Дата публикации: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_29
УДК 796.071.2

Publication date: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_29
UDC 796.071.2

НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕНСОМОТОРНОГО РЕАГИРОВАНИЯ СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ СПОРТОМ

В.Н. Пушкина, Л.В. Соколова, П.В. Пустошило
Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет спорта и туризма» Департамента спорта города Москвы, г. Москва, Россия

Аннотация. Представлены данные исследования сенсомоторного реагирования спортсменов, занимающихся компьютерным спортом и традиционными игровыми видами спорта (волейбол, баскетбол, футбол). Для выявления особенностей сенсомоторной деятельности обследованных спортсменов (в каждой группе по 15 человек, средний возраст – 19,40±0,3 лет) были проанализированы нейродинамические показатели реакций организма на действие раздражителя с использованием методик «Реакция на движущийся объект» и «Реакция выбора». У спортсменов, занимающихся традиционными игровыми видами спорта, обнаружен более высокий уровень сбалансированности нервных процессов возбуждения и торможения и лучшие показатели реакции на движущийся объект. В свою очередь, лидирование спортсменов, занимающихся компьютерным спортом, по результатам теста «Реакция выбора» показывает, что в более сложных условиях, которые предъявляет внешняя среда, спортсмены данного вида спорта проявляют большие способности к концентрации и переключению внимания, показывают более высокую скорость и точность реакций.
Ключевые слова: спортсмены, компьютерный спорт, нейродинамические показатели, реакция на движущийся объект, реакция выбора.

NEURODYNAMIC INDICATORS OF SENSORIMOTOR RESPONSE OF ESPORTS ATHLETES

V.N. Pushkina, L.V. Sokolova, P.V. Pustoshilo
Moscow State University of Sports and Tourism, Moscow, Russia

Abstract. The research data on the sensorimotor response of athletes engaged in esports and traditional team sports (volleyball, basketball, soccer) are presented. To identify the features of sensorimotor activity of the examined athletes (15 people in each group, average age – 19.40±0.3 years), the neurodynamic parameters of the body's reactions to the stimulus were analyzed using the "Reaction to a moving object" and "Go-Go" methods. Athletes engaged in traditional team sports showed a higher level of the nervous processes' balance of stimulation and inhibition and better response rates to a moving object. In turn, the leadership of esports athletes, according to the results of the "Go-Go" test, shows that in more difficult conditions imposed by the environment, athletes of this sport show greater abilities to concentrate and switch attention, higher rate and accuracy of reactions.
Keywords: athletes, esports, neurodynamic indicators, reaction to a moving object, choice reaction.

Введение. Компьютерный спорт как альтернативный вид спорта с особым использованием видеоигр чрезвычайно популярен среди молодежи: просмотр соревнований собирает многомиллионные аудитории зрителей; более 60% людей знакомятся с компьютерными играми в младшем школьном возрасте; более 50% молодых людей положительно относятся к киберспорту и готовы продолжать систематические учебно-тренировочные занятия [1-3]. Следует отметить, что

профессиональных игроков в компьютерные игры (киберспортсменов) не готовят в специализированных учебных заведениях. Самостоятельные многочасовые систематические занятия компьютерными играми, развитие определенных навыков и качеств личности позволяют стать мастером ведения виртуальных игр. Исследователи выделяют основные характеристики киберспортсменов: стрессоустойчивость, скорость реакции, развитая мелкая моторика, антиципация в принятии решения, память, аналитическое мышление и др. [4, 5]. Выполнение технико-тактических приемов в жестком лимите времени в процессе игры требует от игроков высокой скорости реакции и концентрации внимания [6]. Поэтому одним из перспективных направлений подготовки спортсменов, занимающихся компьютерным спортом, является использование их психофизиологических способностей для дальнейшего развития. Многие исследования утверждают, что характеристики сенсомоторных реакций человека являются простыми и в то же время достаточно точными нейрофизиологическими показателями, которые отражают динамику скорости нервных процессов и их переключения, моторную координацию и активность нервной системы [7, 8]. Нейродинамические показатели сенсомоторного реагирования являются объективными критериями текущего функционального состояния нервной системы, что является немаловажным для достижения определенного результата [9-11].

Цель исследования: выявить особенности нейродинамических показателей сенсомоторного реагирования спортсменов, занимающихся компьютерным спортом.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие студенты ГАОУ ВО МГУСиТ в количестве 30 человек (средний возраст – 19,40±0,30 лет). В первую группу (1 группа) были отнесены студенты, занимающиеся компьютерным спортом (n=15), во вторую группу (2 группа) – занимающиеся игровыми видами спорта (баскетбол, волейбол, футбол) (n=15). Для студентов было выявлено среднее время киберактивности в неделю: в 1 группе – не менее 30 часов; студенты группы 2 не увлекались времяпровождением у экранов компьютеров (планшетов, телефонов). На момент исследования все участники были практически здоровы, черепно-мозговых травм и других нарушений центральной нервной системы (ЦНС) не было выявлено. Предварительно все были ознакомлены с обследованием и дали письменное согласие. Исследование проводилось с соблюдением биоэтических принципов согласно Хельсинской декларации 2013 г. [12].

Для обследования использовали компьютерный комплекс «Психотест “Эксперт”» (ООО Нейрософт, г. Иваново, Россия). Для оценки нейродинамических показателей использовали два теста – «Реакция на движущийся объект» (РДО) и «Реакция выбора» (РВ). В исследовании оценка РДО заключалась в определении точки встречи движущегося объекта с неподвижной точкой, заранее указанной в словесной инструкции. Обследуемый, наблюдая за движением объекта, в момент предполагаемого совпадения его с заданной меткой должен был остановить движение нажатием на кнопку прибора (общее количество стимулов – 50). Для выполнения теста «Реакция выбора» (РВ) участнику в течение 4 минут последовательно предъявлялись световые сигналы двух различных цветов (красный-зеленый) на экране монитора. В ответ на представленный сигнал обследуемый должен был как можно быстрее нажать кнопку на зрительно-моторном анализаторе: на основной цвет (красный) – левую, а на второстепенный цвет (зеленый) – правую кнопку. Последовательность сигналов была случайна с интервалом 0,5-2,5 с. Число предъявлений сигналов – 70.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета стандартных статистических программ Statistica 11.0. Проверка выборки по критерию Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk’s test) обнаружила нормальное распределение измеренных переменных, поэтому статистическую значимость различий между

группами определяли с использованием Т-критерия Стьюдента для независимых выборок. При обсуждении результатов исследования учитывались только статистически значимые эффекты с величиной вероятности ошибки $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Считается, что показатели РДО и РВ определяются силой и уровнем взаимоотношения процессов возбуждения и торможения в ЦНС, способностью к пространственно-временному предвидению того, в какой точке и в какой момент окажется перемещающийся предмет [7, 13].

Наше исследование показало, что студенты 1 группы, согласно результатам, полученным в тесте РДО, обладают более высоким значением среднего времени реакции (выше на 11%, $p<0,01$) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели теста «Реакция на движущийся объект» обследованных спортсменов, M±m

Показатели	Группа	
	1 группа	2 группа
Среднее время реакции, мс	69,88±1,43	62,50±1,52**
Среднеквадратичное отклонение, мс	47,75±1,43	42,50±2,92**
Число точных реакций	27,50±1,08	29,50±1,05*
Число опережений	14,63±1,06	11,00±2,02**
Число запаздываний	7,50±0,55	8,83±0,56**
Точные реакции, %	55,00±1,16	58,50±1,07*
Опережающие реакции, %	29,25±2,14	22,00±2,04**
Запаздывающие реакции, %	15,00±2,1	17,64±2,11**
Положительные реакции, %	40,75±2,71	44,67±2,95*
Отрицательные реакции, %	58,50±2,70	54,00±2,93*

Примечание (здесь и далее): M – среднее арифметическое значение; m – стандартная ошибка среднего; достоверность различий при * – $p<0,05$ и ** – $p<0,01$

Во 2 группе зафиксировано больше точных ($p<0,05$) и запаздывающих реакций на фоне меньшего количества опережающих реакций ($p<0,01$). Учитывая, что величины РДО указывают на скорость и точность реагирования, следует отметить, что данные нейродинамические характеристики более ярко выражены у спортсменов группы 2. Кроме того, у спортсменов группы 2 относительно спортсменов группы 1 более выражены процессы торможения в ЦНС, на что указывают запаздывающие реакции – 17,64±2,11 в сравнении с 15,00±2,1 ($p<0,01$). Для спортсменов группы 1 характерны реакции опережения (больше на 7,25% по сравнению с данными группы 2), свидетельствующие о преобладании процесса возбуждения в ЦНС. Несмотря на то, что на неуравновешенность процессов в ЦНС при незначительной разнице между значениями опережения и запаздывания рекомендуется не указывать, все же отметим, что данный процесс у спортсменов группы 2 менее выражен. Следовательно, можно утверждать, что в данной группе наблюдается более выраженная уравновешенность нервных процессов. В контексте протекания адаптационных процессов в организме студентов Лила Н.А. (2015) обнаружила, что при удовлетворительном уровне адаптации у юношей преобладали реакции опережения. В процентном соотношении полученные данные (точные реакции: реакции опережения: реакции запаздывания) выглядели следующим образом – 27:43:27 [14]. В нашем исследовании данный процесс соответствует следующему алгоритму (точные реакции: реакции опережения: реакции запаздывания): 55:29:15 у спортсменов группы 1 и 59:22:18 у спортсменов группы 2. Преобладание точных реакций при выполнении теста у спортсменов несомненно указывает на

более высокий уровень развития нейродинамического потенциала организма спортсменов относительно неспортсменов. Кроме того, преобладание точных реакций над реакциями запаздывания и опережения указывает на высокий уровень сбалансированности нервных процессов у лиц, занимающихся спортом, с более значительной выраженностью данного процесса у обследованных спортсменов группы 2.

Показано, что только баланс процессов возбуждения и торможения в ЦНС является основой для эффективной способности к предвидению, в том числе возможных перемещений соперников на игровом поле, и повышает способность к экстраполяции. Успешность игровых действий киберспортсменов зависит от этого, как и эффективность деятельности спортсменов игровых видов спорта [15]. Тем не менее, лидирование спортсменов группы 2 в результатах теста РДО возможно связано с тем, что выполнение данного теста требует не столько быстроты реагирования, сколько своевременности и точности двигательной реакции, что обеспечивается функциональной связью моторной и префронтальной областей головного мозга еще до начала движения [16]. Именно от этого зависит результативность в игровых моментах, в частности – эффективности приема, обработки и передачи мяча в спортивных играх.

Результаты тестирования спортсменов по методике РВ свидетельствуют о том, что по всем исследованным показателям преимущество осталось на стороне спортсменов группы 1 (табл. 2).

Таблица 2

Показатели теста «Реакция выбора» обследованных спортсменов, M±m

Показатели	Группа	
	1 группа	2 группа
Среднее время реакции, мс	322,46±2,18	346,33±2,67*
Среднеквадратичное отклонение, мс	72,66±1,56	75,39±1,46*
Общее число ошибок	7,77±1,02	10,67±1,74**
Число преждевременных реакций	1,11±0,09	1,89±0,08**
Число пропусков	0,67±0,09	0,89±0,07*
Число ложных реакций	6,00±0,16	7,89±0,35*
Коэффициент точности Уиппла	0,91±0,02	0,87±0,01*
Время реакции (красная), мс	344,77±3,72	351,11±3,47*
Время реакции (зеленая), мс	321,33±2,11	327,33±2,42*

Спортсмены группы 1 лидировали по показателю «Среднее временя реакции» ($p<0,05$), которое в обоих обследованных группах было значительно лучше нормированных возрастных показателей (408-605 мс). В группе 1 также зафиксировано меньшее значение отклонения от заданного интервала теста ($p<0,05$). Вместе с тем, величины среднеквадратичного отклонения и в группе 1, и в группе 2 были значительно лучше должных возрастных значений (102-160 мс). У спортсменов группы 1 меньше ошибок, в том числе преждевременных реакций, пропусков и ложных реакций. Значения коэффициента точности Уиппла у спортсменов группы 1 соответствует оценке «средний, средний уровень реагирования», тогда как у участников группы 2 он интерпретируется как «низкая точность, низкий уровень реагирования». Таким образом, у киберспортсменов выше скорость сложных сенсомоторных реакций, точность реагирования, способность к длительному удержанию внимания, что согласуется с данными Стрельниковой и соавт. (2016) [17]. Киберспортсмены с более быстрой и точной стратегией зрительного поиска демонстрируют превосходные результаты в широком спектре зрительно-пространственных задач и задач на внимание, что помогает справиться более эффективно с высокой вариативностью событий, происходящих в компьютерной игре [18]. В исследованиях Choi E., Shin

S.H., Ryu J.K. (2021) указывается на улучшение внимания, сенсомоторных функций и когнитивного контроля у профессиональных геймеров, что может быть связано со структурными и функциональными изменениями в областях мозга [19]. Показано, что данные процессы связаны с особым сочетанием навигации и зрительно-моторной координации, которые влияют на свойства серого вещества в областях соматомоторной и гиппокампально-парагиппокампальной систем, а также на изменения в структурах зрительной и слуховой систем [20]. Koppelaar H. с соавторами (2019) констатируют, что игровая деятельность вызывает уменьшение времени премоторной-латентной стадии зрительно-моторной реакции за счет повышения скорости саккад [21]. Следовательно, у киберспортсменов обеспечение эффективности сенсомоторной деятельности происходит за счет тесной связи работы глазодвигательного аппарата и деятельности тех зон коры головного мозга, которые отвечают за процессы внимания [13].

Заключение. Результаты представленного исследования подтверждают тот факт, что эффективность сенсомоторной деятельности зависит от значительного числа различных по содержанию и значимости звеньев, связанных между собой в сложную функциональную систему. Психические процессы, лежащие в основе выполнения сенсомоторных реакций, и основные блоки, реализующие сенсомоторную деятельность, обеспечиваются функциональной активностью нейронов различных областей мозга. Нельзя однозначно указывать на то, что киберспортсмены более успешны в сенсомоторной деятельности. Наше исследование показало, что спортсмены, занимающиеся традиционными спортивными играми (футбол, волейбол, баскетбол), обладают более высоким уровнем реакции на движущийся объект. Это может быть связано с особенностями данных видов спорта, которые требуют от игроков эффективной способности к предвидению возможных перемещений соперников и мяча на игровом поле, которое значительно превышает площадь экрана в компьютерной игре. По всей вероятности, обеспечение такой деятельности требует включения других зон мозга, которые менее важны для лиц, занимающихся компьютерным спортом. Кроме того, у спортсменов 2 группы наблюдается более выраженный баланс процессов возбуждения и торможения в ЦНС, что также облегчает способность к прогнозированию и экстраполяции. В свою очередь, лидирование киберспортсменов (группа 1) по результатам теста «Реакция выбора» показывает, что в более сложных условиях, которые предъявляет внешняя среда (реакция выбора является более сложной сенсомоторной реакцией), спортсмены данного вида спорта проявляют большие способности к концентрации и переключению внимания, показывают более высокую скорость и точность (меньше совершают ошибок).

В заключении следует подчеркнуть, что полученные результаты нуждаются в дальнейшем обсуждении и повторном исследовании (возможно с применением дополнительных методов), чтобы в действительности определить преобладающие параметры обеспечения сенсомоторной деятельности спортсменов, занимающихся компьютерным спортом.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчемная, Н. В. Киберспорт в образовательных и досуговых практиках современной молодежи / Н. В. Корчемная // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2017. – Т. 23. – № 4. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yososе (дата обращения: 04.09.2024).
2. The Psychology of Esports: A Systematic Literature Review. / F. Bányai, M. D. Griffiths, O. Király, Z. Demetrovics // J Gambl Stud. 2019. – № 35(2). URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29508260/ (дата обращения: 02.08.2024).

3. Дрейко, Н. Ю. Развитие киберспорта в России и мире, его влияние на физическое состояние спортсменов / Н. Ю. Дрейко, Т. Н. Шутова, О. В. Везеницын // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 7(197). – С. 99–103.
4. Миронов, И. С. Содержание спортивной подготовки в киберспорте / И. С. Миронов, М. А. Правдов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 3(169). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=zbowsd (дата обращения: 01.08.2024).
5. Косьмина, Е. А. Стратегия и тактика в компьютерном спорте / Е. А. Косьмина // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2022. – № 8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-i-taktika-v-kompyuternom-sporte (дата обращения: 15.08.2024).
6. Сравнительный анализ профессионально-важных качеств киберспортсменов базовых игровых дисциплин / С. Ф. Сергеев, В. В. Тимохов, А. С. Баскаков, Р. К. Циневич // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики / Под редакцией А. А. Обознова, А. Л. Журавлева. – Москва: Институт психологии РАН, 2020. – С. 316–337.
7. Якунина, Е. Н. Нейродинамические и психофизиологические особенности студентов, занимающихся структурированным танцем / Е. Н. Якунина, Е. Ю. Дьякова, Л. В. Капилевич // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2011. – № 342. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/neyrodinamicheskie-i-psihofiziologicheskie-osobennosti-studentov-zanimayuschihsya-strukturirovannym-tantsem (дата обращения: 08.08.2024).
8. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы / Ю. П. Игнатова, И. И. Макарова, К. Н. Яковлева, А. В. Аксенова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2019. – № 3. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41192115 (дата обращения: 10.09.2024).
9. Мальгрем, Е. В. Корреляционные отношения реакции на движущийся объект с физиологическими показателями как маркер функционального состояния работников локомотивных бригад / Е. В. Мальгрем, Т. В. Ядрищенская // Ученые записки ЗабГУ. Серия: Биологические науки. – 2013. – № 1(48). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsionnye-otnosheniya-reaktsii-na-dvizhuschiysya-obektc-fiziologicheskimi-pokazatelyami-kak-marker-funktsionalnogo (дата обращения: 20.08.2024).
10. Шутова, С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 5-3.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20434160 (дата обращения: 10.09.2024)
11. Халфина, Р. Р. Психофизиологические особенности сенсомоторных качеств сотрудников обеспечивающих государственную защиту / Р. Р. Халфина, М. Р. Галин, А. З. Минуллин // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11-3. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22373731 (дата обращения: 18.08.2024).
12. Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации об этических принципах медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта // Российский психиатрический журнал. – 2019. – № 5. URL: https://rpj.serbsky.ru/index.php/rpj/article/view/709 (дата обращения: 25.08.2024).
13. Особенности сенсомоторной интеграции и лабильности нервной системы киберспортсменов / Е. Ф. Сурина-Марышева, А. С. Беленков, В. В. Эрлих [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sensomotornoy-integratsii-i-labilnosti-nervnoy-sistemy-kibersporstmenov (дата обращения: 15.08.2024).
14. Лила, Н. Л. Особенности адаптационных возможностей студентов с разными индивидуально-типологическими характеристиками психической деятельности и вегетативной регуляции организма: автореферат дис. ... степени канд. мед. наук: 03.03.01 / Наталья Леонидовна Лила. – Луганск, 2015 – 24 с.
15. Свинар, Е. В. Психофизиологические особенности юных регбистов / Е. В. Свинар, К. С. Кокорина // Взаимодействие академической и практико-ориентированной психологии в сфере образования: материалы II национальной научно-практической конференции с международным участием, Ярославль, 17–18 мая 2019 года / Под научной редакцией В.А. Мазилова. – Ярославль: Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, 2019. – С. 106–113.
16. Burman, D. D. Hippocampal connectivity with sensorimotor cortex during volitional finger movements: Laterality and relationship to motor learning. / D. D. Burman // PLoS One. – 2019. – № 14(9). URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31536543/ (дата обращения: 02.08.2024).

17. Стрельникова, Г. В. Особенности сенсомоторной и когнитивной сфер киберспортсменов, выступающих в разных дисциплинах / Г. В. Стрельникова, И. В. Стрельникова, Е. Л. Янкин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2016. – Т. 12 – № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sensomotornoy-i-kognitivnoy-sfer-kibersportsmenov-vystupayuschih-v-raznyh-distsiplinah (дата обращения: 26.08.2024).
18. eSports: A new window on neurocognitive expertise? / M. J. Campbell, A. J. Toth, A. P. Moran [et al] // Prog Brain. – 2018. – № 240. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30390829/ (дата обращения: 02.08.2024).
19. Association of Extensive Video Gaming and Cognitive Function Changes in Brain-Imaging Studies of Pro Gamers and Individuals With Gaming Disorder: Systematic Literature Review / E. Choi, S. H. Shin, J. K. Ryu [et al] // JMIR Serious Games. – 2021. – № 9(3). URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34255648/ (дата обращения: 02.08.2024).
20. Acute and long-lasting cortical thickness changes following intensive first-person action videogame practice / D. Momi, C. Smeralda, G. Sprugnoli [et al] //Behav Brain Res. – 2018. – № 353. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29944915/ (дата обращения: 02.08.2024).
21. Improvement of reaction time due to neural bistability / H. Koppelaar, P. Magadan Kordestani, K. Khan [et al] //The Science of Behavior (Basel). – 2019. – № 9(3). URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30889937/ (дата обращения: 02.08.2024).

REFERENCES

1. Korchemnaya N.V. Esports in educational and leisure practices of modern youth. *Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics*, 2017, vol. 23, no. 4. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yosose. (accessed 04.09.2024) (in Russ.)
2. Bányai F., Griffiths M.D., Király O., Demetrovics Z. The Psychology of Esports: A Systematic Literature Review. *J Gambl Stud*, 2019, no. 35(2). Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29508260/ (accessed 02.08.2024).
3. Drejko N.Yu., Shutova T.N., Vezenitsyn O.V. The development of esports in Russia and the world, its impact on the physical condition of athletes. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no 7(197), pp. 99–103. (in Russ.)
4. Mironov I.S., Pravdov M.A. Contents of sports training in cybersport. *Scientific no*tes *of the P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 3(169). Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=zbowsd (accessed 01.08.2024) (in Russ.)
5. Kosmina E.A. Strategy and tactics in esports. *Bulletin of TulSU. Physical culture. Sport*, 2022, no. 8. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-i-taktika-v-kompyuternom-sporte (accessed 15.08.2024) (in Russ.)
6. Sergeev S.F., Timokhov V.V., Baskakov A.S., Tsinevich R.K. Comparative analysis of professionally important qualities of cybersportsmen of basic gaming disciplines. Actual Problems of Labor Psychology, Engineering Psychology and Ergonomics. Oboznov A.A., Zhuravlev A.L., ed. Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, 2020, pp. 316–337. (in Russ.)
7. Yakunina E.N., Dyakova E.Yu., Kapilevich L.V. Neurodynamic and psychophysiological features of students engaged in structured dance. *Tomsk State University Journal*, 2011, no. 342. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/neyrodinamicheskie-i-psihofiziologicheskie-osobennosti-studentov-zanimayuschihsya-strukturirovannym-tantsem (accessed 08.08.2024). (in Russ.)
8. Ignatova Yu.P., Makarova I.I., Yakovleva K.N. Aksenova A.V. Visual-motor reactions as an indicator of CNS functional state. *Ulyanovsk Medico-Biological Journal*, 2019, no. 3, pp. 38–51. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41192115 (accessed 10.09.2024). (in Russ.)
9. Malgrem E.V., Yadrishchenskaya T.V. Correlation relationship reactions to the moving object and physiological indicators as a marker of the functional state of train drivers. *Scientific notes of ZabGU. Series: Biological Sciences*, 2013, no. 1(48). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsionnye-otnosheniya-reaktsii-na-dvizhuschiysya-obektc-fiziologicheskimi-pokazatelyami-kak-marker-funktsionalnogo (accessed 20.08.2024). (in Russ.)
10. Shutova S.V., Mura'yova I. V. Sensorimotor reactions as a characteristic of the functional state of the central nervous system. *Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences*, 2013, vol. 18, no. 5–3. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20434160 (accessed 10.09.2024). (in Russ.)
11. Khalfina R.R., Galin M.R., Minullin A.Z. Psychophysiological features of sensorimotor qualities of employees providing state protection. *Successes of modern natural science*, 2014, no. 11-3, pp. 99–102. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22373731 (accessed 18.08.2024). (in Russ.)

12. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. Translated into Russian. *Russian Psychiatric Journal*, 2019, no. 5. Available at: https://rpj.serbsky.ru/index.php/rpj/article/view/709 (accessed 25.08.2024). (in Russ.)
13. Surina-Marysheva E.F., Belenkov A.S., Erlikh V.V., Cherepova I.V., Burnashov Ya.V. Features of sensorimotor integration and lability of the nervous system in e-athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2022, no. 1. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sensomotornoy-integratsii-i-labilnosti-nervnoy-sistemy-kibersporstmenov (accessed 15.08.2024). (in Russ.)
14. Lila N.L. Features of the adaptive capabilities of students with different individual and typological characteristics of mental activity and autonomic regulation of the body: an author's abstract. Lugansk, 2015. 24 p. (in Russ.)
15. Svinar E.V., Kokorina K.S. Psychophysiological features of young rugby players. Interaction of Academic and Practice-Oriented Psychology in the Field of Education: Materials of the II National Scientific and Practical Conference with international participation (Yaroslavl, May 17–18, 2019). Mazilov V.A., ed. Yaroslavl: Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky, 2019, pp. 106–113. (in Russ.)
16. Burman D.D. Hippocampal connectivity with sensorimotor cortex during volitional finger movements: Laterality and relationship to motor learning. *PLoS One*, 2019, no. 14(9). Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31536543/ (accessed 02.08.2024).
17. Strel'nikova G.V., Strelnikova I.V., Yankin E.L. Sensomotor and cognitive features of cyber sportsmen in different disciplines. *Science and sport: current trends*, 2016, vol. 12, no. 3. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sensomotornoy-i-kognitivnoy-sfer-kibersportsmenov-vystupayuschih-v-raznyh-distsiplinah (accessed 26.08.2024). (in Russ.)
18. Campbell M.J., Toth A.J., Moran A.P., Kowal M., Exton C. eSports: A new window on neurocognitive expertise? *Prog Brain*, 2018, no. 240. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30390829/ (accessed 02.08.2024).
19. Choi E., Shin S.H., Ryu J.K., Jung K.I., Hyun Y., Kim J., Park M.H. Association of Extensive Video Gaming and Cognitive Function Changes in Brain-Imaging Studies of Pro Gamers and Individuals With Gaming Disorder: Systematic Literature Review. *JMIR Serious Games*, 2021, no. 9(3). Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34255648/ (accessed 02.08.2024).
20. Momi D., Smeralda C., Sprugnoli G., Ferrone S., Rossi S., Rossi A., Di Lorenzo G., Santarnecchi E. Acute and long-lasting cortical thickness changes following intensive first-person action videogame practice. *Behav Brain Res.*, 2018, no. 353. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29944915/ (accessed 02.08.2024).
21. Koppelaar H., Kordestani Magadan P., Khan K., Kuhkani S., Segers G., Warmerdam M.V. Reaction Time Improvements by Neural Bistability. *The Science of Behavior (Basel)*, 2019, no. 9(3). Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30889937/ (accessed 02.08.2024).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Валентина Николаевна Пушкина – доктор биологических наук, заведующий кафедры физиологии спорта и физического воспитания, ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, e-mail: taiss43@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6092-7102.

Людмила Владимировна Соколова – доктор биологических наук, профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, e-mail: sluida@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2211-049X.

Павел Викторович Пустошило – кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой иностранных языков, ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, e-mail: pustoshilo.pv@mgusit.ru, ORCID: 0000-0002-9860-0674.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Valentina N. Pushkina – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Physiology of Sports and Physical Education, Moscow State University of Sports and Tourism, Moscow, e-mail: taiss43@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6092-7102.

Lyudmila V. Sokolova – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Theory and Methodology of Sports and Physical Education, Moscow State University of Sports and Tourism, Moscow, e-mail: sluida@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2211-049X.

Pavel V. Pustoshilo – Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Department of Foreign Languages, Moscow State University of Sports and Tourism, Moscow, e-mail: pustoshilo.pv@mgusit.ru, ORCID: 0000-0002-9860-0674.

Для цитирования: Пушкина, В. Н. Нейродинамические показатели сенсомоторного реагирования спортсменов, занимающихся компьютерным спортом / В. Н. Пушкина, Л. В. Соколова, П. В. Пустошило // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_29

For citation: Pushkina V.N., Sokolova L.V., Pustoshilo P.V. Neurodynamic indicators of sensorimotor response of esports athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_29