

# Точність реакції на рухомий об'єкт як показник функціонального стану центральної нервової системи кіберспортсменів

УДК 796:004.42:159.91(045)

**С. В. Федорчук<sup>1</sup>, Т. В. Петровська<sup>1</sup>, О. Ю. Ганага<sup>1</sup>, Т. В. Куценко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

**Резюме.** Стан психофізіологічних функцій спортсмена безумовно залежить від особливостей центральної нервової системи, що позначається на процесі формування та вдосконалення спеціальних рухових навичок впродовж спортивної діяльності. Саме тому психофізіологічна діагностика є одним із актуальних напрямів сучасної спортивної науки. *Мета.* Оцінка функціонального стану центральної нервової системи за показниками реакції на рухомий об'єкт кіберспортсменів у зв'язку з рівнем прояву когнітивних функцій. *Методи.* Тести «Кільця Ландольта», «Зорова пам'ять», «Пам'ять на числа», «Встановлення закономірностей», «Домінуюча система сприйняття», «Три слова». *Результати.* Під час дослідження було виконано оцінювання показників реакції на рухомий об'єкт, показників когнітивної сфери кіберспортсменів (що характеризують рівень концентрації уваги, обсяг та точність короткочасної зорової пам'яті, особливості протікання аналітико-синтетичної діяльності під час вирішення наочно-образних завдань, домінуючий тип сприйняття, особливості творчої уяви) та взаємозв'язки між ними. Кіберспортсмени продемонстрували вищу точність у реакції на рухомий об'єкт порівняно із студентами, які не займаються комп'ютерними іграми. За результатами дослідження розроблено модельні характеристики точності реакції на рухомий об'єкт кіберспортсменів, які можуть стати основою для створення експрес-діагностики функціонального стану центральної нервової системи кіберспортсменів.

**Ключові слова:** кіберспорт, реакція на рухомий об'єкт, когнітивні функції, студенти.

**Accuracy of response to a moving object as an indicator of the functional state of the central nervous system in eathletes**

**S. V. Fedorchuk<sup>1</sup>, T. V. Petrovska<sup>1</sup>, O. Yu. Hanaha<sup>1</sup>, T. V. Kutsenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** The state of an athlete's psychophysiological functions certainly depends on the peculiarities of the central nervous system, which affects the process of development and improvement of special motor skills during sports activity. That is why psychophysiological diagnostics is one of the topical areas of modern sports science. *Objective.* To evaluate the functional state of the central nervous system in terms of the indicators of moving object response in eathletes in relation to the level of cognitive functions. *Methods.* Landolt's rings, visual memory, number memory, discovering regularities, dominant system of perception, and three words tests. *Results.* The study assessed the indicators of moving object response, indicators of the cognitive functions of eathlete (level of concentration, the volume and accuracy of short-term visual memory, the peculiarities of analytical and synthetic activity in solving visual and figurative tasks, the dominant type of perception, the peculiarities of creative imagination) and the relationships between them. The eathletes demonstrated higher accuracy in the response to a moving object compared to students who do not play computer games. Based on the results of the study, model characteristics of the accuracy of the response to a moving object in eathletes were developed, which can become the basis to develop a system for rapid diagnosis of the functional state of the central nervous system in eathletes.

**Keywords:** esports, response to a moving object, cognitive functions, students.

**Постановка проблеми.** Стан психофізіологічних функцій спортсмена безумовно залежить від особливостей центральної нервової системи (ЦНС), що позначається на процесі формування та вдосконалення спеціальних рухових навичок протягом спортивної діяльності [3, 10, 38]. Саме тому психофізіологічна діагностика є одним із актуальних напрямів сучасної спортивної науки.

Відомо, що повна самовіддача у тренувальній діяльності та змагальні результати багато в чому обумовлені рівнем розвитку сенсомоторних якостей спортсмена [10, 26]. Показники сенсомоторних реакцій різного ступеня складності можуть слугувати об'єктивними критеріями поточного функціонального стану ЦНС [18, 26]. Час сенсомоторних реакцій є одним з найбільш простих, доступних і водночас досить точних нейрофізіологічних показників, що відображають динаміку швидкості нервових процесів, моторну координацію, загальну працездатність ЦНС у різні періоди спортивної підготовки [33–35]. Стан психофізіологічних функцій може бути індикатором як рівня підготовленості спортсмена, так і розвитку у нього процесів стомлення та перенапруження [2, 3].

Отримані дані свідчать про важливість психофізіологічного стану спортсменів як фактора, що визначає успішність у різних видах спорту [10, 26, 38]. Дослідження показників психофізіологічних якостей спортсменів у різних видах спорту проводили багато спеціалістів з фізичного виховання. Зокрема, дослідження С. Єрмакова зі співавт. присвячені прогнозуванню успішності в єдиноборствах за допомогою виділення найбільш значущих психофізіологічних якостей на основі модельних характеристик [32].

О. Шевченко зі співавт. вивчали особливості простих сенсомоторних реакцій (проста моторика; стійкість до збиваючих факторів; проста слухомоторна реакція), складних сенсомоторних реакцій (реакція вибору статичних об'єктів; реакція на рухомий об'єкт (РРО); реакція розрізнення), специфічні сприйняття (оцінка почуття темпу; оцінка сприйняття зміни розміру об'єкта) студентів Харківської державної академії фізичної культури [30]. Учені прийшли до висновку, що специфічні сприйняття і показники складної сенсомоторної реакції — реакції на рухомий об'єкт — відображають більшою мірою індивідуальний, генетично обумовлений, характерний для конкретного спортсмена психофізіологічний стан [30].

Відомо, що реакція на рухомий об'єкт широко використовується для визначення функціона-

льного стану ЦНС спортсменів [10, 12]. У режимі РРО включаються фізіологічні механізми, які забезпечують високий рівень координації зорового і рухового аналізаторів, здійснення рухів та оцінку просторово-часових відносин [6]. РРО можна використовувати в комплексному дослідженні рівня психоемоційного напруження людини, стресостійкості та стресовразливості [28]. Для певних професійних груп показники швидкості сприйняття часу і простору використовуються як для оцінки сенсомоторного реагування, так і для діагностики і прогнозування поведінки людини в критичних ситуаціях [14, 15].

За результатами багаторічних досліджень вітчизняних фахівців у сфері фізичної культури і спорту доведено, що специфіка змагальної діяльності у спортивних іграх впливає на рівень розвитку сенсомоторних реакцій, що забезпечують високий спортивний результат [1, 16, 22]. Проведено порівняльний аналіз психофізіологічних особливостей спортсменів, які займаються різними видами спортивної боротьби [17, 36].

На думку деяких дослідників, особливості сенсомоторних реакцій та когнітивних процесів є професійно значущими якостями в кіберспорті: «Вважається, що віртуальна ігрова реальність адресується широкому спектру перцептивних процесів та може трансформувати у гравця когнітивні процеси різного порядку: перцептивну чутливість, якість зорового сприйняття, когнітивний стиль, стратегії вирішення задачі тощо» [25].

Аналіз літературних джерел та даних мережі Інтернет свідчить, що для осіб, які грають у комп'ютерні ігри, характерні висока швидкість реакції, здатність одночасно відстежувати велику кількість об'єктів та їх динаміку, гнучкий когнітивний контроль [23, 25].

Проте проблема розробки модельних характеристик сенсомоторних реакцій у кіберспорті на сьогодні мало вивчена і залишається актуальною, тому наше дослідження було спрямоване на виконання цих завдань, що може сприяти покращенню спортивної підготовки в даному виді спорту.

Роботу виконано у Науково-дослідному інституті Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**Мета дослідження** — оцінка функціонального стану центральної нервової системи за показниками реакції на рухомий об'єкт кіберспортсменів у зв'язку з рівнем прояву когнітивних функцій.

**Методи дослідження:** тести «Кільця Ландольта», «Зорова пам'ять», «Пам'ять на числа», «Встановлення закономірностей», «Домінуюча система сприйняття», «Три слова».

**Результати дослідження та їх обговорення.** У дослідженні брали участь 45 студентів НУФВСУ 17–26 років обох статей, серед яких 10 – кіберспортсмени (спортивний стаж 1–10 років), 15 аматорів (залучені до комп'ютерних ігор як хобі) та 20 студентів, які не займаються комп'ютерними іграми (контрольна група). В даній роботі проаналізовано результати обстеження кіберспортсменів порівняно з контрольною групою. У більшості обстежуваних домінують права рука. Студенти проходили тестування протягом міжсесійного навчання.

Для моніторингу та прогнозування функціонального стану ЦНС обстежуваних, оцінки швидкості і точності реагування, співвідношення процесів збудження і гальмування використовували реакцію на рухомий об'єкт [18, 27, 29], яку вимірювали за допомогою діагностичного комплексу «Діагност-1» [11, 13].

Дослідження РРО було спрямоване на виявлення точності сенсомоторного реагування та судження про врівноваженість збудливого і гальмівного процесів у корі великих півкуль головного мозку. Даний варіант методики передбачає реєстрацію рухових відповідей людини (у зазначеному місці) на об'єкт, що рухається з рівномірною швидкістю [8].

Обстежувані тричі проходили тест РРО. Реєструвались такі показники виконання тесту РРО:

1. Кількість точних реакцій (для кращої спроби), сума всіх відхилень та їхнє середнє значення в мс.
2. Кількість випереджаючих відхилень та їхнє середнє значення в мс (для кращої спроби).
3. Кількість запізнювальних відхилень та їхнє середнє значення в мс (для кращої спроби).
4. Номери трьох спроб відповідно до якості виконання.
5. Кількість точних реакцій (для трьох спроб), сума відхилень та їхнє середнє значення в мс.
6. Кількість випереджаючих відхилень та їхнє середнє значення в мс (для трьох спроб).
7. Кількість запізнювальних відхилень та їхнє середнє значення в мс (для трьох спроб) [8].

Реакція обстежуваного вважається точною при відхиленні точки фіксації об'єкта від відповідного стоп-маркера в межах  $\pm 10$  мс, і, безперечно, точному збігу об'єкта з маркером. Прийнято вважати, що, якщо фіксація рухомого об'єкта проведена передчасно, тобто перевищує величину  $-10$  мс, то відзначається переважання в даній спробі збудливого процесу, і, навпаки, якщо фіксація рухомого об'єкта проведена із запізненням, що перевищує  $+10$  мс, то відзначається переважання гальмівного процесу [8]. Проте,

в іншій роботі аргументовано положення про те, що передчасні рухові відповіді (випереджальні реакції) характеризують гальмування, а запізнювальні – збудження [11].

Судити про врівноваженість нервових процесів рекомендовано за загальною кількістю правильних відповідей і співвідношенням випереджаючих і запізнювальних рухів з урахуванням середніх і сумарних величин, а також сумарної величини всіх відхилень, виражених в мс. Якихось шкал оцінок рівня врівноваженості у літературі немає [8].

Було використано такі методики психодіагностики для емпіричного дослідження когнітивної сфери обстежуваних студентів:

1. Тест «Кільця Ландольта» є модифікацією коректурної проби Б. Бурдона і заснована на кільцях французького офтальмолога Ландольта (E. Landolt). Коректурні таблиці (кільця Ландольта) використовуються для вивчення довільної уваги та для оцінки темпу психомоторної роботи, працездатності та стійкості до монотонної роботи, що вимагає постійного зосередження уваги. Обстеження проводиться за допомогою спеціальних бланків (в електронному вигляді), що містять випадковий набір кілець з розривами, спрямованими в різні боки. Обстежуваний переглядає ряд і викреслює деякі вказані в інструкції кільця. Підсумки проби оцінюють за кількістю пропущених знаків і за часом виконання заданого числа рядків. Методика дозволяє визначити рівень концентрації уваги [27].

2. «Зорова пам'ять» і «Пам'ять на числа». Методики призначені для оцінки короткочасної зорової пам'яті, її обсягу та точності. Оцінка короткочасної зорової пам'яті проводиться за кількістю правильно відтворених стимулів (16 різних фігур у методиці «Зорова пам'ять» та 12 чисел – у «Пам'ять на числа»). На заучування зображень дається 1 хв, чисел – 20 с, а відтворення зображень – 2 хв, чисел – 5 хв [7, 24].

3. «Встановлення закономірностей». Тест спрямований на виявлення сформованості розумових операцій аналізу, порівняння, а також здатності виділяти суттєві ознаки та подумки узагальнювати їх за принципом аналогії. Дозволяє оцінити особливості протікання аналітико-синтетичної діяльності під час вирішення наочно-образних завдань і навчання в процесі виконання аналогічних завдань. Тест складається з 25 слів, які закодовані так, що місце кожної літери займає певний знак. Обстежуваному потрібно вибрати з варіантів відповіді єдиний, що підходить до шифру. Час виконання завдання – 8 хв [5, 21].

4. Тест «Домінуюча система сприйняття» (С. Єфремцев). Діагностика домінуючої перцептивної модальності С. Єфремцева слугує для визначення домінуючого типу сприйняття: аудіального, візуального або кінестетичного. Тест складається з 48 запитань. Від обстежуваного вимагається вибрати один з варіантів: «згоден» чи «не згоден» [20].

5. Методика «Три слова». Мета: дослідження особливостей творчої уяви. Необхідний матеріал: три слова (дощ, капелюх, дорога). Обстежуваному пропонується протягом 15 хв скласти якомога більшу кількість речень, у кожне з яких входили б всі три слова [4].

Статистичну обробку даних проводили за допомогою методів непараметричної статистики. Для опису вибіркового розподілу вказували медіани та міжквартильний розкид (Me [25 %; 75 %]). Для порівняння незалежних вибірок використовували критерій Манна-Уїтні, для кореляційний аналізу – критерій Спірмена.

Під час проведення комплексних досліджень за участю спортсменів відповідно до принципів біоетики дотримувалися розробленої в НДІ НУФВСУ «Програми комплексного біологічного дослідження особливостей функціональних можливостей спортсменів», а також законодавства України про охорону здоров'я та Гельсінкської декларації 2000 р., директиви Європейського товариства 86/609 щодо участі людей в медико-біологічних дослідженнях [31].

Відповідно до мети роботи досліджувалися особливості реакції на рухомий об'єкт та когнітивні показники кіберспортсменів (I група) і студентів, які не займаються комп'ютерними іграми (II група, контрольна група). Виявлено, що за віком і загальним спортивним стажем групи обстежених кіберспортсменів і студентів не відрізнялись (табл. 1).

У групі кіберспортсменів показники РРО не були пов'язані з віком та загальним спортивним стажем, проте виявлено пряму кореляцію показників точності реакції за кількістю та відсотком точних влучань для домінантної руки зі стажем у кіберспорті ( $r_s = 0,82$ ,  $p < 0,05$ ). З усіх вимірю-

ТАБЛИЦЯ 1 – Вік та спортивний стаж обстежених кіберспортсменів (n = 10) та студентів (n = 20), Me [25 %, 75 %]

Показник	Перша група	Друга група
Вік, років	19,00 [18,00; 22,00]	19,50 [18,00; 20,00]
Спортивний стаж (кіберспорт), років	7,00 [2,00; 8,00]	–
Загальний спортивний стаж, років	12,00 [8,00; 13,00]	12,25 [9,00; 15,00]

ТАБЛИЦЯ 2 – Кореляційні зв'язки показників реакції на рухомий об'єкт, когнітивних показників з віком і спортивним стажем кіберспортсменів (n = 10),  $r_s$

Показник	Кореляційні зв'язки, $r_s$	
	З віком	Зі спортивним стажем
Показник точності реакції на рухомий об'єкт, кількість точних влучань (для домінантної руки)	–	0,82**
Показник за тестом «Творча уява», бал	0,74*	–

Примітка. \*статистична значущість коефіцієнта кореляції  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ .

ТАБЛИЦЯ 3 – Кореляційні зв'язки показників реакції на рухомий об'єкт з віком і загальним спортивним стажем студентів (n = 20),  $r_s$

Показник	Кореляційні зв'язки, $r_s$	
	З віком	Із загальним спортивним стажем
Кількість реакцій запізнювання	-0,49*	–
Співвідношення кількість реакцій випередження / кількість реакцій запізнювання	0,47*	–
Сумарне випередження, мс	–	-0,49*
Сумарне запізнювання, мс	-0,64**	–
Середнє випередження, мс	–	-0,45*

Примітка. \*статистична значущість коефіцієнта кореляції  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ .

ваних когнітивних показників у групі кіберспортсменів тільки загальний бал за тестом «Творча уява» асоціювався з віком (табл. 2).

У групі студентів взаємозв'язків показників РРО для домінантної руки з віком та загальним спортивним стажем виявлено кілька, натомість відсутні взаємозв'язки когнітивних показників з віком та загальним спортивним стажем (табл. 3). Так, у студентів з віком корелює перевага реакцій випередження (співвідношення середнього часу випередження та запізнювання домінантною рукою,  $r_s = 0,47$ ,  $p < 0,05$ ), а також кількість реакцій запізнювання та сумарне запізнювання в РРО (відповідно,  $r_s = -0,49$ ,  $p < 0,05$   $r_s = -0,64$ ,  $p < 0,01$ ): з віком ці показники зменшуються.

Крім того, у студентів показники РРО були пов'язані із загальним спортивним стажем (в різних видах спорту): виявлено зменшення сумарного і середнього часу випередження із збільшенням загального спортивного стажу, що цілком узгоджується з відомими літературними даними про вплив фізичних навантажень на формування та стан психофізіологічних функцій [6, 10, 12]. У групі обстежених (кіберспортсменів і студентів) показники РРО для субдомінантної руки не були пов'язані з віком та спортивним стажем.

У роботі представлено результати обстеження кіберспортсменів порівняно з контрольною групою під час виконання трьох спроб у РРО (табл. 4).

За рядом показників точності РРО для обох рук кіберспортсмени були більш точними за студентів. Загалом за показниками РРО кіберспортсмени порівняно з контрольною групою продемонстрували вищі результати, деякі відмінності досягли рівня значущості ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ), що цілком узгоджується з відомими літературними даними про вплив занять різними видами спорту на формування і стан психофізіологічних функцій [6, 10, 12] і збігається з раніше отриманими результатами під час тестування спортсменів в інших видах спорту [18].

Кіберспортсмени продемонстрували вищу точність в реакції на рухомий об'єкт за сумарним

і середнім відхиленням, сумарним і середнім випередженням для домінантної руки, а також за сумарним і середнім відхиленням, сумарним і середнім випередженням, середнім запізнюванням для субдомінантної руки. За іншими показниками РРО виділені групи за критерієм Манна-Уїтні значуще не відрізнялись (див. табл. 4).

У групах кіберспортсменів і студентів показники РРО для обох рук значуще не відрізнялись, тобто асиметрія між домінантною та субдомінантною руками відсутня (див. табл. 4). Слід зазначити, що за даними спеціальної літератури, зменшення функціональної асиметрії у досвідчених спортсменів свідчить про оптимальну тактику тренувань [37].

Кореляційний аналіз отриманих даних показав, що вищий психофізіологічний статус за по-

ТАБЛИЦЯ 4 – Показники реакції на рухомий об'єкт у кіберспортсменів ( $n = 10$ ) та студентів ( $n = 20$ ),  $Me [25\%, 75\%]$

Показник	Домінантна рука		Субдомінантна рука	
	Перша група	Друга група	Перша група	Друга група
Показник точності реакції на рухомий об'єкт, кількість точних влучань	17,50 [14,00; 18,00]	14,50 [12,00; 17,00]	14,50 [12,00; 17,00]	13,00 [9,00; 15,50]
Показник точності реакції на рухомий об'єкт, відсоток точних влучань	19,45 [15,56; 20,00]	16,12 [13,33; 18,89]	16,12 [13,33; 18,89]	14,44 [10,00; 17,23]
Кількість реакцій випередження	34,50 [27,00; 38,00]	37,00 [34,00; 43,00]	38,50 [32,00; 45,00]	40,00 [34,50; 48,50]
Кількість реакцій запізнювання	37,50 [35,00; 42,00]	37,50 [34,00; 42,00]	37,00 [32,00; 42,00]	37,00 [29,50; 39,00]
Співвідношення кількість реакцій випередження / кількість реакцій запізнювання	0,94 [0,62; 1,09]	1,00 [0,82; 1,20]	1,06 [0,78; 1,41]	1,09 [0,94; 1,74]
Сумарне відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	1605,00 [1308,00; 1886,00]*	1868,00 [1735,00; 2119,00]	1736,00 [1442,00; 1900,00]**	2154,00 [1833,00; 2611,00]
Сумарне випередження в реакції на рухомий об'єкт, мс	730,00 [530,00; 1014,00]**	1020,00 [873,00; 1247,00]	894,00 [716,00; 1118,00]*	1139,00 [940,00; 1478,00]
Сумарне запізнювання в реакції на рухомий об'єкт, мс	792,00 [706,00; 854,00]	856,00 [754,00; 973,00]	666,00 [540,00; 1044,00]	910,00 [746,00; 1036,00]
Співвідношення сумарне випередження / сумарне запізнювання	0,90 [0,68; 1,36]	1,10 [0,92; 1,59]	1,40 [0,69; 1,82]	1,27 [0,99; 1,87]
Середнє відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	17,85 [14,50; 21,00]*	20,75 [19,15; 23,55]	19,30 [16,00; 21,10]**	23,95 [20,35; 29,00]
Середнє випередження в реакції на рухомий об'єкт, мс	21,45 [18,40; 25,20]**	26,65 [23,55; 29,80]	22,65 [20,20; 24,60]**	27,90 [23,70; 35,45]
Середнє запізнювання в реакції на рухомий об'єкт, мс	21,15 [17,60; 25,20]	23,80 [21,25; 25,10]	20,50 [17,70; 24,30]**	26,10 [23,30; 29,70]
Співвідношення середнє випередження / середнє запізнювання	1,09 [0,83; 1,26]	1,14 [1,03; 1,25]	1,07 [0,88; 1,16]	1,08 [0,94; 1,17]

Примітка. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  – значущі різниці між групами за критерієм Манна-Уїтні

ТАБЛИЦЯ 5 – Кореляційні зв'язки показників реакції на рухомий об'єкт з показниками за тестом «Домінуюча система сприйняття» в групі кіберспортсменів (n = 10),  $r_s$

Показник	Кореляційні зв'язки, $r_s$		
	За шкалою «Візуал»	За шкалою «Аудит»	За шкалою «Кінестетик»
Кількість точних влучань (для домінантної руки)	–	–0,64*	–
Кількість реакцій випередження (для домінантної руки)	–	–	–0,70*
Кількість реакцій запізнювання (для домінантної руки)	–	0,64*	0,74*
Співвідношення кількості реакцій випередження / запізнювання (для домінантної руки)	–	–0,55	–0,79**
Сумарне відхилення, мс (для домінантної руки)	0,61	0,72*	–
Сумарне запізнювання, мс (для домінантної руки)	–	0,77**	0,60
Співвідношення сумарне випередження / сумарне запізнювання (для домінантної руки)	–	–	–0,84**
Середнє відхилення, мс (для домінантної руки)	0,61	0,72*	–
Середнє випередження, мс (для домінантної руки)	0,61	–	–
Середнє запізнювання, мс (для домінантної руки)	–	0,61	–
Кількість точних влучань (для субдомінантної руки)	–0,59	–	–
Кількість реакцій запізнювання (для субдомінантної руки)	–	0,60	–
Сумарне випередження, мс (для субдомінантної руки)	–	–	–0,60

Примітка. Статистична значущість коефіцієнта кореляції \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ .

казниками точності PPO для домінантної руки у кіберспортсменів асоціювався з нижчими показниками за шкалою «Аудит» (табл. 5). Виявлено тенденцію до аналогічного взаємозв'язку між показниками точності PPO для обох рук та показниками за шкалою «Візуал». Тобто, більша точність PPO відповідала відсутності домінування візуальної та аудіальної системи сприйняття в обстежених кіберспортсменів.

Проте, стосовно показника за шкалою «Кінестетик», отримано дещо інші результати (які не досягли рівня статистичної значущості), виявлено тенденцію: вищі значення за цією шкалою відповідали більшому сумарному запізнюванню для домінантної руки та меншому сумарному випередженню для субдомінантної руки (див. табл. 5). Тобто, можна припустити, що кінестетичний тип сприйняття певним чином впливає на точність сенсомоторного реагування в обстежених кіберспортсменів.

Виявлено обернений кореляційний зв'язок між співвідношеннями кількості реакцій випередження / запізнювання, сумарним випередженням / сумарним запізнюванням в PPO для домінантної руки та показником за шкалою «Кінестетик» (відповідно,  $r_s = -0,79$ ,  $p < 0,01$ ;  $r_s = -0,84$ ,  $p < 0,01$ ). Тобто, вищі значення за цією шкалою відповідали меншому превалюванню реакцій випередження для домінантної руки (як за кількістю, так і за сумарним часом). З огляду на отримані результати можна зробити висновок, що кінестетичний тип сприйняття певним чином взаємопов'язаний зі збалансованістю основних нервових процесів (збудження і гальмування), врівноваженістю нервової системи обстежених кіберспортсменів.

Деякі вчені виділяють ще й четверту систему сприйняття – дигітальну (знаково-символічну) [9]. Це люди-логіки, які інтегрують у собі ознаки всіх попередніх груп і сприймають світ за принципом так/ні, біле/чорне, шляхом пошуку причинно-наслідкових зв'язків. Можливо, для кіберспортсменів найбільш оптимальною в плані успішності сенсомоторного реагування виявилася саме дигітальна система сприйняття (тобто, відсутність домінуючої системи серед візуальної, аудіальної та кінестетичної), проте ці припущення потребують подальших досліджень.

Слід зазначити, що значущих кореляційних зв'язків та тенденцій між вимірюваними когнітивними показниками і показниками PPO виявлено досить небагато (відповідно, 5,36 та 5,65 %), що цілком закономірно: властивості пам'яті, уваги, творчої уяви характеризують окремі психофізіологічні функції і забезпечуються різними функціональними системами ЦНС.

Зауважимо, що точність PPO за показником кількості точних влучань для субдомінантної руки асоціювалася з показниками за тестом «Встановлення закономірностей» (більшій точності PPO відповідали більші значення показників за цим тестом, відповідно,  $r_s = 0,69$ ,  $p < 0,05$ ;  $r_s = 0,71$ ,  $p < 0,05$ ), сумарне запізнювання для субдомінантної руки – з показником за тестом «Пам'ять на числа» (більшій точності PPO відповідали менші значення показника за цим тестом,  $r_s = 0,63$ ,  $p < 0,05$ ) (табл. 6).

Виявлено статистично значущий взаємозв'язок між сумарним запізнюванням для субдомінантної руки та кількістю помилок за тестом «Кільця Ландольта» (більшій точності PPO за цим по-

ТАБЛИЦЯ 6 – Кореляційні зв'язки показників реакції на рухомий об'єкт та когнітивних показників за тестами «Зорова пам'ять», «Пам'ять на числа», «Встановлення закономірностей» у кіберспортсменів (n = 10), r<sub>s</sub>

Показник	Кореляційні зв'язки, r <sub>s</sub>			
	За тестом «ЗП», загальна кількість	За тестом «ПЧ», загальна кількість	За тестом «ВЗ», загальна кількість	За тестом «ВЗ», бал
Кількість реакцій випередження (для домінантної руки)	–	–0,66*	–	–
Кількість реакцій запізнювання (для домінантної руки)	0,59	–	–	–
Співвідношення кількості реакцій випередження / запізнювання (для домінантної руки)	–	–0,55	–	–
Сумарне випередження, мс (для домінантної руки)	–	–	–	–0,55
Кількість точних влучань (для субдомінантної руки)	–	–	0,69*	0,71*
Сумарне запізнювання, мс (для субдомінантної руки)	–	0,63*	–	–
Співвідношення сумарне випередження / сумарне запізнювання (для субдомінантної руки)	–	–0,61	–	–
Співвідношення середнє випередження / середнє запізнювання (для субдомінантної руки)	–	–	–0,76*	–0,78**

Примітки: ЗП – «Зорова пам'ять»; ПЧ – «Пам'ять на числа»; ВЗ – «Встановлення закономірностей»; статистична значущість коефіцієнта кореляції \*p < 0,05; \*\*p < 0,01.

ТАБЛИЦЯ 7 – Кореляційні зв'язки показників реакції на рухомий об'єкт та когнітивних показників за тестами «Кільця Ландольта», «Творча уява» у кіберспортсменів (n = 10), r<sub>s</sub>

Показник	Кореляційні зв'язки, r <sub>s</sub>		
	Кількість пропущених символів за 5 хв, тест «Кільця Ландольта»	Кількість помилок за 5 хв, тест «Кільця Ландольта»	Показник за тестом «Творча уява», бал
Кількість реакцій випередження (для субдомінантної руки)	–	–	0,57
Кількість реакцій запізнювання (для субдомінантної руки)	–	–0,63*	–
Співвідношення кількості реакцій випередження / запізнювання (для субдомінантної руки)	–	0,58	–
Сумарне випередження, мс (для субдомінантної руки)	–	–	0,57
Сумарне запізнювання, мс (для субдомінантної руки)	–	–0,65*	–
Співвідношення сумарне випередження / сумарне запізнювання (для субдомінантної руки)	–	0,67*	0,57
Середнє запізнювання, мс (для субдомінантної руки)	–0,59	–	–0,57

Примітка. Статистична значущість коефіцієнта кореляції \*p < 0,05.

казником відповідала більша кількість помилок, r<sub>s</sub> = –0,65, p < 0,05), що підтверджує результати попередніх досліджень [31] на прикладі інших видів спорту (табл. 7).

Отже, отримані результати свідчать, що більшій точності РРО у кіберспортсменів відповідали більш сформовані розумові операції аналізу, порівняння, здатності виділяти суттєві ознаки та подумки узагальнювати їх за принципом аналогії (p < 0,05). Більше сумарне запізнювання в РРО для субдомінантної руки асоціювалось з більшим обсягом та точністю короткочасної зорової пам'яті, вищим рівнем концентрації уваги (меншою кількістю помилок) (p < 0,05).

Проведений аналіз результатів дослідження став основою для розробки оціночних критеріїв точності РРО кіберспортсменів (табл. 8). Вони можуть стати основою для створення експресдіагностики функціонального стану ЦНС

кіберспортсменів, а відтак дозволять диференційовано здійснювати оцінку та управління тренувальним процесом у даному виді спорту.

Виявлені відмінності реакції на рухомий об'єкт у кіберспортсменів і студентів можуть мати прогностичну цінність і використовуватися для оптимізації спортивного вдосконалення в кіберспорті.

#### Висновки:

1. На основі аналізу науково-методичної літератури та узагальнення практичних результатів досліджень досвідчених фахівців з психології та фізіології спорту було виявлено, що специфіка змагальної діяльності накладає свій відбиток на рівень розвитку сенсомоторних реакцій спортсмена, що забезпечують його високі спортивні досягнення.

2. Під час дослідження було виконано оцінку складної сенсомоторної реакції (на рухомий

ТАБЛИЦЯ 8 – Оціночні критерії точності реакції на рухомий об'єкт кіберспортсменів

Показник	Рівень		
	Високий	Середній	Низький
Показник точності реакції на рухомий об'єкт, кількість точних влучань	> 18	14–18	< 14
Показник точності реакції на рухомий об'єкт, відсоток точних влучань	> 20	16–20	< 16
Сумарне відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	< 1308	1308–1886	> 1886
Середнє відхилення в реакції на рухомий об'єкт, мс	< 14,5	14,5–21	> 21

об'єкт), показників когнітивної сфери кіберспортсменів, що характеризують рівень концентрації уваги, обсяг та точність короткочасної зорової пам'яті, особливості протікання аналітико-синтетичної діяльності під час вирішення наочно-образних завдань, домінуючий тип сприйняття, особливості творчої уяви.

3. Кіберспортсмени продемонстрували вищу точність у реакції на рухомий об'єкт порівняно із студентами, які не займаються комп'ютерними іграми. Показники РРО для обох рук у кіберспортсменів значуще не відрізнялись, що вказує на відсутність функціональної асиметрії у обстежуваних як результат ефективної адаптації до тренувань. Більша точність РРО відповідала відсутності домінування візуальної та аудіальної системи сприйняття у обстежених кіберспортсменів. Виявлено взаємозв'язок кінестетичного типу сприйняття зі збалансованістю основних нервових процесів (збудження і гальмування), врівноваженістю нервової системи обстежених кіберспортсменів.

4. Більшій точності РРО кіберспортсменів відповідали більш сформовані розумові операції аналізу, порівняння, здатності виділяти суттєві ознаки та подумки узагальнювати їх за принципом аналогії ( $p < 0,05$ ). Більше сумарне запізнюван-

ня в РРО для субдомінантної руки асоціювалось з більшим обсягом та точністю короткочасної зорової пам'яті, вищим рівнем концентрації уваги (меншою кількістю помилок) ( $p < 0,05$ ).

5. За результатами дослідження розроблено модельні характеристики точності реакції на рухомий об'єкт кіберспортсменів НУФВСУ, які можуть стати основою для створення експрес-діагностики функціонального стану центральної нервової системи кіберспортсменів.

**Перспективи подальших досліджень** передбачають проведення порівняльного аналізу психофізіологічних показників у спортсменів, що спеціалізуються в різних видах спорту та в процесі спортивної діяльності зазнають впливу навантажень різних типів, а також проведення кореляційного аналізу між досліджуваними психофізіологічними показниками та результатами змагальної діяльності.

*Колектив авторів висловлює щире подяку кафедрі кіберспорту та інформаційних технологій НУФВСУ, зав. кафедри О. А. Шинкарук та Науково-дослідному інституту НУФВСУ, директору НДІ І. О. Козут, а також студентам за участь в організації і проведенні досліджень.*

#### Література

1. Асєєва ЯФ, Шевченко ОО. Взаємозв'язок психофізіологічних показників та технічної підготовленості у спортсменів з настільного тенісу на етапі попередньої базової підготовки [The relationship of psychophysiological indicators to the indicators of level of technical-tactical preparedness among tennis players at the stage of the previous basic preparation.]. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2019; 6: 5–9. doi.org/10.15391/sns.v.2019-6.021
2. Бойченко НВ, Алексєєва ІА, Алексєнко ЯВ. Применение информационных технологий в спорте и восточных единоборствах [Use of information technologies in sports and martial arts]. Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях. 2013; 1: 56–60.
3. Воронова ВІ. Психологія спорту [Psychology of sport]. Київ: Олімпійська л-ра; 2019. 272 с.
4. Дмитрієва СМ, Гаврилова НВ. Методи дослідження творчих здібностей школярів: посібник-практикум [Methods of studying creative abilities in schoolchildren: manual-practical course]. Житомир; 2002. 40 с.
5. Забрамная СД. От диагностики к развитию [From diagnosis to development]. Москва: Новая школа; 1998. 144 с.
6. Ильин Е. П. Психомоторная организация человека [Psychomotor organisation of a person]. Санкт-Петербург: Питер; 2003. 384 с.

7. Карелин А. Большая энциклопедия психологических тестов [Big encyclopaedia of psychological tests]; 2007. 416 с.

8. Компьютерная система Н. В. Макаренко и В. С. Лизогуба «Диагност-1М» (инструкция пользователя) [N. V. Makarenko and V. S. Lizogub computer system "Diagnost-1M" (user manual)]. Киев-Черкасы. 2015. 63 с.

9. Кочарян ОС, Фролова ЄВ, Павленко ВМ. Когнітивні ресурси забезпечення успішності навчальної діяльності студентів. Навчальний посібник [Cognitive resources for ensuring the success of students' learning activities. Study guide]. Харків; 2011. 64 с.

10. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Онтогенез психофізіологічних функцій людини [Ontogeny of human psychophysiological functions]. Черкаси; 2011. 256 с.

11. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Реакція на рухомий об'єкт як тест на визначення зрівноваженості нервових процесів [Response to a moving object as a test to determine the balance of nervous processes]. Вісник національного університету оборони України. 2015; 1 (44):142–147.

12. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Нейродинамічні властивості спортсменів різної кваліфікації та спеціалізації [Neurodynamic properties of athletes with different qualifications and specialisation]. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2004, 4:105–109.



13. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини [Methodical instructions for the practical course on differential psychophysiology and physiology of higher nervous activity]. Київ; Черкаси; 2014. 102 с.
14. Макаручк МЮ, Чікіна ЛВ, Янчук ПІ, Федорчук СВ, Трушина ВА. Зв'язок стану психофізіологічних функцій людини та її здатності до орієнтації в просторі та часі за різних умов відповідальності за результати діяльності [The relationship between the state of psychophysiological functions of a person and their ability to orientate in space and time under different conditions of responsibility for performance]. Фізика живого. 2009; 17 (2):185–192.
15. Макаручк МЮ, Чікіна ЛВ, Янчук ПІ, Федорчук СВ, Трушина ВА. Адаптація осіб різної статі до діяльності з високим рівнем відповідальності за результат [Adaptation of people of different genders to activities with a high level of responsibility for performance]. Вісник Черкаського університету. 2010;180: 50–58.
16. Мінгальов ОГ, Дрегваль ІВ. Аналіз функціонального стану сенсомоторної реакції та основних нервових процесів спортсменів ігрових видів спорту [Analysis of the functional state of sensorimotor reaction and basic nervous processes of athletes in team sports]. Вісник проблем біології і медицини. 2017; 2 (140):268–270.
17. Первачук РВ, Тропін ЮН, Романенко ВВ, Чуев АЮ. Модельные характеристики сенсомоторных реакций и специфических восприятий квалифицированных борцов [Model characteristics of sensorimotor reactions and specific perceptions of trained wrestlers]. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2017; 5: 84–88.
18. Песошин АВ. Тестирование реакции на движущийся объект [Testing the response to a moving object]. Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2007; 9 (1). С. 87–88.
19. Подригало ЛВ, Ровная ОА, Сокол КМ, Голодько ЕА. Физиологические аспекты киберспорта [Physiological and hygienic aspects of esports]. Науково-методичні основи використання інформаційних технологій в галузі фізичної культури та спорту. 2018; 2: 90–93.
20. Психологія: дидактичні матеріали для самостійної роботи студентів [Psychology: didactic materials for independent work of students]. Ч. 1. Уклад.: ВІ Воронова, ЮО Смишанова, ВІ Ковальчук, укладачі Київ: Знання України; 2018. 143 с.
21. Психологія: учебник для студентов высших педагогических учебных заведений [Psychology: textbook for students of higher pedagogical educational institutions]; В 3 кн. 4-е изд. Москва: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики; 640 с.
22. Ровний АС. Психофізіологічні основи спеціальної працездатності спортсменів у спортивних іграх [Psychophysiological bases of special performance of athletes in team sports]. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2002; 22: 45–52.
23. Сысоев ВН. Тест Э. Ландольта. Диагностика работоспособности: методическое руководство [Diagnostics of work capacity: methodological guide]. Санкт-Петербург: ИМАТОН; 2000. 32 с.
24. Степанов ВЕ, Ступницкий ВП. Психология: учебник для вузов [Psychology: textbook for higher education institutions]. Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К»; 2013. 520 с.
25. Стрельникова ГВ, Стрельникова ИВ, Янкин ЕЛ. Особенности сенсомоторной и когнитивной сфер киберспортсменов, выступающих в разных дисциплинах [Peculiarities of sensorimotor and cognitive spheres of athletes performing in different disciplines]. Наука и спорт: современные тенденции. 2016; 12(3):64–69.
26. Тропін Ю, Романенко В, Голоха В, Алексеева И, Алексенко Я. Особенности проявления сенсомоторных реакций студентами ХГАФК [Peculiarities of sensorimotor reactions manifestation by KhSAPC students]. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2018; 3: 57–62.
27. Федорчук С, Лысенко Е. Характер реакции на движущийся объект у спортсменов высокой квалификации в условиях психоэмоционального напряжения [The nature of the reaction to a moving object in athletes of high qualification in conditions of psycho-emotional stress]. Спортивна наука України. 2017; 3(79): 47–54.
28. Федорчук С, Куценко Т, Ярошенко О, Лисенко О, Шинкарук О. Функціональний стан центральної нервової системи спортсменів-веслувальників за показниками реакції на рухомий об'єкт [Functional state of the central nervous system of rowers as assessed by the indicators of response to a moving object]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2022; 1: 42–48.
29. Федорчук С, Петровська Т, Арнаутова Л, Когут І, Петрушевський Є. Реакція на рухомий об'єкт та властивості уваги у кваліфікованих гандболісток [Reaction to a moving object and properties of attention in skilled female handball players]. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2023;1:68–74.
30. Шевченко О, Тропін Ю, Романенко В, Веретельникова Н. Модельні характеристики сенсомоторних показників студентів ХДАФК спортивної спеціалізації «бадмінтон, теніс» [Model characteristics of sensorimotor indices of students of KSAPC specialization «badminton, tennis»]. Спортивні ігри. 2021;1(19):75–83. <https://doi.org/10.15391/si.2021-1.8>
31. Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП. та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту [Medical and biological support for preparation of athletes of the national teams of Ukraine in Olympic sports]. Київ; 2009. 144 с.
32. Iermakov S, Podrigalo L, Romanenko V, Tropin Y, Boychenko N, Kamaev O. Psycho-physiological features of sportsmen in impact and throwing martial arts. Journal of Physical Education and Sport. 2016; 16(2):433-441.
33. Korobeinikov G, Korobeinikova L, Shatskih V. Age, psycho-emotional states and stress resistance in elite wrestlers. International Journal of Wrestling Science. 2013; 3 (1):58-69.
34. Korobeinikov G, Korobeinikova L, Mytskan B, Chernozub A, Cynarski W. J. Information processing and emotional response in elite athletes. Journal of Martial Arts Anthropology. 2017; 17(2): 41-50.
35. Podrigalo L, Iermakov S, Potop V, Romanenko V, Boychenko N, Rovnaya O, Tropin Y. Special aspects of psychophysiological reactions of different skillfulness athletes, practicing martial arts. Journal of Physical Education and Sport. 2017; 17 (2): 519-526.
36. Podrigalo L, Iermakov S, Romanenko V, Rovnaya O, Tropin Y, Goloha V, Halashko O. Psychophysiological features of athletes practicing different styles of martial arts -the comparative analysis. International Journal of Applied Exercise Physiology. 2019; 8(1): 84-91. doi:10.30472/ijaep.v8i1.299
37. Romanenko V, Podrihalo O, Podrigalo L, Iermakov S, Sotnikova-Meles-hkina Z, Bobrova O. The study of functional asymmetry in students and school-children practicing martial arts. Physical education of students. 2020; 24 (3): 154-61. <https://doi.org/10.15561/20755279.2020.0305>
38. Tropin Y, Romanenko V, Ponomaryov V. Model characteristics of sensory-motor reactions and perceptions of specific wrestlers of different styles of confrontation. Slobozhanskyi Herald of Science and Sport. 2016; 3: 99-103.

lanasvet778899@gmail.com  
 petrovska.tetiana@gmail.com  
 ganaga.o2811@gmail.com  
 tetianakutsenko@ukr.net

Надійшла 24.02.2024