

¹Мирошников А.Б.^а, ¹Мештель А.В., ²Рыбакова П.Д.

¹Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

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

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ОМЕГА-3 НА РОСТ МЫШЕЧНОЙ МАССЫ: ЗОНТИЧНЫЙ ОБЗОР СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ОБЗОРОВ РАНДОМИЗИРОВАННЫХ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мирошников Александр Борисович, Мештель Александр Виталиевич, Рыбакова Полина Денисовна

Влияние добавок омега-3 на рост мышечной массы: зонтичный обзор систематических обзоров рандомизированных контролируемых исследований

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния добавок омега-3 на рост мышечной массы. Вопрос о влиянии добавок омега-3 на рост мышечной массы является актуальным и вызывает интерес у спортсменов, людей занимающихся фитнесом и исследователей. Несмотря на наличие отдельных исследований и обзоров, отсутствует синтез и анализ результатов множества рандомизированных контролируемых исследований на эту тему. Это создает неопределенность в отношении эффективности применения омега-3 для увеличения мышечной массы. Цель исследования: Проведение зонтичного обзора систематических обзоров рандомизированных контролируемых исследований с целью оценки влияния добавок омега-3 на рост мышечной массы и выявления общих выводов и рекомендаций. Методы исследования: Проведен поиск систематических обзоров в основных базах данных, включая PubMed, Cochrane Library и Epistemonikos, с использованием соответствующих ключевых слов. Были выбраны подходящие обзоры, в которых освещается влияние омега-3 на рост мышц. Выводы: Систематические обзоры критически низкого качества дают противоречивые данные. На данный момент нет оснований рекомендовать омега-3 в качестве добавки, стимулирующей рост мышечной массы у спортсменов и физически активных людей.

Ключевые слова: омега-3, рыбий жир, эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота, полиненасыщенные жирные кислоты, мышечная масса.

Miroshnikov Alexander Borisovich, Meshtel Alexander Vitalievich, Rybakova Polina Denisovna

Effects of omega-3 supplementation on muscle mass growth: an umbrella review of systematic reviews of randomised controlled trials

Abstract. The article examines the effect of omega-3 supplements on muscle growth. The effect of omega-3 supplementation on muscle mass growth is a hot topic of interest to athletes, fitness enthusiasts and researchers. Although individual studies and reviews are available, there is a lack of synthesis and analysis of the results of multiple randomized controlled trials on this topic. This creates uncertainty regarding the efficacy of omega-3 for increasing muscle mass. Purpose. To conduct an umbrella review of systematic reviews of randomized controlled trials to assess the effects of omega-3 supplementation on muscle mass growth and to identify general conclusions and recommendations. Methods. A search for systematic reviews in major databases including PubMed, Cochrane Library and Epistemonikos was conducted using relevant keywords. Suitable reviews highlighting the effects of omega-3 on muscle growth were selected. Conclusion. Systematic reviews of critically low quality provide conflicting evidence. There is currently no evidence to recommend omega-3 as a supplement to stimulate muscle growth in athletes and physically active individuals.

Key words: omega-3, fish oil, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid, polyunsaturated fatty acids, muscle mass.

Мирошников Александр Борисович, Мештель Александр Виталиевич, Рыбакова Полина Денисовна

Омега-3 қоспасының бұлшықет өсуіне әсері: рандомизацияланған бақыланатын сынақтардың жүйелі шолуларына шолу

Аңдатпа. Мақалада Омега-3 қоспаларының бұлшықет өсуіне әсері қарастырылады. Омега-3 қоспаларының бұлшықет өсуіне әсері туралы мәселе өзекті және спортшыларды, фитнесшілерді және зерттеушілерді қызықтырады. Жеке зерттеулер мен шолулардың болуына қарамастан, осы тақырып бойынша көптеген рандомизацияланған бақыланатын сынақтардың нәтижелерін синтездеу және талдау жеткіліксіз. Бұл бұлшықет массасын арттыру үшін омега-3 қоспасының тиімділігіне қатысты белгісіздік тудырады. Зерттеу мақсаты: Омега-3 қоспасының бұлшықет өсуіне әсерін бағалау және жалпы нәтижелер мен ұсыныстарды анықтау үшін рандомизацияланған

бақыланатын сынақтардың жүйелі шолуларына шолу жасау. Зерттеу әдістері: PubMed, Cochrane Library және Epistemonikos сияқты негізгі дерекқорлар сәйкес кілт сөздерді пайдаланып жүйелі шолулар үшін іздестірілді. Омега-3-тің бұлшықет өсуіне әсерін көрсететін тиісті шолулар таңдалды. Қорытынды: Сыни төмен сапаға жүйелі шолулар қарама-қайшы дәлелдер береді. Қазіргі уақытта омега-3-ті спортшылар мен физикалық белсенді адамдарда бұлшықет өсуін ынталандыру үшін қосымша ретінде ұсынуға ешқандай себеп жоқ.

Түйінді сөздер: омега-3, балық майы, эйкозапентаен қышқылы, докозагексаен қышқылы, полиқаньқпаған май қышқылдары, бұлшықет массасы.

Введение. Скелетно-мышечная масса (СММ) имеет ключевое значение в достижении максимальной спортивной работоспособности. Увеличение мышечной массы может привести к снижению риска травм и улучшению результатов тренировок и соревнований в большинстве видов спорта [1], поэтому роли увеличения СММ уделяется большое внимание в научных трудах. Так, авторы выделили стимулы синтеза мышечного белка (англ. Muscle protein Synthesis, MPS), среди которых Kamolrat с коллегами отметили эйкозапентаеновую кислоту (ЭПК) и докозагексаеновую кислоту (ДГК) [2].

Данные кислоты являются омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами (ω -3 ПНЖК) с более чем одной двойной связью в основной цепи. Вместе с ЭПК и ДГК, к ω -3 относится альфа-линоленовая кислота (АЛК), которая содержится в растительных маслах (в т. ч. льняном), а ЭПК и ДГК – в некоторых жирных сортах рыбы и морепродуктах [3].

Несмотря на то, что добавки ω -3 ПНЖК рассматриваются чаще в контексте лечения и профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы [4] и оксидативного стресса [5], открытие влияния ЭПК и ДГК на мышечную массу, в свою очередь, стимулировало проведение дальнейших рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), а затем и систематических обзоров с мета-анализами, посвященных влиянию ω -3 ПНЖК на СММ.

Однако, на сегодняшний день, систематические обзоры, касающиеся вопросов влияния ω -3 ПНЖК на СММ спортсменов, противоречивы и неоднородны, а ведущие организации, такие как Международный Олимпийский Комитет и Международное Общество по Спортивному Питанию (англ. International Society of Sports Nutrition) не опубликовали консенсусные заявления по данному вопросу на данный момент (апрель 2024 год).

Цель исследования: анализ и всестороннее обобщение имеющихся доказательств влияния ω -3 ПНЖК на СММ, представленных в систематических обзорах и мета-анализах.

Методы и организация исследования. Нами был использован зонтичный дизайн, для синтеза имеющихся данных. Исследование проходило в соответствии с заявлением о предпочтительных

отчетных показателей для систематических обзоров и мета-анализов (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA) [6].

Протокол исследования. За 25 дней до начала исследования был зарегистрирован протокол в PROSPERO (Международный перспективный реестр систематических обзоров, Йоркский университет; <http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO>), регистрационный номер: CRD42023424367.

Ход исследования соответствовал зарегистрированному протоколу, а сам протокол не менялся во время поиска или после него.

Поиск исследований. Поиск систематических обзоров производился в июне 2023 года, в базах данных MEDLINE, Epistemonikos и Cochrane Library, по ключевым словам: «(Omega-3 polyunsaturated fatty acids OR omega-3 supplements OR fish oil supplements OR docosapentaenoic acid OR eicosapentaenoic acid) AND (Skeletal muscle mass OR musculature) AND (Athletes OR physically active people)». Поиск производился без ограничений по дате и языку. Для расширения диапазона доступных исследований нами были проведены поиски «серой» литературы [7] в базе данных Google Scholar, после чего вручную были проверены списки литературы в найденных исследованиях, чтобы обнаружить возможные исследования, которые могли быть пропущены при электронном поиске.

Критерии включения и исключения исследований. Для того, чтобы обзор вошел в исследование, он должен был соответствовать критериям включения PICOS – Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study (рус. Популяция, Вмешательство, Сравнение, Результат и Дизайн исследования).

P – Спортсмены, элитные спортсмены и физически-активные люди, мужчины и женщины старше 18 лет;

I – Приём добавок ω -3 ПНЖК, или добавок с рыбьим жиром;

C – Сравнение с контрольной группой, не принимающей добавки, либо принимающей плацебо;

O – Основным результатом, представляющим интерес являлась оценка скелетно-мышечной массы при помощи биоэлектрического импедансного анализа (БИИ), двухэнергетической рентгенов-

ской абсорбциометрии (англ. Dual-Energy X-ray Absorptiometry, DXA) либо магнитно-резонансной томографии (МРТ);

S – Систематические обзоры РКИ (в том числе, с мета-анализами).

Систематические обзоры без определенного исследовательского вопроса, стратегии поиска или процесса отбора статей были исключены.

Сбор и анализ данных. Авторы Мештель А.В. и Мирошников А.Б. независимо друг от друга производили поиск исследований в базах данных. Результаты поиска были объединены в архив, были удалены дубликаты. Любая статья, классифицированная как потенциально подходящая любым из рецензентов, была помечена как соответствующая критериям. Полный текст данной статьи был независимо проверен обоими рецензентами. Третий исследователь (Рыбакова П.Д.) рассмотрел разногласия, когда между авторами не удалось достичь консенсуса.

Оценка качества включенных исследований. Оценка методологического качества систематических обзоров была проведена при помощи «Инструмента измерения для оценки систематических обзоров» (англ. A Measurement Tool to Assess systematic Reviews 2, AMSTAR-2) [8].

Результаты исследования и их обсуждение.

Результаты поиска и отбора исследований. В результате первичного поиска литературы в базах данных, было найдено 87 исследований

(рис. 1). После отбора по названию и аннотации, было отобрано 17 исследований (4 публикации в базе Epistemonikos, 8 публикаций в базе PubMed, в Cochrane Library релевантных исследований найдено не было, в результате ручной проверки библиографических списков «серой» литературы, в обзор было включено ещё 5 исследований.).

В связи с отсутствием публикации «*N-3 PUFA as an ergogenic supplement modulating muscle hypertrophy and strength: a systematic review*» в свободном доступе [9], López-Seoane J. и его соавторам было направлено письмо с просьбой выслать публикацию для включения в обзор. Через 5 дней авторы выслали обзор, и он также был включен в настоящее исследование.

Затем были исключены дубликаты, вследствие чего было отобрано 11 релевантных исследований [4, 9-18]. В ходе отбора исследований, критериям включения соответствовало 4 систематических обзора [12, 14, 16, 17].

В свою очередь, 2 исследования были исключены за несоответствие исследуемой популяции критериям включения (Population) [11, 9], 2 исследования были исключены из-за неподходящих методов оценки мышечной или тощей массы (Outcomes) [10, 15, 18] и 2 исследования были исключены за несоответствие обоим вышеперечисленным критериям [4, 13].

Процесс поиска и отбора исследований представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Процесс поиска и отбора исследований

В таблице 1 представлено. Всего в исследованиях было рассмотрено 44 РКИ, описание включенных исследований суммарная выборка составила 3019 участников. Во всех исследованиях в качестве вмешательства использовались

добавки ЭПК и ДГК в качестве ω -3. Авторы трёх исследований заявили об отсутствии конфликта интересов [12, 14, 17]. В работе Alipour и соавторов заявлений о конфликте интересов не было.

Таблица 1 – Описание исследований, вошедших в обзор

Ссылка	Включенные РКИ (размер выборки)*	Вмешательство	Результат	Конфликт интересов	Заключение
Alipour et.al., 2020 [16]	10 (314)	Добавки ЭПК и ДГК	БЖМ при приёме ω -3 увеличилась на 0,2 кг (95% ДИ = 0,06-0,48, $p < 0,001$), однако, между исследованиями существовала неоднородность, $I^2 = 63,6\%$ ($p < 0,003$)	Н/Д	Добавки ω -3 ПНЖК способствуют увеличению БЖМ у физически-активных людей, однако увеличение незначительно
Heileson et.al., 2020 [14]	18 (455)	Добавки ЭПК и ДГК	Приём ω -3 ПНЖК привела к увеличению БЖМ на 0,2-0,5 кг	Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	Из-за низкого качества включенных исследований нет возможности сделать однозначный вывод о влиянии ω -3 на мышечную массу спортсменов
Ma et.al., 2021 [12]	9 (2067)	Добавки ЭПК и ДГК	Добавки ω -3 не оказали существенного влияния на прирост мышечной массы (95% ДИ: - 0,35, 1,00 кг; $p > 0,05$; $I^2 = 0,0\%$; для однородности $p > 0,05$)	Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	Добавки ω -3 не влияют на мышечную массу физически-активных людей
López-Seoane et.al., 2022 [17]	7 (183)	Добавки ЭПК и ДГК	Приём добавок ЭПК и ДГК способствовали увеличению мышечной массы у спортсменов и физически людей в отсутствие тренировок	Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	Приём ω -3 ПНЖК оказывает противоречивое влияние на мышечную массу спортсменов и физически-активных людей

Примечание: ЭПК – Эйкозапентаеновая кислота, ДГК – Докозагексаеновая кислота, БЖМ – Безжировая масса, Н/Д – Нет данных, ДИ – Доверительный интервал, ПНЖК – Полиненасыщенные жирные кислоты.

Результаты оценки методологического качества исследований. Оценка качества включен-

ных исследований показала, что 4 обзора имели критически низкое качество (Таблица 2).

Таблица 2 – Результаты оценки методологического качества исследований

Критерии оценки	Систематические обзоры			
	Alipour et.al., 2020 [16]	Heileson et.al., 2020 [14]	Ma et.al., 2021 [12]	López-Seoane et.al., 2022 [17]
1	Y	Y	PY	Y
2	PY	PY	N	N
3	N	N	N	N

Продолжение таблицы 2

4	Y	Y	N	Y
5	Y	Y	N	N
6	Y	PY	N	N
7	N	N	N	N
8	PY	Y	PY	Y
9	Y	Y	N	Y
10	N	N	N	N
11	N	NMA	N	NMA
12	Y	NMA	N	NMA
13	N	Y	N	N
14	N	N	Y	PY
15	Y	NMA	N	NMA
16	N	Y	Y	Y
Общая оценка	CL	CL	CL	CL

Примечание: N – No (Нет); Y – Yes (Да), PY – Partial Yes (Частично Да), NMA – No Meta-Analysis (Нет мета-анализа), CL – Critically low (Чрезвычайно низкое качество); M – Moderate (Умеренное качество).

В основном качество было снижено из-за отсутствия обоснования выбранного дизайна исследования (Критерий 3), отсутствия описания исключенных исследований (Критерий 7) и отсутствия информации об источниках финансирования исследований во включенных исследованиях (Критерий 10) Подробное описание критериев оценки представлено в работе Shea и коллег (2017) [8].

Обсуждение. Влияние ω -3 ПНЖК на мышечную массу спортсменов. В двух исследованиях [14, 17] оценивалось влияние ω -3 ПНЖК на мышечную массу спортсменов, включая футболистов и игроков в регби. Потребление ω -3 ПНЖК среди футболистов составляет около 50% в странах, таких как Австралия, Канада, Дания, Исландия, Нидерланды, Норвегия, Португалия и Швеция [19]. Хотя некоторые исследования показали увеличение мышечной массы на 0,2-0,5 кг [14], эффект был незначительным. В данном обзоре также рассматривалась тощая масса тела, которая включает в себя уровень жидкости организма. Например, исследование Philpott и соавторов (2018) [20], включенное в обзор Heilesen и коллег, имело нарушения в методологии – участники не были ограничены в потреблении соли и добавок креатина, что может влиять на гидратацию организма и искажать данные по тощей массе тела, увеличивая

риск систематической ошибки в исследовании.

В своем обзоре López-Seoane и соавторы [17] сделали анекдотичное заявление о противоречивых данных касающихся влияния добавок ω -3 ПНЖК на мышечную массу: авторы заявляют о положительном влиянии ω -3 ПНЖК на рост мышечной массы при отсутствии тренировок, а при тренировках, данный эффект либо отсутствует, либо снижается (согласно второму систематическому обзору данных авторов) [9].

Влияние ω -3 ПНЖК на мышечную массу физически-активных людей. Был расширен охват исследований до физически-активных людей старше 18 лет, кроме спортсменов. В мета-анализе Alipour и соавторов отмечено, что добавки ω -3 ПНЖК могут увеличивать мышечную массу, однако данные неоднородны ($I^2=63,6\%$), что снижает достоверность результатов из-за низкого качества обзора. В отличие от этого, Ма и соавторы в 2021 году не обнаружили значительного влияния ω -3 ПНЖК на мышечную массу при физических нагрузках без гетерогенности ($I^2=0,0\%$) [12]. Авторы López-Seoane и Heilesen пришли к выводу, что влияние ω -3 ПНЖК на мышечную массу физически активных людей минимально [14, 17].

Результаты нашего исследования противоречат данным мета-анализа 2020 года, где Huang и со-

авторы изучали влияние ω -3 ПНЖК на мышечную массу пожилых людей [21]. Их анализ показал, что добавки омега-3 в дозе более 2 г/день могут увеличивать мышечную массу (0,67 кг; 95% ДИ: 0,16, 1,18). Это исследование имеет умеренное методологическое качество по AMSTAR-2. Авторы другого обзора также пришли к подобным выводам, рассматривая влияние ω -3 ПНЖК на мышечную массу пожилых людей [22].

Однако исследование Cornish и коллег (2022) [23], оцененное как имеющее умеренное методологическое качество, даёт противоположный вывод. Авторы заявляют, что не было обнаружено влияния добавок ω -3 жирных кислот в сочетании с RET на мышечную массу ткани ($p = 0,48$).

Данные разногласия можно объяснить разницей в исходном уровне мышечной массы спортсменов. В исследовании Cornish и коллег пожилые люди имели регулярные физические нагрузки, в то время как в исследованиях Bird и соавторов и Huang и соавторов [22, 23] пожилые люди вели сидячий образ жизни, что говорит об априори меньшей мышечной массе. Предположительно, подобный эффект наблюдался и в результате нашего обзора, - при повышенном уровне физической активности,

влияние добавок ω -3 ПНЖК на мышечную массу становится незначительным, либо отсутствует полностью.

Выводы. Систематические обзоры и мета-анализы РКИ критически низкого качества не дают однозначного ответа на вопрос влияния добавок ω -3 ПНЖК на мышечную массу физически-активных людей и спортсменов ввиду отсутствия четкого соблюдения методологии. Авторы не учитывали влияние риска систематической ошибки в рамках мета-анализа, что могло привести к ложноположительным выводам.

Существующие данные свидетельствуют о том, что влияние добавок ω -3 ПНЖК на мышечную массу снижается с развитием уровня тренированности, однако данная гипотеза нуждается в дальнейшей проверке эмпирическим путём.

На данный момент нет научных оснований для рекомендации добавок ω -3 ПНЖК в качестве средства, стимулирующего мышечную гипертрофию. Требуется систематические обзоры и мета-анализы высокого качества, для того чтобы сформировать необходимую доказательную базу и для составления дальнейших рекомендаций по применению добавок ω -3 ПНЖК для увеличения мышечной массы.

Литература (References)

- Ye X., Loenneke J.P., Fahs C.A., Rossow L.M., Thiebaut R.S., Kim D., Bemben M.G., Abe T. Relationship between lifting performance and skeletal muscle mass in elite powerlifters // *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 2013. – Vol. 53, N 4. – P. 409–414.
- Kamolrat T, Gray S.R. The effect of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid on protein synthesis and breakdown in murine C2C12 myotubes // *Biochemical and Biophysical Research Communications*. – 2013. – Vol. 432, N 4. – P. 593–598. – DOI: 10.1016/j.bbrc.2013.02.041.
- Gammone M.A., Riccioni G., Parrinello G., D’Orazio N. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: Benefits and Endpoints in Sport // *Nutrients*. – 2018. – Vol. 11, N 1. – P. 46. – DOI: 10.3390/nu11010046.
- Abdelhamid A., Hooper L., Sivakaran R., Hayhoe R.P.G, Welch A; The Relationship Between Omega-3, Omega-6 and Total Polyunsaturated Fat and Musculoskeletal Health and Functional Status in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis of RCTs // *Calcified Tissue International*. – 2019. – Vol. 105, N 4. – P. 353–372. – DOI: 10.1007/s00223-019-00584-3.
- Fazelian S., Moradi F., Agah S., Hoseini A., Heydari H., Morvaridzadeh M., Omidi A., Pizarro A.B., Ghafouri A., Heshmati J. Effect of omega-3 fatty acids supplementation on cardio-metabolic and oxidative stress parameters in patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis // *BMC Nephrology*. – 2021. – Vol. 22, N 1. – P. 160. – DOI: 10.1186/s12882-021-02351-9.
- Dickson K., Yeung C.A. PRISMA 2020 updated guideline // *British Dental Journal*. – 2022. – Vol. 232, N 11. – P. 760–761. – DOI: 10.1038/s41415-022-4359-7.
- Paez A. Gray literature: An important resource in systematic reviews: PAEZ // *Journal of Evidence-Based Medicine*. – 2017. – Vol. 10, N 3. – P. 233–240. – DOI: 10.1111/jebm.12266.
- Shea B.J., Reeves B.C., Wells G., Thuku M., Hamel C., Moran J., Moher D., Tugwell P., Welch V., Kristjansson E., Henry D.A. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both // *BMJ*. – 2017. – P. j4008. – DOI: 10.1136/bmj.j4008.
- López-Seoane J., Jiménez S.L., Del Coso J., Pareja-Galeano H. Muscle hypertrophy induced by N-3 PUFA supplementation in absence of exercise: a systematic review of randomized controlled trials // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2022. – P. 1–11. – DOI: 10.1080/10408398.2022.2034734.
- Lewis N.A., Daniels D., Calder P.C., Castell L.M., Pedlar C.R. Are There Benefits from the Use of Fish Oil Supplements in Athletes? A Systematic Review // *Advances in Nutrition*. – 2020. – Vol. 11, N 5. – P. 1300–1314. – DOI: 10.1093/advances/nmaa050.
- Delpino F.M., Figueiredo L.M. Supplementation with omega-3 and lean body mass in the general population: A systematic review and meta-analysis // *Clinical Nutrition ESPEN*. – 2021. – Vol. 44. – P. 105–113. – DOI: 10.1016/j.clnesp.2021.05.002.

- 12 Ma WJ., Li H., Zhang W., Zhai J., Li J., Liu H., Guo XF., Li D. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on muscle mass and function with aging: A meta-analysis of randomized controlled trials // *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. – 2021. – Т. 165. – С. 102249. – DOI: 10.1016/j.plefa.2021.102249.
- 13 Bender N., Portmann M., Heg Z., Hofmann K., Zwahlen M., Egger M. Fish or n3-PUFA intake and body composition: a systematic review and meta-analysis: Fish and body composition // *Obesity Reviews*. – 2014. – Vol. 15, N 8. – P. 657–665. – DOI: 10.1111/obr.12189.
- 14 Heileson J.L., Funderburk L.K. The effect of fish oil supplementation on the promotion and preservation of lean body mass, strength, and recovery from physiological stress in young, healthy adults: a systematic review // *Nutrition Reviews*. – 2020. – Vol. 78, N 12. – P. 1001–1014. – DOI: 10.1093/nutrit/nuaa034.
- 15 Ghasemi Fard S., Wang F., Sinclair A.J., Elliott G., Turchini G.M. How does high DHA fish oil affect health? A systematic review of evidence // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 59, N 11. – P. 1684–1727. – DOI: 10.1080/10408398.2018.1425978.
- 16 Moradi S., AsghariJafarabadi M., Khajebishak Y., Alivand M., Alipour M., Alipour B. Is Omega-3 Supplementation Changes the Body Weight, Fat Mass, and Fat-Free Mass? A Systematic Review and Meta-Analysis of Rcts // *Korean Journal of Clinical Medicine*. – 2020. – Vol. 01, N 02. – DOI: 10.47829/KJCM.2020.1202.
- 17 López-Seoane J., Martínez-Ferran M., Romero-Morales C., Pareja-Galeano H. N-3 PUFA as an ergogenic supplement modulating muscle hypertrophy and strength: a systematic review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2022. – Vol. 62, N 32. – P. 9000–9020. – DOI: 10.1080/10408398.2021.1939262
- 18 Santo André H.C., Esteves G.P., Barreto G.H.C., Longhini F., Dolan E., Benatti F.B. The Influence of n-3PUFA Supplementation on Muscle Strength, Mass, and Function: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Advances in Nutrition*. – 2023. – Vol. 14, N 1. – P. 115–127. – DOI: 10.1016/j.advnut.2022.11.005.
- 19 Göral K., Saygın Ö., Karacabey K. Amatör ve profesyonel futbolcuların beslenme bilgi düzeylerinin İncelenmesi // *Uluslararası İnsan Bilimleri Derg.* – 2010. – № 7. – P. 836–856.
- 20 Philpott J.D., Donnelly C., Walshe I.H., MacKinley E.E., Dick J., Galloway S.D.R., Tipton K.D., Witard O.C. Adding Fish Oil to Whey Protein, Leucine, and Carbohydrate Over a Six-Week Supplementation Period Attenuates Muscle Soreness Following Eccentric Exercise in Competitive Soccer Players // *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. – 2018. – Vol. 28, N 1. – P. 26–36. – DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0161.
- 21 Huang Y.H., Chiu W.C., Hsu Y.P., Lo Y.L., Wang Y.H. Effects of Omega-3 Fatty Acids on Muscle Mass, Muscle Strength and Muscle Performance among the Elderly: A Meta-Analysis // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12, N 12. – P. 3739. – DOI: 10.3390/nu12123739.
- 22 Bird J.K., Troesch B., Warnke I., Calder P.C. The effect of long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids on muscle mass and function in sarcopenia: A scoping systematic review and meta-analysis // *Clinical Nutrition ESPEN*. – 2021. – Vol. 46. – P. 73–86. – DOI: 10.1016/j.clnesp.2021.10.011.
- 23 Cornish S.M., Cordingley D.M., Shaw K.A., Forbes S.C., Leonhardt T., Bristol A., Candow D.G., Chilibeck P.D. Effects of Omega-3 Supplementation Alone and Combined with Resistance Exercise on Skeletal Muscle in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Nutrients*. – 2022. – Vol. 14, N 11. – P. 2221. – DOI: 10.3390/nu14112221.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы исследования заявляют об отсутствии потенциальных или явных конфликтов интересов.

Funding: the study had no sponsorship.

Conflict of interest. authors of the study declare no potential or apparent conflicts of interest.

Хат-хабарларга арналган автор (бірінші автор)	Автор для корреспонденции (первый автор)	The Author for Correspondence (The First Author)
Мирошников Александр Борисович - биология ғылымдарының докторы, доцент, «ГЦОЛИФК» Ресей спорт университетінің спорттық медицина кафедрасының профессоры, Мәскеу қ., Ресей Федерациясы, e-mail: benedikt116@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4030-0302	Мирошников Александр Борисович - доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры спортивной медицины ФГБОУ ВО Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Российская Федерация, e-mail: benedikt116@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4030-0302	Miroshnikov Alexander Borisovich - Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Sports Medicine, FSBEI VO Russian University of Sport «GTSOLIFK», Moscow, Russian Federation, e-mail: benedikt116@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4030-0302