

Распространенность фальсификации биологически активных добавок, популярных среди спортсменов: обзор предметного поля

А. Б. Мирошников¹, П. Д. Рыбакова², А. В. Мештель¹

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК»», Москва

² ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Биологически активные добавки широко используются спортсменами, но многие могут не знать об их фальсификации, особенно если учесть, что добавки часто могут быть загрязнены запрещенными веществами.

Цель. Анализ и обобщение информации о распространенности фальсификации биологически активных добавок.

Методы. Для анализа исследований мы провели поиск в следующих научных электронных базах данных: PubMed, Science Direct, MedNar и eLibrary без языковых ограничений. В обзор были включены исследования, опубликованные за последние 25 лет.

Результаты. По результатам поиска нами было найдено 271 исследование и всего 36 исследований было включено в обзор.

Выводы. От 10 до 58% биологически активных добавок могут быть загрязнены запрещенными веществами. Наиболее часто встречающиеся в них вещества – это анаболические андрогенные стероиды и стимуляторы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биологически активные добавки, допинг, спортсмены, питание.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы декларируют отсутствие каких-либо потенциальных или явных конфликтов интересов.

The prevalence of falsification of biologically active additives popular among athletes: a scoping review

A. B. Miroshnikov¹, P. D. Rybakova², A. V. Meshtel¹

¹ Russian University of Sports 'GTSOLIFK', Moscow, Russia

² Center for Sports Innovative Technologies and training of National Teams, Moscow, Russia

SUMMARY

Dietary supplements are widely used by athletes, but many may not be aware of their falsification, especially when you consider that supplements can often be contaminated with prohibited substances.

Objective. To analyze and summarize information on the prevalence of falsification of dietary supplements.

Methods. To analyze the research, we searched the following scientific electronic databases: PubMed, Science Direct, MedNar and eLibrary without language restrictions. The review included studies published over the past 25 years.

Results. According to the search results, we found 271 studies and a total of 36 studies were included in the review.

Conclusions. From 10 to 58% of biologically active additives may be contaminated with prohibited substances. The most common substances in them are anabolic-androgenic steroids and stimulants.

KEYWORDS: biologically active additives, doping, athletes, nutrition

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare the absence of any potential or obvious conflicts of interest.

Актуальность

Элитные спортсмены часто принимают решение использовать биологически активные добавки (БАД), чтобы оптимизировать свой режим питания и улучшить спортивные результаты. По данным Myoenzono и соавт. [1], около 70% олимпийских/паралимпийских спортсменов Токио-2020 и зимних олимпийцев Пекина-2022, а также около 50% паралимпийцев Пекина-2022 использовали биологически активные добавки. Более 50% спортсменов не получили рекомендации врача или нутрициолога перед использованием БАД. Более того, только 50% спортсменов, употреблявших БАД, ознакомились с научными доказательствами перед использованием БАД и обосновали свой выбор на основе собственных знаний, в то время как те, кто не употреблял БАД, сослались либо на отсутствие необходимости, либо на боязнь нарушения антидопинговых

правил. Несмотря на то что БАД могут приносить пользу для здоровья и работоспособности, предыдущие работы показывают, что некоторые БАД могут быть подвержены фальсификации, что впоследствии может создать риск непреднамеренного применения допинга [2, 3]. Под фальсификацией понимается загрязнение БАД запрещенным веществом (например, допинговым агентом) в соответствии с допинговыми правилами Международного олимпийского комитета и Всемирного антидопингового агентства. Кроме того, некоторые пищевые добавки также могут быть неправильно маркированы [4], могут содержать ингредиенты, запрещенные определенными руководящими органами спорта или могут представлять риск для здоровья определенных групп населения. Предыдущие обзоры указывали на преимущества пищевых добавок

[5, 6], а также на распространенность их использования [1, 7], но немногие из них обращали внимание на риски фальсификации, а также предлагали стратегии по снижению таких рисков. Принимая во внимание целостное состояние здоровья и работоспособность спортсменов, а также риск, связанный с нерегулируемым употреблением БАД, например, передозировкой и нарушением антидопинговых правил, существует необходимость в обучении спортсменов и их окружения по вопросам питания и использования добавок. На основании анализа проблемной ситуации, данных современной научной литературы и запросов спортивных врачей, нутрициологов, тренеров и спортсменов была сформулирована цель исследования.

Цель исследования – анализ и обобщение информации о распространенности фальсификации биологически активных добавках.

Материалы и методы

Протокол. Исследование проводило на кафедре спортивной медицины РУС «ГЦОЛИФК», г. Москва. Из-за неоднородности данных исследовательского вопроса и многогранности обобщаемой информации проведение систематического обзора и мета-анализа оказалось невозможным, поэтому была выбрана методология обзора предметного поля (Scoping review [ScR]). Исследование было проведено в соответствии с заявлением о предпочтительных отчетных показателях для обзоров предметного поля (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Scoping Reviews [PRISMA-ScR]) [8]. Протокол исследования был составлен до начала поиска и не менялся ни во время, ни после его окончания. Протокол исследования был зарегистрирован в международной базе OSF: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/4A3KP>. До начала поиска было определено, что в обзор войдут оригинальные статьи, систематические обзоры, мета-анализы и описательные обзоры.

Источники информации и стратегии поиска. Для анализа приемлемых исследований мы провели поиск в следующих научных электронных



Рисунок. Блок-схема PRISMA-ScR

базах данных: PubMed, Science Direct, MedNar и eLibrary без языковых ограничений. Поиск серой литературы осуществлялся через Google Scholar. Поиск проводился по следующим ключевым словам в PubMed и был адаптирован к другим научным электронным базам данных: («unintentional doping» OR «inadvertent doping» OR «doping in sports») AND («food supplements» OR «dietary supplements» OR «nutritional supplements») AND («prohibited substances» OR «banned substances in sport» OR «undeclared substances»). В обзор были включены исследования, опубликованные за последние 25 лет (с сентября 2001 года по сентябрь 2023 года включительно).

Критерии включения/исключения. К рассмотрению принимались любые исследования, в которых изучались фальсифицированные БАД, вне зависимости от аналитического метода, также мы включали исследования, разрабатывающие новые аналитические подходы для выявления и количественной оценки присутствия незадекларированных веществ. Были исключены рабочие документы и материалы конференций. Также исключались исследования, анализирующие предположительно загрязненные продукты питания (мясные продукты, молочные продукты и др.).

Выбор исследования. Первоначально два автора обзора (Рыбакова П. Д. и Мештель А. В.), параллельно, независимо друг от друга, проверяли заголовки статей, аннотации и при необходимости полные тексты из записей базы данных в соответствии с критериями включения и исследовательскими вопросами. После два автора обзора (Рыбакова П. Д. и Мештель А. В.), параллельно, независимо друг от друга, извлекали намеченные статьи. Дубликаты и статьи, не соответствующие критериям, удалялись. Любые несоответствия разрешались путем консенсусного обсуждения, а любые разногласия разрешались другим рецензентом (Мирошников А. Б.).

Результаты

Поиск, отбор и включение публикаций. По результатам поиска нами было найдено 271 исследование, после первичного отбора было исключено 25 дубликатов, 246 исследований проверялись на соответствие критериям включения, и всего 36 исследований было включено в обзор. На рисунке изображена блок-схема процесса отбора исследований PRISMA-ScR для обзора.

Таблица

Данные, свидетельствующие о фальсификации и некорректной маркировке биологически активных добавок на мировом рынке

Ссылка	БАД, кол-во проанализированных образцов	Выявленные фальсификаты (распространенность в выборке, если сообщается)	Основные выводы
Gurley, 1998 [9]	БАД, в которых в качестве ингредиента указан ма-хуан (<i>Ephedra sinica</i>), n=9	Эфедрин (100%), псевдоэфедрин (78%), норэфедрин (44%), норпсевдоэфедрин (44%), метилэфедрин (44%)	Во всех БАД наблюдалась значительная вариабельность содержания алкалоидов эфедринового ряда
Green, 2001 [10]	Анаболические андрогенные БАД, отпускаемые без рецепта, n=12	Андростендион (42%), 19-нор-4-андростен-3,17-дион (17%), 4-андростен-3,17-дион (8%), 5-андростен-3,17-дион (8%), 4-андростен-3β, 17β-диол (8%), 5-андростен-3β, 17β-диол (8%), 19-нор-5-андростен-3,17-дион (8%), 19-нор-4-андростен-3β, 17β-диол (8%), 19-нор-5-андростен-3β, 17β-диол (8%), тестостерон (8%)	11 из 12 торговых марок не соответствовали требованиям DSHEA к маркировке
Zhang, 2012 [11]	БАД, предположительно содержащие DMAA, n=13	DMAA (100%)	Все БАД содержали DMAA, скорее, синтетического происхождения, а не природного
Austin, 2014 [12]	БАД, в которых в качестве ингредиента указан DMAA или его синоним: Geranamine® (производимый из видов растений <i>Geranium</i> и <i>Pelargonium</i>), n=7	DMAA (100%)	Все продукты содержали DMAA, скорее, синтетического происхождения, а не из природных источников
Cohen, 2014 [13]	БАД, отозванные из-за фальсификации ингредиентов (EverSlim, M-Drol и другие), n=27	Неуточненный анаболический стероид (41%), сибутрамин (19%), фенолфталейн (11%), флуоксетин (7%), N-дидесметилсибутрамин (4%), бензилсибутрамин (4%), силденафил (4%), неуточненный ингибитор ароматазы (4%)	В 66,7% БАД были обнаружены запрещенные ингредиенты, несмотря на предыдущие отзывы FDA
Cohen, 2014 [14]	БАД, предположительно содержащие аналог метамфетамина, n=27	ETH (100%)	Было обнаружено, что все проанализированные БАД содержат примерно 21–35 мг неоодобренного аналога метамфетамина на порцию
ElSohly, 2014 [15]	БАД, предположительно содержащие аналоги метамфетамина, n=12	Фенетиламин (25%), ETH (17%)	2 из 12 продуктов содержали аналог метамфетамина – ETH, что, вероятно, способствовало провалу допинг-тестов спортсменов на амфетамины
Cohen, 2015 [16]	БАД, в которых были указаны ингредиенты, которые могут относиться к синтетическим дизайнерским стимуляторам, n=14	DMBA (86%)	Запрещенный стимулятор DMBA был обнаружен в 12 продуктах в количестве от 13 до 120 мг на порцию
Attipoe, 2016 [17]	БАД, отобранные случайным образом из числа наиболее продаваемых препаратов для повышения работоспособности и снижения МТ, n=9	Синефрин, октопамин, катин, эфедрин, псевдоэфедрин, стрихнин, метилэфедрин	В 8 БАД были обнаружены различные запрещенные стимуляторы. Содержание кофеина варьировалось в широких пределах (от -7% до +266%) в течение девяти месяцев
Cohen, 2016 [18]	БАД, маркированные как содержащие <i>Asacia rigidula</i> (что может означать наличие изомера амфетамина), доступные для продажи через Интернет в США, n=21	BMPEA (52%)	В 11 продуктах был обнаружен не разрешенный к применению стимулятор, который, скорее всего, имеет синтетическое происхождение, а не природное
Cohen, 2017 [19]	БАД, которые были маркированы как содержащие неоодобренный стимулятор оксилофрин или его синоним, n=21	4-[1-гидрокси-2-(метиламино)пропил] фенол (Оксилофрин) (42%)	Оксилофрин присутствовал в 14 БАД, причем в 6 БАД оксилофрин присутствовал в фармацевтических дозах и более
Cohen, 2019 [20]	БАД, которые были маркированы как содержащие неразрешенный стимулятор хигенамин или его синоним, n=24	Хигенамин (100%)	Хигенамин присутствовал во всех продуктах в дозах от следовых количеств до 62±6 мг на порцию
Cohen, 2018 [21]	БАД, которые были маркированы как содержащие аналоги запрещенного стимулятора DMAA, n=6	DMAA (33%), 1,4-диметиламинамин (50%), 1,3-диметилбутиламин (17%), 6-метил-2-гептамин (17%)	Все препараты содержали запрещенные или не разрешенные к применению стимуляторы
Cohen, 2018 [22]	БАД, маркированные как содержащие <i>Asacia rigidula</i> , (что может означать наличие изомера амфетамина), n=12	Оксилофрин (75%), DMBA (33%), DMAA (17%), β-метилфенилэтиламин (8%)	9 БАД содержали как минимум один стимулятор, на который были получены уведомления FDA
Zhao, 2018 [23]	БАД, подозреваемые в содержании фенилэтиламина, на этикетках которых было указано хотя бы одно из следующих утверждений: «снижение веса», «ускорение метаболизма», «контроль/регуляция аппетита», «липогенный», «термогенный», «сжигание жира», «увеличение силы/интенсивности», «стимулятор», «позитивное/повышающее настроение», «без эфедры» или «акация» и другие, n=32	Фенетиламин (50%), синефрин (47%), оксилофрин (38%), горденин (19%), β-метилфенилэтиламин (9%), N-метилтирамин (6%), октопамин (6%), детеренол (3%)	Фенилэтиламины были обнаружены в 28 из 32 БАД

Avula, 2019 [24]	БАД, в которых заявлено содержание аминов или алкалоидных соединений, n=27	p-синефрин, изопропилнорсинефрин, пикамилон, хигенамин, алкалоиды пиперина, β-ПЭА, R-β-метилфенэтиламин, R-N-бензил-α-фенэтиламин, N, N-диметил-β-фенэтиламин N-метил, 9 дифенэтиламин Горденин, DMAA, омберацетам	67% БАД содержали незаявленные вещества
Cohen, 2020 [25]	БАД, содержащие синтетический аналог растительного стероида 5-альфа-гидроксидиол-3-кетон-20-он, n=4	Диосгенин (50%), 5-альфа-гидроксидиол-3-кетон-20-он (25%), фенибут (25%), андрост-3,5-диен-7,17-дион (25%), β-экистерон (25%), 7-кето-дегидроэпиандростерон (25%)	В продукции были обнаружены различные фальсификаты, в том числе не разрешенный к применению лекарственный препарат и ди-зайнерский стероид
Cohen, 2020 [26]	БАД, которые были маркированы как содержащие пирацетам (не разрешенный к применению ноотропный препарат), n=10	Пирацетам (100%)	Все продукты содержали пирацетам в дозах в диапазоне от 831 мг до 1542 мг на порцию
Cohen, 2021 [27]	БАД, которые были маркированы как содержащие омберацетам, анирацетам, фенилпирацетам или аксирацетам (не разрешенные к применению ноотропные препараты), n=10	Омберацетам (100%), анирацетам (20%), винпоцетин (10%), фенибут (10%), пикамилон (10%)	Продукция содержала до 400% от обычной дозы ноотропного препарата и до 4 не разрешенных к применению лекарственных средств в каждом продукте
Cohen, 2021 [28]	БАД, которые были маркированы как содержащие детренол, не разрешенный к применению экспериментальный стимулятор, или один из его синонимов, n=17	Детеренол (76%), фенпрометамин (24%), оксифорфин (24%), октодрин (18%), DMBA (12%), β-метилфенилэтиламин (12%), хигенамин (6%), DMAA (6%), 1,4-диметиламин (6%)	Обнаружено 9 запрещенных стимуляторов и 8 различных смесей стимуляторов, причем в каждом продукте выявлено до 4 экспериментальных стимуляторов
Cohen, 2022 [29]	БАД, в отношении которых ранее было направлено предупредительное письмо FDA в связи с наличием β-метилфенэтиламина или октодрина. Были доступны для приобретения через Интернет в январе 2022 г., n=9	Метилсинефрин, октодрин, 1,4-диметиламин, омберацетам	В 5 продуктах был обнаружен запрещенный FDA ингредиент, несмотря на ранее полученные предупредительные письма
Cohen, 2022 [30]	БАД, которые были маркированы как содержащие не разрешенный к применению когнитивный препарат центрофеноксин, n=7	Центрофеноксин (100%)	Центрофеноксин присутствовал во всех продуктах в дозах от 79 до 251 мг на порцию
Tran, 2023 [31]	Неустановленное количество добавок, предположительно содержащих анаболические стероиды и/или прогормоны, приобретенных до декабря 2014 г.	17β-гидрокси-2α,17α-диметил-5α-андростан-3-он, дексаметазон, 2,17α-dimethyl-17β-hydroxy-5α-androst-1-en-3-one	В анализируемых препаратах было выявлено 3 анаболических стероида
Li, 2018 [32]	БАД, предположительно содержащие глюкокортикоиды, n=5	Преднизон, преднизон ацетат, преднизолон, гидрокортизон, гидрокортизон ацетат и дексаметазон	Все образцы содержали глюкокортикоиды
Duiven, 2021 [33]	БАД, доступные для покупки в Интернете (модуляторы гормональной регуляции, стимуляторы роста мышечной массы, «жирорасжигатели»), n=66	В 38% исследуемых суплементов обнаружены: ксилофрин, BMRPA и N, β-диметилфенэтиламин, стимулятор 4-метилгексан-2-амин, DMAA; анаболические стероиды болдион и 5-андростен-3β,17α-диол; бета-2-агонист хигенамин и бета-блокатор бисопролол	В 25 из 66 БАД (38%) были обнаружены незаявленные допинговые вещества. 3 БАД (4,5%) могут представлять риск для здоровья в целом
Alaedin, 2021 [34]	Негормональные суплементы, приобретенные в аптеках и официальных магазинах, n=30	4-андростендион	До 37% исследуемых образцов содержали запрещенные препараты (4-андростендион был обнаружен в 11 образцах)
Lee, 2020 [35]	Белковые суплементы, приобретенные в офлайн- и онлайн-магазинах, n=198	Тестостерон и станозолол (обнаружены в 2 образцах). В 3 продуктах, закупленных в Корее, был обнаружен 5α-гидроксилаксогоенин	ААС были обнаружены в 5 белковых супле-ментах
Micalizzi, 2021 [36]	БАД, популярные среди спортсменов, n=67	DHEA, метиландростендиол, клаустерон, тестостерона пропионат, 5α-андростан-3α,17β-диол и прогестерон	До 10% продуктов, идентифицированных как аминокислоты и потребляемых профессиональными спортсменами, оказались загрязненными
Fobresse, 2021 [37]	БАД, n=35	DMBA	1 из исследуемых БАД (3%) оказался фальсифицированным
Cheng, 2017 [38]	БАД для снижения МТ, n=120	Сибутрамин	В 27 из 120 БАД обнаружен сибутрамин

Walpurgis, 2020 [39]	Белковые добавки (белковые концентраты, n=9), препараты креатина, n=15, и экстракты «натуральных жиросжигателей» из <i>Citrus aurantium</i> , n=4, n=48	Нандролон, тестостерон и DHEA, 5-андростан-3,17-дион	Исследуемые гейнеры содержали запрещенные ААС
Avula, 2019 [40]	Эргогенные БАД и БАД для снижения МТ, n=27	Фенилэтиламин и его производные	Две трети добавок содержали соединения, не указанные на этикетке продукта
Shin, 2020 [41]	БАД, n=64	Синефрин	Синефрин был обнаружен в 8 БАД для снижения МТ
Rangelov, 2022 [42]	БАД растительного происхождения (<i>Nelumbo nucifera</i> , <i>Nandina domestica</i> , <i>Tinospora crispa</i> и другие)	Хигенамин	Маркировка большинства коммерческих продуктов неясна в отношении количественного содержания хигенамина в конкретном растении или экстракте
Ahmad, 2020 [43]	БАД, n=52	Псевдоэфедрин	Было выявлено наличие незадекларированных веществ в 11 образцах, где наиболее распространенным оказался псевдоэфедрин
Zhang, 2022 [44]	БАД (жидкие и твердые), приобретенные в офлайн- и онлайн-магазинах, n >300	Тестостерон, 4-гидроксиандростендион, DHEA и 6-Br-андростендион	ААС были обнаружены среди свободно продаваемых БАД

Примечание: ААС – анаболические андрогенные стероиды, БАД – биологически активные добавки, МТ – масса тела, BMPEA – β-метилфенилэтиламин, DHEA – дегидроэпиандростерон, DMAA – 1,3-диметиламин, DMBA – 1,3-диметилбутиламин, DSHEA – Dietary Supplement Health and Education Act (Закон о здоровье и образовании в области диетических добавок), ETH – N, α-Диетил-фенилэтиламин, FDA – Food and Drug Administration (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов).

Обсуждение

В разных видах спорта, странах и на разных уровнях соревнований использование пищевых добавок является обычным явлением [45], причем сообщается о более высоком использовании на элитных уровнях [46]. По оценкам предыдущих обзоров, распространенность использования добавок среди спортсменов составляет от 11 до 100 % в зависимости от нескольких факторов, включая уровень соревнований, вид спорта и направления использования суплементов [46, 47]. Как и в случае с определением самих продуктов, универсального подхода к регулированию БАД не существует, разработано множество различных систем, которые в основном отражают национальные, региональные приоритеты и потребности. Например, в США мелатонин регулируется как БАД, в Канаде он считается натуральным продуктом для здоровья, а в Австралии отпускается по рецепту врача [48]. Кроме того, индустрия пищевых добавок расширялась с угрожающей скоростью, превышая возможности государственных органов по регулированию рынка и защите потребителей [49]. При этом, как сообщают многие исследования, некоторые из БАД могут быть вредны для здоровья человека [50, 51]. По оценкам, ежегодно в США 23000 посещений отделений неотложной помощи объясняются нежелательными явлениями, связанными с употреблением пищевых добавок [52]. Исследования также показали, что употребление добавок коррелирует с допинговым поведением или создает намерение к употреблению допинга [53]. Хотя масштабы нарушений антидопинговых правил, связанных с использованием добавок, еще не известны, риск присутствия запрещенных веществ в добавках сохраняется на протяжении десятилетий [33]. На данный момент угроза признается небольшой, но реальной проблемой, с которой сталкиваются спортсмены, участвующие в соревнованиях, регламентируемых антидопинговыми правилами. Хотя полный масштаб этой проблемы неизвестен, некоторые оценки были сделаны. В обзоре Outram и Stewart отмечается, что примерно 6–9 % зарегистрированных случаев применения допинга являются результатом приема спортсменами добавок, содержащих запрещенные вещества [54]. В обзоре Jagim

и соавт. указано, что от 10 до 30 % БАД могут содержать запрещенные вещества [55]. Исследование Kozhuharov и соавт. показало [3], что из 3132 проанализированных ими БАД риск непреднамеренного допинга из-за загрязнения добавок составлял 28 %. Это было связано либо с тем, что запрещенные вещества не были указаны на этикетках, либо с тем, что фактические ингредиенты или их количество отличались от того, что было указано на продукте. Исследование Martínez-Sanz и соавт. [56], посвященное изучению применения БАД в спорте, проведенное в 12 странах, показало, что уровень загрязнения составляет от 12 до 58 %. Учитывая, что спортсмены, как известно, являются частыми потребителями БАД, распространенность загрязнения в этих продуктах представляет для них значительный риск [57]. Тем не менее покупка БАД остается угрозой для спортсменов, поскольку даже сторонние организации по тестированию и проверке не дают никаких гарантий. Это связано с тем, что ни один орган по сертификации не может проверять каждое вещество из регулярно обновляемого Запрещенного списка ВАДА [58].

Заключение

Потребление БАД по-прежнему остается популярной стратегией для спортсменов, которые надеются улучшить различные аспекты работоспособности и здоровья. Однако есть данные о реальном вреде приема БАД, поскольку из-за неэтичной практики производства и маркетинга некоторые продукты могут содержать незаявленные или нелегальные вещества. Спортсмены должны осознавать риск получения положительного результата теста из-за загрязнения БАД веществом, запрещенным ВАДА, и помнить принцип строгой ответственности, который гласит: «Это личная обязанность каждого спортсмена – следить за тем, чтобы запрещенная субстанция не попала в его или ее организм». Согласно Кодексу ВАДА, спортсмены несут ответственность за любую запрещенную субстанцию, ее метаболиты или маркеры, обнаруженные в их пробах. Спортсмены и тренеры должны быть осведомлены и постоянно обновлять информацию о вопросах, связанных с употребле-

нием БАД, и должны проявлять большую осторожность при выборе суплементов, должным образом информируя себя об их эффективности с использованием научно обоснованных исследований и проверяя гарантии продукта. Медицинские работники должны поощрять спортсменов выбирать продукты, оцененные сторонними организациями, и следить за соблюдением требований, когда это возможно. Необходимы дополнительные исследования в отношении разработки образовательных программ, связанных с БАД, предназначенных для предотвращения непреднамеренного применения допинга спортсменами, а также эффективности таких программ. Кроме того, необходимо более строгое регулирование для обеспечения безопасности и чистоты БАД, а также для защиты здоровья населения от потребления незаявленных или загрязненных веществ. Также следует провести дополнительные исследования, чтобы определить степень взаимодействия спортсменов с надежными источниками информации и доступность таких ресурсов для медицинских работников и спортсменов.

Список литературы / References

- Myoenzono K, Yasuda J, Takai E, Shinagawa A, Kaneko N, Yoshizaki T, Namma-Motonaga K, Yoshino M, Kondo E, Nakajima K, Hangai M, Kamahara K, Kamihigashi E, Kusano S, Kamei A. Investigation of supplement use and knowledge among Japanese elite athletes for the Tokyo 2020 Olympic/Paralympic games and the Beijing 2022 winter Olympic/Paralympic games. *Front. Sports Act.* 2023; (5): 1258542. DOI: 10.3389/fspor.2023.1258542
- Maughan RJ. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *J. Sports Sci.* 2005; (9): 883–9. DOI: 10.1080/02640410400023258
- Kozhuharov VR, Ivanov K, Ivanova S. Dietary Supplements as Source of Unintentional Doping. *Biomed Res Int.* 2022; (2022): 8387271. DOI: 10.1155/2022/8387271
- Molina Juan L, Sospedra I, Perales A, González-Díaz C, Gil-Izquierdo A, Martínez-Sanz JM. Analysis of health claims regarding creatine monohydrate present in commercial communications for a sample of European sports foods supplements. *Public Health Nutr.* 2021; (20): 1–9. DOI: 10.1017/S1368980020005121
- Ferrando AA, Wolfe RR, Hirsch KR, Church DD, Kvietkovsky SA, Roberts MD, Stout JR, Gonzalez DE, Sowinski RJ, Kreider RB, Kerkisch CM, Burd NA, Pasiakos SM, Ormsbee MJ, Arent SM, Arciero PJ, Campbell BJ, VanDusseldorp TA, Jager R, Willoughby DS, Kalman DS, Antonio J. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Effects of essential amino acid supplementation on exercise and performance. *J. Int Soc Sports Nutr.* 2023; 20(1): 2263409. DOI: 10.1080/15502783.2023.2263409
- Margado A, Tsampoukas G, Sokolakis I, Schoentgen N, Urkmez A, Sarikaya S. Do «testosterone boosters» really increase serum total testosterone? A systematic review. *Int J. Impot Res.* 2023; (1). DOI: 10.1038/s41443-023-00763-9
- Lauritzen F, Gjelstad A. Trends in dietary supplement use among athletes selected for doping controls. *Front Nutr.* 2023; (10): 1143187. DOI: 10.3389/fnut.2023.1143187
- Tricca AC, Illie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, Moher D, Peters MDJ, Horsley T, Weeks L, Hempel S, Akl EA, Chang C, McGowan J, Stewart L, Hartling L, Aldcroft A, Wilson MG, Garrity C, Lewin S, Godfrey CM, Macdonald MT, Langlois EV, Soares-Weiser K, Moriarty J, Clifford T, Tunçalp Ö, Straus SE. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med.* 2018; 169 (7): 467–473. DOI: 10.7326/M18-0850
- Gurley BJ, Wang P, Gardner SF. Ephedrine-type alkaloid content of nutritional supplements containing Ephedra sinica (Ma-huang) as determined by high performance liquid chromatography. *1998; 87 (12): 1547–53.* DOI: 10.1021/js9801844
- Green GA, Catlin DH, Starcevic B. Analysis of over-the-counter dietary supplements. *Clin. J. Sport Med.* 2001; 11 (4): 254–9. DOI: 10.1097/00042752-200110000-00008
- Zhang Y, Woods RM, Breitbach ZS, Armstrong DW. 1, 3-dimethylamylamine (DMAA) in supplements and geranium products: natural or synthetic? *Drug Test Anal.* 2012; 4 (12): 986–90. DOI: 10.1002/dta.1368
- Austin KG, Travis J, Pace G, Lieberman HR. Analysis of 1, 3 dimethylamylamine concentrations in Geraniaceae, geranium oil and dietary supplements. *Drug Test Anal.* 2014; 6 (7–8): 797–804. DOI: 10.1002/dta.1491
- Cohen PA, Maller G, DeSouza R, Neal-Kababick J. Presence of banned drugs in dietary supplements following FDA recalls. *JAMA.* 2014; 312 (16): 1691–3. DOI: 10.1001/jama.2014.10308
- Cohen PA, Travis JC, Venhuis BJ. A methamphetamine analog (N, a-diethyl-phenylethylamine) identified in a mainstream dietary supplement. *Drug Test Anal.* 2014; 6 (7–8): 805–7. DOI: 10.1002/dta.1578
- ElSohly MA, Gul W. LC–MS–MS analysis of dietary supplements for N-ethyl-a-ethyl-phenethylamine (ETH), N, N-diethylphenethylamine and phenethylamine. *J. Anal. Toxicol.* 2014; 38 (2): 63–72. DOI: 10.1093/jat/bkt097
- Cohen PA, Travis JC, Venhuis BJ. A synthetic stimulant never tested in humans, 1,3-dimethylbutylamine (DMBA), is identified in multiple dietary supplements. *Drug Test Anal.* 2015; 7 (1): 83–7. DOI: 10.1002/dta.1735
- Attipoe S, Cohen PA, Eichner A, Deuster PA. Variability of stimulant levels in nine sports supplements over a 9-month period. *Int J. Sport Nutr Exerc Metab.* 2016; 26 (5): 413–20. DOI: 10.1123/jisnem.2015-0177
- Cohen PA, Blozies C, Yee C, Gerona R. An amphetamine isomer whose efficacy and safety in humans has never been studied, β-methylphenylethylamine (BMPEA), is found in multiple dietary supplements. *Drug Test Anal.* (2016) 8 (3–4): 328–33. DOI: 10.1002/dta.1793
- Cohen PA, Avula B, Venhuis B, Travis JC, Wang YH, Khan IA. Pharmaceutical doses of the banned stimulant oxilofrine found in dietary supplements sold in the USA. *Drug Test Anal.* 2017; 9 (1): 135–42. DOI: 10.1002/dta.1976
- Cohen PA, Travis JC, Keizers PH, Boyer FE, Venhuis BJ. The stimulant higenamine in weight loss and sports supplements. *Clin. Toxicol. (Phila).* 2019; 57 (2): 125–30. DOI: 10.1080/15563650.2018.1497171
- Cohen PA, Travis JC, Keizers PH, Deuster P, Venhuis BJ. Four experimental stimulants found in sports and weight loss supplements: 2-amino-6-methylheptane (octodrine), 1, 4-dimethylamylamine (1, 4-DMAA), 1, 3-dimethylamylamine (1, 3-DMAA) and 1, 3-dimethylbutylamine (1, 3-DMBA). *Clin Toxicol.* 2018; 56 (6): 421–6. DOI: 10.1080/15563650.2017.1398328
- Cohen PA, Wen A, Gerona R. Prohibited stimulants in dietary supplements after enforcement action by the US food and drug administration. *JAMA Intern Med.* 2018; 178 (12): 1721–3. DOI: 10.1001/jamainternmed.2018.4846
- Zhao J, Wang M, Avula B, Khan IA. Detection and quantification of phenethylamines in sports dietary supplements by NMR approach. *J Pharm Biomed Anal.* 2018; 151: 347–55. DOI: 10.1016/j.jpba.2018.01.025
- Avula B, Bae JY, Chittiboyina AG, Wang YH, Wang M, Khan IA. Liquid chromatography-quadrupole time of flight mass spectrometric method for targeted analysis of 111 nitrogen-based compounds in weight loss and ergogenic supplements. *J. Pharm. Biomed Anal.* 2019; 174: 305–23. DOI: 10.1016/j.jpba.2019.05.066
- Cohen PA, Sharfstein J, Kamugisha A, Vanhee C. Analysis of ingredients of supplements in the national institutes of health supplement database marketed as containing a novel alternative to anabolic steroids. *JAMA Netw Open.* 2020; 3 (4): e202818. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.2818
- Cohen PA, Zakharevich I, Gerona R. Presence of piracetam in cognitive enhancement dietary supplements. *JAMA Intern Med.* 2020; 180 (3): 458–9. DOI: 10.1001/jamainternmed.2019.5507
- Cohen PA, Avula B, Wang YH, Zakharevich I, Khan I. Five unapproved drugs found in cognitive enhancement supplements. *Neurol. Clin. Pract.* 2021; 11 (3): e303–7. DOI: 10.1212/CJP.0000000000000960
- Cohen PA, Travis JC, Vanhee C, Ohana D, Venhuis BJ. Nine prohibited stimulants found in sports and weight loss supplements: deferenal, phenpromethamine (vonedrine), oxilofrine, octodrine, beta-methylphenylethylamine (BMPEA), 1, 3-dimethylamylamine (1, 3-DMAA), 1, 4-dimethylamylamine (1, 4-DMAA), 1, 3-dimethylbutylamine (1, 3-DMBA) and higenamine. *Clin Toxicol.* 2021; 59 (11): 975–81. DOI: 10.1080/15563650.2021.1894333
- Cohen PA, Avula B, Katragunta K, Khan I. Recalls, availability, and content of dietary supplements following FDA warning letters. *JAMA.* 2022; 328 (4): 393–5. DOI: 10.1001/jama.2022.9734
- Cohen PA, Avula B, Khan I. The unapproved drug centrophenoquine (meclofenoxate) in cognitive enhancement dietary supplements. *Clin Toxicol.* 2022; 60 (10): 1156–8. DOI: 10.1080/15563650.2022.2109485
- Tran BN, Okoniewski R, Spink BC, LeMaster DM, Aldous KM, Spink DC. Androgenic steroids in over-the-counter dietary supplements: analysis for association with adverse health effects. *Steroids.* 2023; 193: 109–199. DOI: 10.1016/j.steroids.2023.109199
- Li L, Liang X, Xu T, Xu F, Dong W. Rapid Detection of Six Glucocorticoids Added Illegally to Dietary Supplements by Combining TLC with Spot-Concentrated Raman Scattering. *Molecules.* 2018; 23 (7): 1504. DOI: 10.3390/molecules23071504
- Duiven E, van Loon LJC, Spruijt L, Koert W, de Hon OM. Undeclared Doping Substances are Highly Prevalent in Commercial Sports Nutrition Supplements. *J. Sports Sci Med.* 2021; 20 (2): 328–338. DOI: 10.52082/jssm.2021.328
- Algaedini S, Amirahmadi M, Kobarfard F, Rastegari H, Nasirahmadi S, Shoeibi S. Survey of protein-based sport supplements for illegally added anabolic steroids methyltestosterone and 4-androstenedione by UPLC–MS/MS. *Steroids.* 2021; 165: 108758. DOI: 10.1016/j.steroids.2020.108758
- Lee JH, Han JH, Min AY, Kim H, Shin D. Screening for twenty-eight target anabolic-androgenic steroids in protein supplements using QuEChERS extraction followed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2020; 37 (9): 1425–1436. DOI: 10.1080/19440049.2020.1773543
- Micalizzi G, Huszti K, Pálkás Z, Mandolfini F, Martos É, Dugo P, Mondello L, Utzcsás M. Reliable identification and quantification of anabolic androgenic steroids in dietary supplements by using gas chromatography coupled to triple quadrupole mass spectrometry. *Drug Test Anal.* 2021; 13 (1): 128–139. DOI: 10.1002/dta.2929
- Fabresse N, Gheddar L, Kintz P, Knapp A, Larabi IA, Alvarez JC. Analysis of pharmaceutical products and dietary supplements seized from the black market among bodybuilders. *Forensic Sci Int.* 2021; 322: 110771. DOI: 10.1016/j.forsciint.2021.110771
- Cheng Q, Shou L, Chen C. Application of ultra-high-performance liquid chromatography coupled with LTQ-Orbitrap mass spectrometry for identification, confirmation and quantitation of illegal adulterated weight-loss drugs in plant dietary supplements. *J Chromatogr B Anal Technol Biomed Life Sci.* 2017; (1064): 92–99.
- Walpuris K, Thomas A, Geyer H, Marek U, Thevis M. Dietary Supplement and Food Contaminations and Their Implications for Doping Controls. *Foods.* 2020; 9 (8): 1012. DOI: 10.3390/foods9081012
- Avula B, Bae JY, Chittiboyina AG, Wang YH, Wang M, Khan IA. Liquid chromatography-quadrupole time of flight mass spectrometric method for targeted analysis of 111 nitrogen-based compounds in weight loss and ergogenic supplements. *J Pharm Biomed Anal.* 2019; 174: 305–323. DOI: 10.1016/j.jpba.2019.05.066
- Shin D, Kang HS, Kim H, Moon G. Multi-Class Determination of 64 Illicit Compounds in Dietary Supplements Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Molecules.* 2020; 25 (19): 4399. DOI: 10.3390/molecules25194399
- Rangelov Kozhuharov V, Ivanov K, Ivanova S. Higenamine in Plants as a Source of Unintentional Doping. *Plants (Basel).* 2022; 11 (3): 354. DOI: 10.3390/plants111030354
- Ahmad R, Ahmad N, AlHudaihi N, AlHebshi A, Bukhari A. Extraction and UHPLC-DAD detection of undeclared substances in market-available dietary supplements and slimming products in Eastern region, Saudi Arabia: An application of principal component analysis. *Biomed Chromatogr.* 2020; 34 (1): e4698. DOI: 10.1002/bmc.4698
- Zhang Y, Wu X, Wang W, Huo J, Xu Y, Lu J. Simultaneous detection of 93 anabolic androgenic steroids in dietary supplements using gas chromatography tandem mass spectrometry. *J. Pharm Biomed Anal.* 2022; 211: 114619. DOI: 10.1016/j.jpba.2022.114619
- Daher J, Mallick M, El Khoury D. Prevalence of Dietary Supplement Use among Athletes Worldwide: A Scoping Review. *Nutrients.* 2022; 14 (19): 4109. DOI: 10.3390/nu14194109
- Knapić JJ, Steelman RA, Hoedebecke SS, Austin KG, Farina EK, Lieberman HR. Prevalence of Dietary Supplement Use by Athletes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016; 46(1): 103–123. DOI: 10.1007/s40279-015-0387-7
- Garthe I, Maughan RJ. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018; 28 (2): 126–138. DOI: 10.1123/jisnem.2017-0429

48. Dwyer JT, Coates PM, Smith MJ. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. *Nutrients*. 2018; 10 (1): 41. DOI: 10.3390/nu10010041
49. Tiller NB, Sullivan JP, Ekkekakis P. Baseless Claims and Pseudoscience in Health and Wellness: A Call to Action for the Sports, Exercise, and Nutrition-Science Community. *Sports Med*. 2023; 53 (1): 1–5. DOI: 10.1007/s40279-022-01702-2
50. Maggini V, Crescioli G, Ippoliti I, Gallo E, Menniti-Ippolito F, Chiaravallotti A, Mascherini V, Da Cas R, Potenza S, Griffl G, Gallulo MT, Sottosanti L, Vannacci A, Lombardi N, Firenzuoli F. Safety Profile of Vitamin D in Italy: An Analysis of Spontaneous Reports of Adverse Reactions Related to Drugs and Food Supplements. *J. Clin. Med*. 2023; 12 (14): 4726. DOI: 10.3390/jcm12144726
51. Zittermann A, Trummer C, Theiler-Schwetz V, Pilz S. Long-term supplementation with 3200 to 4000 IU of vitamin D daily and adverse events: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur. J. Nutr.* 2023; 62 (4): 1833–1844. DOI: 10.1007/s00394-023-03124-w
52. Geller AI, Shehab N, Weidle NJ, Lovegrove MC, Wolpert BJ, Timbo BB, Mozersky RP, Budnitz DS. Emergency Department Visits for Adverse Events Related to Dietary Supplements. *N Engl. J. Med*. 2015; 373 (16): 1531–40. DOI: 10.1056/NEJMsa1504267
53. Hurst P, Schipphof-Godart L, Kavussanu M, Barkoukis V, Petróczy A, Ring C. Are dietary supplement users more likely to dope than non-users?: A systematic review and meta-analysis. *Int J. Drug Policy*. 2023; 117: 104077. DOI: 10.1016/j.drugpo.2023.104077
54. Outram S, Stewart B. Doping through supplement use: a review of the available empirical data. *Int J. Sport Nutr Exerc Metab*. 2015; 25 (1): 54–9. DOI: 10.1123/ijsnem.2013-0174
55. Jagim AR, Hartly PS, Erickson JL, Tinsley GM, Garner D, Galpin AJ. Prevalence of adulteration in dietary supplements and recommendations for safe supplement practices in sport. *Front Sports Act Living*. 2023; (5): 1239121. DOI: 10.3389/fspor.2023.1239121
56. Martínez-Sanz JM, Sospedra I, Ortiz CM, Baladía E, Gil-Izquierdo A, Ortiz-Moncada R. Intended or Unintended Doping? A Review of the Presence of Doping Substances in Dietary Supplements Used in Sports. *Nutrients*. 2017; 9 (10): 1093. DOI: 10.3390/nu9101093
57. Mallick M, Camacho CB, Daher J, El Khoury D. Dietary Supplements: A Gateway to Doping? *Nutrients*. 2023; 15 (4): 881. DOI: 10.3390/nu15040881
58. Eichner AK, Coyle J, Fedoruk M, Maxey TD, Lenaghan RA, Novitzky J, Lindsey AT, Deuster PA. Essential Features of Third-Party Certification Programs for Dietary Supplements: A Consensus Statement. *Curr Sports Med Rep*. 2019; 18 (5): 178–182. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000595

Статья поступила / Received
Получена после рецензирования / Revised
Принята в печать / Accepted

Сведения об авторах

Мирошников Александр Борисович, д.б.н., доцент, профессор кафедры спортивной медицины, декан факультета адаптивной физической культуры, рекреации и туризма¹. E-mail: benedikt116@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4030-0302

Рыбакова Полина Денисовна, спортивный нутрициолог². E-mail: rybakova.poly@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-1165-6518

Мештель Александр Виталиевич, аспирант кафедры спортивной медицины, ассистент кафедры анатомии и биологической антропологии¹. E-mail: meshtel.author@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-4982-5615

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва

² ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва, Россия

Автор для переписки: Рыбакова Полина Денисовна.
E-mail: rybakova.poly@yandex.ru

About authors

Miroshnikov Alexander B., Dr Bio Sci, associate professor, professor of the Dept of Sports Medicine, dean of the Faculty of Adaptive Physical Culture, Recreation and Tourism¹. E-mail: benedikt116@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4030-0302

Rybakova Polina D., sports nutritionist². E-mail: rybakova.poly@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-1165-6518

Meshtel Alexander V., postgraduate student of the Dept of Sports Medicine, assistant of the Dept of Anatomy and Biological Anthropology¹. E-mail: meshtel.author@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-4982-5615

¹ Russian University of Sports 'GTSOLIFK', Moscow, Russia

² Center for Sports Innovative Technologies and training of National Teams, Moscow, Russia

Corresponding author: Rybakova Polina D. E-mail: rybakova.poly@yandex.ru

