

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2025.2.1>

УДК: 663.93:796.81

Тип статьи: Обзор литературы



Влияние биологически активной добавки кофеина на работоспособность спортсменов-единоборцев: систематический обзор и метаанализ

П.Д. Рыбакова^{1,2*}, А.В. Мештель², А.Б. Мирошников², А.Г. Антонов^{1,2}, В.Д. Выборнов³

¹ ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

³ ГБУ ДО «Физкультурно-спортивное объединение «Юность Москвы» Департамента спорта города Москвы, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель исследования: провести систематический поиск и обобщение результатов рандомизированных контролируемых исследований, оценивающих влияние кофеина на работоспособность спортсменов-единоборцев.

Материалы и методы: Исследование было проведено в соответствии с PRISMA и PRISMA-P. Поиск литературы без ограничений по дате и языку осуществлялся в базах данных PubMed, Cochrane Library, Epistemonikos и eLIBRARY.RU. В качестве статистических методов использовались метаанализ и метарегрессионный анализ.

Результаты: По результатам поиска нами было найдено 218 исследований, 24 из них соответствовали критериям включения и были включены в систематический обзор. В метаанализ было включено 16 исследований. Результаты метаанализа продемонстрировали отсутствие эффекта кофеина на результаты специального дзюдо-теста, уровень воспринимаемой нагрузки, скоростно-силовые показатели, мощность и высоту прыжка, силовую выносливость в специфическом дзюдо-тесте, индекс специального дзюдо-теста, а также общее количество бросков и бросков во втором подходе. Метаанализ продемонстрировал положительное влияние кофеина на результаты различных специфических тестов для тхэквондистов, а также на количество бросков в первом и третьем подходе специального дзюдо-теста. При оценке физиологических реакций наблюдалось отсутствие различий в пиковых значениях частоты сердечных сокращений. Было продемонстрировано статистически значимое увеличение пиковых значений лактата крови после симулированных боев.

Заключение: Употребление кофеина не оказывает существенного воздействия на повышение общих физических показателей, а также на показатели, связанные с нагрузкой и сердечной деятельностью у спортсменов-единоборцев. Тем не менее возможно положительное влияние кофеина на отдельные специфические показатели в этой группе спортсменов.

Ключевые слова: кофеин, эргогенные добавки, биологически активные добавки, единоборства, работоспособность

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Рыбакова П.Д., Мештель А.В., Мирошников А.Б., Антонов А.Г., Выборнов В.Д. Влияние биологически активной добавки кофеина на работоспособность спортсменов-единоборцев: систематический обзор и метаанализ. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2025;15(2):41–57. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2025.2.1>

Поступила в редакцию: 30.04.2025

Принята к публикации: 28.07.2025

Online first: 29.09.2025

Опубликована: 14.11.2025

* Автор, ответственный за переписку

The effect of caffeine supplementation on the performance in combat athletes: A systematic review and meta-analysis

Polina D. Rybakova^{1,2*}, Alexander V. Meshtel², Alexander B. Miroshnikov², Alexey G. Antonov^{1,2}, Vasily D. Vybornov³

¹ Centre for Sports Innovative Technologies and National Teams Training of the Moscow City Sports Department (Moscomsport), Moscow, Russia

² The Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

³ Educational Institution of Physical Culture and Sports Association "Junost' Moskv" of the Department of Sports of the City of Moscow, Moscow, Russia

ABSTRACT

The aim: of the study was to conduct a systematic search and generalize the results of randomized controlled trials assessing the effect of caffeine on the performance of combat athletes.

Materials and methods: the study was conducted according to PRISMA, and PRISMA-P. Literature searches without date and language restrictions were performed in the following databases: PubMed, Cochrane Library, Epistemonikos, and eLIBRARY.RU. Meta-analysis and meta-regression analysis were used as statistical methods.

Results: we identified 218 studies from the search, of which 24 studies met the inclusion criteria and were included in the systematic review. A total of 16 studies were included in the meta-analysis. The results of the meta-analysis showed no effect of caffeine on the results of the special judo test, rate of perceived exertion, speed-strength indicators (Wingate anaerobic test), jump power and height, strength endurance in the special judo test, special judo test index, as well as the total number of throws and throws in the second attempt. The meta-analysis demonstrated a positive effect of caffeine on the results of various taekwondo specific tests and on the number of throws in the first and third attempts of the special judo test. When assessing physiological responses, no differences in peak heart rate were observed. A statistically significant increase in peak blood lactate values was demonstrated after simulated fights.

Conclusion: caffeine consumption does not have a significant effect on improving overall physical performance, as well as on performance-related indicators and cardiac activity in combat athletes. However, it is possible that caffeine may have a positive effect on some specific indicators in this group of athletes.

Keywords: caffeine, ergogenic supplements, biologically active supplements, martial arts, performance

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Rybakova P.D., Meshtel A.V., Miroshnikov A.B., Antonov A.G., Vybornov V.D. The effect of caffeine supplementation on the performance in combat athletes: A systematic review and meta-analysis *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2025;15(2):41–57. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2025.2.1>

Received: 30 April 2025

Accepted: 28 June 2025

Online first: 29 September 2025

Published: 14 November 2025

*Corresponding author

1. Введение

Кофеин (1,3,7-триметилксантин) является наиболее употребляемым психоактивным веществом в мире [1]. Прием кофеина может улучшать физическую работоспособность спортсменов разного уровня за счет позитивного влияния на выносливость, мышечную силу и анаэробную мощность [2]. Единоборства обычно включают в себя повторное выполнение тех или иных приемов с максимальной интенсивностью, перемежаемые действиями низкой интенсивности. Высокоинтенсивный характер повторных усилий обычно приводит к большому аэробному ответу во время выполнения упражнений, что подтверждается достижением почти максимальной частоты сердечных сокращений и потребления кислорода во время имитации соревнований [3]. Кроме того, специфика соревновательной деятельности

в единоборствах вызывает значительное анаэробное напряжение, сопровождающееся более высоким уровнем лактата в крови после соревнований [3].

В 2022 году Delleli и соавт. провели систематический обзор и метаанализ и пришли к выводу, что кофеин может оказывать эргогенное воздействие на целый ряд аспектов, связанных с единоборствами. Однако эти эффекты могут быть нивелированы при определенных обстоятельствах, что указывает на необходимость учета различных переменных работоспособности для создания протокола использования кофеина [4]. Учитывая рост актуальности изучения эргогенных средств, увеличивающую работоспособность в единоборствах, а также актуальность изучения эффективности различных режимов использования кофеина в мировой научной литературе, проведение систематического обзора и метаанализа

рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) по этой теме можно считать актуальным для специалистов, работающих со спортсменами.

Цель исследования: проведение систематического обзора и метаанализа с включением в них результатов РКИ, оценивающих влияние кофеина на работоспособность спортсменов-единоборцев.

2. Материалы и методы

Исследование было проведено в соответствии с PRISMA [5] и PRISMA-P [6]. Протокол исследования был составлен до начала поиска и не менялся до его окончания и был зарегистрирован в международной базе protocols.io (dx.doi.org/10.17504/protocols.io.5jyl8dmd8g2w/v1). Поиск литературы осуществлялся в соответствии с контрольными списками PRISMA-S [7] и PRESS [8] в базах данных и ключевым словом, указанным в таблице 1.

Был проведен поиск «серой» литературы в базе данных SportRxiv согласно контрольному списку Benzie и соавт. [9]. Ограничений по дате и языку не устанавливалось. Критерии включения основывались на системе PICOS [10]:

P — здоровые квалифицированные спортсмены-единоборцы мужского пола в возрасте 18 лет и старше;

I — прием биологически активной добавки (БАД) кофеина;

C — прием плацебо;

O — тесты, оценивающие показатели работоспособности;

S — рандомизированные контролируемые исследования.

Для включения исследования в метаанализ данные должны быть представлены в виде: среднее ± стандартное отклонение.

Критерии исключения исследований из обзора были совместный прием кофеина с другими БАД, прием анаболических андрогенных стероидов, потребление кофеина из продуктов питания (кофе, энергетические напитки, жвачки и т.д.), исследования, проведенные во время/после религиозного поста, и исследования, проведенные после процедур форсированного снижения массы тела.

Два автора обзора независимо друг от друга проверяли заголовки статей, аннотации и, при необходимости, полные тексты из анализируемых баз данных. После этого независимо друг от друга извлекали статьи, соответствующие PICOS. Любые несоответствия разрешались путем консенсусного обсуждения. Любые разногласия разрешались другим автором. Оценка риска предвзятости производилась независимо двумя авторами при помощи Кокрановского инструмента «Risk of Bias 2» (RoB 2, 2019) [11]. В случае разногласий другой рецензент повторно производил оценку, на основании которой принималось решение.

Статистический анализ. Для проведения метаанализа использовалась модель случайных эффектов. Анализ был выполнен с использованием программного обеспечения Review Manager версии 5.4 и языка программирования R с пакетом meta. В качестве меры эффекта использовалась разница средних (Mean Difference, MD) с 95 % доверительным интервалом. Оценка гетерогенности проводилась с помощью статистики I^2 , согласно принятой интерпретации, при значении $I^2 > 40\%$ гетерогенность считалась высокой. Метарегрессия проводилась при помощи программного обеспечения RStudio с использованием пакета metafor. Были рассчитаны коэффициенты регрессии (β) с 95 % ДИ, доля объясненной гетерогенности (R^2) и остаточная неоднородность (τ^2).

3. Результаты

В результате поиска было обнаружено 218 исследований, из числа которых было исключено 14 дубликатов. Дальнейшему анализу подверглись 204 исследования, из которых критериям включения соответствовали 24. Блок-схема PRISMA представлена на рисунке 1.

180 исследований были исключены за несоответствие критериям PICOS: участники не достигли возраста 18 лет [12], комбинации кофеина с другими БАД/нутриентами [13, 14], экспериментальное вмешательство после процедуры форсированного снижения массы тела [15], экспериментальная форма кофеина в виде жевательной резинки [16], экспериментальное вмешательство после религиозного поста Рамадан [13], испытуемые — женщины [17, 18]. При оценке риска предвзятости было обнаружено, что для 66,6 % РКИ общий риск предвзятости

Таблица 1

Ключевые слова для поиска литературы

Table 1

Keywords for literature search

База данных	Ключевые слова и термины
PubMed	«caffeine»[MeSH Terms] AND «martial arts»[MeSH Terms] AND «athletic performance»[MeSH Terms]
Cochrane Library	caffeine in Title Abstract Keyword AND martial arts in Title Abstract Keyword
Epistemonikos	(title:(caffeine) OR abstract:(caffeine)) AND (title:(combat sports) OR abstract:(combat sports))
Elibrary	кофеин, кофе, единоборства, работоспособность, эргогенная помощь



Рис. 1. Блок-схема PRISMA

Fig. 1. PRISMA block diagram

Примечание: БАД — биологически активная добавка.

был определен как «умеренный», а для 33,3 % — как «низкий» (рис. 2)

В таблице 2 представлено резюме РКИ, соответствующих критериям включения.

4. Результаты метаанализа

Результаты не всех исследований, включенных в систематический обзор, можно было использовать в метаанализе, что было связано с отсутствием доступных данных для анализа [19, 21, 23, 26, 29, 30, 32–34, 36–38, 40, 41] и объединением результатов среди мужчин и женщин [22, 35]. Таким образом, в метаанализ было включено 16 исследований [20–25, 28–32, 34, 36, 37, 40, 42].

Специальный дзюдо-тест (special judo fitness test (SJFT))

Оценка SJFT (индекс, %) включала в себя два исследования и 4 сравнения [24, 32] (рис. 3). Анализ показал отсутствие различий между плацебо и кофеином

(MD = 0,09; 95 % ДИ: -0,41; 0,59, $p = 0,84$), гетерогенность при этом отсутствовала.

Уровень воспринимаемой нагрузки (rating of perceived exertion (RPE))

В анализ RPE вошло 12 исследований [20, 23–25, 28–30, 32, 34, 36, 40, 42] (рис. 4.1), оценка суммарного эффекта не показала статистически значимых различий между плацебо и кофеином при высоком уровне гетерогенности ($I^2 = 71\%$). В связи с этим был проведен анализ подгрупп. При анализе подгрупп различий также не наблюдалось как при низких дозировках (< 6 мг/кг MD = -0,11; 95 % ДИ: -0,78; 0,56, $p = 0,74$), так и при более высоких дозировках (для ≥ 6 мг/кг MD = -0,22; 95 % ДИ: -0,63; 0,19, $p = 0,30$). Однако анализ низких дозировок показал высокую гетерогенность ($I^2 = 81\%$).

Анализ чувствительности путем исключения исследований выявил (рис. 4.2), что при исключении исследования Ouergui и соавторов 2023 года с участием элитных

Ссылка	Домен 1	Домен 2	Домен 3	Домен 4	Домен 5	Общая оценка
Aedma и соавт., 2013	!	+	+	+	+	!
Santos и соавт., 2014	+	+	+	+	+	+
Lopes-Silva и соавт., 2015	!	+	+	+	+	!
Felippe м соавт., 2015	+	+	+	+	+	+
Diaz-Lara и соавт., 2016	+	+	+	+	+	+
Diaz-Lara и соавт., 2016	+	+	+	+	+	+
Cortez и соавт., 2016	!	+	+	+	+	!
Athayde и соавт., 2018	!	+	+	+	+	!
Coswig и соавт., 2018	!	+	+	+	+	!
San Juan и соавт., 2018	!	+	+	+	+	!
Negaresh и соавт., 2019	!	+	+	+	+	!
Durkalec-Michalski и соавт., 2019	+	+	+	+	+	+
Rezaei и соавт., 2019	!	+	+	+	+	!
de Azevedo и соавт., 2019	!	+	+	+	+	!
da Silva и соавт., 2019	!	+	+	+	+	!
Fernández и соавт., 2021	!	+	+	+	+	!
Carmo и соавт., 2021	!	+	+	+	+	!
Lopes-Silva и соавт., 2022	!	+	+	+	+	!
Krawczyk и соавт., 2022	+	+	+	+	+	+
Merino-Fernández и соавт., 2022	+	+	+	+	+	+
Ouergui и соавт., 2022	!	+	+	+	+	!
Ouergui и соавт., 2023	!	+	+	+	+	!
Рыбакова и соавт., 2024	!	!	+	+	+	!
Saremi и соавт., 2024	+	+	+	+	+	+

! – умеренный риск предвзятости - – высокий риск предвзятости + – низкий риск предвзятости

Рис. 2. Оценка риска предвзятости
Fig. 2. Risk of bias assessment

спортсменов уровень гетерогенности снижался до $I^2 = 6\%$, однако эти изменения не привели к статистически значимым различиям между кофеином и плацебо ($MD = 0,18$; 95% ДИ: $-0,12$; $0,47$, $p = 0,24$).

С целью выявления источника гетерогенности метарегрессионный анализ был проведен для RPE, так как только данный показатель оценивался в достаточном количестве исследований ($n > 10$) среди показателей, имеющих высокую гетерогенность (рис. 5). В качестве ковариаты рассматривалась дозировка кофеина. Результаты метарегрессионного анализа не показали зависимости величины эффекта от дозировки, потребляемой спортсменами ($\beta = 0,104$, 95% ДИ: $-0,139$; $0,348$), и, по-видимому, не объясняют высокую гетерогенность ($R^2 = 0\%$, $\tau^2 = 0,439$, $p = 0,407$).

В таблице 3 представлены результаты метаанализа влияния кофеина на физиологические параметры и параметры нагрузочных тестов.

Исследования показали отсутствие различий между кофеином и плацебо в тестах: Вингейтский анаэробный тест, пиковая частота сердечных сокращений, жим лежа (максимальная мощность), жим лежа, СМЖ, JGST, SJFT (общее кол-во бросков), SJFT 2 тест и SJFT 3 тест. Из этих тестов всего в двух параметрах был обнаружен высокий уровень гетерогенности — SJFT 3 тест, ВАНТ₃₀ (пиковая мощность). Был проведен анализ чувствительности путем поочередного исключения исследований из метаанализа, в результате чего уровень гетерогенности в ВАНТ₃₀ (пиковая мощность) снизился до 0%, однако на направленность эффекта это не повлияло и различия

Таблица 2

Описание исследований, вошедших в систематический обзор

Table 2

Description of studies included in the systematic review

Ссылка	Популяция	Дизайн	Анализируемые параметры	Результаты
Aedma и соавт., 2013 [19]	Джиу-джитсу $n = 14$ ($25,3 \pm 4,9$ года)	5 мг/кг МТ САФ или PLA за 30 минут до четырех 6-минутных спринтерских тестов для верхних конечностей	Анаэробная мощность, La, RPE, RPF, ЧСС	\uparrow ЧСС, \uparrow La между тестами после приема САФ. Можно предположить, что САФ может препятствовать восстановлению
Santos и соавт., 2014 [25]	Тхэквондо $n = 10$ ($24,9 \pm 7,3$ года)	5 мг/кг МТ САФ или PLA за 50 минут до двух боев (с интервалом в 20 минут)	Тест на скорость реакции, La, RPE, ЧСС	САФ \downarrow время реакции и замедлял наступление утомления
Lopes-Silva и соавт., 2015 [26]	Тхэквондо $n = 10$ (21 ± 4 года)	3 мг/кг МТ САФ или PLA за 60 мин до симуляции боя	La, RPE до и после каждого раунда. ЧСС, W_{AER} , W_{PCR} , $W_{[La]}$ во время боя	САФ \uparrow предполагаемый гликолитический вклад, не наблюдалось изменений в работоспособности, RPE или парасимпатической реактивации
Felippe и соавт., 2015 [30]	Дзюдо $n = 10$ (23 ± 5 года)	PLA, $NaHCO_3$ (в 3 дозах с интервалом в 30 минут; 0,1 г/кг МТ за 120, 90 и 60 минут до теста), САФ (6 мг/кг МТ; за 60 минут до теста) и $NaHCO_3 + CAF$	3 SJFT с перерывами в 5 минут. Концентрация La измерялась до и через 1 минуту и 5 минут после каждого SJFT. RPE оценивался после каждого SJFT	$NaHCO_3 + CAF \uparrow$ работоспособность в SJFT по сравнению с PLA. Протоколы САФ или $NaHCO_3$ не были статистически значимыми и/или имели меньший размер эффекта
Diaz-Lara и соавт., 2016 [20]	Джиу-джитсу $n = 14$ ($29,2 \pm 3,3$ года)	3 мг/кг МТ САФ или PLA за 60 минут до тестов	Динамометрия, CMJ, тест MSL, жим лежа на 1ПМ и повторения до отказа	САФ \uparrow показатель динамометрии, CMJ, время, зафиксированное в тесте MSL на 1ПМ, максимальную мощность, полученную во время теста на силовую нагрузку и среднюю мощность во время жима лежа до отказа
Diaz-Lara и соавт., 2016 [21]	Джиу-джитсу. $n = 14$ ($29,2 \pm 3,3$ года)	3 мг/кг МТ САФ или PLA за 60 минут до 2 смоделированных боев	Динамометрия, CMJ, тест MSL, пиковая мощность в упражнении на жим лежа и La, измерялись: перед первым боем и сразу после первого и второго боев	САФ \uparrow время наступательных действий в обоих боях, а также \uparrow La, \uparrow работоспособность во всех тестах, проведенных перед первым боем, некоторые улучшения сохранились после первого боя (например, тест MSL и упражнение на жим лежа). После второго боя значения во всех тестах были схожи между САФ и PLA
Cortez и соавт., 2016 [27]	Тхэквондо $n = 16$ ($22,8 \pm 4,7$ года)	5 мг/кг МТ САФ или PLA	Время реакции и мышечную активность измеряли за 60 минут до приема САФ или PLA, через 60 минут после приема и после утомляющего стимула. Поверхностная ЭМГ мышц во время выполнения удара ногой («Долио чаги»)	Прием САФ \downarrow время реакции прямой мышцы бедра на 29% и всего на 5,5% после утомляющего стимула. Снижения времени реакции в других мышцах обнаружено не было. Изменений амплитуды ЭМГ не наблюдалось ни в одном из условий
Athayde и соавт., 2018 [31]	Дзюдо $n = 14$ ($22,5 \pm 5$ года)	5 мг/кг МТ САФ или PLA за 60 минут до тестов	CMJ, динамометрия, JGST, образцы крови. Затем спортсмены были представлены для трех 5-минутных матчей с 15-минутными интервалами	САФ \uparrow предполагаемый гликолитический вклад в течение матчей; САФ не вызвал улучшения нервно-мышечных показателей или количества атак
Coswig и соавт., 2018 [36]	Бокс $n = 10$ ($25,9 \pm 5,2$ года)	6 мг/кг МТ САФ или PLA за 30 минут до симуляции боя	ЧСС и RPE до и после каждого из трех 2-минутных раундов, перемежаемых 1-минутным восстановлением	САФ \uparrow продолжительность высокоинтенсивных действий

Таблица 2. Продолжение

Table 2. Continuation

Ссылка	Популяция	Дизайн	Анализируемые параметры	Результаты
San Juan и соавт., 2019 [37]	Бокс $n = 8$ ($22 \pm 1,7$ года)	Участники получали 6 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до тестирования	La, динамометрия, CMJ, ВАНТ ₃₀ . Во время сеансов регистрировались данные ЭМГ большой ягодичной мышцы, двуглавой мышцы бедра, латеральной широкой мышцы бедра, латеральной головки икроножной мышцы и передней большеберцовой мышцы	CAF ↑ анаэробную работоспособность, не влияя на активность ЭМГ и уровень утомляемости в нижних конечностях. Было отмечено ↑ нервно-мышечной эффективности некоторых мышц и ↑ скорости реакции
Negaresh и соавт., 2019 [38]	Вольная борьба $n = 10$ (24 ± 3 года)	PLA, CAF (10 мг/кг МТ), CAF (4 мг/кг МТ), повторная доза CAF (2 мг/кг МТ перед каждым поединком до общей дозы 10 мг/кг МТ) или выборочного приема CAF на основе ранее измеренного снижения работоспособности	Имитируемый турнир (5 поединков по борьбе, состоящих из 2 раундов по 3 минуты), PWPT проводился 6 раз в каждом экспериментальном испытании. ЧСС, показатели RPE и La измерялись во время базового измерения и непосредственно перед и после каждого матча	CAF ~6 мг/кг МТ, многократно вводимый в низких дозах (~2 мг/кг МТ) обеспечил наибольшую пользу для работоспособности
Durkalec-Michalski и соавт., 2019 [32]	Дзюдо $n = 22$ ($21,7 \pm 3,7$ года)	PLA и три протокола CAF (3, 6 или 9 мг/кг МТ) за 60 минут до теста	SJFT, RPE и ЧСС	CAF 6 и 9 мг/кг МТ ↑ SJFT, в то время как 9 мг/кг МТ ↑ боевую активность. 3 мг/кг МТ не показали никакого положительного эргогенного эффекта
Rezaei и соавт., 2019 [40]	Карате $n = 10$ ($20,5 \pm 2,4$ года)	PLA, CON, CAF (6 мг кг/МТ), NaHCO ₃ (0,3 г кг/МТ) и CAF + NaHCO ₃ . CAF, потреблялся за 50 мин до KSAT, в то время как NaHCO ₃ потреблялся в течение 3 дней до и за 120, 90 и 60 мин до KSAT	KSAT. TTE, RPE и La измерялись до, сразу после и через 3 минуты после KSAT	↑ TTE после потребления CAF, NaHCO ₃ и CAF + NaHCO ₃ по сравнению с PLA и CON. Однако различия между CAF, NaHCO ₃ и CAF + NaHCO ₃ не были статистически значимыми
de Azevedo и соавт., 2019 [41]	ММА $n = 11$ ($27,6 \pm 4,3$ года)	5 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до трех подходов ударов рукой	RTIPE и RTIME оценивались до начала протокола, а после него фиксировалась RPE	CAF не привел к увеличению частоты ударов, средней и максимальной силы удара, RTIPE, RTIME и RPE
da Silva и соавт., 2019 [33]	Дзюдо $n = 12$ ($23,1 \pm 4,2$ года)	5 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до симулированных боев (три 5-минутных боя, разделенных 15 минутами пассивного отдыха)	Сразу после каждого боя оценивался RPE, за минуту до начала второго и третьего боев — RPR. Анализировались технические навыки	CAF не вызвал изменений в технических показателях (количество атак, эффективность и результативность) или в их RPE или RPR
Fernández и соавт., 2021 [22]	Джиу-джитсу $n = 8$ ($21,5 \pm 3,7$ года)	5 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до CMJ	CMJ на одной и двух ногах	CAF ↑ высоту прыжка на двух ногах, время полета, время полета: время сокращения, концентрический импульс, пиковую мощность, модифицированную RSI и эксцентрическую среднюю силу торможения
Carmo и соавт., 2021 [34]	Дзюдо $n = 8$ ($21,4 \pm 2$ года)	5 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до и после каждой тренировки (дзюдо)	Сила верхних и нижних конечностей, SJFT, СЖК, мочевая кислота, La, глюкоза, ЧСС, индекс утомления	CAF оказал эргогенный биохимический эффект и ↑ работоспособности

Таблица 2. Продолжение

Table 2. Continuation

Ссылка	Популяция	Дизайн	Анализируемые параметры	Результаты
Lopes-Silva и соавт., 2022 [23]	Джиу-джитсу $n = 8$ Дзюдо $n = 2$ ($25,2 \pm 5,3$ года)	5 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до JGST	Четыре серии JGST с 3-минутными интервалами восстановления	CAF значительно ↑ общее количество повторений и максимальную изометрическую силу хвата руками. ↑ RPE, ЧСС и La линейно на протяжении всего теста
Krawczyk и соавт., 2022 [35]	Дзюдо $n = 6$ ($24,1 \pm 4,7$ года)	PLA, CAF (3 и 6 мг/кг МТ) за 60 минут до тестов	Жим лежа с 50% от 1ПМ, включая три подхода по три повторения; упражнение на тягу лежа с 50% от 1ПМ, включая три подхода по три повторения; СМЖ; динамометрия; JGST	CAF 3 мг/кг МТ и 6 мг/кг МТ ↑ пиковую скорость штанги в упражнении жим лежа и среднюю скорость штанги в упражнении тяга лежа. CAF 6 мг/кг МТ ↑ среднюю скорость штанги в упражнении жим лежа. Как CAF 3 мг/кг МТ и 6 мг/кг МТ ↑ количество повторений в JGST
Merino-Fernández и соавт., 2022 [24]	Джиу-джитсу $n = 11$ (22 ± 4 года)	3 мг/кг МТ CAF или PLA за 60 минут до тестов	SJFT и симуляции боя	CAF ↑ работоспособность в тесте SJFT, ↓ восприятие усталости, ↑ силу и выносливость. CAF не улучшал атакующие и оборонительные технические действия во время симуляции боя
Ouergui и соавт., 2022 [28]	Тхэквондо $n = 10$ ($17,5 \pm 0,7$ года)	3 мг/кг МТ CAF или PLA с плиометрической активностью и без нее за 60 минут до тестов	TSAT, FSKT (10 с), FSKT (многократный). MPSS, SVS и FS анализировались до и после для всех условий	CAF и плиометрическая активность ↑ работоспособность, по сравнению с разделным использованием
Ouergui и соавт., 2023 [29]	Тхэквондо $n = 16$ (элитные $18,2 \pm 0,8$ года; субэлитные $17,7 \pm 0,8$ года)	PLA, CON, CAF (3 мг кг/МТ) за 60 минут до тестов	TSAT, FSKT (10 с), FSKT (многократный)	CAF в большей мере ↑ работоспособность у элитных мужчин по сравнению с субэлитными мужчинами для FSKT
Рыбакова и соавт., 2024 [39]	Вольная борьба $n = 5$ ($21,4 \pm 2,4$ года)	PLA, CAF (1,5, 3 или 6 мг/кг МТ) за 60 минут до ВАНТ ₃₀	ВАНТ ₃₀ на ручном эргометре	CAF не улучшали скоростно-силовые показатели работоспособности и восстановления после приема различных дозировок
Saremi и соавт., 2024 [42]	Кикбоксинг $n = 12$ (24 ± 2 года)	PLA, CAF (3 или 6 мг/кг МТ) за 60 минут до тестов	ВАНТ ₃₀ [*] аэробный тест Брюса, вертикальный прыжок. RPE, МПК, потребление кислорода на пороге вентиляции и болезненность мышц	CAF 3 и 6 г/кг МТ ↑ анаэробную мощность и силу нижних конечностей, ↓ болезненность мышц и время до наступления истощения

Примечание: 1 ПМ — один повторный максимум, ВАНТ₃₀ — Вингейтский анаэробный тест, 30 с, МТ — масса тела, МПК — максимальное потребление кислорода, СЖК — свободные жирные кислоты, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЭМГ — электромиограмма, CAF (caffeine) — БАД кофеина, CON (control) — контроль, СМЖ (countermovement jump) — прыжок с контрдвижением, FS (feeling scale) — шкала самочувствия, FSKT (frequency speed of kick test) — тест на частоту и скорость удара ногой, JGST (judo grip strength test) — тест на силу хвата специфический для дзюдо, KSAT (karate specific aerobic test) — специфический аэробный тест по каратэ, La (lactate) — концентрация лактата крови, MPSS (mood and physical symptoms scale) — шкалы настроения/физических симптомов, MSL (maximal static lift) — максимальный статический подъем, PLA (placebo) — плацебо, PWPT (Pittsburgh wrestling performance test) — Питтсбургский тест на эффективность борьбы, RPF (rating of perceived fatigue) — рейтинг воспринимаемой усталости, RTIME (readiness to invest in mental effort) — готовность к умственным нагрузкам, RPE (rating of perceived exertion) — уровень воспринимаемой нагрузки, RPR (rating of perceived recovery) — оценка воспринимаемого восстановления, RTIPE (readiness to invest in physical effort) — готовность к физическим нагрузкам, SVS (subjective vitality scale) — субъективная шкала жизнеспособности, SJFT (special judo fitness test) — специальный дзюдо-тест, TSAT (taekwondo-specific agility test) — тхэквондо-тест на ловкость, TTE (time to exhaustion) — время до истощения, W_{AER} (estimated contribution of the oxidative system) — предполагаемый вклад окислительной системы, W_{PCR} (estimated contribution of the PCr system) — предполагаемый вклад АТФ-ФКр системы, W_[La-] (estimated contribution of the glycolytic system) — предполагаемый вклад гликолитической системы.

Таблица 2. Продолжение

Table 2. Continuation

Note: CAF — caffeine, CON — control, CMJ — countermovement jump, FS — feeling scale, FSKT — frequency speed of kick test, JGST — judo grip strength test, KSAT — karate specific aerobic test, La — lactate, MPSS — mood and physical symptoms scale, MSL — maximal static lift, PLA — placebo, PWPT — Pittsburgh wrestling performance test, RPF — (rating of perceived fatigue, RTIME — readiness to invest in mental effort, RPE — rating of perceived exertion, RPR — rating of perceived recovery), RTIPE — readiness to invest in physical effort, SVS — subjective vitality scale, SJFT — special judo fitness test, TSAT — taekwondo-specific agility test, TTE — time to exhaustion, W_{AER} — estimated contribution of the oxidative system, W_{PCR} — estimated contribution of the PCr system, $W_{[La]}$ — estimated contribution of the glycolytic system, 1RM — one repetition maximum, WAnT30 — Wingate anaerobic test, 30 sec, BM — body mass, VO2 max — maximum oxygen consumption, FFA — free fatty acids, HR — heart rate, EMG — electromyogram.

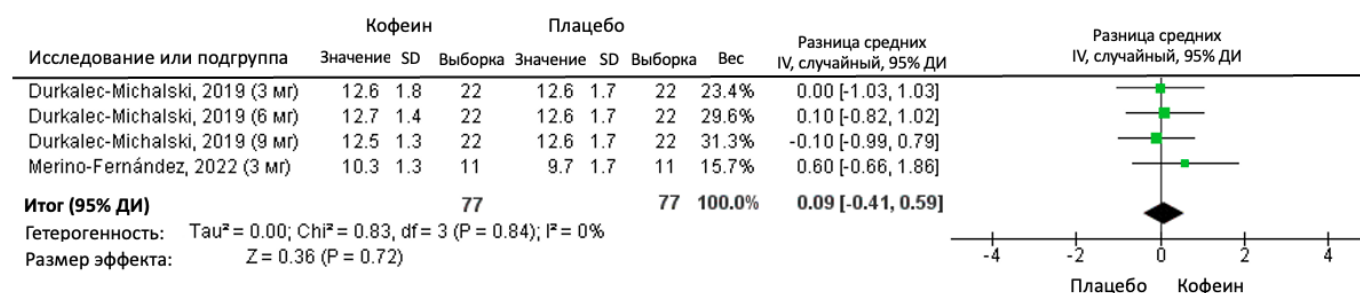


Рис. 3. Лесная диаграмма для влияния потребления кофеина на SJFT (индекс, %)

Fig. 3. Forest diagram for the effect of caffeine intake on SJFT (index, %)

между плацебо и кофеином по-прежнему отсутствуют. Анализ чувствительности в SJFT 3 тест снизил гетерогенность и направление эффекта. При удалении исследования Merino-Fernandez и соавт. [24] направление эффекта было более выражено и появились статистически значимые различия (0,43, 95%ДИ [0,06; 0,81]), что говорит о положительном влиянии кофеина на данный параметр в сравнении с плацебо.

В тестах на пиковые значения лактата, SJFT 1 тест, тесте на частоту и скорость удара ногой (в течение 10 с) (frequency speed of kick test, 10 s (FSKT-10s)), тесте на частоту и скорость удара ногой (несколько наборов ударов, с несколькими интервалами отдыха) (frequency speed of kick test, multi (FSKT-multi)) и тхэквондо-тесте на ловкость (taekwondo-specific agility test (TSAT)) наблюдался положительный эффект кофеина в сравнении с плацебо. Всего в одном тесте (FSKT-10s) был высокий уровень гетерогенности (93%, однако после удаления исследования гетерогенность была снижена до 8%, при этом направленность эффекта не была изменена, что говорит об отсутствии влияния гетерогенности на исход анализа.

5. Обсуждение результатов CMJ

Метаанализ не показал значимого эффекта кофеина в улучшении CMJ (высота прыжка и пиковая мощность) [20, 31, 34, 37], однако в ряде исследований авторы отмечали увеличение высоты прыжка у представителей джиу-джитсу [20–22] и бокса [37]. Иные результаты

были отмечены в работах, проведенных с участием дзюдоистов [31, 34, 35]. Полученные результаты можно объяснить индивидуальными биомеханическими и физиологическими особенностями среди представителей различных видов спорта (в частности, в использовании цикла растяжения — сокращения во время прыжка), а также в особенностях проявления эргогенного эффекта кофеина в более продолжительных упражнениях [43].

Показатели силы и мощности

Метаанализ не показал значимого эффекта кофеина на силовую выносливость верхних конечностей в тесте JGST [23, 31]. Силовые характеристики, оцененные с помощью кистевой динамометрии, улучшились при приеме кофеина у представителей джиу-джитсу [20, 21], но не у боксеров [37] и дзюдоистов [35]. У представителей джиу-джитсу результаты в упражнении жим лежа улучшились при приеме кофеина при выполнении 1 ПМ и в упражнении до отказа, а также в тесте на максимальный статический подъем [20, 21]. Однако результаты метаанализа не продемонстрировали значимого эффекта кофеина в увеличении пиковой мощности в упражнении жим лежа [20, 21]. Среди дзюдоистов не было отмечено улучшения в показателях силы и мощности верхних конечностей [34]. В метаанализе Warren и соавт. [44] было выдвинуто предположение, что некоторые мышцы верхних конечностей имеют ограниченную способность к усиленному рекрутированию двигательных единиц при употреблении кофеина. Различия в воздействии кофеина на верхнюю и нижнюю части тела были также

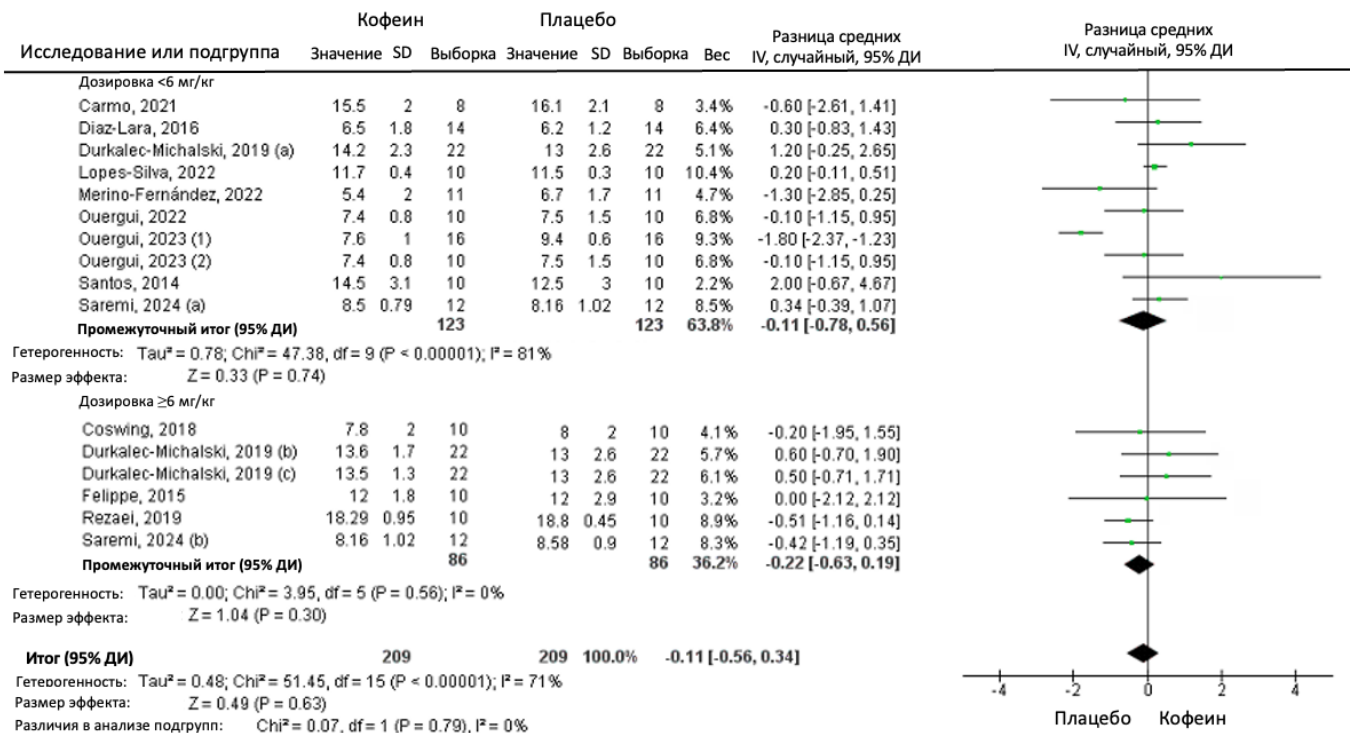


Рис. 4.1. Лесная диаграмма для влияния потребления кофеина на RPE
Fig. 4.1. Forest diagram for the effect of caffeine intake on RPE

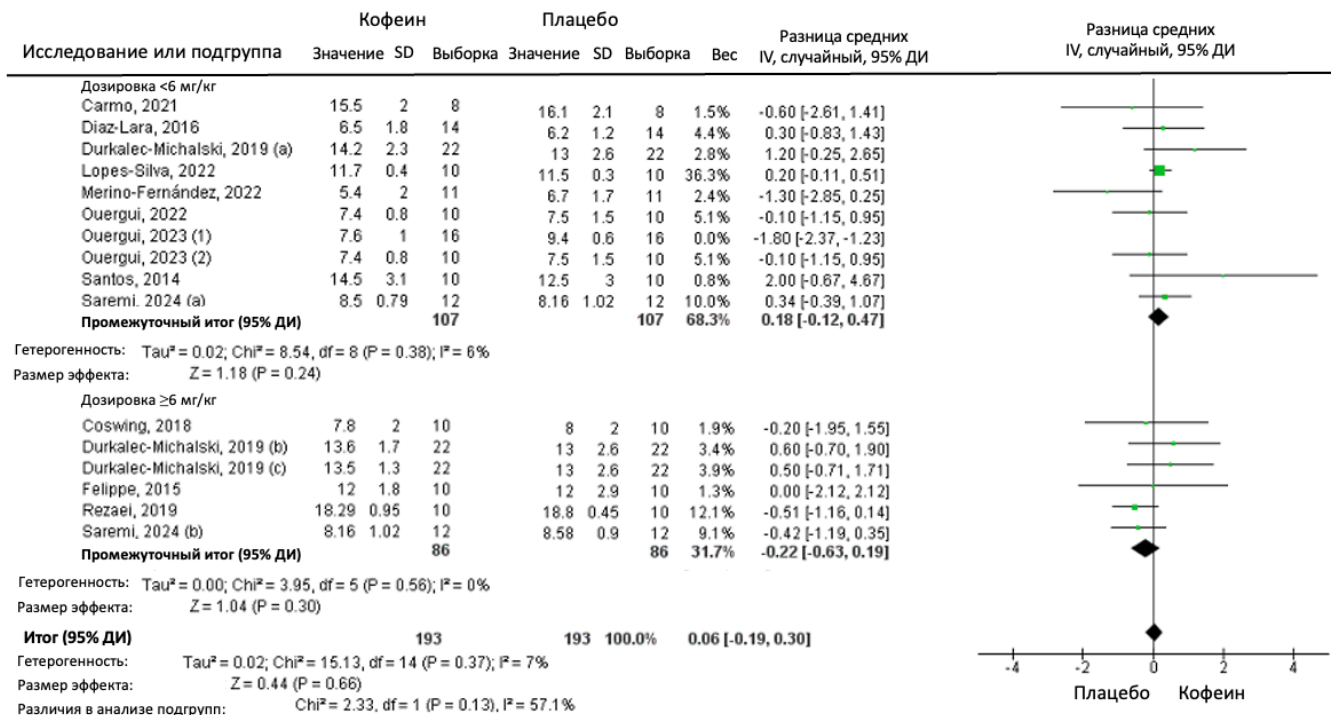


Рис. 4.2. Лесная диаграмма для влияния потребления кофеина на RPE
Fig. 4.2. Forest diagram for the effect of caffeine intake on RPE

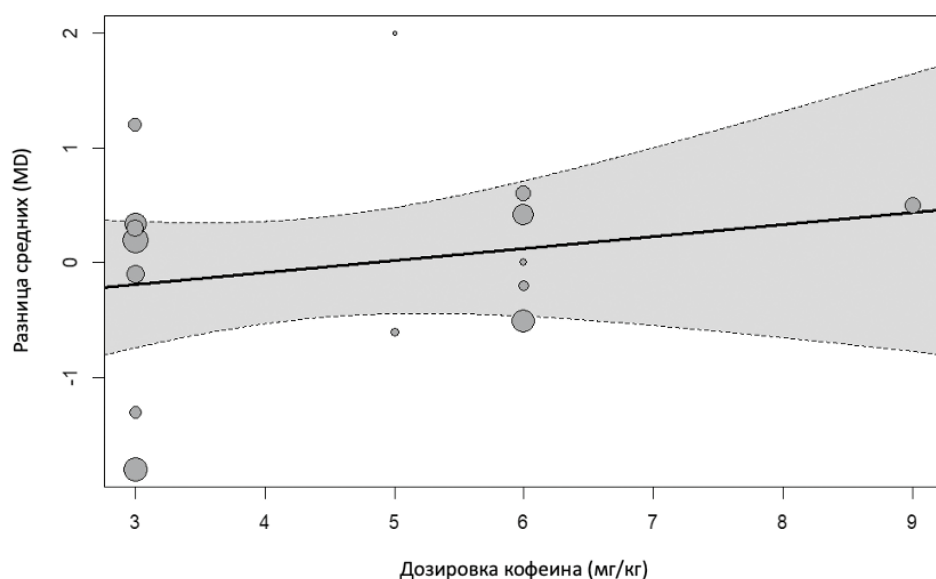


Рис. 5. Метарегрессия выполнена с дозировкой кофеина в качестве ковариаты
Fig. 5. Meta-regression performed with caffeine dosage as a covariate

Таблица 3

Общие результаты анализа

Table 3

General results of analysing

Параметр	Включенные исследования	Суммарная выборка (ЭГ/КГ)	MD	95 % ДИ	p	R ² (до/после анализа чувствительности)
ВАНТ ₃₀ , пиковая мощность	[37, 42]	32/32	0,07	[-0,92; 1,05]	0,89	68/0 %
ВАНТ ₃₀ , минимальная мощность	[37, 42]	32/32	0,22	[-0,10; 0,54]	0,18	0 %
ВАНТ ₃₀ , средняя мощность	[37, 42]	32/32	-0,27	[-0,69; 0,16]	0,22	13 %
Лактат, пик	[21, 25, 31]	38/38	2,12	[0,83; 3,41]	0,001*	0 %
ЧСС, пик	[23, 25, 34]	28/28	2,34	[-4,84; 9,52]	0,52	0 %
Жим лежа, максимальная мощность	[20, 21]	28/28	0,08	[-0,20; 0,37]	0,57	0 %
Жим лежа, пиковая скорость	[20, 21]	28/28	0,45	[-0,08; 0,98]	0,1	0 %
СМЖ, пиковая мощность	[31, 37]	22/22	0,66	[-2,22; 3,55]	0,65	0 %
СМЖ, высота	[21, 31, 34, 37]	44/44	0,96	[-0,64; 2,55]	0,24	0 %
JGST	[23, 31]	22/22	0,2	[-0,39; 0,80]	0,5	0 %
FSKT-10s	[28, 29]	36/36	2,29	[1,68; 2,89]	< 0,00001*	93/8 %
FSKT-multi	[28, 29]	36/36	4,95	[3,88; 6,01]	< 0,00001*	0 %
TSAT	[28, 29]	36/36	-0,33	[-0,46; -0,21]	< 0,00001*	32 %
SJFT, общее кол-во бросков	[24, 30, 34]	29/29	1,06	[-0,81; 2,92]	0,27	0 %
SJFT 1 тест	[22, 30, 32]	87/87	0,29	[0,09; 0,48]	0,004*	36 %
SJFT 2 тест	[22, 30, 32]	87/87	0,12	[-0,17; 0,41]	0,43	5 %
SJFT 3 тест	[22, 30, 32]	87/87	0,33	[-0,03; 0,69]	0,08 [#]	55/37 %

Примечание: ВАНТ₃₀ — Вингейтский анаэробный тест 30 секунд, КГ — контрольная группа, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЭГ — экспериментальная группа, СМЖ (countermovement jump) — прыжок с контрдвижением, FSKT (frequency speed of kick test) — тест на частоту и скорость удара ногой, JGST (judo grip strength test) — тест на силу хвата, специфический для дзюдо, SJFT (special judo fitness test) — специальный дзюдо-тест, TSAT (taekwondo-specific agility test) — тхэквондо-тест на ловкость, * — статистически значимый эффект, [#] — появление эффекта после анализа чувствительности.

Note: WАНТ30 — Wingate anaerobic test 30 seconds, CG — control group, HR — heart rate, EG — experimental group, * — statistically significant effect, [#] — appearance of effect after sensitivity analysis.

отмечены в нескольких РКИ. Black и соавт. [45] сообщили об увеличении (6,3 %) максимальной силы в нижней (разгибатели колена), но не в верхней части тела (сгибатели локтя) при оценке через 60 минут после приема дозы кофеина 5 мг/кг МТ. В другом РКИ при приеме кофеина было отмечено улучшение изокINETического пикового крутящего момента (%), который увеличивался с размером мышечной группы [46]. Размер группы мышц может объяснять «эффект расположения группы мышц», поскольку группы мышц нижней части тела обычно больше, чем мышцы верхней части тела. Способность кофеина как антагониста аденозина усиливать максимальную активацию через стимуляцию центральной нервной системы и тем самым улучшать максимальное производство силы может увеличиваться с размером мышечной группы. Необходимы дальнейшие исследования для оценки возможных различий в силе верхней и нижней частей тела после приема кофеина.

SJFT

Данный тест является надежным при оценке специфической работоспособности у дзюдоистов (в т.ч. применим для спортсменов разного возраста, расы и квалификации) [47]. Метаанализ показал отсутствие различий между плацебо и кофеином по параметру индекса SJFT, общего количества бросков и второму подходу. Напротив, результаты метаанализа указывают на положительное влияние кофеина на количество бросков в первом и третьем подходе SJFT. Наши результаты противоречат более раннему метаанализу Delleli и соавт. [4]. Различия можно объяснить тем, что в этот, более ранний метаанализ были включены исследования, в которых принимали участие как мужчины, так и женщины, экспериментальным вмешательством выступала БАД кофеина в виде жевательной резинки и т.д. При анализе отдельных вошедших в систематический обзор исследований в ответ на прием кофеина увеличивалось: общее количество бросков [24, 30]; общее количество бросков и количество бросков в первом и третьем раунде (причем в первом раунде прием кофеина в дозе 9 мг/кг МТ демонстрировал наибольший эффект) [32]; снижение индекса SJFT и увеличение общего количества бросков [34]. Улучшение показателей в SJFT может быть связано с основным механизмом действия кофеина — блокирования аденозиновых рецепторов [48].

RPE

При анализе данного параметра наблюдалась высокая гетерогенность, после проведения анализа чувствительности не наблюдалось статистически значимых различий, что можно объяснить как различиями в популяции испытуемых (различные виды спорта, дисциплины и уровень подготовленности), так и в протоколах нагрузочного тестирования. Не наблюдалось различий как при низких (< 6 мг/кг МТ), так и при более высоких дозировках. Метарегрессионный анализ

не продемонстрировал зависимость величины эффекта от дозировки кофеина. Результаты согласуются с более ранними работами [4, 49].

Отсутствие различий при приеме плацебо и различных дозировок кофеина (1,5–10 мг/кг/МТ) может быть обусловлено фармакологическими аспектами эффективности изучаемого ксенобиотика [50].

Duncan и соавт. [51] предположили, что короткая продолжительность выполнения конкретного упражнения (например, жима лежа) может быть недостаточной для того, чтобы вызвать воспринимаемую разницу в усилиях между потребляемыми БАД. Также было выдвинуто предположение, что шкалы RPE могут неадекватно отражать действительные перцептивные реакции во время высокоинтенсивных упражнений [52].

TSAT, FSKT-10s, FSKT-multi

Метаанализ продемонстрировал улучшение показателей в TSAT, FSKT-10s и FSKT-multi [28, 29] при приеме кофеина. Данные тесты являются надежными в определении специфической работоспособности тхэквондистов [53, 54] и требуют от спортсменов высокого проявления взрывной силы. Предположительно, кофеин изменяет механизмы активации двигательных единиц и активность насоса натрий/калиевой АТФазы [55], за счет чего могут улучшаться показатели силы и скорости.

Скоростно-силовые показатели

Метаанализ продемонстрировал отсутствие различий между кофеином и плацебо в ВАНТ₃₀ [37, 42], а также в жиме лежа (пиковая скорость) [20, 21]. Однако в результатах РКИ наблюдалось увеличение пиковой и средней мощности и снижение времени достижения пиковой мощности [37], относительной пиковой мощности в ВАНТ₃₀ [42] и увеличение пиковой скорости в жиме лежа [21]. В РКИ, где среди борцов вольного стиля был проведен ВАНТ₃₀ на ручном эргометре, не было обнаружено улучшения работоспособности при приеме различных дозировок кофеина [39]. Наши результаты не согласуются с метаанализом Grgic и соавт. [56], однако мы включили в количественный анализ лишь два РКИ на различных популяциях единоборцев. Требуются дополнительные исследования в разных видах единоборств, поскольку скоростно-силовые параметры играют решающую роль в результативности единоборцев.

Физиологические реакции

Метаанализ продемонстрировал отсутствие различий между кофеином и плацебо в пиковых значениях ЧСС [23, 25, 34]. Было выявлено статистически значимое увеличение пиковых значений лактата крови после симулированных боев [21, 25, 31], эти результаты согласуются с метаанализом Delleli и соавт. [4], где авторы предположили, что из-за влияния кофеина на интенсивность двигательных боевых действий более

высокая концентрация лактата является результатом повышенного гликолитического анаэробного метаболизма. При оценке других физиологических эффектов кофеина на переменные работоспособности спортсменов-единоборцев нам не удалось провести метаанализ из-за малого количества исследований и разнонаправленности протоколов нагрузки. Среди тхэквондистов прием кофеина увеличил предполагаемый гликолитический вклад во время симуляции боя тхэквондо [26], что может быть обусловлено влиянием действия кофеина на периферические аденозиновые рецепторы, а также высвобождением катехоламинов, ускоряющих мышечный гликогенолиз [26]. Дзюдоисты, принимавшие кофеин, показали более высокую концентрацию свободных жирных кислот (СЖК) в плазме после тренировки, в то время как в условиях плацебо наблюдалось сопутствующее увеличение выработки мочевой кислоты в сыворотке [34], можно предположить, что это увеличение доступности СЖК позволяет экономить запасы гликогена [57]. У кикбоксеров после приема кофеина не отмечалось изменений в уровне МПК; но увеличилось время до истощения (time to exhaustion (TTE)) [42], как и у каратистов [40], что также можно объяснить увеличением доступности СЖК и адреналина в плазме. В литературе давно обсуждается механизм, посредством которого кофеин снижает утомляемость, и приписывается его влияние на метаболизм субстрата (например, жиров). Метаанализ Songer и соавт. показал, что кофеин способен увеличивать параметры работоспособности за счет увеличения доступности СЖК [58]. Однако в исследованиях использовались методы оценки СЖК плазмы, глицерина плазмы, триглицеридов и метод непрямой калориметрии. Данные методы не могут точно отразить окисления жиров в рабочих мышцах. Graham и соавт. оценили метаболизм жиров после приема кофеина с помощью игольчатой биопсии [59] и в результате не наблюдали усиления окисления жиров в активной мышце. Таким образом, к предположению об усилении окисления жиров вследствие приема кофеина следует относиться с осторожностью.

Специфические двигательные действия

Ввиду разнонаправленности протоколов нагрузки и видов спорта нам не удалось провести метаанализ, чтобы оценить влияние кофеина на некоторые специфические различным видам единоборств двигательные действия. У тхэквондистов кофеин сокращал время реакции и улучшал интенсивность двигательных действий [25, 27]. У боксеров кофеин вызывал увеличение продолжительности высокоинтенсивных действий во время симулированных боев [36]. У представителей вольной борьбы во время моделируемых боев селективная доза кофеина и дробная дозировка увеличивали работоспособность в Питтсбургском тесте по вольной борьбе [38]. У представителей ММА прием кофеина не привел к увеличению частоты ударов, средней и максимальной силы

удара [41], также у дзюдоистов кофеин не вызвал изменений в технических показателях [33]. Удары представляют собой ациклические задачи, зависящие от стратегий противника, что усложняет выявление эргогенных эффектов кофеина.

Безопасность

В 21 включенном в обзор исследовании экспериментальная дозировка кофеина не превышала 6 мг/кг МТ [15, 19–22, 24–31, 33–37, 39–42]. В ряде исследований встречались большие дозировки: оценка «доза-эффект» 2, 4 и 10 мг/кг МТ [38], оценка «доза-эффект» 3, 6 и 9 мг/кг МТ [32]. Лишь в пяти включенных в обзор исследованиях оценивались побочные эффекты после приема кофеина (таблица 4).

Европейское агентство по безопасности продуктов питания (European food safety authority (EFSA)) не рекомендует потреблять кофеин в дозировках более чем 200 мг/день (около 3 мг/кг МТ) [1]. Показатели желудочно-кишечного дискомфорта были значительно выше при дозе кофеина 10 мг/кг МТ и повторной дозе кофеина по сравнению с 3 и 6 мг/кг МТ [38]. Так как при приеме кофеина могут наблюдаться побочные эффекты (в т.ч. нарушение сна) [60], при проведении исследований, а также при использовании кофеина на практике должны применяться анкеты, опросы, шкалы (например, шкалы тревожности), оценка ЧСС, артериального давления и другие субъективные и физиологические параметры с целью выявления неблагоприятных побочных эффектов.

6. Выводы

Спортивные единоборства — комплекс сложных видов спорта, в которых переменные, исследованные в этом систематическом обзоре, представляют собой лишь небольшую часть факторов, необходимых для успеха.

Проведенный метаанализ свидетельствует о том, что потребление кофеина не оказывает существенного воздействия на повышение общих физических показателей, таких как сила, скорость и мощность в изолированных упражнениях, а также на показатели, связанные с нагрузкой и сердечной деятельностью. Тем не менее возможно положительное влияние кофеина на отдельные специфические показатели, например на количество повторений в определенных тестах и концентрацию лактата после интенсивных физических нагрузок. Хотя кофеин может иметь некоторые преимущества, важно учитывать, что высокие дозы (более 10 мг/кг массы тела) могут вызывать негативные побочные эффекты. Это подчеркивает необходимость осторожного подхода к использованию кофеина в спортивной практике. Небольшое количество исследований, включенных в обзор, указывает на то, что выводы следует интерпретировать с осторожностью. Для более глубокого понимания эффектов

Таблица 4

Резюме оценки побочных эффектов после приема экспериментальных дозировок кофеина

Table 4

Summary of adverse event assessment following experimental doses of caffeine

Ссылка	Дозировка	Методы оценки	Результаты
Santos и соавт., 2014 [25]	5 мг/кг МТ	ЭКГ, опрос	Не выявлено никаких существенных побочных эффектов
Felippe и соавт., 2015 [30]	6 мг/кг МТ	Анкета, 19 вопросов	Не выявлено никаких существенных побочных эффектов
Diaz-Lara и соавт., 2016 [20]	3 мг/кг МТ	Анкета, 10 вопросов. Опрос	Не выявлено никаких существенных побочных эффектов
Negaresh и соавт., 2019 [38]	2, 4, 10 мг/кг МТ	Оценка объема мочи и индекса обезвоживания, анкета	Индекс обезвоживания был выше при приеме высокой дозы кофеина (10 мг/кг МТ) по сравнению со всеми другими состояниями. Показатели желудочно-кишечных жалоб и желудочно-кишечного дискомфорта были значительно выше при высокой дозе кофеина (10 мг/кг МТ) и повторной дозе кофеина по сравнению со всеми экспериментальными вмешательствами
Krawczyk и соавт., 2022 [35]	3, 6 мг/кг МТ	Анкета	Больше участников указали на субъективное ощущение увеличения энергии после приема 6 мг/кг МТ кофеина, чем с плацебо, но не между 3 мг/кг МТ против 6 мг/кг МТ и 3 мг/кг МТ против плацебо

Примечание: МТ — масса тела, ЭКГ — электрокардиограмма.

Note: BM — body mass, ECG — electrocardiogram.

кофеина в контексте различных видов спортивных единоборств необходимо проводить дополнительные рандомизированные плацебо-контролируемые

Вклад авторов:

Рыбакова Полина Денисовна — разработка концепции, анализ литературных источников, написание текста статьи, научное редактирование.

Мештель Александр Виталиевич — анализ литературных источников и статистическая обработка данных.

Мирошников Александр Борисович — редактирование рукописи, экспертная оценка.

Антонов Алексей Геннадьевич — анализ литературных источников, редактирование рукописи.

Выборнов Василий Дмитриевич — редактирование рукописи, экспертная оценка.

Список литературы / References

1. EFSA explains risk assessment: Caffeine. EFSA [internet]; 2015. Режим доступа: <https://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/efsaexplainscaffeine150527> (дата доступа 03.01.2024).
2. Grgic J., Grgic I., Pickering C., Schoenfeld B.J., Bishop D.J., Pedisic Z. Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. *Br. J. Sports Med.* 2020;54(11):681–688. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100278>
3. Franchini E. Energy System Contributions during Olympic Combat Sports: A Narrative Review. *Metabolites.* 2023;13(2):297. <https://doi.org/10.3390/metabo13020297>.
4. Delleli S., Ouergui I., Messaoudi H., Trabelsi K., Ammar A., Glenn J.M., Chtourou H. Acute Effects of Caffeine Supplementation on Physical Performance, Physiological Responses, Perceived Exertion, and Technical-Tactical Skills in Combat Sports: A

исследования. Это поможет разработать более точные рекомендации по использованию кофеина для спортсменов, занимающихся единоборствами.

Authors' contributions:

Polina D. Rybakova — concept development, analysis of literary sources, writing the text of the article, scientific editing.

Alexander V. Meshtel — analysis of literary sources and statistical processing of data.

Alexander B. Miroshnikov — manuscript editing, expert evaluation.

Alexey G. Antonov — analysis of literary sources, manuscript editing.

Vasily D. Vybornov — manuscript editing, expert evaluation.

Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2022;14(14):2996. <https://doi.org/10.3390/nu14142996>

5. Dickson K., Yeung C.A. PRISMA 2020 updated guideline. *Br. Dent. J.* 2022;232(11):760–761. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4359-7>

6. Shamseer L., Moher D., Clarke M., Gherzi D., Liberati A., Petticrew M., Shekelle P., Stewart L.A. PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ.* 2015;350:g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>

7. Rethlefsen M.L., Kirtley S., Waffenschmidt S., Ayala A.P., Moher D., Page M.J., Koffel J.B. PRISMA-S Group. PRISMA-S: an extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews. *J. Med. Libr. Assoc.* 2021;109(2):174–200. <https://doi.org/10.5195/jmla.2021.962>

8. McGowan J., Sampson M., Salzwedel D.M., Cogo E., Foerster V., Lefebvre C. PRESS Peer Review of Electronic Search Strate-

gies: 2015 Guideline Statement. *J. Clin. Epidemiol.* 2016;75:40–46. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.01.021>

9. **Benzies K.M., Hayden K.A., Premji S., Serrett K.** State-of-the-evidence reviews: advantages and challenges of including grey literature. *Worldviews Evid. Based Nurs.* 2006;3(2):55–61. <https://doi.org/10.1111/j.1741-6787.2006.00051.x>

10. **Amir-Behghadami M., Janati A.** Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study (PICOS) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. *Emerg. Med. J.* 2020;37(6):387. <https://doi.org/10.1136/emermed-2020-209567>

11. **Sterne J.A.C., Savović J., Page M.J., Elbers R.G., Blencowe N.S., Boutron I., et al.** RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2019;366:l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>

12. **Astley C., Souza D., Polito M.** Acute Caffeine Ingestion on Performance in Young Judo Athletes. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2017;29(3):336–340. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0218>

13. **Pak Ī.E., Cuğ M., Volpe S.L., Beaven C.M.** The effect of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on kicking performance in competitive Taekwondo athletes during Ramadan. *J. Sports Sci.* 2020;38(7):795–800. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1735033>

14. **Lin S.P., Li C.Y., Suzuki K., Chang C.K., Chou K.M., Fang S.H.** Green tea consumption after intense taekwondo training enhances salivary defense factors and antibacterial capacity. *PLoS One.* 2014;9(1):e87580. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087580>

15. **Lopes-Silva J.P., Felipe L.J., Silva-Cavalcante M.D., Bertuzzi R., Lima-Silva A.E.** Caffeine ingestion after rapid weight loss in judo athletes reduces perceived effort and increases plasma lactate concentration without improving performance. *Nutrients.* 2014;6(7):2931–2945. <https://doi.org/10.3390/nu6072931>

16. **Filip-Stachnik A., Krawczyk R., Krzysztofik M., Rzeszutko-Belzowska A., Dornowski M., Zajac A., Del Coso J., Wilk M.** Effects of acute ingestion of caffeinated chewing gum on performance in elite judo athletes. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2021;18(1):49. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00448-y>

17. **Delleli S., Ouergui I., Messaoudi H., Bridge C., Ardigo L.P., Chtourou H.** Warm-up music and low-dose caffeine enhance the activity profile and psychophysiological responses during simulated combat in female taekwondo athletes. *Sci. Rep.* 2024;14(1):14302. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64880-1>

18. **Pereira L., Cyrino E., Avelar A.** A ingestão de cafeína não melhora o desempenho de atletas de judo. *Motriz, Rio Claro.* 2010;16(3):714–722. <https://doi.org/10.5016/1980-6574.2010v16n3p714>

19. **Aedma M., Timpmann S., Ööpik V.** Effect of caffeine on upper-body anaerobic performance in wrestlers in simulated competition-day conditions. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2013;23(6):601–609. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.6.601>

20. **Diaz-Lara F.J., Del Coso J., García J.M., Portillo L.J., Areces F., Abián-Vicén J.** Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. *Eur. J. Sport Sci.* 2016;16(8):1079–1086. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1143036>

21. **Diaz-Lara F.J., Del Coso J., Portillo J., Areces F., García J.M., Abián-Vicén J.** Enhancement of High-Intensity Actions and Physical Performance During a Simulated Brazilian Jiu-Jitsu Competition With a Moderate Dose of Caffeine. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2016;11(7):861–867. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0686>

22. **Fernández M., Ruiz-Moreno C., Giráldez-Costas V., González-Millán C., Matos-Duarte M., Gutiérrez-Hellín J., González-García J.** Caffeine Doses of 3 mg/kg Increase Unilateral and Bilateral Vertical Jump Outcomes in Elite Traditional Jiu-Jitsu Athletes. *Nutrients.* 2021;13(5):1705. <https://doi.org/10.3390/nu13051705>

23. **Lopes-Silva J.P., Rocha A., Rocha J., Silva V., Correia-Oliveira C.R.** Caffeine ingestion increases the upper-body intermittent dynamic strength endurance performance of combat sports athletes. *Eur. J. Sport Sci.* 2022;22(2):227–236. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1874058>

24. **Merino-Fernández M., Giráldez-Costas V., González-García J., Gutiérrez-Hellín J., González-Millán C., Matos-Duarte M., Ruiz-Moreno C.** Effects of 3 mg/kg Body Mass of Caffeine on the Performance of Jiu-Jitsu Elite Athletes. *Nutrients.* 2022;14(3):675. <https://doi.org/10.3390/nu14030675>

25. **Santos V.G., Santos V.R., Felipe L.J., Almeida J.W. Jr, Bertuzzi R., Kiss M.A., Lima-Silva A.E.** Caffeine reduces reaction time and improves performance in simulated-contest of taekwondo. *Nutrients.* 2014;6(2):637–649. <https://doi.org/10.3390/nu6020637>

26. **Lopes-Silva J.P., Silva Santos J.F., Branco B.H., Abad C.C., Oliveira L.F., Loturco I., Franchini E.** Caffeine Ingestion Increases Estimated Glycolytic Metabolism during Taekwondo Combat Simulation but Does Not Improve Performance or Parasympathetic Reactivation. *PLoS One.* 2015;10(11):e0142078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142078>

27. **Cortez L., Mackay K., Contreras E., Peñailillo L.** Acute effect of caffeine ingestion on reaction time and electromyographic activity of the Dollyo Chagi round kick in taekwondo fighters. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte.* 2017;13:52–62. <https://doi.org/10.5232/ricyde2017.04704>

28. **Ouergui I., Mahdi N., Delleli S., Messaoudi H., Chtourou H., Sahnoun Z., Bouassida A., Bouhlel E., Nobari H., Ardigo L.P., Franchini E.** Acute Effects of Low Dose of Caffeine Ingestion Combined with Conditioning Activity on Psychological and Physical Performances of Male and Female Taekwondo Athletes. *Nutrients.* 2022;14(3):571. <https://doi.org/10.3390/nu14030571>

29. **Ouergui I., Delleli S., Bridge C.A., Messaoudi H., Chtourou H., Ballmann C.G., Ardigo L.P., Franchini E.** Acute effects of caffeine supplementation on taekwondo performance: the influence of competition level and sex. *Sci. Rep.* 2023;13(1):13795. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40365-5>

30. **Felipe L.C., Lopes-Silva J.P., Bertuzzi R., McGinley C., Lima-Silva A.E.** Separate and Combined Effects of Caffeine and Sodium-Bicarbonate Intake on Judo Performance. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2016;11(2):221–226. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0020>

31. **Athayde M., Lima K., Detanico D.** Can Caffeine Intake Improve Neuromuscular and Technical-Tactical Performance During Judo Matches?. *J. Strength Cond. Res.* 2018;32(11):3095–3102. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002451>

32. **Durkalec-Michalski K., Nowaczyk P.M., Głowka N., Grygiel A.** Dose-dependent effect of caffeine supplementation on judo-specific performance and training activity: a randomized placebo-controlled crossover trial. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2019;16(1):38. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0305-8>

33. **Saldanha da Silva Athayde M., Kons R.L., Detanico D.** An Exploratory Double-Blind Study of Caffeine Effects on Performance and Perceived Exertion in Judo. *Percept. Mot. Skills.* 2019;126(3):515–529. <https://doi.org/10.1177/0031512519826726>

34. **Carmo K.E.O., Pérez D.I.V., Valido C.N., Dos Santos J.L., Miarka B., Mendes-Netto R.S., Leite M.M.R., Antoniétto N.R., Aedo-Muñoz E.A., Brito C.J.** Caffeine improves biochemical and specific performance after judo training: a double-blind crossover study in a real judo training situation. *Nutr. Metab. (Lond).* 2021;18(1):15. <https://doi.org/10.1186/s12986-021-00544-5>

35. **Krawczyk R., Krzysztofik M., Kostrzewa M., Komarek Z., Wilk M., Del Coso J., Filip-Stachnik A.** Preliminary Research to-

wards Acute Effects of Different Doses of Caffeine on Strength-Power Performance in Highly Trained Judo Athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022;19(5):2868. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052868>

36. **Coswig V.S., Gentil P., Irigon F., Del Vecchio F.B.** Caffeine ingestion changes time-motion and technical-tactical aspects in simulated boxing matches: A randomized double-blind PLA-controlled crossover study. *Eur. J. Sport Sci.* 2018;18(7):975–983. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1465599>

37. **San Juan A.F., López-Samanes Á., Jodra P., Valenzuela P.L., Rueda J., Veiga-Herrerros P., Pérez-López A., Domínguez R.** Caffeine Supplementation Improves Anaerobic Performance and Neuromuscular Efficiency and Fatigue in Olympic-Level Boxers. *Nutrients*. 2019;11(9):2120. <https://doi.org/10.3390/nu11092120>

38. **Negaraesh R., Del Coso J., Mokhtarzade M., Lima-Silva A.E., Baker J.S., Willems M.E.T., Talebvand S., Khodadoost M., Farhani F.** Effects of different dosages of caffeine administration on wrestling performance during a simulated tournament. *Eur J Sport Sci.* 2019;19(4):499–507. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1534990>

39. **Рыбакова П.Д., Антонов А.Г., Мирошников А.Б.** Влияние различных дозировок кофеина на скоростно-силовые параметры борцов вольного стиля: пилотное исследование. *Медицинский алфавит*. 2024;16:69–72. [Rybakova P.D., Antonov A.G., Miroshnikov A.B. Effect of different doses of caffeine on speed and strength parameters of freestyle wrestlers: a pilot study. *Medical alphabet*. 2024;16:69–72. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-16-69-72>

40. **Rezaei S., Akbari K., Gahreman D.E., Sarshin A., Tabben M., Kaviani M., Sadeghinikoo A., Koozehchian M.S., Naderi A.** Caffeine and sodium bicarbonate supplementation alone or together improve karate performance. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2019;16(1):44. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0313-8>

41. **de Azevedo A.P., Guerra M.A. Jr, Caldas L.C., Guimarães-Ferreira L.** Acute Caffeine Ingestion did not Enhance Punch Performance in Professional Mixed-Martial Arts Athletes. *Nutrients*. 2019;11(6):1422. <https://doi.org/10.3390/nu11061422>

42. **Saremi M., Shahriari F., Hemmatinfar M., Rezaei R., Niknam A., Nordvall M., Wong A., Bagheri R.** Low-Dose Caffeine Supplementation Is a Valuable Strategy for Increasing Time to Exhaustion, Explosive Power, and Reducing Muscle Soreness in Professional Male Kickboxers. *Curr. Dev. Nutr.* 2024;9(1):104538. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.104538>

43. **Christensen P.M., Shirai Y., Ritz C., Nordsborg N.B.** Caffeine and Bicarbonate for Speed. A Meta-Analysis of Legal Supplements Potential for Improving Intense Endurance Exercise Performance. *Front. Physiol.* 2017;8:240. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00240>

44. **Warren G.L., Park N.D., Maresca R.D., McKibans K.I., Millard-Stafford M.L.** Effect of caffeine ingestion on muscular strength and endurance: a meta-analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010;42(7):1375–1387. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181cabb8>

45. **Black C.D., Waddell D.E., Gonglach A.R.** Caffeine's Ergogenic Effects on Cycling: Neuromuscular and Perceptual Factors. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2015;47(6):1145–1458. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000513>

46. **Timmins T.D., Saunders D.H.** Effect of caffeine ingestion on maximal voluntary contraction strength in upper- and lower-body muscle groups. *J. Strength Cond. Res.* 2014;28(11):3239–3244. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000447>

47. **Ceylan B., Šimenko J., Balci Ş.S.** Which Performance Tests Best Define the Special Judo Fitness Test Classification in Elite Judo Athletes? *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 2022;7(4):101. <https://doi.org/10.3390/jfmk7040101>

48. **Killen L.G., Green J.M., O'Neal E.K., McIntosh J.R., Hornsby J., Coates T.E.** Effects of caffeine on session ratings of perceived exertion. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2012;113:721–727. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2480-z>

49. **Ferreira T.T., da Silva J., Bueno N.B.** Effects of caffeine supplementation on muscle endurance, maximum strength, and perceived exertion in adults submitted to strength training: a systematic review and meta-analyses. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021;61(15):2587–2600. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1781051>

50. **Low J.J.L., Tan B.J.W., Yi L.X., Tan E.K.** Genetic susceptibility to caffeine intake and metabolism: a systematic review. *J. Transl. Med.* 2024;22(1):961. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-05737-z>

51. **Duncan M.J., Stanley M., Parkhouse N., Cook K., Smith M.** Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. *Eur. J. Sport Sci.* 2013;13(4):392–399. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.635811>

52. **Davis J.K., Green J.M.** Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med.* 2009;39(10):813–832. <https://doi.org/10.2165/11317770-000000000-00000>

53. **Chaabene H., Negra Y., Capranica L., Bouguezzi R., Hachana Y., Rouahi M.A., Mkaouer B.** Validity and Reliability of a New Test of Planned Agility in Elite Taekwondo Athletes. *J. Strength Cond. Res.* 2018;32(9):2542–2547. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002325>

54. **Santos J., Franchini E.** Frequency Speed of Kick Test Performance Comparison Between Female Taekwondo Athletes of Different Competitive Levels. *J. Strength Cond. Res.* 2018;32(10):2934–2938. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002552>

55. **Barcelos R.P., Lima F.D., Carvalho N.R., Bresciani G., Royes L.F.** Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance. *Nutr. Res.* 2020;80:1–17. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.05.005>

56. **Grgic J.** Caffeine ingestion enhances Wingate performance: a meta-analysis. *Eur. J. Sport Sci.* 2018;18(2):219–225. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1394371>

57. **Weber V., Queiroga M.R., Kiihn A.L., Malfatti C., Wouk J., Ferreira S.A.** Silva LAD: Caffeine prevents exercise-induced hypoglycemia in trained runners. *J. Hum. Sport Exerc.* 2019;14:335–347.

58. **Conger S.A., Tuthill L.M., Millard-Stafford M.L.** Does Caffeine Increase Fat Metabolism? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2023;33(2):112–120. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2022-0131>

59. **Graham T.E., Helge J.W., MacLean D.A., Kiens B., Richter E.A.** Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. *J. Physiol.* 2000;529(3):837–847. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.00837.x>

60. **Королева Е.Д., Бутовский М.С., Малякин Г.И., Лазарев А.М., Тельшев Д.В., Вахидов Т.М.** Распространенность употребления алкоголя и предтренировочного кофеина и их влияние на травматизм и нарушения сна среди элитных молодых футболистов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(2):5–12. [Koroleva E.D., Butovskiy M.S., Malyakin G.I., Lazarev A.M., Telyshev D.V., Vakhidov T.M. The prevalence of alcohol and pre-workout caffeine consumption and their effect on injuries and sleep disorders in young elite soccer players. *Sports medicine: research and practice*. 2023;13(2):5–12. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.4>

Информация об авторах

Рыбакова Полина Денисовна*, аналитик, ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта); аспирант кафедры спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский университет спорта “ГЦОЛИФК”», Россия, 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4 (rybakova.poly@yandex.ru)

Мештель Александр Виталиевич, преподаватель кафедры анатомии и биологической антропологии, аспирант кафедры спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский университет спорта “ГЦОЛИФК”», Россия, 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4 (sawa-meshtel@yandex.ru)

Мирошников Александр Борисович, д.б.н., доцент, профессор кафедры спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский университет спорта “ГЦОЛИФК”», Россия, 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4 (benedikt116@mail.ru)

Антонов Алексей Геннадьевич, аналитик, ГКУ «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы; аспирант кафедры спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский университет спорта “ГЦОЛИФК”», Россия, 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4 (alexantonovk@gmail.com)

Выборнов Василий Дмитриевич, к.б.н., директор, ГБУ ДО «Физкультурно-спортивное объединение «Юность Москвы» Департамента спорта города Москвы, Россия, 107023, Москва, Барабанный пер., 4/4 (v.vybornov84@gmail.com)

Information about the authors:

Polina D. Rybakova*, analyst, Centre for Sports Innovative Technologies and National Teams Training of the Moscow City Sports Department (Moscomsport); graduate student, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, 4 Sirenevyy Boulevard, Moscow, 105122, Russia (rybakova.poly@yandex.ru)

Alexander V. Meshtel, Lecturer in the Department of Anatomy and Biological Anthropology, graduate student, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, 105122, Sirenevyy Boulevard, 4, Moscow, Russian Federation (sawa-meshtel@yandex.ru)

Alexander B. Miroshnikov, Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, 4 Sirenevyy Boulevard, Moscow, 105122, Russia (benedikt116@mail.ru)

Alexey G. Antonov, analyst, Centre for Sports Innovative Technologies and National Teams Training of the Moscow City Sports Department (Moscomsport); graduate student, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, 4 Sirenevyy Boulevard, Moscow, 105122, Russia (alexantonovk@gmail.com)

Vasily D. Vybornov, Cand. Sci. (Biology), Director, Institution of Physical Culture and Sports Association “Junost’ Moskvyy” of the Department of Sports of the City of Moscow, 4/4 Barabanny per., Moscow, 107023, Russia (v.vybornov84@gmail.com)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author