



Научная статья

УДК 612.821:796.01

DOI: 10.37482/2687-1491-Z270

## Влияние когнитивной нагрузки на функциональное состояние спортсменов

Аделя Шамильевна Абдрахманова\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4971-7822>

Фанис Азгатович Мавлиев\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8981-7583>

Андрей Сергеевич Назаренко\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3067-8395>

Валерия Алексеевна Капустинская\* ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2704-2485>

Игорь Александрович Скиба\*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6272-8775>

\*Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма  
(Казань, Россия)

\*\*Казанский государственный медицинский университет  
(Казань, Россия)

**Аннотация.** Исследования показывают, что когнитивная нагрузка может оказывать негативное влияние на физическую работоспособность. В повседневной жизни когнитивной нагрузкой может являться использование смартфона, компьютерные игры, обучение или вождение автомобиля. Спортсмены сталкиваются с когнитивными задачами во время спортивных состязаний, однако остается неясным, насколько они устойчивы к когнитивным нагрузкам вне спортивного контекста и могут ли такие нагрузки влиять на последующую спортивную деятельность. **Цель работы** – изучить влияние когнитивной нагрузки на функциональное состояние спортсменов. **Материалы и методы.** Участниками эксперимента, проведенного на базе Научно-исследовательского института физической культуры и спорта Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, стали 42 студента мужского пола (средний возраст –  $21,35 \pm 3,01$  года): профессиональные спортсмены (футбол, баскетбол, гандбол, борьба (борьба на поясах, самбо, каратэ, тхэквондо), плавание, хоккей;  $n = 33$ ) и неспортсмены ( $n = 9$ ). В качестве когнитивной нагрузки использовался 30-минутный неконгруэнтный тест Струпа. До и после когнитивной нагрузки проводилась оценка когнитивной утомленности по шкале VAS, фиксировались частота сердечных сокращений и показатели артериального давления. Также выполнялись тесты на простую зрительно-моторную реакцию и рабочую память, проба Ромберга с открытыми и закрытыми глазами, две попытки кистевой динамометрии на максимальное усилие, одна попытка динамометрии на выносливость с параллельной фиксацией электрической активности задействованных мышц и последующей оценкой тяжести выполнения физической задачи по шкале Борга CR-10. **Результаты.** Исследование выявило, что когнитивная нагрузка приводит к увеличению восприятия физической нагрузки и ухудшению физиологических показателей спорт-

---

© Абдрахманова А.Ш., Мавлиев Ф.А., Назаренко А.С., Капустинская В.А., Скиба И.А., 2026

**Ответственный за переписку:** Аделя Шамильевна Абдрахманова, адрес: 420010, г. Казань, Деревня Универсиады, д. 35; e-mail: [adeliaabd@mail.ru](mailto:adeliaabd@mail.ru)

сменов, что свидетельствует о влиянии когнитивного утомления на их вегетативную регуляцию. При этом показатели простой зрительно-моторной реакции и рабочей памяти, отражающие базовые когнитивные и сенсомоторные функции, у спортсменов оставались стабильными после когнитивной нагрузки. По показателям динамометрии у них не было отмечено значимых изменений, но наблюдалось значимое снижение электрической активности задействованных мышц.

**Ключевые слова:** когнитивная нагрузка, когнитивное утомление, изометрические показатели, кистевая динамометрия, воспринимаемая нагрузка, мышцы верхних конечностей, спортсмены

**Для цитирования:** Влияние когнитивной нагрузки на функциональное состояние спортсменов / А. Ш. Абдрахманова, Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, В. А. Капустинская, И. А. Скиба // Журнал медико-биологических исследований. – 2026. – Т. 14, № 1. – С. 14-24. – DOI 10.37482/2687-1491-Z270.

Original article

## Effect of Cognitive Load on the Functional State of Athletes

Adelia Sh. Abdrakhmanova\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4971-7822>

Fanis A. Mavliev\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8981-7583>

Andrey S. Nazarenko\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3067-8395>

Valeria A. Kapustinskaya\* ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2704-2485>

Igor A. Skiba\*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6272-8775>

\*Volga Region State University of Physical Culture, Sport and Tourism  
(Kazan, Russia)

\*\*Kazan State Medical University  
(Kazan, Russia)

**Abstract.** Studies show that cognitive load can negatively affect physical performance. In everyday life, cognitive load can include smartphone use, playing video games, studying or driving a car. Athletes routinely face cognitive demands during competitions; however, it remains unclear to what extent they are resilient to cognitive loads outside of the sports context and whether such loads can affect subsequent athletic performance. The **purpose** of the study was to examine the effect of cognitive load on athletes' functional state. **Materials and methods.** The experiment was conducted at the Research Institute of Physical Culture and Sports, Volga Region State University of Physical Culture, Sport and Tourism, and involved 42 male students (mean age  $21.35 \pm 3.01$  years): professional athletes (football, basketball, handball, belt wrestling, sambo, karate, taekwondo, swimming and hockey;  $n = 33$ ) and non-athletes ( $n = 9$ ). A 30-minute incongruent Stroop test was used as cognitive load. Before and after the test, the participants completed a fatigue visual analogue scale (VAS), their heart rate and blood pressure were measured. In addition, tests for simple visual-motor reaction and working memory were performed, as well as the Romberg test with eyes open and closed, two maximal effort handgrip attempts, one endurance dynamometry attempt with simultaneous recording of the electrical activity of the muscles involved, followed by the Borg

---

**Corresponding author:** Adelia Abdrakhmanova, address: Derevnya Universiady 35, Kazan, 420010, Russia; e-mail: [adeliaabd@mail.ru](mailto:adeliaabd@mail.ru)

CR-10 scale for perceived exertion. **Results.** The research demonstrated that cognitive load increases perceived exertion and negatively affects athletes' physiological parameters, indicating the impact of cognitive fatigue on the autonomic regulation. Noteworthy, simple visual-motor reaction and working memory parameters, reflecting basic cognitive and sensorimotor functions, remained stable in athletes after cognitive load. While dynamometry showed no significant changes, a significant decrease in muscle electrical activity was observed in athletes.

**Keywords:** *cognitive load, cognitive fatigue, isometric parameters, hand dynamometry, perceived exertion, upper limb muscles, athletes*

**For citation:** Abdrakhmanova A.Sh., Mavliev F.A., Nazarenko A.S., Kapustinskaya V.A., Skiba I.A. Effect of Cognitive Load on the Functional State of Athletes. *Journal of Medical and Biological Research*, 2026, vol. 14, no. 1, pp. 14–24. DOI: 10.37482/2687-1491-Z270

Исполнительные функции, обеспечиваемые префронтальной корой головного мозга (рабочая память, тормозящий контроль, когнитивная гибкость), помогают принимать решения, делать выбор, контролировать эмоции, мысли и действия при обработке внешней информации [1]. До сих пор изучается роль исполнительных функций в спортивном успехе [2], при этом отмечается необходимость их участия в принятии решений во время спортивных состязаний, особенно в нестандартных ситуациях [3]. В исследовании А.В. Кабачковой и соавт. было отмечено, что спортивная тренировка приводит к перестройке регуляции мозгового кровотока [4]. Были выявлены согласованность реакций сосудов головного мозга в условиях когнитивных нагрузок у спортсменов циклических видов спорта и ухудшение этих реакций у спортсменов, имеющих дело со статическими нагрузками [4]. В исследовании Н.А. Овчинниковой и соавт. во время когнитивной нагрузки у легкоатлетов отмечалось усиление мощности дельта-диапазона, у тяжелоатлетов – мощности дельта- и тета-диапазонов, в отличие от неспортсменов [5]. У последних в работе И.С. Поликановой и соавт. наблюдалось ухудшение самочувствия, активности, увеличение индекса утомления, средней мощности тета-, альфа- и бета-ритмов после когнитивной нагрузки [6].

Несмотря на успешность решения спортсменами когнитивных задач на исполнительное функционирование (тест Струпа, фланговая задача, тест go/no go), не имеется однозначных

доказательств их устойчивости к когнитивным нагрузкам вне спортивной деятельности. Предполагается, что когнитивная утомленность вследствие предварительной когнитивной нагрузки будет увеличивать восприятие физической нагрузки и снижать мотивацию к дальнейшему выполнению физического усилия [7]. Также когнитивная утомленность может иметь накопительный эффект и влиять на работоспособность в течение длительного времени [8].

Цель исследования – изучить влияние когнитивной нагрузки на функциональное состояние спортсменов. В качестве когнитивной нагрузки использовалась задача, направленная на тормозящий контроль, – неконгруэнтный тест Струпа, включающий в себя подавление внешних или внутренних импульсов с последующей корректировкой поведения/ответа [2]. Выбор неконгруэнтного теста был связан с тем, что, согласно данным X. Liu et al., люди медленнее и менее точно реагируют на неконгруэнтные стимулы, чем на конгруэнтные [7]. При этом во время выполнения неконгруэнтной задачи активируются дорсолатеральная префронтальная кора, передняя поясная кора и теменно-затылочные области, а во время выполнения конгруэнтной – активность в первых двух областях меньше и задействуются базовые области, отвечающие за зрение и пространственную ориентацию [7].

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на базе Научно-исследовательского института физической культуры и спорта По-

волжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Поволжский ГУФКСиТ, г. Казань). В нем принимали участие 42 студента мужского пола: 33 спортсмена (6 футболистов, 5 баскетболистов, 4 гандболиста, 8 борцов, 4 пловца, 6 хоккеистов) и 9 неспортсменов. Все они были проинформированы о необходимости воздержания от напряженной физической активности за 24 ч до исследования, а также от употребления стимулирующих напитков и приема пищи не менее чем за 1 ч до исследования. Протокол эксперимента был одобрен локальным этическим комитетом Поволжского ГУФКСиТ 16 декабря 2022 года. Студенты предоставили письменное информированное согласие на участие в исследовании, которое проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Средний возраст испытуемых составил  $21,35 \pm 3,01$  года, средний рост –  $181,40 \pm 6,77$  см, средняя масса тела –  $76,2 \pm 11,0$  кг. Последовательность эксперимента и время его прохождения отражены на рисунке.

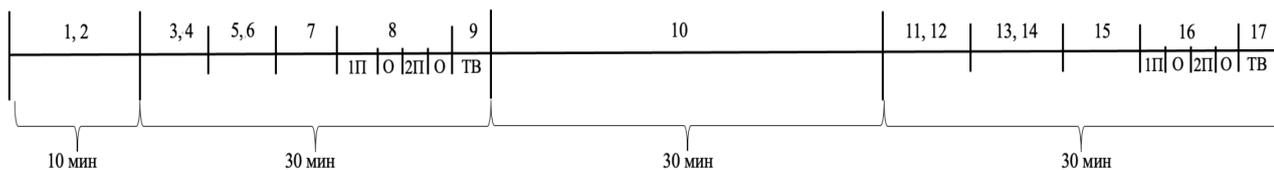
**Когнитивная утомленность.** Для оценки когнитивной утомленности была использована визуальная аналоговая шкала (VAS). Участники были проинструктированы следующим образом: «Отметьте крестиком точку на линии, представляющую Ваше восприятие текущего

состояния когнитивной утомленности». Шкала состояла из линии длиной 100 мм с отметками в диапазоне от «вообще нет» в ее начале (0 баллов) до «максимум» в конце (10 баллов) [9, 10].

**Физиологические показатели.** Частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), артериальное систолическое ( $АД_с$ , мм рт. ст.) и диастолическое ( $АД_д$ , мм рт. ст.) давление измерялись с помощью тонометра A&D Medical (Япония) в положении сидя.

**Тесты на простую зрительно-моторную реакцию (ПЗМР) и рабочую память.** Проводились на аппаратно-программном комплексе «НС-Психотест» (Россия). Для оценки рабочей памяти использовалась методика «Память на числа». В тесте на ПЗМР определялись среднее значение времени реакции (СЗВР, мс) и коэффициент точности Уиппла, а в тесте на рабочую память – объем памяти (%).

**Стабилометрия.** До и после теста Струпа выполнялась проба Ромберга с открытыми (30 с) и закрытыми (30 с) глазами с помощью компьютерного стабиланализатора «Стабилан-01» (Россия). Для анализа устойчивости позы использовались стабилографические показатели колебаний центра давления (ЦД):  $Q_x$ ,  $Q_y$  – среднеквадратическое отклонение ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях соответственно, мм;  $R$  – средний радиус отклонения ЦД, мм;  $V$  – средняя скорость перемещения



Дизайн исследования: 1 – ознакомление с исследованием, заполнение согласия; 2 – антропометрия; 3, 12 – оценка когнитивной утомленности по шкале VAS; 4, 11 – измерение ЧСС и АД; 5, 13 – тест на простую зрительно-моторную реакцию; 6, 14 – тест на рабочую память (память на числа); 7, 15 – проба Ромберга; 8, 16 – динамометрия с параллельной электромиографией (1П, 2П – первая и вторая попытки теста на максимальную произвольную силу, О – отдых (1 мин)); 9, 17 – тест на силовую выносливость (ТВ) и оценка тяжести выполнения физической задачи по шкале Борга CR-10; 10 – неконгруэнтный тест Струпа

Study design: 1 – introduction to the study, informed consent; 2 – anthropometry; 3, 12 – assessment of cognitive fatigue using the VAS scale; 4, 11 – measurement of heart rate and blood pressure; 5, 13 – simple visual-motor reaction test; 6, 14 – working memory test (digit span); 7, 15 – Romberg test; 8, 16 – dynamometry with simultaneous electromyography (1P, 2P – 1st and 2nd maximal effort handgrip attempts, O – rest (1 min)); 9, 17 – endurance attempt (TB) and assessment of perceived exertion using the Borg CR-10 scale; 10 – incongruent Stroop test

ЦД, мм/с; SV – скорость изменения площади статокинезиограммы, мм<sup>2</sup>/с; КФР – качество функции равновесия, %; ELLS – площадь эллипса, мм<sup>2</sup>; IV – индекс скорости, мм/с; OD – оценка движения, рад/с.

**Физические задачи.** Проводилась кистевая динамометрия (изометрическая нагрузка) при помощи системы сбора данных PowerLab ML870 (ADInstruments, Австралия) с использованием датчика силы захвата MLT004/CT. Участники выполняли два максимальных сжатия ведущей рукой с 1-минутным отдыхом между ними. Наибольшая достигнутая сила регистрировалась как их максимальная произвольная сила (МПС). Через 1 мин отдыха обследуемый сжимал рукоятку динамометра с наибольшим усилием в течение максимального времени (тест на силовую выносливость). Оценивались параметры: МПС (Н), время сжатия до отказа (с), время сжатия с усилием не менее 50 % от МПС (с).

Одновременно с каждой попыткой динамометрии проводилась поверхностная электромиография (ЭМГ) сгибателя и разгибателя кисти. Подготовка к процедуре включала в себя: очищение кожи предплечья, помещение поверхностных электродов на расстоянии 2 см друг от друга на мышечное брюшко лучевого сгибателя и разгибателя кисти. Заземляющий электрод накладывался на костный выступ медиального надмыщелка плечевой кости. Сигнал поверхностной ЭМГ усиливался, оцифровывался и непрерывно передавался с помощью системы сбора данных PowerLab ML870. Вся обработка осуществлялась с использованием программного обеспечения для анализа данных LabChart 8 (ADInstruments, Австралия). Оценивались пиковая амплитуда (мВ) и площадь пика (мВ/с).

Для определения воспринимаемого напряжения после выполненной динамометрии на силовую выносливость применялась шкала Борга CR-10 (10-балльная шкала, где 0 – отсутствие нагрузки, а 10 – очень тяжело) [11]. Участники были проинструктированы так, чтобы могли оценить воспринимаемую нагрузку

во время выполнения теста на предельно долгое удержание рукоятки динамометра с максимальным усилием.

**Экспериментальная когнитивная задача.** В качестве когнитивной нагрузки использовался неконгруэнтный тест Струпа [12], где значение слова и цвет его шрифта не совпадали, необходимо было выбрать ответ, ориентируясь на смысл слова, а не на цвет шрифта. Задача выполнялась 30 мин в специализированной программе [13]. Стимулы предъявлялись после нажатия на цветовой образец в форме строки. Измерялись: время принятия решений (мс) и количество ошибок на каждом этапе теста.

**Анализ данных.** Статистическая обработка проводилась в программе IBM SPSS 20. Данные были проверены на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для сравнения связанных выборок использовался *W*-критерий Уилкоксона, для несвязанных – *U*-критерий Манна–Уитни. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Количественные данные представлены в виде медианы (*Me*) и интерквартильного размаха [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ].

**Результаты.** По шкале VAS наблюдалось статистически значимое увеличение когнитивной утомленности после выполнения теста Струпа у спортсменов – с 2,0 [1,3; 2,0] до 2,0 [2,0; 4,0] баллов ( $p < 0,05$ ), у неспортсменов значимых изменений не установлено: до теста – 2,0 [1,5; 3,0] балла, после – 2,0 [0,5; 6,5] балла. Различий между группами не отмечено.

Показатели, отражающие физиологическую реакцию сердечно-сосудистой системы (табл. 1), после когнитивной нагрузки изменились у спортсменов: увеличилась ЧСС, снизились АД<sub>с</sub> и АД<sub>д</sub>. Между группами в показателях ЧСС и артериального давления значимых различий не выявлено.

В тесте на ПЗМР у обеих групп не было значимых изменений после когнитивной нагрузки: СЗВР у спортсменов до теста Струпа составило 197,0 [175,3; 218,8] мс, после – 197,8 [175,9; 219,7] мс; у неспортсменов – 251,6 [232,8; 285,4] и 226,6 [222,7; 252,5] мс

Таблица 1

**Показатели сердечно-сосудистой системы у спортсменов и неспортсменов  
до и после выполнения экспериментальной задачи, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**

**Cardiovascular parameters in athletes and non-athletes before and after the experimental task, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**

Группа, момент измерения	ЧСС, уд./мин	АД <sub>с</sub> , мм рт. ст.	АД <sub>д</sub> , мм рт. ст.
Спортсмены: до задачи	65,0 [60,0; 76,5]	125,0 [119,5; 137,5]	70,0 [64,0; 75,0]
после задачи	66,0 [56,0; 70,5]*	120,0 [110,5; 126,8]*	66,0 [58,3; 72,5]*
Неспортсмены: до задачи	78,0 [63,0; 85,0]	123,0 [106,0; 139,0]	74,0 [67,0; 85,5]
после задачи	72,0 [57,0; 88,0]	119,0 [108,0; 133,0]	82,0 [69,0; 90,5]

*Примечание:* \* – уровень значимости изменений после экспериментальной задачи  $p < 0,05$ .

соответственно. Между группами данные различались до когнитивной нагрузки ( $p = 0,022$ ), но не после нее. Коэффициент точности Уиппла значимо не менялся: у спортсменов до теста Струпа – 0,97 [0,96; 0,98], после – 0,97 [0,96; 0,98]; у неспортсменов – 0,99 [0,92; 0,99] и 0,94 [0,92; 0,97] соответственно. В тесте на рабочую память также не было значимых изменений внутри групп и между ними: объем памяти у спортсменов до когнитивной нагрузки – 57,30 [49,90; 64,70] %, после – 52,02 [44,60; 59,46] %; у неспортсменов – 58,30 [45,90; 75,00] и 58,30 [37,50; 66,70] % соответственно.

Значимые различия наблюдались в тесте Струпа между группами: время принятия решений у спортсменов – 1386,53 [1265,07; 1507,98] мс, у неспортсменов – 1783,00 [1344,14; 2221,86] мс ( $p < 0,001$ ); количество ошибок у спортсменов – 21,74 [16,53; 26,96], у неспортсменов – 38,25 [20,07; 56,43] ( $p < 0,005$ ).

По показателям стабилотрии (табл. 2) значимое ухудшение отмечалось у неспортсменов. Между группами значимых различий не наблюдалось.

Показатель максимального сжатия динамометра как у спортсменов, так и у неспортсменов

Таблица 2

**Показатели стабилотрии у спортсменов и неспортсменов  
до и после выполнения экспериментальной задачи, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**

**Stabilometric parameters in athletes and non-athletes before and after the experimental task, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**

Группа, момент измерения	R, мм, при открытых глазах	SV, мм <sup>2</sup> /с, при открытых глазах	Q <sub>x</sub> , мм, при закрытых глазах
Спортсмены: до задачи	4,04 [2,92; 4,86]	10,95 [8,13; 18,80]	3,09 [2,41; 4,78]
после задачи	4,48 [3,68; 5,64]	12,20 [8,70; 19,30]	3,31 [2,12; 3,94]
Неспортсмены: до задачи	4,73 [3,66; 6,11]	12,20 [7,75; 23,05]	2,46 [1,90; 5,38]
после задачи	6,00 [5,36; 9,34]*	22,00 [13,08; 46,50]*	4,06 [3,25; 8,32]*

*Примечание:* \* – уровень значимости изменений после экспериментальной задачи  $p < 0,05$ .

статистически значимо не изменился после когнитивной нагрузки (табл. 3), но значимо отличался между группами как до, так и после теста Струпа. Все показатели ЭМГ статистически значимо снизились только в группе спортсменов. По шкале Борга CR-10 статистически значимое увеличение восприятия нагрузки отмечалось в группе спор-

тсменов – с 4,0 [3,0; 6,0] до 5,0 [3,0; 6,8] баллов ( $p < 0,05$ ); у неспортсменов значимых изменений не наблюдалось: до теста Струпа – 5,0 [3,5; 8,0] баллов, после – 6,0 [3,5; 7,0] баллов. Оценка по данной шкале имела статистически значимые отличия между группами как до ( $p = 0,025$ ), так и после ( $p = 0,018$ ) когнитивной нагрузки.

Таблица 3

Показатели динамометрии и электромиографии у спортсменов и неспортсменов до и после выполнения экспериментальной задачи,  $Me [Q_1; Q_3]$   
 Dynamometric and electromyographic parameters in athletes and non-athletes before and after the experimental task,  $Me [Q_1; Q_3]$

Показатель	Спортсмены	Неспортсмены
<i>Измерения до выполнения задачи</i>		
МПС, Н:		
1-я попытка	476,65 [403,15; 527,20] <sup>#</sup>	410,20 [331,10; 460,95]
2-я попытка	461,10 [404,05; 514,90] <sup>#</sup>	419,10 [316,40; 517,35]
лучшая попытка	480,00 [415,50; 530,00]	425,00 [331,00; 517,50]
Сила в тесте на выносливость, Н:		
средняя	322,90 [279,00; 373,00] <sup>#</sup>	317,10 [189,00; 347,80]
максимальная	430,00 [378,30; 467,90]	441,50 [322,05; 509,80]
Пиковая амплитуда разгибателя кисти, мВ:		
1-я попытка	0,41 [0,31; 0,71]	0,33 [0,22; 0,52]
2-я попытка	0,42 [0,36; 0,68]	0,41 [0,32; 0,46]
тест на выносливость	0,69 [0,43; 0,99]	0,38 [0,31; 0,60]
<i>Измерения после выполнения задачи</i>		
МПС, Н:		
1-я попытка	465,80 [403,50; 534,65] <sup>#</sup>	420,10 [304,95; 505,05]
2-я попытка	447,70 [394,00; 532,70] <sup>#</sup>	411,00 [310,55; 480,70]
лучшая попытка	465,90 [411,30; 541,70]	420,10 [310,55; 512,90]
Сила в тесте на выносливость, Н:		
средняя	302,50 [263,25; 373,25]	309,50 [195,30; 374,10]
максимальная	419,10 [350,30; 487,80]	415,50 [281,00; 476,85]
Пиковая амплитуда разгибателя кисти, мВ:		
1-я попытка	0,41 [0,29; 0,51] <sup>*#</sup>	0,17 [0,14; 0,35]
2-я попытка	0,35 [0,26; 0,49] <sup>*</sup>	0,43 [0,21; 0,45]
тест на выносливость	0,48 [0,37; 0,72] <sup>*</sup>	0,41 [0,30; 0,56]

Примечание: \* – уровень значимости изменений после экспериментальной задачи  $p < 0,05$ ; # – уровень значимости отличий от неспортсменов  $p < 0,05$ .

**Обсуждение.** Результаты, полученные в ходе эксперимента, согласуются с гипотезой центрального регулятора утомления, предполагающей, что когнитивная нагрузка увеличивает субъективное восприятие физических усилий за счет повышения активности префронтальной коры, отвечающей за интеграцию когнитивных и физических сигналов [14]. Рост воспринимаемой нагрузки у спортсменов, вероятно, связан с их повышенной чувствительностью к изменениям в когнитивном состоянии из-за частого взаимодействия с нестандартными ситуациями в спорте [2]. При этом показатели воспринимаемой нагрузки были выше у неспортсменов, что может быть обусловлено их недостаточной адаптацией к стрессовым и высокоинтенсивным нагрузкам и менее развитыми механизмами регуляции усилий по сравнению со спортсменами.

Анализ данных психофизиологического тестирования не выявил значимых различий до и после когнитивной нагрузки. Это позволяет предположить, что когнитивная нагрузка не оказывала существенного влияния на способность испытуемых реагировать на простые стимулы и не приводила к ухудшению показателей рабочей памяти. При этом между группами значимо отличалось СЗВР в тесте на ПЗМР до выполнения экспериментальной задачи, а также время принятия решений и количество ошибок в самом тесте Струпа, что может быть следствием тренированности сенсомоторных систем спортсменов.

Результаты исследования показали различия в реакциях сердечно-сосудистой системы: у неспортсменов отсутствовала статистически значимая физиологическая реакция на когнитивную нагрузку, тогда как у спортсменов реакция была неоднозначной – с увеличением ЧСС и снижением артериального давления. Это может отражать адаптацию спортсменов к стрессу через механизмы вегетативной регуляции, тренируемые в условиях соревновательной неопределенности [15]. Установлено, что для спортсменов характерна специфическая адаптация вегетативной нервной системы

к тренировочным нагрузкам, которая влияет и на регуляцию сердечно-сосудистой системы: отмечается повышенная симпатическая активность и, как следствие, усиленная мобилизация ЧСС в ответ на когнитивную нагрузку [16, 17].

У неспортсменов после когнитивной нагрузки наблюдалось ухудшение стабилметрических показателей, что указывает на снижение постурального контроля под влиянием когнитивного утомления и согласуется с теорией конкуренции ресурсов внимания [18], когда дефицит когнитивных ресурсов ухудшает способность поддерживать равновесие.

Показатели максимальной силы испытуемых значимо не менялись после когнитивной нагрузки, при этом значимо отличались между группами, что также является следствием долговременной адаптации, в результате которой у спортсменов силовые показатели оказываются выше. При этом данные электрической активности мышц имели значимые отличия у спортсменов до и после выполнения экспериментальной задачи. Изменения в силовых показателях и электрической активности мышц могут быть объяснены гипотезой нейромышечной десинхронизации: когнитивная утомленность нарушает координацию между центральными моторными командами и периферической мышечной активностью [19].

Полученные результаты позволяют предположить, что спортсмены чувствительны к когнитивной нагрузке вне спортивного контекста. Ухудшение субъективных и физиологических показателей после выполнения когнитивной задачи может быть связано с перенаправлением ресурсов, обычно задействованных в решении тактических задач и реакциях на внешние стимулы. E. Karim et al. отмечают, что в некоторых случаях длительное выполнение когнитивной задачи может приводить к улучшению производительности за счет эффекта обучения [20]. В связи с этим рекомендуется индивидуализировать когнитивные задачи и при планировании исследования не опираться лишь на время их выполнения [19, 20].

Исследование установило, что когнитивная нагрузка влияет на функциональное состояние спортсменов. Происходят изменения субъективного восприятия усилий, вегетативных реакций и нейромышечной координации. Однако психофизиологические показатели, отражающие базовые

когнитивные и сенсомоторные функции, остаются стабильными. Для подтверждения выдвинутых предположений требуется увеличение объема выборки и проведение исследований с анализом нейрофизиологических коррелятов после когнитивных нагрузок.

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

### Список литературы

1. Diamond A. Executive Functions // Annu. Rev. Psychol. 2013. Vol. 64. P. 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
2. Furley P., Schütz L.M., Wood G. A Critical Review of Research on Executive Functions in Sport and Exercise // Int. Rev. Sport Exerc. Psychol. 2025. Vol. 18, № 1. P. 316–344. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2023.2217437>
3. Cao L.-Z., He H., Miao X., Chi L. The Contributions of Executive Functions to Decision-Making in Sport // Int. J. Sport Exerc. Psychol. 2025. Vol. 23, № 7. P. 1066–1085. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2024.2371483>
4. Кабачкова А.В., Захарова А.Н., Лалаева Г.С., Кироненко Т.А., Буэль Ю.А., Милованова К.Г., Каплевич Л.В. Изменение кровотока в каротидном бассейне у спортсменов при выполнении когнитивной пробы // Теория и практика физ. культуры. 2015. № 11. С. 33–35.
5. Овчинникова Н.А., Южанин Э.Ф., Медведева Е.В., Каплевич Л.В. Характеристики биоэлектрической активности головного мозга у спортсменов при сочетании когнитивной и физической нагрузок // Человек. Спорт. Медицина. 2021. Т. 3, № 21. С. 64–72.
6. Поликанова И.С., Сергеев А.В. Влияние длительной когнитивной нагрузки на параметры ЭЭГ // Нац. психол. журн. 2014. Т. 1, № 13. С. 84–92.
7. Liu X., Banich M.T., Jacobson B.L., Tanabe J.L. Common and Distinct Neural Substrates of Attentional Control in an Integrated Simon and Spatial Stroop Task as Assessed by Event-Related fMRI // Neuroimage. 2004. Vol. 22, № 3. P. 1097–1106. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.02.033>
8. Lam H.K.N., Sproule J., Phillips S.M. Future Directions in Understanding Acute and Chronic Effects of Mental Fatigue in Sports: A Commentary on Bridging Laboratory Findings and Real-World Applications // Int. J. Sports Physiol. Perform. 2025. Vol. 20, № 8. P. 1172–1176. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2024-0363>
9. Göker Z. Fatigue in the Aviation: An Overview of the Measurements and Countermeasures // J. Aviat. 2018. Vol. 2, № 2. P. 185–194. <https://doi.org/10.30518/JAV.451741>
10. Holgado D., Troya E., Perales J.C., Vellido M.A., Sanabria D. Does Mental Fatigue Impair Physical Performance? A Replication Study // Eur. J. Sport Sci. 2021. Vol. 21, № 5. P. 762–770. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1781265>
11. Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign: Human Kinetics, 1998. 104 p.
12. Stroop J.R. Studies of Interference in Serial Verbal Reactionst // J. Exp. Psychol. 1935. Vol. 18, № 6. P. 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023669665 Российская Федерация. Программа для выполнения теста Струпа: «Cognitive load test» (CLT): № 2023669032: заявл. 14.09.2023; опубл. 19.09.2023 / Абдрахманова А.Ш., Мавлиев Ф.А., Нетреба А.И., Давлетова Н.Х., Назаренко А.С.; заявитель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Поволж. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма».
14. Marcora S.M., Staiano W., Manning V. Mental Fatigue Impairs Physical Performance in Humans // J. Appl. Physiol. 2009. Vol. 106, № 3. P. 857–864. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>

15. Gucciardi D.F., Hanton S., Gordon S., Mallett C.J., Temby P. The Concept of Mental Toughness: Tests of Dimensionality, Nomological Network, and Traitness // *J. Pers.* 2015. Vol. 83, № 1. P. 26–44. <https://doi.org/10.1111/jopy.12079>
16. Aubert A.E., Seps B., Beckers F. Heart Rate Variability in Athletes // *Sports Med.* 2003. Vol. 33, № 12. P. 889–919. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>
17. Miki K., Yoshimoto M. Exercise-Induced Modulation of Baroreflex Control of Sympathetic Nerve Activity // *Front. Neurosci.* 2018. Vol. 12. Art. № 493. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00493>
18. Wickens C.D. Multiple Resources and Performance Prediction // *Theor. Iss. Ergon. Sci.* 2002. Vol. 3, № 2. P. 159–177. <https://doi.org/10.1080/14639220210123806>
19. Mangin T., Pageaux B. It Is Time to Stop Using the Terminology “Passive” Fatigue // *Motiv. Sci.* 2024. Vol. 11, № 1. P. 125–132. <https://doi.org/10.1037/mot0000375>
20. Karim E., Pavel H.R., Nikanfar S., Hebri A., Roy A., Nambiappan H.R., Jaiswal A., Wylie G.R., Makedon F. Examining the Landscape of Cognitive Fatigue Detection: A Comprehensive Survey // *Technologies.* 2024. Vol. 12, № 3. Art. № 38. <https://doi.org/10.3390/technologies12030038>

## References

1. Diamond A. Executive Functions. *Annu. Rev. Psychol.*, 2013, vol. 64, pp. 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
2. Furley P., Schütz L.M., Wood G. A Critical Review of Research on Executive Functions in Sport and Exercise. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.*, 2025, vol. 18, no. 1, pp. 316–344. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2023.2217437>
3. Cao L.-Z., He H., Miao X., Chi L. The Contributions of Executive Functions to Decision-Making in Sport. *Int. J. Sport Exerc. Psychol.*, 2025, vol. 23, no. 7, pp. 1066–1085. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2024.2371483>
4. Kabachkova A.V., Zakharova A.N., Lalaeva G.S., Kironenko T.A., Buel' Yu.A., Milovanova K.G., Kapilevich L.V. Изменение кровотока в каротидном бассейне у спортсменов при выполнении когнитивной пробы [Blood Flow Changes in Carotid System in Athletes During Cognitive Test]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2015, no. 11, pp. 33–35.
5. Ovchinnikova N.A., Yuzanin E.F., Medvedeva E.V., Kapilevich L.V. Bioelectrical Activity of the Brain in Athletes Under Cognitive and Physical Load. *Hum. Sport Med.*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 64–72 (in Russ.).
6. Polikanova I.S., Sergeev A.V. Vliyanie dlitel'noy kognitivnoy nagruzki na parametry EEG [The Effect of Long-Term Cognitive Load on the EEG Parameters]. *Natsional'nyy psikhologicheskiy zhurnal*, 2014, vol. 1, no. 13, pp. 84–92.
7. Liu X., Banich M.T., Jacobson B.L., Tanabe J.L. Common and Distinct Neural Substrates of Attentional Control in an Integrated Simon and Spatial Stroop Task as Assessed by Event-Related fMRI. *Neuroimage*, 2004, vol. 22, no. 3, pp. 1097–1106. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.02.033>
8. Lam H.K.N., Sproule J., Phillips S.M. Future Directions in Understanding Acute and Chronic Effects of Mental Fatigue in Sports: A Commentary on Bridging Laboratory Findings and Real-World Applications. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 2025, vol. 20, no. 8, pp. 1172–1176. <https://doi.org/10.1123/ijpspp.2024-0363>
9. Göker Z. Fatigue in the Aviation: An Overview of the Measurements and Countermeasures. *J. Aviat.*, 2018, vol. 2, no. 2, pp. 185–194. <https://doi.org/10.30518/JAV.451741>
10. Holgado D., Troya E., Perales J.C., Vadillo M.A., Sanabria D. Does Mental Fatigue Impair Physical Performance? A Replication Study. *Eur. J. Sport Sci.*, 2021, vol. 21, no. 5, pp. 762–770. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1781265>
11. Borg G. *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, 1998. 104 p.
12. Stroop J.R. Studies of Interference in Serial Verbal Reactions. *J. Exp. Psychol.*, 1935, vol. 18, no. 6, pp. 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
13. Abdrakhmanova A.Sh., Mavliev F.A., Netreba A.I., Davletova N.Kh., Nazarenko A.S. *Program for Performing the Stroop Test: Cognitive Load Test (CLT)*. Registration Certificate RF no. 2023669665, 2023 (in Russ.).
14. Marcora S.M., Staiano W., Manning V. Mental Fatigue Impairs Physical Performance in Humans. *J. Appl. Physiol.*, 2009, vol. 106, no. 3, pp. 857–864. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
15. Gucciardi D.F., Hanton S., Gordon S., Mallett C.J., Temby P. The Concept of Mental Toughness: Tests of Dimensionality, Nomological Network, and Traitness. *J. Pers.*, 2015, vol. 83, no. 1, pp. 26–44. <https://doi.org/10.1111/jopy.12079>

16. Aubert A.E., Seps B., Beckers F. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med.*, 2003, vol. 33, no. 12, pp. 889–919. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>

17. Miki K., Yoshimoto M. Exercise-Induced Modulation of Baroreflex Control of Sympathetic Nerve Activity. *Front. Neurosci.*, 2018, vol. 12. Art. no. 493. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00493>

18. Wickens C.D. Multiple Resources and Performance Prediction. *Theor. Iss. Ergon. Sci.*, 2002, vol. 3, no. 2, pp. 159–177. <https://doi.org/10.1080/14639220210123806>

19. Mangin T., Pageaux B. It Is Time to Stop Using the Terminology “Passive” Fatigue. *Motiv. Sci.*, 2024, vol. 11, no. 1, pp. 125–132. <https://doi.org/10.1037/mot0000375>

20. Karim E., Pavel H.R., Nikanfar S., Hebri A., Roy A., Nambiappan H.R., Jaiswal A., Wylie G.R., Makedon F. Examining the Landscape of Cognitive Fatigue Detection: A Comprehensive Survey. *Technologies*, 2024, vol. 12, no. 3. Art. no. 38. <https://doi.org/10.3390/technologies12030038>

*Поступила в редакцию 04.04.2025 / Одобрена после рецензирования 09.09.2025 / Принята к публикации 12.09.2025*  
*Submitted 4 April 2025 / Approved after reviewing 9 September 2025 / Accepted for publication 12 September 2025*