

ЦИФРОВАЯ КОРРЕКТУРНАЯ ПРОБА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ В ОТВЕТ НА ДОЗИРОВАННУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

А.Ш. Абдрахманова¹, adeliaabd@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4971-7822>
Е.В. Тарасова¹, elena.tarasova29@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-6634>
Н.Х. Давлетова^{1,2}, davletova0681@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2014-1746>
Ф.А. Мавлиев¹, fanis16rus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8981-7583>
В.А. Демидов¹, va-demidov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9216-0428>

¹Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

²Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

Аннотация. Цель исследования – оценка возможности использования цифровой корректурной пробы (ЦКП) и ее применение в качестве метода фиксации изменения КФ после кратковременной ИФН. **Материалы и методы.** Были исследованы 14 студентов (7 – мужского, 7 – женского пола) 19,21 ± 1,05 года. Основной методикой исследования являлась ЦКП, которая выполнялась по две попытки с 5-минутным отдыхом между ними. Также через неделю исследуемые выполняли две попытки ЦКП, но между ними выполнялась ИФН в виде 5-секундного теста Wingate на ножном велоэргометре Monark Ergonomic 894 E (Швейцария). **Результаты.** Показано, что результаты ЦКП между попытками без применения физических нагрузок не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$). В то же время после ИФН в виде теста Wingate были получены результаты ЦКП, отличные от значений, выполненных до нее ($p < 0,05$). **Заключение.** Анализ полученных результатов позволяет предположить, что однократная ИФН продолжительностью 5 секунд положительно влияет на показатели КФ, а сам тест в виде ЦКП является корректным инструментом для оценки влияния ИФН на КФ.

Ключевые слова: когнитивные функции, цифровая корректурная проба, воспроизводимость теста, интенсивная физическая нагрузка, тест Wingate

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта Академии наук Республики Татарстан 20-42-юГ.

Для цитирования: Цифровая корректурная проба для оценки когнитивных функций в ответ на дозированную физическую нагрузку / А.Ш. Абдрахманова, Е.В. Тарасова, Н.Х. Давлетова и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № S2. С. 78–85. DOI: 10.14529/hsm22s210

Original article
DOI: 10.14529/hsm22s210

DIGITAL CORRECTION TEST FOR ASSESSING COGNITIVE RESPONSE TO PHYSICAL LOAD

A.Sh. Abdrakhmanova¹, adeliaabd@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4971-7822>
E.V. Tarasova¹, elena.tarasova29@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-6634>
N.Kh. Davletova^{1,2}, davletova0681@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2014-1746>
F.A. Mavliev¹, fanis16rus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8981-7583>
V.A. Demidov¹, va-demidov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9216-0428>

¹Volga State University of Physical Education, Sport and Tourism, Kazan, Russia

²Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Abstract. Aim. The aim of the study was to evaluate a possible use of a digital correction test (DCT) as a method for maintaining changes in cognitive functions after short-term physical exercise. **Materials and methods.** The study involved 14 university students (7 male and 7 female students) aged 19.21 ± 1.05 years.

The DCT was the principal research technique (two trials with a 5-minute rest). A week later, the subjects performed two more trials of the DCT with short-term physical exercise between trials (a 5-second Wingate test, Monark Ergomedic 894E cycle ergometer, Switzerland). **Results.** It was found that the results of the DCT with a 5-minute rest were not significantly different ($p > 0.05$). However, the post-exercise results of the DCT were different from those obtained before physical activity ($p < 0.05$). **Conclusion.** The results obtained suggest that a single 5-second physical exercise has a positive effect on cognitive functions. Moreover, the DCT itself is a correct tool for assessing the effect of physical exercise on cognitive functions.

Keywords: cognitive functions, digital correction test, test reproducibility, intense physical activity, Wingate test

Acknowledgements. The study was supported by the Tatarstan Academy of Sciences Grant No 20-42-юГ

For citation: Abdrakhmanova A.Sh., Tarasova E.V., Davletova N.Kh., Mavliev F.A., Demidov V.A. Digital correction test for assessing cognitive response to physical load. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(S2):78–85. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm22s210

Введение. Исследования физических и умственных нагрузок, а также их взаимовлияние через анализ деятельности скелетных мышц и головного мозга были и остаются актуальным направлением среди исследователей, работы которых затрагивают различные темы, связанные с вопросами предотвращения нейродегенеративных заболеваний, а также с нахождением альтернатив физическим упражнениям для людей с ограниченными физическими возможностями. Все это привлекает внимание исследователей из области спорта, педагогики, труда и всех тех, кто хочет наиболее эффективно подходить к учебной, трудовой, тренировочной и соревновательной деятельности [7, 10, 14].

Принято различать влияние физических нагрузок (ФН) на биологические (когнитивные функции) и психологические (самочувствие, восприятие нагрузки) составляющие деятельность мозга [9]. На сегодняшний день показаны связи между физическими упражнениями и некоторыми показателями психического здоровья, выраженными в снижении физиологических показателей стресса и психологических показателей (например, тревоги и депрессии), также отмечено повышение настроения и улучшение психологического самочувствия в процессе физической активности [17]. Определено влияние однократной ФН на восстановление внимания после длительных периодов в сидячем режиме у студентов [5]. При этом важное значение имеет и дозировка ФН. Например, показано, что чрезмерная либо недостаточная ФН может не только не оказывать положительного эффекта, но и негативно отражаться на КФ [7]. Это можно объяснить тем, что чрезмерная ФН

может проявлять негативное воздействие вследствие накопления метаболитов в виде активных форм кислорода.

При оценке влияния коротких ФН на КФ обнаружено, что они могут способствовать положительным изменениям, которые выражаются в увеличении насыщения кислородом префронтальной коры головного мозга, что в свою очередь может приводить к ее повышенной активации и улучшению таких КФ, как планирование, рабочая память, многозадачность, когнитивная гибкость, абстрактное мышление. Несмотря на это, авторы отмечают необходимость дальнейших исследований по влиянию ИФН на КФ [6, 8, 15]. В вышеперечисленных исследованиях в качестве стандартной максимальной анаэробной нагрузки использовался тест Wingate длительностью 30 и 60 с. Однако подобные нагрузки могут вызывать предобморочное состояние, тошноту и головокружение, что связывают со снижением артериального давления и гипоканией, вызванной гипервентиляцией и, как следствие, может отмечаться снижение скорости мозгового кровотока. Все это впоследствии может приводить к зрительно-когнитивным нарушениям, связанным не с общим снижением КФ, а с потерей периферической зрительной функции, что может искажать результаты некоторых видов психофизиологических тестов [15].

Механизм влияния физических нагрузок на когнитивные функции. Постнагрузочное возбуждение центральной нервной системы (ЦНС) является одной из возможных причин, объясняющих механизм улучшения КФ после ИФН: физическая нагрузка выступает как стрессор, в ответ на который происходит

активация симпатической нервной системы, а именно повышается частота сердечных сокращений и проводимость кожи. Это может породить за собой краткосрочные изменения активности в ряде зон ЦНС, которые в дальнейшем и могут выступать факторами улучшения КФ. Механизм данных улучшений может быть описан следующим образом: физическая активность выступает в качестве аффектора, тем самым меняя активность голубого пятна¹ для поддержания умеренного уровня тонической активации, вовлекая и другие связанные с ним области ЦНС для повышения концентрации внимания; увеличения сердечного выброса и, соответственно, мозгового кровотока; повышения уровня катехоламинов и концентрации нейротрофических факторов как BDNF, IGF-1 и VEGF (большинство исследований показывают их влияние на улучшение когнитивных функций после хронических физических нагрузок, а также повышение их концентрации после однократной ИФН) [4]. В связи с этим становится очевидно, что необходимы четкие представления, касающиеся длительности и интенсивности ФН, базирующиеся на понимании энергообеспечения мышечной работы, чтобы не получить обратный – негативный эффект как на КФ, так и на общее самочувствие.

Энергообеспечение, метаболиты мышечной деятельности и когнитивные функции. Если рассматривать относительный вклад выработки аденозинтрифосфата (АТФ) в энергообеспечение во время физических упражнений, то известно, что при ФН с максимальной интенсивностью и продолжительностью до 6 секунд большая часть АТФ образуется в результате расщепления креатинфосфата (КрФ), далее по мере снижения интенсивности и увеличения времени выполнения физического упражнения растет вклад гликолиза и окислительного фосфорилирования [11]. Имеются гипотезы о положительном влиянии лактата, образуемого вследствие продолжительных интенсивных упражнений длительностью 15 и более секунд при старении мозга и нейродегенеративных заболеваниях, а также на выживаемость и пластичность нейронов [12]. Если учитывать, что ИФН за счет активации сим-

¹ Ядро, расположенное глубоко в стволе мозга на уровне моста, которое обеспечивает норадренергическую нейротрансмиттерную систему мозга [13].

патической нервной системы и последующего изменения активности голубого пятна позволяет улучшать КФ, то становится приемлемым использовать нагрузку до 6 секунд. В данном случае использование такой нагрузки обосновывается также тем, что хоть и есть некоторые положительные эффекты на КФ от более продолжительных интенсивных физических нагрузок, тем не менее ранее не учитывалось, что 30-секундный тест Wingate, применяемый некоторыми исследователями, может негативно влиять на самочувствие человека [6]. В связи с этим становится актуальным определение более адекватных дозировок как по времени, так и по интенсивности во избежание крайних физиологических реакций, выраженных в резком ухудшении самочувствия испытуемого. Поэтому максимальная интенсивность ФН длительностью 5 секунд, которая вызовет значительное возбуждение в ЦНС, при минимальном негативном влиянии на самочувствие испытуемого может служить отправной точкой для определения необходимой и достаточной максимальной «единицы интенсивной физической нагрузки» (ЕИФН), необходимой для положительного стимулирования КФ. В дальнейшем, отталкиваясь от этих величин, можно оценить как повторное влияние ЕИФН, выполняемых в сочетании с краткосрочными периодами отдыха, так и определить варианты более низкоинтенсивных краткосрочных нагрузок, дозируемых как процент от ЕИФН.

Учитывая вышеперечисленное, в настоящем исследовании рассматривается влияние на КФ однократной ИФН, которая, согласно нашей гипотезе, позволит избежать негативных физиологических реакций на фоне высокого ответного возбуждения ЦНС.

Применимость цифровой корректурной пробы для оценки когнитивных функций. Необходимо отметить, что при оценке КФ исследователи используют конкретную их дифференциацию (внимание, когнитивный контроль, обработка информации, тесты интеллекта и достижений, память, скорость реакции и обучение), поскольку в проявлении каждой отдельной функции могут участвовать разные зоны ЦНС, что впоследствии может исказить исследование потенциальных механизмов рассматриваемых процессов [4].

В связи с этим мы видим перспективным исследование концентрации, устойчивости и переключаемости внимания посредством

ЦКП, которая успешно используется для оценки рассматриваемых параметров, относящихся к КФ [2].

Прежде чем применять ЦКП для оценки КФ до и после физической нагрузки, необходимо оценить, насколько результаты данного теста являются воспроизводимыми² и применимыми для данного эксперимента. Эта необходимость возникает по двум причинам: во-первых, исследователи отмечают сложность фиксации воспроизводимых результатов тестов, направленных на оценку КФ [16]; во-вторых, при выполнении некоторых тестов (например, тест Wingate) испытуемый во второй попытке показывает результат лучше, чем в первой. Это связано со способностью обучаться (например, при тестах для оценки физических качеств это выражается в лучшей координации рабочих мышечных групп ко второй попытке, что дает больший результат). Применительно к ЦКП программа в каждой попытке выдает разную последовательность цифр, в связи с чем можно предположить, что обучаемость в этом случае будет оказывать минимальное влияние на результат при повторных тестированиях, выполненных друг за другом [3].

Целью исследования является оценка возможности использования цифровой корректурной пробы (ЦКП) и ее применение в качестве метода фиксации изменения КФ после кратковременной ИФН.

Материалы и методы. Данное исследование является пилотным экспериментом по влиянию кратковременной ИФН на КФ. В исследовании принимали участие студенты ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ» в количестве 14 человек (7 – мужского, 7 – женского пола), средний возраст которых составил $19,21 \pm 1,05$ года.

Для оценки изменения когнитивных функций, а именно уровня концентрации, устойчивости и переключения внимания испытуемых, применялась электронная версия цифровой корректурной пробы (ЦКП), в которой буквенные стимулы таблицы Бурдона – Анфимова были заменены на цифровые, что позволило использовать данную пробу и не носителям определенного языка [1]. Тест вы-

полнялся на смартфонах с небольшим разрешением экрана, в модифицированном для этого электронном ресурсе [3]. Задача испытуемого состояла в том, чтобы в течение 3 минут, последовательно просматривая строку за строкой таблицы ЦКП, находить и выделять те цифры, которые были даны в задании. Оценивались: концентрация внимания (%), скорость переработки информации (количество знаков), скорости внимания (количество знаков, обработанных в секунду), коэффициент умственной продуктивности (условные единицы). Для оценки различий в воспроизводимости ЦКП всеми участниками исследования было сделано два теста ЦКП без нагрузки, с 5-минутным временем отдыха. Через 1 неделю испытуемые снова проделали два теста, но между ними была выполнена высокоинтенсивная физическая нагрузка в виде теста Wingate на 5 секунд на ножном велоэргометре Monark Ergomedic 894 E (Швейцария).

Для оценки воспроизводимости ЦКП проба была выполнена два раза подряд с 5-минутным временем отдыха. Также ЦКП была выполнена до и после физической нагрузки.

Статистическая обработка результатов исследования производилась в IBM SPSS Statistics 20. Полученные данные были проверены на нормальность распределения посредством теста Шапиро – Уилка и обработаны непараметрическими критериями. Для оценки различий связанных выборок, использовался критерий Уилкоксона. Корреляционный анализ был выполнен с использованием критерия Спирмена. При оценке силы связи коэффициентов корреляции применялась шкала Чеддока. За критический уровень значимости принимали $p < 0,05$. Результаты представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25 и 75 перцентилей).

Результаты. Анализ результатов ЦКП без использования ФН показал, что данные первой и второй попыток статистически значимо не отличаются между собой (см. таблицу). Также статистически значимые отличия не наблюдались между данными, полученными в первую и вторую неделю теста (при сравнении первой попытки в первую неделю, с первой попыткой во вторую неделю) в исследуемой группе. Это позволяет утверждать, что результаты данного теста воспроизводятся как через короткий (5 минут), так и через длинный отрезок времени (1 неделя). Соот-

² Под *воспроизводимость* теста мы понимаем его способность максимально одинаково измерять необходимый параметр при повторных замерах (тест-ретест).

Различия в цифровой корректурной пробе между 1 и 2 попытками ее выполнения, а также до и после выполнения физической нагрузки в виде теста Wingate на 5 секунд
Differences in the results of the DCT between 1st and 2nd trials: without physical exercise; pre- and post-exercise (a 5-second Wingate test)

Параметры Parameter	1-я попытка 1 trial	2-я попытка 2 trial	До ФН Pre-exercise	После ФН Post-exercise
	Me (P25; P75)	Me (P25; P75)	Me (P25; P75)	Me (P25; P75)
Показатель скорости внимания, кол-во знаков/с Attention speed, number of symbols/s	4,61 (3,46; 8,0)	6,9 (5,55; 8,61)	5,5 (4,27; 8,03)	6,52 (4,7; 8,66)**
Показатель точности работы, усл. ед. Performance accuracy, conventional units	0,48 (0,4; 0,63)	0,67 (0,54; 0,83)	0,54 (0,46; 0,67)	0,65 (0,48; 0,79)**
Коэффициент умственной продуктивности, усл. ед. Coefficient of mental productivity, conventional units	395,0 (249,5; 973,25)	840,0 (614,0; 1181,25)	544,27 (388,06; 926,2)	767,56 (400,87; 1243,28)**
Умственная работоспособность, кол-во знаков/с Mental performance, number of symbols/s	1,95 (1,32; 3,11)	3,6 (2,34; 6,01)	1,39 (1,67; 3,61)	3,56 (2,02; 5,32)**
Концентрация внимания, % Concentration of attention, %	47,5 (40,0; 62,75)	67 (54,0; 82,5)	54,04 (46,25; 67,24)	64,74 (47,36; 78,5)**
Объем зрительной информации, кол-во знаков Volume of visual information, number of symbols	494,75 (371,55; 858,38)	749,4 (595,65; 925,3)	611,7 (469,98; 861,02)	698,37 (503,52; 927,05)**
Скорость переработки, кол-во знаков Processing speed, number of symbols	2,6 (2,0; 4,13)	3,75 (3,15; 4,6)	3,01 (2,41; 4,09)	3,64 (2,66; 4,65)**

Примечание. В таблице представлены некоторые показатели, которые имели статистически значимые различия после физической нагрузки; * – $p < 0,006$, ** – $p < 0,005$.

Note. The table presents some parameters that differed significantly after physical exercise; * – $p < 0.006$, ** – $p < 0.005$.

ветственно, ЦКП может быть использована сразу после ИФН.

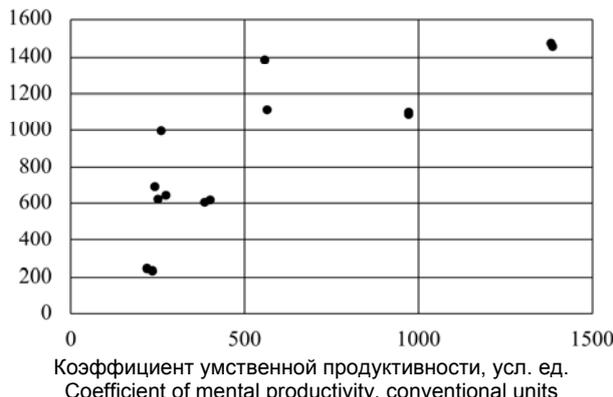
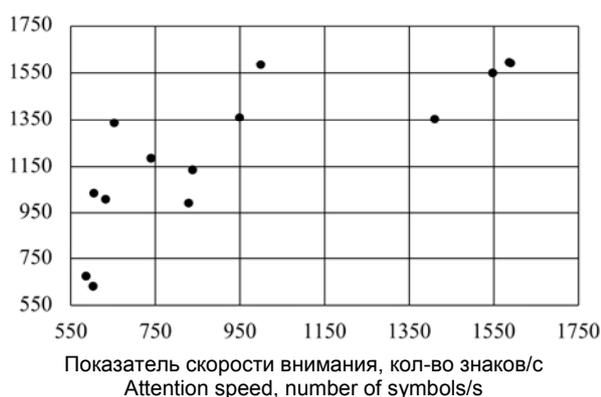
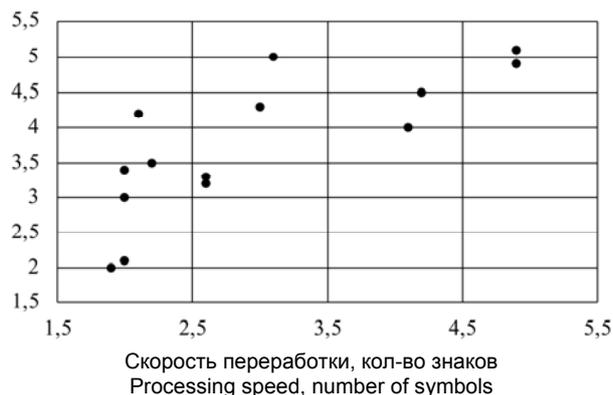
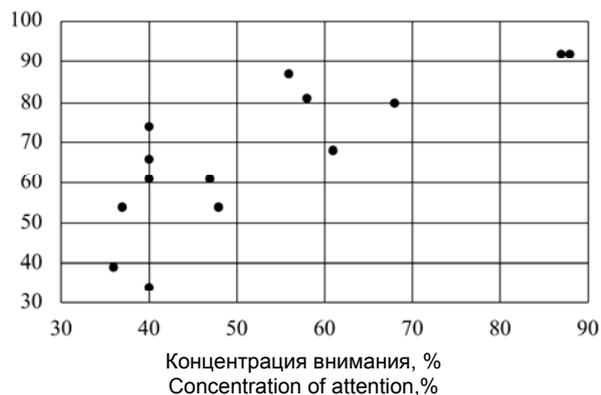
Как видно из таблицы, результаты ЦКП до и после ФН статистически значимо меняются, что в большинстве показателей наблюдается положительная динамика, показывающая улучшение КФ после кратковременной ФН. Особенно существенный прирост по сравнению с исходными данными наблюдается в показателе скорости внимания, концентрации внимания и умственной работоспособности.

При проведении корреляционного анализа было выявлено, что коэффициенты корреляции между результатами первой и второй попыток имеют высокие значения в основных рассматриваемых результатах ЦКП. Так, для

уровня концентрации внимания $r = 0,802$ (при $p < 0,001$), для скорости обработки $r = 0,850$ (при $p < 0,001$), для скорости внимания $r = 0,860$ (при $p < 0,001$), для коэффициента умственной продуктивности $r = 0,820$ (при $p < 0,001$), что также подтверждает высокую взаимосвязь между попытками и воспроизводимостью используемого метода (см. рисунок).

Текущее исследование показывает, что ЦКП может использоваться в качестве метода оценки изменений КФ вследствие ФН (концентрация, устойчивость, переключаемость внимания).

Для подтверждения полученных фактических результатов и их дальнейшей интерпретации нами будет проведено исследование на большем количестве испытуемых.



Результаты некоторых показателей теста ЦКП в режиме тест-ретест без применения ФН
The data obtained in 2 trials of the DCT without physical activity

Заключение. В работе в режиме пилотно-исследования оценена и подтверждена воспроизводимость ЦКП для ее использования в изучении влияния ФН на КФ. Кроме того, по-

лученные предварительные данные о положительном влиянии короткой ИФН на КФ позволяют расширить пул исследуемых для более объективного подтверждения данного факта.

Список литературы / References

1. Вассерман Л.И., Чередникова Т.В., Вассерман Е.Л. и др. Диагностика одностороннего зрительно-пространственного невнимания: стандартизация и апробация модифицированной цифровой корректурной пробы // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. Т. 118, № 2. С. 45–51. [Wasserman L.I., Cherednikova T.V., Wasserman E.L. et al. [Diagnosis of Unilateral Visual-Spatial Inattention. Standardization and Aprrobation of a Modified Digital Correction Test]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry], 2018, vol. 118, no. 2, pp. 45–51. (in Russ.)] DOI: 10.17116/jnevro20181182145-51
2. Николаева Т.М., Голубева Е.К. Физическая нагрузка как фактор модуляции умственной работоспособности студентов // Вестник новых мед. технологий. 2021. Т. 28, № 3. С. 54–57. [Nikolaeva T.M., Golubeva E.K. [Physical Load as a Factor in the Modulation of Students' Mental Performance]. *Vestnik novyh medicinskih tekhnologiy* [Bulletin of New Medical Technologies], 2021, vol. 28, no. 3, pp. 54–57. (in Russ.)]
3. Цифровая корректурная проба. <https://metodorf.ru/tests/korrekt/korrektchis.php> (дата обращения: 14.05.2022). [Tsifrovaya korrekturnaya proba [Digital Correction Test]. Available at: <https://metodorf.ru/tests/korrekt/korrektchis.php> (accessed 14.05.2022).]
4. Pontifex M.B.A., McGowan A.L., Chandler M.C. A Primer on Investigating the After Effects of Acute Bouts of Physical Activity on Cognition. *Psychology of Sport and Exercise*, 2019, vol. 40, pp. 1–22. DOI: 10.1016/j.psychsport.2018.08.015
5. Niedermeier M., Weiss E.M., Steidl-Miller L. et al. Acute Effects of a Short Bout of Physical Activity on Cognitive Function in Sport Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, vol. 17, no. 10. DOI: 10.3390/ijerph17103678

6. Bediz C.S., Oniz A., Guducu C. et al. Acute Supramaximal Exercise Increases the Brain Oxygenation in Relation to Cognitive Workload. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2016, vol. 10. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00174
7. Alkadhi K.A. Exercise as a Positive Modulator of Brain Function. *Molecular Neurobiology*, 2018, vol. 55, no. 4, pp. 3112–3130. DOI: 10.1007/s12035-017-0516-4
8. Browne S.E., Flynn M.J., O'Neill B.V. et al. Effects of Acute High-Intensity Exercise on Cognitive Performance in Trained Individuals: A Systematic Review. *Progress in Brain Research*, 2017, vol. 234, pp. 161–187. DOI: 10.1016/bs.pbr.2017.06.003
9. Mandolesi L., Polverino A., Montuori S. et al. Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. *Frontiers in Psychology*, 2018, vol. 9. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00509
10. Müller P., Rehfeld K., Schmicker M. et al. Evolution of Neuroplasticity in Response to Physical Activity in Old Age: the Case for Dancing. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2017, vol. 9. DOI: 10.3389/fnagi.2017.00056
11. Hargreaves M., Spriet L.L. Skeletal Muscle Energy Metabolism During Exercise. *Nature Metabolism*, 2020, vol. 2, no. 9, pp. 817–828. DOI: 10.1038/s42255-020-0251-4
12. Proia P., Di Liegro C.M., Schiera G. et al. Lactate as a Metabolite and a Regulator in the Central Nervous System. *International Journal of Molecular Sciences*, 2016, vol. 17, no. 9. DOI: 10.3390/ijms17091450
13. Poe G.R., Foote S., Eschenko O. et al. Locus Coeruleus: a New Look at the Blue Spot. *Nature Reviews Neuroscience*, 2020, vol. 21, no. 11, pp. 644–659. DOI: 10.1038/s41583-020-0360-9
14. Loprinzi P.D., Kane C.J. Exercise and Cognitive Function: a Randomized Controlled Trial Examining Acute Exercise and Free-Living Physical Activity and Sedentary Effects. *Mayo Clinic Proceedings*, 2015, vol. 90, no. 4, pp. 450–460. DOI: 10.1016/j.mayocp.2014.12.023
15. Sieck D.C., Ely M.R., Rpmoro S.A. et al. Post-Exercise Syncope: Wingate Syncope Test and Visual-Cognitive Function. *Physiological Reports*, 2016, vol. 4, no. 16. DOI: 10.14814/phy2.12883
16. Cauchoix M., Chow P.K.Y., van Horik J.O. et al. The Repeatability of Cognitive Performance: a Meta-Analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2018, vol. 373, no. 1756. DOI: 10.1098/rstb.2017.0281
17. Tomporowski P.D. Effects of Acute Bouts of Exercise on Cognition. *Acta Psychologica*, 2003, vol. 112, no. 3, pp. 297–324. DOI: 10.1016/S0001-6918(02)00134-8

Информация об авторах

Абдрахманова Аделя Шамилевна, аспирант кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Россия, Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35.

Тарасова Елена Владимировна, преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Россия, Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35.

Давлетова Наиля Ханифовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Россия, Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35; доцент кафедры общей гигиены, Казанский государственный медицинский университет. Россия, Республика Татарстан, 420012, Казань, ул. Бутлерова, д. 49.

Мавлиев Фанис Азгатович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИИ физической культуры и спорта, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Россия, Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35.

Демидов Виктор Александрович, доктор медицинских наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Россия, Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35.

Information about the authors

Adelya Sh. Abdrakhmanova, Postgraduate Student, Department of Medical and Biological Disciplines, Volga State University of Physical Education, Sport and Tourism, Kazan, Russia.

Elena V. Tarasova, Lecturer, Department of Medical and Biological Disciplines, Volga State University of Physical Education, Sport and Tourism, Kazan, Russia.

Nailya Kh. Davletova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Disciplines, Volga State University of Physical Education, Sport and Tourism, Kazan, Russia; Associate Professor of the Department of General Hygiene, Kazan State Medical University, Kazan, Russia.

Fanis A. Mavliev, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Volga State University of Physical Education, Sport and Tourism, Kazan, Russia.

Viktor A. Demidov, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Medical and Biological Disciplines, Volga State University of Physical Education, Sport and Tourism, Kazan, Russia.

Статья поступила в редакцию 12.07.2022

The article was submitted 12.07.2022