

## ВЗАИМОСВЯЗЬ СЕТЕЙ ВНИМАНИЯ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ХОККЕИСТОВ-ПОДРОСТКОВ

*М.М. Цепелевич*, [riks00022@gmail.com](mailto:riks00022@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0003-0637-4532>  
*А.С. Кирсанов*, [kirsanov.as@talantiuspeh.ru](mailto:kirsanov.as@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0009-0007-1005-8643>  
Научно-технологический университет «Сириус», ФТ «Сириус», Краснодарский край, Россия

**Аннотация. Цель:** оценка взаимосвязи сетей внимания бдительность и исполнительный контроль и специальной физической подготовленности хоккеистов-подростков при использовании теста, требующего сложной зрительно-моторной реакции. **Материалы и методы.** Выборку составили 12 юниорских хоккейных команд, всего 199 человек в возрасте 12–14 лет, разделенных на две группы (по 6 команд) по уровню конкуренции в регионе. Оценка специальной физической подготовленности выполнялась в тесте «Реакция с шайбой», требующем проявления скоростно-силовых качеств, техники передвижения на коньках, техники владения клюшкой и шайбой и сложной зрительно-моторной реакции. Эффективность сетей бдительность и исполнительный контроль оценивалась в тесте сетей внимания. Дополнительно оценивалась скорость спринтерского бега на коньках с ведением шайбы. **Результаты.** Регрессионный анализ выявил отсутствие значимых взаимосвязей бдительности и исполнительного контроля с результатами теста «Реакция с шайбой» (все  $p > 0,05$ ) и значимую положительную взаимосвязь результатов теста «Реакция с шайбой» и среднего времени реакции в тесте сетей внимания ( $R^2 = 0,25$ ;  $p < 0,001$ ,  $\beta = 0,004$ ) при контроле скорости спринтерского бега и принадлежности к группе. **Заключение.** Уровень специальной физической подготовленности хоккеистов-подростков не имеет значимой связи с показателями эффективности сетей бдительности и исполнительный контроль, но значимо взаимосвязан со средним временем реакции, что может быть объяснено возрастными особенностями уровня внимания и квалификацией спортсменов.

**Ключевые слова:** сети внимания, хоккей, подростки, когнитивные функции, сложная зрительно-моторная реакция

**Благодарности.** Финансирование проекта осуществлялось Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-10-2021-093; Проект ISR-RND-2252).

**Для цитирования:** Цепелевич М.М., Кирсанов А.С. Взаимосвязь сетей внимания и специальной физической подготовленности хоккеистов-подростков // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 4. С. 142–148. DOI: 10.14529/hsm240418

Original article  
DOI: 10.14529/hsm240418

## RELATIONSHIP BETWEEN ATTENTION NETWORKS AND PHYSICAL ATTRIBUTES IN JUNIOR ICE HOCKEY PLAYERS

*M.M. Tsepelevich*, [riks00022@gmail.com](mailto:riks00022@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0003-0637-4532>  
*A.S. Kirsanov*, [kirsanov.as@talantiuspeh.ru](mailto:kirsanov.as@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0009-0007-1005-8643>  
Sirius University of Science and Technology, Sirius, Krasnodar region, Russia

**Abstract. Aim.** This paper aims to investigate the relationship between attention networks and physical attributes in junior ice hockey players, focusing on the association between alerting/executive networks and visual-motor reaction outcomes. **Materials and methods.** This study involved 199 ice hockey players aged 12–14 from 12 teams, divided into two groups based on competitive environment (high vs. low). Participants completed an on-ice skating sprint test with a puck and a reaction time test assessing skating speed, agility, puck control, and choice visual-motor reaction. Network efficiency was measured using the Attention Networks Test. **Results.** No significant association was found between alerting/executive control network

efficiency and reaction test results ( $p_s > 0.05$ ) after controlling for group membership and sprint performance. However, a significant positive association was observed between reaction test results and average reaction time in the Attention Networks Test ( $R^2 = 0.25$ ;  $p < 0.001$ ,  $\beta = 0.004$ ). **Conclusion.** Physical fitness levels in teenage hockey players do not significantly correlate with attention network efficiency; however, there is a significant association between physical fitness levels and average reaction time. These results may be attributed to age-related changes in attentional capacities and skill levels in young athletes.

**Keywords:** attention networks, ice hockey, junior ice hockey players, cognitive functions, visual-motor reaction

**Acknowledgments.** This project was financed by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement No. 075-10-2021-093; Project ISR-RND-2252).

**For citation:** Tsepelevich M.M., Kirsanov A.S. Relationship between attention networks and physical attributes in junior ice hockey players. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(4):142–148. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240418

**Введение.** Долгое время в спортивной науке центральную позицию занимали вопросы физиологических механизмов и показателей физического развития человека. Несмотря на значимый вклад спортивной психологии в расширение границ понимания спортсмена как сложной системы, когнитивный аспект данного вопроса начал активно разрабатываться только в последние десятилетия [5, 18]. Среди когнитивных функций, которые активно изучаются у спортсменов, особое место занимает внимание как процесс, обуславливающий избирательную направленность психики и тем самым влияющий на эффективность действий [14]. В контексте современных исследований психологии и нейробиологии концепция сетей внимания, разработанная М. Познером, занимает ключевую позицию при изучении когнитивных процессов, связанных с успехом в спорте, особенно в такой динамичной дисциплине, как хоккей [11]. Поведенческие и нейрофизиологические исследования позволили выделить три функциональные нейросети внимания: бдительность, ориентирование, исполнительный контроль [2, 15, 16]. Бдительность обеспечивает готовность к реагированию на поступающие сигналы; ориентирование предполагает использование пространственной информации для перемещения внимания; исполнительный контроль включает нисходящие процессы, связанные с обнаружением конфликта и подавлением нерелевантной информации [2]. Так, в игровых видах спорта бдительность определяет готовность быстро принять передачу от партнера, ориентирование позволяет отследить резкие изменения траектории движения соперника, исполнительный контроль отвечает за эффективность реакций на обманные действия. Результаты экспериментов указывают на то, что квалифицированные спортсмены

показывают более высокие результаты в модифицированной версии теста ANT (тест сетей внимания, англ. attentional network test), чем контрольная группа [19, 20]. Кроме того, было показано, что квалифицированные хоккеисты уровня значительно превосходят контрольную группу по результатам тестирования когнитивных функций, включая исполнительный контроль [9].

Важно отметить, что большинство выводов о взаимосвязи внимания и спортивного мастерства делается на основе межгрупповых сравнений в срезовых исследованиях [5, 18], тогда как вопрос вклада когнитивных функций в успешность решения реальных спортивных задач остается открытым [10]. В связи с этим рассмотрение влияния внимания на уровень специальной физической подготовленности (СФП), определяемый при тестировании на льду, представляет теоретическую и практическую значимость.

Другая грань спортивных исследований – применение в системе спортивной подготовки двойных упражнений (англ. Cognitive-motor dual tasks), включающих одновременное выполнение двигательного действия и когнитивной задачи или задачи на скорость реакции [12]. Данные упражнения выполняются преимущественно в целях тренировки и реабилитации [8], однако в последние годы появляются примеры использования двойных задач для тестирования [3]. В изученной литературе не было обнаружено примеров тестов СФП хоккеистов, основанных на двойной задаче, одна из которых требует сложной зрительно-моторной реакции. Поэтому рассмотрение таких тестов в контексте взаимосвязи со спортивной квалификацией важно для обоснования их дальнейшего научного и практического применения. Кроме того, можно предположить, что комплексный ледовый тест,

требующий сопряженного вовлечения скоростно-силовых качеств, техники передвижения на коньках, техники владения клюшкой и шайбой, сложной зрительно-моторной реакции, будет подвержен значительному влиянию со стороны сетей внимания бдительность и исполнительный контроль.

Для проверки данной гипотезы была выбрана группа хоккеистов-подростков, поскольку возрастные особенности познавательных процессов становятся предметом интереса исследователей значительно реже, чем взрослых спортсменов, хотя уже в юном возрасте остро стоят вопросы отбора и ориентации, где важна всесторонняя оценка способностей [6].

Таким образом, цель настоящего исследования состоит в оценке взаимосвязей сетей внимания бдительность и исполнительный контроль и СФП хоккеистов-подростков при использовании теста, требующего сложной зрительно-моторной реакции.

**Методы и процедура исследования.** В исследовании приняли участие 199 хоккеистов разных амплуа в возрасте 12–14 лет. Спортсмены были разделены на две группы: играющие в высококонкурентной среде (6 команд, 110 человек, возраст  $13,68 \pm 0,23$  года, стаж занятий хоккеем  $9,32 \pm 1,19$  года) и низкоконкурентной среде (6 команд, 110 человек, возраст  $13,55 \pm 0,33$  года, стаж занятий хоккеем  $8,96 \pm 1,32$  года). Группы значительно различались по игровому стажу (критерий Вилкоксона,  $W = 3812$ ,  $p = 0,03$ ). Разделение на группы осуществлялось на основе интегральной оценки параметров, характеризующих уровень конкуренции в юношеском хоккее в регионе: количество профильных спортивных школ, количество клубных команд, их численность и положение ведущей команды региона в турнирной таблице первенства России на момент исследования.

Протокол и процедура исследования были одобрены комитетом по биоэтике университета «Сириус». Информированное согласие на участие в исследовании было предварительно получено от родителей (представителей) юных спортсменов.

В рамках интенсивной спортивной программы образовательного центра «Сириус» хоккеисты проходили тестирование, включающее тест ANT, а также два ледовых теста: «Спринт 30 метров» и «Реакция с шайбой». Дополнительно проводился опрос для определения возраста спортсменов и стажа занятий.

Тест «Спринт 30 метров» направлен на

оценку специальных скоростно-силовых качеств, техники передвижения на коньках, техники владения клюшкой и шайбой. Спортсмен как можно быстрее преодолевал отрезок 30 метров, передвигаясь по прямой, с ведением шайбы.

Тест «Реакция с шайбой» разработан для комплексной оценки скоростно-силовых качеств, техники передвижения на коньках, техники владения клюшкой и шайбой, сложной зрительно-моторной реакции. Хоккеист в полной экипировке как можно быстрее преодолевал три участка по 15 метров с ведением шайбы, при этом направление движения на участке зависело от цвета предварительного сигнала. Поскольку тест состоял из трех участков по два варианта направления движения (вправо – «П» или влево – «Л») в каждом, всего предполагалось восемь возможных траекторий движения (рис. 1). В обоих ледовых тестах автоматизированная фиксация времени и подача сигналов осуществлялись системой хронометража SmartSpeed Timing Gates System (Австралия).

Оценка параметров систем внимания выполнялась оригинальным тестом ANT [2], реализованным в программе PEBL (2.1) [13]. Тест включал один тренировочный блок, состоящий из 24 попыток, и три проверочных блока по 96 попыток. Задача участника – как можно быстрее определить направление центральной стрелки-мишени, которая по условию появляется в контексте помех или подсказок (рис. 2), и нажать на клавиатуре соответствующую клавишу. В каждой попытке фиксировалось время реакции и правильность ответа. На основе сравнения скорости реакции при корректных ответах в предъявлениях разного типа определялась эффективность работы сетей внимания. Дополнительно рассчитывалось среднее время реакции для всех правильных ответов.

Для выявления различий в результатах теста «Реакция с шайбой» между двумя группами спортсменов, играющих в высококонкурентной среде и низкоконкурентной среде, и траекториями движения в тесте «Реакция с шайбой» был выполнен дисперсионный анализ ANOVA 2 (группа)  $\times$  8 (траектория). Апостериорные сравнения выполнялись с использованием критерия Вилкоксона.

Регрессионный анализ был использован для оценки взаимосвязи сетей внимания и СФП. В среде программирования R-Studio были построены три линейные регрессионные модели для каждой из трех метрик теста ANT:

бдительность, исполнительный контроль, среднее время реакции (независимые переменные). Помимо результатов теста ANT в каждую модель в качестве независимых переменных включались результаты теста «Спринт 30 метров», возраст, стаж занятий, группа (спортсмены, играющие в высококонкурентной или низкоконкурентной среде). В роли зависимой переменной выступал результат теста «Реакция с шайбой».

**Результаты.** Для выявления различий в результатах теста «Реакция с шайбой» между группами спортсменов и траекториями движения использовался ANOVA 2 (группа) × 8 (траектория). Перед проведением анализа

была выполнена оценка нормальности распределения и проверка однородности дисперсий для каждой группы. Результаты показали, что все допущения для дисперсионного анализа соблюдаются (тест Шапиро – Уилка, все  $p > 0,05$ , тест Левеня,  $p = 0,9$ ). Дисперсионный анализ показал значимость влияния фактора группа (two-way ANOVA,  $F_{(1, 190)} = 45,23$ ,  $p < 0,001$ ) и фактора траектория (two-way ANOVA,  $F_{(7, 190)} = 3,28$ ,  $p < 0,001$ ) на результаты теста «Реакция с шайбой». Апостериорные сравнения методом *W* Вилкоксона показали, что источником различий являлись две траектории: ЛПЛ ( $n = 27$ ) и ПЛП ( $n = 29$ ), данные которых были исключены из анализа.

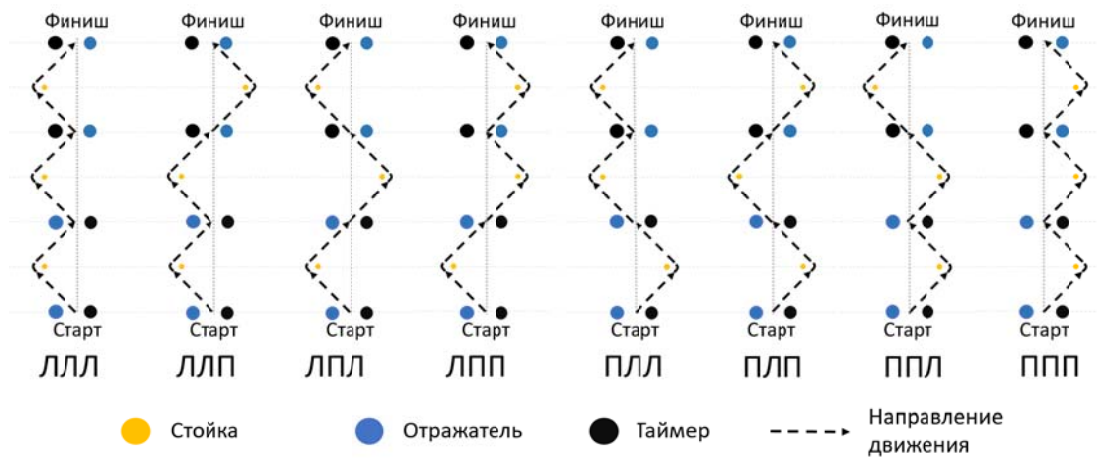


Рис. 1. Траектории движения в тесте «Реакция с шайбой»: П – движение вправо, Л – движение влево  
 Fig. 1. Skating trajectories in the Reaction test: П – to the right, Л – to the left

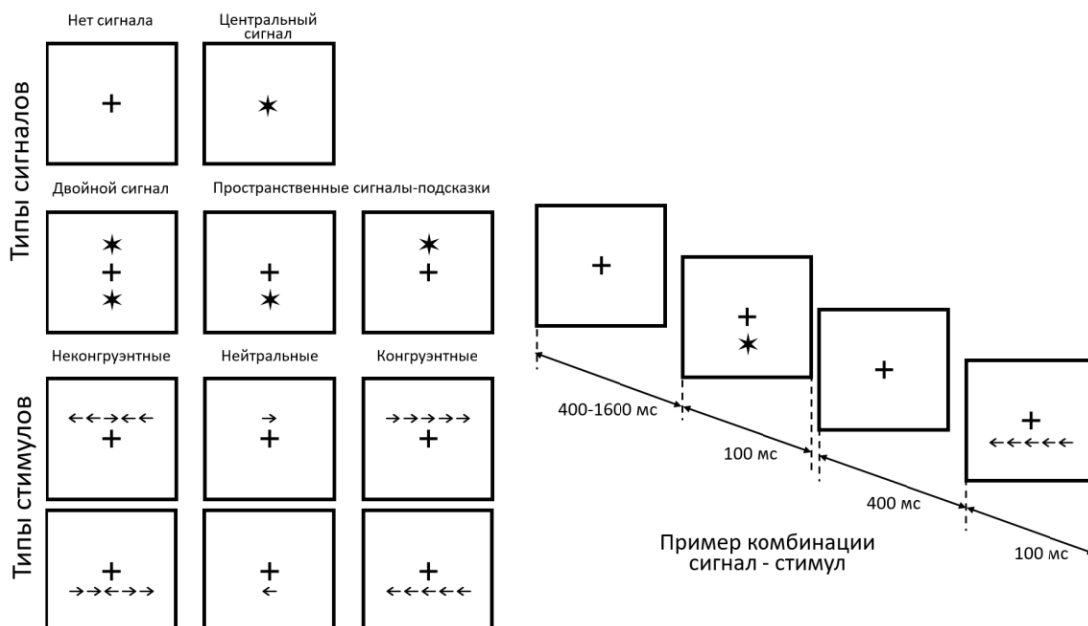


Рис. 2. Схема предъявления стимулов в тесте сетей внимания  
 Fig. 2. Stimuli and experimental paradigm in the attention network test

Оценка взаимосвязи сетей внимания и СФП была выполнена методом линейной регрессии. На предварительном этапе показатели возраста и спортивного стажа использовались в качестве независимых переменных регрессионных моделей, чтобы оценить их возможное влияние на время выполнения ледового теста. Значимого влияния данных переменных на результат теста «Реакция с шайбой» установлено не было (все  $p > 0,05$ ), поэтому показатели возраста и стажа были исключены из дальнейшего анализа. Регрессионный анализ не выявил значимых взаимосвязей сетей внимания и скорости выполнения теста «Реакция с шайбой» (все  $p > 0,05$ ) при контроле скорости спринтерского бега. Однако была выявлена значимая взаимосвязь результатов теста и среднего времени реакции в тесте ANT ( $R^2_{adjusted} = 0,25$ ;  $p < 0,001$ ,  $\beta = 0,004$ ).

**Обсуждение.** Результаты не показали наличия связи результатов теста СФП, требующего сложной зрительно-моторной реакции, и сетей внимания бдительность и исполнительный контроль, что может объясняться с нескольких позиций. Во-первых, сети внимания подвержены значительным возрастным изменениям и имеют тенденцию к повышению эффективности во взрослом возрасте относительно подросткового [1, 4, 17]. В связи с этим можно предположить, что в возрасте 12–14 лет сети внимания не сформированы в той степени, в которой они сформированы у взрослых, и не вносят значительный вклад в игровую деятельность. Вторым объяснением может быть то, что участники настоящего исследования не относятся к группе высококвалифицированных спортсменов – уровень, на котором физические качества разных хоккеистов близки по своим значениям, а игровая производительность в большей степени определяется тактическим мастерством, значительно связанным с когнитивными функциями. Возможно, относительно низкий уровень мастерства выводит на первый план скоростно-силовые качества, технику передвижения на коньках, технику владения клюшкой и шайбой. Кроме того, полученные данные указывают на то, что среднее время реакции в тесте ANT положительно связано со временем выполнения теста «Реакция с шайбой». Данный факт подчеркивает значимость скорости реакции для спортсменов и может также быть одним из факторов результата, выходящих на

первый план по сравнению со сложной зрительно-моторной реакцией.

Использование двойных упражнений в спортивном тестировании представляется перспективным направлением для науки и практики. Одной из наиболее простых в реализации комбинаций задача – ответ является сочетание двигательных действий и задач, требующих сложной зрительно-моторной реакции [7]. Хотя существующие на сегодняшний день исследования преимущественно разрабатывают вопрос применения двойных упражнений для тренировки [12], настоящее исследование показывает, что двойные задачи могут стать важным инструментом комплексной оценки подготовленности хоккеистов. Результаты дисперсионного анализа продемонстрировали, что спортсмены, играющие в высококонкурентной среде, превосходят сверстников, играющих в низкоконкурентной среде, по результатам выполнения теста «Реакция с шайбой», который требует вовлечения физических качеств и двигательных навыков одновременно со сложной зрительно-моторной реакцией. Однако дальнейшие исследования необходимы для подтверждения надежности, валидности и воспроизводимости данного теста, поскольку полученные результаты показали, что из восьми возможных траекторий две имеют статистически значимо более высокие результаты по сравнению с остальными. Можно предположить, что более высокая скорость в траекториях ЛПЛ и ПЛП связана с меньшим количеством поворотов при прохождении дистанции (см. рис. 1). В связи с этим при практическом применении теста следует учитывать траекторию прохождения для корректной интерпретации результатов.

**Заключение.** Результаты исследования свидетельствуют о том, что тест сетей внимания не является информативным предиктором уровня СФП хоккеистов-подростков, оцененного с использованием теста, требующего сложной зрительно-моторной реакции. Однако результат теста «Реакция с шайбой» значимо взаимосвязан со средним временем реакции теста ANT, что подчеркивает важность скорости реакции для юных хоккеистов.

Авторы выражают благодарность канд. пед. наук Д.Н. Савину, А.С. Окуновой за помощь и поддержку на подготовительном этапе и этапе сбора данных.

## Список литературы / References

1. Abundis-Gutiérrez A., Checa P., Castellanos C., Rosario Rueda M. Electrophysiological Correlates of Attention Networks in Childhood and Early Adulthood. *Neuropsychologia*, 2014, vol. 57, pp. 78–92. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.02.013
2. Fan J., McCandliss B. D., Sommer T. et al. Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, vol. 14, no. 3, pp. 340–347.
3. Fischer P.D., Hutchison K.A., Becker J.N., Monfort S.M. Evaluating the Spectrum of Cognitive-Motor Relationships During Dual-Task Jump Landing. *Journal of Applied Biomechanics*, 2021, vol. 37, no. 4, pp. 388–395. DOI: 10.1123/jab.2020-0388
4. Giovannoli J., Martella D., Casagrande M. Assessing the Three Attentional Networks and Vigilance in the Adolescence Stages. *Brain Sciences*, 2021, vol. 11, no. 4, p. 503. DOI: 10.3390/brainsci11040503
5. Kalén A., Bisagno E., Musculus L. et al. The Role of Domain-specific and Domain-general Cognitive Functions and Skills in Sports Performance: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 2021, vol. 147, no. 12, pp. 1290–1308. DOI: 10.1037/bul0000355
6. Lemoyne J., Brunelle J.-F., Huard Pelletier V. et al. Talent Identification in Elite Adolescent Ice Hockey Players: The Discriminant Capacity of Fitness Tests, Skating Performance and Psychological Characteristics. *Sports*, 2022, vol. 10, no. 4, p. 58. DOI: 10.3390/sports10040058
7. Lucia S., Aydin M., Di Russo F. Sex Differences in Cognitive-Motor Dual-Task Training Effects and in Brain Processing of Semi-Elite Basketball Players. *Brain Sciences*, 2023, vol. 13, no. 3, p. 443. DOI: 10.3390/brainsci13030443
8. Lucia S., Forte R., Boccacci L. et al. A Nonpharmacologic Treatment for Anxiety in Older Adults Based on Cognitive-Motor Training with Response-Generated Feedback. *The Journals of Gerontology: Ser. B*, 2023, vol. 79, no. 2. DOI: 10.1093/geronb/gbad170
9. Lundgren T., Högman L., Näslund M., Parling T. Preliminary Investigation of Executive Functions in Elite Ice Hockey Players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 324–335. DOI: 10.1123/jcsp.2015-0030
10. Mann D., Williams A., Ward P., Janelle C. Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2007, vol. 29, pp. 457–478. DOI: 10.1123/jsep.29.4.457
11. Moran A.P., Toner J. *Attentional Processes in Sport and Performance*. Oxford Research Encyclopedia of Psychology, 2018.
12. Moreira P.E.D., Dieguez G.T.d.O., Bredt S.d.G.T., Praça G.M. The Acute and Chronic Effects of Dual-Task on the Motor and Cognitive Performances in Athletes: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, vol. 18, no. 4, p. 1732. DOI: 10.3390/ijerph18041732
13. Mueller S.T.P. The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 2014, vol. 222, pp. 250–259. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2013.10.024
14. Nour S., Struys E., Stengers H. Attention Network in Interpreters: The Role of Training and Experience. *Behavioral Sciences*, 2019, vol. 9, no. 4, p. 43. DOI: 10.3390/bs9040043
15. Petersen S.E., Posner M.I. The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annu Rev Neuroscience*, 2012, vol. 35, pp. 73–89. DOI: 10.1146/annurev-neuro-062111-150525
16. Posner M.I., Petersen S.E. The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 1990, vol. 13, pp. 25–42. DOI: 10.1146/annurev.ne.13.030190.000325
17. Saito D.N., Fujisawa T.X., Yanaka H.T. et al. Development of Attentional Networks During Childhood and Adolescence: A Functional MRI Study. *Neuropsychopharmacology Reports*, 2022, vol. 42, no. 2, pp. 191–198. DOI: 10.1002/npr2.12246
18. Scharfen H.-E., Memmert D. Measurement of Cognitive Functions in Experts and Elite Athletes: A Meta-analytic Review. *Applied Cognitive Psychology*, 2019, vol. 33, no. 5, pp. 843–860. DOI: 10.1002/acp.3526
19. Yu M., Liu Y. B., Yang G. Differences of Attentional Networks Function in Athletes from Open-skill Sports: an Functional Near-infrared Spectroscopy Study. *NeuroReport*, 2019, vol. 30, no. 18, pp. 1239–1245. DOI: 10.1097/wnr.0000000000001327
20. Yu M., Xu S., Hu H. et al. Differences in Right Hemisphere fNIRS Activation Associated with Executive Network During Performance of the Lateralized Attention Network Task by Elite, Expert and Novice Ice Hockey Athletes. *Behavioural Brain Research*, 2023, vol. 443, p. 114209. DOI: 10.1016/j.bbr.2022.114209

*Информация об авторе*

**Цепелевич Маргарита Михайловна**, младший научный сотрудник, аспирант, Научно-технологический университет «Сириус», ФТ «Сириус», Краснодарский край, Россия.

**Кирсанов Александр Сергеевич**, научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», ФТ «Сириус», Краснодарский край, Россия.

*Information about the author*

**Margarita M. Tsepelevich**, Junior Researcher, Postgraduate Student, Sirius University of Science and Technology, Krasnodar Krai, Russia.

**Alexander S. Kirsanov**, Researcher, Sirius University of Science and Technology, Krasnodar Krai, Russia.

*Вклад авторов:*

Цепелевич М.М. – концепция исследования, выбор методов исследования, анализ данных, анализ литературы, интерпретация результатов, написание текста.

Кирсанов А.С. – концепция исследования, выбор методов исследования, интерпретация результатов, написание текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Contribution of the authors:*

Tsepelevich M.M. – research concept, study design, data analysis, literature analysis, of results interpretation the text.

Kirsanov A.S. – research concept, study design, literature analysis, interpretation of results, writing the text.

The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 11.05.2024*

*The article was submitted 11.05.2024*