

**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 Україні, 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 нетрениваних осіб).

Матеріал і методи. Обстежено 41 чоловіка 17–25 років: кіберспортсмени (КІБ, n=14), ІТ-спеціалісти (ІТ, n=13), нетренивані 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 нетрениваних 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, нетрениваних 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 психофізіологічними 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 обстеженої 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 (PB1-3), реакції вибору двох із трьох сигналів (PB2-3) 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. Bakunovskyi, S. V. Fedorchuk, O. V. Kolosova (2023) [16].

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою описової статистики IBM 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±6,43%; 1,84±1,20 кг), ІТ (12,78±5,09%; 1,75±0,85 кг) та НТ (14,13±6,54%; 2,13±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±1,61 кг проти 11,48±1,43 кг, $p<0,05$; ПММ: 9,59±1,51 кг проти 10,88±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±0,58 кг та 2,96±0,45 кг відповідно, $p<0,01$; ПММ: 3,47±0,55 кг та 2,78±0,42 кг відповідно, $p<0,01$). У групі НТ зазначені показники займали проміжне положення, перевищуючи значення

групи КІБ і поступаючи 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 значущо 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 значущо 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 значущо 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 значущо 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			Безжирова маса тіла (БМТ), кг	Прогнозована 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 компонента (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	Прогнозована 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 компонента (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 компонента (ПЗМР), мс		0,833**		0,659*				
Середнє значення моторного компонента (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**		-
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 можливу 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, нетрениваних 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 та прогнозованої м'язової маси для чоловіків різних груп активності (кіберспортсменів, ІТ-спеціалістів, нетрениваних 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, нетрениваних 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 нетрениваних 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, нетрениваних 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., Супрович 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., Lukiyantseva 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-Carretero 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 – Cherkasky 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., Lukiyantseva 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 naukovy-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., Lukiyantseva H. V., Kutsenko T. V. (2025). Sensomotorni reaktsii riznoi skladnosti v kibersportsmeniv, it-spetsialistiv ta netrenovanykh osob: 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., Oliinyk T. M., Kutsenko T. V. (2025). Kompozytsiyniy sklad tila hratsiv kibersportu, IT-spetsialistiv ta netrenovanykh osob [Body composition of esports players, IT specialists, and untrained individuals]. Visnyk problem biolohii i medytsyny – 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 kompozytsiinyi 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). Proiav neirodynamichnykh vlastyvopei kibersportsmeniv u zviazku iz rivnem stresu, samorehuliatcii, adaptyvnosti 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., Bezcopylnyi O. P. (2014). Metodichni vkazivky do praktykumu z dyferentsialnoi psykhoфизиології та физиології vyshchoi nervovoi diialnosti liudyny [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 esport 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>*