2018). Morphofunctional markers of kinetic aptitude in a sport selection system. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 18. 670–676. DOI:10.7752/jpes.2018.02098
12. Petrovič Peter, & Benčuriková Lubomíra, & Červenka Denis, & Putala Matúš. (2020). Impact of selected factors on performance in sporting shooting from air rifle in standing position. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 20. 768–773. DOI:10.7752/jpes.2020.02110
13. Popovych, I., & Blynova, O., & Kuzikova, S., & Shcherbak, T., & Lappo, V., & Bilous, R. (2021). Empirical research of vitality of representatives of parachuting and yoga practice: a comparative analysis. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 21. 218-226. DOI:10.7752/jpes.2021.01029
14. Shestopal N., Balazh N., Kovelska A., Kikh A., Tomanek M., Grygus I. Effect of rehabilitation program on the quality of life of people with forearm or hand gunshot wounds using physiotherapy methods. *Journal of Physical Education and Sport*, 2021. Vol. 21 (5), 2591–2600. DOI:10.7752/jpes.2021.05347
15. Siemiątkowski Piotr, & Tomaszewski Patryk. (2021). Effect of shooting sports on the vis à vis a level of economic growth. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 21. 984–989. DOI:10.7752/jpes.2021.s2122
16. Strykalenko E., & Shalar O., & Huzar V. (2021). The use of integral exercises in the physical training of aykidist athletes. *Health, Sport, Rehabilitation*. 126-131. <https://doi.org/10.34142/HSR.2019.05.01.14>
17. Strykalenko, Y., & Huzar, V., & Shalar, O., & Voloshynov S., & Homenko V., & Svirida, V. (2021). Physical fitness assessment of young football players using an integrated approach. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 21. 360-366. DOI:10.7752/jpes.2021.01034
18. Strykalenko, Y., & Shalar, O., & Huzar, V., & Andrieieva, R., & Zhosan, I., & Bazylyev, S. (2019). Influence of the maximum force indicators on the efficiency of passing the distance in academic rowing. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol.19. 1507-1512. DOI:10.7752/jpes.2019.03218
19. Strykalenko, Y., & Shalar, O., & Huzar, V., & Voloshynov S., & Homenko V., & Bazylyev, S. (2020). Efficient passage of competitive distances in academic rowing by taking into account the maximum strength indicators. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 20. 3512-3520. DOI:10.7752/jpes.2020.06474
20. Velimir Vukajlović. (2019). Selekcija u sportu – fudbalu. montenegrin sport academy. Sport Mont. 202-209.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРЕКЦІЙНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ У ЖІНОК ДРУГОГО ПЕРІОДУ ЗРІЛОГО ВІКУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РУХІВ

EFFECTIVENESS OF CORRECTIVE AND PREVENTIVE MEASURES IN WOMEN OF THE SECOND PERIOD OF ADULTHOOD BASED ON THE ANALYSIS OF FUNCTIONAL MOVEMENT FEATURES

Фединяк Н. В.¹, Випасняк І. П.¹, Вінтоняк О. В.²

¹Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

²ДВНЗ «Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу», м. Івано-Франківськ, Україна

ORCID: 0000-0002-0785-7651

ORCID: 0000-0002-4192-1880

ORCID: 0000-0003-4940-1238

Fedyniak N. V.¹, Vypasniak I. P.¹, Vintoniak O. V.²

¹Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

²Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Анотації

Вступ. Сучасна епістемологічна ситуація в царині антропоцентричного знання детермінує радикальну ревізію методологічних підходів у межах теоретико-методологічного поля фізичної культури та онтокінезіології. Зазначений дискурс маркується вираженням вектором до міждисциплінарної конвергенції, де об'єктом наукової рефлексії постає цілісність біомеханічного та соматичного статусів індивіда. У межах означеної парадигми проблематика пролонгації структурно-функціонального гомеостазу опорно-рухового апарату жінок другого періоду зрілого віку трансформується у фундаментальний науковий імператив. Це обумовлено необхідністю системного нівелювання деструктивних проявів гетерохронної інволюції, що клінічно маніфестує через деградацію кінезіологічного потенціалу та розбалансування архітектоники постави.

Мета дослідження – експериментальна перевірка ефективності корекційно-профілактичних заходів у жінок 36-45 років з різним типом постави на основі комплексного аналізу функціональних особливостей рухів.

Методи дослідження: у межах дослідженням проведено комплексне обстеження 27 жінок другого періоду зрілого віку. Дослідницький дизайн базувався на принципах Гельсінської декларації та включав функціональний скринінг рухів (FMS), фотограметричний аналіз постави, педагогічний експеримент та методи математичної статистики.

Результати. Поточне дослідження спрямоване не на опис програмних компонентів корекційного впливу, а на науково обґрунтоване узагальнення результатів їх практичної апробації, що дозволяє розкрити механізми оптимізації рухового потенціалу, підвищення функціональної якості рухів та адаптаційно-компенсаторних можливостей опорно-рухового апарату жінок другого періоду зрілого віку. Позитивна динаміка функціональний скринінгу рухів свідчить про ефективність запропонованого комплексу корекційно-профілактичних заходів, реалізованого з урахуванням індивідуальних морфофункціональних особливостей опорно-рухового апарату, та підтверджує його здатність оптимізувати рухові патерни, підвищувати міжсегментарну координацію й покращувати контроль у критичних для хребта та суглобів позиціях.

Висновки. Сукупність отриманих емпіричних даних дозволяє розглядати запропоновані корекційно-профілактичні заходи, реалізовані у процесі систематичних занять оздоровчим фітнесом, як науково обґрунтований, методологічно вивіреним та ефективний інструмент корекції порушень постави й оптимізації рухової діяльності у жінок віком 36–45 років, що підтверджує доцільність їх упровадження у практику оздоровчих програм для осіб даної вікової групи.

Ключові слова: зрілий вік, жінки, опорно-руховий апарат, постава, порушення, функціональний скринінг рухів, корекційно-профілактичні заходи, оздоровчий фітнес.

The contemporary epistemological landscape in the field of anthropocentric sciences necessitates a radical revision of methodological approaches within the theoretical and methodological framework of physical education and ontokinesiology. This discourse is characterized by a pronounced vector toward interdisciplinary convergence, where the integrity of an individual's biomechanical and somatic status becomes the object of scientific reflection. Within this paradigm, the

Received: 24 February 2026. Accepted: 24 April 2026. Available online: 30 April 2026

© 2026. Fedyniak N. V., Vypasniak I. P., Vintoniak O. V.

Rehabilitation and Recreation. ISSN 2786-8354 (Online) | ISSN 2786-8346 (Print)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



prolongation of the structural and functional homeostasis of the musculoskeletal system in women during the second period of mature age is transformed into a fundamental scientific imperative. This is necessitated by the need for systemic mitigation of the destructive manifestations of heterochronic involution, which clinically manifests through the degradation of kinesiological potential and the imbalance of postural architectonics.

The aim of the study is to experimentally verify the effectiveness of corrective and preventive measures for women aged 36–45 with various postural types, based on a comprehensive analysis of functional movement characteristics.

Methods. The study involved a comprehensive examination of 27 women in the second period of adulthood. The research design was grounded in the principles of the Declaration of Helsinki and incorporated Functional Movement Screen (FMS), photogrammetric postural analysis, a pedagogical experiment, and methods of mathematical statistics.

Results. The current study focuses not on the description of the programmatic components of corrective intervention, but on the scientifically grounded generalization of the results of their practical approbation. This approach elucidates the mechanisms for optimizing motor potential, enhancing the functional quality of movement, and improving the adaptive-compensatory capacities of the musculoskeletal system. The positive dynamics of the functional movement screening indicate the effectiveness of the proposed set of corrective and preventive measures, implemented with consideration for individual morphofunctional characteristics. The findings confirm its capacity to optimize movement patterns, enhance intersegmental coordination, and improve control in positions critical for the spine and joints.

Conclusions. The aggregate of the obtained empirical data allows for the conceptualization of the proposed corrective and preventive measures, integrated into systematic health-oriented fitness sessions, as a scientifically substantiated, methodologically verified, and effective tool for correcting postural abnormalities and optimizing motor activity in women aged 36–45. This substantiates the expediency of their implementation into the practice of health-recreational programs for this demographic group.

Keywords: mature age, women, musculoskeletal system, posture, impairments, Functional Movement Screen (FMS), corrective and preventive measures, health-oriented fitness.

Вступ. Сучасний етап розвитку наук про людину, зокрема теорії та методики фізичного виховання, онтокінезіології, характеризується стійкою тенденцією до поглибленої міждисциплінарної інтеграції знань, у межах якої проблематика збереження та оптимізації функціонального стану опорно-рухового апарату осіб зрілого віку набуває особливої наукової та соціальної значущості [1, 13, 15, 16]. У цьому контексті жінки другого періоду зрілого віку становлять специфічну демографічну та біологічну когорту, для якої характерні складні морфофункціональні, нейром'язові та біомеханічні трансформації [4, 5, 23], що зумовлені віковими інволюційними процесами [7, 17, 19], гормональними перестройками та сукупним впливом особливостей способу життя, фізичної активності та соціального середовища [20]. Такі зміни створюють певну варіабельність рухових патернів і функціонального стану опорно-рухового апарату, визначають підвищену чутливість до порушень постави та потребують цілеспрямованих, диференційованих корекційно-профілактичних заходів, що враховують індивідуальний морфофункціональний та біомеханічний профіль кожної жінки [2, 12, 21].

Актуальність дослідження ефективності корекційно-профілактичних заходів у зазначеного контингенту зумовлена, з одного боку, зростанням поширеності функціональних порушень рухової сфери, зниженням адаптаційних можливостей організму [2, 3, 10, 12], а з іншого – недостатньою теоретико-методологічною розробленістю диференційованих підходів до корекції цих порушень з позицій аналізу функціональних особливостей рухів [8, 9, 21]. Більшість наявних програм корекційно-профілактичної спрямованості не завжди ґрунтуються на системному врахуванні індивідуальних функціональних параметрів рухової діяльності.

Функціональні особливості рухів як інтегральний показник взаємодії центральної нервової системи,

м'язово-скелетного апарату та регуляторних механізмів організму відображають не лише поточний стан рухової функції, але й рівень адаптаційно-компенсаторних можливостей людини [11, 22, 21]. Аналіз цих особливостей дозволяє виявити приховані дисфункціональні зміни, що не завжди фіксуються традиційними антропометричними методами, проте мають суттєвий вплив на ефективність рухової діяльності та якість життя [6, 14, 20].

У зв'язку з цим науково обґрунтований аналіз функціональних особливостей рухів набуває статусу ключового методологічного інструменту у процесі розроблення, впровадження та оцінки ефективності корекційно-профілактичних заходів. Такий підхід дозволяє перейти від емпірично орієнтованих програм до концептуально вибудованих моделей корекційно-профілактичних заходів, заснованих на принципах системності, індивідуалізації та функціональної доцільності. Разом із тим у сучасній науковій літературі спостерігається фрагментарність досліджень, присвячених комплексному вивченню ефективності корекційно-профілактичних заходів у жінок 36–45 років саме на основі аналізу функціональних особливостей рухів. Це зумовлює наявність наукової суперечності між потребою у впровадженні високоефективних, методологічно вивірених корекційних програм та обмеженістю теоретичних узагальнень щодо механізмів їх впливу на функціональний стан рухової системи.

Ураховуючи викладене, дослідження ефективності корекційно-профілактичних заходів у жінок другого періоду зрілого віку з різним станом біомеханіки постави на основі аналізу функціональних особливостей рухів є актуальним, науково значущим і методологічно обґрунтованим. Воно спрямоване на поглиблення теоретичних уявлень про закономірності функціональної організації рухової діяльності у зрілому віці та на формування наукових засад удосконалення практики

корекційно-профілактичної роботи з даним контингентом.

Мета дослідження – експериментальна перевірка ефективності корекційно-профілактичних заходів у жінок 36-45 років з різним типом постави на основі комплексного аналізу функціональних особливостей рухів.

Матеріали і методи дослідження. *Учасники.* У дослідженні взяли участь 27 жінок віком 36–45 років, які дали добровільну інформовану згоду на участь. Усі учасниці пройшли комплекс інструментальних вимірювань і тестових процедур та були залучені до реалізації експериментальної програми.

Дотримання етичних стандартів у процесі проведення дослідження забезпечено відповідно до положень World Medical Association та її програмного документа – Declaration of Helsinki, а також з урахуванням принципів Universal Declaration on Bioethics and Human Rights і Convention on Human Rights and Biomedicine Ради Європи.

Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення спеціальної наукової літератури, педагогічне спостереження, педагогічне тестування (функціональне оцінювання рухів). З метою об'єктивізації якості фундаментальних рухових патернів та виявлення латентних функціональних обмежень було застосовано систему Functional Movement Screen (FMS – розроблену G. Cook та L. Burton), педагогічний експеримент, цифрова фотограмметрія та аналіз біогеометричного профілю постави. Провідним інструментом оцінки постави жінок виступив програмно-апаратний комплекс APECS AI, методи математичної статистики.

Результати. У межах даного етапу дослідження фокус наукового аналізу свідомо зосереджено виключно на верифікації результативності імплементації авторських корекційно-профілактичних заходів, диференційованих відповідно до морфофункціонального статусу опорно-рухового апарату респонденток. Такий підхід зумовлений необхідністю об'єктивного оцінювання ефективності корекційного впливу за умов цілеспрямованого врахування індивідуальних особливостей просторової організації тіла та функціональних характеристик рухової діяльності жінок другого періоду зрілого віку.

З огляду на те, що детальна експлікація змістовно-процесуальних характеристик зазначених корекційно-профілактичних заходів, а також їх ґрунтовне теоретико-методологічне обґрунтування вже репрезентовані у прелімінарних наукових публікаціях авторів, у межах даної роботи акцент зміщено на дедуктивний аналіз отриманих емпіричних даних, їх систематизацію та інтерпретацію з позицій сучасних уявлень про закономірності функціональної організації рухів.

Поглиблений індивідуалізований аналіз отриманого емпіричного масиву даних уможливив ідентифікацію вираженої позитивної траєкторії розвитку рухових якостей у суб'єктів дослідження зі сколіотичною поставою. Зафіксована статистично значуща екстраполяція бальних показників за репрезентативною більшістю тестових доменів (табл. 1) свідчить про системну реконфігурацію рухової активності. Така позитивна флуктуація результатів виступає об'єктивним підтвердженням високої прогностичної та практичної спроможності імplementованого комплексу корекційно-профілактичних заходів.

Так, за результатами тесту глибокого присідання (Deep Squat) до початку експериментального впливу більшість учасниць дослідження (83,3 %) демонстрували рівень виконання, оцінений у 2 бали, тоді як 16,7 % жінок отримали лише 1 бал, що свідчило про наявність виражених функціональних обмежень у поєднанні мобільності кульшових і гомілково-ступневих суглобів зі стабільністю та контролем м'язів корпусу. Після завершення реалізації авторської програми всі 100 % жінок отримали оцінку 2 бали, що вказує на досягнення групою загалом однаково прийнятної та функціонально достатнього рівня виконання базового глобального руху, без проявів грубих дисфункцій.

Аналогічну позитивну динаміку зафіксовано і в тесті переступання через перешкоду (Hurdle Step). До початку експерименту 50 % жінок отримували 1 бал, а решта 50 % – 2 бали, що відображало недостатню узгодженість роботи тазового поясу та опорної кінцівки в умовах асиметричного навантаження. Після завершення експериментальної програми частка оцінок 2 бали зросла до 75 %, тоді як 1 бал отримали лише 25 % учасниць, що свідчить про покращення міжсегментарної координації, підвищення контролю положення таза та зростання стабільності опорної ноги.

Таблиця 1

Розподіл жінок 36-45 років зі сколіотичною поставою (n=12) за рівнем виконанні рухових тестів до та після впровадження авторських корекційно-профілактичних заходів

Рухові тести	До експерименту			Після експерименту		
	1 бал	2 бали	3 бали	1 бал	2 бали	3 бали
Deep Squat	16,7	83,3	-	-	100	-
Hurdle Step	50	50	-	25	75	-
In Line Lunge	33,3	66,7	-	16,7	83,3	-
Shoulder Mobility	33,3	66,7	-	-	91,7	8,3
Active Straight Leg Raise	33,3	66,7	-	-	100	-
Trunk Stability Push Up	-	75	25	-	66,7	33,3
Rotary Stability	25	66,7	8,3	8,3	83,3	8,3

Примітка. Deep Squat - присідання; Hurdle Step - переступання через бар'єр; In Line Lunge - випад; Shoulder Mobility - рухливість плечового поясу; Active Straight Leg Raise - підйом прямої ноги; Trunk Stability Push Up - віджимання; Rotary Stability - ротаційна стабільність.

Таблиця 2

Розподіл жінок 36-45 років зі сколіотичною поставою (n=12) за інтегральним показником функціональної оцінки рухів до та після впровадження авторських корекційно-профілактичних заходів

Час тестування	Бали FMS			
	12	13	14	15
До експерименту,%	58,3	41,7	-	-
Після експерименту,%	-	16,7	66,7	16,7

Примітка. FMS - сумарний бал загальної функціональної оцінки рухів.

У тесті випаду по лінії (In Line Lunge) до початку апробації програми 33,3 % жінок демонстрували рівень виконання, оцінений у 1 бал, тоді як 66,7 % отримували 2 бали. Після завершення експериментального впливу частка оцінок 2 бали зросла до 83,3 %, а кількість учасниць із нижчим рівнем виконання зменшилася до 16,7 %. Отримані зміни є методологічно та клінічно значущими, особливо для жінок із компенсованою сколіотичною поставою, оскільки відображають удосконалення функціональної взаємодії стопи, колінного суглоба, тазу та тулуба, що є критично важливим для стабілізації просторової організації тіла та профілактики вторинних рухових дисфункцій.

В об'єктивно складніших для даного контингенту тестах, спрямованих на оцінювання мобільності та сегментарної стабільності, зокрема мобільності плечового поясу (Shoulder Mobility) та активного підйому прямої ноги (Active Straight Leg Raise), також зафіксовано виражену позитивну динаміку. Так, у тесті Shoulder Mobility на доекспериментальному етапі третина жінок (33,3 %) отримувала лише 1 бал, тоді як решта учасниць демонстрували рівень виконання, оцінений у 2 бали. Після впровадження експериментальної програми 91,7 % жінок досягли рівня 2 бали, а ще 8,3 % – максимально можливих 3 балів. Таким чином, практично вся група вийшла на рівень, що відповідає адекватній функціональній рухливості плечового поясу за умов збереження стабільності тулуба, що є принципово важливим для профілактики компенсаторних порушень у верхніх відділах хребта.

У тесті Active Straight Leg Raise на доекспериментальному етапі 33,3 % жінок оцінювалися в 1 бал, а 66,7 % – у 2 бали. Після участі в апробованій програмі всі 100 % учасниць отримали оцінку 2 бали, що свідчить про досягнення достатнього обсягу рухів у кульшових суглобах за умови адекватної стабілізації поперекового відділу хребта. Зазначений результат має особливу прикладну значущість з позицій профілактики перевантажень хребта під час виконання як побутових, так і тренувальних рухів.

У тестах, які безпосередньо діагностують здатність до підтримання стабільності корпусу, також простежується позитивна динаміка. Зокрема, у вправі Trunk Stability Push Up до початку експерименту 75 % жінок мали оцінку 2 бали, а 25 % – 3 бали. Після завершення експериментального впливу частка результатів, оцінених у 3 бали, зросла до 33,3 %, тоді як у решти 66,7 % учасниць зберігався рівень 2 бали. Отримані зміни свідчать про поступове посилення регуляції м'язового корсету та підвищення здатності до динамічного підтримання стабільності корпусу в умовах ускладненої опори.

Особливо показовими є результати тесту Rotary Stability, чутливого до асиметрій, характерних для сколіотичної постави. До експерименту 25 % жінок отримували 1 бал, 66,7 % – 2 бали та лише 8,3 % – 3 бали. Після апробації корекційно-профілактичних заходів частка учасниць з найнижчою оцінкою зменшилася до 8,3 %, водночас 83,3 % жінок досягли рівня 2 бали, а 3 бали продемонструвала одна учасниця. Така динаміка відображає зменшення кількості виражених порушень ротаційної стабільності та тенденцію до вирівнювання функціональних можливостей між правою і лівою половинами тіла.

Високим ступенем предиктивної та діагностичної інформативності в контексті верифікації ефективності імplementованих корекційно-профілактичних заходів відзначається динаміка інтегрального індексу FMS (табл. 2).

До початку експерименту жінки зі сколіотичною поставою демонстрували загальний інтегральний бал FMS на рівні 12 балів у 58,3 % випадків та 13 балів у 41,7 % випадків. Така розстановка результатів свідчила про наявність початкових обмежень у мобільності ключових суглобів, стабільності тулуба та узгодженості сегментарних переміщень. Після завершення курсу систематичних занять оздоровчим фітнесом спостерігалася суттєва трансформація розподілу інтегральних оцінок: лише 16,7 % учасниць залишилися на рівні 13 балів, водночас 66,7 % досягли 14 балів, а ще 16,7 % – 15 балів. Така динаміка свідчить про узгоджене покращення мобільності, стабільності та міжсегментарної координації, що забезпечує оптимізацію функціональної спроможності рухової системи та формування більш адекватного рухового стереотипу.

На рівні середніх значень сумарного індексу FMS у жінок зі сколіотичною поставою також відзначається позитивна динаміка, що підтверджує ефективність авторської програми у контексті комплексної оптимізації рухової діяльності та підвищення загальної функціональної спроможності опорно-рухового апарату.

У тесті Deer Squat середній інтегральний бал підвищився з $1,83 \pm 0,39$ до 2,00 балів, що відповідає приросту на 0,17 бала або 9,3 %. Така зміна свідчить про те, що група не лише досягла повністю прийнятного рівня виконання базового присідання, а й продемонструвала абсолютну однорідність за якістю руху, що відображає формування стабільного та узгодженого рухового стереотипу.

У тесті Hurdle Step середній показник зріс з $1,5 \pm 0,52$ до $1,75 \pm 0,45$ бала (на 0,25 бала або 16,7 %), що відображає поступове наближення до стабільно задовільного рівня контролю тазу та нижніх кінцівок під

час виконання кроку через перешкоду. Аналогічну тенденцію продемонстрував тест In Line Lunge, де середній бал підвищився з $1,67 \pm 0,49$ до $1,83 \pm 0,39$ бала (на 0,16 бала або 9,6 %), що свідчить про перехід більшості учасниць до якіснішого виконання вправи, із покращеною узгодженістю роботи стоп, колінного та кульшового суглобів. У тесті Shoulder Mobility середнє значення збільшилося з $1,67 \pm 0,49$ до $2,08 \pm 0,29$ бала (на 0,41 бала або 24,6 %), що свідчить про покращення діапазону рухів у плечових суглобах за умови збереження контролю та стабільності корпусу.

У вправі Active Straight Leg Raise приріст склав 0,33 бала (з $1,67 \pm 0,49$ до 2,00; 19,8 %), при цьому після завершення програми всі учасниці досягли однаково задовільного рівня виконання тесту, що свідчить про уніфікацію функціональних можливостей кульшових суглобів при стабілізації поперекового відділу.

Щодо вправ, які безпосередньо діагностують стабільність корпусу, середній показник тесту Trunk Stability Push Up змінився з $2,25 \pm 0,45$ до $2,33 \pm 0,49$ бала (на 0,08 бала; 3,6 %), а показник Rotary Stability – з $1,83 \pm 0,58$ до $2,00 \pm 0,43$ бала (на 0,17 бала; 9,3 %), що свідчить про помірне, але помітне посилення стабілізаційних можливостей м'язового корсету як у симетричних, так і в ротаційних умовах виконання рухів.

Сумарний інтегральний показник FMS у жінок зі сколіотичною поставою зріс із $12,42 \pm 0,51$ до $14,00 \pm 0,60$ балу, що становить середнє підвищення на 1,58 бала або 12,7 %. Для шкали з максимальною оцінкою 21 бал цей приріст можна класифікувати як відносно невелике зрушення; проте його значущість полягає в системному поліпшенні одразу кількох компонентів рухової функції, включно з мобільністю, стабільністю та

міжсегментарною координацією. Отримані результати підтверджують, що апробована корекційно-профілактичні заходи, за умови статистичного підтвердження, може бути ефективною для підвищення функціональної рухової спроможності жінок другого періоду зрілого віку зі сколіотичним типом порушення постави.

Аналіз розподілу показників FMS за тестами Колмогорова–Смірнова та Шапіро–Вілکا засвідчив наявність істотних відхилень від нормальності для всіх змінних, як до, так і після експерименту ($p < 0,05$). З урахуванням характеру шкали оцінок від 0 до 3 балів, невеликого обсягу вибірки та наявності виражених скупчень значень, для перевірки статистичної достовірності змін між попереднім та підсумковим вимірюваннями було застосовано критерій Вілкоксона для пов'язаних вибірок із розрахунком розміру ефекту.

Водночас аналіз окремих компонентів FMS показав, що хоча загальна тенденція була позитивною, деякі тестові показники не досягли статистичної значущості змін (табл. 3), що відображає як індивідуальні відмінності у вихідному функціональному стані, так і специфіку впливу програми на різні аспекти рухової сфери. До початку експерименту за тестом Deep Squat медіана результатів у групі жінок зі сколіотичною поставою становила 2 бали і після завершення програми залишилася на тому ж рівні. Лише у 2 учасниць відбулося підвищення оцінки з 1 до 2 балів, у решти 10-ти жінок показник не змінився. Застосування критерію Вілкоксона не виявило статистично достовірних змін ($p > 0,05$), що свідчить про помірне, локальне та не масове покращення техніки виконання глибокого присідання.

Таблиця 3

Динаміка показників функціональної оцінки рухів у жінок другого періоду зрілого віку зі сколіотичною поставою протягом експерименту (n=12)

Рухові тести	Час тестування, медіана та квартилі розподілу (Me [Q1; Q3])		Поширеність змін			Достовірність змін		
	До експерименту	Після експерименту	К-ть жінок із зростанням балу	К-ть жінок із зниженням балу	Без змін	Z	p	r
Deep Squat	2 [2; 2]	2 [2; 2]	2	0	10	-1,41	>0,05	-
Hurdle Step	1,5 [1; 2]	2 [1,25; 2]	3	0	9	-1,73	>0,05	-
In Line Lunge	2 [1; 2]	2 [2; 2]	2	0	10	-1,41	>0,05	-
Shoulder Mobility	2 [1; 2]	2 [2; 2]	5	0	7	-2,23	<0,05	0,65
Active Straight Leg Raise	2 [1; 2]	2 [2; 2]	4	0	8	-2	<0,05	0,58
Trunk Stability Push Up	2 [2; 2,75]	2 [2; 3]	1	0	11	-1	>0,05	-
Rotary Stability	2 [1,25; 2]	2 [2; 2]	2	0	10	-1,41	>0,05	-
FMS	12 [12; 13]	14 [14; 14]	12	0	0	-3,15	<0,01	0,91

Таблиця 4

Розподіл жінок другого періоду зрілого віку з круглою спиною (n=8) за рівнем виконанні рухових тестів до та після впровадження авторських корекційно-профілактичних заходів

Рухові тести	До експерименту			Після експерименту		
	1 бал	2 бали	3 бали	1 бал	2 бали	3 бали
Deep Squat	12,5	75	12,5	-	87,5	12,5
Hurdle Step	62,5	37,5	-	37,5	62,5	-
In Line Lunge	25	75	-	12,5	87,5	-
Shoulder Mobility	25	75	-	-	87,5	12,5
Active Straight Leg Raise	25	75	-	-	100	-
Trunk Stability Push Up	-	75	25	-	62,5	37,5
Rotary Stability	37,5	37,5	25	-	75	25

За тестом Hurdle Step медіана на початковому етапі експерименту становила 1,5 бала, після закінчення курсу – 2 бали. При цьому лише у 3-х учасниць спостерігалось підвищення, а у 9-ти жінок оцінка залишилася незмінною. Значення критерію Вілкоксона ($Z=-1,73$) вказує на наявність статистичної тенденції ($p<0,1$), але не досягає традиційного 5%-го порогу достовірності. Це демонструє, що за стабільністю кроку через бар'єр програма мала певний ефект, але формальна перевірка не підтвердила його як статистично потужний.

Аналогічно у тесті In Line Lunge медіана залишалася на рівні 2 балів як до, так і після експерименту. Підвищення оцінки спостерігалось лише у 2-х учасниць, у решти залишалося без змін, тому застосування критерію Вілкоксона не дозволяє стверджувати про статистично достовірні зміни ($p>0,05$).

У тестах Trunk Stability Push Up та Rotary Stability радикальних змін також не відзначено. Для Trunk Stability Push Up медіана залишалася на рівні 2 балів, лише 1 учасниця підвищила оцінку, у решти 11-ти показник залишився без змін ($p>0,05$). У тесті Rotary Stability медіана також зберігалася на рівні 2 балів, покращення спостерігалось у 2-х жінок, решта 10 зберегли попередні результати ($p>0,05$). Таким чином, у симетричних та ротаційних умовах стабілізаційні можливості корпусу змінилися незначно, хоча спостерігається спрямована тенденція до покращення.

Водночас у тесті Shoulder Mobility зафіксовано переконливе покращення результатів. Хоча медіана залишилася на рівні 2 балів, нижній кuartиль піднявся до 2 балів, у 5-ти учасниць спостерігалось виразне зростання результату, а решта зберегли достатній рівень. Критерій Вілкоксона засвідчив статистично значуще покращення ($p<0,05$), а розмір ефекту виявився великим ($r=0,65$). Це демонструє підвищення рухливості плечового поясу, яке є одним із ключових досягнень реалізації авторської програми.

Подібна тенденція спостерігається у тесті Active Straight Leg Raise. Медіана залишалася на рівні 2 балів, проте у 4-х учасниць відбулося підвищення оцінки. Критерій Вілкоксона зафіксував статистично значущі зміни ($p<0,05$) із великим розміром ефекту ($r=0,58$), що свідчить про суттєву оптимізацію гнучкості задньої поверхні стегна та контролю положення таза.

Сумарний бал функціональної оцінки рухів (FMS) до апробації програми за медіаною становив 12 балів, після – 14 балів. Усі учасниці продемонстрували зростання інтегрального показника. Критерій Вілкоксона

підтвердив статистично значущі зміни ($p<0,01$) із великим розміром ефекту ($r=0,91$), що свідчить про радикальне покращення якості рухових стереотипів у групі жінок зі сколіотичною поставою.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що авторська програма оздоровчого фітнесу забезпечила виражене підвищення функціональної спроможності опорно-рухового апарату, насамперед за рахунок покращення мобільності плечового поясу, гнучкості нижніх кінцівок та узгодженості рухових патернів. Навіть у тих випадках, де статистичні показники не досягали порогового рівня значущості, простежується системна тенденція до підвищення якості рухів, що дозволяє розглядати апробовані корекційно-профілактичні заходи як ефективний інструмент оптимізації рухової функції та підвищення безпечності фізичної та побутової активності жінок із сколіотичною поставою.

Далі розглянемо динаміку функціональної спроможності рухів у жінок із круглою спиною протягом експериментального періоду (табл. 4).

На початковому етапі більшість учасниць демонстрували посередній рівень контролю рухів, оцінюваний у межах 1–2 балів у більшості тестових вправ. Після завершення реалізації корекційно-профілактичних заходів частота низьких оцінок (1 бал) суттєво зменшилася або взагалі зникла, тоді як частка учасниць із задовільним рівнем виконання (2 бали) зросла, а в окремих тестах відзначалося досягнення високого рівня (3 бали).

У тесті Deep Squat до початку експерименту лише 12,5 % жінок демонстрували високу якість виконання вправи (3 бали), 12,5 % мали низькі показники (1 бал), а 75 % оцінювалися у 2 бали, що свідчило про наявність часткових обмежень у мобільності нижніх кінцівок та стабільності корпусу. Після реалізації програми всі учасниці вийшли із зони проблемного виконання: 87,5 % стабільно виконували присідання на 2 бали, тоді як частка максимальної оцінки (3 бали) залишилася без змін (12,5 %), що демонструє узгоджене підвищення якості рухового патерну.

За тестом Hurdle Step на початковому етапі переважали низькі оцінки (62,5 % – 1 бал), решта учасниць виконували вправу на 2 бали, що свідчило про виражені порушення стабільності таза та контролю нижніх кінцівок. Після завершення експериментальної серії частка низьких оцінок зменшилася до 37,5 %, а 62,5 % учасниць виконували тест на 2 бали, демонструючи

поступове наближення до стабільно задовільного рівня контролю рухів.

У тесті In Line Lunge до участі у програмі 25 % жінок отримали лише 1 бал, а 75 % виконували її на 2 бали; після завершення апробації частка найнижчих оцінок скоротилася до 12,5 %, тоді як 87,5 % демонстрували задовільний рівень (2 бали), що свідчить про покращення балансу, контролю тулуба та нижніх кінцівок.

Рухливість плечового поясу, зафіксована у тесті Shoulder Mobility, до експерименту оцінювалася у 25 % учасниць на 1 бал і у 75 % – на 2 бали. Після закінчення програми оцінки у 1 бал повністю зникли, 87,5 % учасниць демонстрували задовільний рівень (2 бали), а 12,5 % досягли високого рівня виконання (3 бали), що свідчить про значне покращення мобільності плечового поясу та узгодження рухів із стабілізацією корпусу.

У тесті Active Straight Leg Raise до експерименту 25 % результатів були низькими (1 бал), а 75 % – задовільними (2 бали). Після реалізації програми всі учасниці виконували тест на 2 бали, що свідчить про вирівнювання рухових можливостей задньої поверхні стегна та оптимізацію контролю положення таза.

За вправою Trunk Stability Push Up медіана залишалася на рівні 2 балів: 75 % учасниць оцінювалися на 2 бали, а 25 % – на 3 бали. Після експерименту 62,5 % залишилися на попередньому рівні, тоді як частка оцінок у 3 бали зросла до 37,5 %, що відображає посилення м'язового корсету та узгодженості рухів плечового поясу і тулуба. У тесті Rotary Stability до експерименту 37,5 % жінок отримували 1 бал, 37,5 % – 2 бали, а 25 % – 3 бали. Після завершення програми низькі результати повністю зникли, 75 % учасниць виконували тест на 2 бали, а 25 % демонстрували високий рівень виконання, що свідчить про покращення ротаційної стабільності та вирівнювання рухових можливостей між правою та лівою половинами тіла.

Найбільш показовим у контексті загальної зміни функціональної якості рухів є сумарний інтегральний показник FMS (табл. 5), який демонструє системне підвищення функціональної якості рухів жінок із круглою спиною, що можна безпосередньо пояснити впливом авторських корекційно-профілактичних заходів у процесі занять оздоровчим фітнесом.

До впровадження авторських корекційно-профілактичних заходів у процесі занять оздоровчим фітнесом 25 % жінок із круглою спиною отримували сумарну оцінку FMS лише 12 балів, а 75 % – 13 балів. Таким чином, вся група перебувала нижче рекомендованої межі 14 балів, що асоціюється з підвищеним ризиком травм та виникненням дисфункціональних рухових стереотипів. Після завершення серії занять 62,5 % учасниць досягли 14 балів, а 37,5 % – 15 балів; низькі сумарні оцінки

повністю зникли, і всі учасниці перейшли до безпечного діапазону функціональної спроможності опорно-рухового апарату. Ці дані свідчать, що запропонована авторська програма оздоровчого фітнесу забезпечила помітне покращення практично за всіма компонентами функціональної оцінки рухів, що підтверджується й на рівні середніх значень.

Середній сумарний показник FMS зріс із $12,75 \pm 0,46$ до $14,38 \pm 0,52$ бала, тобто функціональна спроможність підвищилася на 1,63 бала (12,8 %) і вийшла за умовну критичну межу 14 балів, яка розглядається як поріг підвищеного ризику рухових дисфункцій.

За окремими тестами спостерігалися переважно позитивні зрушення, що свідчить про диференційовану ефективність корекційно-профілактичних на різні компоненти рухової діяльності. У тесті Deep Squat середній бал підвищився з $2,00 \pm 0,53$ до $2,13 \pm 0,35$ (на 0,13 бала; 6 %), у Hurdle Step – з $1,38 \pm 0,52$ до $1,63 \pm 0,52$ (на 0,25 бала; 15,3 %), у In Line Lunge – з $1,75 \pm 0,46$ до $1,88 \pm 0,35$ (на 0,13 бала; 7,4 %).

Більш виразні підвищення спостерігалися у тестах, чутливих до якості роботи плечового поясу, задньої поверхні стегна та сегментарної стабільності. Так, у тесті Shoulder Mobility середній бал зріс із $1,75 \pm 0,46$ до $2,13 \pm 0,35$ (на 0,38 бала; 21,7 %). У тесті Active Straight Leg Raise підвищення склало з $1,75 \pm 0,46$ до 2,00 (на 0,25 бала; 14,3 %), що демонструє покращення гнучкості задньої поверхні стегна та стабілізації таза, критично важливе для оптимізації рухових патернів нижніх кінцівок.

Послідовне підвищення функціональної спроможності опорно-рухового апарату зафіксовано у тесті Trunk Stability Push Up, де середній бал зріс із $2,25 \pm 0,46$ до $2,38 \pm 0,52$ (на 0,13 бала; 5,8 %), що відображає посилення м'язового корсету та більш ефективну інтеграцію рухів плечового поясу й тулуба. У тесті Rotary Stability середній показник збільшився з $1,88 \pm 0,83$ до $2,25 \pm 0,46$ (на 0,37 бала; 19,7 %), що свідчить про покращення ротаційної стабільності та узгодженості між сегментами тіла. Перевірка нормальності розподілу показників FMS засвідчила статистично значущі відхилення від нормального розподілу для більшості шкал ($p < 0,01$). У таких умовах використання параметричних критеріїв є методично некоректним, тому для оцінки динаміки результатів застосовано непараметричний критерій Вілкоксона для пов'язаних вибірок із розрахунком розміру ефекту. Отримані статистичні дані засвідчили, що у групі жінок із круглою спиною запропоновані корекційно-профілактичні заходи сприяли позитивній динаміці функціональної оцінки рухів, хоча на рівні окремих тестів зміни носили помірний характер (табл. 6).

Таблиця 5

Розподіл жінок другого періоду зрілого віку з круглою спиною (n=8) за інтегральним показником функціональної оцінки рухів до та після впровадження авторської програми оздоровчого фітнесу

Час тестування	Бали FMS			
	12	13	14	15
До експерименту,%	25	75	-	-
Після експерименту,%	-	-	62,5	37,5

Таблиця 6

Динаміка показників функціональної оцінки рухів у жінок другого періоду зрілого віку з круглою спиною протягом експерименту (n=12)

Рухові тести	Час тестування, медіана та квартилі розподілу (Me [Q1; Q3])		Поширеність змін			Достовірність змін		
	До експерименту	Після експерименту	К-ть жінок із зростанням балу	К-ть жінок із зниженням балу	Без змін	Z	p	r
Deep Squat	2 [2; 2]	2 [2; 2]	1	0	7	-1	>0,05	-
Hurdle Step	1 [1; 2]	2 [1; 2]	2	0	6	-1,41	>0,05	-
In Line Lunge	2 [1,25; 2]	2 [2; 2]	1	0	7	-1	>0,05	-
Shoulder Mobility	2 [1,25; 2]	2 [2; 2]	3	0	5	-1,73	>0,05	-
Active Straight Leg Raise	2 [1,25; 2]	2 [2; 2]	2	0	6	-1,41	>0,05	-
Trunk Stability Push Up	2 [2; 2,8]	2 [2; 3]	1	0	7	-1	>0,05	-
Rotary Stability	2 [1; 2,8]	2 [2; 2,75]	3	0	5	-1,73	>0,05	-
FMS	13 [12,3; 13]	14 [14; 15]	8	0	0	-2,59	<0,01	0,92

Для більшості тестів медіана до початку експерименту перебувала на достатньому рівні (2 бали) і залишалася стабільною після завершення програми, що свідчить про підтримку відносно високого вихідного рівня функціональної спроможності у більшості учасниць. Лише від 1 до 3 осіб із 8 продемонстрували індивідуальне підвищення оцінок, що відобразилося у невисокому рівні статистичної значущості ($p>0,05$). Таким чином, спостережувані зміни на рівні окремих тестів, хоча й позитивні, носять локальний характер і не проявляються у формально достовірних відмінностях, що обумовлено високим вихідним рівнем рухової функціональності та обмеженим обсягом вибірки.

Натомість більш переконливі результати спостерігалися для сумарного показника FMS, за яким усі учасниці групи підвищили результат. Медіана зросла з 13 до 14 балів, а верхній квартиль досяг 15 балів.

Критерій Вілкоксона засвідчив статистично значуще покращення ($Z=-2,598$; $p<0,01$) із великим розміром ефекту ($r=0,92$), що вказує на виражений вплив програми на загальну якість базових рухових стереотипів.

Отже, навіть за умов відносно високого вихідного рівня виконання окремих тестів, впроваджена система корекційно-профілактичних заходів демонструє дієвість у вдосконаленні рухових стереотипів у жінок другого періоду зрілого віку з круглою спиною, забезпечуючи комплексну оптимізацію мобільності, стабільності та координації рухів.

Дискусія. Отримані результати засвідчують, що імплементація авторських корекційно-профілактичних заходів, побудованих на принципах індивідуалізації та функціональної доцільності, забезпечує системне покращення якості базових рухових стереотипів у жінок другого періоду зрілого віку з різними типами порушень постави. Динаміка інтегрального показника за системою

FMS свідчить про узгоджене підвищення мобільності, стабільності та міжсегментарної координації, що підтверджує методологічну спроможність використаного підходу.

Суттєвим є той факт, що в обох групах (зі сколіотичною поставою та круглою спиною) найбільш виражені зрушення відзначалися за сумарним балом FMS, тоді як зміни за окремими тестами мали вибіркового характеру. Такий результат є закономірним з позицій системної організації рухової функції: навіть помірні локальні покращення окремих компонентів (рухливості плечового поясу, гнучкості задньої поверхні стегна, ротаційної стабільності) у сукупності формують статистично значуще зростання інтегрального індексу [2; 10]. Високі значення розміру ефекту ($r=0,91$ та $r=0,92$) свідчать про релевантність зафіксованих змін, попри відносно невелику чисельність вибірки.

Водночас відсутність статистично достовірних змін за низкою окремих тестів (Deep Squat, In Line Lunge, Trunk Stability Push Up) може бути пояснена кількома чинниками. По-перше, частина учасниць уже на початковому етапі демонструвала відносно достатній рівень виконання (медіана 2 бали), що обмежувало потенціал кількісного приросту через «ефект стелі». По-друге, короткостроковість експериментального впливу могла бути недостатньою для радикальної перебудови складних стабілізаційних механізмів, зокрема в умовах ротаційного навантаження. По-третє, шкала FMS (0–3 бали) має дискретний характер, що знижує її чутливість до незначних, але функціонально важливих покращень.

Порівняльний аналіз груп засвідчив певні відмінності у структурі адаптаційної відповіді. У жінок зі сколіотичною поставою більш виражена позитивна динаміка простежувалася у тестах, пов'язаних із мобільністю плечового поясу та гнучкістю нижніх

кінцівки, що узгоджується з необхідністю компенсації асиметричних порушень у фронтальній площині. У групі з круглою спиною позитивні зрушення більшою мірою стосувалися компонентів, пов'язаних із розгинальною стабілізацією та ротаційним контролем, що відповідає біомеханічній специфіці кіфотичної деформації. Отже, отримані дані підтверджують доцільність диференційованого підходу до побудови корекційно-профілактичних програм залежно від типу постурального порушення [2; 10; 14; 15].

З позицій теорії функціональної організації рухів, [2; 10] зафіксовані зміни можуть інтерпретуватися як результат оптимізації сенсомоторної інтеграції та підвищення когерентності міжсегментарних взаємодій. Підвищення сумарного балу FMS понад умовну межу 14 балів у більшості учасниць групи з круглою спиною має важливе прикладне значення, оскільки в науковій літературі цей поріг асоціюється зі зниженням ризику травматизації та формуванням більш економічних рухових патернів. Таким чином, результати дослідження мають не лише корекційно-реабілітаційне, а й профілактичне значення.

Висновки. Узагальнюючи, можна констатувати, що авторська система корекційно-профілактичних заходів продемонструвала ефективність у підвищенні функціональної спроможності опорно-рухового апарату жінок другого періоду зрілого віку з різними типами порушень постави. Інтеграція аналізу функціональних особливостей рухів у структуру корекційно-профілактичної роботи забезпечує методологічно вивіреним перехід від емпіричних підходів до концептуально обґрунтованих моделей оптимізації рухової діяльності, що відповідає сучасним тенденціям розвитку онтокінезіології та теорії фізичного виховання.

Література

1. Асаулук І. О., Козловська С. О. Вікові особливості фізичного розвитку жінок зрілого віку з різним станом опорно-рухового апарату. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2023. Вип. 16(35). С. 14–22. DOI: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-394-405](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-394-405)
2. Кашуба В., Григус І., Руденко Ю. Стан просторової організації тіла осіб зрілого віку: виклик сьогодення. Influence of physical culture and sports on the formation of an individual healthy lifestyle : scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. С. 56–68. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-280-7-3>
3. Кашуба В., Ткачова А., Футорний С. Диференційований підхід при організації профілактико-оздоровчих занять з особами зрілого віку із урахуванням морфофункціональних та біомеханічних показників. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2023. № 15(32). С. 28–36. DOI: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-28-36](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-28-36)
4. Козловська С. О., Асаулук І. О. Суб'єктивна оцінка стану опорно-рухового апарату, уподобання та мотиви до фізкультурно-оздоровчих занять жінок другого періоду зрілого віку. *OLYMPICUS*. 2023. № 3. С. 89–98. <https://doi.org/10.24195/olympicus/2023-3.14>
5. Лазько О. Фактори ризику порушень кістково-м'язової системи у жінок працездатного віку під впливом негативних чинників трудового середовища. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2021. № 2. С. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2021-2-075>
6. Лазько О., Бондарь О., Хабінець Т., Власюк Г. Практичні аспекти корекційно-профілактичних заходів із жінками зрілого віку з порушенням кістково-м'язової системи. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2023. № 15(34). С. 429–438. DOI: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-429-438](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-429-438)
7. Belli G., Toselli S., Mauro M. Between photogrammetry and Spinal Mouse for sagittal imbalance assessment in adolescents with thoracic

- kyphosis. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 2023. Vol. 8, iss. 68. <https://doi.org/10.3390/jfkm8020068>
8. Byshevets N., Kashuba V., Levandovska L., Grygus I. Risk factors for posture disorders of esportsmen and master students in Physical Education and Sports, specialty "Esports". *Sport i Turystyka*. 2022. Vol. 5, no. 4. С. 97–118. <http://dx.doi.org/10.16926/sit.2022.04.06>
9. Harvey R., Peper E., Mason L., Joy M. Effect of posture feedback training on health. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*. 2020. Vol. 45, no. 2. С. 59–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10484-020-09457-0>
10. Kashuba V., Rudenko Y., Khabynets T., Nosova N. Use of correctional technologies in health-recreational fitness training by men with impaired biogeometric posture. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020. Vol. 6, no. 4. С. 45–55. <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.04.005>
11. Kashuba V., Stepanenko O., Byshevets N. Formation of human movement and sports skills using sports-pedagogical and biomedical data in Masters of Sports. *Int. J. Hum. Mov. Sports Sci.* 2020. Vol. 8, no. 5. С. 249–257. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080513>
12. Kashuba V., Khmelniiska I., Andrieieva O. Biogeometric profile of posture as a factor of men's functional assessment in early middle age. *Sport Mont.* 2021. Vol. 19, no. 2. С. 35–39. <https://doi.org/10.26773/smj.210907>
13. Kashuba V., Ruban L., Efymenko P. Evaluation of corrective program using gravity post-isometric relaxation, self-massage, and myofascial release on posture and cardiovascular parameters in women of second mature period. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 2025. Vol. 10, no. 1. С. 20–26. [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(1\).03](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(1).03)
14. Lazko O., Byshevets N., Plyeshakova O. Determinants of office syndrome among women of working age. *J. Phys. Educ. Sport*. 2021. Vol. 21 (Suppl. 5). С. 2827–2834. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s5376>
15. Lazko O., Byshevets N., Kashuba V. Prerequisites for preventive measures against office syndrome in working-age women. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*. 2021. Vol. 21, no. 3. С. 227–234. <https://doi.org/10.17309/tmf.2021.3.06>
16. Roggio F., Di Grande S., Cavalieri S. Biomechanical posture analysis in healthy adults with machine learning: applicability and reliability. *Sensors*. 2024. Vol. 24. P. 2929. <https://doi.org/10.3390/s24092929>
17. Roggio F., Ravalli S., Maugeri G. Technological advancements in human motion analysis and posture management using digital devices. *World J. Orthop.* 2021. Vol. 12. С. 467–484.
18. Samoiluk O. V., Kashuba V. O., Grygus I. M. Indicators of physical development of women in the first period of mature age with different types of posture. *Rehabilitation and Recreation*. 2025. Vol. 19, no. 1. С. 252–265. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.23>
19. Silva M. M., Santos A. M., Arossi G. A. Body posture and mood state in women. *Rev. Bras. Cineantropom Desempenho Hum.* 2023. Vol. 25. e95862. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2023v25e95862>
20. Tkachova A., Dutchak M., Kashuba V. Practical implementation of differentiated approach to water aerobics for early adulthood women with different body types. *J. Phys. Educ. Sport*. 2020. Vol. 20 (Suppl. 1). С. 456–460. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s1067>
21. Trovato B., Roggio F., Sortino M. Postural evaluation in young healthy adults using a digital and reproducible method. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 2022. Vol. 7. P. 98. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfkm7040098>

References

1. Asauliuk, I. O., & Kozlovskaya, S. O. (2023). Vikovi osoblyvosti fizychnoho rozvytku zhinok zriloho viku z ryznym stanom oporno-rukhovoho aparatu [Age-related features of physical development of mature women with different musculoskeletal conditions]. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii* [Physical Culture, Sport and Health of the Nation], 16(35), 14–22. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-394-405](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-394-405) [in Ukrainian].
2. Kashuba, V., Grygus, I., & Rudenko, Yu. (2023). Stan prostorovoi orhanizatsii tila osob zriloho viku: vyklyk sohodennia [The state of spacious organization of the body in mature age: the call of today]. In *Influence of physical culture and sports on the formation of an individual healthy lifestyle: scientific monograph*, pp. 56–68. Riga, Latvia: Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-280-7-3> [in Ukrainian].
3. Kashuba, V., Tkachova, A., & Futorny, S. (2023). Dyferentsiiovanyi pidkhid pry orhanizatsii profilaktyko-ozdorovchykh zaniat z osobamy zriloho viku iz urakhuvanniam morfo-funktsionalnykh ta biomekhanichnykh pokaznykiv [Differentiated approach in preventive

- and health care for mature adults based on morphofunctional and biomechanical indicators]. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii*, 15(32), 28–36. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-28-36](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-28-36) [in Ukrainian].
4. Kozlovska, S. O., & Asauliuk, I. O. (2023). Subiektivna otsinka stanu oporno-rukhovoho aparatu, upodobання ta motyvy do fizkulturno-ozdorovchykh zaniat zhinok druhoho periodu zriloho viku [Subjective assessment of musculoskeletal system and motivation for health activities in women of second mature period]. *OLYMPICUS*, 3, 89–98. <https://doi.org/10.24195/olympicus/2023-3.14> [in Ukrainian].
5. Lazko, O. (2021). Faktory ryzyku porushen kistkovo-miazovoi systemy u zhinok pratsezdachnoho viku pid vplyvom nehatyvnykh chynnykiv trudovoho seredovyshcha [Risk factors for musculoskeletal disorders in working-age women]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia*, 2, 75–84. <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2021-2-075> [in Ukrainian].
6. Lazko, O., Bondar, O., Khabinets, T., & Vlasniuk, H. (2023). Praktychni aspekty korektsiino-profilaktychnykh zakhodiv iz zhinkamy zriloho viku z porushenniam kistkovo-miazovoi systemy [Practical aspects of corrective and preventive measures for mature women with musculoskeletal disorders]. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii*, 15(34), 429–438. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-429-438](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-429-438) [in Ukrainian].
7. Belli, G., Toselli, S., & Mauro, M. (2023). Between photogrammetry and Spinal Mouse for sagittal imbalance assessment in adolescents with thoracic kyphosis. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.*, 8, 68. <https://doi.org/10.3390/jfmk8020068>
8. Byshevets, N., Kashuba, V., & Levandovska, L., Grygus I. (2022). Risk factors for posture disorders of esportsmen and master students in Physical Education and Sports, specialty “Esports”. *Sport i Turystyka*, 5(4), 97–118. <http://dx.doi.org/10.16926/sit.2022.04.06>
9. Harvey, R., Peper, E., Mason, L., & Joy, M. (2020). Effect of posture feedback training on health. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 45(2), 59–65. <http://dx.doi.org/10.1007/s10484-020-09457-0>
10. Kashuba, V., Rudenko, Y., Khabynets, T., & Nosova, N. (2020). Use of correctional technologies in health-recreational fitness training by men with impaired biogeometric posture. *Pedagogy and Psychology of Sport*, 6(4), 45–55. <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.04.005>
11. Kashuba, V., Stepanenko, O., & Byshevets, N. (2020). Formation of human movement and sports skills using sports-pedagogical and biomedical data in Masters of Sports. *Int. J. Hum. Mov. Sports Sci.*, 8(5), 249–257. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080513>
12. Kashuba, V., Khmelnitska, I., & Andrieieva, O. (2021). Biogeometric profile of posture as a factor of men’s functional assessment in early middle age. *Sport Mont*, 19(2), 35–39. <https://doi.org/10.26773/smj.210907>
13. Kashuba, V., Ruban, L., & Efymenko, P. (2025). Evaluation of corrective program using gravity post-isometric relaxation, self-massage, and myofascial release on posture and cardiovascular parameters in women of second mature period. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*, 10(1), 20–26. [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(1\).03](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(1).03)
14. Lazko, O., Byshevets, N., & Plyeshakova, O. (2021). Determinants of office syndrome among women of working age. *J. Phys. Educ. Sport*, 21(Suppl. 5), 2827–2834. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s5376>
15. Lazko, O., Byshevets, N., & Kashuba, V. (2021). Prerequisites for preventive measures against office syndrome in working-age women. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 21(3), 227–234. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.3.06>
16. Roggio, F., Di Grande, S., & Cavalieri, S. (2024). Biomechanical posture analysis in healthy adults with machine learning: applicability and reliability. *Sensors*, 24, 2929. <https://doi.org/10.3390/s24092929>
17. Roggio, F., Ravalli, S., & Maugeri, G. (2021). Technological advancements in human motion analysis and posture management using digital devices. *World J. Orthop.*, 12, 467–484.
18. Samoiliuk, O. V., Kashuba, V. O., & Grygus, I. M. (2025). Indicators of physical development of women in the first period of mature age with different types of posture. *Rehabilitation and Recreation*, 19(1), 252–265. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.23>
19. Silva, M. M., Santos, A. M., & Arossi, G. A. (2023). Body posture and mood state in women. *Rev. Bras. Cineantropom Desempenho Hum.*, 25, e95862. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2023v25e95862>
20. Tkachova, A., Dutchak, M., & Kashuba, V. (2020). Practical implementation of differentiated approach to water aerobics for early adulthood women with different body types. *J. Phys. Educ. Sport*, 20(Suppl. 1), 456–460. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s1067>
21. Trovato, B., Roggio, F., & Sortino, M. (2022). Postural evaluation in young healthy adults using a digital and reproducible method. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.*, 7, 98. <https://doi.org/10.3390/jfmk7040098>

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЖІНОК-ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATE AMONG FEMALE MILITARY PERSONNEL

Ярмак О. М.¹, Гончаренко Ю. О.², Черналівська О. О.³

¹Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

²Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

³Національний університет фізичного виховання і спорту України

ORCID: 0000-0002-6580-6123

ORCID: 0009-0005-3190-3936

ORCID: 0009-0000-3767-5835

Yarmak O. M.¹, Honcharenko Y. O.², Chernalivska O. O.³

¹The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Military institute of Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine

³National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Анотації

В статті представлені результати комплексного контролю психоемоційного стану жінок-військовослужбовців, які навчаються у вищому військовому навчальному закладі та більше одного року проживають у місті Києві.

Метою статті було встановлення структури взаємозв'язків між показниками психоемоційного стану та параметрами функціонального стану серцево-судинної системи жінок-військовослужбовців в умовах професійної діяльності. Серед основних **методів дослідження** під час виконання роботи використовували: теоретичні; соціологічні; фізіологічні; метод варіабельності серцевого ритму та методи математичної статистики.

Результати дослідження. Опрацювання результатів опитування за Госпітальною шкалою депресії дало змогу охарактеризувати особливості депресивних проявів у жінок-військовослужбовців. Медіанне значення рівня депресії становило 10 балів, що відповідало помірному рівню депресивних проявів, при високій індивідуальній варіативності результатів ($V=42,9\%$). Ознаки депресії різного ступеня інтенсивності виявлено у 51,6 % опитаних респондентів, зокрема помірні прояви у 41,9 % та виражені у вигляді тяжкої депресії у 9,7 % осіб. Результати сонливості за медіаною становили 9 балів, що відповідало підвищеному рівню, при цьому у 61,3 % жінок-військовослужбовців виявлено аномальні показники, які значно перевищують встановлену норму. Медіанне значення рівня тривожності становило 7 балів і відповідало легкому рівню тривожних проявів, водночас у 6,4 % осіб спостерігався високий рівень.

Результати варіабельності серцевого ритму у жінок-військовослужбовців засвідчили зниження активності парасимпатичної ланки вегетативної регуляції, зокрема медіанні значення 31,9 мс показника RMSSD, та 9,8 % показника pNN50 перебували на нижній межі фізіологічної норми, що вказує на напруження адаптаційних механізмів та зниження відновлювального потенціалу автономної нервової системи. Одночасно спостерігалось домінування симпатичних впливів, що підтверджувалося переважанням низькочастотної складової спектра серцевого ритму, медіанне значення якої становило 0,64 у.о., над високочастотною складовою з медіанним значенням 0,36 у.о. Зменшення загальної потужності спектра серцевого ритму свідчило про обмеження функціональних резервів регуляторних систем та зниження адаптаційних можливостей організму в умовах підвищеного психоемоційного навантаження. Результати ортостатичної проби засвідчили задовільну реакцію серцево-судинної системи у більшості обстежуваних, при медіанному прирості частоти серцевих скорочень 18,0 ударів за хвилину.

Результати кореляційного аналізу дали можливість встановити тісний прямий взаємозв'язок між рівнем депресії та сонливістю ($r = 0,627$; $p < 0,001$) і зворотні взаємозв'язки з показниками парасимпатичної регуляції, зокрема з показником RMSSD ($r = -0,388$; $p < 0,05$) та показником pNN50 ($r = -0,493$; $p < 0,01$). Отримані результати підтверджують взаємозалежність психоемоційного стану та функціональних резервів серцево-судинної системи.

Висновки. Отримані результати підтверджують доцільність застосування комплексного дослідження психоемоційного стану та свідчать про наявність тісного взаємозв'язку між переважною більшістю показників. Виявлені ознаки напруження адаптаційних механізмів і домінування симпатичної регуляції обґрунтовують доцільність корекції психоемоційного стану засобами оздоровчого фітнесу з метою збереження здоров'я.

Ключові слова: депресія, тривога, сонливість, варіабельність серцевого ритму, серцево-судинна система, адаптаційний потенціал.

The article presents the results of a comprehensive study examining the psychoemotional state of female military students at a higher military educational institution who have lived in Kyiv for over a year.

The **aim of the study** was to determine the relationship between indicators of the psychoemotional state and cardiovascular function in the context of professional activities. The main **methods** used in the study included theoretical, sociological, physiological, heart rate variability measurement, and mathematical statistics.

Results. An analysis of the results from the Hospital Anxiety and Depression Scale survey revealed characteristics of depression symptoms among female military personnel. The median depression level was 10 points, corresponding to a moderate level of depression symptoms, with high individual variability in the results ($V = 42.9\%$). Symptoms of depression of varying intensity were observed in 51.6% of respondents, including moderate symptoms in 41.9% and severe depression in 9.7%. The median sleepiness score was 9 points, indicating a higher than average level. Moreover, 61.3% of servicewomen had abnormal scores that significantly exceeded the established norm. The median anxiety level was 7 points, corresponding to mild anxiety. Meanwhile, 6.4% of individuals had a high level of anxiety.

Heart rate variability measurements showed decreased activity of the parasympathetic division of the autonomic nervous system in servicewomen. The median values of 31.9 ms for the RMSSD and 9.8% for the pNN50 were at the lower limit of the physiological norm. These values indicate strain on adaptive mechanisms and decreased regenerative potential. Additionally, sympathetic influences were dominant, as evidenced by the higher median value (0.64 arb.un.) of the low-frequency component of the heart rate spectrum than the high-frequency component (0.36 arb.un.). A reduction in total heart rate spectral power indicates limited functional reserves of regulatory systems and decreased adaptive capabilities of the body in response to increased psychoemotional stress. The orthostatic test results showed a moderate cardiovascular response in most subjects, with a median heart rate increase of 18.0 bpm.

Correlation analysis revealed a direct relationship between depression and sleepiness ($r = 0.627$, $p < 0.001$) and inverse relationships with parasympathetic nervous system activity indicators, particularly RMSSD ($r = -0.388$, $p < 0.05$) and pNN50 ($r = -0.493$, $p < 0.01$). These results confirm the relationship between psychoemotional state and functional reserves of the cardiovascular system.

Conclusions. The results confirm the importance of conducting comprehensive studies on the psychoemotional state and indicate close relationships between most of the indicators. Identified signs of strain on adaptive mechanisms and sympathetic dominance underscores the relevance of managing the psychoemotional state through health-enhancing fitness in order to maintain health.

Keywords: depression, anxiety, sleepiness, heart rate variability, cardiovascular system, adaptive potential.

Вступ. Вибір теми дослідження зумовлений зростанням впливу стресогенних чинників у сучасному суспільстві, що проявляються у вигляді епідемій, стихійних лих та збройних конфліктів [11, 12]. Умови воєнного стану суттєво трансформують повсякденну життєдіяльність населення, посилюючи психоемоційне навантаження та підвищуючи ризик формування дезадаптивних психоемоційних станів [4, 5, 9, 10].

Особливої уваги потребує вивчення впливу воєнних дій на психоемоційний стан жінок молодого віку, які проживають на території України. В умовах постійної загрози безпеці, інформаційного перенавантаження, порушення режиму сну та соціальної нестабільності дана категорія населення перебуває у зоні підвищеного психологічного ризику [6, 7, 22, 23, 25].

Поряд із психосоціальними чинниками, детермінантами стресових станів виступають екологічні фактори. Забруднення довкілля продуктами горіння, важкими металами та паливними матеріалами формує додаткове токсичне навантаження на організм, що посилює ризики розвитку як загальних соматичних розладів, так і посттравматичного стресового розладу (ПТСР) [15, 20, 21, 26].

Результати досліджень українських психологів [1-2, 5, 9], проведених на початкових етапах повномасштабної війни в Україні із залученням різних категорій цивільного населення, засвідчили наявність широкого спектра негативних психоемоційних наслідків. Зокрема

було встановлено підвищення рівня тривожності, формування відчуття небезпеки, порушення часової перспективи майбутнього, зниження соціальної активності та тенденцію до соціальної ізоляції, особливо серед молоді.

Тривалий вплив стресогенних чинників воєнного часу, зокрема інформаційне перенавантаження та соціальна нестабільність, сприяє формуванню хронічного психоемоційного напруження. За таких умов зростає ризик розвитку тривожних і депресивних станів, емоційного виснаження, зниження мотивації до навчальної та професійної діяльності, а також порушень адаптаційних механізмів [17, 20]. У довготривалій перспективі зазначені чинники можуть негативно позначатися на психічному здоров'ї, якості життя та ефективності соціального функціонування молоді.

Також слід вказати на часті повітряні тривоги у нічний час, які призводять до систематичного порушення режиму сну та відпочинку. Хронічне порушення циркадних ритмів має критичне значення для суспільного здоров'я, оскільки численні дослідження [14, 19, 27, 28] підтверджують прямий взаємозв'язок між депривацією сну та формуванням стійких небіологічних наслідків. Зазначені порушення є особливо небезпечними в умовах підвищеного навчального та психоемоційного навантаження, характерного для жінок-військовослужбовців у період дії правового режиму воєнного стану.

Варто також зазначити що психоемоційна нестабільність безпосередньо корелює з порушеннями репродуктивної функції у жінок молодого віку [24].

Отже, сукупний вплив хронічного стресу, порушення сну, інформаційного перенавантаження та соціальної нестабільності в умовах воєнного стану формує складний комплекс чинників ризику для психоемоційного стану жінок молодого віку. Незважаючи на наявність окремих досліджень, присвячених впливу військових дій на психічне здоров'я населення, питання комплексної оцінки психоемоційного стану жінок-військовослужбовців, з урахуванням функціональних та адаптаційних показників, залишається недостатньо вивченим. У такому контексті особливої актуальності набуває необхідність системного аналізу взаємозв'язків між психоемоційними, фізіологічними та адаптаційними характеристиками даної категорії осіб.

Методи дослідження. Відповідно до поставлених завдань була сформована група досліджуваних жінок-військовослужбовців у кількості 31 особа, середній вік яких становив $19,4 \pm 1,3$ роки. Педагогічний експеримент відбувався за участі жінок-військовослужбовців обраних вибіркоким методом з числа курсантського складу одного з факультетів Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Критеріями включення були: проходження навчання у статусі курсанта, відсутність гострих респіраторних та інфекційних захворювань, відсутність вагітності, добровільна згода на участь у педагогічному експерименті.

Під час проведення дослідження було дотримано основні біоетичні принципи відповідно до положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації. Усі учасниці були поінформовані про мету, завдання, методи та можливі ризики дослідження і надали добровільну інформовану згоду на участь у педагогічному експерименті. Участь у дослідженні була добровільною, з можливістю відмови на будь-якому етапі без негативних наслідків, також забезпечувалася конфіденційність персональних даних та анонімність отриманих результатів. Проведення дослідження не завдавало шкоди фізичному чи психічному здоров'ю учасниць та відповідало вимогам безпеки.

Для комплексної оцінки психоемоційного стану жінок-військовослужбовців було застосовано соціологічні методи, зокрема стандартизовані психодіагностичні опитувальники, які дозволяють кількісно охарактеризувати рівень депресивних проявів, сонливості та тривожності. Використання даних методик є доцільним, оскільки вони забезпечують можливість об'єктивного аналізу суб'єктивних психоемоційних переживань, які мають істотний вплив на функціональний стан провідних систем організму та ефективність професійної діяльності.

У дослідженні було використано три валідовані опитувальники, які широко застосовуються у міжнародній науковій практиці та мають доведену психометричну надійність. Водночас, з огляду на специфіку та чисельність вибірки, а також контекст дослідження, було здійснено додаткову перевірку

інформативності та внутрішньої узгодженості кожної методики на досліджуваній вибірці жінок-військовослужбовців.

Для оцінювання рівня тривожності було застосовано Госпітальну шкалу депресії. Результати аналізу внутрішньої узгодженості показали, що коефіцієнт α Кронбаха становив 0,765, а стандартизований α становить 0,789, що свідчить про достатній рівень надійності та стабільності вимірювання. Відповідно до загальноприйнятих методологічних критеріїв $\alpha > 0,7$, шкала продемонструвала прийнятну внутрішню консистентність. Середнє значення міжпозиційної кореляції ($r=0,19$) вказує на оптимальний баланс між однорідністю пунктів та здатністю шкали диференціювати рівень тривожності у досліджуваних осіб.

Інформативність шкали сонливості була підтверджена результатами аналізу внутрішньої узгодженості, згідно з якими значення коефіцієнта α Кронбаха становило 0,735, а стандартизованого α становило 0,781. Отримані показники відповідають достатньому рівню надійності шкали, а середня міжпозиційна кореляція ($r=0,31$) свідчить про помірний взаємозв'язок між твердженнями, що забезпечує адекватну узгодженість без надлишкової редундантності пунктів.

Для оцінювання рівня тривожності також було використано шкалу тривожності Гамільтона (HAM-A). Аналіз внутрішньої узгодженості показав високі значення коефіцієнта α Кронбаха який відповідав величині 0,767 та стандартизованого α який становив 0,921, що свідчить про високий рівень надійності та взаємопов'язаності пунктів шкали. Середня міжпозиційна кореляція ($r=0,46$) підтверджує адекватну внутрішню консистентність тверджень і чутливість методики до диференціації рівнів тривожності.

Фізіологічні методи містили аналіз функціонального стану серцево-судинної системи шляхом дослідження варіабельності серцевого ритму (BCP) та ортостатичної проби в досліджуваній групі. Вивчення BCP здійснювалось з метою оцінки вегетативної регуляції серця, тобто визначення балансу між активуючими та гальмівними відділами нервової системи.

В свою чергу, дослідження BCP були здійснені за допомогою використання апаратно-програмного комплексу, до якого входили багатофункціональний прилад «МПФ ритмограф-1» та програмне забезпечення EasyHRV. Протокол дослідження представлений на рисунку 1.

Тривалість запису електрокардіограми (ЕКГ) становила 5 хв (300с). Фіксування ЕКГ здійснювалось в комфортному положенні сидячі з закритими очима при температурі $+21,0$ у першій половині дня. Перед проведенням дослідження BCP військовослужбовцям-жінкам було надано 5-7 хвилин для приведення організму в стан спокою та адаптації до середовища перебування. Характеристика показників та їх фізіологічні норми представлені в таблиці 1.

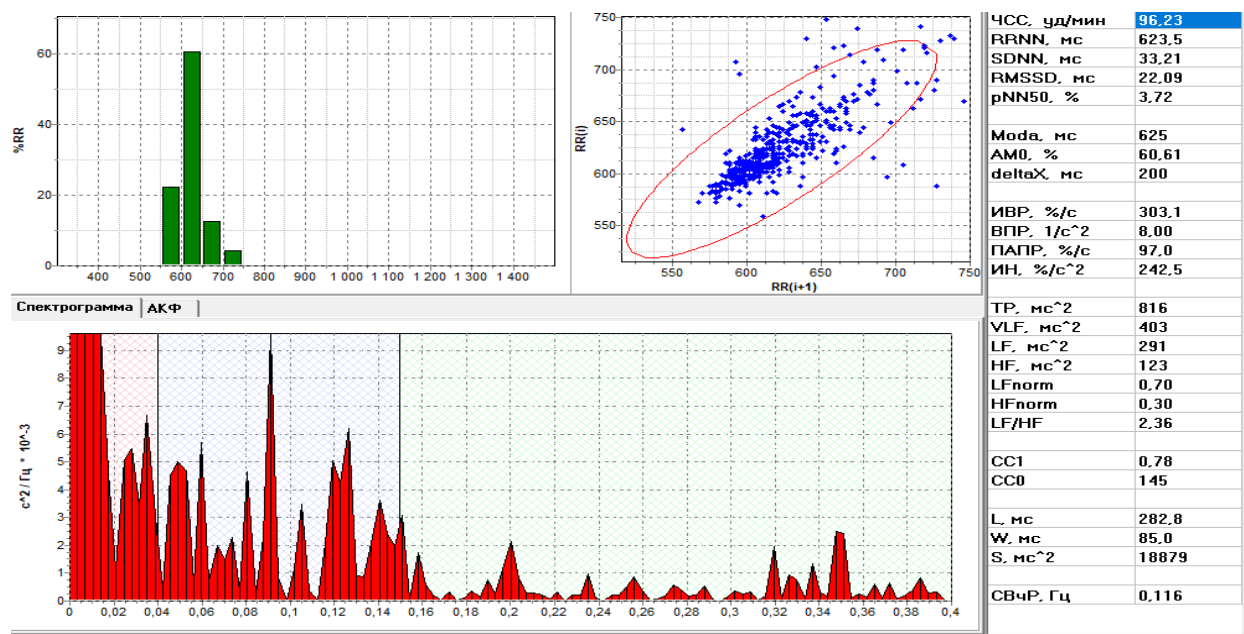


Рис. 1. Приклад протоколу варіабельності серцевого ритму (ВСР) жінки-військовослужбовця

Таблиця 1

Показники ВСР, які досліджувалися та їх фізіологічна норма

№	Досліджувані показники	Фізіологічна норма	Характеристика показника
1.	ЧСС, уд·хв ⁻¹	60-82	Вказує на частоту серцевих скорочень у стані відносного спокою.
2.	RRNN, мс	600-1000	Відображає середню тривалість одного серцевого циклу.
3.	SDNN, мс	59,8±3,7	Характеризує загальну варіабельність серцевого ритму.
4.	RMSSD, мс	32,2±2,9	Відображає активність парасимпатичної нервової системи.
5.	pNN50, %	9,8±2,4	Характеризує активність парасимпатичної ланки нервової регуляції.
6.	Moda, мс	750-950	Вказує на значення RR-інтервалів.
7.	AM0, %	30,0-50,0	Характеризує активність симпатичної ланки нервової регуляції.
8.	ИН, у.о.	60,0-120,0	Вказує на рівень напруження регуляторних систем.
9.	TP, мс ⁻²	2100-2500	Сумарна потужність спектра, відображає загальний рівень адаптаційних резервів організму.
10.	LFnorm, у.о.	35-50	Нормалізована потужність низькочастотних хвиль, вказує на стан симпатико-адреналової системи.
11.	HFnorm, у.о.	50-65	Нормалізована потужність високочастотних хвиль, відображає парасимпатичну систему.

Таблиця 2

Характеристика реакцій серцево-судинної системи на ортостатичну пробу

Досліджувані показники	Реакція організму відмінна	Реакція організму задовільна	Реакція організму незадовільна
ЧСС, уд·хв. ⁻¹	Підвищення не більше ніж на 11 уд·хв. ⁻¹	Підвищення на 12-18 уд·хв. ⁻¹	Підвищення на 19 і більше уд·хв. ⁻¹ або зниження на -1 і більше уд·хв. ⁻¹
АТсист, мм.рт.ст	Підвищується на 10-12 мм.рт.ст	Не змінюється	Знижується на 5-10 мм.рт.ст
АТ діаст, мм.рт.ст	Підвищується на 5-10 мм.рт.ст	Не змінюється, або підвищується до 5 мм.рт.ст	Підвищується більше 12 мм.рт.ст

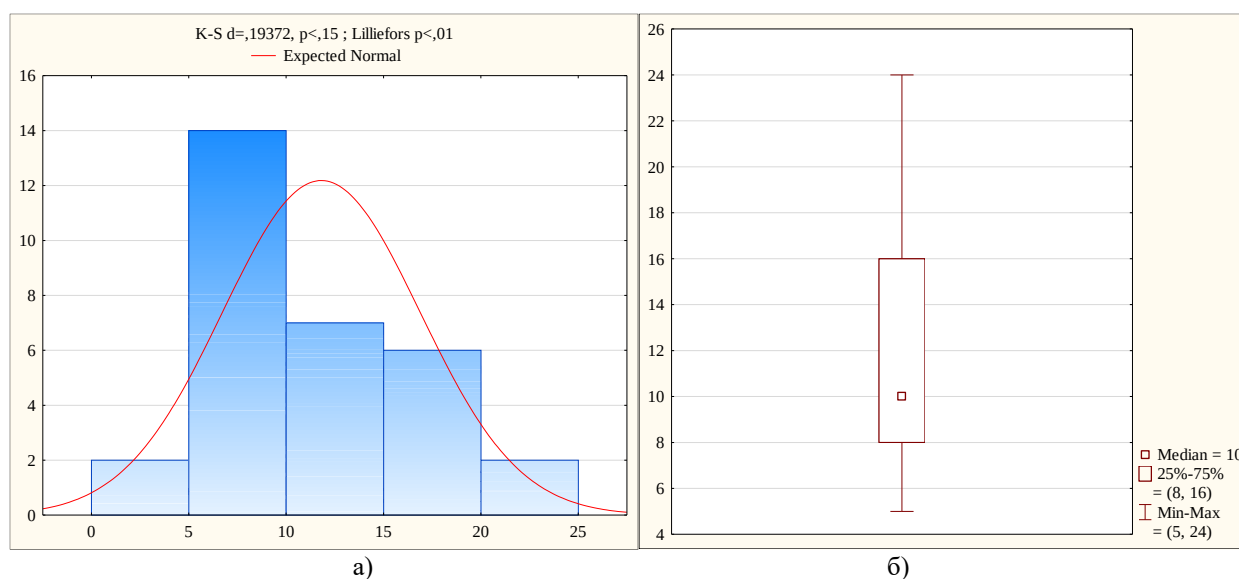


Рис. 2. а) гістограма розподілу показників за Госпітальною шкалою депресії з накладеною кривою нормального розподілу та результатами критерію Колмогорова-Смірнова та поправкою Ліллієфорса; б) розподіл результатів опитування за Госпітальною шкалою депресії у жінок-військовослужбовців.

Протокол проведення ортостатичної проби передбачав вимірювання ЧСС, а також показників артеріального тиску – систолічного та діастолічного (АТсист, АТдіаст) в горизонтальному та вертикальному положенні тіла. Вимірювання вищевказаних показників здійснювалось електронним тонометром Omron (Японія) з дотриманням усіх науково обґрунтованих стандартів. В таблиці 2 представлена шкала градації для оцінки результатів ортостатичної проби.

Статистичну обробку отриманих результатів дослідження здійснювали за допомогою програмного забезпечення Statistics, версія 14.0 та Microsoft Excel.

Вибір непараметричних методів був зумовлений тим, що досліджувана вибірка не відповідала закону нормального розподілу, що визначалося за результатами перевірки розподілу даних з використанням критерію Колмогорова-Смірнова з поправкою Ліллієфорса результати якого засвідчили наявність асиметричного розподілу у досліджуваній вибірці. Описову статистику подано у вигляді медіани (Me) та інтерквартильного розмаху 25-го і 75-го процентилів, що є коректним для аналізу вибірок з асиметричним розподілом. Для характеристики розподілу показників також визначали

мінімальні (Min) та максимальні (Max) значення, які відображали критичні точки розподілу даних. З метою оцінювання відносної мінливості досліджуваних показників розраховували коефіцієнт варіації (V, %).

Структуру взаємозв'язків між показниками психоемоційного стану, ВСР та ортостатичною пробю було визначено шляхом розрахунку коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена.

Результати дослідження. Комплексна оцінка показників, які характеризують психоемоційний стан у поєднанні з аналізом ВСР та результатів ортостатичної проби дозволяє об'єктивно охарактеризувати функціональний стан автономної регуляції організму. Для виявлення осіб, які мають деструктивні стани, була використана Госпітальна шкала депресії. За результатами обстеження 31 жінки-військовослужбовця встановлено, що розподіл показників за Госпітальною шкалою депресії асиметричний, він не відповідає закону нормального розподілу, що підтверджується результатами критерію Колмогорова-Смірнова з поправкою Ліллієфорса ($p < 0,01$). Графічну інтерпретацію розподілу результатів представлено на рисунках 2 (а, б). Медіанне значення рівня депресії

становило 10 балів, що згідно шкали градації відповідає помірному рівню, при цьому інтерквартильний розмах на 25 проценти становив 8 балів, а на 75 проценти 16 балів, що відповідає межі між нормальним та субклінічним рівнем депресивних проявів.

Мінімальне та максимальне значення коливалися в межах від 5 до 24 балів, що свідчить про значну індивідуальну розбіжність психоемоційного стану обстежуваних, що також підтверджується високим значенням коефіцієнта варіації, який становить 42,9 %.

З огляду на неоднорідність вибірки, був проведений індивідуальний аналіз результатів для встановлення кількості осіб, які мали депресивні стани. Згідно отриманих результатів, переважна більшість досліджуваних осіб 48,4 % ($n=15$) перебувають у межах норми, а їх власні результати вказують на відсутність депресивних станів на момент тестування. Водночас у 41,9 % ($n=13$) осіб спостерігається помірна депресія, та у 9,7 % ($n=3$) важка депресія. Сукупно, наявність депресивного стану різної інтенсивності становить 51,6 % від загальної вибірки що свідчить про високу вразливість контингенту до афективних розладів.

Наступним кроком був опис результатів опитування за шкалою сонливості, як видно на рисунку 4 (а) відповіді респондентів мають високу варіативність та не відповідають закону нормального розподілу що також підтверджується результатами критерію Колмогорова-Смірнова з поправкою Ліллієфорса ($p < 0,01$). Результати показників сонливості у жінок-військовослужбовців які представлені на рисунку 3 (б) вказують, що центральна тенденція розподілу характеризується медіанним значенням 9 балів і відповідно до шкали градації свідчить про аномальний (підвищений) рівень сонливості. Значення 25 перцентилу становить 7 балів,

що відповідає середньому рівню сонливості, тоді як 75 перцентиль становить 12 балів і перебуває в межах аномальної сонливості, що вказує на зсув розподілу показників у бік підвищених значень.

Мінімальне значення показника становило 1 бал, що відповідає нормальному рівню сонливості, тоді як максимальне значення досягло 18 балів, що свідчить про наявність вираженої підвищеної сонливості в окремих обстежуваних. Отриманий інтерквартильний розмах а також великий розкид мінімального і максимального значення відображає суттєву варіабельність індивідуальних показників, що може бути зумовлено різним ступенем психоемоційного напруження та функціонального виснаження.

Загалом результати свідчать про те, що у значної частини жінок-військовослужбовців рівень сонливості перевищує фізіологічно обґрунтовані межі, що підтверджує доцільність представлення індивідуальних результатів у графічній інтерпретації.

Результати у 61,3 % ($n = 19$) жінок-військовослужбовців знаходяться в діапазоні аномальної сонливості, а 29,0 % ($n = 9$) осіб мають середню сонливість. Отримані результати можуть свідчити про функціональне перевантаження організму, розвиток хронічної втоми та порушення відновлювальних процесів.

Ймовірно, одним із визначальних чинників формування підвищеної сонливості є фрагментація нічного сну, зумовлена частими повітряними тривогами у нічний час, під час яких жінки-військовослужбовці змушені переривати сон та прямувати до укриття. Такий режим сну може негативно впливати на якість відпочинку та сприяти накопиченню втоми.

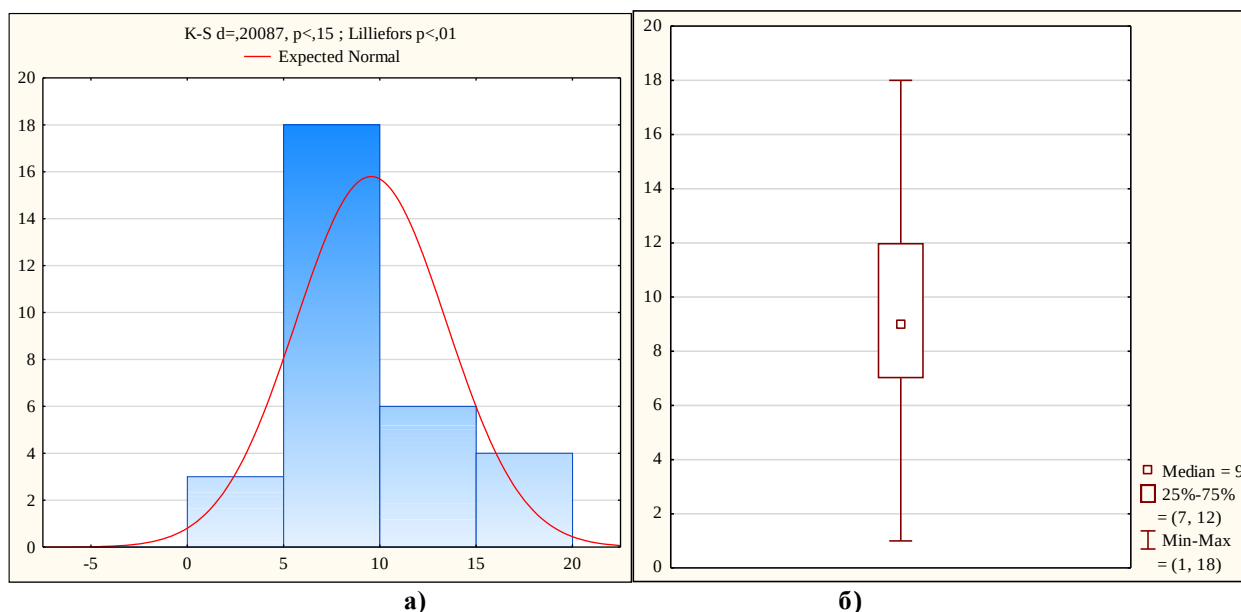


Рис. 3. а) гістограма розподілу показників за шкалою сонливості з накладеною кривою нормального розподілу та результатами критерію Колмогорова-Смірнова і поправкою Ліллієфорса; б) розподіл результатів опитування за шкалою сонливості жінок-військовослужбовців.

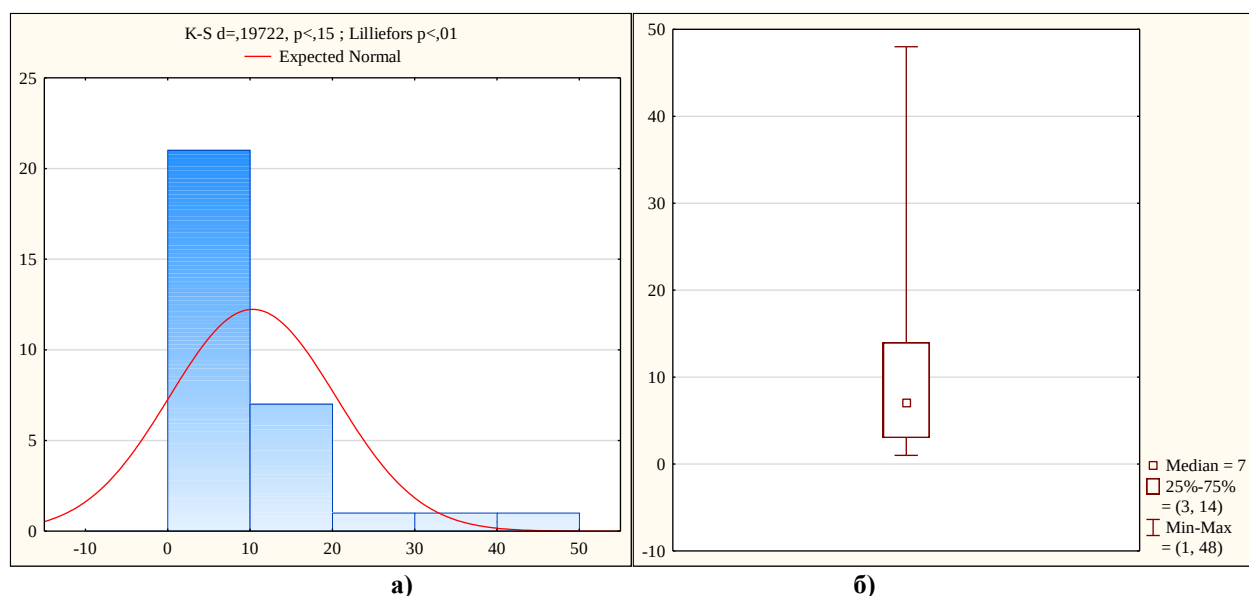


Рис. 4. а) гістограма розподілу показників за шкалою тривоги Гамільтона; б) розподіл результатів опитування у жінок-військовослужбовців за шкалою тривоги Гамільтона.

Таблиця 3

Результати часового та спектрального аналізу ВСР жінок-військовослужбовців, (n=31)

Досліджувані показники	Статистичні характеристики					
	Me	25 %	75 %	Min	Max	V, %
Часові характеристики						
ЧСС, уд·хв ⁻¹	84,7	78,7	94,7	68,1	110,2	13,5
RRNN, мс	708,6	633,5	762,5	544,7	880,6	13,5
SDNN, мс	54,6	42,4	78,3	22,4	207,8	58,7
RMSSD, мс	31,9	24,0	64,0	10,0	161,7	71,2
pNN50, %	9,8	3,7	32,1	0,0	59,6	95,0
Moda, мс	675,0	625,0	775,0	575,0	925,0	15,1
AM0, %	38,7	29,1	51,1	11,5	71,5	34,1
IH, y.o.	91,6	52,1	176,8	7,3	414,4	76,9
Спектральні характеристики						
TP, мс ⁻²	1815,0	1246,0	3706,0	247,0	25380,0	138,7
LFnorm, y.o.	0,64	0,48	0,70	0,24	0,89	30,5
HFnorm, y.o.	0,36	0,30	0,52	0,11	0,76	44,8

Логічним продовженням наукової роботи є аналіз результатів отриманих під час опитування за шкалою тривоги Гамільтона. Як видно на рисунку 4 (а) відповіді жінок-військовослужбовців аналогічно з попередніми опитувальниками не відповідають закону нормального розподілу що підтверджується результатами критерію Колмогорова-Смірнова з поправкою Ліллієфорса ($p < 0,01$). Статистичні характеристики представлені графічно на рисунку 4 (б) для кращого сприйняття отриманих результатів опитування. Медіанне значення рівня тривоги становило 7 балів, що відповідає легкому рівню тривожних проявів.

Інтерквартильний розмах коливався від 3 балів на 25-му процентилі до 14 балів на 75-му процентилі, що свідчить про наявність у значної частини обстежуваних осіб мінімально виражених симптомів тривоги. Аналіз розподілу варіаційного ряду за контрольними точками дав можливість встановити велику розбіжність між мінімальним значенням у 1 бал та максимальним значенням у 48 балів, що вказує на наявність поодиноких

випадків високого рівня тривожності. Варто зазначити що коефіцієнт варіації становить ($V=97,7\%$) і вказує на неоднорідність досліджуваної вибірки. Такий широкий діапазон значень та асиметричність розподілу результатів свідчать про суттєву неоднорідність психоемоційного стану жінок-військовослужбовців. Отримані дані обґрунтовують доцільність подальшого індивідуального аналізу результатів з метою виявлення осіб із підвищеним ризиком розвитку тривожних розладів. Варто зазначити що власні результати, які вказували на помірну тривогу спостерігалися у 3,2 % ($n = 1$) осіб і 6,4 % ($n = 2$) мали високу тривогу. Наявність осіб із високими показниками тривожності на фоні загальної неоднорідності вибірки вказує на виснаження в окремих жінок-військовослужбовців.

Наступним етапом був опис результатів ВСР, які дають змогу об'єктивно оцінити стан вегетативної нервової системи та рівень адаптаційних можливостей організму жінок-військовослужбовців. Зокрема, аналіз часових та спектральних показників дозволив визначити

ступінь напруження регуляторних систем і баланс між симпатичною та парасимпатичною ланками регуляції. В таблиці 3 представлені результати ВСР жінок-військовослужбовців.

Аналіз часових показників ВСР досліджуваної вибірки жінок-військовослужбовців виявив специфічні особливості вегетативної регуляції, що відображають стан напруження адаптаційних механізмів. Медіанне значення ЧСС на рівні 84,7 уд·хв⁻¹ при показнику RRNN величина якого становить 708,6 мс свідчить про зміщення вегетативного балансу в бік симпатикотонії, що є типовою фізіологічною відповіддю на тривалий вплив стресових чинників. Показники, які характеризують активність парасимпатичної ланки регуляції, зокрема показник RMSSD за медіаною становить 31,9 мс та показник рNN50 медіанне значення якого 9,8 %, знаходяться поблизу нижньої межі фізіологічної норми, вказуючи на зниження відновлювального потенціалу автономної нервової системи. Особливої уваги заслуговує значна неоднорідність вибірки, на що вказують високі коефіцієнти варіації, які для показника рNN50 сягають (V=95,0 %), а для показника RMSSD (V=71,2 %). Така виражена асиметрія та широкий діапазон значень від мінімальних 10,0 мс для показнику RMSSD до максимальних 161,7 мс підтверджують гіпотезу про різний ступінь виснаження регуляторних ресурсів у досліджуваних осіб. Показник SDNN за медіаною становить 54,6 мс та відображає сумарний ефект вегетативного контролю, проте наявність поодиноких значень на рівні 22,4 мс сигналізує про ризик серцево-судинної дезадаптації у окремих осіб. Ступінь централізації управління ритмом серця, оцінений через амплітуду моди АМо величина якої за медіаною становить 38,7 % і відповідає фізіологічній нормі. Інший показник індекс напруги (ІН) становить 91,6 у.о., та демонструє помірну активацію симпатичного відділу, хоча максимальні значення ІН відповідають 414,4 у.о. та свідчать про стан вираженого психофізіологічного дистресу, іншими словами стан хронічного напруження.

Аналіз результатів спектрального аналізу ВСР, вказує на суттєве напруження регуляторних систем та специфічний розподіл енергетичного спектра серцевого ритму у досліджуваної групи. Сумарна потужність спектра (TP), медіанне значення якої становить 1815,0 мс², відображає загальний рівень адаптаційного потенціалу, який знаходиться в межах функціональної норми, проте характеризується екстремально високою варіативністю коефіцієнт варіації становить (V=138,7 %). Наявність мінімальних значень показнику TP на рівні 247,0 мс² свідчить про глибоке виснаження нейрогуморальних ресурсів та стан вираженого астеничного синдрому у окремих представниць досліджуваної вибірки. Аналіз нормованих показників спектра дозволив встановити домінування низькочастотного показника LFnorm результат якого за медіаною становить 0,64 у.о. над високочастотним показником HFnorm, результат за медіаною становить 0,36 у.о., що підтверджує превалювання симпатичних впливів та централізацію управління ритмом серця. Широкий діапазон значень показників LFnorm та HFnorm відображає індивідуальну траєкторію адаптації кожної жінки-військовослужбовця до умов дистресу, від відносно стабільної регуляції до станів критичного енергодефіциту. Таким чином, результати спектрального аналізу узгоджуються з даними часових параметрів і демонструють зміщення вегетативного гомеостазу в бік енерговитратних симпатикотонічних реакцій, що є прогностичним маркером ризику розвитку психосоматичних розладів.

На завершальному етапі комплексного дослідження психоемоційного стану був здійснений аналіз результатів ортостатичної проби, яка дозволила оцінити адаптаційну здатність серцево-судинної системи жінок-військовослужбовців під час переходу з горизонтального у вертикальне положення тіла. Проведення даної проби дало змогу виявити приховані порушення вегетативної регуляції. Отримані нами результати виконання ортостатичної проби представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Результати виконання ортостатичної проби жінок-військовослужбовців, (n=31)

Досліджувані показники	Статистичні характеристики					
	Me	25 %	75 %	Min	Max	V, %
ЧСС у горизонтальному положенні тіла, уд·хв ⁻¹	72,0	69,0	79,0	55,0	92,0	12,3
ЧСС у вертикальному положенні тіла, уд·хв ⁻¹	92,0	84,0	99,0	69,0	123,0	12,2
АТсист у горизонтальному положенні тіла, мм.рт.ст	112,0	98,0	119,0	83,0	139,0	12,6
АТдіаст у горизонтальному положенні тіла, мм.рт.ст	77,0	66,0	83,0	44,0	89,0	17,3
АТсист у вертикальному положенні тіла, мм.рт.ст	112,0	104,0	119,0	71,0	130,0	11,0
АТдіаст у вертикальному положенні тіла, мм.рт.ст	73,0	70,0	80,0	43,0	87,0	15,2
Ортостатична проба, уд·хв ⁻¹	18,0	14,0	22,0	0,0	33,0	45,0

Таблиця 5.

Коефіцієнти кореляції між показниками емоційного стану та параметрами функціонального стану серцево-судинної системи

Досліджувані показники	Шкала депресії	Шкала сонливості	Шкала тривожності HAM-A
Шкала депресії	1,000	0,627***	0,419*
Шкала сонливості	0,627***	1,000	0,132
Шкала тривожності HAM-A	0,419*	0,471**	1,000
Ортостатична проба,	0,459**	0,428*	0,009
ЧСС у стані відносного спокою, уд·хв ⁻¹	0,267	0,517**	-0,124
RRNN, мс	-0,267	-0,517**	0,124
RMSSD, мс	-0,388*	-0,324	-0,328
pNN50, %	-0,493**	-0,440*	-0,221
Moda, мс	-0,315	-0,572***	0,140
AM0, %	0,409*	0,530**	0,141
IH, у.о.	0,393*	0,554***	0,155
TP, мс ⁻²	-0,162	-0,483**	-0,429*
LFnorm, у.о.	0,406*	0,104	0,405*
HFnorm, у.о.	-0,306	-0,104	-0,405*

Примітка: Наведено коефіцієнти рангової кореляції Спірмена (r), $r_{кр}=0,349$ при вибірці $n=31$. Рівень статистичної значущості для $\alpha = 0,05$ при $r = -0,388$; для $\alpha = 0,01$ при $r = 0,459$; для $\alpha = 0,001$ при $r = 0,554$; * – коефіцієнт кореляції статистично значимий на рівні $p < 0,05$; ** – коефіцієнт кореляції статистично значимий на рівні $p < 0,01$; *** – коефіцієнт кореляції статистично значимий на рівні $p < 0,001$

За отриманими результатами ортостатичної проби встановлено, що медіанне значення ЧСС у горизонтальному положенні тіла становило 72,0 уд·хв⁻¹, тоді як після переходу у вертикальне положення 92,0 уд·хв⁻¹. Збільшення ЧСС під час ортостатичного навантаження за медіаною склало 18,0 уд·хв⁻¹, що відповідно до шкали градації характеризується як задовільна реакція серцево-судинної системи. Водночас інтерквартильний розмах 25 та 75 процентилів коливався в межах від 14,0 уд·хв⁻¹ до 22,0 уд·хв⁻¹, а максимальне значення досягало 33,0 уд·хв⁻¹, що свідчить про наявність у частини обстежуваних осіб незадовільної ортостатичної реакції.

Аналіз показників артеріального тиску показав, що медіанне значення АТсист як у горизонтальному, так і у вертикальному положенні тіла становило 112,0 мм рт. ст., що відповідає задовільній гемодинамічній реакції. Тоді як АТдіаст мав тенденцію до незначного зниження при ортостатичному навантаженні з 77,0 мм рт. ст до 73,0 мм рт. ст., що в межах фізіологічної норми та може свідчити про особливості вегетативної регуляції судинного тону.

Водночас значна варіативність показників ортостатичної проби, коефіцієнт варіації становить ($V = 45,0\%$) та широкий діапазон мінімальних і максимальних значень від 0,0 уд·хв⁻¹ до 33,0 уд·хв⁻¹ вказують на виражену індивідуальну неоднорідність адаптаційних можливостей серцево-судинної системи жінок-військовослужбовців. Отримані результати можуть бути наслідком підвищеного психоемоційного напруження, хронічної втоми та порушення механізмів вегетативної регуляції, зумовлених умовами дії правового режиму воєнного стану.

З огляду на виявлені особливості психоемоційного стану, показників ВСР та ортостатичної реакції серцево-

судинної системи, доцільним є проведення кореляційного аналізу з метою встановлення структури взаємозв'язків між усіма досліджуваними показниками. Застосування кореляційного аналізу дозволить визначити характер і силу зв'язку між рівнем тривоги, депресії, сонливості та функціональним станом серцево-судинної системи.

Особливий інтерес становить виявлення асоціацій між показниками негативних психоемоційних станів і параметрами вегетативної регуляції серцевого ритму, а також реакцією серцево-судинної системи на ортостатичне навантаження. Отримані взаємозв'язки можуть свідчити про вплив психоемоційного напруження на адаптаційні можливості організму жінок-військовослужбовців та слугувати науковим підґрунтям для розробки цілеспрямованої програми корекції з використанням засобів оздоровчого фітнесу.

За результатами кореляційного аналізу, який представлений у таблиці 5 встановлено наявність системи взаємопов'язаних змінних, які відображають тісний зв'язок між психоемоційним станом, показниками вегетативної регуляції серцевого ритму та реакцією серцево-судинної системи на ортостатичне навантаження. Виявлені кореляційні взаємозв'язки свідчать про те, що негативні психоемоційні стани асоціюються з напруженням регуляторних механізмів та зниженням адаптаційних можливостей серцево-судинної системи.

Встановлено високий прямий кореляційний взаємозв'язок між рівнем депресії та сонливістю ($r = 0,627$ при $p < 0,001$), що вказує на тісний взаємозв'язок афективних порушень із суб'єктивними проявами функціонального виснаження. Також виявлено помірний прямий взаємозв'язок між рівнем депресії та тривожності за шкалою Гамільтона ($r = 0,419$ при $p <$

0,05), що підтверджує коморбідний характер негативних психоемоційних станів у жінок-військовослужбовців.

Окрім зазначених взаємозв'язків, у ході кореляційного аналізу виявлено статистично значущі зв'язки між показниками емоційного стану та параметрами функціонального стану серцево-судинної системи. Зокрема, встановлено помірний прямий взаємозв'язок між рівнем депресії та результатами ортостатичної проби ($r = 0,459$ при $p < 0,01$), що свідчить про асоціацію депресивних проявів із напруженням механізмів вегетативної регуляції. Також виявлено статистично значущий прямий взаємозв'язок між рівнем депресії та показником AM0 ($r = 0,409$ при $p < 0,05$) та показником ІН ($r = 0,393$ при $p < 0,05$), що вказує на підвищення симпатикотонічної активності за умов зростання депресивної симптоматики. Водночас встановлено зворотні взаємозв'язки між рівнем депресії та показниками ВСР, зокрема з показником RMSSD ($r = -0,388$ при $p < 0,05$) та показником pNN50 ($r = -0,493$ при $p < 0,01$), що відображає зниження парасимпатичної активності на тлі емоційного напруження.

Аналіз взаємозв'язків між показниками сонливості та функціональним станом серцево-судинної системи засвідчив наявність великої кількості статистично значущих прямих взаємозв'язків. Зокрема, між показником ЧСС у стані відносного спокою ($r = 0,517$ при $p < 0,01$), з показником AM0 ($r = 0,530$ при $p < 0,01$) та показником ІН ($r = 0,554$ при $p < 0,001$), що свідчить про посилення симпатичного впливу при зростанні суб'єктивного відчуття втоми. Крім того, виявлено зворотний взаємозв'язок між рівнем сонливості та показниками RRNN ($r = -0,517$ при $p < 0,01$), показником pNN50 ($r = -0,440$ при $p < 0,05$), показником Moda ($r = -0,572$ при $p < 0,001$) та показником TP ($r = -0,483$ при $p < 0,01$), що характеризує зниження адаптаційних резервів серцево-судинної системи при підвищенні рівня виснаження.

У свою чергу, рівень тривожності за шкалою Гамільтона мав статистично значущий зворотний взаємозв'язок із показником TP ($r = -0,429$ при $p < 0,05$), прямий взаємозв'язок з показником LFnorm ($r = 0,405$ при $p < 0,05$) та зворотний взаємозв'язок із показником HFnorm ($r = -0,405$ при $p < 0,05$), що свідчить про зсув вегетативного балансу в бік симпатикотонії при зростанні тривожності.

Таким чином, отримані результати підтверджують наявність тісних як прямих, так і зворотних кореляційних взаємозв'язків між показниками психоемоційного стану та параметрами автономної регуляції серцевої діяльності у жінок-військовослужбовців, що відображає комплексний характер впливу емоційного напруження на функціональні резерви організму.

Дискусія. Психоемоційний стан є важливим компонентом загального здоров'я, який впливає не тільки на якість життя, а й на ефективність професійної діяльності та адаптацію до екстремальних умов. Сучасні наукові дослідження підкреслюють, що порушення емоційної сфери, такі як депресивні та тривожні прояви, можуть бути пов'язані з дисбалансом вегетативної регуляції серцево-судинної системи, що має значення як

для фізіологів, так і для психологів, медиків та фахівців у галузі фізичної культури і спорту [3, 5, 16, 21].

Комплексний підхід до оцінювання психоемоційного стану з одночасним аналізом показників ВСР та ортостатичної проби дозволяє отримати ширше уявлення про механізми адаптації та стрес-реакції організму. Такий підхід сумісно з використанням стандартизованих шкал та об'єктивних фізіологічних маркерів узгоджується з підходами європейських дослідників, які акцентують увагу на мультидисциплінарній оцінці стану суб'єктів і спрямовані на інтеграцію психологічних та фізіологічних даних для точнішого прогнозування ризику функціональних розладів [7, 8, 16, 18, 22, 26, 29].

Отримані результати доповнюють існуючі наукові дані про взаємозв'язок психоемоційного стану та автономної регуляції серцево-судинної діяльності. Встановлений високий прямий взаємозв'язок між рівнем депресії та суб'єктивною сонливістю узгоджується з даними, що свідчать про тісний зв'язок між афективними порушеннями та соматичними проявами стресу, як це описано у проведених дослідженнях, які вивчають вплив психоемоційних факторів на добробут та працездатність [13, 16, 23, 25]. Статистично значущі взаємозв'язки між депресією, тривожністю та показниками ВСР вказують на дисбаланс вегетативної регуляції, що також узгоджується з уже існуючими роботами науковців у галузі фізичної культури і спорту, які підкреслюють важливість автономної відповіді як маркера адаптаційних можливостей організму під впливом стресових чинників [7, 8, 22, 29].

Встановлені в ході дослідження зворотні взаємозв'язки між показниками психоемоційного стану та показниками парасимпатичної активності підтверджують концепцію, згідно з якою психоемоційне напруження асоціюється зі зменшенням процесу відновлення в регуляції серцевої діяльності, що знаходить підтвердження у сучасних роботах науковців, які розглядають ВСР як індикатор психоемоційного і фізичного стану [8, 18, 22, 26].

Таким чином, результати нашого дослідження узгоджуються з міжнародними науковими даними та підтверджують важливість комплексної оцінки психоемоційного стану для загального розуміння адаптаційних процесів у жінок-військовослужбовців. Перспективними напрямками подальших досліджень є розробка та впровадження програми для профілактики деструктивних порушень психоемоційного стану засобами оздоровчого фітнесу.

Висновки. Проведене дослідження дозволило комплексно оцінити особливості психоемоційного стану та вегетативної регуляції серцево-судинної системи у жінок-військовослужбовців в умовах підвищеного психоемоційного навантаження. Встановлено наявність помірного рівня депресивних і тривожних проявів та підвищеного рівня сонливості у значної частини обстежуваних осіб, що свідчить про зниження адаптаційних резервів організму в умовах професійної діяльності.

Аналіз показників варіабельності серцевого ритму виявив зниження активності парасимпатичної ланки регуляції, домінування симпатичних впливів і зменшення загальної потужності спектра, що

характеризує напруження адаптаційних механізмів та обмеження функціональних резервів організму.

Результати кореляційного аналізу дали можливість встановити тісні взаємозв'язки між показниками депресії, сонливості, тривожності та параметрами вегетативної регуляції, що підтверджує взаємозалежність психоемоційного стану та фізіологічних механізмів адаптації.

Практичне значення дослідження полягає у поглибленні наукових уявлень про механізми психофізіологічної адаптації жінок-військовослужбовців до екстремальних умов професійної діяльності. Отримані дані доповнюють теоретичну базу стосовно взаємозв'язку між суб'єктивними характеристиками психоемоційного стану та об'єктивними показниками вегетативного гомеостазу. Обґрунтовано необхідність розробки спеціалізованих програм корекції дезадаптивних станів організму засобами оздоровчого фітнесу.

Інформація про конфлікт інтересів. Відсутній конфлікт інтересів.

Література

1. Асеева Ю. О. Психіка молоді в умовах війни: теоретико-прикладний аналіз. *Психологічний часопис*. 2023. № 4. С. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2005/2024-3-4>.
2. Вавринів О. С., Христюк О. Л. Дослідження психоемоційних станів особистості під впливом стресогенних факторів. *Вісник Львівського державного університету внутрішніх справ*. 2023. № 2. С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.32782/2311-8458/2023-2-2>.
3. Горенко М. В. Специфіка переживання стресу війни у жінок. *Psychological Journal*. 2025. № 15. С. 69–77. DOI: <https://doi.org/10.31499/2617-2100.15.2025.342123>.
4. Катинський В. М., Стасюк В. В. Морально-психологічний стан як складова збереження психологічного здоров'я військовослужбовців. *Вісник Національного університету оборони України*. 2025. № 83 (1). С. 89–95. DOI: <https://doi.org/10.33099/2617-6858-2025-83-1-89-95>.
5. Савиченко О., Горбачова О., Шуневич Є. А. Динаміка психічного здоров'я військовослужбовців у період війни. *Психологічний журнал*. 2024. № 13. С. 97–106. DOI: <https://doi.org/10.31499/2617-2100.13.2024.315043>.
6. Хараджи М. В., Федоренко А. П. Дослідження особливостей емоційно-психологічного стану вимушено переміщених жінок під час війни. *Слобожанський науковий вісник. Серія: Психологія*. 2024. № 2. С. 97–101. DOI: <https://doi.org/10.32782/psyspu/2024.2.18>.
7. Ярмач О., Михайлов В., Фурдик В., Верхогляд М. Моніторинг стану варіабельності серцевого ритму військовослужбовців Збройних Сил України в період дії правового режиму воєнного стану. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2024. Вип. 8 (181). С. 255–261. DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.8\(181\).47](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.8(181).47).
8. Ярмач О. М., Жембровський С. М., Романюк О. В. Моніторинг стану варіабельності серцевого ритму у офіцерів у період дії правового режиму воєнного стану. *Physical Culture and Sport*. 2025. № 2. С. 112–119. DOI: <https://doi.org/10.31891/pcs.2025.2.15>.
9. Яцина О. Ф. Вплив війни на психологічне здоров'я: ознаки травматизації психіки дітей та підлітків. *Міждисциплінарний електронний збірник наукових праць з соціології та соціальної роботи*. 2022. № 7. С. 554–567. DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-7\(25\)-554-567](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-7(25)-554-567).
10. Andrieieva O., Byshevets N., Kashuba V., Hakman A., Grygus I. Changes in physical activity indicators of Ukrainian students in the conditions of distance education. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 2023. Vol. 8, No. 2. P. 75–81. DOI: [https://doi.org/10.15391/prhrh.2023-8\(2\).01](https://doi.org/10.15391/prhrh.2023-8(2).01).
11. Byshevets N., Andrieieva O., Dutchak M. The influence of physical activity on stress-related states in higher education students. *Physical Education Theory and Methodology*. 2024. Vol. 24, No. 2. P. 245–253. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmf.2024.2.08>.
12. Byshevets N., Goncharova N., Hakman A. Prediction of stress-related conditions in students and their prevention through health-enhancing recreational physical activity. *Journal of Physical Education and Sport*. 2023. Vol. 23, No. 4. P. 937–943. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04117>.
13. Examining resilience, posttraumatic stress disorder, and heart rate variability in the military: systematic review. *Military Psychology Research*. 2023. Vol. 5, No. 2. P. 45–58.
14. Fishbein A. B., Knutson K. L., Zee P. C. Circadian disruption and human health. *Journal of Clinical Investigation*. 2021. Vol. 131, No. 19. Art. e148286. DOI: <https://doi.org/10.1172/JCI148286>.
15. Garske G. Military-related PTSD: The epidemiology, symptoms and treatment considerations. *The Rehabilitation Professional*. 2025. Vol. 17, No. 2. P. 43–50. DOI: <https://doi.org/10.70385/001c.146769>.
16. Guichard L., An X., Neylan T. C. et al. Heart rate variability wrist-wearable biomarkers identify adverse posttraumatic neuropsychiatric sequelae after traumatic stress exposure. *Psychiatry Research*. 2024. Vol. 342. Art. 116260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2024.116260>.
17. Hakman A., Bezverkhnia H., Moskalenko N. Dynamics of the physical fitness and circumference sizes of body parts as a motivation for self-improvement and self-control in students. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20, No. 1. P. 116–122. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.01015>.
18. Jeon J. H., Kim J. W., Kang H. J. et al. Impacts of heart rate variability on post-traumatic stress disorder risk after physical injuries. *Frontiers in Psychiatry*. 2024. Vol. 15. Art. 1474650. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1474650>.
19. Jones S. G., Benca R. M. Circadian disruption in psychiatric disorders. *Sleep Medicine Clinics*. 2015. Vol. 10, No. 4. P. 481–493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2015.07.004>.
20. Larsson G., Nilsson S. Moral injury symptoms: relationship with emotional stability, combat exposure, stress-related symptoms, and PTSD indication in Swedish military veterans. *Ethics & Behavior*. 2025. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1080/10508422.2025.2601021>.
21. Larsson G., Lundell E., Svensén S., Nilsson S. Interrelationship of emotional stability, hassles, uplifts, coping and stress-related symptoms in female and male military veterans. *Scandinavian Journal of Psychology*. 2020. Vol. 62, No. 2. P. 217–226. DOI: <https://doi.org/10.1111/sjop.12701>.
22. Petrachkov O., Yarmak O., Shostak R. et al. The effect of stress factors on cognitive and management functions of cadets of higher military educational institutions. *Journal of Physical Education and Sport*. 2023. Vol. 23. P. 162–169. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.01020>.
23. Pisarik A. et al. Heart rate variability and aging rate in women with post-traumatic stress disorder during Russian-Ukrainian war. *Ageing and Longevity*. 2023. Vol. 4, No. 3. P. 68–73. DOI: <https://doi.org/10.47855/jal9020-2023-3-1>.
24. Reznikov A. H. Stress-induced disorders of reproductive functions. *Physiological Journal*. 2023. Vol. 69, No. 6. P. 97–107. DOI: <https://doi.org/10.15407/fz69.06.097>.
25. Shastri N., Sultana E., Jeffrey M. et al. The impact of post-traumatic stress on quality of life and fatigue in women with Gulf War Illness. *BMC Psychology*. 2022. Vol. 10. Art. 42. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40359-022-00752-5>.
26. Smith T. W., Deits-Lebehn C. M., Caska-Wallace C. M., Renshaw K. D., Uchino B. N. Resting high frequency heart rate variability and PTSD symptomatology in veterans. *Biological Psychiatry*. 2020. Vol. 154. Art. 107928. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107928>.
27. Taylor D. J., Pruiksma K. E., Hale W. et al. Sleep problems in active duty military personnel seeking treatment for posttraumatic stress disorder. *Sleep*. 2020. Vol. 43, No. 10. Art. 065. DOI: <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa065>.
28. Walker W. H. et al. Circadian rhythm disruption and mental health. *Translational Psychiatry*. 2020. Vol. 10, No. 1. Art. 28. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0694-0>.
29. Yarmak O., Petrachkov O., Zhembrovskyi S. et al. Sex-related differences in heart rate variability and static body stability in military personnel under stressful conditions. *Journal of Physical Education and Sport*. 2025. Vol. 25, No. 3. P. 579–588. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2025.03063>

References

- Asieieva, Yu. O. (2023). Psykhika molodi v umovakh viiny: teoretyko-prykladnyi analiz [Mental health of youth in wartime: theoretical and applied analysis]. *Psykholohichniy chasopys*, 4, 19–25. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/3041-2005/2024-3-4>
- Vavryniv, O. S., Khrystiuk, O. L. (2023). Doslidzhennia psykhoemotsiinykh staniv osobystosti pid vplyvom stresohennykh faktoriv [Study of psycho-emotional states of personality under the influence of stress factors]. *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu vnurishnykh sprav*, 2, 11–15. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2311-8458/2023-2-2>
- Horenko, M. V. (2025). Spetsyfika perezhyvannia stresu viiny u zhinok [Specifics of experiencing war stress in women]. *Psychological Journal*, 15, 69–77. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31499/2617-2100.15.2025.342123>
- Katynskyi, V. M., Stasiuk, V. V. (2025). Moralno-psykholohichniy stan yak skladova zberezhenia psykholohichnoho zdorovia viiskovosluzhbovtiv [Moral and psychological state as a component of maintaining psychological health of servicemen]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy*, 83(1), 89–95. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33099/2617-6858-2025-83-1-89-95>
- Savychenko, O., Horbachova, O., Shunevych, Ye. A. (2024). Dynamika psykhiichnoho zdorovia viiskovosluzhbovtiv u period viiny [Dynamics of mental health of servicemen during the war]. *Psykholohichniy zhurnal*, 13, 97–106. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31499/2617-2100.13.2024.315043>
- Kharadzhy, M. V., Fedorenko, A. P. (2024). Doslidzhennia osoblyvosti emotsiino-psykholohichnoho stanu vymusheno peremishchenykh zhinok pid chas viiny [Study of emotional and psychological state of forcibly displaced women during the war]. *Slobozhanskyi naukovyi visnyk. Seriya: Psykholohiia*, 2, 97–101. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/psyspu/2024.2.18>
- Yarmak, O., Mykhailov, V., Furdyk V., Verkhohliad M. (2024). Monitorynh stanu variabelnosti sertsevoho rytmu viiskovosluzhbovtiv Zbroinykh Syl Ukrainy v period dii pravovoho rezhymu voiennoho stanu [Monitoring of heart rate variability of female servicemen of the Armed Forces of Ukraine during martial law]. *Naukovyi chasopys Ukrainського derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova. Seriya 15: Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)*, 8(181), 255–261. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.8\(181\).47](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.8(181).47)
- Yarmak, O. M., Zhembrovskiy, S. M., Romaniuk, O. V. (2025). Monitorynh stanu variabelnosti sertsevoho rytmu u ofitseriv v period dii pravovoho rezhymu voiennoho stanu [Monitoring of heart rate variability in officers during martial law]. *Physical Culture and Sport*, 2, 112–119. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31891/pcs.2025.2.15>
- Yatsyna, O. F. (2022). Vplyv viiny na psykholohichne zdorovia: oznaky travmatyzatsii psykhyky ditei ta pidlitkiv [Impact of war on psychological health: signs of trauma in children and adolescents]. *Mizhdystyplinarnyi elektronnyi zbirnyk naukovykh prats z sotsiolohii ta sotsialnoi roboty*, 7, 554–567. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-7\(25\)-554-567](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-7(25)-554-567)
- Andrieieva, O., Byshevets, N., Kashuba, V., Hakman, A., & Grygus, I. (2023). Changes in physical activity indicators of Ukrainian students in the conditions of distance education. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*, 8(2), 75–81. [https://doi.org/10.15391/prhr.2023-8\(2\).01](https://doi.org/10.15391/prhr.2023-8(2).01)
- Byshevets, N., Andrieieva, O., & Dutchak, M. (2024). The influence of physical activity on stress-related states in higher education students. *Physical Education Theory and Methodology*, 24(2), 245–253. <https://doi.org/10.17309/tmf.2024.2.08>
- Byshevets, N., Goncharova, N., & Hakman, A. (2023). Prediction of stress-related conditions in students and their prevention through health-enhancing recreational physical activity. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 937–943. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04117>
- Centre for Evidence. (2023). Examining resilience, posttraumatic stress disorder, and heart rate variability in the military: Systematic review. *Military Psychology Research*, 5(2), 45–58.
- Fishbein, A. B., Knutson, K. L., & Zee, P. C. (2021). Circadian disruption and human health. *Journal of Clinical Investigation*, 131(19), 148286. <https://doi.org/10.1172/JCI148286>
- Garske, G. (2025). Military-related PTSD: The epidemiology, symptoms and treatment considerations. *The Rehabilitation Professional*, 17(2), 43–50. <https://doi.org/10.70385/001c.146769>
- Guichard, L., An, X., Neylan, T. C., et al. (2024). Heart rate variability wrist-wearable biomarkers identify adverse posttraumatic neuropsychiatric sequelae after traumatic stress exposure. *Psychiatry Research*, 342, 116260. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2024.116260>
- Hakman, A., Bezverkhnia, H., & Moskalenko, N. (2020). Dynamics of the physical fitness and circumference sizes of body parts as a motivation for self-improvement and self-control in students. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(1), 116–122. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.01015>
- Jeon, J. H., Kim, J. W., Kang, H. J., et al. (2024). Impacts of heart rate variability on post-traumatic stress disorder risk after physical injuries. *Frontiers in Psychiatry*, 15, 1474650. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1474650>
- Jones, S. G., & Benca, R. M. (2015). Circadian disruption in psychiatric disorders. *Sleep Medicine Clinics*, 10(4), 481–493. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2015.07.004>
- Larsson, G., & Nilsson, S. (2025). Moral injury symptoms: Relationship with emotional stability, combat exposure, stress-related symptoms, and PTSD indication in Swedish military veterans. *Ethics & Behavior*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/10508422.2025.2601021>
- Larsson, G., Lundell, E., Svensén, S., & Nilsson, S. (2020). Interrelationship of emotional stability, hassles, uplifts, coping and stress-related symptoms in female and male military veterans. *Scandinavian Journal of Psychology*, 62(2), 217–226. <https://doi.org/10.1111/sjop.12701>
- Petrachkov, O., Yarmak, O., Shostak, R., et al. (2023). The effect of stress factors on cognitive and management functions of cadets of higher military educational institutions. *Journal of Physical Education and Sport*, 23, 162–169. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.01020>
- Pisaruk, A., et al. (2023). Heart rate variability and aging rate in women with post-traumatic stress disorder during Russian-Ukrainian war. *Ageing and Longevity*, 4(3), 68–73. <https://doi.org/10.47855/jal9020-2023-3-1>
- Reznikov, A. H. (2023). Stress-induced disorders of reproductive functions. *Physiological Journal*, 69(6), 97–107. <https://doi.org/10.15407/fz69.06.097>
- Shastry, N., Sultana, E., Jeffrey, M., et al. (2022). The impact of post-traumatic stress on quality of life and fatigue in women with Gulf War Illness. *BMC Psychology*, 10, 42. <https://doi.org/10.1186/s40359-022-00752-5>
- Smith, T. W., Deits-Lebehn, C. M., Caska-Wallace, C. M., Renshaw, K. D., & Uchino, B. N. (2020). Resting high frequency heart rate variability and PTSD symptomatology in veterans. *Biological Psychology*, 154, 107928. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107928>
- Taylor, D. J., Pruiksma, K. E., Hale, W., et al. (2020). Sleep problems in active duty military personnel seeking treatment for posttraumatic stress disorder: Presence, change, and impact on outcomes. *Sleep*, 43(10), 065. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa065>
- Walker, W. H., et al. (2020). Circadian rhythm disruption and mental health. *Translational Psychiatry*, 10(1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0694-0>
- Yarmak, O., Petrachkov, O., Zhembrovskiy, S., et al. (2025). Sex-related differences in heart rate variability and static body stability in military personnel under stressful conditions. *Journal of Physical Education and Sport*, 25(3), 579–588. <https://doi.org/10.7752/jpes.2025.03063>

FACTORS AND APPROACHES TO RESTORING PHYSICAL ACTIVITY IN SCHOOLCHILDREN IN THE POST-COVID-19 PERIOD: A SYSTEMATIC REVIEW

ЧИННИКИ ТА ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ШКОЛЯРІВ У ПОСТПАНДЕМІЧНИЙ ПЕРІОД: СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД

Galan Y. P., Moldovan, A. D., Brazhaniuk, A. O.

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

ORCID: 0000-0003-2856-8514

ORCID: 0000-0003-2992-8868

ORCID: 0000-0001-9422-0685

Abstracts

During the COVID-19 pandemic and in the post-pandemic period, the decline in physical activity (PA) among school-age children became more pronounced. It highlighted the need for systematic measures to support physical activity at the school and community levels. This exacerbated the risks to physical and mental health and increased the need for rapid, evidence-based solutions at the education level. At the same time, international and European policy frameworks explicitly emphasize the need to systematically promote Health-Enhancing Physical Activity (HEPA) as a resource for recovery, resilience, and long-term prevention, particularly in the educational environment.

The purpose of the study is to systematically analyse and summarize international experience on effective factors and approaches to increasing physical activity among schoolchildren aged 6–18 during the COVID-19 pandemic and in the post-COVID-19 period, identifying the most promising for adaptation and integration in the current conditions of Ukraine.

Research methods. A systematic review was performed according to the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) protocol by searching the Scopus database (TITLE-ABS-KEY) for open-access English-language articles for 2021–2024 on approaches to increasing the physical activity of schoolchildren aged 6–18 during the COVID-19 pandemic and in the post-pandemic period.

Results. The studies included in the analysis showed that in the post-pandemic (post-COVID-19) period, the recovery of physical activity among schoolchildren is uneven and does not occur automatically. Higher levels of physical activity and more favourable well-being indicators are more often associated with organized school-based forms of physical activity, an emphasis on vigorous physical activities (VPA), social and psychological support, stabilization of daily routines (sleep, reduction of screen time), and outdoor activities. In contrast, digital interventions of an informational nature without components of active involvement and support tend to have a limited effect.

Conclusions. To sustainably restore physical activity levels among schoolchildren aged 6–18 during the COVID-19 pandemic and after the easing or lifting of restrictive measures, it is advisable to implement multi-component programs in the school environment. In the post-pandemic (post-COVID-19) period, the recovery of physical activity among schoolchildren is uneven. It is most consistently supported by organized activities in the school environment, social and psychological support, normalization of sleep, and reduction of screen time.

Keywords: physical activity, school-based intervention, physical education, adolescents, schoolchildren, return to school, COVID-19, strategies, programs, digital models.

Під час пандемії COVID-19 та у постпандемічний період зниження рівня рухової активності дітей шкільного віку стало більш вираженим і актуалізувало потребу в системних заходах підтримки рухової активності на рівні шкіл і громад. Що загострило ризики для фізичного й психічного здоров'я та підвищило потребу у швидких, доказових рішеннях на рівні освіти. Водночас міжнародні та європейські політичні рамки прямо акцентують на необхідності системного просування оздоровчої рухової активності як ресурсу відновлення, стійкості та довгострокової профілактики, зокрема в освітньому середовищі.

Метою дослідження є системний аналіз та узагальнення міжнародного досвіду щодо ефективних чинників і підходів підвищення рівня рухової активності школярів 6–18 років під час пандемії COVID-19 та в постпандемічний період з визначенням найбільш перспективних для їх адаптації та інтеграції в сучасних умовах України.

Методи дослідження. Систематичний огляд виконано за керівними принципами PRISMA 2020 шляхом пошуку в базі Scopus (TITLE-ABS-KEY) англomовних статей відкритого доступу за 2021–2024 років щодо підходів до підвищення рухової активності школярів 6–18 років під час пандемії COVID-19 та в постпандемічний період.



Результати дослідження. Включені до аналізу дослідження показали, що у постпандемічний період відновлення рухової активності школярів є нерівномірним і не відбувається автоматично. Вищі рівні рухової активності та більш сприятливі показники благополуччя частіше пов'язані з організованими шкільними формами рухової активності, акцентом на інтенсивніші навантаження, соціальною й психологічною підтримкою, стабілізацією режиму дня (сон, зменшення екранного часу) та активностями на відкритому повітрі. Натомість цифрові втручання інформаційного характеру без компонентів активного залучення й супроводу переважно мають обмежений ефект.

Висновки. Для стійкого відновлення рівня рухової активності школярів 6–18 років під час пандемії COVID-19 та в період після послаблення або скасування обмежувальних заходів, доцільним є впровадження багатокомпонентних програм у шкільному середовищі. У постпандемічний період відновлення рухової активності школярів є нерівномірним і найбільш стійко підтримується організованими заходами в шкільному середовищі, соціально-психологічною підтримкою, нормалізацією сну та зменшенням екранного часу.

Ключові слова: рухова активність, шкільні заходи, фізичне виховання, підлітки, школярі, повернення до школи, COVID-19, стратегії, програми, цифрові моделі.

Introduction. Healthy and protected children are a strategic priority for any country, and restoring and increasing the level of physical activity among schoolchildren requires special attention, given its proven contribution to physical and mental health and stress resistance, especially in the post-pandemic period after the easing of COVID-19 restrictions [14, 21, 22, 31, 44].

The World Health Organization (WHO) guidelines on physical activity and sedentary lifestyles emphasize the need for systematic provision of sufficient daily physical activity

for children and adolescents, and the COVID-19 pandemic, which the WHO officially recognized as a pandemic on March 11, 2020, has exacerbated the problem of physical inactivity and unequal access to physical activity [47].

At the European Union level, the promotion of healthy lifestyles and cross-sectoral approaches to HEPA is reflected in key policy initiatives and recommendations, including the European Commission's HealthyLifestyle4All campaign [9, 17] and the Council Recommendation on promoting HEPA [9].

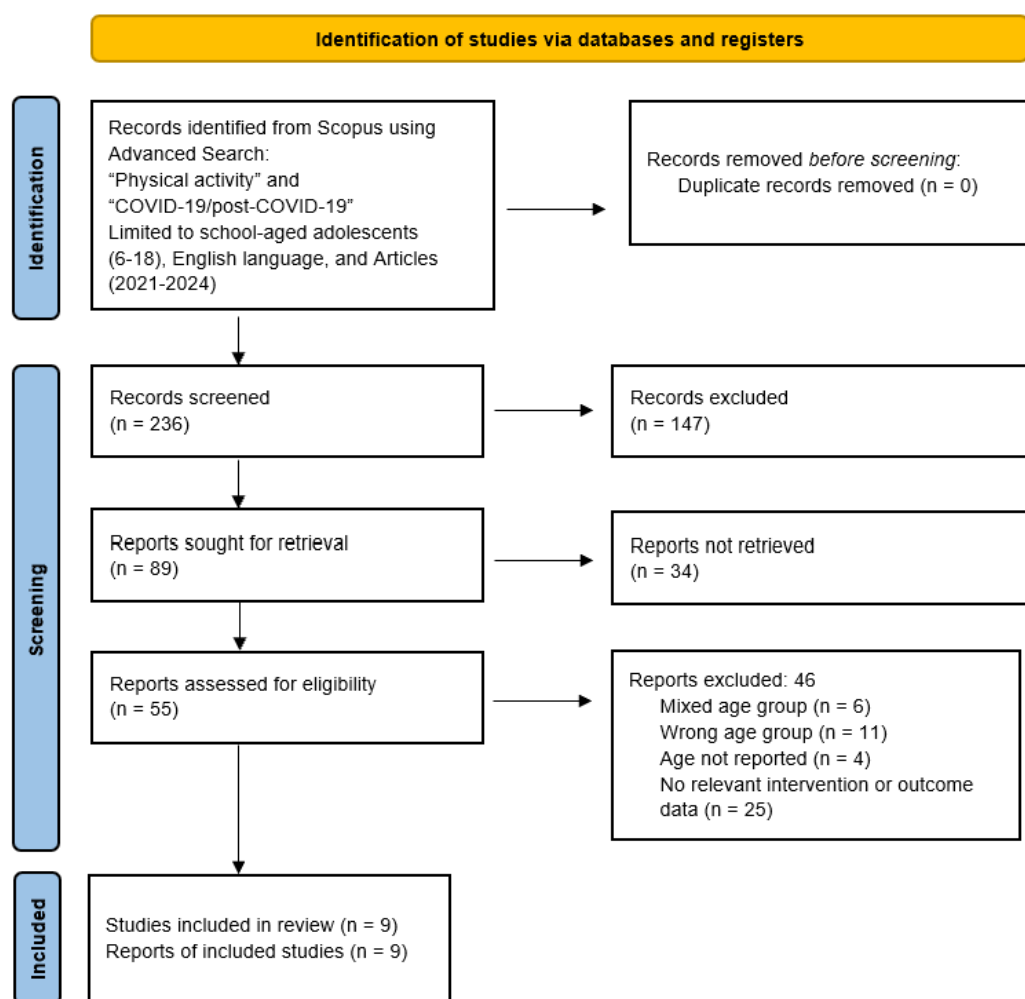


Figure 1. PRISMA 2020 flow diagram of study selection.

Table 1

Literature search strategy and parameters in the Scopus database

Parameter	Description
Database	Scopus
Search fields	TITLE-ABS-KEY
Search Period	2021–2024
Document Type	Article (peer-reviewed)
Date of last search	February 2026
Search concepts	(1) Physical activity/PE; (2) Adolescents/schoolchildren; (3) COVID–19 period: during COVID–19 and post-COVID–19 /post-pandemic; (4) Approaches/interventions/programs
Search Query (Scopus)	TITLE-ABS-KEY (("physical activity" OR exercise OR MVPA OR "moderate-to-vigorous" OR "physical education" OR PE) AND (school* OR "school-based" OR "after-school" OR "physical education") AND (adolescen* OR teen* OR "schoolchildren" OR "secondary school" OR "middle school" OR "high school") AND (COVID-19 OR coronavirus OR "SARS-CoV-2") AND ("post-pandemic" OR "post pandemic" OR "after COVID-19" OR "post-COVID-19" OR "post COVID-19" OR "return to school" OR "school reopening" OR intervention* OR program* OR strateg* OR initiative*)) AND PUBYEAR > 2020 AND PUBYEAR < 2025 AND NOT TITLE-ABS-KEY (lockdown OR "school closure*" OR quarantine OR "remote learning" OR "online learning") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

According to scientists, the level of insufficient physical activity among schoolchildren aged 6–18 remained very high, indicating the need for systematic approaches to increase it [2, 3, 19, 26, 34, 38, 45].

Physical activity is one of the most important and effective factors in maintaining physical and mental health throughout the lifespan [19, 28]. It has a positive effect on the prevention of certain diseases, such as cardiovascular disease, type 2 diabetes, etc. [5, 43, 48]. Regular physical exercise and sports are essential for maintaining physical and mental fitness [4, 21, 40, 45].

At the global level, the 2030 Agenda for Sustainable Development sets benchmarks where physical activity and sport are considered as a tool for achieving sustainable development goals [42], while the UN General Assembly separately calls for the integration of physical activity and sport into COVID-19 recovery plans [47, 48] and national sustainable development strategies [6].

In the current situation, it is relevant for European countries and Ukraine to identify and justify effective mechanisms to improve physical activity among schoolchildren aged 6–18 in the post-pandemic period following the easing of COVID-19 restrictions. Given the consistently high levels of insufficient physical activity among school-age children worldwide and the proven effectiveness of comprehensive approaches, it is vital to summarize international experience and identify the most effective practices for further adaptation to the national context. This approach is consistent with European policy on the integrated promotion of sport and physical activity in the educational environment and EU priorities regarding HEPA [1, 9, 11, 12, 15, 39, 41].

Materials and methods. This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines

[27] to ensure transparency and reproducibility of the procedures for identifying, selecting, and synthesizing scientific sources. The literature search was conducted in the Scopus database using a predefined search strategy. Selected records were exported for further processing and duplicate removal. Publications were selected sequentially through title and abstract screening and full-text evaluation according to inclusion/exclusion criteria (Figure 1).

Search strategy

The search for scientific publications was conducted in the Scopus database using the TITLE-ABS-KEY fields, Boolean operators, and predefined keywords. The search strategy, selection parameters (2021–2024), and the whole search query are presented in Table 1.

Eligibility criteria

The review included open access English-language articles indexed in Scopus, published in 2021–2024, concerning the increase in physical activity (PA) among schoolchildren aged 6–18 during the COVID-19 pandemic and in the post-pandemic period. The inclusion and exclusion criteria are summarized in Table 2.

Study Design

The study was conducted as a systematic review of scientific publications indexed in the Scopus database. The analysis included open access English-language articles in the field of physical education and sports that highlight approaches to increasing the level of physical activity among schoolchildren aged 6–18 during the period of COVID-19 pandemic restrictions and/or in the post-pandemic period after their relaxation or cancellation. The results were summarized through narrative synthesis, with the identified approaches grouped thematically.

Table 2

Inclusion and exclusion criteria for scientific sources in the systematic review

Category	Inclusion Criteria	Exclusion Criteria
Publication Type	Original peer-reviewed scientific articles	Reviews, editorials, letters, conference abstracts, protocols, books/chapters
Indexing Database	Scopus	Not indexed in Scopus
Language	English	Others languages
Access	Open access (full text available)	No full text available / Not open access
Years	2021–2024	Outside the 2021–2024 range
Participants	School-aged children/adolescents aged 6–18 (or data for this age group can be analysed separately)	Age does not match or results for the 6–18 age group cannot be isolated
Topic	Physical activity/PE/school-based and out-of-school approaches; PA factors; programs/strategies; the link between PA and mental health/well-being in the COVID-19 context.	Topics not related to PA/PE of schoolchildren in the COVID-19 context
Context	COVID-19 pandemic period or post-pandemic period	No link to the COVID-19 or post-pandemic period
Results	Presence of physical activity (PA) and/or sedentary behaviour indicators (MVPA, steps, duration/frequency, screen time as a related factor, etc.) and/or assessment of the approach/intervention to increase PA	Lack of relevant PA/sedentary behaviour indicators or no data/conclusions regarding approaches/interventions

Table 3

Characteristics of the included studies and key findings on increasing physical activity among schoolchildren in the post-COVID-19 period

Authors	Setting and Year of Publication	Type of Study	Participants (Age Range) Sex (F; M)	Conclusions
Chmelik F et al. [8]	Poland, 2023	Retrospective cross-sectional	1541 participants (15–19 years) F = 900, M = 641	The study found that during the pandemic, adolescents were less likely to meet PA recommendations and had lower activity levels. Higher life satisfaction was associated with a greater likelihood of meeting PA recommendations before and during COVID-19. The results support the emphasis on vigorous PA and organized forms of activity as potentially key to recovery. This study provides new insights into the relationship between life satisfaction and types of physical activity in educational settings before and during the pandemic.
Dong R.-B & Dou [16]	China, 2023	Two-stage cross-sectional survey	2,635 participants 12–18 years) F = 1355, M = 1280	The article compared PA levels among adolescents at different stages of the pandemic and their relationship to mental health. It showed that PA varied unevenly between subgroups (particularly by grade/gender), and that higher activity levels were associated with better mental health outcomes. The authors emphasize that girls and older grades require special attention in the post-COVID-19 period.
Ferreira Silva R et al. [18]	Brazil, 2023	Quasi-experimental study	80 participants (15–17 years) F = 26, M = 54	The study showed that a 4-week WhatsApp education program on PA did not improve physical activity levels compared to the control group. At the same time, there was a tendency toward a reduction in sedentary time in the intervention group, but without a statistically significant effect. The results show that stronger components of engagement and behavior support are needed for real change.
Galan Y et al. [20]	Ukraine, 2024	Pedagogical experiment	103 participants (12–13 years) F = 64, M = 39	Significant problems in the psychophysical condition of 12–13-year-old schoolchildren in the post-COVID period against the backdrop of war have been identified: a high risk of psychoemotional difficulties according to the SDQ (especially in boys) and a decrease in physical fitness. Statistically significant differences between articles in physical development indicators have also been recorded, emphasizing the need for individualized programs to improve physical activity and targeted psychological and pedagogical measures.

Table 3. *Cont.*

Authors	Setting and Year of Publication	Type of Study	Participants (Age Range) Sex (F; M)	Conclusions
Kopp P et al. [29]	Germany, 2024	Prospective two-wave study (6-week tracking)	170 participants (6–18 years) F = 71, M = 94, Diverse = 5	This article tracked changes in physical activity among schoolchildren after COVID restrictions were eased. It showed an increase in PA over a short observation period, while improvements in mental health were less pronounced/not as direct. The authors emphasize that school remains the leading environment for restoring and maintaining activity after periods of crisis.
Lamoned Prieto J. et al. [30]	Spain, 2024	One-group longitudinal intervention	114 participants (16–18) F = 65, M = 49	The article evaluated the effect of school PE intervention based on Self-Determination Theory (SDT), which included the periods “normal,” “lockdown (online)”, and “new normal” with three measurements (T1, T2, T3). The program supported indicators of satisfaction of basic psychological needs (competence, relatedness), interest/intentions to be physically active, and life satisfaction; at the same time, the need for autonomy increased significantly after the first intervention and continued to do so (T2–T1 $p = .006$; T3–T1 $p = .019$). At the same time, during the COVID period (T3), the intention to be physically active decreased compared to T2 ($p = .014$).
Matteucci I & Mario C [32]	Italy, 2024	Longitudinal web-based survey (retrospective pre-COVID comparison)	952 participants (11–14 years) F = 510, M = 442	This article examined how psychological mechanisms related to physical activity change in the post-COVID-19 period. It showed an increase in “habit/identity” indicators and their connection with vigorous PA and social support. The authors conclude that for a stable recovery of PA after COVID, it is important to strengthen not only opportunities for activity, but also support and the formation of an “active person identity.”
Morales F et al. [33]	Chile, 2024	Quasi-experimental pre-post (no control group)	25 participants (9–10 years) F = 12, M = 13	The study showed that a 12-week gamified PE intervention increased students' motor development. The greatest changes were observed in locomotion and manipulative skills. The results support gamification as a practical approach to enhancing motor engagement through the development of basic motor skills.
Mullhall P et al. [34]	Ireland (UK), 2024	Clustered randomised controlled feasibility trial (cRCT) + embedded process evaluation	161 participants (9–19 years) F = 43, M = 118	The Walk Buds intervention was acceptable to students and staff, and attendance at the proposed walks was 84 %, reflecting good feasibility in schools. However, during COVID-19, difficulties arose with wearing/returning accelerometers and organizational constraints, so the authors propose minor changes to the data collection procedure and program implementation before a full-scale RCT.

Data analysis

The data were summarized using narrative synthesis, given the heterogeneity of study designs, approaches, and indicators of increased physical activity during the COVID-19 pandemic restrictions and/or in the post-pandemic period after their relaxation or removal. The data obtained from scientific publications were systematized and thematically grouped into categories of approaches to increasing physical activity levels among schoolchildren aged 6–18 years. The results are presented descriptively, highlighting recurring trends and key conclusions.

Results. The analysis of the included studies, presented in Table 3, shows that researchers working with school-aged children in different countries are increasingly combining organized school-based physical activity formats. Particular emphasis is placed on influencing everyday behavioural and

psychosocial factors, including limiting screen time, normalizing sleep, maintaining a daily routine, developing social support, forming the habits and identity of a physically active person, and accounting for uneven recovery across subgroups of schoolchildren

In general, the scientific publications included in the review consistently confirm that during the period of pandemic restrictions and in the post-COVID-19 recovery phase, a significant proportion of school-age children did not reach the recommended levels of physical activity, and the recovery of indicators was uneven across subgroups, with girls and older schoolchildren being particularly vulnerable.

An analysis of the generalised conclusions allowed us to identify the most common and promising mechanisms across countries: comprehensive school-based approaches combined with motivational and behavioural components.

Researchers most frequently describe the restoration of physical activity through strengthening the school component: more opportunities for movement during the school day, structured activities before, during, and after classes, and walking and extracurricular programs. An essential condition for effectiveness is supporting student engagement through motivational and behavioural mechanisms, in particular the formation of sustainable habits, an “active” identity, and social support from peers and family, sometimes using digital communication channels.

For the Ukrainian context, the most relevant approach is to combine these approaches into flexible, security-adapted school solutions that prioritize vulnerable groups and can be scaled up at the community level.

Discussion. Currently, maintaining an adequate level of physical activity (PA), particularly Moderate-to-Vigorous Physical Activity (MVPA) is considered one of the key evidence-based factors for maintaining physical and mental health, as confirmed by recent syntheses of scientific data [14; 22; 23; 45]. Physical culture and sports are an effective mechanism for restoring and strengthening the health of school-age children in post-pandemic conditions [23, 24, 25, 46].

In the post-COVID period, the restoration of adequate levels of physical activity among schoolchildren is not automatic and is uneven across different subgroups [5, 10, 20]. A significant proportion of adolescents maintain low levels of physical activity against a backdrop of increased screen time, disruptions to their daily routine, and climate change [13]. At the same time, more favourable well-being indicators are more often associated with higher physical activity and healthier daily practices, including spending time outdoors and participating in organized forms of physical activity [7, 8, 35]. At the same time, studies emphasize the importance of reducing screen time and maintaining healthy sleep as key factors associated with higher levels of physical activity and better well-being indicators [16].

Mental health should be considered a key element in the effectiveness of programs to increase physical activity in the post-COVID-19 period, particularly for vulnerable subgroups (girls and senior students). In these groups, the risks of psycho-emotional difficulties often coincide with lower activity levels [30, 36].

Schools are a leading environment for restoring and maintaining physical activity after the easing of COVID restrictions [4, 22, 29], and gamified physical education lessons can increase student engagement through the development of fundamental motor skills and demonstrate positive changes [33].

The most common mechanisms for supporting and increasing physical activity are described through the school environment as a key space for daily physical activity by expanding opportunities for movement during the school day, activities before and after school, walking initiatives, and comprehensive school models that take into account the interaction between school, family, and community [29]. An essential addition to organizational changes is the inclusion of motivational and behavioural determinants – such as habit formation, an “active” identity, and social support, which are associated with higher activity and a more stable return to physical activity practices [29, 32]. At the same time, data indicate that purely informational digital influences, without

structured support for participation, may not lead to increased physical activity [18]. Walking programs require sufficient involvement and high-quality implementation; otherwise, the effect may be minimal. However, studies demonstrate their acceptability while also highlighting organizational barriers and measurement difficulties [34].

For Ukraine, the practical value of these results lies in the possibility of adapting multi-component solutions to the conditions of post-pandemic recovery, taking into account additional crisis factors (Figure 2), in particular security restrictions, which may be accompanied by increased psycho-emotional risks and a deterioration in the physical fitness indicators of schoolchildren [20].

A promising direction is the introduction of an approach with flexible implementation formats and systematic reinforcement of social support and motivational mechanisms [7, 18, 29, 37]. This creates a foundation for scalable programs that combine accessible opportunities for movement with feasibility control and monitoring of physical activity indicators.

Limitations. A limitation of the study is that the review covered only English-language peer-reviewed full-text open access publications indexed in the Scopus scientometric database (2021–2024), and the synthesis was performed using narrative synthesis due to the heterogeneity of designs and indicators, which may have affected the completeness of coverage and comparability of conclusions.

Conclusions. In the post-COVID-19 period, the recovery of physical activity among schoolchildren aged 6–18 is uneven and does not happen automatically. It is most strongly associated with the availability of purposefully organized opportunities for physical activity in the educational environment, as well as support for more intensive forms of physical activity. More effective approaches are demonstrated by multi-component interventions that combine the development of basic motor skills with motivational-behavioural mechanisms, in particular the formation of habits and a “physically active person identity,” social support, normalization of sleep, and limiting screen time. At the same time, purely informational digital interventions without sufficient participant engagement do not usually lead to significant changes in physical activity levels.

The results indicate the need to develop and implement differentiated programs targeting vulnerable groups, primarily girls and high school students. In addition, a preliminary assessment of the quality of school program implementation is necessary before the scaling stage.

In the post-COVID-19 period, the most promising approaches for adaptation in schools and communities are multi-component strategies that combine a structured process with individualized physical activity programs. Such methods involve integrating psychosocial support, habit and motivation formation, as well as using gamification elements and regular reminders about the positive effects of physical activity. It is advisable to integrate them into the digital components of the school and community environment, in particular into the digital format system, teaching materials, and feedback tools. This approach will engage most participants in the educational process and bring about lasting behavioural changes in physical activity.

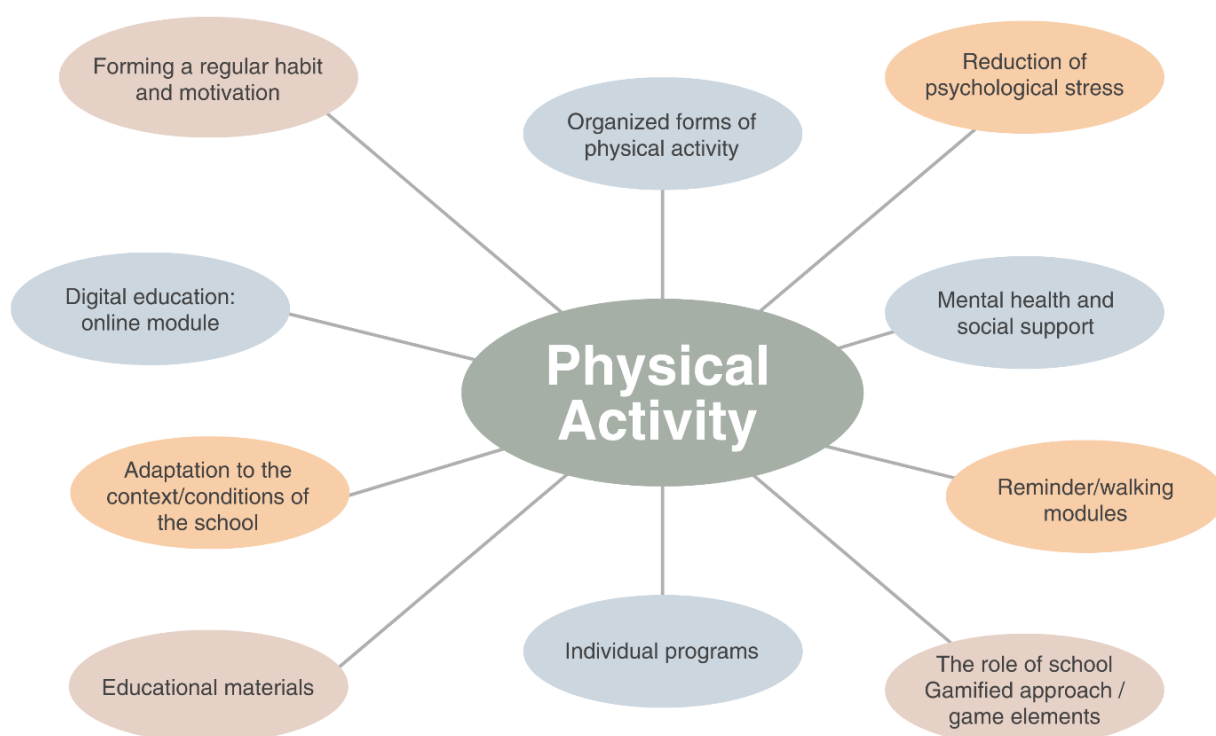


Figure 2. Conceptual model of key approaches for increasing physical activity levels among schoolchildren aged 6–18 in the post-COVID-19 period for adaptation and integration into the current Ukrainian context

Acknowledgements. The authors gratefully acknowledge the institutional support of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University.

Financing. The study was conducted in accordance with the research work of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, "ACTIVE NATION: a Modern Model of Increasing the Level of Physical Activity of Schoolchildren as a Strategic Element of the State's Defense Capability" (2024-2026). State registration number: 0124U000877.

References

- Alliott, O., Fairbrother, H., & van Sluijs, E. (2024). Adolescents' physical activity during and beyond the Covid-19 pandemic: A qualitative study exploring the experiences of young people living in the context of socioeconomic deprivation. *BMC Public Health*, 24, 2450. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19777-z>
- Andermo, S., Hallgren, M., Nguyen, T., Jönsson, S., Petersen, S., Friberg, M., Romqvist, A., Stubbs, B., & Elinder, L. (2020). School-related physical activity interventions and mental health among children: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 6, 1–27. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00254-x>
- Bakiko, I. V., Borovska, N. I., & Nikolaiev, S. Y. (2025). Assessment of the correspondence of subjective self-assessment of physical development with the results of control tests of schoolchildren in grades 10–11. *Rehabilitation and Recreation*, 19(1), 104–116. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.10>
- Bloch, M., Cordovil, R., Rodrigues, L. P., Martins, C., Braga, M. L., Vale, S., Proença, R., Brito, J., Guilherme, J., Neto, C., Seabra, A., & Costa, J. A. (2025). The impact of a school-based physical activity program on children's movement behaviors, aerobic fitness and motor competence: A follow up study. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1541862. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1541862>
- Boonpor, J., Parra-Soto, S., Petermann-Rocha, F., Lynskey, N., Cabanas-Sánchez, V., Sattar, N., Gill, J. M. R., Welsh, P., Pell, J. P., Gray, S. R., Ho, F. K., & Celis-Morales, C. (2023). Dose–response relationship between device-measured physical activity and incident type 2 diabetes: Findings from the UK Biobank prospective cohort study. *BMC Medicine*, 21, 191. <https://doi.org/10.1186/s12916-023-02851-5>
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2020, November 4). Resolution No. 1089 “On approval of the Strategy for the development of physical culture and sports for the period up to 2028” [Resolution, Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1089-2020-%D0%BF>
- Chin, J., Di Maio, J., Weeraratne, T., Kennedy, K. M., Oliver, L. K., Bouchard, M., Malhotra, D., Habashy, J., Ding, J., Bhopa, S., Strommer, S., Hardy-Johnson, P., Barker, M., Sloboda, D. M., & McKerracher, L. (2023). Resilience in adolescence during the COVID-19 crisis in Canada. *BMC Public Health*, 23, 1097. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15813-6>
- Chmelik, F., Fromel, K., Groffik, D., & Mitaš, J. (2023). Physical activity and life satisfaction among adolescents before and during the COVID-19 pandemic. *Acta Psychologica*, 241, Article 104081. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2023.104081>
- Council of the European Union. (2013, November 26). Council Recommendation on promoting health-enhancing physical activity across sectors (2013/C 354/01). *Official Journal of the European Union*, C 354, 1–5. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=oj%3AJOC_2013_354_R_0001_01
- Council of the European Union. (2021, December 13). Conclusions of the Council and of the representatives of the Governments of the Member States meeting within the Council on lifelong physical activity (2021/C 501 I/01). *Official Journal of the European Union*, C 501I, 1–6. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.CI.2021.501.01.0001.01.ENG>
- Council of the European Union. (2024). European Union Work Plan for Sport (2024–2027). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/C/2024/3527/oj/eng>
- Council of the European Union. (2025). Conclusions of the Council and of the Representatives of the Governments of the Member States meeting within the Council on an integrated approach to sport and physical activity in the education context (C/2025/2987). *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/C/2025/2987/oj/eng>

13. Currie, J., & Deschênes, O. (2016). Children and Climate Change: Introducing the Issue. *The Future of Children*, 26(1), 3–9. <https://www.jstor.org/stable/43755227>
14. Czamecki, D., Skalski, D. W., Kowalski, D., Rybak, L., & Gamma, T. (2022). The importance of movement activity for human health. *Rehabilitation and Recreation*, 12(1), 98–104. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.12.14>
15. da Silva, J. M., Castilho dos Santos, G., de Oliveira Barbosa, R., de Souza Silva, T. M., Correa, R. C., da Costa, B. G. G., Kennedy, S. G., & Stabelini Neto, A. (2025). Effects of a school-based physical activity intervention on mental health indicators in a sample of Brazilian adolescents: A cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 25, 539. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21620-y>
16. Dong, R.-B., & Dou, K.-Y. (2023). Changes in physical activity level of adolescents and its relationship with mental health during regular COVID-19 prevention and control. *Brain and Behavior*, 13, e3116. <https://doi.org/10.1002/brb3.3116>
17. European Commission. (n.d.). HealthyLifestyle4All (2021–2023). European Commission. <https://sport.ec.europa.eu/initiatives/past-initiatives/healthylifestyle4all-2021-2023>
18. Ferreira Silva, R. M., Fonseca Terra, L., da Silva Valadão Fernandes, M., Noll, P. R. E. S., de Almeida, A. A., & Noll, M. (2023). Physical Activity and Sedentary Behavior in High School Students: A Quasi Experimental Study via Smartphone during the COVID-19 Pandemic. *Children* (Basel, Switzerland), 10(3), 479. <https://doi.org/10.3390/children10030479>
19. Galan, Y. P., Yarmak, O. M., & Moseichuk, Y. Y. (2025). The impact of the active nation program as a socio-cultural practice for increasing physical activity among 13-year-old displaced schoolchildren in Ukraine. *Rehabilitation and Recreation*, 19(4), 168–181. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.4.16>
20. Galan, Y., Moseychuk, Y., Dotsyuk, L., Kushnir, I., Moroz, O., Kurnyshev, Y., Duditska, S., Lohush, L., Kyselytsia, O., Yachniuk, M., Nakonechnyi, I., Predyk, A., Moldovan, A., Brazhaniuk, A., & Beshlei, O. (2024). Repercusiones de la guerra en Ucrania y del período posterior a la pandemia COVID-19 en el estado psicofisiológico de los escolares ucranianos de 12-13 años de edad. (Impact of war in Ukraine and post-pandemic COVID-19 period on the psychophysiological state of Ukrainian schoolchildren aged 12-13). *Retos*, 58, 727–736. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.106256>
21. Galan, Y., Moseychuk, Y., Dotsyuk, L., Kushnir, I., Moroz, O., Vaskan, I., Yarmak, O., Kurnyshev, Y., Lohush, L., Bohdanyuk, A., Nataliia, K., Brazhaniuk, A., Baidiuk M., & Beshlei, O. (2024). Un enfoque integrado para corregir el estado físico y psicoemocional de estudiantes que trabajan con niños migrantes (An integrated approach to Correcting the Physical and Psychoemotional State of female students working with migrant children). *Retos*, 51, 988–997. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101005>
22. Galan, Y., Moseychuk, Y., Dutchak, Y., Korolianshchuk, A., Yeremiia, Y., Yarmak, O., Kurnyshev, Y., Duditska, S., Hauriak, O., & Beshlei, O. (2023). Improving the psychophysiological condition of secondary school learners through the Olympic education program during the Covid-19 pandemic. *Retos*, 49, 845–852. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.99154>
23. Galan, Y., Yarmak, O., Andrieieva, O., Moseychuk, Y., Sukhomlynov, R., Zoriy, Y., Koshura, A., Ivanchuk, M., Vaskan, I., & Bohdanyuk, A. (2021). Impact of football clubs on the recreational activities of preschoolers. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(2), 803–812. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.02100>
24. Galan, Y., Yarmak, O., Kyselytsia, O., Paliichuk, Y., Moroz, O., Tsybanyuk, O. (2018). Monitoring the physical condition of 13-year-old schoolchildren during the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 663–669. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.02097>
25. Global sport in the post-COVID era. (2024). *Sport in Society*. <https://doi.org/10.1080/17430437.2024.2298022>
26. Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: A pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
27. Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
28. Hontaruk, O. M. (2024). Features of the implementation of public-private partnership mechanisms in the sphere of physical culture and sports in Ukraine in modern conditions. *Rehabilitation and Recreation*, 18(4), 158–170. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.4.16>
29. Kopp, P. M., Möhler, E., & Gröpel, P. (2024). Physical activity and mental health in school-aged children: a prospective two-wave study during the easing of the COVID-19 restrictions. *Child and adolescent psychiatry and mental health*, 18(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s13034-023-00695-8>
30. Lamonedá Prieto, J., Matos-Duarte, M., Smith Palacio, E., & Fraile, J. (2024). Impact of an intervention program based on self-determination theory on basic psychological needs, intention to be physically active and life satisfaction of high school students: A longitudinal study. *Retos*, 56, 228–237. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.103825>
31. Mahlovanyy, A., Grygus, I., & Kunynets, O. (2025). The impact of physical exercises and strength sports on the level of physical health of students. *Rehabilitation and Recreation*, 19(2), 167–174. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.15>
32. Matteucci, I., & Corsi, M. (2024). Adolescents' attitudes, habits, identity and social support in relation to physical activity after the COVID-19 pandemic. *Scientific reports*, 14(1), 11035. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60548-y>
33. Morales, F., Sobarzo, C., Hurtado Almonacid, J., & Páez Herrera, J. (2024). Effects of a gamification proposal in the physical education class on motor development in 3rd and 4th grade students at a private school in Valparaíso–Chile. *Environment and Social Psychology*, 9(2), 1952. <https://doi.org/10.54517/esp.v9i2.1952>
34. Mullhall, P., Taggart, L., McDermott, G., Slater, P., Fitzpatrick, B., Murphy, M. H., Hassiotis, A., & Johnston, A. (2024). 'Walk Buds': A walking intervention to increase physical activity, physical fitness, and emotional wellbeing, in 9-13 year old children with intellectual disabilities. Results of a clustered randomised feasibility trial. *Journal of applied research in intellectual disabilities: JARID*, 37(5), e13260. <https://doi.org/10.1111/jar.13260>
35. Murphy, M. H., O'Kane, S. M., Carlin, A., Lahart, I. M., Doherty, L. C., Jago, R., McDermott, G., Faulkner, M., & Gallagher, A. M. (2023). A peer-led walking intervention for adolescent girls (the WISH study): a cluster-randomised controlled trial. *Lancet* (London, England), 402 Suppl 1, S72. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02076-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02076-7)
36. Pardilla, H., Suhairi, M., & Henjilito, R. (2025). Enhanced mental well-being and quality of life among high school students: outcomes of a physical activity initiative. *Rehabilitation and Recreation*, 19(1), 159–170. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.15>
37. Pasichnyk, V., Pityn, M., Melnyk, V., Karatnyk, I., Hakman, A., & Galan, Y. (2018). Prerequisites for the physical development of preschool children for the realization of the tasks of physical education. *Physical Activity Review*, 6, 117–126. <https://doi.org/10.16926/par.2018.06.16>
38. Pereira, S., Reyes, A. C., Chaves, R., Santos, C., Vasconcelos, O., Tani, G. O., Katzmarzyk, P. T., Baxter-Jones, A., & Maia, J. (2022). Correlates of the Physical Activity Decline during Childhood. *Medicine and science in sports and exercise*, 54(12), 2129–2137. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003013>
39. Porter, A., Walker, R., House, D., Salway, R., Dawson, S., Ijaz, S., de Vocht, F., & Jago, R. (2024). Physical activity interventions in European primary schools: A scoping review to create a framework for the design of tailored interventions in European countries. *Frontiers in Public Health*, 12, 1321167. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1321167>
40. Posadzki, P., Pieper, D., Bajpai, R., Makaruk, H., Könsgen, N., Neuhaus, A. L., & Semwal, M. (2020). Exercise/physical activity and health outcomes: An overview of Cochrane systematic reviews. *BMC Public Health*, 20, 1724. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09855-3>
41. Prikhodko, V., Tomenko, O., Radziejewski, P., Dolbysheva, N., Solovey, D., & Galan, Y. (2021). Justification of specific principles of state and public management for sports area development in Ukraine. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, Supplement, (2), 109–121. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.2021.Supp.2.11>
42. Raikes, A., Yoshikawa, H., Britto, P. R., & Iruka, I. (2017). Children, youth and developmental science in the 2015–2030 global Sustainable Development Goals. *Child Policy Nexus*, 30(3), 1–23. <https://doi.org/10.1002/j.2379-3988.2017.tb00088.x>
43. Ramakrishnan, R., Doherty, A., Smith-Byrne, K., Rahimi, K., Bennett, D., Woodward, M., & Millett, E. R. C. (2021). Accelerometer measured physical activity and the incidence of cardiovascular disease: Evidence from the UK Biobank cohort study. *PLOS Medicine*, 18(1), e1003487. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003487>
44. Robbins, L. B., Ling, J., Pfeiffer, K. A., Kerver, J. M., Resnicow, K., McCaffery, H., Hilliard, A., Hobbs, L., Donald, S., & Kaciroti, N. (2024). Intervention to increase physical activity and healthy eating

- among under-represented adolescents: GOAL trial protocol. *BMJ open*, 14(1), e080437. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080437>
45. Singh, B., Olds, T., Curtis, R., Dumuid, D., Virgara, R., Watson, A., Szeto, K., O'Connor, E., Ferguson, T., Eglitis, E., Miatke, A., Simpson, C. E. M., & Maher, C. (2023). Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: An overview of systematic reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 57(18), 1203–1209. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>
 46. Tsybanyuk, O., Dariichuk, S., Pobocha, T., & Moseichuk, Y. (2025). Global initiatives in physical education and sport development. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 14, 9. <https://doi.org/10.6018/spork.645111>
 47. World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>
 48. World Health Organization. (2024, June 26). Physical activity [Fact sheet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

**PHYSICAL TRAINING PROGRAM FOR SERVICEMENS CONSCRIPTED UNDER THE
«18–24» PROJECT****ПРОГРАМА ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ, ПРИЗВАНИХ ЗА
ПРОЕКТОМ «18-24»****Romanchuk S. V.¹, Shlyamar I. L.², Vorontsov O. S.²**¹*Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Ukraine*²*National Academy of the Security Service of Ukraine, Ukraine*

ORCID: 0000-0002-2246-6587

ORCID: 0000-0003-1224-7935

ORCID: 0000-0002-8950-1703

Abstracts

Introduction. The lack of physical training programs aimed at developing the professional readiness of young servicemen for action in assault units necessitates the improvement of the current training process. This is especially relevant given the requirements for an assault infantry servicemen: endurance, strength, speed, precision, and reliable performance under conditions of limited time and information.

Purpose of the study – to substantiate and assess the effectiveness of a physical training program tailored for servicemen conscripted into the Armed Forces of Ukraine under the «18–24» project for successful adaptation to military service.

Methods. Theoretical analysis and synthesis of literature sources; questionnaire survey (n =28); pedagogical observation (testing) (n =247); pedagogical experiment (experimental group, n =124; control group, n =126); methods of mathematical statistics.

Results. The assessment of general and special physical preparedness of servicemen aged 18–24 revealed low performance in endurance (t = 6,73; p <0,001), speed (t = 2,20; p < 0,05), and strength (t = 2,23; p <0,05). Moreover, 65,6% of participants were unable to perform applied military exercises. Based on the outcomes of professional and physical training for servicemen aged 18–24 assigned to assault units, we identified the knowledge, skills, and competencies required for effective completion of combat tasks. To address these needs, we developed a physical training program tailored for servicemen conscripted under the “18–24” project to meet the demands of military service. The experimental results demonstrated that the implementation of the authors’ program had a positive impact on the development of general physical qualities and specialized skills among servicemen (p <0,05–0,001). The level of professional readiness in the experimental group showed significant improvement in firearms training (t = 2,21; p <0,05) and tactical-special training (t = 2,23; p <0,05). Changes in the control group were observed as well, but they were not statistically significant (p>0.05).

Conclusions. The obtained results provide grounds to recommend the authors’ physical training program for servicemen conscripted under the “18–24” project for implementation in the training process of educational centers of the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine responsible for preparing specialists for assault units.

Keywords: servicemen aged 18–24, assault soldier, physical training, program, professional preparation.

Вступ. Відсутність програм фізичної підготовки для формування професійної підготовленості молодий військовослужбовців до дій у штурмових підрозділах висуває вимоги до вдосконалення їх процесу. Особливо, враховуючи вимоги до військовослужбовця-штурмовика: витривалість, сила, швидкість, точність, надійність дій в умовах нестачі часу та інформації.

Мета дослідження – обґрунтувати та перевірити ефективність програми фізичної підготовки військовослужбовців, які призвані до лав Збройних Сил України за проектом «18-24» до умов військової служби.

Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення літературних джерел, анкетування (n = 28), педагогічне спостереження (тестування) (n=247), педагогічний експеримент (ЕГ, n=124; КГ, n=126), методи математичної статистики.

Результати. Дослідження рівня загальної та спеціальної фізичної підготовленості військовослужбовців віком 18–24 роки показали низькі результати у вправі на витривалість (t=6,73; p<0,001), швидкість (t=2,20; p<0,05), силу (t=2,23; p<0,05), вправи прикладного спрямування не можуть виконати 65,6% хлопців. За результатами проведення професійної та фізичної підготовки з військовослужбовцями віком 18-24 роки для дій у складі штурмових підрозділах нами було визначено знання, уміння та навички, які необхідні для ефективного виконання бойових завдань. Для



вирішення зазначених завдань нами було розроблено програму фізичної підготовки військовослужбовців, які призвані до лав Збройних Сил України за проектом «18-24» до умов військової служби.

За результатами проведення експерименту доведено, що впровадження авторської програми позитивно вплинуло на вдосконалення загальних фізичних якостей та спеціальних навичок військовослужбовців ($p < 0,05-0,001$). Визначено, що рівень показників професійної підготовленості військовослужбовців ЕГ має позитивні відмінності від початкових даних, а саме з виконання нормативів вогневої підготовки ($t=2,21$; $p < 0,05$) та тактико-спеціальної підготовки ($t=2,23$; $p < 0,05$). В КГ також відбулись зміни, але не достовірні ($p > 0,05$).

Висновки. Отримані результати дають підстави рекомендувати авторську програму фізичної підготовки для військовослужбовців, призваних за проектом «18-24» до умов військової служби до впровадження в процес підготовки військовослужбовців у навчальних центрах Сухопутних військ ЗС України, які готують фахівців штурмових підрозділів.

Ключові слова: військовослужбовець віком 18-24 роки, штурмовик, фізична підготовка, програма, професійна підготовка.

Introduction. In the works of scholars [5, 11, 16] devoted to the role of individual typological characteristics of officers in professional activity and adaptation, it is noted that the combination of physiological, psychophysiological, and psychological traits is decisive for professional suitability. Some of these qualities may change and develop in the process of professional adaptation. The physical training of officers is based on the stages of combat training.

An analysis of the works of Oderov A.M., Romanchuk S.V. and Matveiko O.M. demonstrated that ensuring the success of professional development of servicemen through physical training requires enhancement of the functional capacities of the cardiovascular and respiratory systems. Endurance training has been shown to be effective for developing adaptive capabilities of military personnel [4, 7, 10].

To ensure readiness for professional activity, the training process must include a period of repeated performance of action cycles. Training adaptations depend not only on the selection of specific exercise types but also on the level of physical load [1, 6].

The analysed mechanisms of professional preparation for military service may serve as a theoretical basis for organizing physical training aimed at accelerating the adaptation of servicemen aged 18–24 who begin their professional activities in the Armed Forces of Ukraine [3, 12].

Considering that personnel aged 18–24 are recruited into brigades performing combat missions across all sectors of the front, it is essential to orient their adaptation specifically toward the conditions of assault operations.

A serviceman of assault units must meet the requirements of modern warfare: endurance, strength, speed, accuracy, and reliability of actions under conditions of limited time and information [14, 15].

The shortened preparation time for young servicemen creates a contradiction between the need for high-quality assault training and the absence of programs capable of ensuring this level of readiness.

The purpose of the study was to substantiate and evaluate the effectiveness of a physical training program for servicemen drafted into the Armed Forces of Ukraine under the «18–24» project for adaptation to military service conditions.

Materials and Methods. The study employed theoretical analysis and synthesis of previous research, pedagogical

observation, pedagogical experiment, and methods of mathematical statistics.

The research was organized in several interrelated stages.

At the first stage, the task was to study and analyse literature sources and normative documents, formulate the research problem, and conduct theoretical synthesis with the aim of developing methodological approaches to its solution.

The second stage was devoted to the experimental study of factors influencing the preparation of servicemen aged 18–24 for military service conditions. Physical fitness testing was conducted ($n=247$) using exercises characterizing general and special physical preparedness.

At the third stage, the authors' physical training program for servicemen drafted under the «18–24» project was substantiated and its effectiveness tested. The research sample was determined.

The study was conducted at the 184th Training Center. Two groups were formed to evaluate the program's effectiveness: an experimental group (EG, $n=124$) and a control group (CG, $n=126$). The control group trained according to the current program approved by the General Staff of the Armed Forces of Ukraine, while the experimental group trained according to the authors' program. The number of training hours was identical in both groups. No significant differences were observed between the initial indicators of the EG and CG ($p > 0,05$).

All participants were informed about the purpose of the study and provided written consent. The research complied with ethical standards adopted in the field of physical education and sport.

A questionnaire survey was conducted according to the principles and requirements of sociological research using a specially designed questionnaire evaluated by experts in physical education and sport ($n=28$). The concordance coefficient was $W = 0,86$. The results were used to identify factors that determine the main directions for improving the organization, content, and implementation of professional and physical training.

The pedagogical experiment was conducted from May 2025 to August 2025 to determine the effectiveness of the authors' program. During the experiment, the development of general and special physical qualities, psychological and professional indicators, and the condition of servicemen were monitored. Program effectiveness was determined based on changes in testing results of the experimental and control groups over the experimental period.

Table 1

Results of Special Physical Training (n = 247)

Special Exercises	Requirements for "positive"	Cadets' Results		% of Positive Grades	Reliability	
		X	±m		t	p
Overcoming the obstacle course, s	135	183,6	6,5	11	7,476	<0,001
Grenade throwing for distance, m	37,0	34,7	0,51	21	4,509	<0,001
Grenade throwing for accuracy, number of hits	3	2,74	0,33	18	0,787	>0,05
Performing hand-to-hand combat techniques, number	3	2,41	0,28	34	2,107	<0,05
5-km march-throw, s	1500	1757	63	7	4,079	<0,001

Table 2

Structure of conditions for professional and physical training of assault-unit servicemen, %

Conditions	%
Compliance of the content and forms of physical training with the stages of combat training of personnel	19,4
Elimination of violations, deviations, or changes in the content of combat training sessions	17,8
Maximum achievement of applied orientation of physical training tools and methods in the interests of combat training	15,3
Considering the correlation between professional and physical training for effective performance of combat tasks	13,2
Ensuring interconnection of all types of training, taking into account physical loads of other practical activities	11,8
Compliance with organizational and methodological instructions of regulatory documents, ensuring safety measures during physical and combat training exercises	9,7
Considering the individual level of professional and physical readiness	7,2
Availability of objective criteria for assessing the level of professional and physical readiness to perform assigned tasks	5,6

One-dimensional and multidimensional statistical analyses were used to confirm the patterns identified in the research. Statistical observation constituted the initial stage, characterized by a wide range of variables, followed by grouping, graphical representation, verification, and analysis of the homogeneity of the tested sample.

Results. Analysis of existing training programs revealed the absence of methods for developing the special preparedness of assault-unit servicemen from an "initial" level, as well as the lack of pedagogical conditions necessary for improving their professional and physical readiness.

The assessment of general physical preparedness of servicemen aged 18–24 revealed low endurance indicators – 3 km running time averaged 15 min 40 s, which is 1 min 30 s worse than the positive score threshold ($t = 6,73$; $p < 0,001$). Performance in the 100 m sprint ($t = 2,20$; $p < 0,05$) and pull-ups ($t = 2,23$; $p < 0,05$) was also significantly lower than normative values.

Special physical preparedness analysis showed that 65,6% of the studied contingent could not perform applied exercises such as grenade throwing for accuracy and distance, obstacle course completion, hand-to-hand combat elements, and a 5 km march-run (Table 1).

Factor analysis allowed the identification of conditions required for improving the professional and physical

preparedness of servicemen aged 18–24 for performing combat missions in assault units (Table 2).

Based on the results of professional and physical training of servicemen aged 18–24 for assault-unit operations, the necessary knowledge, skills, and competencies for effective combat performance were identified. To address these tasks, an authors' physical training program was developed (Figure 1).

The pedagogical experiment confirmed the effectiveness of the program (Table 3).

The implementation of the authors' program significantly improved both general physical qualities and special combat-related skills ($p < 0,05$ – $0,001$). Strength improved significantly in the EG, with the final indicators exceeding CG values by a factor of 1,8 ($t = 2,143$; $p < 0,05$). Special endurance improved significantly, with EG servicemen enhancing their 5 km march-run time by 107 s ($t = 4,121$; $p < 0,001$).

Obstacle course performance improved significantly in the EG by 19,7 s ($t = 4,29$; $p < 0,001$). Grenade-throwing distance improved by 2,2 m in the EG ($t = 2,53$; $p < 0,05$), while the CG showed no significant improvement ($p > 0,05$).

Professional preparedness indicators also increased significantly in the EG, including firearms training ($t = 2,21$; $p < 0,05$) and tactical-special training ($t = 2,23$; $p < 0,05$). Changes in the CG were not statistically significant ($p > 0,05$).

Stage I – PREPARATORY	
Purpose: Assessment of the combat experience of assault units.	
Tasks: Identification of the specific features of professional actions of assault units in various combat conditions.	
Priority issues: Operational regulation of the actions of assault units.	
Duration: 1 week (personnel intake).	
Organizer: Senior staff specialists.	
Stage II – TRAINING	
Purpose: Mastering the skills of actions during assault operations.	
Tasks: Enhancing the functional capabilities of the body through increased applied-type physical loads, which should positively influence the physical performance of military personnel; creating a reserve background for adaptation to physical loads close in magnitude to combat tasks, characteristic of professional activity.	
Duration: 11 weeks.	
Number of sessions per week: 5 sessions, each lasting 1 hour.	
Method of organizing sessions: Circuit method.	
Workload: Up to 150 repetitions/min.	
Organizer: Physical training specialists of the training center.	
Stage III – ADAPTATION	
Purpose: Formation of combat units (small groups) and adaptation to combat conditions.	
Tasks: Stabilization of workload volume and increase in load intensity, contributing to maintaining an adequate level of physical performance.	
Duration: 4 weeks.	
Number of sessions per week: 5 sessions, each lasting 2 hours.	
Method of organizing sessions: Flow method.	
Workload: Up to 180 repetitions/min.	

Fig. 1. Model of the authors' physical training program for servicemen drafted under the «18–24» project

Table 3

Indicators of professional and physical preparedness of EG and CG servicemen, points

Indicators	Beginning of the experiment		End of the experiment		p <
	CG	EG	CG	EG	
5-km march-throw	3,14±0,11	3,12±0,12	3,81±0,14	4,57±0,12	0,001
Orientation in the terrain	3,19±0,21	3,21±0,19	4,12±0,17	4,43±0,18	0,05
Shooting from an assault rifle after the march	3,23±0,14	3,21±0,15	4,27±0,14	4,68±0,13	0,05
Overcoming the obstacle course	3,87±0,11	3,83±0,14	4,03±0,12	4,78±0,10	0,001
Pull-ups on the crossbar	3,77±0,14	3,75±0,17	4,01±0,16	4,48±0,15	0,05
Volitional qualities	3,14±0,09	3,12±0,11	3,57±0,11	4,38±0,12	0,001
Intellect	3,71±0,15	3,70±0,17	4,07±0,23	4,15±0,22	-
Professional tests	3,87±0,11	3,85±0,10	4,01±0,12	4,78±0,11	0,001

Discussion. Our findings confirm the conclusions of Tkachuk P.P., Nebozhuk O.R., Pylypchuk I.I., and others, who argue that effective professional preparedness is characterized by mastery of combat skills, the ability to operate within limited time frames, rapid adaptation to combat environments, confidence, decisiveness, and responsibility in decision-making [7, 13, 18].

The results correspond to the conclusions of Klymovych V.B. and Popovych O.I., who emphasize that the foundation of assault-unit professional training is formed in the training process and ensured by the integration of physical, psychological, and technical components, increasing applied training, and improving training programs [2, 9, 19].

Our study expanded upon the findings of Fishchuk I.V. concerning conceptual positions ensuring professional and physical preparedness for performing highly specific tasks in

combat conditions [7, 17]. Additional factors identified include:

- motivation for professional and physical self-improvement through the modelling of emergency situations;
- actions of servicemen in small groups during long-distance marches;
- performing tasks at night;
- performing combat tasks under significant physical strain;
- accounting for climatic conditions (terrain, sudden weather changes, water obstacles, urban terrain);
- studying regional traditions and cultural features.

It was demonstrated that properly organized physical training integrated with elements of professional activity effectively prepares servicemen for military service. Upon completion of the experiment, the proportion of EG servicemen with high levels of professional and physical

qualities was 28–30% higher than in the CG, while the number with low preparedness was 40–45% lower.

Conclusions. The obtained results justify recommending the authors' physical training program for servicemen drafted under the «18–24» project for implementation in the training process at Ground Forces training centers preparing assault-unit specialists. Future research should focus on specifying and substantiating the content of special physical training programs for assault-unit personnel.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Bibliography

1. Большаков О. О., Боярчук О. М., Романчук С. В., Гусак О. Д., Небожук О. Р., Климович В. Б., Пилипчак І. В. Програма спеціальної фізичної підготовки курсантів танкових спеціальностей. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. 2025. Вип. 3(189). С. 47–55. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03\(189\).07](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03(189).07)
2. Климович В. Б., Романчук С. В. Вплив спеціальних фізичних вправ на показники фізичної підготовленості та фізичного розвитку курсантів артилеристів. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2013. Вип. 11. С. 32–35.
3. Климович В. Б., Ольховий О. М., Романчук С. В. Взаємозалежність професійної та фізичної готовності курсантів-артилеристів. Спортивний вісник Придніпров'я. 2016. Вип. 3. С. 75–79.
4. Матвейко О. М., Романчук С. В., Ольховий О. М., Одеров А. М., Небожук О. Р., Климович В. Б. Вплив занять фізичними вправами на функціональний стан та працездатність військовослужбовців-ветеранів бойових дій. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2022. Вип. 1(57). С. 31–6. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2022-01-31-36>.
5. Одеров А., Романчук С., Арабський А., Лотоцький І., Пилипчак І., Панькевич Я., Федак С., Матвейко О., Первачук О., Бабич М. Методичні рекомендації з організації фізичної підготовки в районах ведення бойових дій: навч. метод. посіб. Львів: НАСВ; 2022. 46 с.
6. Одеров А. М., Романчук С. В., Федак С. С., Петрук А. П. Вдосконалення військово-прикладної фізичної підготовки військовослужбовців бойових підрозділів сухопутних військ. Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної науки» (Львів 16–17 жовтня 2015 р). С. 85–86.
7. Одеров А. М., Романчук С. В., Людовик Т. В., Фішук І. В., Свищ Я. С., Пилипчак І., Дух Т. І., Лашта В. Б. Вдосконалення спеціальних якостей військовослужбовців засобами фізичного виховання. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. 2022. Вип. 26. С. 135–40. <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2022-26.135-140>.
8. Романчук С., Одеров А., Небожук О., Климович В., Пилипчак І., Романчук В., Боярчук О., Хачатрян А., Цепляев Ю., Людовик Т. Формування військово-прикладних навичок студентів закладів вищої освіти в процесі фізичного виховання. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2023. Вип. 1(61). С. 54–63. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2023-01-54-63>.
9. Романчук С. В., Попович О. І. Вимоги сучасного бою до фізичної підготовленості військовослужбовців Сухопутних військ. Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М. П. Драгоманова. Серія 15. 2010. Вип. 7. С. 262–266.
10. Романчук С., Романчук В. Фізична підготовка в Сухопутних військах Збройних сил провідних держав НАТО. Молода спортивна наука України. 2010. Вип. 14, т. 2. С. 205–209.
11. Романчук С. В., Небожук О. Р., Одеров А. М., Кузнецов М. В., Романчук В. М., Боярчук О. М., Тичина І. С. Інноваційні дослідження змісту фізичної підготовки Збройних Сил іноземних держав як елементу підготовки військового професіоналу. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. 2021. Вип. 23(2021). С. 46–51. <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2021-23.46-51>.
12. Романчук С. В., Свищ Я. С., Щур Т. Г., Арабський А. П., Борзило О. Ю., Білик В. А., Одеров А. М. Фізична підготовка – як основний критерій оцінки безздатності курсантів у процесі військово-професійної діяльності. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. 2024. Вип. 12(185). С. 166–169. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.12\(185\).35](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.12(185).35)
13. Ткачук П., Романчук С., Афонін В., Андрейчук В., Климович В., Кузнецов М., Лесько О., Лойко О., Одеров А., Петрук А., Федак С. Фізичне виховання, спеціальна фізична підготовка і спорт військовослужбовців: підручник. Львів: НАСВ. 2019. 291 с.
14. Шлямар І., Романчук С., Климович В. Порівняльний аналіз фізичної підготовленості курсантів ВНЗ Сухопутних військ різних спеціальностей. Молода спортивна наука України. 2012. Вип. 16;2. С. 166–170.
15. Шлямар І. Л., Романчук С. В. Взаємозв'язок фізичної і професійної підготовки курсантів, які навчаються за спеціальністю «Управління діями механізованих підрозділів». Сучасний стан та перспективи розвитку фізичної підготовки військовослужбовців в системі бойового навчання військ (сил) Збройних сил та інших силових структур України. Матеріали наук.-метод. конф. (28–29 листопада 2013 р.). С. 64–69.
16. Klymovych V., Oderov A., Romanchuk S., Korchagin M., Zolocheskyi V., Fedak S., Gura I., Nebozhuk O., Lashta V., Romanchuk V., Lesko O. Correlation of Physical Fitness and Professional Military Training of Servicemen. SportMont Journal. 2020;18(2):79–82. <https://doi.org/10.26773/smj.200612>.
17. Romanchuk S., Iedynak G., Kopylov S., Galamandjuk L., Melnykov A., Afonin V., Oderov A., Klymovych V., Pylypchak I., Nebozhuk O. Factors that influence changes in cadets' physical preparation during the second half of study at a military academy. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. 2019;17(72):1–20.
18. Romanchuk S., Tychyna I., Oderov A., Petruk A., Hunchenko V., Otkydach V., Ponomarov V., Korchagin M., Homaniuk S., Ishchenko Y., Zonov O. Impact of Military-Applied Sports On Cardiorespiratory Indicators of Cadets in Military Higher Education Institutions. Journal of Physical Education and Sport. 2024;24(2):338–45. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2024.02040>.
19. Rolyuk A., Romanchuk S., Romanchuk V., Boyarchuk A., Kyrenko V., Afonin V., et al. Research on the organism response of reconnaissance officers on the specific load of military exercises. Journal of Physical Education and Sport. 2016;16;1:132–5. DOI:10.7752/jpes.2016.01022.

References

1. Bolshakov O.O., Boiarchuk O.M., Romanchuk S.V., Husak O.D., Nebozhuk O.R., Klymovych V.B., Pylypchak I.V. (2025). Prohrama spetsialnoi fizychnoi pidhotovky kursantiv tankovykh spetsialnostei. Naukovyi chasopys Ukrainkoho derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova. Seriiia 15. 3(189). 47–55. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03\(189\).07](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03(189).07) (in Ukrainian).
2. Klymovych V.B., Romanchuk S.V. (2013). Vplyv spetsialnykh fizychnykh vprav na pokaznyky fizychnoi pidhotovlenosti ta fizychnoho rozvytku kursantiv artylerystiv. Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biologichni problem fizychnoho vykhovannia i sportu. 11. 32–35. (in Ukrainian).
3. Klymovych V.B., Olkhovyi O.M., Romanchuk S.V. (2016). Vzaïmozalezhnist profesiinoi ta fizychnoi hotovnosti kursantiv-artylerystiv. Sportyvnyi visnyk Prydniprovia. 3. 75–79. (in Ukrainian).
4. Matveiko O.M., Romanchuk S.V., Olkhovyi O.M., Oderov A.M., Nebozhuk O.R., Klymovych V.B. (2022). Vplyv zaniat fizychnymy vpravamy na funktsionalnyi stan ta pratsiezdatsnist viiskovosluzhbovtiv-veteraniv boiovykh dii. Fizychno vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi. 1(57). 31–36. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2022-01-31-36> (in Ukrainian).
5. Oderov A., Romanchuk S., Arabskyi A., Lototskyi I., Pylypchak I., Pankevych Ya., Fedak S., Matveiko O., Pervachuk O., Babych M. (2022). Metodychni rekomendatsii z orhanizatsii fizychnoi pidhotovky v raionakh vedennia boiovykh dii: navch. metod. posib. Lviv: NASV; (46 s.). (in Ukrainian).
6. Oderov A.M., Romanchuk S.V., Fedak S.S., Petruk A.P. (2015). Vdoskonalennia viiskovo-prykladnoi fizychnoi pidhotovky viiskovosluzhbovtiv boiovykh pidrozdiliv sukhoputnykh viisk. Materialy III mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Aktualni pytannia suchasnoi nauky» (Lviv, 16–17 zhovtnia). 85–86. (in Ukrainian).

7. Oderov A.M., Romanchuk S.V., Liudovyk T.V., Fishchuk I.V., Svyshch Ya.S., Pylypchak I., Dukh T.I., Lashta V.B. (2022). Udoskonalennia spetsialnykh yakosti viiskovosluzhbovtiv zasobamy fizychnoho vykhovannia. Visnyk Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. (Seria: Fizychno vykhovannia, sport i zdorovia liudyny. 26. 135–140. <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2022-26.135-140> (in Ukrainian).
8. Romanchuk S., Oderov A., Nebozhuk O., Klymovych V., Pylypchak I., Romanchuk V., Boiarchuk O., Khachatryan A., Tsepliaiev Yu., Liudovyk T. (2023). Formuvannia viiskovo-prykladnykh navychok studentiv zakladiv vyshchoi osvity v protsesi fizychnoho vykhovannia. Fizychno vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi. 1(61). 54–63. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2023-01-54-63> (in Ukrainian).
9. Romanchuk S.V., Popovych O.I. (2010). Vymohy suchasnoho boiu do fizychnoi pidhotovlenosti viiskovosluzhbovtiv Sukhoputnykh viisk. Naukovyi chasopys Nats. ped. un-tu imeni M.P. Drahomanova. Seria 15. 7. 262–266. (in Ukrainian).
10. Romanchuk S., Romanchuk V. (2010). Fizychna pidhotovka v Sukhoputnykh viiskakh Zbroinykh Syl providnykh derzhav NATO. Moloda sportyvna nauka Ukrainy. 14, 2. 205–209. (in Ukrainian).
11. Romanchuk S.V., Nebozhuk O.R., Oderov A.M., Kuznetsov M.V., Romanchuk V.M., Boiarchuk O.M., Tychyna I.S. (2021). Innovatsiini doslidzhennia zmistu fizychnoi pidhotovky Zbroinykh Syl inozemnykh derzhav yak elementu pidhotovky viiskovoho profesionala. Visnyk Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seria: Fizychno vykhovannia, sport i zdorovia liudyny. 23. 46–51. <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2021-23.46-51> (in Ukrainian).
12. Romanchuk S.V., Svyshch Ya.S., Shchur T.H., Arabskyi A.P., Borzylo O.Yu., Bilyk V.A., Oderov A.M. (2024). Fizychna pidhotovka – yak osnovnyi kryterii otsinky boiezdatnosti kursantiv u protsesi viiskovo-profesiinoy diialnosti. Naukovyi chasopys Ukrainskoho derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova. Seria 15. 12(185). 166–169. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.12\(185\).35](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.12(185).35) (in Ukrainian).
13. Tkachuk P., Romanchuk S., Afonin V., Andreichuk V., Klymovych V., Kuznetsov M., Lesko O., Loiko O., Oderov A., Petruk A., Fedak S. (2019). Fizychno vykhovannia, spetsialna fizychna pidhotovka i sport viiskovosluzhbovtiv: pidruchnyk. Lviv: NASV. 291 s. Lviv (in Ukrainian).
14. Shliamar I., Romanchuk S., Klymovych V. (2012). Porivnialnyi analiz fizychnoi pidhotovlenosti kursantiv VNZ Sukhoputnykh viisk riznykh spetsialnostei. Moloda sportyvna nauka Ukrainy. 16(2). 166–170. (in Ukrainian).
15. Shliamar I.L., Romanchuk S.V. (2013). Vzaimozviazok fizychnoi i profesiinoy pidhotovky kursantiv, yaki navchaiutsia za spetsialnistiu «Upravlinnia diiamy mekhanizovanykh pidrozdiliv». Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky viiskovosluzhbovtiv v systemi boiovoho navchannia viisk (syl) Zbroinykh Syl ta inshykh sylovykh struktur Ukrainy. Materialy nauk.-metod. konf. (28–29 lystopada). 64–69. (in Ukrainian).
16. Klymovych V., Oderov A., Romanchuk S., Korchagin M., Zolochevskyi V., Fedak S., Gura I., Nebozhuk O., Lashta V., Romanchuk V., Lesko O. (2020). Correlation of Physical Fitness and Professional Military Training of Servicemen. SportMont Journal. 18(2):79–82. <https://doi.org/10.26773/smj.200612>
17. Romanchuk S., Iedynak G., Kopylov S., Galamandjuk L., Melnykov A., Afonin V., Oderov A., Klymovych V., Pylypchak I., Nebozhuk O. (2019). Factors that influence changes in cadets' physical preparation during the second half of study at a military academy. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. 17(72):1–20.
18. Romanchuk S., Tychyna I., Oderov A., Petruk A., Hunchenko V., Otkydach V., Ponomarov V., Korchagin M., Homaniuk S., Ishchenko Y., Zonov O. (2024). Impact of Military-Applied Sports On Cardiorespiratory Indicators of Cadets in Military Higher Education Institutions. Journal of Physical Education and Sport. 24(2):338–45. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2024.02040>
19. Rolyuk A., Romanchuk S., Romanchuk V., Boyarchuk A., Kyrpenko V., Afonin V., et al. (2016). Research on the organism response of reconnaissance officers on the specific load of military exercises. Journal of Physical Education and Sport. 16;1:132–5. DOI:10.7752/jpes.2016.01022

NEUROMOTOR PROCESSING SPEED, AGILITY AND VISUAL REACTION TIME AS DETERMINANTS OF PSYCHOMOTOR AND TECHNICAL-TACTICAL PERFORMANCE IN PANKRATION ATHLETES

ШВИДКІСТЬ НЕЙРОМОТОРНОЇ ОБРОБКИ, СПРИТНІСТЬ ТА ЧАС ВІЗУАЛЬНОЇ РЕАКЦІЇ ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ПСИХОМОТОРНОЇ ТА ТЕХНІКО-ТАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СПОРТСМЕНІВ У ПАНКРАТІОНІ

Valentin Silvestru¹, Vladimir Potop², Anvar Eshtaev³

^{1,2}Doctoral School of Physical Education and Sport Science, National University of Science and Technology "Politehnica" Bucharest, University Centre Pitesti, Romania

¹"Steaua" Army Sports Club, Bucharest, Romania

²Department of Physical Education and Sport, National University of Science and Technology "Politehnica" Bucharest, University Centre Pitesti, Romania

²Institute of Physical Education and Sport, Moldova State University, Chişinău, Republic of Moldova

³Uzbek State University of Physical Culture and Sport, Chirchik, Tashkent region, Uzbekistan

ORCID: 0009-0009-8940-2877

ORCID: 0000-0001-8571-2469

ORCID: 0009-0005-2817-0575

Abstracts

Background and Study Aim. Pankration is a complex combat sport that requires the integration of multiple psychomotor and cognitive skills. These ones include rapid decision-making, coordination and precise motor execution. The aim of this study was to examine the relationships between neuromotor processing speed, agility and lower-limb visual reaction time. It also intended to determine the contribution of these elements to psychomotor and technical-tactical performance in competitive Pankration athletes.

Material and methods. Sixteen experienced male elite Pankration athletes (mean age 27.63 years), of national and international level, participated in the study. They had a systematic training program, with 4–5 weekly sessions. Agility and neuromotor processing speed were assessed using the Witty system through a computerized agility task (difficulty level 4). Thus, the total completion time, impulse times, number of impulses and consistency indices were measured. Lower-limb visual reaction time was evaluated with the OptoJump system, recording response times for left and right leg across three trials. Technical-tactical performance was assessed in both training (Kato and Agon-Imiepafis exercises) and competition, based on execution quality, tactical adaptation and official scores. Data were analyzed using descriptive statistics and Pearson correlation coefficients to investigate associations between psychomotor and technical-tactical parameters ($p < 0.05$).

Results. Descriptive analysis indicated a relatively stable performance profile. So, the total agility time averaged 26.93 s ($CV = 8.40\%$) and mean lower-limb reaction times were 0.501–0.507 s. Agility showed a significant negative correlation with total Kato scores in training ($r = -0.589$, $p = 0.016$). This fact suggests that faster directional changes enhance technical-tactical performance. Neuromotor processing speed and visual reaction time exhibited selective, weaker correlations, acting as complementary factors in specific action phases. Technical-tactical performance was more consistent in Agon-Imiepafis exercises and competitions than in isolated drills.

Conclusions. Agility proved to be the most consistent psychomotor determinant of technical-tactical performance in Pankration athletes. Neuromotor processing speed and lower-limb visual reaction time contributed selectively. These findings highlight the importance of integrated training programs. Such programs combine agility development, rapid neural processing and visual reaction exercises to optimize performance in combat sports.

Keywords: psychomotor skills, visual reaction, technical-tactical performance, combat sports, training adaptation.

Вступ і мета дослідження. Панкратіон – це комплексний вид однокористування, який вимагає інтеграції декількох психомоторних і когнітивних навичок. До них належать швидке прийняття рішень, координація та точне виконання рухових дій. Метою цього дослідження було вивчення взаємозв'язків між швидкістю нейромоторної обробки, спритністю та часом зорово-моторної реакції нижніх кінцівок. Також планувалося визначити внесок цих елементів у психомоторну та техніко-тактичну підготовленість кваліфікованих спортсменів, які займаються панкратіоном.

Матеріал і методи. У дослідженні брали участь шістнадцять досвідчених спортсменів-чоловіків (середній вік 27,63 року), які є елітними атлетами національного та міжнародного рівнів. Вони мали систематичну програму



тренувань із 4–5 заняттями на тиждень. Спритність і швидкість нейромоторної обробки оцінювали за допомогою системи Witty під час виконання комп'ютеризованого завдання на спритність (рівень складності 4). Таким чином, вимірювали загальний час виконання, час імпульсу, кількість імпульсів та індекси стабільності. Час зорово-моторної реакції нижніх кінцівок оцінювали за допомогою системи OptoJump, реєструючи час реакції для лівої та правої ноги у трьох спробах. Техніко-тактичну результативність оцінювали як у тренувальному процесі (вправи «Като» та «Агон-Імієпафіс»), так і під час змагань, спираючись на якість виконання, тактичну адаптацію та офіційні протоколи. Дані аналізували за допомогою описової статистики та коефіцієнтів кореляції Пірсона для вивчення зв'язків між психомоторними та техніко-тактичними параметрами ($p < 0,05$).

Результати. Описовий аналіз вказав на відносно стабільний профіль результативності. Так, загальний час тесту на спритність становив у середньому 26,93 с ($CV = 8,40\%$), а середній час реакції нижніх кінцівок – 0,501–0,507 с. Спритність продемонструвала значущу негативну кореляцію із загальними балами у вправах «Като» під час тренувань ($r = -0,589$, $p = 0,016$). Цей факт свідчить про те, що швидша зміна напрямку руху підвищує техніко-тактичну результативність. Швидкість нейромоторної обробки та час зорової реакції виявили вибіркові, слабші кореляції, виступаючи як додаткові фактори в специфічних фазах дій. Техніко-тактична результативність була стабільнішою у вправах «Агон-Імієпафіс» та на змаганнях, ніж в ізольованих тренувальних вправах.

Висновки. Спритність виявилася найбільш стабільним психомоторним детермінантом техніко-тактичної результативності спортсменів у панкратіоні. Швидкість нейромоторної обробки та час зорової реакції нижніх кінцівок робили вибірковий внесок. Ці результати підкреслюють важливість інтегрованих програм тренувань. Такі програми повинні поєднувати розвиток спритності, швидку нейронну обробку та вправи на зорову реакцію для оптимізації результатів у бойових мистецтвах.

Ключові слова: психомоторні навички, зорова реакція, техніко-тактична результативність, бойові мистецтва, тренувальна адаптація.

Introduction. Performance in martial arts is determined by the efficient integration of perceptual, cognitive and motor processes. Thus, athletes are enabled to respond rapidly and accurately to continuously changing combat situations. Expert combat sport athletes demonstrate advanced perceptual-motor skills. These ones include faster visual processing and superior anticipatory abilities, compared to non-athletes and those from other sport disciplines [4]. During a fight, athletes must detect visual cues, process sensory information, anticipate opponents' actions and execute coordinated motor responses within extremely short time intervals. Such demands have been shown to differentiate elite from less experienced martial artists, particularly in reaction time and decision-making tasks [31]. These complex demands extend beyond technical-tactical proficiency. They require well-developed psychomotor capacities, as agility, reaction time, postural control and neuromotor efficiency, which together contribute to overall combat performance. Reliable sport-specific reaction time assessments, such as the Striking Reaction Time Task (SRTT), revealed that higher complexity perceptual-motor tasks result in longer reaction times. This finding underlines the importance of perceptual processing in combat sports performance [11]. Consequently, identifying the neurophysiological and motor determinants that underpin performance has become an important focus of contemporary research on sports. It has considerable implications for targeted training and performance optimization in martial arts athletes [30].

Among the key determinants of performance in combat sports, agility represents a central factor for functional efficiency. Traditionally conceptualized as the ability to change direction quickly, agility is now understood as a multidimensional construct. This one encompasses neuromuscular coordination, muscular strength, postural control, sensorimotor integration and rapid decision-making [13, 26, 38]. In combat contexts, athletes are required to

execute actions under high temporal constraints and respond to unpredictable stimuli. This necessitates the seamless integration of perceptual, cognitive, and motor processes [14, 38]. Superior agility allows athletes to reposition effectively, evade attacks and exploit tactical opportunities, thereby enhancing both offensive and defensive technical-tactical performance [4, 13, 26]. Moreover, evidence indicates that agility is closely linked with visual reaction time, neuromotor processing speed and cognitive processing abilities. It means that comprehensive training programs targeting these components can optimize combat sport performance [14, 19, 38]. These findings underscore the importance of integrated approaches combining physical conditioning with perceptual-cognitive and sensorimotor training to meet the martial arts competition complex demands.

Another essential factor contributing to performance is neuromotor processing speed. It refers to the rapid transmission, integration and transformation of sensory information within the central nervous system into appropriate motor outputs. Faster neural processing enhances reaction time, anticipatory abilities and movement precision, facilitating more efficient execution of complex motor tasks. Research using transcranial magnetic stimulation (TMS) has demonstrated that corticospinal excitability rises in the interval preceding voluntary movement onset. This rise is closely linked with reaction time performance, reflecting preparatory motor system engagement in response to external stimuli [3, 18]. The TMS studies also show that sport training is associated with specific adaptations in cortical excitability. Properly trained athletes exhibit lower resting motor thresholds, shorter motor-evoked potential latencies and higher excitability compared to non-athletes. This suggests enhanced corticospinal system responsiveness through long-term sports practicing [22]. Besides, studies on Taekwondo and other combat sports point out that martial arts training may improve neuromotor responsiveness and sport-specific reaction time. This is done through improved sensorimotor integration and corticospinal adaptation [7, 29].

Nevertheless, despite its acknowledged importance, neuromotor processing speed remains insufficiently investigated using objective and performance-based indicators in sports. Further applied research is needed in this domain.

Visual reaction time, especially at the lower limbs level, constitutes a critical component of psychomotor efficiency in combat disciplines. Many technical actions, including stepping, dodging, kicking and rapid changes of stance, depend on immediate lower-limb responses to visual stimuli. Even minimal delays in reaction potentially compromise tactical effectiveness and competitive outcomes [26, 28]. Research on combat sports athletes has shown that visuomotor reaction time differs according to performance level. Higher-level competitors demonstrate faster choice reaction times in computerized assessments [28]. Additionally, studies in other athletic populations highlight significant correlations between visual reaction time and agility, suggesting that faster stimulus processing enhances change-of-direction performance [10, 27]. Structured sport training was also linked to neuromotor adaptations, including enhanced corticospinal excitability and improved reaction performance in trained fighters relative to non-athletes [6]. Lower-limb visual reaction time and its relationship with agility and broader psychomotor performance remain underexplored in the literature, particularly in integrated analyses within combat sports like Pankration. This underscores the need for studies that examine these components jointly to better understand their contribution to technical-tactical effectiveness in both training and competition contexts.

Pankration, a full-contact martial art that combines striking, grappling and ground-fighting techniques, imposes high neuromotor, cognitive, and technical-tactical demands. Athletes must continuously adapt their strategies, coordinate rapid transitions between movement patterns and maintain precision under both physical and psychological pressure [25]. This complex performance environment makes Pankration an appropriate model for examining the interaction between neuromotor processing, agility and reaction capabilities. Studies in other combat sports have shown that neuromotor and cognitive training can enhance decision-making, reaction time and sport-specific performance outcomes [35, 36]. However, few studies have provided an integrated analysis of these psychomotor components within the same athletic population. The combined contribution of these components to technical-tactical effectiveness in both training and competition contexts was insufficiently investigated. This fact reveals a clear gap in the current literature.

Therefore, a comprehensive evaluation of neuromotor processing speed, agility parameters and lower-limb visual reaction time is very important. It may provide valuable insights into the mechanisms underlying psychomotor efficiency and its transfer to sport-specific performance. Such knowledge may support the development of evidence-based training strategies to optimize both motor capacities and technical-tactical execution in martial arts athletes.

The *aim of this study* was to examine the relationships between neuromotor processing speed, agility and lower-limb visual reaction time. It also intended to determine the

contribution of these ones to psychomotor and technical-tactical performance in competitive Pankration athletes.

Hypotheses of the Study:

- (1) athletes with faster neuromotor processing speed would demonstrate superior agility performance;
- (2) shorter lower-limb visual reaction times would be associated with better psychomotor control and technical-tactical outcomes; and
- (3) these variables would show significant interrelationships, acting as complementary determinants of overall performance in both training and competition.

Materials and methods

Participants

The study included competitive Pankration athletes recruited from affiliated sports clubs participating in national-level training programs. A total of N = 16 male elite athletes voluntarily participated in the investigation. The sample consisted exclusively of male athletes trained in competitive combat sports at national and international level. All of them had systematic training experience of at least three years and a minimum weekly training volume of four to five sessions. The mean age of the participants was 27.63 years. Inclusion criteria were: (a) active participation in organized Pankration training and official competitions; (b) absence of musculoskeletal injuries within the previous three months; (c) no diagnosed neurological or vestibular disorders; and (d) medical clearance for unrestricted physical effort. Exclusion criteria comprised recent injury, acute illness, or failure to complete all testing procedures. Written informed consent was obtained from all participants, as well as from the parents or legal guardians of underage athletes. The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Doctoral School of Physical Education and Sport Science, National University of Science and Technology "Politehnica" Bucharest, Pitești University Center (Approval ID: 35/28.03.2025). The study was conducted in accordance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki.

Research design

The research was carried out throughout 2022 and entailed an integrated assessment of technical-tactical preparation during both training and competitive settings from March to November. It was followed by a comprehensive psychomotor testing phase in December to quantify the neuromotor and functional capacities underpinning sport-specific performance in Pankration athletes.

A quantitative, quasi-longitudinal design was employed to examine the relationships between neuromotor processing speed, agility, visual reaction time and psychomotor performance. Testing sessions were conducted under standardized environmental conditions within the training facility to ensure ecological validity and minimize external influences.

The assessment protocol combined laboratory-type objective measurements with sport-specific performance evaluations. This mixed approach allowed both the analysis of fundamental neuromotor capacities and the examination of their transfer to technical-tactical performance in real training and competitive contexts. Methodology was aligned with the pedagogical perspective of sport performance development.

Athletes completed all tests in an established order, with standardized instructions and rest intervals (2–3 minutes) between tasks to reduce fatigue effects.

Instruments and testing procedures. Psychomotor performance components were evaluated using standardized instruments and testing protocols. These ones were provided by the Center for Human Performance Research (CCPU) within the Department of Physical Education and Sport, University Center Pitești, National University of Science and Technology “Politehnica” Bucharest. The use of certified equipment and standardized procedures ensured high measurement accuracy, reliability and reproducibility of the data collected from martial arts athletes. All assessments were performed by specialists, in conformity with institutional testing guidelines, under controlled laboratory conditions.

Agility and neuromotor processing speed assessment

Agility and neuromotor processing speed were evaluated using the Witty system, an intelligent light-based device specifically designed for assessing neuro-motor performance and reaction abilities.

Participants performed a computerized agility task (difficulty level 4) requiring rapid lower-limb responses to randomized visual stimuli. The test involved multiple changes of direction and reactive movements executed under time pressure. The following variables were recorded: total completion time (s), lap/impulse times (L1–L15), number of impulses, mean time per impulse and variability and consistency indices.

These indicators reflect change-of-direction speed, coordination, decision-making efficiency and neural information-processing capacity. From a pedagogical standpoint, the test evaluates the athletes’ ability to perceive stimuli, select appropriate motor responses and execute actions quickly. All these skills are essential for combat sports performance.

Visual reaction time assessment

Lower-limb visual-motor reaction time was assessed using the Opto Jump system. This is a digital platform designed for precise measurement of reaction time and biomechanical movement parameters.

The Visual Reaction Speed (VRS) test required participants to respond as quickly as possible to visual stimuli by executing a targeted foot movement. Three trials were performed for each lower limb. The following parameters were recorded: reaction time for the left limb (individual and mean values), reaction time for the right limb (individual and mean values).

This procedure allowed the evaluation of reaction speed, bilateral symmetry, intersegmental coordination and potential neuromuscular imbalances that may influence sport performance or injury risk. The results provide practical information for individualized training interventions aimed at optimizing neuromotor responsiveness.

Technical–tactical performance assessment

Technical-tactical preparation was evaluated using sport-specific assessment tasks conducted in both training and official competition conditions. This was for ensuring ecological validity and relevance to real performance contexts.

During the training phase, athletes engaged in applied combat drills designed to replicate competitive conditions. Each athlete completed three consecutive one-minute bouts against different opponents to simulate repeated high-intensity match demands. Performance was evaluated according to the quality, precision, and effectiveness of the techniques executed, using standardized scoring criteria specific to Kato and Agon-Imiepafis events. This procedure enabled the systematic assessment of technical execution, tactical adaptation, and the ability to maintain performance across repeated efforts.

Technical–tactical performance was assessed independently by two experienced evaluators with expertise in Pankration coaching and competition analysis. Both assessors applied identical standardized criteria to ensure objectivity, consistency, and reliability of the ratings.

In competition, performance was assessed through the official scores obtained in the same events. These measures provided objective evidence of the transfer of technical and tactical skills from training to real competitive situations. They reflected decision-making efficiency and adaptability under pressure.

This combined system supported continuous monitoring of learning outcomes and facilitated targeted pedagogical adjustments within the training process.

Statistical analysis

Data were processed and analyzed using IBM SPSS Statistics (Version 26.0, IBM Corp., USA). Descriptive statistics were calculated for all variables and included: mean, standard deviation (SD), standard error of the mean (SEM), coefficient of variation (CV%), range, skewness, kurtosis, 95% confidence limits of the mean (CLM). Normality of distributions was assessed through skewness and kurtosis indicators and visual inspection of histograms.

Pearson’s correlation coefficient (r) was used to examine associations between agility, neuromotor processing speed and visual reaction time parameters. Correlation strength was interpreted as: small ($r < 0.30$), moderate (0.30–0.50) and strong ($r > 0.50$). Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Graphical representations of correlation matrices and parameter relationships were generated to facilitate interpretation of inter-variable associations.

Results. The descriptive results obtained for the agility parameters at difficulty level 4 highlight the Pankration athletes’ ability to respond effectively to complex motor demands. The results reflect both the specific training characteristics and the neuromotor adaptation level under conditions of intense and variable effort.

Table 1 presents the descriptive results of the agility parameters (difficulty level 4), providing a detailed overview of the Pankration athletes’ performance. The mean total time recorded for the test was 26.93 seconds. The moderate variability (CV = 8.40%) reflected a relatively homogeneous group in terms of task execution capacity. The time distribution was slightly negatively skewed (skewness = -0.36). The kurtosis value suggested a relatively flat distribution, indicative of a balanced dispersion of results.

Table 1

**Descriptive statistics of agility performance parameters
(Difficulty level 4)**

Parameters	mean	SEM	SD	CV (%)	Skewness	Kurtosis	CLM (0.95)
Times (sec)	26.93	0.63	2.26	8.40	-0.36	-0.84	1.37
Lap L1	1.807	0.09	0.36	19.86	0.62	0.05	0.22
Lap L2	1.802	0.13	0.48	26.60	1.24	0.71	0.29
Lap L3	1.834	0.06	0.24	12.97	0.45	-0.49	0.14
Lap L4	1.773	0.12	0.45	25.56	1.31	1.35	0.27
Lap L5	1.630	0.04	0.15	9.51	-0.11	-0.77	0.09
Lap L6	1.814	0.06	0.23	12.46	0.31	-0.26	0.14
Lap L7	1.759	0.10	0.37	20.89	1.10	0.29	0.22
Lap L8	2.064	0.17	0.62	30.10	1.16	0.20	0.38
Lap L9	1.694	0.09	0.33	19.30	0.31	-0.69	0.20
Lap L10	1.671	0.06	0.23	13.88	0.00	-1.18	0.14
Lap L11	1.751	0.06	0.23	13.21	-1.09	0.40	0.14
Lap L12	1.914	0.10	0.36	18.97	0.43	-1.12	0.22
Lap L13	1.793	0.10	0.38	21.29	0.97	0.89	0.23
Lap L14	1.842	0.14	0.49	27.09	1.55	1.70	0.30
Lap L15	1.779	0.11	0.41	22.96	0.51	-0.60	0.25

Notes: Lap – impulse; standard deviation (SD); standard error of the mean (SEM); coefficient of variation (CV%); 95% confidence limits of the mean (CLM).

Table 2

Descriptive statistics of neuromotor processing speed parameters during the agility task

Parameters	mean	SEM	SD	CV (%)	Skewness	Kurtosis	CLM (0.95)
Impulses no.	29.38	0.47	1.71	5.82	0.62	-0.48	1.03
Time (sec)	19.57	0.06	0.21	1.09	-1.53	2.26	0.13
Avg. time/impulse (sec)	0.67	0.01	0.03	5.15	-0.60	-1.50	0.02

Notes: standard deviation (SD); standard error of the mean (SEM); coefficient of variation (CV%); 95% confidence limits of the mean (CLM).

Table 3

Descriptive statistics of lower-limb visual reaction time parameters

Segment	mean	SEM	SD	CV (%)	Skewness	Kurtosis	CLM (0.95)
Right foot (s)	0.507	0.01	0.05	9.35	0.31	-0.83	0.03
Left foot (s)	0.501	0.01	0.04	8.60	1.78	3.18	0.03

Notes: standard deviation (SD); standard error of the mean (SEM); coefficient of variation (CV%); 95% confidence limits of the mean (CLM).

A detailed analysis of the impulses (Lap L1–L15) pointed out greater variability across segments, with coefficients of variation ranging from approximately 9.5% (Lap L5) to 30.1% (Lap L8). This difference indicates greater consistency during certain phases of the test. It also highlights increased difficulty in segments such as Lap L8, where the elevated variability (CV = 30.10%) reveals higher motor demands or greater task complexity. Skewness values for the impulses generally showed slight positive asymmetry, more pronounced in Lap L2 (1.24), Lap L4 (1.31), and Lap L14 (1.55). This indicates the presence of extreme values toward longer execution times in these segments. Furthermore, the positive kurtosis observed in Lap L4 and Lap L14 confirms a tendency toward more peaked distributions. It may be associated with individual differences in motor control and adaptive capacity under increased test demands.

Table 2 shows the descriptive results of the neuromotor processing speed parameters associated with agility, including the number of impulses, total processing time

(seconds) and mean time per impulse (seconds). The mean number of impulses recorded was 29.38, with low variability (CV = 5.82%), indicating high consistency in impulse frequency across the group. The distribution of this parameter exhibited slight positive skewness (skewness = 0.62), suggesting a predominance of values slightly above the mean. Meanwhile the mildly negative kurtosis (−0.48) revealed a relatively flat distribution without significant extreme values.

The mean total neuromotor processing time was 19.57 seconds, with very low variability (CV = 1.09%), reflecting a uniform level of performance among participants. This measure demonstrated pronounced negative skewness (skewness = −1.53) and positive kurtosis (2.26). It denoted a concentration of data around a central value, with a tendency toward shorter processing times. The mean time per impulse was 0.67 seconds, with moderate variability (CV = 5.15%). Negative skewness (−0.60) and negative kurtosis (−1.50) underline a slightly elongated distribution toward lower

values, indicating relatively consistent efficiency in processing time per impulse.

Table 3 presents the descriptive results of lower-limb visual reaction parameters in martial arts athletes. The mean response times for the right and left leg, as well as the variability and symmetry of the data distribution are highlighted. These measures are essential for evaluating motor reaction speed and optimizing performance in complex combat tasks.

The mean visual reaction time for the right leg was 0.507 seconds, with moderate variability as indicated by a coefficient of variation of 9.35%. The data distribution was approximately symmetric, showing slight positive skewness (skewness = 0.31) and negative kurtosis (-0.83). This reflects a slightly platykurtic distribution, i.e., a flatter peak compared to a normal distribution. For the left leg, the mean reaction time was similar, slightly faster at 0.501 seconds, with somewhat lower variability (CV = 8.60%). The data exhibited more pronounced positive skewness (skewness = 1.78) and high positive kurtosis (3.18), indicative of a leptokurtic distribution. It is characterized by a sharper peak and greater concentration of values around the mean, along with the presence of extreme values (outliers). The 95% confidence intervals (CLM 0.95) were identical for both limbs (± 0.03 seconds), proving a precise estimation of the mean.

Overall, the psychomotor results confirm a balanced performance profile, with clear potential for optimization through specific training interventions. These ones are aimed at reducing variability in motor actions and improving the consistency of neuromotor responses.

Technical-tactical training is the foundation for effective adaptation to the competition specific demands and is

essential for performance in contact sports. In this context, athletes' technical and tactical skills were assessed through simulated matches under competitive conditions. There were included the Kato exercise and Agon-Imiepafis bouts, in which each athlete faced three opponents for one minute each. Performance was measured based on the points scored for executed techniques. The direct correlation between technical-tactical training and the efficiency of its application in competitive situations was pointed out.

Table 4 presents the descriptive analysis of technical-tactical training parameters, reflected in the scores obtained during the Kato exercise and Agon-Imiepafis bouts. It highlights greater consistency and higher level of technique application under realistic competitive conditions compared with isolated execution of individual technical exercises. In the Kato exercise, mean scores per bout ranged from 1.63 to 1.75, with high coefficients of variation (64–90%). This demonstrates substantial dispersion in execution, while the total score averaged 5.06 with moderate variability (CV = 20.99%). In contrast, during the Agon-Imiepafis bouts, mean scores per bout were higher (2.56–2.81) and more consistent (CV $\approx$ 24–27%). The total score reached a mean of 8.00, with superior consistency (CV = 10.21%). The distributions of scores exhibited slight deviations from symmetry and variability in kurtosis. However, these values remained within acceptable limits, proving a more efficient application of technical-tactical preparation in real combat situations.

Athletes' performance levels were further assessed through the analysis of competition results. Thus, a clear depiction of the efficiency and applicability of techniques under authentic competitive conditions was provided.

Table 4

Descriptive statistics of technical-tactical performance parameters in training by fighting style

Fighting style	Parameters	mean	SEM	SD	CV (%)	Skewness	Kurtosis	CLM (0.95)
Kato	L1 (points)	1.69	0.28	1.14	67.46	-0.20	-0.29	0.61
	L2 (points)	1.75	0.28	1.13	64.31	-0.65	-0.90	0.60
	L3 (points)	1.63	0.36	1.45	89.53	0.15	-1.21	0.78
	Total (points)	5.06	0.27	1.06	20.99	-0.13	-0.71	0.57
Agon-Imiepafis	L1 (points)	2.56	0.16	0.63	24.55	0.59	-0.58	0.34
	L2 (points)	2.81	0.19	0.75	26.67	0.30	-1.07	0.40
	L3 (points)	2.63	0.18	0.72	27.38	0.66	-0.74	0.38
	Total (points)	8.00	0.20	0.82	10.21	0.76	0.52	0.44

Notes: L – partner sparring bout (1 min); standard deviation (SD); standard error of the mean (SEM); coefficient of variation (CV%); 95% confidence limits of the mean (CLM).

Table 5

Descriptive statistics of technical-tactical performance parameters in competition by fighting style

Fighting style	Parameters	mean	SEM	SD	CV (%)	Skewness	Kurtosis	CLM (0.95)
Kato	Match duration (min)	4.69	0.12	0.48	10.21	-0.81	-1.35	0.26
	Total score (points)	5.44	0.50	2.00	36.76	0.92	0.09	1.07
Agon-Imiepafis	Total score (points)	7.93	0.68	2.63	33.17	-0.07	-0.83	1.46

Notes: standard deviation (SD); standard error of the mean (SEM); coefficient of variation (CV%); 95% confidence limits of the mean (CLM).

Table 6

Relationship between psychomotor variables and technical–tactical performance measures

Parameters r; P	Psychomotor parameters (PM)					
	PM1	PM2.1	PM2.2	PM2.3	PM3.1	PM3.2
x1	.038; 0.889	.150; 0.579	.242; 0.367	-.039; 0.886	-.036; 0.896	-.272; 0.309
x2	.073; 0.788	.271; 0.311	.349; 0.185	-.280; 0.294	-.421; 0.105	.480; 0.060
x3	-.176; 0.515	-.328; 0.215	-.185; 0.494	.323; 0.222	.571*; 0.021	-.434; 0.093
x4	-.123; 0.651	-.002; 0.995	.376; 0.152	.104; 0.701	.298; 0.262	-.377; 0.150
x5	-.589*; 0.016	-.239; 0.372	.013; 0.961	.246; 0.359	.419; 0.106	-.279; 0.295
x6	.255; 0.340	-.102; 0.708	.224; 0.405	.127; 0.638	-.279; 0.296	.305; 0.250
x7	-.074; 0.785	-.014; 0.959	-.126; 0.642	-.092; 0.735	.001; 0.998	-.064; 0.813
x8	-.284; 0.286	-.265; 0.321	.105; 0.699	.225; 0.401	.068; 0.803	.009; 0.974
x9	-.123; 0.649	-.087; 0.748	.062; 0.818	.046; 0.866	.160; 0.554	.287; 0.280
x10	-.178; 0.526	-.085; 0.764	.041; 0.885	.092; 0.746	.007; 0.981	-.482; 0.068

Notes: r – Pearson correlation coefficient; p – significance level; x1–x4: technical–tactical performance (Kato style) in training (1 – L1, 2 – L2, 3 – L3, 4 – Total score). x5–x8: technical–tactical performance (Agon-Imiepafis style) in training (L1–L3, Total score). x9: Kato performance in competition; x10: Agon-Imiepafis performance in competition; PM1 – psychomotor factor (agility, difficulty level 4 – total time); PM2 – neural processing speed during agility (2.1 – number of impulses, 2.2 – total time, 2.3 – mean impulse time); PM3 – visual reaction time (3.1 – left foot, 3.2 – right foot). Significant correlations are marked with ($p < .05$).

The analysis of technical-tactical performance in competition, shown in Table 5, emphasized a mean match duration of 4.69 minutes. The coefficient of variation was 10.21%, indicating a high level of homogeneity and stability in match duration. Technical–tactical performance in the Kato exercise averaged 5.44 points, with relatively high variability ($CV = 36.76\%$), reflecting significant individual differences among athletes. In the Agon-Imiepafis bouts, the mean total score was 7.93 points, with moderate variability ($CV = 33.17\%$). This points out a more consistent performance, still with notable differences between competitors. Skewness and kurtosis values suggest a slightly heterogeneous distribution of results, revealing the presence of variability in technical-tactical performance during competitive conditions.

Pearson correlation analysis was conducted to examine the relationships between psychomotor parameters and technical-tactical performance in both training and competition (Table 6). The psychomotor parameters involved were agility, neuromotor processing speed and lower-limb visual reaction time.

Agility (PM4) demonstrated a significant negative correlation with the total Kato score in training (x5; $r = -0.589$, $p = 0.016$). It shows that faster execution in the agility task was associated with higher technical–tactical performance. This finding underscores the importance of rapid change-of-direction ability and movement efficiency for the effective application of techniques in simulated combat scenarios.

Neuromotor processing speed (PM2) had weak and non-significant correlations with technical–tactical outcomes ($p > 0.05$). It indicates a supportive, but not primary, role of neuronal processing efficiency in determining performance under the tested conditions.

Lower-limb visual reaction time (PM3) revealed selective associations with technical-tactical indicators. A moderate positive correlation was observed between left-leg reaction time and the L3 (partner sparring bout) Kato score in training (x3; $r = 0.571$, $p = 0.021$). Meanwhile a trend toward a negative association emerged between right-leg reaction time

and Agon performance in competition (x10; $r = -0.482$, $p = 0.068$). These results suggest that lower-limb reaction speed can contribute to performance in specific phases of combat, although the relationships are task-dependent.

Generally, most psychomotor parameters exhibited weak linear associations with technical-tactical outcomes, reflecting the multifactorial nature of performance in Pankration. Agility has been shown as the most consistent psychomotor determinant. As for the neuromotor processing speed and visual reaction time, they appear to play complementary roles, contingent on the performance context.

Discussion. Analyzing the results obtained in this study provides important insights into the role of psychomotor parameters in determining technical-tactical performance in Pankration athletes.

Firstly, the descriptive results for agility (difficulty level 4) indicate that the athletes were able to respond rapidly and efficiently to complex motor demands. A relatively homogeneous group performance was found out in terms of total execution time. Higher variability observed in certain segments (Lap L8, $CV = 30.10\%$) suggests zones of increased difficulty. In these zones, the cognitive and motor demands were higher, reflecting the inherent challenges of rapid information processing and direction changes under pressure. These findings highlight the importance of agility not only as a physical skill but also as an indicator of the efficiency of coordination and motor adaptation processes in dynamic tasks.

The results are consistent with previous specialized literature, which emphasizes the impact of expertise level on postural control in combat sports practitioners [1]. Moreover, movement variability is considered a functional mechanism essential for supporting performance in complex actions, such as striking tasks characteristic of contact sports [24]. Therefore, it is necessary to develop targeted training programs to enhance agility and dynamic stability.

Overall, the findings underline a well-developed general agility, with stable performance throughout the test, but with specific segments showing greater variability. Opportunities

to optimize reaction capacity and rapid change-of-direction ability at key moments are identified.

Neuromotor processing speed parameters demonstrated high consistency among participants, reflecting that Pankration athletes present uniform efficiency in generating rapid motor impulses. Although correlations with technical-tactical performance were weak and non-significant, these results suggest that neuromotor processing speed may play a supportive role. It assists agility and visual reaction, without serving as a primary predictor of performance scores. Thus, in complex combat situations, technical-tactical performance depends mainly on integrating multiple psychomotor and cognitive components, rather than solely on raw impulse processing speed.

Recent studies emphasize point out that neural processing speed and reaction time are critical for martial arts performance, influencing both the specific techniques execution and general agility. Neuromuscular stimulation interventions and training targeting the corticospinal system can reduce reaction time and improve movement precision. This fact emphasizes the importance of integrating cognitive and motor aspects into training programs [5, 20, 23]. The information above confirms that optimizing neural impulses is essential for the development of neuromotor performance in elite athletes.

Data reflect stable and efficient neuromotor processing, characterized by a consistent number of impulses and well-defined processing duration. This reveals uniform neuromotor performance across the analyzed athletes.

The results concerning lower-limb visual reaction time pointed out selective associations with technical-tactical performance. There is a positive correlation between the reaction time of the left leg and the L3 Kato score. It shows that rapid responses to visual stimuli may facilitate the execution of techniques during the final phases of simulated combat. In contrast, a negative trend is observed between right-leg reaction time and Agon performance in competition. It may reflect the influence of contextual or individual factors on the effective utilization of rapid reactions in real competitive situations. These differences prove that laterality and bilateral control may modulate the impact of reaction speed on technical-tactical performance.

Recent studies highlight that lower-limb visual reaction plays a crucial role in martial arts performance, affecting the efficiency of motor responses in dynamic combat situations. Rapid and precise reaction times allow athletes to select and execute complex movements in a timely manner. This is essential for success in disciplines such as judo, karate or mixed martial arts (MMA) [2, 8, 28]. Furthermore, individual variability in visual responses underscores the need for tailored training programs. These programs must be specifically adapted to the demands of each discipline and the motor profile of the athlete.

In this regard, lower-limb visual reaction time was similar on average for both legs, with a slight temporal advantage for the left leg. Variability was reasonably low, indicating consistency in visuomotor responses. However, the distribution of reaction times for the left leg was more asymmetric and concentrated. This may reflect generally homogeneous performance with some extreme values within the group.

Technical-tactical performance was more consistent and higher during the Agon-Imiepafis bout compared to the Kato exercise. This fact indicates a more effective transfer of skills under actual combat conditions. The lower coefficients of variation observed in Agon (CV total 10–27%) demonstrate that athletes execute techniques more consistently when integrated into a competitive framework. This highlights the importance of contextualized training and competition simulations for the development of integrated performance.

The importance of technical-tactical preparation in contact sports is analyzed in some new works. For example, a study published in 2025 pointed out that training programs incorporating combined attacks enhance athlete performance in MMA. These programs must be correlated with psychophysiological parameters such as simple and complex visuomotor reaction times. Similarly, research from 2023 emphasizes the necessity of sport-specific technical-tactical preparation for MMA athletes in advanced specialization stages to achieve high-level performance. Also, analyzing MMA competition performance demonstrates that the use of various techniques and their adaptation to the opponent's style are key determinants of competitive success [9, 12, 15].

Time-motion analysis in judo provides fundamental insights into the temporal and tactical structure of combat. This analysis enables coaches to optimize training strategies and athletes to enhance performance. This is possible through a detailed understanding of the duration, frequency and sequencing of specific actions, including grips, attacks and transitions between techniques [21, 32, 34]. Such analyses reveal significant differences across weight categories, competitive levels and age groups. Also, the importance of adopting individualized training approaches tailored to the temporal and biomechanical characteristics of each athlete is highlighted.

Assessment of sports performance constitutes an essential tool for optimizing training and monitoring athlete progress in competitive contexts. Research shows that utilizing performance data from competitions enables coaches and researchers to identify strengths and areas requiring improvement. It contributes to more effective training planning and the practical application of technical skills in real scenarios [17, 33, 37]. This approach ensures a direct linkage between theoretical evaluation and practical execution of athletic abilities, increasing the efficiency of strategic interventions. Results obtained by analyzing the technical-tactical parameters in competition confirm that performance variability serves as a key indicator of athlete resilience in real combat situations. This finding is supported by studies analyzing technical variability among elite judo athletes during the Olympic Games [16].

Overall, the correlation analysis confirms the hypothesis that agility represents the strongest psychomotor determinant of technical-tactical performance. Neuromotor processing speed and visual reaction time act as complementary factors, relevant during specific phases of sport actions. This integration of parameters suggests that optimizing performance in Pankration requires complex training programs targeting agility, visual reactions and rapid information-processing capabilities simultaneously.

Conclusions.

1. The results of this study indicate that psychomotor parameters, particularly agility, represent key determinants of technical-tactical performance in Pankration athletes. Agility had a significant correlation with Kato exercise scores during training. It demonstrated that the ability to rapidly change direction and move efficiently contributes to effective application of techniques in simulated combat scenarios.

2. Neuromotor processing speed and lower-limb visual reaction time acted as complementary factors, relevant during specific sport phases. This suggests that optimal performance relies on the simultaneous integration of multiple psychomotor and cognitive components.

3. Descriptive analyses revealed relatively stable performance throughout the tests, with certain segments presenting higher variability. These variations highlight opportunities for optimizing rapid reactions and directional changes during training.

4. In competitive conditions, technical-tactical performance was more consistent and higher during the Agon-Imiepafis combat compared to the Kato exercise. This emphasizes the importance of contextualized simulations for effective transfer of skills to real combat situations.

5. The study confirms the hypothesis that agility is the most consistent and significant psychomotor determinant of technical-tactical performance. Neuromotor processing speed and visual reaction contribute complementarily depending on the type and phase of action. These findings underscore the need for integrated training programs that simultaneously develop agility, enhance rapid neural processing and train specific visual-motor reactions. The purpose is to maximize performance in Pankration and similar combat disciplines.

Limitations of the study and future research

The main limitations of the present study include the relatively small sample size, which may restrict the generalizability of the findings. Also, another limitation is the limited temporal scope of testing, without assessing seasonal or long-term training effects. Additionally, the study focused primarily on psychomotor parameters, namely agility, neuromotor processing speed and lower-limb visual reaction. It did not consider supplementary factors such as fatigue, psychological stress, or cognitive load, which may influence technical-tactical performance.

Future research should address these limitations by including larger and more diverse groups of athletes. It also should implement longitudinal designs that capture the psychomotor parameters evolution and technical-tactical performance across multiple training cycles or competitive seasons. It is recommended to examine the interactions between psychomotor components and contextual competition factors, including stress, fatigue and decision-making demands. The integration of neurocognitive and biomechanical analyses, along with real-time performance monitoring, may provide a more comprehensive understanding of performance determinants. This will support the development of optimized training programs for Pankration athletes and practitioners of other complex martial arts disciplines.

Acknowledgement

This study is part of the research program developed within the Doctoral School of Physical Education and Sport Science within the University Center Pitești, National

University of Science and Technology "Politehnica" Bucharest. We express our gratitude to the collaborating sports clubs, members of the technical staff and martial arts athletes who participated in this research. Their involvement and willingness were essential for the successful conduct and completion of the study.

References

1. Akbaş, A., Marszałek, W., Drozd, S., Czarny, W., Król, P., Warchol, K., ... & Rzepko, M. (2022). The effect of expertise on postural control in elite sport ju-jitsu athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00477-3>
2. Bajkowski, D. S., & Cynarski, W. J. (2024). Testing factors influencing handgrip strength and reaction time to visual stimulus in selected martial arts. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 34(105), 46-59. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.3260>
3. Chen, R., Yaseen, Z., Cohen, L. G., & Hallett, M. (1998). Time course of corticospinal excitability in reaction time and self-paced movements. *Ann Neurol*, 44(3), 317-25. <https://doi.org/10.1002/ana.410440306>
4. Chen, W. Y., Wu, S. K., Song, T. F., Chou, K. M., Wang, K. Y., Chang, Y. C., & Goodbourn, P. T. (2017). Perceptual and motor performance of combat-sport athletes differs according to specific demands of the discipline. *Perceptual and motor skills*, 124(1), 293-313. <https://doi.org/10.1177/003151251516681342>
5. Chmiel, J., & Nadobnik, J. (2025). Application of Electroencephalography (EEG) in Combat Sports – Review of Findings, Perspectives, and Limitations. *Journal of Clinical Medicine*, 14(12), 4113. <https://doi.org/10.3390/jcm14124113>
6. Chung, P. Y. M. (2012). Neuromotor control in Taekwondo practitioners of different training levels. (Doctoral dissertation). Hong Kong Polytechnic University – Dissertations.
7. Chung, P., & Ng, G. (2012). Taekwondo training improves the neuromotor excitability and reaction of large and small muscles. *Physical Therapy in Sport*, 13(3), 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.07.003>
8. Cojocariu, A., & Abalasei, B. (2014). Does the reaction time to visual stimuli contribute to performance in judo. *Archives of Budo*, 10(1), 73-78.
9. Davidenko, I., Kazymov, M., Akmatova, A., Bolotin, A., Pronin, E., Anisimov, M., ... & Volkov, A. (2025). Effects of combined attacks on the technical-tactical and psychophysiological performance of mixed martial arts fighters. *Journal of Physical Education and Sport*, 25(6), 1166-1172. <https://doi.org/10.7752/jpes.2025.06129>
10. Demir, O., & Kıyıcı, F. (2023). Investigation of the relationship of cognitive performance, visual reaction time and agility parameters on football players. *SPORMETRE Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 107-116. <https://doi.org/10.33689/spormetre.1255170>
11. Faro, H., Lima, L. A. D. D., Silva, R. D. M. D., Mortatti, A. L., & Machado, D. G. D. S. M. (2025). Development and reliability of test to measure perceptual-motor performance in combat sports: the Striking Reaction Time Task (SRTT). *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 20(1), 77-92. <https://doi.org/10.18002/rama.v20i1.2505>
12. Gheorghiu, I. (2023). Technical-tactical training methods applied in the training process of mixed martial arts fighters. *Journal of Physical Education and Sport*, 2259-2265. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.08259>
13. Gumienna, R., Machowska-Krupa, W., & Kosendiak, J. (2024). Speed of performing complex movement tasks under decision-making conditions as a determinant of the tactical preparation level in kickboxers. *Scientific reports*, 14(1), 3002. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53652-6>
14. Homsombat, T., & Ngambang, J. (2024). Enhancing Cognitive Processing Speed Through Two-Handed Sword Training in Thai Healthy University Students: A Pre-Experimental Study. *Journal of Health Science and Alternative Medicine*, 12(2), 112-120.
15. Ismatullayeva, S. R. (2024). Fundamentals of increasing the efficiency of competition activity and developing technical and tactical training. *Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal*, 5(06), 76-85. <https://doi.org/10.37547/mesmj-V5-I6-10>
16. Kons, R. L., Agostinho, M. F., Santos, D. F. C., Lopes-Silva, J., Detanico, D., & Franchini, E. (2022). Match-related performance during the Olympic Games 2020: a technical variability analysis of high-level judo athletes. *International Journal of Performance Analysis*

- in *Sport*, 22(4), 516-525. <https://doi.org/10.1080/24748668.2022.2084594>
17. Koopmann, T., Faber, I., Baker, J., & Schorer, J. (2020). Assessing technical skills in talented youth athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, 50(9), 1593-1611. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01299-4>
18. Leocani, L., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Ikoma, K., & Hallett, M. (2000). Human corticospinal excitability evaluated with transcranial magnetic stimulation during different reaction time paradigms. *Brain*, 123(6), 1161-1173. <https://doi.org/10.1093/brain/123.6.1161>
19. Limani, N., & Bulica, B. (2024). Insights into contemporary dynamics of combat sports: a holistic analysis. *Sport and Health-International Journal of Sport Sciences and Health*, 11(23-24), 61-71. <http://eprints.unite.edu.mk/id/eprint/1620>
20. Makronasios, N. S., Amiridis, I. G., Evaggelos, B., Theodoros, K. M., Plastraki, A. C., Sahinis, C., & Enoka, R. M. (2024). Neuromuscular electrical stimulation improves reaction time and execution time of roundhouse kick in highly skilled martial arts athletes. *Sports Biomechanics*, 23(12), 3370-3381. <https://doi.org/10.1080/14763141.2023.2216186>
21. Miarka, B., Del Vecchio, F. B., Julianetti, R., Cury, R., Camey, S., & Franchini, E. (2016). Time-motion and tactical analysis of Olympic judo fighters. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(1), 133-142. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868876>
22. Monda, V., Valenzano, A., Moscatelli, F., Salerno, M., Sessa, F., Triggiani, A. I., ... & Messina, A. (2017). Primary motor cortex excitability in karate athletes: a transcranial magnetic stimulation study. *Frontiers in physiology*, 8, 695. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00695>
23. Moscatelli, F., Messina, G., Valenzano, A., Petito, A., Triggiani, A. I., Messina, A., ... & Cibelli, G. (2016). Differences in corticospinal system activity and reaction response between karate athletes and non-athletes. *Neurological sciences*, 37(12), 1947-1953. <https://doi.org/10.1007/s10072-016-2693-8>
24. Orth, D., van der Kamp, J., & Rein, R. (2018). Optimization as adaptability: How movement variability supports performance in striking actions used in combat sports. *Sport Science: current and future trends for performance optimization*, 295-316.
25. Pawluk, I.C., & Zukow, W. (2011). *Humanities dimension of physiotherapy, rehabilitation, nursing and public health*. Publishing House: Radom University, Radom, Poland.
26. Platonov, V., & Nikitenko, A. (2019). Agility and coordination testing in hand-to-hand combat sports. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 26(2), 7-13. <https://doi.org/10.2478/pjst-2019-0008>
27. Popowczak, M., Domaradzki, J., Rokita, A., Zwierko, M., & Zwierko, T. (2020). Predicting visual-motor performance in a reactive agility task from selected demographic, training, anthropometric, and functional variables in adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5322. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155322>
28. Predoiu, R., Fronso, S. D., Stănescu, R., Ozarcevic, C., & Cosma, G. (2025). Visuomotor reaction time in combat sports. *Timisoara Physical Education & Rehabilitation Journal*, 8(34). <https://doi.org/10.2478/tperj-2025-0011>
29. Rodrigues, G. T., Barela, J. A., Furlanetto, B., Silva, R. J., Sanches, M. A., & Orcioli-Silva, D. (2025). Taekwondo practitioners exhibit faster simple reaction times compared to physically inactive individuals. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 19(1), e478-e478. <https://doi.org/10.20338/bjmb.v19i1.478>
30. Romanenko V., Cynarski W. J., Tropin Y., Kovalenko Y., Korobeynikov G., Piatysotska S., Gaziyevev S. (2025). Methodology for Assessing Spatial Perception in Martial Arts. *Applied Sciences*, 15(6):3413. <https://doi.org/10.3390/app15063413>
31. Russo, G., & Ottoboni, G. (2019). The perceptual-cognitive skills of combat sports athletes: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, 44, 60-78. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.05.004>
32. Sacripanti, A., & Ahmedov, F. (2021). Judo Combat: Time-Motion Analysis and Biomechanical Approach. *The Arts and Sciences of Judo*, 1(1), 126-139.
33. Smith, D. J., Norris, S. R., & Hogg, J. M. (2002). Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sports medicine*, 32(9), 539-554. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232090-00001>
34. Soriano, D., Iruña, A., Tarragó, R., Tayot, P., Milà-Villaroel, R., & Iglesias, X. (2019). Time-motion analysis during elite judo combats (defragmenting the gripping time). *Archives of Budo*, 15, 33-43.
35. Stanley, E. (2020). Maximal punching performance in amateur boxing: An examination of biomechanical and physical performance-related characteristics. (Doctoral dissertation). University of Chester, UK.
36. Tsaklis, P. (2023). Does neuromotor training accelerate football-specific decision making outcomes in professional football players over two seasons? *Science Performance and Science Reports*, 212(1).
37. Vandenbogaerde, T. J., Hopkins, W. G., & Pyne, D. B. (2012). A competition-based design to assess performance of a squad of elite athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(12), 2423-2427. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318267c029>
38. Zemková, E. (2022). Cognition and motion: Sensory processing and motor skill performance in athletic training and rehabilitation. *Applied Sciences*, 12(20), 10345. <https://doi.org/10.3390/app122010345>

АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТУРИСТИЧНИХ ДЕСТИНАЦІЙ У ПАРАДИГМІ БЕЗБАР'ЄРНОСТІ

ADAPTATION POTENTIAL OF TOURIST DESTINATIONS IN THE BARRIER-FREE PARADIGM

Безугла Л. С.¹, Камушков О. С.², Любчук О. К.³

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

²Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна

³Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро, Україна

ORCID: 0000-0002-6520-4325

ORCID: 0000-0002-0453-6545

ORCID: 0000-0002-7450-4741

Liudmyla Bezuhla¹, Olexandr Kamushkov², Olha Liubchuk³

¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

²Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine

³Priazovsky State Technical University, Dnipro, Ukraine

Анотації

Вступ. Оцінка адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у парадигмі безбар'єрності передбачає здатність туристичних систем інтегрувати принципи інклюзивності та доступності для людей з інвалідністю, осіб похилого віку, родин з дітьми та інших груп із особливими потребами мобільності. Безбар'єрний туризм є не лише соціальним імперативом, але й стратегічним чинником підвищення конкурентоспроможності, сталості та інноваційності туристичних дестинацій.

Мета дослідження – концептуалізація поняття «адаптаційний потенціал» як багатовимірної категорії, визначення його детермінант та розробка комплексної моделі вимірювання рівня доступності у міжнародному вимірі.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження стали поєднання теоретичних та емпіричних підходів, включаючи критичний аналіз наукових джерел, міжнародних стандартів та національних нормативно-правових актів, а також статистичних даних з ресурсів Airbnb, Booking.com та Світового банку, на підставі чого було розроблено та апробовано економіко-математичну модель.

Результати. Для кількісної оцінки адаптаційного потенціалу було запропоновано економіко-математичну модель, побудовану на методі головних компонент, кореляційному аналізі та нормалізації показників. Дана модель інтегрує фактори соціальної інклюзії, економічні та інфраструктурні характеристики, індикатори рівня життя й екологічної стійкості, формуючи інтегральний індекс адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій (ІАПТ). Отримані результати свідчать про суттєву диференціацію між досліджуваними країнами, зокрема найвищі значення індексу зафіксовано у Франції (0,743), Швеції (0,740) та Німеччині (0,727), що демонструє ефективність системних підходів до розвитку безбар'єрного туризму, розвинену інфраструктуру та інтеграцію принципів інклюзивності у державну політику. До групи країн із середнім рівнем адаптаційного потенціалу належать Нідерланди, Фінляндія, Італія та Іспанія (0,569–0,691), які характеризуються позитивними зрушеннями, проте потребують посилення транспортної доступності та інфраструктурної збалансованості. Польща (0,291) та Чехія (0,390) демонструють фрагментарний рівень адаптаційної спроможності, а Україна (0,060) посідає останнє місце, що свідчить про критичну недостатність інфраструктурних рішень, відсутність комплексної нормативної бази та обмежений інституційний супровід. Порівняльний аналіз понад 50 показників підтвердив тісний зв'язок між рівнем економічного розвитку, інклюзивними соціальними політиками, якістю транспортної та цифрової інфраструктури та здатністю формувати інклюзивне туристичне середовище. Практична значущість запропонованої моделі полягає в тому, що вона може бути застосована для внутрішнього туризму на регіональному та локальному рівнях. Регіон як туристична дестинація має достатню кількість параметрів, які можливо виміряти, зіставити та інтерпретувати через агреговані

Висновки. Дослідження довело, що адаптаційний потенціал туристичних дестинацій є інтегративною категорією, яка визначається сукупністю соціально-економічних, інституційних, інфраструктурних та екологічних факторів. Запропонована модель забезпечує науково обґрунтований інструмент для міжнародних порівнянь та моніторингу політик у сфері інклюзивного туризму. Для країн з низьким рівнем адаптаційного потенціалу першочерговими завданнями є інвестиції у модернізацію транспортної та соціальної інфраструктури, гармонізація законодавства з

європейськими стандартами та цифровізація туристичних сервісів.

Ключові слова: адаптаційний потенціал, безбар'єрний туризм, інклюзивність, туристична дестинація, інфраструктурна доступність, соціальна інклюзія.

Introduction. Assessing the adaptive potential of tourist destinations in the barrier-free paradigm involves the ability of tourism systems to integrate the principles of inclusion and accessibility for people with disabilities, the elderly, families with children and other groups with special mobility needs. Barrier-free tourism is not only a social imperative, but also a strategic factor in increasing the competitiveness, sustainability and innovation of tourist destinations.

Objective. To conceptualize the concept of "adaptive potential" as a multidimensional category, identify its determinants, and develop a comprehensive model for measuring the level of accessibility in the international dimension.

Methods. The methodological framework combines theoretical and empirical approaches, including a critical review of scholarly literature, international standards, and national regulatory frameworks, as well as statistical data obtained from Airbnb, Booking.com, and the World Bank, on the basis of which an economic and mathematical model was developed and tested.

Results. For quantitative assessment of an adaptation potential, an economic-mathematical model was proposed, based on principal component analysis, correlation analysis, and data normalization. The model integrates factors of social inclusion, economic and infrastructural characteristics, indicators of living standards, and environmental sustainability, thereby generating an integral index of the adaptation potential of tourist destinations (*IAPT*). The findings indicate significant differentiation across the countries analyzed. The highest index values were recorded for France (0.743), Sweden (0.740), and Germany (0.727), demonstrating the effectiveness of systemic approaches to barrier-free tourism development, advanced infrastructure, and integration of inclusivity into state policy. Countries with medium adaptation potential include the Netherlands, Finland, Italy, and Spain (0.569–0.691), which show positive progress yet require improvements in transport accessibility and infrastructural balance. Poland (0.291) and the Czech Republic (0.390) display a fragmented adaptation capacity, while Ukraine (0.060) ranks last, reflecting critical insufficiency in infrastructural solutions, the absence of a comprehensive regulatory framework, and limited institutional support. A comparative analysis of more than 50 indicators confirmed a strong correlation between economic development, inclusive social policies, the quality of transport and digital infrastructure, and the ability to create an inclusive tourism environment. The practical significance of the proposed model lies in the fact that it can be applied to domestic tourism at the regional and local levels. The region as a tourist destination has a sufficient number of parameters that can be measured, compared and interpreted through aggregated.

Conclusions. The study demonstrates that the adaptation potential of tourist destinations is an integrative category determined by a combination of socio-economic, institutional, infrastructural, and environmental factors. The proposed model provides a scientifically grounded tool for cross-country comparisons and for monitoring inclusivity policies in tourism. For countries with low adaptation potential, priority measures include investments in the modernization of transport and social infrastructure, harmonization of legislation with European standards, and the digitalization of tourism services.

Key words: adaptation potential, barrier-free tourism, inclusivity, tourist destination, infrastructural accessibility, social inclusion.

Вступ. Сучасний туризм зазнає трансформаційних змін, спрямованих на забезпечення доступності туристичних послуг для всіх категорій населення, включаючи осіб з обмеженими фізичними можливостями, літніх людей, сімей з малими дітьми та інших груп, що потребують спеціальних умов для подорожей. Безбар'єрний туризм як складова інклюзивного підходу стає важливим напрямом у формуванні стійкої та соціально відповідальної туристичної індустрії. Даний напрям туризму сприяє не лише розширенню можливостей для туристів, а й створенню сприятливих умов для соціальної інтеграції, економічного розвитку регіонів та підвищення конкурентоспроможності туристичних дестинацій.

Концепція адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій передбачає їхню здатність до модернізації та впровадження інноваційних рішень, що сприяють забезпеченню безбар'єрного доступу до туристичних об'єктів, транспорту, інфраструктури та сервісу. Адаптація туристичних дестинацій до потреб осіб із різними рівнями мобільності передбачає не лише фізичні зміни в інфраструктурі, але й реформування сервісної політики, навчання персоналу та впровадження

цифрових технологій, що полегшують взаємодію туристів з об'єктами індустрії гостинності.

Дослідження даної теми є актуальним, оскільки світова практика демонструє зростаючий попит на доступний туризм, що, у свою чергу, вимагає удосконалення механізмів управління туристичними дестинаціями. За оцінками Всесвітньої туристичної організації (UNWTO), понад 15% світового населення має певні обмеження у мобільності, що створює значний сегмент потенційних туристів, які потребують спеціально адаптованих послуг [21]. Впровадження безбар'єрних рішень сприяє підвищенню туристичної привабливості дестинацій та їх сталому розвитку [18].

Мета дослідження полягає у визначенні адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у контексті безбар'єрності, аналізі основних факторів, що впливають на його розвиток, та оцінці перспектив інтеграції інклюзивних рішень у туристичну сферу. Для досягнення цієї мети необхідно дослідити нормативно-правові аспекти, інфраструктурні умови, соціальні очікування туристів та економічні вигоди від реалізації безбар'єрного підходу. Зокрема, важливо врахувати роль державної політики, міжнародних стандартів доступності та успішного досвіду країн, що досягли

значного прогресу у впровадженні безбар'єрних ініціатив.

Методологічною основою дослідження є аналіз літературних джерел, статистичних даних, міжнародних стандартів і нормативно-правових актів, а також практичні кейси адаптації туристичних DESTINAЦІЙ. Вивчення адаптаційного потенціалу туристичних DESTINAЦІЙ сприятиме формуванню науково обґрунтованих рекомендацій щодо розвитку інклюзивного туризму та розширенню можливостей для соціально відповідального ведення туристичного бізнесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному науковому дискурсі проблема безбар'єрності в туризмі дедалі частіше розглядається крізь призму адаптаційного потенціалу DESTINAЦІЙ до потреб осіб з обмеженою мобільністю, а також людей похилого віку. Визначення факторів, що забезпечують сталу інклюзію, охоплює соціальні, інфраструктурні, правові та культурні аспекти, що підтверджується низкою актуальних досліджень.

Так, у роботі [2] здійснено комплексну оцінку бар'єр-фри туризму в контексті сталого розвитку у Кіпрі. Автори акцентують на важливості стратегічного планування інфраструктурних рішень та участі місцевих громад у формуванні середовища, інклюзивного для всіх категорій туристів. Дослідження підкреслює, що безбар'єрний туризм має не лише соціальний, а й економічний вимір, сприяючи підвищенню туристичної привабливості DESTINAЦІЙ. В дослідженні [4] вводять концептуальний перехід від туризму для осіб з інвалідністю до ширшого поняття доступного туризму, що базується на універсальному дизайні та принципах рівності, зокрема в частині інклюзії в сфері рекреаційного природокористування в урбоекосистемах. Дане дослідження, наряду із [5], надає теоретичне підґрунтя для осмислення безбар'єрності як елементу стратегії сталого розвитку туристичних систем.

Farkas J. та ін. у міждисциплінарному дослідженні [6] висвітлюють роль філософських та культурних контекстів у формуванні моделей доступності. Вони стверджують, що бар'єри можуть виникати не лише у фізичному, а й у семантичному та інституційному просторах, і пропонують розглядати туризм як складну мережу соціальних відносин та етичних зобов'язань. Питання старіння населення й демографічного тиску на туристичну інфраструктуру розглядається в працях [3, 9, 11]. У цих дослідженнях висвітлено потребу у спеціалізованих послугах, адаптації об'єктів туризму до фізичних обмежень старших туристів, а також врахування когнітивних і емоційних чинників. Так, в [10] виявлено, що задоволення від подорожі тісно корелює з рівнем доступності та зручності DESTINAЦІЙ, а в [11] використано метод важливості-порівняльної ефективності (ІРА) для ідентифікації ключових атрибутів «дружного» до людей похилого віку туризму. Mute і Meroka-Mutua [14] у контексті африканського континенту аналізують правові механізми впровадження безбар'єрного середовища, акцентуючи на значенні нормативної бази й контролю за її дотриманням. Їхній підхід ґрунтується на міждисциплінарному аналізі норм Африканської хартії прав людини.

Практичну складову проблематики висвітлюють дослідження [13, 15], які зосереджуються на інфраструктурних і емоційних бар'єрах, зокрема у контексті об'єктів культурної спадщини та готельної інфраструктури у «розумних містах». Їхні результати демонструють, що технологічні інновації можуть як усувати, так і створювати нові бар'єри, якщо не враховується різноманіття потреб користувачів. В роботах [12, 16] розглядається феномен спільного створення готельного сервісу спільно з людьми з обмеженою мобільністю, доводячи, що залучення таких груп до процесу планування та дизайну туристичних послуг сприяє створенню інклюзивного середовища, що відповідає реальним потребам.

Отже, проведений аналіз літературних джерел свідчить про багатовимірний характер адаптаційного потенціалу туристичних DESTINAЦІЙ. Він формується на перетині соціальних, економічних, правових, культурних та інфраструктурних факторів, а його ефективна реалізація можлива лише за умови інтегрованого підходу та активної міжсекторальної взаємодії. Безбар'єрність постає не лише як умова доступу, а як вияв ціннісного ставлення до різноманіття й гідності кожного туриста.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженні використано поєднання теоретичних і емпіричних підходів, що дозволило здійснити комплексну оцінку адаптаційного потенціалу туристичних DESTINAЦІЙ у парадигмі безбар'єрності. Інформаційну базу склали статистичні дані з міжнародних відкритих джерел (Airbnb, Booking.com, Світовий банк) [1, 19, 20], а також нормативно-правові акти та міжнародні стандарти доступності. Для досягнення мети було застосовано метод аналізу головних компонент, що дало змогу визначити вагові коефіцієнти показників соціальної інклюзії, інфраструктурної доступності, рівня життя та екологічної стійкості. Показники нормалізовано з урахуванням міжкраїнових відмінностей, що забезпечило можливість формування інтегрального індексу адаптаційного потенціалу туристичних DESTINAЦІЙ (ІАПТ). Кореляційний аналіз дозволив виявити взаємозв'язки між соціально-економічними та інфраструктурними факторами, які визначають рівень інклюзивності. Для перевірки надійності результатів застосовано сценарне моделювання, що враховує варіативність вихідних параметрів. Отримані дані інтерпретовано за допомогою графічних і табличних методів візуалізації, що дало змогу виявити диференціацію між країнами за рівнем розвитку безбар'єрного туризму. Запропонований методичний підхід є інтегрованим інструментом оцінки, придатним для подальшого застосування у порівняльних дослідженнях інклюзивності туристичної сфери.

Результати. Інклюзивний та безбар'єрний туризм – це концепції, спрямовані на створення умов для подорожей і відпочинку для всіх людей, незалежно від їх фізичних можливостей, віку чи інших особливостей. Даний вид туризму орієнтований на забезпечення доступності туристичних послуг, об'єктів і маршрутів для осіб з обмеженими фізичними можливостями, людей старшого віку, а також для родин з маленькими дітьми [17].

Виділено ключові аспекти інклюзивного та безбар'єрного туризму:

1. Доступність інфраструктури:

- підвищення доступності транспортних засобів (автобуси, потяги, літаки), готелів, ресторанів, музеїв та інших туристичних об'єктів;

- встановлення пандусів, ліфтів, спеціальних місць для паркування, а також розширення дверей для людей з обмеженими можливостями.

2. Інформаційна доступність:

- пропозиція послуг для осіб з порушеннями слуху (субтитри, жестова мова);

- адаптація інформаційних матеріалів для людей з порушеннями зору (шрифт Брайля, аудіогіди, тактильні карти).

3. Сервіси для осіб з інвалідністю:

- наявність спеціалізованих засобів пересування (інвалідні візки, електричні коляски);

- програмування маршрутів, враховуючи потреби людей з обмеженими можливостями (спеціальні туристичні маршрути, які включають доступні місця для відпочинку та огляду).

4. Урахування потреб літніх людей і батьків з дітьми:

- створення умов для зручного пересування на всіх етапах подорожі, від аеропорту до готелю, включаючи доступність санвузлів, зручні сидіння тощо;

- пропозиція спеціальних турів і активностей, адаптованих під різні вікові категорії.

5. Соціальна інклюзія:

- заохочення до участі в подорожах осіб з різними фізичними можливостями;

- підвищення обізнаності серед туристичних компаній, громадських організацій і місцевих мешканців про важливість створення безбар'єрного середовища.

Інклюзивний туризм має свої переваги: справедливість та рівність (забезпечення рівних можливостей для всіх людей для подорожей та відпочинку; розвиток туризму (розширення ринку за рахунок залучення туристів з обмеженими можливостями); соціальна відповідальність (туристичні компанії, що забезпечують безбар'єрний доступ, демонструють свою готовність до соціальної відповідальності і підтримки різних груп населення). Інклюзивний туризм стає важливою частиною глобального розвитку туризму, адже він допомагає зробити подорожі доступними та комфортними для кожного.

Вибір країн для дослідження адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у парадигмі безбар'єрності ґрунтується на комплексному аналізі соціально-економічних характеристик, рівня розвитку інфраструктури, залученості до міжнародного туристичного ринку, а також стратегій інтеграції принципів інклюзивності та безбар'єрного доступу. Досліджувані країни охоплюють як економічно розвинені держави Західної та Північної Європи, так і країни Центрально-Східної Європи, що демонструють високі темпи трансформації туристичної інфраструктури.

Європейський Союз активно впроваджує політику безбар'єрного туризму, що знаходить відображення в

національних програмах держав-членів. Вибрані країни демонструють різні підходи до реалізації цих стратегій, що дозволяє здійснити порівняльний аналіз ефективності державної політики у сфері інклюзивного туризму. Важливими критеріями відбору стали рівень урбанізації, доступність транспортної інфраструктури, а також географічна диверсифікація туристичних потоків. Країни, включені до аналізу, представляють як високотехнологічні урбанізовані регіони, так і території з розвинутою природною рекреацією, що дозволяє оцінити особливості впровадження безбар'єрного середовища в різних умовах [17].

Серед досліджуваних країн Україна є прикладом держави, що перебуває у процесі трансформації туристичного сектору та інтеграції європейських стандартів доступності. Аналіз її адаптаційного потенціалу дозволить оцінити ефективність впровадження безбар'єрних ініціатив у країні з пострадянським досвідом. Німеччина є одним із лідерів Європи у сфері інклюзивного туризму, що має розвинену інфраструктуру для осіб з обмеженими можливостями. Франція вирізняється потужною туристичною індустрією та активним розвитком програм доступного туризму, особливо у великих містах та музеях. Швеція демонструє високий рівень соціальної відповідальності та впровадження інноваційних технологій для безбар'єрного пересування, тоді як Італія, як туристична дестинація світового масштабу, потребує адаптації своєї історичної архітектурної спадщини для осіб з інвалідністю. Іспанія, що є однією з провідних туристичних країн світу, демонструє успішні практики інклюзивного туризму, зокрема в курортних регіонах. Польща, як представник Центрально-Східної Європи, демонструє динамічний розвиток туристичної інфраструктури та активну адаптацію стандартів ЄС у сфері безбар'єрного середовища. Обрані країни дозволяють дослідити широкий спектр соціально-економічних, політичних та інфраструктурних аспектів адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у парадигмі безбар'єрності, що сприяє формуванню комплексного уявлення про ефективність безбар'єрного туризму в різних контекстах.

Для порівняння з Україною в темі інклюзивного або безбар'єрного туризму обрано країни з різними рівнями розвитку інклюзивності, законодавчих ініціатив та туристичної доступності. В таблиці 1 проаналізовано кількість апартаментів з елементами доступного середовища в досліджуваних країнах світу. Аналіз даних, наведених у таблиці 1, є необхідним для оцінки рівня доступності житлового фонду, призначеного для туристів з обмеженими можливостями, у досліджуваних країнах світу. Вивчення адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у парадигмі безбар'єрності вимагає системного аналізу не лише загальної туристичної інфраструктури, а й специфічних аспектів розміщення осіб із фізичними обмеженнями. Одним із ключових критеріїв оцінки інклюзивного туризму є доступність житла, що має відповідати потребам цієї категорії мандрівників.

Таблиця 1

Кількість апартаментів з елементами доступного середовища в досліджуваних країнах станом на березень 2025 року (Airbnb.com)

Країна	Гостьовий вхід і парковка	Спальня	Ванна	Обладнання для доступності	Є усе
Україна	0	1	0	0	0
Німеччина	169	236	23	8	2
Франція	568	502	121	26	2
Швеція	4	10	0	2	0
Італія	105	143	22	3	2
Іспанія	77	98	30	7	1
Польща	6	11	2	0	0
Чехія	6	9	0	0	0
Нідерланди	27	32	6	1	1
Фінляндія	8	7	0	0	0

Джерело: складено авторами за даними [1]

Таблиця 2

Кількість апартаментів з елементами доступного середовища в номері в досліджуваних країнах станом на березень 2025 року (booking.com)

Країна	Приміщення повністю знаходиться на першому поверсі	Ліфт для доступу до верхніх поверхів	Повністю підходить для гостей з обмеженими фізичними можливостями	Підходить для гостей на кріслах колісних	Душова з низьким бортом або без борту
Україна	977	1490	400	185	1098
Німеччина	7590	5913	1891	2278	6053
Франція	8694	3974	3412	2687	8282
Швеція	655	364	325	290	444
Італія	12458	5599	5261	3462	6036
Іспанія	3922	4646	3174	2152	3251
Польща	4244	6354	2721	1343	5775
Чехія	665	480	247	342	299
Нідерланди	213	260	86	148	313
Фінляндія	531	396	255	223	350

Джерело: складено авторами за даними [19]

Дані таблиці 1 дозволяють здійснити порівняльний аналіз кількості апартаментів із елементами доступного середовища в різних країнах, що дає змогу оцінити ступінь інтеграції принципів інклюзивності в туристичний сектор. Окремі параметри – наявність гостьового входу та парковки, адаптованої спальні, ванної кімнати, спеціального обладнання для доступності – відображають ключові аспекти комфорту та безпеки туристів з особливими потребами. Важливим показником є також категорія «Є усе», що вказує на кількість апартаментів, які комплексно відповідають усім критеріям безбар'єрності. Зазначені критерії доступного середовища є ключовими для оцінки інклюзивності житлової інфраструктури у сфері туристичного розміщення.

Результати аналізу демонструють значну диспропорцію між країнами з високим рівнем соціальної інтеграції осіб з інвалідністю (Німеччина, Франція, Італія, Іспанія) та країнами, де безбар'єрний туризм лише розвивається (Україна, Польща, Чехія, Фінляндія). Значні показники Франції та Німеччини свідчать про системний підхід до інклюзивного житла, тоді як

надзвичайно низькі значення України вказують на відсутність достатньої уваги до цієї проблеми. Аналіз результатів дослідження дозволяє зробити кілька важливих висновків щодо доступності туристичних об'єктів у контексті безбар'єрного туризму. По-перше, значна варіативність виявлена серед досліджуваних країн. Лідерами за кількістю апартаментів з елементами доступного середовища є Німеччина та Франція, що відображає високий рівень інфраструктурної адаптації та сприяння інклюзивному туризму в цих країнах. Німеччина, зокрема, має 169 апартаментів, що передбачають відповідний гостьовий вхід і парковку, а також 236 апартаментів, що мають елементи доступності у спальнях, що свідчить про вражаючі масштаби розвитку цієї інфраструктури.

Натомість, деякі країни, зокрема Україна, Швеція та Польща, продемонстрували значно менші показники. В Україні на момент дослідження було виявлено лише один апартамент з доступною спальнею, що вказує на необхідність значних змін в інфраструктурі для осіб з обмеженими можливостями. Швеція, незважаючи на свою прогресивність у сфері соціальних політик, має

лише 4 апартаменти з доступним гостьовим входом і парковою, що свідчить про потенціал для подальшого розвитку доступного туризму. Країни, як Італія, Іспанія та Польща, мають помірковану кількість таких апартаментів, що вказує на певний прогрес у розвитку безбар'єрної інфраструктури, проте потребують подальших зусиль для забезпечення широкої доступності туристичних об'єктів для всіх верств населення. В цілому, отримані дані демонструють, що країни Західної Європи, такі як Німеччина та Франція, мають кращу ситуацію щодо впровадження елементів доступного середовища у туристичну інфраструктуру, порівняно з країнами Східної Європи. Даний факт вказує на необхідність впровадження комплексних політик і стратегій на підтримку безбар'єрного туризму в країнах з менш розвинутою інфраструктурою для осіб з інвалідністю. Для подальшого дослідження в таблиці 2 проаналізовано кількість апартаментів з елементами доступного середовища в номері в досліджуваних країнах світу станом на березень 2025 року.

Аналіз показників, що відображають доступність для гостей з обмеженими фізичними можливостями, вказує на значну різницю між досліджуваними країнами. Найбільша кількість апартаментів, що забезпечують доступність для осіб з обмеженими можливостями, зафіксована в Італії, де понад 12 тисяч апартаментів розташовані на першому поверсі або мають ліфти для доступу до верхніх поверхів. Даний факт свідчить про високий рівень інфраструктурної адаптації для забезпечення доступу осіб з інвалідністю до туристичних послуг. Франція і Німеччина також демонструють значний потенціал у цій сфері, з понад 8 тисячами апартаментів, що задовольняють вимоги безбар'єрності, що є показником їхнього прогресивного підходу до створення інклюзивної туристичної інфраструктури. Натомість, країни, такі як Нідерланди, Чехія та Швеція, мають значно меншу кількість апартаментів, що відповідають критеріям доступності. В Нідерландах і Чехії відзначається особливо мала кількість апартаментів, які можуть вважатися повністю підходящими для гостей з інвалідними візками або для осіб з обмеженими фізичними можливостями, що вказує на необхідність активного розвитку безбар'єрної інфраструктури в цих країнах.

Загалом, таблиця 2 відображає суттєву залежність рівня доступності туристичних об'єктів від країни, що може бути обумовлено різними факторами, включаючи економічний розвиток, політичну волю та соціальні ініціативи щодо підтримки осіб з інвалідністю. Найвищі показники зафіксовані в розвинених країнах Європи, таких як Італія, Франція і Німеччина, де вже впроваджено комплексні стратегії щодо створення безбар'єрної інфраструктури. Водночас, країни з менш розвинутою інфраструктурою, зокрема Нідерланди та Чехія, потребують подальших зусиль для покращення доступності своїх туристичних об'єктів. Для дослідження адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у

парадигмі безбар'єрності проаналізовано індикатори соціальної інклюзії та доступності; економічні та інфраструктурні фактори; індикатори, пов'язані з рівнем життя та рівнем розвитку суспільства; показники екологічної стійкості і безпеки.

В таблиці 3 проаналізовано індикатори соціальної інклюзії та доступності в досліджуваних країнах.

Аналіз засвідчує значний рівень забезпечення базових соціальних потреб населення у більшості досліджуваних європейських країн у середньому за період 2004–2024 років. Розглянуті показники – частка міського населення, доступ до базових послуг водопостачання та санітарії, а також електрифікація – є ключовими маркерами якості життя, соціальної справедливості та потенціалу для розвитку інклюзивного, безбар'єрного середовища.

Усі досліджувані країни, окрім України та Польщі, демонструють практично повне охоплення населення базовими водопровідними, санітарними послугами та електроенергією (понад 99 %), що свідчить про високий рівень інфраструктурної забезпеченості та стабільну реалізацію соціальних стандартів. Абсолютні значення у таких країнах, як Німеччина, Франція, Іспанія, Фінляндія та Нідерланди, вказують на сформоване інституційне середовище, спрямоване на забезпечення рівного доступу до життєво необхідних ресурсів, що є фундаментом інклюзивної туристичної політики. У контексті урбанізованості, найвищі значення частки міського населення спостерігаються у Швеції (86,23 %), Нідерландах (88,63 %) та Фінляндії (84,55 %), що створює сприятливі передумови для розвитку сучасної міської туристичної інфраструктури з інклюзивними характеристиками. (узагальнені дані наведені в табл. 4). Дані відображають нижчі показники в Італії (69,40 %), Україні (68,90 %) та Польщі (60,60 %) можуть бути маркером нерівномірного просторового розвитку, що ускладнює створення доступних середовищ у менш урбанізованих регіонах [4].

Аналіз індикаторів соціальної інклюзії та доступності засвідчує значний рівень забезпечення базових соціальних потреб населення у більшості досліджуваних європейських країн у середньому за період 2004–2023 років. Розглянуті показники – частка міського населення, доступ до базових послуг водопостачання та санітарії, а також електрифікація – є ключовими маркерами якості життя, соціальної справедливості та потенціалу для розвитку.

Німеччина, незважаючи на меншу кількість прибуттів, характеризується надзвичайно високим рівнем інфраструктурної підтримки, зокрема за показниками залізничного транспорту та логістичної якості (4,32 бала за індексом LPI), що створює передумови для ефективної реалізації стратегій безбар'єрності.

Таблиця 3

Індикатори соціальної інклюзії та доступності, в середньому за 2004-2024 рр.

Країна	Міське населення (% від загальної чисельності населення)	Люди, які користуються базовими послугами питного водопостачання (% від населення)	Люди, які користуються базовими санітарними послугами (% від населення)	Доступ до електроенергії (% населення)
Україна	68,90	94,62	96,72	99,91
Німеччина	77,01	100,00	99,22	100,00
Франція	79,29	100,00	98,65	100,00
Швеція	86,23	99,64	99,00	100,00
Італія	69,40	99,84	99,89	100,00
Іспанія	79,27	99,96	99,89	100,00
Польща	60,60	95,49	95,76	99,95
Чехія	73,64685	99,86	99,13	100,00
Нідерланди	88,63	100,00	97,78	100,00
Фінляндія	84,55	100,00	99,45	100,00

Джерело: розраховано авторами за [3; 20]

Таблиця 4

Економічні та інфраструктурні фактори в середньому за 2004-2023 рр.

Країна	Міжнародний туризм, надходження (у доларах США)	Міжнародний туризм, кількість прибуттів	Залізничні лінії (загальний кілометраж)
Україна*	3654235294,12	19149529,41	21675,09
Німеччина	51100062500,00	28694411,76	33676,46
Франція	61608705882,35	194400352,94	29396,99
Швеція	9870285714,29	6877705,88	9807,56
Італія	41858500000,00	74091505,97	16792,28
Іспанія	-	99926705,88	15338,84
Польща	11235470588,24	70040062,50	19119,83
Чехія	7342352941,18	27231875,00	9453,14
Нідерланди	19066170019,53	12760823,53	2942,60
Фінляндія	4482823529,41	3146882,35	5903,89
Україна	42069,06	2,46	118,89
Німеччина	85390,12	4,32	119,07
Франція	99470,44	3,94	99,62
Швеція	11183,83	4,15	118,38
Італія	47560,22	3,74	142,58
Іспанія	23124,08	3,71	110,09
Польща	18284,28	3,10	121,50
Чехія	7649,67	3,19	123,51
Нідерланди	15814,28	4,23	116,78
Фінляндія	3850,67	3,96	131,75

Джерело: розраховано авторами за [21]

Країни Скандинавського регіону та Бенілюксу, зокрема Швеція, Фінляндія та Нідерланди, демонструють високу якість логістичної інфраструктури та значну насиченість мобільними підключеннями (понад 116 на 100 осіб), що може сприяти розвитку цифрових сервісів, критично важливих для осіб з обмеженою мобільністю. Водночас країни Центральної та Східної Європи, зокрема Польща, Чехія та особливо Україна, демонструють нижчі значення ключових показників. Так, Україна має найнижчі середньорічні обсяги пасажирських перевезень залізничним транспортом (42 млрд пасажиро-кілометрів) та показник логістичної ефективності (2,46), що сигналізує про недостатній рівень інфраструктурної доступності та потребу в модернізації транспортних мереж для

забезпечення базових умов мобільності туристів з особливими потребами. Необхідно також відзначити високий рівень проникнення мобільного зв'язку у всіх країнах, що створює сприятливе підґрунтя для впровадження мобільних додатків з інформацією про доступні туристичні послуги та цифрові інструменти навігації у просторі, зокрема для осіб з порушеннями зору та слуху.

Отже, результати порівняльного аналізу засвідчують, що високий рівень інфраструктурного розвитку та економічної залученості до міжнародного туризму корелює з більшими можливостями щодо формування інклюзивного середовища в туристичних дестинаціях. Отже, для підвищення адаптаційного потенціалу туристичних систем країн, що розвиваються, необхідне

цілеспрямоване інвестування в модернізацію транспортної логістики, цифрову трансформацію послуг і забезпечення універсального дизайну туристичної інфраструктури. В таблиці 5 розглянуто індикатори, пов'язані з рівнем життя та рівнем розвитку суспільства.

Проаналізовані у таблиці 5 середньозважені показники за 2004–2024 роки дозволяють здійснити комплексну порівняльну характеристику досліджуваних країн за ключовими індикаторами, що відображають рівень життя населення та загальний соціально-економічний розвиток суспільства. Узагальнені дані свідчать про значну диференціацію між країнами за всіма включеними критеріями.

Найвищі значення валового внутрішнього продукту на душу населення демонструють Швеція, Нідерланди та Німеччина, що корелює з високими значеннями індексу людського капіталу (НСІ) і часткою зайнятих у сфері послуг. Така економічна структура є типовою для розвинених постіндустріальних країн, де переважає сфера послуг із високою доданою вартістю. Україна суттєво поступається іншим країнам за абсолютними значеннями ВВП на душу населення (3286,62 дол. США) та індексом людського капіталу (0,64), що вказує на потребу у зміцненні інституційної спроможності, підвищенні якості освіти, охорони здоров'я та стимулюванні інноваційної активності.

Доцільно відмітити, що країни зі стабільно високим рівнем ВВП та людського капіталу, зокрема Фінляндія, Нідерланди і Швеція, демонструють також високі обсяги енергоспоживання на душу населення, що опосередковано свідчить про розвинену інфраструктуру, індустріальну базу та рівень добробуту. Водночас, саме дані країни характеризуються надзвичайно високими показниками поновлюваних внутрішніх водних ресурсів

на душу населення, що є важливим індикатором екологічної стійкості.

Аналіз приросту валового національного доходу на душу населення (GNI per capita growth) демонструє найвищу динаміку у Польщі (3,87%), що свідчить про ефективність реалізованих економічних реформ та успішне інтегрування у європейський економічний простір. Натомість Італія, Іспанія та Франція демонструють відносно низькі темпи приросту, що може бути наслідком структурних труднощів, ригідності ринку праці чи демографічних чинників.

Отже, виявлені диспропорції між країнами підтверджують високий ступінь неоднорідності в темпах і результатах соціально-економічного розвитку в Європейському просторі. Вони також підкреслюють актуальність подальшого дослідження взаємозв'язків між рівнем життя, якістю людського капіталу та ресурсною забезпеченістю для формування сталих та інклюзивних моделей соціально-економічного зростання в умовах сучасних глобальних викликів. В таблиці 6 проаналізовано показники екологічної стійкості та безпеки. Дані свідчать про суттєві відмінності в екологічному навантаженні та політичній безпеці туристичних дестинацій. Зокрема, найбільше антропогенне навантаження на довкілля у вигляді викидів вуглецю спостерігається у Фінляндії (9,65 т/особу), Нідерландах (9,44 т/особу) та Німеччині (9,14 т/особу), що може бути пов'язано з високим рівнем індустріалізації та транспортної інтенсивності. Водночас, країни з нижчими рівнями викидів, зокрема Швеція (4,47 т/особу) та Чехія (4,47 т/особу), демонструють ефективніші підходи до впровадження екологічно збалансованих політик.

Таблиця 5

Індикатори, пов'язані з рівнем життя та рівнем розвитку суспільства, в середньому за 2004-2024 роки

Країна	ВВП на душу населення (у доларах США)	Індекс людського капіталу (0-1)	% від загальної зайнятості у сфері послуг (змодельована оцінка МОП)	Споживання енергії (кг нафтового еквіваленту на душу населення)	Зростання ВНД на душу населення (річне у %)	Відновлювані внутрішні ресурси прісної води на душу населення (кубічні метри)
Україна	3286,62	0,64	58,20	2784,03	1,51	1206,69
Німеччина	44130,86	0,77	70,06	3958,26	1,27	1305,40
Франція	40382,95	0,76	75,54	3983,26	0,68	3055,53
Швеція	53657,64	0,79	78,42	5334,22	1,47	17870,43
Італія	34875,94	0,75	68,26	2884,29	0,12	3069,99
Іспанія	29469,18	0,73	72,71	2859,34	0,46	2417,49
Польща	13610,87	0,74	56,96	2523,53	3,87	1408,62
Чехія	20745,06	0,76	58,52	4193,46	1,93	1256,15
Нідерланди	51300,70	0,80	79,99	4745,54	1,10	656,08
Фінляндія	40382,95	0,81	72,57	6551,47	0,54	19822,38

Джерело: розраховано авторами за [20]

Таблиця 6

Екологічна стійкість і безпека, в середньому за 2004-2024 роки

Країна	Викиди CO ₂ (т на душу населення)	Повітряний транспорт, перевезені пасажирів	Політична стабільність та відсутність насильства/тероризму: оцінка
Україна	5,39	4379660,14	-0,90
Німеччина	9,14	97116777,48	0,77
Франція	5,11	58660477,14	0,37
Швеція	4,47	43129591,08	1,10
Італія	6,44	28466264,98	0,43
Іспанія	6,13	55903505,76	0,07
Польща	7,94	5030158,03	0,67
Чехія	4,47	4561245,35	0,97
Нідерланди	9,44	31454262,24	0,93
Фінляндія	9,65	9389827,52	1,24

Джерело: розраховано авторами за [20]

Доцільно відмітити, що країни зі стабільно високим рівнем ВВП та людського капіталу, зокрема Фінляндія, Нідерланди і Швеція, демонструють також високі обсяги енергоспоживання на душу населення, що опосередковано свідчить про розвинену інфраструктуру, індустріальну базу та рівень добробуту. Водночас, саме дані країни характеризуються надзвичайно високими показниками поновлюваних внутрішніх водних ресурсів на душу населення, що є важливим індикатором екологічної стійкості.

Аналіз приросту валового національного доходу на душу населення (GNI per capita growth) демонструє найвищу динаміку у Польщі (3,87%), що свідчить про ефективність реалізованих економічних реформ та успішне інтегрування у європейський економічний простір. Натомість Італія, Іспанія та Франція демонструють відносно низькі темпи приросту, що може бути наслідком структурних труднощів, ригідності ринку праці чи демографічних чинників.

Отже, виявлені диспропорції між країнами підтверджують високий ступінь неоднорідності в темпах і результатах соціально-економічного розвитку в Європейському просторі. Вони також підкреслюють актуальність подальшого дослідження взаємозв'язків між рівнем життя, якістю людського капіталу та ресурсною забезпеченістю для формування сталих та інклюзивних моделей соціально-економічного зростання в умовах сучасних глобальних викликів. В таблиці 6 проаналізовано показники екологічної стійкості та безпеки. Дані свідчать про суттєві відмінності в екологічному навантаженні та політичній безпеці туристичних destinations. Зокрема, найбільше антропогенне навантаження на довкілля у вигляді викидів вуглецю спостерігається у Фінляндії (9,65 т/особу), Нідерландах (9,44 т/особу) та Німеччині (9,14 т/особу), що може бути пов'язано з високим рівнем індустріалізації та транспортної інтенсивності. Водночас, країни з нижчими рівнями викидів, зокрема Швеція (4,47 т/особу) та Чехія (4,47 т/особу), демонструють ефективніші підходи до впровадження екологічно збалансованих політик.

Щодо авіаційної мобільності, показник пасажирських перевезень через повітряний транспорт є індикатором не лише рівня туристичної активності, а й потенційного тиску на довкілля. Найвищі значення зафіксовано в

Німеччині (понад 97 млн. пасажирів) і Франції (понад 58 млн), що підтверджує їх статус як глобальних транспортно-туристичних хабів. Для порівняння, Україна та країни Східної Європи характеризуються значно нижчим пасажиропотоком, що опосередковано свідчить про менш розвинену авіаційну інфраструктуру та обмежену інтеграцію в глобальні туристичні потоки.

Індекс політичної стабільності є важливим критерієм безпеки туристичних destinations. Найвищий рівень стабільності спостерігається у Фінляндії (1,24), Швеції (1,10), Нідерландах (0,93) та Чехії (0,97), що вказує на високий рівень довіри до систем управління, низький ризик соціальних потрясінь і сприятливі умови для формування сталої туристичної політики. Водночас негативне значення даного індексу в Україні (-0,90) свідчить про хронічні проблеми з політичною турбулентністю, що є вагомим стримувальним чинником для реалізації повноцінного потенціалу безпечного та сталого туризму.

Загалом, результати аналізу дозволяють зробити висновок про існування чіткої диференціації країн за рівнем екологічної стійкості та безпеки, що має бути враховано при розробці стратегій адаптації туристичних destinations у контексті парадигми безбар'єрності. Високі екологічні стандарти в поєднанні з політичною стабільністю створюють передумови для успішної трансформації туристичної сфери відповідно до вимог сталого та інклюзивного розвитку.

Розвиток безбар'єрного туризму є одним із ключових напрямів соціально-економічної політики в умовах глобалізації та зростаючої урбанізації. Оцінка адаптаційного потенціалу туристичних destinations потребує комплексного підходу, що враховує соціально-економічні, інфраструктурні та екологічні фактори. Запропонована економіко-математична модель оцінки адаптаційного потенціалу туристичних destinations у парадигмі безбар'єрності базується на принципах багатофакторного аналізу та передбачає використання методів стохастичного моделювання для оцінки інтегрального показника безбар'єрності туристичної інфраструктури.

Модель оцінки адаптаційного потенціалу туристичних destinations у парадигмі безбар'єрності

побудована на інтеграції макроекономічних індикаторів, показників соціальної інклюзії та доступності, інфраструктурних характеристик і екологічної стійкості. Основними вхідними змінними є:

- індикатори соціальної інклюзії та доступності (IS): Urban Population (U), Access to Basic Drinking Water (W), Access to Basic Sanitation (S), Access to Electricity;
- економічні та інфраструктурні фактори (EI): Tourism Receipts (T), Number of International Arrivals (A), Rail Infrastructure Quality, Mobile Connectivity Index (M);
- індикатори рівня життя (LI): GDP per capita (G), Employment in Services (ES), Human Capital Index (HCI);
- екологічна стійкість і безпека (ESB): CO2 Emissions, Air Transport Mobility (AT), Political Stability Index (PS).

Запропоновано агрегований показник, що оцінює рівень безбар'єрності туризму (інтегральний індекс адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій (IAPT)):

$$IAPT = \alpha IS + \beta EI + \gamma + \delta ESB \quad (1)$$

де α , β , γ , δ – вагові коефіцієнти, визначені методом аналізу головних компонент.

Для порівняння країн змінні нормалізуються за формулою:

$$X'_i = \frac{X_i - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (2)$$

де X'_i – нормалізоване значення показника для країни.

Далі було використано метод парних кореляційних залежностей між показниками для моделювання кореляційних залежностей і визначення взаємного впливу факторів.

$$\text{Corr}(X, Y) = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

де X , Y – дві змінні, що аналізуються.

Далі розглянуто алгоритм реалізації запропонованої моделі:

- 1) збір та нормалізація даних із відкритих джерел (Airbnb, Booking.com, Світовий банк);
- 2) розрахунок вагових коефіцієнтів методом головних

компонент;

3) обчислення інтегрального індексу IAPT для кожної країни;

4) аналіз чутливості моделі через сценарне моделювання змін вхідних параметрів;

5) візуалізація та інтерпретація результатів за допомогою графіків та карт безбар'єрності туристичних дестинацій.

Запропонована модель оцінки адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у парадигмі безбар'єрності дозволяє: оцінити рівень безбар'єрності туристичних дестинацій; визначити критичні фактори, що впливають на адаптаційний потенціал; запропонувати управлінські рішення щодо покращення інфраструктури та соціальної доступності; виявити географічні регіони з найбільшою потребою в адаптаційних заходах. Розроблена економіко-математична модель є дієвим інструментом аналізу безбар'єрності туристичних дестинацій. Її застосування дозволяє оцінити рівень адаптивності туристичних регіонів до потреб осіб з обмеженими можливостями та сприяти формуванню стратегії сталого розвитку безбар'єрного туризму.

Результати проведеного аналізу дали змогу здійснити комплексну кількісну оцінку адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у контексті реалізації принципів безбар'єрності. Апробація запропонованої економіко-математичної моделі на вибірці з десяти європейських країн дозволила виявити істотні відмінності у рівнях сформованості відповідної інфраструктурної, соціально-економічної та інституційної бази, що забезпечує інклюзивність туристичних послуг.

Лідерські позиції за величиною інтегрального показника адаптаційного потенціалу посідають Франція (0,743), Швеція (0,740) та Німеччина (0,727), що свідчить про високу ефективність реалізації системних підходів до розбудови доступного туристичного середовища. Зазначені країни демонструють зразковий рівень інфраструктурного забезпечення безбар'єрності, розвинену систему соціального захисту, активну інституційну підтримку маломобільних груп населення, а також високі показники цифровізації туризму.

Таблиця 7

Результати розрахунку адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій у парадигмі безбар'єрності для досліджуваних країн

Країна	Адаптаційний потенціал
Франція	0,743
Швеція	0,740
Німеччина	0,727
Нідерланди	0,691
Фінляндія	0,591
Італія	0,569
Чехія	0,390
Польща	0,291
Україна	0,060
Іспанія	0,571

Джерело: розраховано авторами

До групи країн із середнім рівнем адаптаційного потенціалу віднесено Нідерланди (0,691), Фінляндію (0,591), Італію (0,569) та Іспанію (0,571), що свідчить про наявність достатнього потенціалу для інтеграції безбар'єрних практик, проте з потребою посилення системності у впровадженні інклюзивних рішень, особливо в контексті логістичної доступності та міжрегіональної інфраструктурної збалансованості. Натомість Чехія (0,390) та Польща (0,291) демонструють фрагментарний рівень адаптаційної спроможності туристичних destinations. Виявлено недостатню інтеграцію принципів безбар'єрності в стратегічне планування туристичного розвитку, обмежену інституційну підтримку та нерівномірність розподілу доступної інфраструктури між урбанізованими та периферійними територіями.

Найнижчі значення інтегрального показника зафіксовано в Україні (0,060), що вказує на критично низький рівень адаптаційного потенціалу в сфері туризму з погляду безбар'єрності. Така ситуація обумовлена сукупністю негативних чинників: обмеженим рівнем фінансування інфраструктурних проєктів, відсутністю єдиної нормативно-правової платформи щодо інклюзивного туризму, недосконалою системою соціальної підтримки та недостатньою обізнаністю населення щодо концепції безбар'єрного середовища.

Практична значущість запропонованої моделі полягає в тому, що вона може бути застосована для внутрішнього туризму на регіональному та локальному рівнях. Регіон як туристична destination має достатню кількість параметрів, які можливо виміряти, зіставити та інтерпретувати через агреговані індикатори соціальної інклюзії, доступності, економічної активності й інфраструктурної забезпеченості. Застосування моделі в цьому масштабі потребує послідовного перенесення логіки первинних розрахунків, розроблених для країн, на внутрішньорегіональні дані. Процедура передбачає:

- 1) збір статистичних даних на рівні області або туристичного регіону (регіональні управління статистики, органи влади, місцеві туристичні організації та електронні реєстри інфраструктурних об'єктів);
- 2) нормалізацію показників, аналогічну до процедури, проведеної на макрорівні – для забезпечення порівнюваності різнорідних даних;
- 3) розрахунок інтегрального індексу та вагових коефіцієнтів, отриманих методом головних компонент, оскільки він забезпечує баланс між різними типами факторів і не потребує коригування при переході до субнаціонального рівня, якщо структура даних зберігає пропорційність.

На завершальному етапі індекс піддається інтерпретації через порівняння між регіонами або в динаміці одного регіону впродовж певного періоду. Саме динамічний вимір є критично важливим для регіонального управління, оскільки дає змогу оцінити ефективність інвестиційних програм або політик у сфері доступності й туризму.

Застосування моделі на локальному рівні потребує більш ретельного аналітичного підходу, оскільки громада, місто або окремий туристичний кластер не завжди генерують повний набір статистичних даних,

необхідних для коректного функціонування моделі. Частина показників може бути недоступною або ж мати низьку варіативність. У таких випадках доцільно адаптувати модель, використовуючи принцип збереження структури, але з обмеженням кількості індикаторів і більшою залежністю від якісних інтерпретацій.

Під час застосування моделі на локальному рівні важливо усвідомлювати її аналітичні межі. Інтегральний показник може відображати лише загальні тенденції і не здатен охопити дрібномасштабні особливості, такі як бар'єри, пов'язані з рельєфом, станом історичної забудови [8] або інституційною слабкістю окремих громад. Локальні відмінності нерідко зумовлені людським фактором – здатністю громади мобілізувати ресурси, створити інклюзивні ініціативи або налагодити співпрацю з бізнесом і громадськими організаціями – що не може бути безпосередньо закладене в модель, засновану на кількісних індикаторах. Тому саме на локальному рівні модель не замінює, а лише доповнює експертні оцінки і результати аудитів доступності.

Дискусія. У контексті наукового осмислення теми адаптаційного потенціалу туристичних destinations у парадигмі безбар'єрності, попри наявність значного масиву досліджень щодо бар'єрного туризму, інклюзивності та доступності для осіб з інвалідністю, наукова думка зосереджувалась переважно на описово-аналітичному рівні, а не на системному кількісному моделюванні цього явища. Попередні дослідження, виконані зокрема [2; 5; 6], актуалізували питання безбар'єрного простору через призму сталого розвитку, людських прав і культурних трансформацій, однак вони не дали відповіді на питання про наявність адаптаційного потенціалу як комплексної здатності туристичних destinations до перетворення в інклюзивні середовища на міжкраїновому рівні з урахуванням соціо-економічних, інфраструктурних та політичних детермінант. Більшість досліджень зосереджуються або на аналізі фізичних та соціальних бар'єрів, або на поведінкових і мотиваційних аспектах старших туристів. Водночас, позбавленою належного наукового опрацювання залишається системна міждисциплінарна оцінка здатності туристичних destinations до інституційної, інфраструктурної та соціокультурної трансформації в напрямі безбар'єрності, що проявляється в адаптаційному потенціалі цих середовищ.

У сучасній науковій парадигмі виявлено недостатню увагу до кількісного оцінювання адаптаційного потенціалу туристичних destinations у вимірах міжкраїнових порівнянь та економіко-математичного моделювання інклюзивної трансформаційної здатності інфраструктури, сервісу, політики та культури destinations. Таким чином, незважаючи на наявність досліджень, що вивчають елементи безбар'єрного туризму як частину сталого розвитку, відсутня комплексна модель, яка б дозволяла інтегрально вимірювати потенціал інклюзивної трансформації туристичної destination; враховувала макроекономічні, інституційні, технологічні, соціально-культурні та екологічні фактори; давала змогу здійснювати порівняльний аналіз і виявляти фактори адаптаційної нерівності між країнами або регіонами. В межах даної

наукової проблеми було здійснено теоретико-методологічну розробку індексу адаптаційного потенціалу безбар'єрного туризму, що ґрунтується на багатофакторному підході з використанням сучасних інструментів економіко-математичного моделювання.

Впровадження безбар'єрного туризму в Україні наразі стримується низкою системних перепон, що потребую розробки відповідних рекомендацій. Передусім виявлено відсутність комплексного підходу до формування безбар'єрного середовища на різних рівнях управління – державному, регіональному та місцевому. Це призвело до фрагментарності зусиль: окремі ініціативи реалізуються, але без узгодженості між собою вони не складаються в цілісну стратегію. Наприклад, в дослідженні [7] проаналізовані інноваційні стратегії розвитку регіонів, в тому числі з точки зору безбар'єрності. В роботі [8] вивчаються аспекти фізичної доступності з точки зору особливостей просторового планування місцевих громад. Однак в контексті реалізації адаптаційного потенціалу туристичних місцевостей, важливо застосовувати саме багаторівневий підхід: центральні органи влади мають встановлювати стандарти і забезпечувати ресурси, регіональні адміністрації – адаптувати ці стандарти до специфіки області та контролювати виконання, а місцева влада й громади – безпосередньо втілювати зміни на місцях.

З інфраструктурної точки зору пріоритетним завданням є модернізація та відбудова туристичних об'єктів на основі принципів універсального дизайну. Масштабна повоєнна відбудова країни відкриває вікно можливостей для інтеграції стандартів безбар'єрності. Життєво необхідні системи (ліфти, електропідйомники, освітлення та звукові індикатори) повинні бути забезпечені резервним живленням, аби люди з інвалідністю не залишалися без доступу до основних сервісів під час відключень електроенергії. Таким чином, інфраструктурна безбар'єрність має розглядатись як невід'ємна складова якісної і стійкої туристичної дестинації.

З огляду на політичні та управлінські чинники, необхідне зміцнення міжвідомчої та міжрівневої координації у сфері туризму. Проголошення безбар'єрності національним пріоритетом (зокрема ухвалення у 2021 році Національної стратегії безбар'єрності до 2030 року) повинно підкріплюватися дієвими механізмами реалізації у туристичній галузі. Не менш важливо налагодити системний моніторинг прогресу: регулярний аудит стану безбар'єрності туристичних об'єктів та публічне звітування сприятимуть підвищенню відповідальності всіх залучених сторін.

Соціальний контекст впровадження безбар'єрного туризму вимагає акценту на людському вимірі. Необхідно впроваджувати програми навчання і підготовки кадрів туристичної сфери з питань роботи з людьми, що мають інвалідність чи інші особливі потреби. Також актуальним завданням є посилення комунікації про вже створені безбар'єрні маршрути і об'єкти: якщо українські та іноземні туристи отримуватимуть більше інформації про доступні локації, це підвищить затребуваність таких місць і стимулюватиме інших учасників ринку.

Висновки. У результаті проведеного дослідження було встановлено, що адаптаційний потенціал туристичних дестинацій у сучасних умовах трансформації глобального туристичного середовища є комплексною категорією, що інтегрує соціальні, економічні, інфраструктурні та інституційні параметри, здатні забезпечити інклюзивність і доступність туристичних послуг для всіх категорій населення, зокрема для осіб з інвалідністю, літніх людей та інших вразливих груп.

У рамках дослідження було запропоновано економіко-математичну модель оцінки адаптаційного потенціалу туристичних дестинацій, що базується на багатофакторному підході та дозволяє кількісно оцінити ступінь безбар'єрності туристичної інфраструктури за низкою релевантних показників. Інтеграція таких компонентів, як індекс соціальної інклюзії, інфраструктурної доступності, економічної стійкості та екологічної безпеки, дає змогу здійснювати комплексну порівняльну оцінку туристичних дестинацій у міждержавному вимірі.

Проведений аналіз емпіричних даних засвідчив значну варіативність рівнів адаптаційного потенціалу в межах різних країн, що зумовлено як специфікою національного регулювання туристичної галузі, так і ступенем розвитку інфраструктури, що враховує потреби осіб з інвалідністю. Встановлено, що високий рівень адаптаційного потенціалу властивий тим країнам, де безбар'єрність інтегрована в державну політику сталого розвитку, а також підтримується належною інституційною та фінансовою базою.

Інформація про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Це дослідження було виконано в рамках проєкту «Забезпечення інклюзивних рекреаційних послуг: психологічна підтримка, доступність та адаптивність» (ДРН 0125U000047), який реалізується за підтримки Міністерства освіти і науки України.

Bibliography

1. Агрегатор короткострокової оренди помешкань Airbnb. URL: <https://www.airbnb.com.ua/>
2. Altinay F., Altinay Z., Altinay M., Dagli G. Evaluation of the Barrier-Free Tourism and Sustainability of the Barrier-Free Society in Cyprus. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. Vol. 9, No. 4. P. 137. DOI: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n4p137>
3. Andrusiv U., Zelinska H., Kupalova H., Bezuhla L., Bieloborodova M. The Influence of the Ecological Situation in Ukraine on the Life Expectancy and Health of the Population. *Ekológia (Bratislava)*. 2024. No. 43(2). P. 219–226. DOI: <https://doi.org/10.2478/eko-2024-0023>
4. Bezuhla L., Bieloborodova M., Bondarenko L., Herasymenko T. Recreation Areas Optimisation and Nature Exploitation in Urban Ecosystems. *Kwartalnik naukowy Studia Regionalne i Lokalne*. 2023. № 3(93) 2023. P. 55–68. <https://doi.org/10.7366/1509499539304>
5. Bieloborodova M., Voloshin V., Belopolsky N., Bessonova S., Bondarenko L. Testing the Environmental Kuznets Curve as an indicator for ecological tourism active development in Ukraine. *Proceed. of XV International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”*, 17–19 Nov. 2021, Kyiv, Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K2010>
6. Farkas J., Raffay Z., Pallás E. I., Fekete-Frojimovics Z., Zsamóczy M. B., Dávid L. D. Contexts of Networking and Travelling in the Light of Buddhist “Wisdom” and Life Philosophy – Management of Accessibility and Barrier Generation in Tourism. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(18). P. 11123. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141811123>

7. Ignatieva I., Serbenivska A., Orel A., Bieloborodova M., Bondarenko L. Innovative Approaches in the System of Regional Development Strategizing. *Review of Economics and Finance*. 2022. Vol. 20. P. 605–611. DOI: <https://doi.org/10.55365/1923.x2022.20.69>
8. Koshkaldal I., Anoprienko T., Klochko T., Bieloborodova M., Bessonova A. The Comprehensive Plan of the Territory Spatial Development as a Prospective Plan of United Territorial Communities Development. *Review of Economics and Finance*. 2022. Vol. 20. P. 617–622. DOI: <https://doi.org/10.55365/1923.x2022.20.71>
9. Kuo C. M., Chen L. H., Liu C. H. Is it all about religious faith? Exploring the value of contemporary pilgrimage among senior travelers. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*. 2019. Vol. 24(5). P. 379–392. DOI: <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1572632>
10. Lee C. F. An Investigation of Factors Determining Destination Satisfaction and Travel Frequency of Senior Travelers. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*. 2016. Vol. 17(4). P. 471–495. DOI: <https://doi.org/10.1080/1528008X.2015.1127195>
11. Liew S. L., Hussin S. R., Abdullah N. H. Attributes of Senior-Friendly Tourism Destinations for Current and Future Senior Tourists: An Importance-Performance Analysis Approach. *SAGE Open*. 2021. Vol. 11(1). DOI: <https://doi.org/10.1177/2158244021998658>
12. Losada N., Alén E., Cotos-Yáñez T. R., Domínguez T. Spatial heterogeneity in Spain for senior travel behavior. *Tourism Management*. 2019. Vol. 70. P. 444–452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.011>
13. Majeed S., Gon Kim W. Emerging trends in wellness tourism: A scoping review. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*. 2023. Vol. 6(2). P. 853–873. DOI: <https://doi.org/10.1108/JHTI-02-2022-0046>
14. Mute L. M., Meroka-Mutua A. K. Leveraging Continental Norms and Mechanisms to Enhance Barrier-Free Access for Pedestrians with Disabilities in Kenya. *Laws*. 2024. Vol. 13(2). P. 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/laws13020011>
15. Omi F. S., Md Ali Z., Hussein H. Beyond barriers: an exploration of accessibility challenges and emotional experiences in inclusive heritage visitation at Lalbagh Fort, Dhaka. *Planning Malaysia*. 2024. Vol. 22(32). DOI: <https://doi.org/10.21837/pm.v22i32.1513>
16. Pearl M. C. Lin, Peng K.-L., Ren L., Lin C.-W. Hospitality co-creation with mobility-impaired people. *International Journal of Hospitality Management*. 2019. Vol. 77. P. 492–503. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.08.013>
17. Seal P. P., Senthil Kumaran P. A Conceptual Framework for Barrier Free Hotels in Smart Cities. *Journal of Applied Management – Jidnyasa*. 2018. Vol. 10(1). P. 1–11. URL: <http://www.simsjam.net/index.php/Jidnyasa/article/view/128223>
18. Roman M., Wojcieszak-Zbierska M. Health Tourism – Subject of Scientific Research: A Literature Review and Cluster Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph20010480>
19. Unified aggregator Booking. URL: <https://www.booking.com/index.uk.html>
20. World Bank Group. Data 360. Dataset: World Development Indicators (WDI). 1960–2024. URL: <https://data360.worldbank.org/en/search?themeAndTopics=P4%3BP3>
21. World Tourism Organization & Eurostat. Tourism statistics. 2025. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism_statistics
- Urban Ecosystems. *Kwartalnik naukowy Studia Regionalne i Lokalne*, 3(93), 55–68. <https://doi.org/10.7366/1509499539304>
5. Bieloborodova, M., Voloshin, V., Belopolsky, N., Bessonova, S., & Bondarenko, L. (2021). Testing the Environmental Kuznets Curve as an indicator for ecological tourism active development in Ukraine. *Proceed. of XV International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”*, 17–19 Nov. 2021, Kyiv, Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K2010>
6. Farkas, J., Raffay, Z., Pallás, E. I., Fekete-Frojimovics, Z., Zsarnóczy, M. B., & Dávid, L. D. (2022). Contexts of networking and travelling in the light of Buddhist “wisdom” and life philosophy – Management of accessibility and barrier generation in tourism. *Sustainability*, 14(18), 11123. <https://doi.org/10.3390/su141811123>
7. Ignatieva, I., Serbenivska, A., Orel, A., Bieloborodova, M., & Bondarenko, L. (2022). Innovative Approaches in the System of Regional Development Strategizing. *Review of Economics and Finance*, 20. 605–611. <https://doi.org/10.55365/1923.x2022.20.69>
8. Koshkaldal, I., Anoprienko, T., Klochko, T., Bieloborodova, M., & Bessonova, A. (2022). The Comprehensive Plan of the Territory Spatial Development as a Prospective Plan of United Territorial Communities Development. *Review of Economics and Finance*, 20. 617–622. <https://doi.org/10.55365/1923.x2022.20.71>
9. Kuo, C. M., Chen, L. H., & Liu, C. H. (2019). Is it all about religious faith? Exploring the value of contemporary pilgrimage among senior travelers. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 24(5), 379–392. <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1572632>
10. Lee, C. F. (2016). An investigation of factors determining destination satisfaction and travel frequency of senior travelers. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 17(4), 471–495. <https://doi.org/10.1080/1528008X.2015.1127195>
11. Liew, S. L., Hussin, S. R., & Abdullah, N. H. (2021). Attributes of senior-friendly tourism destinations for current and future senior tourists: An importance-performance analysis approach. *SAGE Open*, 11(1). <https://doi.org/10.1177/2158244021998658>
12. Losada, N., Alén, E., Cotos-Yáñez, T. R., & Domínguez, T. (2019). Spatial heterogeneity in Spain for senior travel behavior. *Tourism Management*, 70, 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.011>
13. Majeed, S., & Gon Kim, W. (2023). Emerging trends in wellness tourism: A scoping review. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, 6(2), 853–873. <https://doi.org/10.1108/JHTI-02-2022-0046>
14. Mute, L. M., & Meroka-Mutua, A. K. (2024). Leveraging continental norms and mechanisms to enhance barrier-free access for pedestrians with disabilities in Kenya. *Laws*, 13(2), 11. <https://doi.org/10.3390/laws13020011>
15. Omi, F. S., Md, Ali Z., & Hussein, H. (2024). Beyond barriers: an exploration of accessibility challenges and emotional experiences in inclusive heritage visitation at Lalbagh Fort, Dhaka. *Planning Malaysia*, 22(32). <https://doi.org/10.21837/pm.v22i32.1513>
16. Pearl M. C. Lin, Peng K.-L., Ren, L., & Lin, C.-W. (2019). Hospitality co-creation with mobility-impaired people. *International Journal of Hospitality Management*, 77, 492–503. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.08.013>
17. Seal, P. P., & Senthil Kumaran, P. A. (2018). Conceptual Framework for Barrier Free Hotels in Smart Cities. *Journal of Applied Management – Jidnyasa*, 10(1), 1–11. <http://www.simsjam.net/index.php/Jidnyasa/article/view/128223>
18. Roman, M., Roman, M., & Wojcieszak-Zbierska, M. (2023). Health Tourism – Subject of Scientific Research: A Literature Review and Cluster Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph20010480>
19. Unified aggregator Booking. <https://www.booking.com/index.uk.html>
20. World Bank Group. Data 360. Dataset: World Development Indicators (WDI). (1960–2024). <https://data360.worldbank.org/en/search?themeAndTopics=P4%3BP3>
21. World Tourism Organization & Eurostat. (2025). Tourism statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism_statistics

References

1. Airbnb. Aggregator of short-term rental housing. Retrieved from <https://www.airbnb.com.ua/>
2. Altinay, F., Altinay, Z., Altinay, M., & Dagli, G. (2020). Evaluation of the barrier-free tourism and sustainability of the barrier-free society in Cyprus. *European Journal of Sustainable Development*, 9(4), 137. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n4p137>
3. Andrusiv, U., Zelinska, H., Kupalova, H., Bezuhla, L., & Bieloborodova, M. (2024). The influence of the ecological situation in Ukraine on the life expectancy and health of the population. *Ekológia (Bratislava)*, 43(2), 219–226. <https://doi.org/10.2478/eko-2024-0023>
4. Bezuhla, L., Bieloborodova, M., Bondarenko, L., & Herasymenko, T. (2023). Recreation Areas Optimisation and Nature Exploitation in

ВОЛЕЙБОЛ ЯК КЛЮЧОВИЙ КОМПОНЕНТ ПРОГРАМ АДАПТИВНОГО СПОРТУ В СОЦІАЛІЗАЦІЇ ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ

VOLLEYBALL AS A KEY COMPONENT OF ADAPTIVE SPORTS PROGRAMS IN THE SOCIALIZATION OF WAR VETERANS

Годлевський П. М.¹, Бекас О. О.², Голяка С. К.³

¹Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

²Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського, м. Вінниця, Україна

³Херсонський державний університет, м. Херсон, Україна

ORCID: 0000-0001-8655-4546

ORCID: 0000-0002-7075-6335

ORCID: 0000-0001-6805-584X

Hodlevskiy P. M.¹, Bekas O. O.², Holiaka S. K.³

¹National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

²Vinnitsia M. Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnitsia, Ukraine

³Kherson State University, Kherson, Ukraine

Анотації

У статті за мету поставлено дослідити вплив волейболу (зокрема – сидячого/адаптованого волейболу) як компонента програм адаптивного спорту для соціальної, фізичної та психологічної адаптації ветеранів війни. У матеріалах проведено огляд ключових теоретичних підходів і емпіричних досліджень щодо впливу адаптивного спорту на якість життя, психічне здоров'я і соціальну інтеграцію ветеранів. На основі огляду пропонується структурована програма занять з адаптивного волейболу, критерії оцінювання моніторингу результатів (фізичні, психосоціальні, функціональні). У дослідженні брали участь 38 ветеранів війни. 18 ветеранів військових дій м. Рівне – основна група (ОГ) та 20 ветеранів військових дій Вінницької громади – контрольна група (КГ). Використовувалися наступні методи дослідження: огляд літератури, дослідження з попереднім і підсумковим тестуванням, стандартизовані анкети для оцінки якості життя та психологічного стану, інструменти оцінювання: фізичні показники (тест сили рук (кг) – динамометрія; тест витривалості – адаптований 6-хвилинний тест пересування (м); тест координації – «8-фігура» у сидячому або стоячому варіанті (с)); психологічні показники (PHQ-9 – депресивна симптоматика, PCL-5 – симптоми ПТСР); соціальна інтеграція (шкала соціальної активності (0–10 балів). Вимірювання проводилися до та після 12-тижневої програми.

Отримані результати свідчать, що сидячий волейбол – уніфікований та стандартизований вид адаптивного волейболу з міжнародними правилами і доведеною придатністю для людей з фізичними ушкодженнями (ампутаціями, ураженням спинного мозку тощо). Емпіричні дослідження вказують на позитивні ефекти участі в адаптивному спорті для ветеранів, зокрема в галузі соціальної інтеграції та психічного здоров'я. Розроблена комплексна 12-тижнева програма занять з адаптивного волейболу, з використанням індивідуальних траєкторій участі, які враховували рівень функціональних можливостей, наявні травми, психоемоційний стан та мотиваційні чинники – забезпечила статистично значуще покращення фізичних параметрів ветеранів. В ЕГ зафіксовано суттєве зростання сили рук (+6,3 кг; $p < 0.01$), покращення аеробної витривалості (+70 м; $p < 0.01$) та підвищення координаційних здібностей (–3,5 с; $p < 0.01$). У КГ зміни були мінімальними та статистично недостовірними, що підтверджує ефективність запропонованої програми. Психологічні показники учасників ЕГ також демонстрували виражений позитивний ефект втручання. Рівень депресії знизився на 6,2 бали ($p < 0.01$), а симптоми ПТСР – на 14,8 бали ($p < 0.01$). У КГ аналогічні зміни були незначними та статистично недостовірними. Показники соціальної взаємодії свідчать про те, що адаптивний волейбол сприяє підвищенню соціальної активності, залученості та відчуття підтримки спільноти. Приріст у ЕГ становив +3,2 бали ($p < 0.01$), тоді як у КГ майже не відбулися зміни.

Висновки. Сукупність отриманих результатів підтверджує, що адаптивний волейбол є ефективним інструментом багатовимірної реабілітації, оскільки одночасно впливає на фізичні, психоемоційні та соціальні компоненти відновлення. Його доцільно використовувати як ключовий елемент програм адаптивного спорту для ветеранів війни. Висока статистична значущість отриманих результатів ($p < 0.01$) засвідчує надійність, відтворюваність і практичну цінність застосованої програми фізичного впливу.

Ключові слова: адаптивний спорт, сидячий волейбол, ветерани війни, реабілітація, соціальна інтеграція.

The **article** aims to investigate the impact of volleyball (specifically, sitting/adapted volleyball) as a component of adaptive sports programs for the social, physical, and psychological adaptation of war veterans. The **materials** review of key theoretical approaches and empirical research on the impact of adaptive sports on the quality of life, mental health, and social integration of veterans was conducted. Based on the review, a structured program of adaptive volleyball classes is proposed, as well as criteria for evaluating and monitoring results (physical, psychosocial, functional). The study involved 38 war veterans. 18 war veterans from the city of Rivne – the main group (OG) and 20 war veterans from the Vinnytsia community – the control group (CG). The following research **methods were used**: literature review, studies with pre- and post-testing, standardized questionnaires for assessing quality of life and psychological state, assessment tools: physical indicators (arm strength test (kg) – dynamometry; endurance test – adapted 6-minute movement test (m); coordination test – “figure 8” in sitting or standing version (s)); psychological indicators (PHQ-9 – depressive symptoms, PCL-5 – PTSD symptoms); social integration (social activity scale (0–10 points). Measurements were taken before and after the 12-week program.

The **results** indicate that sitting volleyball is a unified and standardized type of adaptive volleyball with international rules and proven suitability for people with physical injuries (amputees, spinal cord injuries, etc.). Empirical research indicates positive effects of participation in adaptive sports for veterans, particularly in the areas of social integration and mental health. A comprehensive 12-week adaptive volleyball training program was developed, using individual participation trajectories that took into account the level of functional capabilities, existing injuries, psycho-emotional state, and motivational factors – it provided a statistically significant improvement in the physical parameters of veterans. In the EG, a significant increase in arm strength (+6.3 kg; $p < 0.01$), improvement in aerobic endurance (+70 m; $p < 0.01$) and increased coordination abilities (–3.5 s; $p < 0.01$) were recorded. In the CG, changes were minimal and statistically insignificant, which confirms the effectiveness of the proposed program. Psychological indicators of the EG participants also demonstrate a pronounced positive effect of the intervention. Depression levels decreased by 6.2 points ($p < 0.01$), and PTSD symptoms by 14.8 points ($p < 0.01$). In the CG, similar changes were insignificant and statistically insignificant. Social interaction measures suggest that adaptive volleyball promotes increased social activity, engagement, and a sense of community support. The increase in the EG was +3.2 points ($p < 0.01$), while there was almost no change in the CG. **Conclusions.** The totality of the obtained results confirms that adaptive volleyball is an effective tool of multidimensional rehabilitation, as it simultaneously affects the physical, psychoemotional and social components of recovery. It is advisable to use it as a key element of adaptive sports programs for war veterans. The high statistical significance of the obtained results ($p < 0.01$) indicates the reliability, reproducibility, and practical value of the applied physical impact program.

Key words: adaptive sports, sitting volleyball, war veterans, rehabilitation, social integration.

Вступ. Проблема реінтеграції ветеранів війни в соціум після повернення з воєнних дій набуває все більшої соціальної та наукової значущості. Втрата звичних ролей, фізичні травми, посттравматичні стани, соціальна ізоляція та складнощі працевлаштування формують комплекс перешкод, який суттєво ускладнює адаптацію колишніх військовослужбовців до мирного життя [9, 11, 12]. Адаптація ветеранів після участі у бойових діях є багатовимірним процесом, що охоплює відновлення фізичного здоров'я, корекцію психоемоційного стану та повернення до активного функціонування у сімейному й суспільному середовищі [13, 16, 18, 20].

Одним із ефективних інструментів реінтеграції є адаптивний спорт [1, 4, 19]. Волейбол у модифікованих формах (зокрема сидячий волейбол) є технічно зручним для адаптації під потреби учасників з ампутаціями, травмами опорно-рухового апарату та іншими функціональними порушеннями, пропонуючи при цьому колективну взаємодію та можливість участі у змагальній діяльності [5, 10, 14].

Наразі команда Міністерства у справах ветеранів України розпочала контрактування фахівців з абілітації – спеціалістів, які працюватимуть з ветеранами, ветеранками та членами їхніх родин, допомагаючи їм відновлюватися, адаптуватися й повертатися до активного життя. Відповідно до постанови КМУ №1476 від 07.11.2025 р., до обов'язкових напрямів роботи таких фахівців належать:

- підготовка індивідуального плану;

- відновлення та підтримання рухових і функціональних можливостей;
- формування навичок самостійності та самообслуговування;
- консультації щодо облаштування безпечного та функціонального середовища;
- підбір допоміжних засобів реабілітації;
- надання психологічної допомоги.

У цьому контексті адаптивний спорт і реабілітаційні спортивні програми постають не лише як засіб відновлення фізичного стану, а й як потужний інструмент психосоціальної реінтеграції, формування нових соціальних зв'язків і зміцнення самооцінки [6, 9, 11].

Волейбол, як масовий і колективний вид спорту, має низку характеристик, що роблять його особливо перспективним для включення у програми адаптивного спорту для ветеранів.

По-перше, командний характер гри – взаємодія, спільна відповідальність і необхідність координувати дії – сприяє розвитку комунікативних навичок та формуванню соціальної підтримки.

По-друге, волейбол дозволяє гнучко варіювати фізичне навантаження й технічні вимоги (зміна правил, використання сидячого волейболу, зменшення розміру майданчика тощо), що робить його доступним для людей з різним рівнем фізичної підготовленості та функціональних можливостей.

По-третє, цей вид спорту поєднує елементи аеробної та анаеробної роботи, вправи на координацію, баланс і

швидко-силові якості, що забезпечує комплексний реабілітаційний ефект [15, 17].

Водночас реалізація таких програм супроводжується низкою практичних викликів: забезпечення доступності спортивної інфраструктури, підготовка фахівців з адаптивного волейболу, налагодження між секторної взаємодії (медична сфера – соціальні служби – громадські організації), а також розробка методів оцінювання ефективності програм не лише з фізіологічної, а й із соціально-психологічної точки зору. На тлі зростаючої уваги суспільства до підтримки ветеранів війни особливої актуальності набуває створення доказових, масштабованих і культурно релевантних програм адаптивного спорту [2, 14, 15].

Метою статті є теоретично-методологічне обґрунтування волейболу як ключового компоненту програм адаптивного спорту, спрямованих на соціалізацію ветеранів війни.

Завдання дослідження включають: аналіз наявних підходів та доказової бази щодо використання волейболу в адаптивних програмах; визначення механізмів впливу волейболу на фізичне, психологічне та соціальне функціонування ветеранів; розробку і апробацію адаптованої програми волейболу з оцінюванням її результативності.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні брали участь 38 ветеранів війни з фізичними травмами та симптомами ПТСР, які отримали медичний допуск від лікаря (не допускалися учасники з нещодавніми серцево-судинними інцидентами без реабілітації, з неконтрольованою епілепсією та гострими інфекціями). Учасників розподілили на дві групи:

- експериментальна група (ЕГ) – $n = 18$ – участь у 12-тижневій програмі адаптивного волейболу у режимі – 3 заняття на тиждень по 60–90 хвилин;
- контрольна група (КГ) – $n = 20$ – реабілітаційні процедури без спортивного компоненту.

Вік учасників: 26–55 років, середній вік – $39,4 \pm 7,8$ років.

Для вирішення поставлених завдань були застосовані такі **методи дослідження**: аналіз і узагальнення науково-методичної літератури; інструменти оцінювання: фізичні показники (тест сили рук (кг) – динамометрія; тест витривалості – адаптований 6-хвилинний тест пересування (м); тест координації – «8-фігура» у сидячому або стоячому варіанті (с)); психологічні показники (РНQ-9 – депресивна симптоматика, PCL-5 – симптоми ПТСР); соціальна інтеграція (шкала соціальної активності (0–10 балів)). Вимірювання проводилися до та після 12-тижневої програми. Отримані результати дозволили оцінити ефективність волейболу як компоненту адаптивного спорту в контексті соціалізації ветеранів та виробити практичні рекомендації для його інтеграції в програми реабілітації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дослідження проводилося відповідно до теми науково-дослідної роботи «Комплексний підхід до використання рухової активності у спортивній діяльності, реабілітації та соціальній інтеграції осіб різного віку та функціональних можливостей» кафедри теорії та методики фізичного виховання Навчально-наукового інституту охорони здоров'я Національного

університету водного господарства та природокористування (Державний реєстраційний номер 0125U000668).

Результати дослідження. Емпіричні дослідження вказують на позитивні ефекти участі в адаптивному спорті для ветеранів, зокрема в галузі соціальної інтеграції та психічного здоров'я. Зокрема з практик у США, Європі та досліджень в Україні [3, 7, 8, 21], показує позитивні результати участі ветеранів у адаптивних спортивних програмах: покращення фізичної витривалості, зниження переживань, підвищення реінтеграції в громаду та професійної активності. Окремі національні дослідження в Україні підкреслюють значення сидячого волейболу в програмі реабілітації ветеранів та акцентують увагу на використанні спорту, як платформи для тренування локальних тренерів і створення мереж підтримки. Сидячий волейбол – уніфікований та стандартизований вид адаптивного волейболу з міжнародними правилами і доведеною придатністю для людей з фізичними ушкодженнями (ампутаціями, ураженням спинного мозку тощо). Крім того, існують проекти й методичні посібники, що адаптують правила волейболу для людей з різними рівнями обмежень (зменшений майданчик, зниження висоти сітки, дозволені технічні модифікації). Регіональні ініціативи (наприклад, в Україні, Австралії та ЄС) демонструють практичні моделі впровадження таких програм.

Нами розроблена програма занять з адаптивного волейболу, де за основу були взяті міжнародні рекомендації «[Move United](#)» та використання індивідуальних траєкторій участі, які враховують рівень функціональних можливостей, наявні травми, психоемоційний стан та мотиваційні чинники. Адаптації також передбачали використання сидячого варіанту для осіб з порушенням опори, регулювання висоти сітки, маркування майданчика, застосування м'яких м'ячів / легших м'ячів при необхідності, участь волонтерів / помічників. Первинна оцінка та медичний допуск були обов'язковими етапами.

Інтеграція відновлювальних процедур до структури занять включали вправи на розтягування, дихальні вправи, вправи на мобільність – щоб знизити ризик перевтоми та загострення хронічних травм.

Розминка включала: (10–15 хв) – мобілізаційні вправи, дихальні техніки. Основна частина тривала 35–70 хв. та містила силово-витривалісні вправи адаптованого типу (короткі інтервали, вправи з еластичними стрічками або гантелями за потреби), технічну роботу (15–20 хв) – передача, подача, прийом у сидячому/стоячому виконанні з модифікаціями; тактичні вправи/ігрові ситуації (15–25 хв) – міні-матчі, командна робота, соціальні ігри.

Заклучна частина проводилася для формування зворотного зв'язку і релаксації (5–10 хв): рефлексія, групове обговорення, аутогенне тренування.

Програма передбачала поступове та безпечне нарощування навантаження:

- адаптацію, оцінку функціонального стану та базові вправи (1–2 тижні) із помірною інтенсивністю;
- робота на техніку (подача, передача), вправи на витривалість (3–6 тижні), подальше збільшення обсягу

рухової активності відповідно до індивідуальної переносимості;

- тактичні вправи, міні-турніри, робота в командах (7–10 тижні);
- підсумкові змагання, індивідуальні цілі, план підтримки після програми (11–12 тижні).

По закінченню експерименту учасники ЕГ показали статистично значимі покращення у фізичних тестах порівняно з КГ (табл. 1.). В ЕГ зафіксовано статистично значуще збільшення *сили рук* з 28.4 ± 6.1 кг до 34.7 ± 5.8 кг ($\Delta = +6.3$ кг; $p < 0.01$). Отриманий приріст вказує на ефективність застосованої програми, адже зміни мають не лише практичну, а й високо достовірну статистичну значущість. У КГ покращення є незначним (+0.9 кг) і статистично недостовірним (n. s.), що вказує на відсутність суттєвих впливів стандартизованих програм.

В ЕГ (6-хвилинний тест) дистанція виконання збільшилась на 70 м ($412 \rightarrow 482$ м; $p < 0.01$), що свідчить про достовірне покращення загальної *аеробної витривалості*.

У КГ приріст становив лише 8 м ($418 \rightarrow 426$ м) і не досяг рівня статистичної значущості.

Координація рухів (тест «8-фігура») тривалість виконання тесту в ЕГ зменшилася з 17.6 ± 3.4 с до 14.1 ± 2.9 с ($\Delta = -3.5$ с; $p < 0.01$). Зниження часу підтверджує суттєве покращення точності та узгодженості рухів. У КГ зміни мінімальні (–0.4 с) та статистично недостовірні.

Усі три фізичні параметри демонструють чітко виражений позитивний ефект лише в ЕГ, тоді як у КГ

динаміка відсутня або незначна. Що підтверджує результативність застосованої програми фізичного впливу.

Аналіз *психологічних та соціальних показників* (табл. 2.) продемонстрував: у ЕГ рівень депресії значуще знизився $14.8 \pm 4.2 \rightarrow 8.6 \pm 3.9$ ($\Delta = -6.2$ бала; $p < 0.01$). Що вказує на виражене покращення емоційного стану, що може бути результатом комплексного психосоціального впливу програми.

У КГ показник практично не змінився (– 0.7 бала; n. s.).

Симптоми ПТСР (PCL-5) в ЕГ зафіксовано суттєве зниження $46.2 \pm 9.5 \rightarrow 31.4 \pm 8.8$ ($\Delta = -14.8$ бала; $p < 0.01$). У КГ– лише незначне зниження (–2.1 бала), яке не є статистично значущим.

Показник соціальної взаємодії зріс у ЕГ з 4.1 ± 1.3 до 7.3 ± 1.5 ($\Delta = +3.2$; $p < 0.01$), що свідчить про покращення соціальної залученості та інтеграції учасників. У КГ зміни незначні (+0.3 бала) і статистично недостовірні.

Отримані результати підтверджують, що експериментальна програма має високий ефект як на фізичні, так і на психологічні та соціальні показники учасників. Усі зміни в ЕГ є статистично значущими ($p < 0.01$), що свідчить про достовірність та надійність впливу втручання. КГ не демонструє суттєвих покращень, що підкреслює специфічність та ефективність застосованої методики.

Таблиця 1

Фізичні показники до і після експерименту

Показник	Групи	До експерименту (M $\pm$ SD)	Після експерименту (M $\pm$ SD)	Δ зміни	p
Сила рук (кг)	ЕГ	28.4 ± 6.1	34.7 ± 5.8	+6.3 кг	< 0.01
	КГ	27.9 ± 5.9	28.8 ± 6.0	+0.9 кг	n.s.
6-хв. тест (м)	ЕГ	412 ± 55	482 ± 61	+70 м	< 0.01
	КГ	418 ± 53	426 ± 50	+8 м	n.s.
Координація, 8-фігура (с)	ЕГ	17.6 ± 3.4	14.1 ± 2.9	–3.5 с	$p < 0.01$
	КГ	17.2 ± 3.6	16.8 ± 3.5	–0.4 с	n.s.

Таблиця 2

Психологічні й соціальні показники

Показник	Групи	До експерименту (M $\pm$ SD)	Після експерименту (M $\pm$ SD)	Δ зміни	p
PHQ-9 (0–27)	ЕГ	14.8 ± 4.2	8.6 ± 3.9	– 6.2 бала	$p < 0.01$
	КГ	14.1 ± 4.0	13.4 ± 3.8	– 0.7 бала	n.s.
PCL-5 (симптоми ПТСР)	ЕГ	46.2 ± 9.5	31.4 ± 8.8	– 14.8 бала	$p < 0.01$
	КГ	45.8 ± 9.2	43.7 ± 8.9	– 2.1 бала	n.s.
Соціальна активність (0–10)	ЕГ	4.1 ± 1.3	7.3 ± 1.5	+3.2 бала	$p < 0.01$
	КГ	4.0 ± 1.4	4.3 ± 1.5	+0.3 бала	n.s.

Дискусія. Проведений аналіз наукових джерел [1, 2, 10, 13, 16, 19, 20] засвідчує, що адаптивний спорт посідає важливе місце у процесі фізичної, психологічної та соціальної реабілітації ветеранів війни. Дослідники однозначно підкреслюють позитивний вплив систематичних занять на функціональні можливості, емоційний стан та формування соціальних зв'язків. Водночас, незважаючи на достатню кількість праць, присвячених загальним реабілітаційним програмам, наукові дані щодо використання саме адаптивного волейболу як складової комплексної соціалізації ветеранів є недостатньо систематизованими, що створює відповідну наукову прогалину.

Міжнародні дослідники N. Caddick і B. Smith [18] наголошують, що ефекти адаптивного спорту значною мірою залежать від типу фізичної активності, її інтенсивності й тривалості, рівня соціальної підтримки та індивідуальних характеристик учасників. Їхні висновки підкреслюють необхідність диференційованого підходу у виборі спортивних дисциплін, адже різні види спорту впливають на ветеранів по-різному. Проте в наукових роботах і надалі бракує досліджень, що комплексно порівнювали б специфічний ефект командних видів спорту, зокрема волейболу, із індивідуальними видами (плавання, фітнес, легка атлетика) [16].

Особливо гострою є відсутність робіт, де розглядалися б адаптивні модифікації правил волейболу, методики навчання ветеранів з різними травмами, а також довготривалі ефекти участі у таких програмах на процеси відновлення і соціальної інтеграції. Саме тому питання інтеграції волейболу у реабілітаційні траєкторії ветеранів потребує подальшого методичного, методологічного та практичного обґрунтування.

Вітчизняні автори, зокрема, О. Базильчук та ін. [3] підкреслюють, що адаптивний спорт є не лише засобом фізичного відновлення, а й критично важливим інструментом повернення відчуття ідентичності, соціальної цінності та включеності у спільноту. Для багатьох ветеранів відновлення ролі «члена команди» стає ключовим елементом подолання соціальної ізоляції та психологічних наслідків втрати попереднього способу життя. У цьому контексті адаптивний волейбол має суттєві переваги, адже поєднує фізичну активність із розвинуеною моделлю командної комунікації, співпраці та взаємної підтримки [14].

Повернення до командної діяльності має виражений психосоціальний ефект: формується почуття спільної мети, взаємної відповідальності, важливості особистого внеску, що сприяє підвищенню самооцінки та реінтеграції у цивільне життя. На думку дослідників [16, 19], такий формат взаємодії може компенсувати втрату військового колективу, що часто є одним з найскладніших аспектів для ветерана після демобілізації.

Зарубіжні та українські автори [3, 18, 20] вказують, що участь у командних видах спорту сприяє фармакоподібному немедикаментозному зниженню психоемоційної напруги, симптомів посттравматичного стресового розладу, тривожності й депресивних проявів. Регулярні структуровані заняття волейболом, за даними низки досліджень [14, 15], покращують координацію, силу, витривалість, а також стимулюють

нейропсихологічні процеси, пов'язані з відчуттям досягнення і контролю над власним тілом.

Caddick і Smith [18] підкреслюють: участь ветеранів у реабілітаційних спортивних програмах – це не просто тренувальний процес, а спосіб повернення до активного життя та можливість відчувати підтримку спільноти. Ефект використання волейболу у адаптивному спорті посилюється через командну динаміку, що стимулює соціальні зв'язки, відповідальність, взаємну емпатію та відновлення міжособистісних навичок.

Низка авторів [1, 21] наголошують, що ефективність адаптивного спорту значно зростає, коли він є частиною комплексної програми, яка включає фізіотерапевтичні методики, психологічну підтримку, індивідуальний супровід, оцінку функціональних можливостей та системний моніторинг прогресу. Попри це, дослідники [14, 17] акцентують увагу на недостатню кількість доказових моделей впровадження адаптивного волейболу, що враховували б:

- ✓ різні типи військових травм (ортопедичні, нейрореабілітаційні, психоемоційні);
- ✓ модифікації техніко-тактичної підготовки;
- ✓ індивідуальні рівні фізичної підготовленості;
- ✓ довготривалі соціальні ефекти;
- ✓ взаємодію з психологічними інтервенціями.

Окремі роботи авторів [10, 11] надають фрагментарні рекомендації, однак відсутня інтегрована модель, що дозволила б оцінити ефективність волейболу як ключового елементу реабілітаційних програм для ветеранів.

Синтез наукових джерел [1, 2, 3, 4] дає підстави стверджувати, що адаптивний волейбол має високий потенціал як інструмент соціалізації ветеранів, проте цей потенціал реалізовано недостатньо через відсутність стандартизованих програм, методичних рекомендацій і довгострокових емпіричних досліджень.

Висновки. Адаптивний волейбол (зокрема сидячий волейбол та його модифікації) є ефективним засобом фізичної, психологічної та соціальної реабілітації ветеранів війни. Наявні наукові дані та результати проведеного дослідження підтверджують його значний потенціал у відновленні функціональних можливостей і підвищенні якості життя учасників.

Доведено, що **комплексна 12-тижнева програма адаптивного волейболу** забезпечує статистично значуще покращення фізичних параметрів ветеранів. В ЕГ зафіксовано суттєве зростання сили рук (+6,3 кг; $p < 0.01$), покращення аеробної витривалості (+70 м; $p < 0.01$) та підвищення координаційних здібностей (–3,5 с; $p < 0.01$). У КГ зміни були мінімальними та статистично недостовірними, що підтверджує ефективність запропонованої програми.

Психологічні показники учасників ЕГ також демонструють **виражений позитивний ефект втручання**. Рівень депресії знизився на 6,2 бали ($p < 0.01$), а симптоми ПТСР – на 14,8 бали ($p < 0.01$). У КГ аналогічні зміни були незначними та статистично недостовірними.

Показники соціальної взаємодії свідчать про те, що адаптивний волейбол сприяє **підвищенню соціальної активності, залученості та відчуття підтримки**

спільноти. Приріст у ЕГ становив +3,2 бали ($p < 0.01$), тоді як у КГ майже не відбулися зміни.

Сукупність отриманих результатів підтверджує, що **адаптивний волейбол є ефективним інструментом багатовимірної реабілітації**, оскільки одночасно впливає на фізичні, психоемоційні та соціальні компоненти відновлення. Його доцільно використовувати як ключовий елемент програм адаптивного спорту для ветеранів війни.

Висока статистична значущість отриманих результатів ($p < 0.01$) засвідчує **надійність, відтворюваність і практичну цінність** застосованої програми фізичного впливу.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на **вивчення довгострокових ефектів реабілітації**, оптимізацію навантажень, індивідуалізацію тренувальних підходів та глибше дослідження механізмів, що визначають позитивний вплив адаптивного волейболу на ветеранів війни.

Конфлікт інтересів. Автори відзначають, що не існує ніякого конфлікту інтересів.

Література

- Алещенко В. Психологічна реабілітація учасників бойових дій: теоретико-методологічне обґрунтування моделі. Психологічний журнал, 2020. (3): 1–15. URL: <http://psyj.udpu.edu.ua/article/view/195935>
- Борисова О.О. Психореабілітація учасників/учасниць бойових дій як психологічна допомога другого рівня в Україні. Наукові записки. 2024. 1 (3): 9–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/cusu-psy-2024-1-1>
- Базильчук О., Базильчук С., Павлюк А. Досвід Сполучених Штатів Америки у застосуванні адаптивного спорту для соціалізації ветеранів із фізичними травмами. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective. 2025. 2: 128–134. DOI: <https://doi.org/10.31891/pcs.2025.2.17>
- Бородіна О.С., Варивода О.В., Бурковський В.В. Соціальні функції адаптивного спорту. Збірник наукових праць. 2025. 252 с. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/46165/1/1.pdf>
- Григус І., Гриньова М., Гамма Т., Годлевський П., Жуков В. Фізіологічні адаптації та функціональні зміни в організмі юних футболістів віком 11–14 років після 12-тижневої спеціалізованої тренувальної програми: погляд спортивної медицини. Мед. перспективи. 2025. 30(2): 180–9. URL: <https://journals.uran.ua/index.php/2307-0404/article/view/333676>
- Годлевський П.М., Петрук Л.А., Григорович О.С., Дячук В.П. Засоби туризму у системі контролю та керування підготовкою спортсменів у спорті ветеранів війни. Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). 2025. 10(56): 297–307. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-10\(56\)-297-307](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-10(56)-297-307)
- Годлевський, П.М., Спринь, О.Б., Голяка, С.К. Вплив настільного тенісу на розумову діяльність здобувачів вищої освіти. Rehabilitation & Recreation, 2025. 19(1): 179–188. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.17>
- Годлевський П.М., Зубрицький Б.Д., Спринь О.Б. Розвиток спеціальних фізичних якостей футболістів. Rehabilitation & Recreation. 2024. 18(1): 218–226. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.23>
- Горбунова В., Карачевський А., Климчук В., Нетлюх Г., Романчук О. Соціально-психологічна підтримка адаптації ветеранів АТО: посібник для ведучих груп : навчальний посібник. Львів : Інститут психічного здоров'я Українського католицького університету, 2016. 91 с. URL: <https://hdl.handle.net/20.500.14570/1067>
- Євтушенко І.М., Бутко О.В., Отрошко О.В., Стороженко А.Ю. Врахування індивідуального підходу до тренування спортсменок в ігрових видах спорту (на прикладі баскетболу, волейболу та футболу). Здоров'я людини і нації, 2023. 1, 21–36. URL: <https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2023.21>
- Кириченко А. Ветеранський спорт в Україні: перспективи розвитку та інтеграції. Молодий вчений. 2025. 6 (137): 89–97. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2025-6-137-23>
- Кашуба А.А., Ковальський В.В., Годлевський П.М., Бовсунюк Д.В. Соціальна інтеграція та адаптація ветеранів та учасників бойових дій в процесі занять адаптивним спортом. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури. 2024. 6(179): 113–117. DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.6\(179\).21](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.6(179).21)
- Латенко С.Б., Хімич І.Ю. Використання технічних засобів асистивних технологій в адаптивному спорті ветеранів війни. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. 2025. 3К (188): 186–190. DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03к\(188\).41](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03к(188).41)
- Пристапа Є. Вплив занять за авторською програмою спортивно-реабілітаційної підготовки в адаптивному спорті на якість життя осіб з ушкодженнями опорно-рухового апарату. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2019. 1: 57–64. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/TMFVS_2019_1_12
- Розторгуй М.С. Характеристика системи підготовки спортсменів у паралімпійському спорті. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2019. 5: 143–147. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2019_5_36
- Юшковська О., Кішч А. Застосування адаптивного спорту у системі реабілітації ветеранів з ампутаціями нижніх кінцівок. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2024. 1: 234–241. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.234-241>
- Blauwet C., Willick, S.E. The paralympic movement: using sports to promote health, disability rights, and social integration. PMR, 2012. 4(11): 851–856. DOI: 10.1016/j.pmrj.2012.08.015
- Caddick N., Smith, B., Phoenix, C. The effects of sport participation on veterans' well-being: A qualitative meta-study. Psychology of Sport and Exercise, 16. 2015. 1–8. DOI:10.1016/j.psychsport.2013.09.011
- Greenwood J., Dziewaltowski, D., French R. Adaptive sports programs and psychological rehabilitation among military veterans. Journal of Rehabilitation, 2019. 85(2): 28–35. <https://doi.org/10.1037/0000124-025>
- Hardoy MC, Seruis ML, Floris F, Sancassiani F, Moro MF, Mellino G, Lecca ME, Adamo S, Carta MG. Benefits of exercise with mini tennis in intellectual disabilities: effects on body image and psychopathology. Clin Pract Epidemiol Ment Health. 2011; 7: 157–160. PubMed ID: 22016751 doi:10.2174/1745017901107010157
- Webbom N., Van de Vliet, P. Paralympic medicine. The Lancet, 2012. 380 (9836): 65–71. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60831-9

References

- Aleshchenko V. (2020). Psykholohichna reabilitatsiia uchasnykiv boiovykh dii: teoretyko-metodolohichne obhruntuvannia modeli [Psychological rehabilitation of combatants: theoretical and methodological substantiation of the model]. Psykholohichnyi zhurnal, (3): 1–15. <http://psyj.udpu.edu.ua/article/view/195935> [in Ukrainian].
- Borysova O.O. (2024). Psykshoreabilitatsiia uchasnykiv/uchasnyts boiovykh dii yak psykholohichna dopomoha druhooho rinvnia v Ukraini [Psychorehabilitation of combatants as second-level psychological assistance in Ukraine]. Naukovi zapysky. 1 (3): 9–17. <https://doi.org/10.32782/cusu-psy-2024-1-1> [in Ukrainian].
- Bazylchuk O., Bazylchuk S., Pavliuk A. (2025). Dosvid Spoluchenykh Shtativ Ameriky u zastosuvanni adaptivnoho sportu dla sotsializatsii veteraniv iz fizychnymy travmamy [The United States Experience in Using Adaptive Sports for the Socialization of Veterans with Physical Injuries]. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective. № 2. 128–134. <https://doi.org/10.31891/pcs.2025.2.17> [in Ukrainian].
- Borodina O.S., Varyvoda O.V., Burkovskiy V.V. (2025). Sotsialni funktsii adaptivnoho sportu [Social functions of adaptive sports]: Zbimyk naukovykh prats 252. <https://eprints.zu.edu.ua/46165/1/1.pdf> [in Ukrainian].
- Grygus I., Hrynova M., Hamma T., Hodlevskiy P., Zhukov V. (2025). Fiziolohichni adaptatsii ta funktsionalni zminy v orhanizmi yunych futbolistiv vikom 11–14 rokiv pislia 12-tyzhnevoi spetsializovanoi trenuvальноi prohramy: pohliad sportyvnoi medytsyny [Physiological adaptations and functional changes in the body of young football players aged 11–14 years after a 12-week specialized training program: a sports medicine perspective]. Med. perspektyvy. 30(2). 180–9. <https://journals.uran.ua/index.php/2307-0404/article/view/333676> [in Ukrainian].
- Hodlevskiy P.M., Petruk L.A., Hryhorovych O.S., Diachuk V.P. (2025). Zasoby turyzmu u systemi kontroliu ta keruvannia pidhotovkoiu sportsmeniv u sporti veteraniv viiny [Tourism tools in the system of control and management of athletes' training in war

- veterans' sports]. Perspektivy ta innovatsii nauky (Serii «Pedahohika», Serii «Psykhohiia», Serii «Medytsyna»). № 10(56). 297–307. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-10\(56\)-297-307](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-10(56)-297-307) [in Ukrainian].
7. Hodlevskiy, P.M., Spryn, O.B., Holiaka, S.K. (2025). Vplyv nastilnoho tenisu na rozumovu diialnist zdobuvachiv vyshchoi osvity. [The impact of table tennis on the mental activity of higher education students]. *Rehabilitation and Recreation*, 19(1). 179–188. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.17> [in Ukrainian].
8. Hodlevskiy P.M., Zubrytskyi B.D., Spryn O.B. (2024). Rozvytok spetsialnykh fizychnykh yakosti futbolistiv. [Development of special physical qualities of football players.]. *Rehabilitation & Recreation*. 18(1). 218–226. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.23> [in Ukrainian].
9. Horbunova V., Karachevskiy A., Klymchuk V., Netliukh H., Romanchuk O. (2016). Sotsialno-psykhologichna pidtrymka adaptatsii veteraniv ATO: posibnyk dlia veduchykh hrup. [Socio-psychological support for the adaptation of ATO veterans: a guide for leading groups]. Navchalnyi posibnyk. 91. <https://hdl.handle.net/20.500.14570/1067> [in Ukrainian].
10. Yevtushenko I.M., Butok O.V., Otroshko O.V., Storozhenko A.Yu. (2023). Vrakhuвання individualnoho pidkhotu do trenuvannya sportsmenok v ihrovykh vydakh sportu (na prykladi basketbolu, voleibolu ta futzalu) [Taking into account an individual approach to training female athletes in game sports (for example, basketball, volleyball, and futsal)]. *Zdorovia liudyny i natsii*. 1, 21–36. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2023.21> [in Ukrainian].
11. Kyrychenko A. (2025). Veteranskyi sport v ukraini: perspektivy rozvytku ta intehtatsii. [Veteran sports in Ukraine: prospects for development and integration]. *Molodyi vchenyi*. 6(137): 89–97. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2025-6-137-23> [in Ukrainian].
12. Kashuba A.A., Kovalskiy V.V., Hodlevskiy P.M., Bovsuniuk D.V. (2024). Sotsialna intehtatsiia ta adaptatsiia veteraniv ta uchasykiv boiovykh diiv v protsesi zaniat adaptyvnyim sportom [Social integration and adaptation of veterans and combatants in the process of practicing adaptive sports]. *Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury*. 6(179). 113–117. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.6\(179\).21](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.6(179).21) [in Ukrainian].
13. Latenko S.B., Khimich I.Iu. (2025). Vykorystannia tekhnichnykh zasobiv asystyvnykh tekhnolohii v adaptivnomu sporti veteraniv viiny [The use of assistive technology in adaptive sports for war veterans]. *Naukovyi chasopys*. 3K (188): 186–190. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03k\(188\).41](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.03k(188).41) [in Ukrainian].
14. Prystupa Ye. (2019). Vplyv zaniat za avtorskoiiu prohramoiu sportyvno-reabilitatsiinoi pidhotovky v adaptivnomu sporti na yakist zhyttia osib z ushkodzhenniamy opomo-rukhovero apparatu [The impact of classes according to the author's program of sports and rehabilitation training in adaptive sports on the quality of life of people with musculoskeletal injuries]. *Teoriia i metodyka fizychnoho ykhovannia i sportu*. 1:57–64. http://nbuv.gov.ua/UJRN/TMFVS_2019_1_12 [in Ukrainian].
15. Roztorhui M.S. (2019). Kharakterystyka systemy pidhotovky sportsmeniv u paralimpiiskomu sporti. [Characteristics of the training system for athletes in Paralympic sports]. *Naukovyi chasopys* 5:143–147. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2019_5_36 [in Ukrainian].
16. Yushkovska O., Kitsis A. (2024). Zastosuvannia adaptivnoho sportu u systemi reabilitatsii veteraniv z amputatsiiami nyzhnikh kintsivok [The use of adaptive sports in the rehabilitation system of veterans with lower limb amputations]. *Sportyvna medytsyna, fizychna terapiia ta erhoterapiia*. 1:234–241. <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.234-241> [in Ukrainian].
17. Blauwet C., Willick S.E. (2012). The paralympic movement: using sports to promote health, disability rights, and social integration. *PMR*, 4(11), 851–856. DOI: 10.1016/j.pmrj.2012.08.015
18. Caddick N., Smith, B., Phoenix, C. (2015). The effects of sport participation on veterans' well-being: A qualitative meta-study. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 1–8. DOI:10.1016/j.psychsport.2013.09.011
19. Greenwood J., Dziewaltowski, D., French R. (2019). Adaptive sports programs and psychological rehabilitation among military veterans. *Journal of Rehabilitation*, 85(2), 28–35. <https://doi.org/10.1037/0000124-025>
20. Hardoy M.C., Seruis M.L., Floris F., Sancassiani F., Moro M.F., Mellino G., Lecca M.E., Adamo S., Carta M.G. Benefits of exercise with mini tennis in intellectual disabilities: effects on body image and psychopathology. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*. 2011; 7:157–160. doi:10.2174/1745017901107010157
21. Webbom N., Van de Vliet P. (2012). Paralympic medicine. *The Lancet*, 380(9836), 65–71. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60831-9

СТРУКТУРА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ІГРОВИМИ НАВИЧКАМИ У ЦИФРОВІЙ ГЕЙМІНГ АКТИВНОСТІ ТА МОТИВАЦІЄЮ ПІДЛІТКІВ

STRUCTURE OF RELATIONSHIPS BETWEEN GAMING SKILLS IN DIGITAL GAME-BASED ACTIVITY AND ADOLESCENT MOTIVATION

Шинкарук О. А., Андрєєв К. І., Бишевец Н. Г.

Національний університет фізичного виховання і спорт у Україні, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-1164-9054

ORCID: 0009-0007-1234-3560

ORCID: 0000-0001-6118-6580

Shynkaruk O. A., Andrieiev K. I., Byshevets N. G.

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Анотації

Вступ. Цифрова ігрова активність є однією з провідних форм дозвілля підлітків і розглядається як багатовимірний психосоціальний феномен, що впливає на когнітивні процеси, поведінкову регуляцію та здоров'я. Сучасні дослідження засвідчують значущість мотиваційних механізмів у формуванні стилю ігрової поведінки, а також наявність гендерних відмінностей у залученості до геймінгу. Водночас структурна організація взаємозв'язків між ігровими навичками та мотиваційними пріоритетами підлітків залишається недостатньо вивченою.

Мета – визначити гендерні відмінності у самооцінці ігрових навичок підлітків та встановити особливості взаємозв'язків між ігровими навичками й мотиваційними пріоритетами в умовах цифрової ігрової діяльності.

Матеріали і методи. У дослідженні взяли участь 156 підлітків віком $15,9 \pm 1,4$ року (69,2 % – хлопці, 30,8 % – дівчата). Застосовано стандартизовану анкету для оцінки ігрових навичок (механіка гри, тактичне мислення, концентрація уваги, самоконтроль, комунікаційні навички) та мотивів ігрової діяльності (задоволення, розвиток навичок, визнання тощо). Надійність інструменту підтверджена коефіцієнтом Кронбаха ($\alpha = 0,959$). Для статистичного аналізу використано U-критерій Манна-Уїтні та коефіцієнт рангової кореляції Спірмена ($p < 0,05$).

Результати. Встановлено статистично значущі гендерні відмінності у самооцінці ігрових навичок: хлопці оцінюють власні компетенції вище за всіма показниками ($p < 0,05$), з найбільшими розбіжностями у «Механіці гри» та «Концентрації уваги». Водночас у дівчат виявлено сильніші та більш системні кореляційні зв'язки між мотиваційними характеристиками та ігровими навичками ($r = 0,282-0,753$), що свідчить про більш інтегровану мотиваційно-компетентнісну структуру. В обох групах провідним мотивом виступає «Задоволення від гри», що найбільш тісно пов'язане з концентрацією уваги та самоконтролем.

Висновки. Виявлено різні моделі психологічної регуляції цифрової ігрової активності у підлітків залежно від гендеру: у хлопців домінує вища самооцінка компетентності, у дівчат – більш узгоджена система взаємозв'язків між мотивацією та навичками. Отримані результати розширюють уявлення про структуру цифрової ігрової діяльності та можуть бути використані при розробленні гендерно-чутливих програм психологічного супроводу й формування культури безпечного геймінгу.

Ключові слова: мотиви, цифрова ігрова активність, здоров'я, гендерні особливості, підлітки.

Introduction. Digital gaming is one of the leading forms of leisure activity among adolescents and is considered a multidimensional psychosocial phenomenon that affects cognitive processes, behavioral regulation, and health. Contemporary research confirms the significance of motivational mechanisms in shaping gaming behavior, as well as the existence of gender differences in gaming engagement. Furthermore, the structural organization of the relationships between gaming skills and motivational priorities among adolescents remains understudied. *The aim* is to identify gender differences in adolescents' self-reported gaming skills and to establish the characteristics of the relationships between gaming skills and motivational priorities in the context of digital gaming.

Materials and methods. The study involved 156 adolescents aged 15.9 ± 1.4 years (69.2% boys, 30.8% girls). A standardized questionnaire was used to assess gaming skills (game mechanics, tactical thinking, concentration, self-control, communication skills) and motives for gaming (satisfaction, skill development, recognition, etc.). The reliability of the instrument was confirmed by Cronbach's coefficient ($\alpha = 0.959$). Mann-Whitney U test and Spearman's rank correlation coefficient ($p < 0.05$) were used for statistical analysis.

Received: 17 February 2026. Accepted: 24 April 2026. Available online: 30 April 2026

© 2026. Shynkaruk O. A., Andrieiev K. I., Byshevets N. G.

Rehabilitation and Recreation. ISSN 2786-8354 (Online) | ISSN 2786-8346 (Print)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Results. Statistically significant gender differences in the self-reported gaming skills were found: boys rate their own competencies higher on all indicators ($p < 0.05$), with the greatest differences in “Game Mechanics” and “Concentration.”

In addition, girls showed stronger and more systematic correlations between motivational characteristics and gaming skills ($p = 0.282\text{--}0.753$), indicating a more integrated motivational-competence structure. In both groups, the leading motive is “enjoyment of the game,” which is most closely related to concentration and self-control.

Conclusions. Different models of psychological regulation of digital gaming in adolescents were identified depending on gender: in boys, higher self-esteem of competence dominates, while in girls, a more coordinated system of interrelationships between motivation and skills dominates. The results obtained expand our understanding of the structure of digital gaming and can be used in the development of gender-sensitive psychological support programs and the development of a culture of safe gaming.

Keywords: motives, digital gaming activity, health, gender characteristics, adolescents.

Вступ. Упродовж останнього десятиліття цифрова ігрова діяльність стала однією з провідних форм активності підлітків, впливаючи на структуру їхньої повсякденної поведінки, соціальної взаємодії, фізичної підготовленості та здоров'я [1]. Дослідження засвідчили посилення ролі цифрових технологій у дозвіллі підлітків, підкресливши визначальне значення мотиваційних механізмів у формуванні поведінкових стратегій [2]. Міжнародні дослідження підтверджують високий рівень залученості молоді до комп'ютерних і мобільних ігор, що дозволяє розглядати геймінг як багатовимірний психосоціальний феномен, ефекти якого варіюють від ресурсних до потенційно ризикованих залежно від індивідуальних характеристик користувачів [9, 13].

Сучасна література свідчить про наявність зв'язків між ігровою активністю та особливостями когнітивного функціонування, зокрема виконавчих процесів, уваги, швидкості прийняття рішень та емоційної регуляції [9, 13]. У цьому контексті ігрові навички (механіка гри, тактичне мислення, концентрація уваги, самоконтроль, комунікація) можуть розглядатися як специфічні індикатори когнітивної та поведінкової компетентності в цифровому середовищі [7].

Водночас стабільність та характер формування ігрових навичок значною мірою визначаються мотиваційними чинниками [18]. З позицій теорії самодетермінації внутрішні мотиви (задоволення, розвиток компетентності) асоціюються з більш адаптивними поведінковими патернами, тоді як домінування зовнішніх мотивів (визнання, статус) частіше пов'язується з ризиком надмірного занурення в ігрову діяльність [15]. Мотиваційна структура геймінгу у підлітковому віці характеризується значною варіативністю та включає мотиви задоволення, досягнення, розвитку навичок і соціальної взаємодії [14].

Окремий напрям досліджень стосується гендерних особливостей цифрової ігрової активності [6, 11]. Встановлено відмінності між хлопцями та дівчатами за інтенсивністю геймінгу, самооцінкою ігрових компетенцій та домінуючими мотивами участі в іграх [4]. Однак структурна організація взаємозв'язків між мотивацією та ігровими навичками у різних гендерних групах залишається недостатньо вивченою [16].

Додатковий теоретичний контекст формують дослідження поведінкової регуляції та рухової активності підлітків. Показано, що механізми самоконтролю, саморегуляції та мотивації мають універсальний характер і проявляються у різних типах діяльності [5, 8, 17]. Це дозволяє розглядати цифрову

ігрову активність у ширшій системі поведінкових стратегій підліткового віку.

У сучасних підходах до оцінки способу життя молоді, зокрема на рівні Всесвітньої організації охорони здоров'я, цифрові поведінкові практики трактуються як значущий компонент здоров'я та психосоціального розвитку. У цьому контексті геймінг може виступати як потенційний ресурс формування когнітивних і регуляторних навичок.

Враховуючи вищезазначене, наукова проблема полягає у недостатній кількості комплексних досліджень, що аналізують взаємозалежність ігрових навичок та мотиваційних пріоритетів підлітків із урахуванням гендерної специфіки.

Метою дослідження є визначення гендерних відмінностей у самооцінці ігрових навичок підлітків та встановлення особливостей взаємозв'язків між ігровими навичками й мотиваційними пріоритетами в умовах цифрової ігрової діяльності.

Матеріали та методи дослідження

Учасники

У дослідженні взяли участь 156 підлітків (95,1 % від початкової вибірки з 164 осіб), середній вік яких становив $15,9 \pm 1,4$ року; 69,2 % – хлопці, 30,8 % – дівчата. Учасниками були здобувачі закладів загальної середньої та фахової передвищої освіти. Критеріями включення були регулярне користування цифровими пристроями, наявність досвіду ігрової діяльності та відсутність медичних протипоказань до участі в анкетуванні й психологічному тестуванні. До вибірки не включалися особи без інформованої згоди батьків (для неповнолітніх), з гострими психічними розладами або неповними відповідями в анкетах. Участь була добровільною; для неповнолітніх отримано письмову інформовану згоду батьків або законних представників. Дослідження проведено з дотриманням етичних принципів Гельсінської декларації (2013). Конфіденційність персональних даних забезпечено, результати використано виключно в узагальненому вигляді для наукових цілей.

Організація дослідження

Респондентам пропонувалась стандартизована анкета для самооцінки ігрових навичок (механіка гри, тактичне мислення, концентрація уваги, самоконтроль, комунікаційні навички); рівнів ігрової мотивації (задоволення, розвиток навичок, визнання в ігровій спільноті, тощо).

Статистичні методи

Надійність блоку анкети, що містив оцінку ігрових навичок, була перевірена за допомогою коефіцієнта внутрішньої узгодженості Кронбаха ($\alpha = 0,959$), що свідчить про високу надійність інструменту та внутрішню узгодженість сформульованих питань.

Для оцінки відмінностей між незалежними вибірками використовувався непараметричний U-критерій Манна-Уїтні. Кореляційний аналіз для визначення зв'язків між ігровими навичками та мотиваційними пріоритетами здійснювався за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (ρ). Статистично значущими вважалися показники при рівні значущості $p < 0,05$.

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою програмного пакета Statistica (версія 10.0). Програмування та візуалізація даних у Python здійснювалися в інтерактивному середовищі Google Colaboratory. З метою наочного представлення кореляційних зв'язків між змінними за допомогою мови програмування Python (версія 3.12.12) (рис. 1) та бібліотеки: Seaborn (версія 0.13.2) і Matplotlib (версія 3.10.0) були побудовані теплові карти (heatmaps).

Для оптимізації коду та вибору ефективних візуалізацій було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема модель Gemini Pro.

Результати дослідження

У дослідженні кіберспорт, комп'ютерні та мобільні ігри розглядаються в межах узагальнювального поняття цифрової ігрової діяльності, що охоплює різні за змістом і рівнем організації форми ігрової взаємодії у цифровому середовищі. При цьому кіберспорт трактується як

спеціалізована змагальна форма цифрової ігрової діяльності, тоді як комп'ютерні та мобільні ігри можуть виконувати як рекреаційні, так і тренувальні функції.

Дослідження виявило статистично значущі гендерні відмінності у самооцінці навичок у цифровій ігровій діяльності серед осіб підліткового віку. Хлопці демонструють статистично значуще вищі оцінки за всіма категоріями ігрових навичок ($p < 0,05$) у порівнянні з дівчатами (табл. 1). Аналіз медіанних значень та візуалізація відмінностей (рис. 2) свідчать, що максимальні відмінності на користь хлопців спостерігаються за такими навичками, як «Механіка гри» (відмінність медіан = 5,0 балів, $p = 0,0005$) та «Концентрація уваги» (відмінність медіан = 5,0 балів, $p = 0,0015$). Суттєві розбіжності також зафіксовані у «Самоконтролі» (відмінність медіан = 4,5 балів, $p = 0,0003$) та «Комунікаційних навичках» (відмінність медіан = 4,5 балів, $p = 0,0001$) (табл. 1).

Отриманий результат підкреслює існуючі гендерні стереотипи та соціалізаційні процеси у сфері геймінгу, де хлопці мають більше досвіду, проводять більше часу за іграми, або ж їхня самооцінка ігрових здібностей є вищою через соціальне заохочення.

Дані результати важливі для розуміння мотиваційних пріоритетів та розробки гендерно-чутливих підходів у вивченні впливу ігрової діяльності.

Виявляючи мотив «Визнання в ігровій спільноті», який демонструє статистично значущі ($p < 0,05$) прямі зв'язки лише з «Тактичним мисленням» ($\rho = 0,251$) та «Комунікаційними навичками» ($\rho = 0,272$).

```
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt

# 1. Дані з таблиці
motivations_short = ['Задоволення', 'Результати', 'Виграш',
                     'Визнання', 'Спілкування', 'Розвиток навичок']
game_skills = ['Механіка гри', 'Тактичне мислення', 'Орієнтація на карті / у просторі', 'Самоконтроль', 'Концентрація уваги', 'Комунікаційні навички']
correlation_data = [
    [0.4833, 0.4041, 0.2964, 0.1636, 0.3514, 0.3294],
    [0.5481, 0.4783, 0.2648, 0.2507, 0.3791, 0.3372],
    [0.4481, 0.4303, 0.3151, 0.1792, 0.3469, 0.3043],
    [0.4538, 0.4333, 0.3462, 0.1662, 0.3785, 0.2735],
    [0.4774, 0.4236, 0.2779, 0.1543, 0.3259, 0.3624],
    [0.4269, 0.3684, 0.2694, 0.2718, 0.4049, 0.3383]
]
df_corr = pd.DataFrame(correlation_data, index=game_skills, columns=motivations_short)

# 2. Побудова теплової карти
plt.figure(figsize=(12, 8))
ax = plt.gca()

sns.heatmap(df_corr,
            annot=True,
            cmap='YlGnBu',
            fmt=".3f",
            linewidths=.5,
            linecolor='black',
            cbar_kws={'label': 'Коефіцієнт кореляції Спірмена'})

# Налаштування підписів осей
ax.set_ylabel("Ігрові навички", loc='center', fontsize=12)

# Спробуємо комбінацію x (позиція) та ha (горизонтальне вирівнювання)
# x=0.98 або x=1.02 може перемістити його за межі області, а ha='right' вирівняє текст.
# Якщо це не спрацює, потрібно буде вручну задати позицію.
ax.set_xlabel("Мотиваційні пріоритети", x=0.98, ha='right', fontsize=12) # x=0.98, ha='right'

# Налаштування тіків (міток) осі X
plt.xticks(fontsize=10, rotation=0, ha='center')
plt.yticks(fontsize=10, rotation=0)

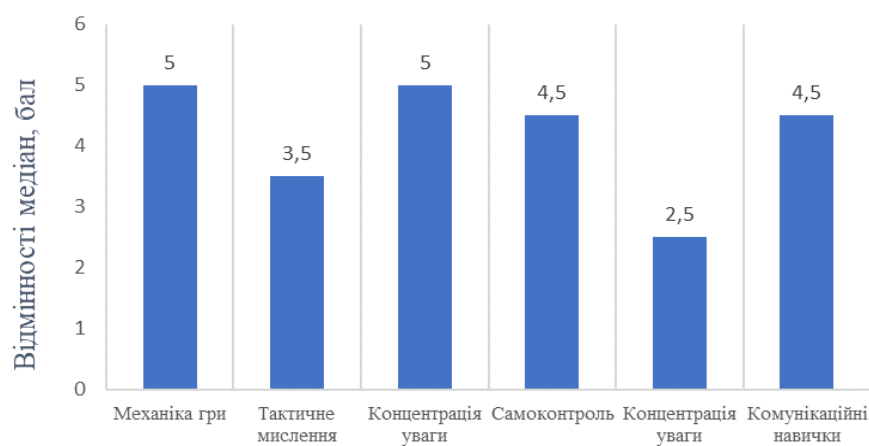
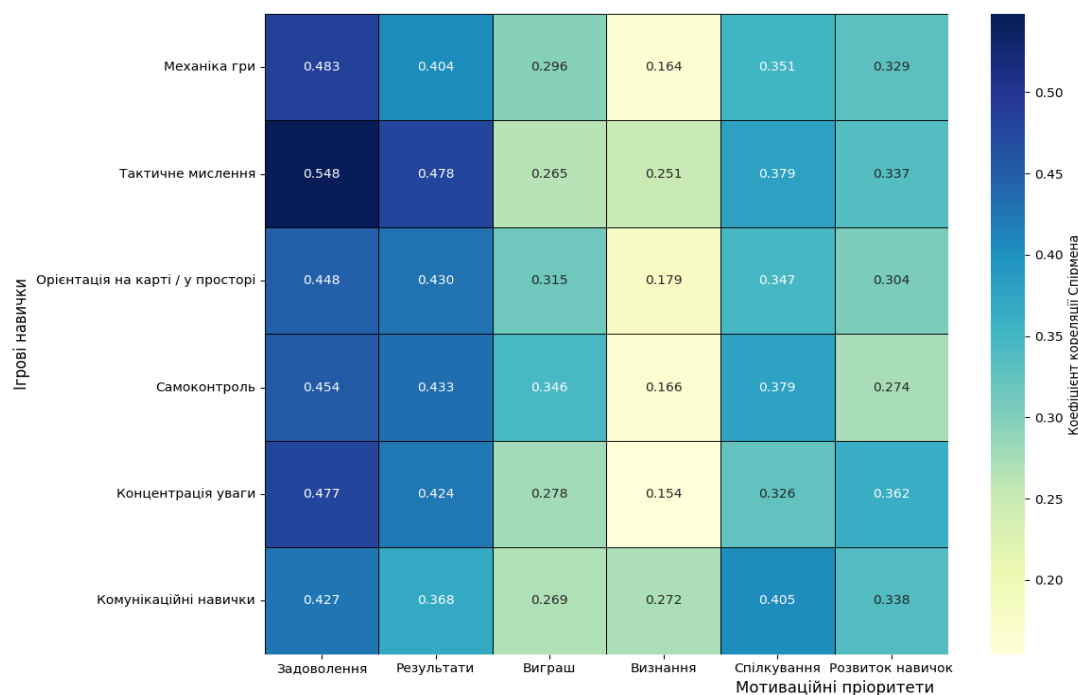
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Рисунок 1. Код для візуалізації кореляційної матриці

Таблиця 1

Гендерні особливості навичок у кіберспорті/комп'ютерних/мобільних іграх підлітків (n=156)

Показник	Центральна тенденція та розкид				Порівняльний аналіз за Манна-Уїтні		
	Дівчата (n=48)		Хлопці (n=108)		U	Z	p
	Me	Q1; Q3	Me	Q1; Q3			
Механіка гри	2,0	0,5; 6,5	7,0	3,0; 9,0	1689,0	-3,47	0,0005*
Тактичне мислення	3,5	2,0; 7,5	7,0	3,0; 9,0	1936,5	-2,52	0,0119*
Концентрація уваги	3,0	1,0; 8,0	8,0	2,5; 10,0	1765,0	-3,17	0,0015*
Самоконтроль	2,5	1,0; 8,0	7,0	3,0; 10,0	1655,5	-3,59	0,0003*
Концентрація уваги	4,5	2,0; 9,0	7,0	4,0; 10,0	1905,5	-2,63	0,0084*
Комунікаційні навички	3,0	1,0; 8,0	7,5	4,0; 10,0	1578,5	-3,89	0,0001*

**Ігрові навички****Рисунок 2. Відмінності медіанних оцінок ігрових навичок (дівчата та хлопці) (n=156)****Рисунок 3. Теплова карта взаємозв'язків між мотивацією та навичками ігрової діяльності хлопців (n=108)**

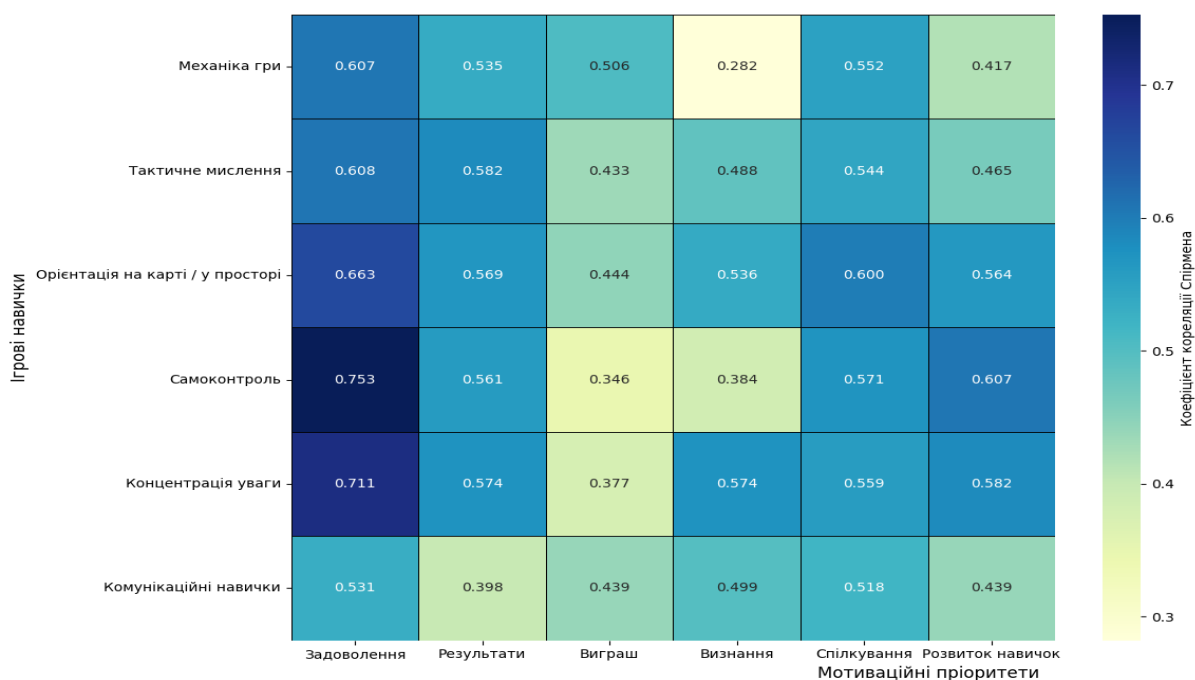


Рисунок 4. Теплова карта взаємозв'язків між мотивацією та навичками ігрової діяльності дівчат (n=48)

Теплова карта (рис. 3) наочно демонструє силу встановлених кореляційних зв'язків між мотивацією та навичками ігрової діяльності у хлопців-підлітків.

Як можна пересвідчитись, найтісніше з більшістю ігрових навичок корелює мотив «Задоволення від гри».

Аналогічний кореляційний аналіз за Спірменом було проведено для групи дівчат підліткового віку. Попри те, що дівчата мають статистично значуще нижчі самооцінки ігрових навичок та рівнів мотивації порівняно з хлопцями, у них виявлено сильніші прямі кореляційні зв'язки між ігровими навичками та мотиваційними пріоритетами, ніж у хлопців, що відображається у вищих значеннях коефіцієнтів кореляції Спірмена (r) – від 0,282 до 0,753.

Практично всі виявлені кореляції досягають рівня статистичної значущості ($p < 0,05$). Єдиним винятком є зв'язок між мотивом «Визнання в ігровій спільноті» та навичкою «Механіка гри» ($r = 0,282$), який виявився статистично незначущим.

На тепловій карті (рис. 4) наведено виявлені зв'язки та їхню силу.

Як і у хлопців, найсильніші та найпоширеніші кореляції у дівчат зафіксовано з мотивом «Задоволення від гри», особливо у зв'язку з «Самоконтролем» ($r = 0,753$) та «Концентрацією уваги» ($r = 0,711$). Також високі кореляції відзначені для «Орієнтації на карті / у просторі» із «Задоволенням від гри» ($r = 0,663$) та «Спілкуванням та співпрацею» ($r = 0,600$). Мотив «Розвиток навичок та реакції» також демонструє стабільно високі кореляції з більшістю ігрових навичок. Таким чином, хоча дівчата демонструють загалом нижчий рівень самооцінки ігрових компетенцій, зв'язок між їхньою мотивацією та навичками є більш тісним та інтегрованим. Для цієї групи емоційний аспект (задоволення) та особистісний розвиток відіграють надзвичайно важливу роль у зв'язку з ігровими навичками, формуючи більш структуровану мотиваційну

архітектуру, ніж у хлопців, що є характерним для популяції дівчат підліткового віку.

Дискусія. Отримані результати поглиблюють наукові уявлення про закономірності формування діяльнісної компетентності підлітків у сфері цифрової ігрової активності, яку доцільно розглядати як різновид активно-діяльнісної активності з вираженим когнітивним, психофізіологічним і регуляторним компонентами. Такий підхід узгоджується з сучасною тенденцією інтеграції цифрових форматів активності у структуру фізичної культури і спорту як складника культури рухової та поведінкової саморегуляції [8].

Виявлене статистично значуще перевищення самооцінки ігрових навичок у хлопців корелює з результатами досліджень гендерних відмінностей у залученості до ігрової активності, інтенсивності використання ігрових платформ та орієнтації на змагальні формати [6; 11; 19]. У межах теорії діяльності це може бути інтерпретовано як наслідок різної «експозиції до діяльності», що формує суб'єктивне відчуття компетентності через накопичення досвіду та змагальної практики. Разом із тим, відповідно до мотиваційної моделі залученості у відеоігри, запропонованої авторами [14], відчуття компетентності є одним із ключових психологічних чинників стійкої залученості, що може зумовлювати як реальні досягнення, так і варіації самооцінки. Отже, підвищені показники у хлопців можуть відображати поєднання об'єктивного досвіду та соціально зумовлених механізмів самосприйняття.

Водночас принципово значущим є встановлений у дівчат більш високий рівень структурної інтеграції між мотиваційними характеристиками та показниками діяльнісної підготовленості. Така конфігурація зв'язків свідчить про більш узгоджену систему саморегуляції, в якій мотивація, концентрація уваги, самоконтроль і суб'єктивна компетентність функціонують як

інтегрований регуляторний комплекс. Подібні результати співзвучні з даними аналізу гендерних відмінностей у моделі «мотивація – когніція – поведінка» [4], де підкреслюється роль взаємодії мотиваційних та когнітивних чинників у формуванні поведінкових стратегій. У контексті фізкультурно-спортивної діяльності це може розглядатися як прояв вищого рівня рефлексивної регуляції та більш вираженої внутрішньої детермінації активності.

Домінування мотиву «задоволення від гри» в обох гендерних групах є концептуально очікуваним і узгоджується з положеннями теорії самодетермінації [13; 15]. Позитивне емоційне підкріплення виступає механізмом підтримання довільної активності, а встановлені кореляції цього мотиву з концентрацією уваги та самоконтролем можуть відображати стан оптимальної функціональної залученості, подібний до феномену «поток». З огляду на дані щодо впливу відеоігор на когнітивні функції [3], можна припустити, що цифрова ігрова діяльність за умов адекватної регуляції здатна модулювати виконавчі функції, увагу та швидкість обробки інформації.

Порівняння отриманих результатів із працями українських дослідників засвідчує їх концептуальну узгодженість із висновками щодо особливостей формування мотивації підлітків до занять кіберспортом, де підкреслюється значущість внутрішніх мотивів і соціального визнання [20]. У ширшому контексті досліджень саморегуляції та рухової активності [8; 17] простежується універсальний характер взаємозв'язку між мотиваційними детермінантами та показниками поведінкової ефективності, що підтверджує можливість екстраполяції загальних механізмів самоконтролю на цифрову ігрову діяльність.

Водночас інтерпретація результатів потребує методологічної обережності. Самооцінкові інструменти відображають суб'єктивний компонент діяльнісної компетентності й можуть бути чутливими до соціальних очікувань. Крім того, кореляційний дизайн не дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між мотиваційними характеристиками та рівнем сформованості ігрових навичок. Перспективними є лонгітудні та експериментальні дослідження з використанням об'єктивних показників діяльнісної результативності та психофізіологічної регуляції.

Практична значущість результатів полягає у можливості їх інтеграції в програми підготовки юних кіберспортсменів, системи психологічного супроводу та оздоровчо-рекреаційної рухової активності. Вища інтегрованість мотиваційно-діяльнісної структури у дівчат обґрунтовує доцільність акценту на підтримці внутрішньої мотивації, розвитку самоконтролю та стійкості уваги. Для хлопців перспективним є посилення компонентів усвідомленої саморегуляції, профілактики надмірної залученості та формування культури цифрової поведінки.

Висновки. Результати дослідження засвідчили наявність статистично значущих гендерних відмінностей у самооцінці ігрових навичок: хлопці ($p < 0,05$) оцінюють власні компетенції вище за всіма показниками, з максимальними розбіжностями у «Механіці гри» та «Концентрації уваги». Водночас у дівчат, попри нижчі

рівні самооцінки, виявлено сильніші та більш системні зв'язки між ігровими навичками й мотиваційними пріоритетами. В обох групах центральним мотиваційним чинником виступає «Задоволення від гри», однак у дівчат воно особливо тісно пов'язане із самоконтролем та концентрацією уваги, що свідчить про більш інтегровану внутрішню мотиваційну структуру. Отримані дані вказують на різні психологічні механізми регуляції ігрової діяльності: у хлопців більш виражена соціально опосередкована самовпевненість, у дівчат – внутрішньо узгоджена мотиваційно-компетентнісна система.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на залучення об'єктивних показників ігрової результативності, а також застосування методів структурного моделювання для уточнення взаємодії між мотиваційними характеристиками, психофізіологічними функціями та показниками діяльнісної компетентності. Важливим є також урахування контекстуальних чинників, зокрема специфіки ігрових дисциплін, рівня ігрового досвіду, соціального середовища та психоемоційного стану підлітків.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Andrieva, O., & Hakman, A. (2018). Health Status and Morbidity of Children 11-14 Years of Age During School. *Journal of Physical Education and Sport*, 18, P. 1231-1236. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s2183>
- Andrieva, O., Blystiv, T., & Byshevets, N. (2022). Assessment of the impact of outdoor activities at leisure facilities on the physical activity of 15-year-old schoolchildren during the COVID-19 pandemic. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(8), 1839-1847. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.08231>
- Choi, E., Shin, S. H., Ryu, J. K., Jung, K. I., Kim, S. Y., & Park, M. H. (2020). Commercial video games and cognitive functions: video game genres and modulating factors of cognitive enhancement. *Behavioral and brain functions: BBF*, 16(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12993-020-0165-z>
- Chow, C.H., Zhang, H. & Cheng, C. (2025). Cross-Lagged Analysis of Gender Differences in the Motivation-Cognition-Behavior Model of Gaming Disorder in Primary School Students. *Int J Ment Health Addiction*. <https://doi.org/10.1007/s11469-025-01443-z>
- Danković, G., Lazić, A., Andrieva, O. et al. (2025). Effects of high-intensity interval training on physical fitness and body composition in recreationally active females: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*, 15, 33982. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-11809-x>
- Gisbert-Pérez, J., Martí-Villar, M., Merino-Soto, C., Chans, G. M. & Badenes-Ribera, L. (2024). Gender differences in internet gaming among university students: a discriminant analysis. *Front. Psychol*, 15, 1412739. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1412739>
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. (2014). The benefits of playing video games. *The American psychologist*, 69(1), 66–78. <https://doi.org/10.1037/a0034857>
- Hakman, A., Andrieva, O., Bezverkhnia, H., et al. (2020). Dynamics of the physical fitness and circumference sizes of body parts as a motivation for self-improvement and self-control in students. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(1), 116–122. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.01015>
- Kardefelt-Winther D. (2017). Conceptualizing Internet use disorders: Addiction or coping process?. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 71(7), 459–466. <https://doi.org/10.1111/pcn.12413>
- Kourtesis P., Amir R., Linnell J., Argelaguet F., & MacPherson S. E. (2023). Cybersickness, Cognition, & Motor Skills: The Effects of Music, Gender, and Gaming Experience, in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. 29. 5. 2326-2336. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3247062>
- Liao Z, Le J, Chen X, Tang Y, Shen H., & Huang Q. (2025). Gender differences in problematic gaming among Chinese adolescents and

- young adults. *BMC Psychiatry*. 25(1):522. <https://doi.org/10.1186/s12888-025-06994-y>.
12. Medina-Rodríguez, J. C. (2025). The dual influence of video games on adolescents' executive functions. *Cureus*. 17(1), e76830. <https://doi.org/10.7759/cureus.76830>
13. Przybylski, A. K., & Weinstein, N. (2019). Investigating the motivational and psychosocial dynamics of dysregulated gaming: Evidence from a preregistered cohort study. *Clinical Psychological Science*, 7(6), 1257–1265. <https://doi.org/10.1177/2167702619859341>
14. Przybylski, A. K., Rigby, C. S., & Ryan, R. M. (2010). A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology*. 14(2), 154–166. <https://doi.org/10.1037/a0019440>
15. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2006). Self-Regulation and the Problem of Human Autonomy: Does Psychology Need Choice, Self-Determination, and Will? *Journal of Personality*, 74(6), 1557–1585. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2006.00420.x>
16. Rodríguez-Barcenilla, E., & Ortega-Mohedano, F. (2022). Moving towards the End of Gender Differences in the Habits of Use and Consumption of Mobile Video Games. *Information*, 13(8), 380. <https://doi.org/10.3390/info13080380>
17. Stojanović S, Andrieieva O, Trajković N. (2024). Associations between number of steps and health outcomes in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 24(1):3310. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20835-9>
18. Toda, A. M., Oliveira, W., Shi, L. et al. Planning Gamification Strategies based on User Characteristics ...: A Gender-based Case Study. [arXiv:1905.09146](https://arxiv.org/abs/1905.09146) [cs.CY] <https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.09146>
19. Veltri N. F. (2014). Gender Differences in Online Gaming: A Literature Review» Twentieth Americas Conference on Information Systems, Savannah,. 3. 1–11.
20. Yarmolenko, M., Shynkaruk, O., Shapar, K., & Kovalchuk, N. (2023). Features of the formation of teenager motivation for playing eSports. *Scientific Journal of the Dragomanov Ukrainian State University. Series 15*, (5(164), 174-177. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.5\(164\).39](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.5(164).39)

Наукове видання

Rehabilitation & Recreation

Науковий журнал
Національного університету водного господарства та природокористування
Том 20 № 1

Технічний редактор: О. Р. Романюк

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 22,73. Ум. друк. арк. 28,83.
Замов. № 2026/1001. Наклад 300 прим.

Видавництво і друкарня ФОП Григус І.М.
33008, Україна, м.Рівне, вул. Волинської дивізії, буд. 9 кв. 53
Телефон +38 (097) 835 59 67
E-mail: journalrehabrec@gmail.com