Дата публикации: 15.06.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_02_3
УДК 663.93; 796.89

Publication date: 15.06.2025
DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_02_3
UDC 663.93; 796.89

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗИРОВОК КОФЕИНА НА СЕНСОМОТОРНЫЕ РЕАКЦИИ У БОРЦОВ ВОЛЬНОГО СТИЛЯ: ПИЛОТНОЕ КОНТРОЛИРУЕМОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

П.Д. Рыбакова[1,2], А.Б. Мирошников[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия
[2]Государственное казенное учреждение «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, г. Москва, Россия

Аннотация. Результативность борца зависит от скорости оценки ситуации, принятия решений и точности реакции. Кофеин зарекомендовал себя как эргогенный агент, способный улучшать работоспособность. Цель исследования – оценить влияние различных дозировок биологически активной добавки кофеина на скорость сенсомоторных реакций у борцов вольного стиля. В исследовании приняли участие представители мужской сборной Москвы по вольной борьбе (n=7). В перекрестном исследовании двойным слепым методом участники принимали за 45 минут до тестирования (таблица Шульте, тест «Простая зрительно-моторная реакция» и тест на реакцию выбора) плацебо, высокую дозу кофеина (6 мг/кг массы тела), умеренную дозу кофеина (3 мг/кг массы тела) и низкую дозу кофеина (1,5 мг/кг массы тела). Результаты пилотного исследования свидетельствуют о том, что прием кофеина в дозировках 1,5 и 3 мг/кг массы тела может положительно влиять на объем и распределение внимания, а также на скорость реакции выбора у борцов вольного стиля.

Ключевые слова: кофеин, эргогенная помощь, вольная борьба, биологически активная добавка, скорость реакции, когнитивные процессы.

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF CAFFEINE ON SENSORIMOTOR REACTIONS IN FREESTYLE WRESTLERS: A PILOT CONTROLLED TRIAL

P.D. Rybakova[1,2], A.B. Miroshnikov[1]
[1]Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, Russia
[2]Center for Sports Innovative Technologies and National Team Training, Moscow Department of Sports, Moscow, Russia

Abstract. A wrestler's performance depends on the speed of situation assessment, decision making and reaction accuracy. Caffeine has established itself as an ergogenic agent capable of improving performance. The aim of the study was to evaluate the effect of different doses of caffeine supplement on the speed of sensorimotor reactions in freestyle wrestlers. Representatives of the Moscow men’s freestyle wrestling team (n=7) took part in the study. In a double-blind crossover study, participants took a placebo, a high dose of caffeine (6 mg/kg body weight), a moderate dose of caffeine (3 mg/kg body weight) and a low dose of caffeine (1.5 mg/kg body weight) 45 minutes before testing (Schulte table, Simple Visual-Motor Reaction Test and Choice Reaction Test). The results of the pilot study suggest that caffeine supplementation at doses of 1.5 and 3 mg/kg body weight may have a positive effect on attention span, attention allocation, and choice reaction speed in freestyle wrestlers.

Keywords: caffeine, ergogenic aid, freestyle wrestling, dietary supplement, reaction speed, cognitive processes.

Введение. Спортивные единоборства являются популярными в России и мире, как среди занимающихся, так и с точки зрения социально-зрелищной сферы [1, 2]. В связи с этим растет уровень соревновательной конкуренции, что требует внедрения внетренировочных и внесоревновательных факторов и, в частности, использования эргогенной поддержки. Кофеин (1,3,7-триметилксантин) рекомендуется различными спортивными международными сообществами как фармаконутриент, улучшающий физическую и когнитивную работоспособность [3-5]. В двух мета-анализах была показана эффективность использования кофеина в единоборствах [6, 7]. При этом анализировались показатели работоспособности среди различных представителей единоборств (джиу-джитсу, дзюдо, тхэквондо и т. д.), но меньше рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) направлено на изучение влияния кофеина на работоспособность в спортивной борьбе. Соревнования по спортивной борьбе проводятся в различных весовых категориях и стилях. Успех заключается в множестве двигательных качеств, таких как сила, скорость, выносливость, гибкость, техника и реакция. Время реакции определяется как интервал времени между предъявлением стимула и появлением соответствующего волевого ответа [8]. Среди факторов, от которых зависит результативность борца, выделяется способность быстро оценивать ситуацию, принимать решения и точно реагировать [9]. Сокращение времени реакции потенциально может увеличивать эффективность применения наступательных и оборонительных действий, а также успешно экстраполировать действия соперника. На основании анализа проблемной ситуации была сформулирована цель исследования. Цель исследования – оценить влияние различных дозировок биологически активной добавки (БАД) кофеина на скорость сенсомоторных реакций у борцов вольного стиля.

Методы и организация исследования. Исследование проведено на базе лаборатории «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы совместно с кафедрой спортивной медицины «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК». Исследование проводилось в соответствии с рекомендациями CONSORT 2025 (Consolidated Standards of Reporting Trail) [10] (рис. 1).

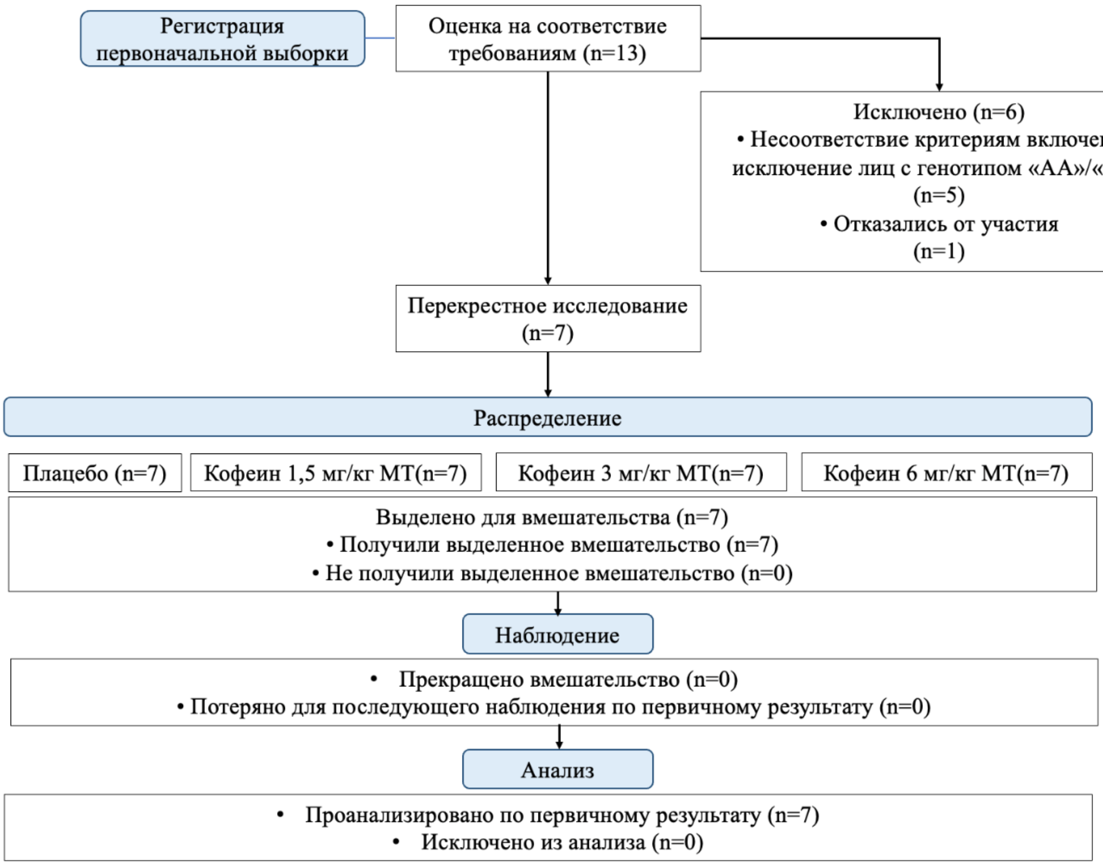

Рис. 1. Блок-схема CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trail)

Все участники исследования дали письменное добровольное информированное согласие на участие в соответствии с этическими стандартами научных исследований в спорте и физической активности 2020 года [11]. До подписания информированного согласия участники были проинформированы о протоколе исследования. В исследовании приняли участие представители мужской сборной Москвы по вольной борьбе. Первоначально выборка состояла из 13 человек. Для включения в исследование участники должны были:

а) иметь опыт тренировок не менее 6 лет и квалификацию не ниже разряда «кандидат в мастера спорта»;

б) вариации гена CYP1A2 (cytochrome P450 1A2) – чтобы участник был включен в исследование, он должен был соответствовать генотипу «АС» («нормальный метаболизатор» («normal metabolizers») [12]), поскольку генетические вариации CYP1A2 определяют скорость метаболизма кофеина [13];

в) не имели каких-либо ограничений для занятий спортом. После исключения из первичной выборки, в исследование вошло 7 спортсменов. Участники выступали на соревнованиях в сезоне 2024-2025 и тренировались в среднем 10 часов в неделю.

Анализ состава тела проводился методом биоимпедансометрии с помощью анализатора «Медасс АВС-02» (Медасс, Россия) по рекомендациям производителя. Масса тела (МТ) измерялась на медицинских электронных весах «Seca769» (Seca, Германия), длина тела – с помощью медицинского ростомера «Seca222» (Seca, Германия).

Антропометрические характеристики участников: индекс массы тела (ИМТ) – 26,6±3,2 кг/м^2, длина тела (ДТ) – 177,4±4,7 см, масса тела (МТ) – 83,7±8,5 кг, скелетно-мышечная масса (СММ) – 35,2±2,6 кг, жировая масса тела (ЖМТ) – 21,6±3,9%. Средний возраст участников составил 23,4±3,4 года.

Участники придерживались привычного образа жизни в отношении питания, тренировок и режима сна во время исследования. За день до тестирования участники воздерживались от напряженных физических упражнений. Участникам было поручено отказаться от применения любых БАД за неделю до тестирования, а также от пищевых источников кофеина (кофе, шоколад, газированные напитки и т. д.) за сутки до тестирования.

Исследование соответствовало перекрестному двойному слепому плацебо-контролируемому дизайну. Участники и исследователи были ослеплены. До начала тестирования участники посетили лабораторию для определения генетических вариаций гена CYP1A2, антропометрической оценки и ознакомления с тестами. Двойным слепым методом участники принимали за 45 минут до тестирования, запивая стаканом воды: плацебо, высокую дозу кофеина (6 мг/кг МТ), умеренную дозу кофеина (3 мг/кг МТ) и низкую дозу кофеина (1,5 мг/кг МТ) [14]. Капсулы содержали БАД безводного кофеина (BeFirst, Россия) или мальтодекстрин (Bionova, Россия). Используемые капсулы были непрозрачными белыми, количество предоставляемых спортсмену капсул всегда было одинаковым (3 шт.) независимо от протокола приема кофеина.

Каждое тестирование проводилось в первой половине дня, испытуемый мог самостоятельно регулировать высоту сидения стула, а также положение подлокотников. За 20 минут до начала тестов испытуемым было поручено не пользоваться смартфоном и другими гаджетами. Каждый из тестов выполнялся три раза, фиксировалась лучшая попытка. Воздействие внешних раздражителей (шум, яркий свет) было сведено к минимуму. Использовался монитор Dell E2424HS (диагональ – 23,8 дюймов, разрешение – 1920x1080 (Dell Inc., США)).

Сначала испытуемые выполнили тест по таблице Шульте, которая представляет собой квадратную матрицу с пятью столбцами и пятью строками, в которой числа от 1 до 25 размещены в случайном порядке. Испытуемые должны были в прямом порядке (от 1 до 25) выбирать числа с помощью клика мыши. Тест выполнялся на сайте https://schultetable.ru/training/.

Затем выполнялся тест на реакцию выбора, участнику нужно было дождаться, пока появится сигнал (черный крест) на одном из четырех белых квадратов (например, есть четыре разных положения черного креста, которые считаются четырьмя разными стимулами). Каждый сигнал соответствовал клавишам клавиатуры («x», «c», «b», «n») (рис. 2). Таким образом, есть четыре ассоциации «стимул-реакция». Количество предъявляемых сигналов – 10. Тест выполнялся на сайте https://www.psytoolkit.org/lessons/simple_choice_rts.html.

Далее выполнялся тест «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР), с помощью комплекса «НС-Психотест» (Нейрософт, Россия). Испытуемым последовательно предъявлялись световые сигналы зеленого цвета, при появлении которых требовалось как можно быстрее нажать на зеленую кнопку, минимизируя ошибки. Ошибками считались преждевременное нажатие кнопки и пропуск сигнала. Световой сигнал был представлен в случайные моменты времени, чтобы исключить возможное формирование временных рефлексов. Интервалы между сигналами с регулярностью 0,5-2,5 с. Количество предъявляемых стимулов – 30.

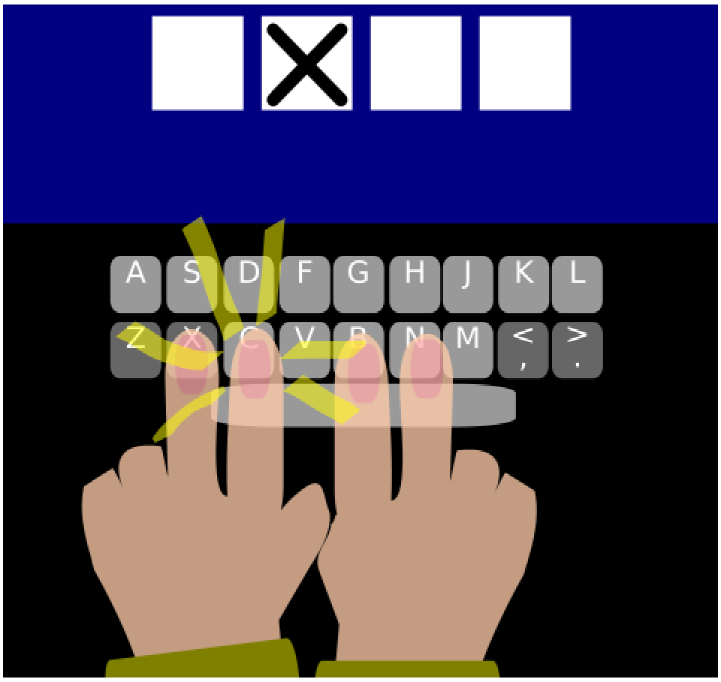

Рис. 2. Графическое изображение теста на реакцию выбора. В этом примере испытуемому нужно нажать клавишу «c»

Генетическое исследование. Генетическое исследование проводилось в лаборатории «Геномед» (г. Москва). Утром, натощак из локтевой вены брали образец венозной крови и помещали в пробирку с этилендиаминтетрауксусной кислотой.

Статистический анализ. Статистический анализ был проведен при помощи пакета программ STATISTICA 10 (StatSoft, США). Критерий Вилкоксона был использован для сравнения различных протоколов приема между БАД кофеина и плацебо, а также между различными протоколами БАД кофеина. Результаты представлены в виде: медиана [нижний квартиль; верхний квартиль].

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно результатам, полученным в ходе проведения тестирования по таблице Шульте, были выявлены статистически значимые различия в снижении времени обработки таблицы при приеме кофеина в дозировках 1,5 и 3 мг/кг МТ, причем при приеме кофеина в дозировке 3 мг/кг МТ различия обнаружены на высоком уровне статистической значимости. Между дозировками кофеина статистически значимых различий выявлено не было (табл. 1).

Однако, ни один из протоколов приема кофеина не продемонстрировал статистически значимого снижения времени реакции в тесте ПЗМР. Между дозировками кофеина статистически значимых различий выявлено не было (табл. 2).

Согласно результатам, полученным в ходе проведения теста на реакцию выбора, были выявлены статистически значимые различия в снижении времени реакции при приеме кофеина в дозировке 3 мг/кг МТ. Между дозировками кофеина статистически значимых различий выявлено не было (табл. 3).

Таблица 1

Результаты тестирования по таблице Шульте, Me [Q1; Q3]

Протокол	Результат, с
Плацебо	66 [51;80]
Кофеин 1,5 мг/кг МТ	59 [50;77]*
Кофеин 3 мг/кг МТ	59 [51;71]**
Кофеин 6 мг/кг МТ	65 [50;76]

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с плацебо при p<0,05; ** – статистически значимые различия по сравнению с плацебо при p<0,01; МТ – масса тела.

Таблица 2

Результаты в тесте «Простая зрительно-моторная реакция», Me [Q1; Q3]

Протокол	Результат, мс
Плацебо	281 [198;314]
Кофеин 1,5 мг/кг МТ	279 [201;341]
Кофеин 3 мг/кг МТ	271 [194;323]
Кофеин 6 мг/кг МТ	278 [195;336]

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с плацебо при $p<0,05$; МТ – масса тела.

Таблица 3

Результаты в тесте на реакцию выбора (среднее время реакции), Me [Q1; Q3]

Протокол	Результат, мс
Плацебо	440 [403;570]
Кофеин 1,5 мг/кг МТ	440 [420;497]
Кофеин 3 мг/кг МТ	415 [392;529]*
Кофеин 6 мг/кг МТ	437 [410;561]

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с плацебо при $p<0,05$; МТ – масса тела.

Ни один из участников не сообщил о побочных эффектах после приема капсул с кофеином.

Влияние кофеина на когнитивные функции было подробно рассмотрено ранее: он улучшает когнитивные способности у спортсменов [15] и военнослужащих [16], а также технико-тактические навыки в некоторых видах единоборств [7]. Насколько нам известно, это первое плацебо-контролируемое исследование, в котором изучается влияние манипуляций с дозировками кофеина на результаты в тестах, оценивающих скорость сенсомоторных реакций у борцов вольного стиля. Наши общие выводы свидетельствуют о том, что прием кофеина за 45 минут до тестирования в дозировках 1,5 и 3 мг/кг МТ может снижать время реакции в тесте Шульте и в тесте на реакцию выбора. Отметим, что результаты РКИ, оценивающие влияние кофеина на когнитивные функции, привели к различным экспериментальным данным, что может быть связано с индивидуальными особенности «чувствительности» кофеина [17], которая, по всей видимости, генетически детерминирована [18]. В связи с этим в наше исследование вошли исключительно так называемые «нормальные метаболизаторы» кофеина [12].

Кофеин (1,3,7-триметилксантин) является алкалоидом метилксантинового ряда и, как было установлено, ингибирует аденозиновые рецепторы А1 и А2а в центральной нервной системе и повышает возбуждение, а также усиливает психомоторную активность [19]. Кофеин в дозах до ~300 мг (4 мг/кг МТ) повышает работоспособность с минимальными побочными эффектами по широкому спектру когнитивных функций, предотвращая снижение бдительности и внимания, возникающее в результате неоптимального возбуждения [20]. Интересно, что в нашем пилотном исследовании, дозировка кофеина выше 3 мг/кг МТ не улучшала время реакции, при этом участники не сообщали о побочных эффектах.

Наши результаты свидетельствуют о том, что прием БАД кофеина в дозировках 1,5 и 3 мг/кг МТ может положительно влиять на объем и распределение внимания, а также на скорость реакции выбора у борцов вольного стиля. Кофеин может быть особенно полезен в условиях утомления (во время соревнований или высокоинтенсивных тренировок) при снижении бдительности за счет улучшения вышеуказанных параметров. В аналогичном контексте использование кофеина может оказаться полезным для спортсменов, которые соревнуются после перелетов через несколько часовых поясов, когда их сон нарушается [19]. Форсированное снижение МТ (снижение 5% от исходной МТ и более) может приводить к снижению времени реакции у борцов [21], в этом смысле прием кофеина также может быть целесообразен.

Заключение. Результаты нашего пилотного исследования свидетельствуют о том, что по сравнению с плацебо прием БАД кофеина в дозировках 1,5 и 3 мг/кг МТ может положительно влиять на объем и распределение внимания, а также на скорость реакции выбора у борцов вольного стиля. Более высокая дозировка 6 мг/кг МТ не оказала улучшения показателей ни в одном из тестов. В тесте ПЗМР ни одна из дозировок кофеина не привела к статистически значимому снижению времени реакции. Прием кофеина может быть эффективен для повышения когнитивной работоспособности в вольной борьбе. Требуются дополнительные РКИ по данной теме.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Авторы сообщают, что не получали никакого финансирования и все затраты на исследование были личными вкладами авторов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The authors report that they received no funding and all costs of the study were personal contributions of the authors.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единоборства стали самыми популярными видами спорта у детей в РФ. – ТАСС, 2024. – URL: https://tass.ru/obschestvo/21810479 (дата обращения: 01.04.2025). [In English] Martial arts become popular among children of the Russian Federation. TASS, 2024. Available at: https://tass.ru/obschestvo/21810479 (accessed 01.04.2025). (in Russ.)
2. 2021 World's Largest Sports Media Properties – 2021 – URL: https://chatrisityodtong.com/blog/entrepreneurship/2021-worlds-largest-sports-media-properties/ (дата обращения: 01.04.2025).
3. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance / N.S. Guest, T.A. VanDusseldorp, M.T. Nelson [et al] // J Int Soc Sports Nutr. – 2021. – No. 18. – P.1. DOI: 10.1186/s12970-020-00383-4.
4. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete / R.J. Maughan, L.M. Burke, J. Dvorak [et al] // British Journal of Sports Medicine. – 2018. – No. 52. – P. 439-455.
5. Australian Institute of Sport Australian Institute of Sport. – 2014. – URL: https://www.sportaus.gov.au/ais (дата обращения: 01.04.2025).
6. Advantages of different dietary supplements for elite combat sports athletes: a systematic review and Bayesian network meta-analysis / H. Luo, T.T. Kamalden, X. Zhu [et al] // Sci Rep. – 2025. – No. 15(1). – P.271. DOI: 10.1038/s41598-024-84359-3.
7. Acute Effects of Caffeine Supplementation on Physical Performance, Physiological Responses, Perceived Exertion, and Technical-Tactical Skills in Combat Sports: A Systematic Review and Meta-Analysis / S. Delleli, I. Ouergui, H. Messaoudi [et al] // Nutrients. – 2022. – No. 14(14). – P. 2996. DOI: 10.3390/nu14142996.
8. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students / A. Jain, R. Bansal, A. Kumar, K.D. Singh // Int J Appl Basic Med Res. – 2015. – No. 5(2). – P. 124-127. DOI: 10.4103/2229-516X.157168.
9. Cieslinski, I. Identification of success factors in elite wrestlers - An exploratory study / I. Cieslinski, D. Gierczuk, J. Sadowski // Plos One. – 2021. – No. 16(3). – P. e0247565. DOI: 10.1371/journal.pone.0247565.
10. CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomized trials / S. Hopewell, A.W. Chan, G.S. Collins [et al] // Nat Med. – 2025. DOI: 10.1038/s41591-025-03635-5.
11. Harriss, D.J. Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2020 Update / D.J. Harriss, A. MacSween, G. Atkinson // Int J Sports Med. – 2019. – № 40(13). – P.813-817. DOI: 10.1055/a-1015–3123.
12. Nehlig, A. Inter individual differences in caffeine metabolism and factors driving caffeine consumption / A. Nehlig // Pharmacol Rev. – 2018. – No. 70. – P.384-411. DOI: 10.1124/pr.117.014407.
13. Functional significance of a C-->A polymorphism in intron 1 of the cytochrome P450 CYP1A2 gene tested with caffeine / C. Sachse, J. Brockmöller, S. Bauer, I. Roots // Br J Clin Pharmacol. – 1999. – No. 47(4). – P.445-449. DOI: 10.1046/j.1365-2125.1999.00898.x.
14. Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance-an umbrella review of 21 published meta-analyses / J. Grgic, I. Grgic, C. Pickering [et al] // Br J Sports Med. – 2020. – No. 54(11). – P. 681-688. DOI: 10.1136/bjsports-2018-100278.
15. Caffeine and cognitive functions in sports: a systematic review and meta-analysis / J.L. Calvo, X. Fei, R. Domínguez, H. Pareja-Galeano // Nutrients. – 2021. – № 13(3). – P. 868. DOI: 10.3390/nu13030868.
16. Caffeine to optimize cognitive function for military mission-readiness: a systematic review and recommendations for the field / C. Crawford, L. Teo, L. Lafferty [et al] // Nutr Rev. – 2017. – No. 75(6). – P. 17-35. DOI: 10.1093/nutrit/nux007.
17. Effect of Caffeine in Pattern Memory and Reaction Time Test Among College Students / W. Clark, M. Garnto, G. Smith [et al] // International Undergraduate Journal of Health Sciences. – 2023. – No. 3. DOI: 10.61862/2811-5937.1025.
18. Caffeine, CYP1A2 Genotype, and Exercise Performance: A Systematic Review and Meta-

analysis / G. Barreto, G.P. Esteves, F. Marticorena [et al] // Med Sci Sports Exerc. – 2024. – No. 56(2). – P. 328-339. DOI: 10.1249/MSS.0000000000003313.
19. McLellan, T.M. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance / T.M. McLellan, J.A. Caldwell, H.R. Lieberman // Neurosci Biobehav Rev. – 2016. – No. 71. – P. 294-312. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2016.09.001.
20. Effects of caffeine, sleep loss, and stress on cognitive performance and mood during U.S. Navy SEAL training. Sea-Air-Land / H.R. Lieberman, W.J. Tharion, B. Shukitt-Hale [et al] // Psychopharmacology (Berl). – 2002. – No. 164(3). – P. 250-261. DOI: 10.1007/s00213-002-1217-9.
21. Öner, S. The effect of weight reduction on reaction times in wrestlers in the u17 category / S. Öner, M. Taşçı // Mediterranean Journal of Sport Science. – No. 5(3). – P. 561-570. DOI: 10.38021asbid.1153270.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Полина Денисовна Рыбакова – аналитик отдела спортивной нутрициологии ГКУ «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта Москвы; аспирант кафедры спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: rybakova.poly@yandex.ru.
Александр Борисович Мирошников – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: benedikt116@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Polina D. Rybakova – Analyst of the Sports Nutritionology Department, Centre for Sports Innovative Technologies, and National Team Training of the Moscow City Sports Department; Post-Graduate Student of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: rybakova.poly@yandex.ru.
Aleksandr B. Miroshnikov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: benedikt116@mail.ru.

Для цитирования: Рыбакова, П.Д. Влияние различных дозировок кофеина на сенсомоторные реакции у борцов вольного стиля: пилотное контролируемое исследование / П.Д. Рыбакова, А.Б. Мирошников // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 2(14). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_02_3

For citation: Rybakova P.D., Miroshnikov A.B. Effect of different doses of caffeine on sensorimotor reactions in freestyle wrestlers: a pilot controlled trial. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2025, vol. 4, no. 2(14). DOI: 10.24412/2782-6570-2025_04_02_3