

Культура физическая и здоровье. 2022. № 3 (83). С. 155–160.
Physical Culture and Health. 2022, 83 (3), 155–160.

Научная статья
УДК 57
DOI: 10.47438/1999-3455_2022_3_155

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬФА-ЛИПОВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ



Тимур Рашидович Габитов¹, Александра Александровна Цибизова², Анна Леонидовна Ясенявская³

Астраханский государственный медицинский университет^{1А, 2, 3}
Астрахань, Россия

Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева^{1Б}
Астрахань, Россия

^{1А} Лаборант кафедры физической культуры

^{1Б} Студент факультета физической культуры и спорта

тел.: +7(8512)52-41-43, e-mail: gabi.tim1990@gmail.com

ORCID 0000-0002-0018-8395

² Кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии

тел.: +7(8512)52-41-43, e-mail: sasha3633@yandex.ru

ORCID 0000-0002-9994-4751

³ Кандидат медицинских наук, доцент, руководитель Научно-исследовательского центра, доцент кафедры фармакогнозии,

фармацевтической технологии и биотехнологии

тел.: +7(8512)52-41-43, e-mail: yasen_9@mail.ru

ORCID 0000-0003-2998-2864

Аннотация. В настоящее время вопрос совершенствования физической подготовки спортсменов является приоритетной задачей стратегии развития физической культуры и спорта. Наиболее распространённым путём решения данной задачи является увеличение объёма и интенсивности физических нагрузок. Принимая во внимание результаты современных исследований, интенсификация тренировок и, как следствие, развитие гипоксии способствуют развитию биохимических и физиологических адаптационных сдвигов в организме спортсмена. Однако, несмотря на усиление тренирующего эффекта, пониженное содержание кислорода сочетается с развитием ряда патологических изменений, требующих обязательной коррекции. В обзорной статье представлен анализ научной литературы, характеризующий биологическую активность альфа-липовой кислоты, её влияние на процессы свободно-радикального окисления. Описаны основные механизмы развития гипоксии и её роль в условиях физических нагрузок. В результате проведённого анализа сделан вывод, что альфа-липоевая кислота, являясь мощным антиоксидантом, способствует снижению интенсивности окислительного стресса, уменьшению воспаления, нормализации метаболических процессов, что, в свою очередь, даёт возможность рассматривать данное биологически активное соединение в качестве средства коррекции антиоксидантного статуса при интенсивных физических нагрузках и определяет необходимость проведения дополнительных научных исследований в данном перспективном направлении.

Ключевые слова: физическая нагрузка, гипоксия, окислительный стресс, свободно-радикальное окисление, антиоксидантный статус, антиоксидант, альфа-липоевая кислота

Для цитирования: Габитов Т.Р., Цибизова А.А., Ясенявская А.Л. Перспективы применения альфа-липовой кислоты при физических нагрузках // Культура физическая и здоровье. 2022. № 3 (83). С. 155–160.
DOI: 10.47438/1999-3455_2022_3_155

Введение

В настоящее время вопрос совершенствования физической подготовки спортсменов является приоритетной задачей стратегии развития физической культуры и спорта. Наиболее распространённым путём решения

данной задачи является увеличение объёма и интенсивности физических нагрузок [1].

Установлено, что напряжённая физическая активность вызывает повреждение мышц, проявляющееся в виде мышечной боли и ультраструктурных изменений, а именно нарушения архитектуры саркомера и повреждения поверхностной мембраны за счёт высвобожде-

© Габитов Т.Р., Цибизова А.А., Ясенявская А.Л., 2022

ния креатинкиназы [16; 29]. В свою очередь повреждение мышц приводит к фагоцитарной инфильтрации, что способствует развитию воспалительной реакции [15; 18].

Результаты

Принимая во внимание результаты современных исследований, интенсификация тренировок, и как следствие развитие гипоксии, способствует развитию биохимических и физиологических адаптационных сдвигов в организме спортсмена [2, 5]. Однако, несмотря на усиление тренирующего эффекта, пониженное содержание кислорода сочетается с развитием ряда патологических изменений, требующих обязательной коррекции [8]. Доказано, что гипоксия представляет собой патологическое состояние, приводящее к развитию нарушений клеточного метаболизма вследствие недостаточности процессов окислительного фосфорилирования в митохондриях и активации свободнорадикального окисления с последующим развитием окислительного стресса [9]. Установлено, что митохондриальные нарушения провоцируют развитие поврежденных структурных белков и липидов, а в последствии и биологических мембран, что в еще большей степени усиливает клеточный энергодефицит [3; 4]. Исследованиями доказано, что окислительный стресс сопровождается повышенным содержанием активных форм кислорода (АФК), что в результате приводит к повреждению ДНК и синтеза белка [7; 12]. Также установлено, что АФК ускоряют атрофию мышц посредством активации убиквитин-протеасомного пути. Кроме того, было показано, что протеасома может самостоятельно разрушать окислительно модифицированные белки. Эти данные предполагают, что деградация белка может быть связующим звеном между окислительным стрессом и атрофией мышц [11; 22].

Многие исследователи указывают на взаимосвязь усиленных аэробных нагрузок, развития окислительного стресса, защитных способностей антиоксидантной системы и иммунного ответа. Доказательствами данной взаимосвязи являются развитие лейкоцитоза, снижение доли активных субпопуляций лимфоцитов, повышение липидной перекисидации, липидная активность каталазы и другие изменения со стороны антиоксидантного статуса в условиях выполнения истощающих упражнений. Следует отметить, что исследования влияния физических нагрузок на динамику как антиоксидантной защиты, так и функционирования прооксидантной системы, является приоритетной задачей по причине значительного влияния на функциональные возможности самого организма, а также возможности определения способа коррекции развивающихся патологических состояний [2; 4; 8].

Одним из активно используемых способов ингибирования свободнорадикального окисления является применение фармакологических средств с антиоксидантной активностью, среди которых важное место занимает альфа-липоевая кислота, или тиоктовая кислота (А-ЛК).

А-ЛК представляет собой сероорганическое соединений, в состав которой входят две тиоловые группы. Данное соединение биосинтезируется всеми живыми организмами и доступен в окисленной или восстановленной форме в виде дигидролипоевой кислоты (ДГЛК) [6]. Установлено, что А-ЛК является кофактором для митохондриальных мультиферментных комплексов (пируватдегидрогеназы и комплексов α -кетоглутаратдегидрогеназы), участвующих в белковом и энергетическом метаболизме. Доказано, что антиоксидантный механизм действия А-ЛК реализуется посредством поглощения и нейтрализации активных форм кислорода

и азота, таких как супероксиды, диоксигенные соединения, гидроксильные и пероксильные радикалы, пероксинитрит и пергипохлорит [10; 14]. Кроме того, А-ЛК способна перерабатывать эндогенный глутатион, который действует как поглотитель гидроксирадикалов, хлорноватистой кислоты, перекисных радикалов и сингулярного кислорода, а также непосредственный участник процесса формирования хелатных комплексов с ионами металлов [24]. Исследования показали, что такие металлы, как марганец, цинк, кобальт, никель, свинец, кадмий, железо и медь, могут образовывать комплексы с А-ЛК и ДГЛК, усиливая тем самым их антиоксидантную активность [21; 25]. Кроме этого, А-ЛК выполняет роль редуктанта и при снижении редокс-потенциала участвует в реакциях восстановления глутатиона, способствуя тем самым нормализации процессов окисления жирных кислот и предотвращению повреждения активных формами кислорода белковых молекул и ДНК [19, 28].

Установлено, что А-ЛК применяется как эффективное средство коррекции различных патологических состояний, патогенез которых, так или иначе, связан с окислительным стрессом. Несмотря на то, что основным биологическим эффектом А-ЛК является антиоксидантный, доказаны когнитивное, детоксицирующее, противовоспалительное, противоопухолевое, нейропротекторное и другие свойства данного биологически активного вещества.

В исследованиях было описано применение А-ЛК при сахарном диабете. Положительный эффект связан со способностью А-ЛК увеличивать поглощение глюкозы как чувствительных к инсулину, так и резистентных к инсулину мышечными тканями, а также путем перераспределения переносчиков глюкозы к плазматической мембране и фосфорилирования непосредственного субстрата инсулинового рецептора [17; 20]. У крыс с ожирением или диабетом А-ЛК предотвращает стеатоз печени и проявляет гепатопротекторное действие [17; 26].

Доказано, что А-ЛК оказывает нейропротекторное действие путем защиты кортикальных нейронов и нейронов гипоталамуса от клеточно-опосредованной цитотоксичности, что является важным в лечении болезни Альцгеймера. Исследования также показали, что А-ЛК проявляет ноотропные свойства, увеличивая выработку ацетилхолина за счет активации холинацетилтрансферазы, которая увеличивает поглощение глюкозы и, следовательно, и синтез ацетил-КоА [25]. В условиях экспериментальной модели церебральной ишемии А-ЛК предотвращала индуцированную продукцию супероксида путем активизации сигнального пути инсулин-фосфатидилинозитид-3-киназы – протеинкиназы В. А-ЛК улучшает NO-зависимую вазодилатацию у экспериментальных животных за счет увеличения фосфорилирования эндотелиальной NO-синтазы [19; 25]. Установлено, что А-ЛК снижает уровни воспалительных цитокинов ИЛ-1 β , ИЛ-6, ФНО- α , С-реактивного белка, а также ингибирует транскрипционный фактор NF- κ B путем модуляции митоген-активированной протеинкиназы, оказывая тем самым противовоспалительный эффект [13]. Установлено, что А-ЛК является потенциальным терапевтическим средством для лечения остеоартрита путем ингибирования окислительного стресса, секреции воспалительных цитокинов и белков, связанных с апоптозом, а также повышением уровня генов коллагена типа II и протеогликанового хондроитинсульфата-1 [6; 10].

Таким образом, фармакологическое действие А-ЛК не ограничивается антиоксидантной активностью, а охватывает широкий спектр биологической активности.

В настоящее время идет активное изучение влияния А-ЛЖ на организм животного и человека в условиях физической нагрузки.

Так установлено, что применение А-ЛЖ у крыс на фоне физических нагрузок («Бег на тредбане») способствовали уменьшению окислительного повреждения мышечной ткани, что проявлялось снижением в крови и печени уровня малондиальдегида, креатинкиназы и лактатдегидрогеназы [30]. Исследования показали, что силовые тренировки в сочетании с приемом А-ЛЖ являются одним из наиболее важных факторов замедления процесса разрушения клеточных белков и оргanelл, что проявляется в снижении беклина-1 – белка клеточной системы аутофагии и малондиальдегида, возникающего в организме в результате деградации полиненасыщенных жиров АФК [27]. В эксперименте было доказано, что курсовой прием А-ЛЖ при длительных физических нагрузках способствует развитию прорегенеративного эффекта и повышению работоспособности, наряду с модуляцией иммунного ответа и антиоксидантным эффектом [22]. Показано, что применение А-ЛЖ у спортсменов с признаками стресса и

«недовосстановления» приводило к статистически значимому снижению уровня артериального давления, повышению активности парасимпатической регуляции сердечного ритма и его variability [23].

Выводы

Таким образом, принимая во внимание представленный анализ литературных данных, можно заключить, что альфа-липоевая кислота, являясь мощным антиоксидантом, способствует снижению интенсивности окислительного стресса, уменьшению воспаления, нормализации метаболических процессов, что, в свою очередь, дает возможность рассматривать данное биологически активное соединение в качестве средства коррекции антиоксидантного статуса при интенсивных физических нагрузках и определяет необходимость проведения дополнительных научных исследований в данном перспективном направлении.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Библиографический список

1. Афраимов, А. А., Умаров М. А. Стратегии развития физической культуры и спорта // Проблемы науки. 2021. № 61 (2). С. 53-55.
2. Первичная и вторичная тканевая гипоксия: этиология и патогенез, формирование приспособительных реакций / Б. Л. Белкин, Н. А. Малахова, А. В. Масалова и др. // Вестник аграрной науки. 2021. № 93(6). С. 21-24.
3. Вострикова, С. М., Гринев А. Б., Гогвадзе В. Г. Активные формы кислорода и антиоксиданты в канцерогенезе и терапии опухолей // Биохимия. 2020. №85(10). С. 1474-1488.
4. Грачёв, В. И., Севрюков И. Т. Гипоксия и гипоксемия, их причины и последствия для человека // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. № 17-2. С. 12-30.
5. Иорданская, Ф. А. Гипоксия в тренировке спортсменов и факторы, повышающие ее эффективность : Монография. Москва : Советский спорт, 2015. 160 с.
6. Перспективы применения альфа-липоевой кислоты при оксидативном стрессе/ В. В. Корнякова, В. Д. Конвай, И. П. Степанова и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 11-1. С. 63-67.
7. Роль накопления макроэргических фосфатов и медленнокальций-зависимого сигнального пути в регуляции генной экспрессии скелетных мышц при их функциональной разгрузке / Т. Л. Немировская, С. П. Белова, К. А. Запинова и др. // Новые подходы к изучению проблем физиологии экстремальных состояний. 2021. С. 107-108.
8. Сечин, Д. И., Тамбовцева Р. В. Гипоксия как фактор интенсификации сложно-координационной деятельности в спорте // Современные вопросы биомедицины. 2020. Том. 4, №1(10). С. 3-11.
9. Таскина, Е. С., Харинцева С. В. Значение тканевой гипоксии и эндотелиальной активации в патогенезе эндокринной офтальмопатии // Дальневосточный медицинский журнал. 2019. № 3. С. 48-50.
10. Липоевая кислота: физиологическая роль и перспективы клинического применения / В. А. Тутельян, А. А. Махова, А. В. Погожева и др. // Вопросы питания. 2019. № 4 (88). С. 6-11. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10035
11. Чиркин, А. А., Балаева-Тихомирова О. М., Долматова В. В. Молекулярно-структурная гомология протеолитических ферментов в изучении механизма протеолиза и его регуляции // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. 2021. №57(2). С. 206-217.
12. Шлапакова, Т. И., Костин Р. К., Тягунова Е. Е. Активные формы кислорода: участие в клеточных процессах и развитии патологии // Биоорганическая химия. 2020. № 46(5). С. 466-485.
13. Lipoic acid: its antioxidant and anti-inflammatory role and clinical applications / F. Andrea Moura, K. Queiroz de Andrade, Farias dos Santos Celia et al. // Current Topics in Medicinal Chemistry. 2015. Vol. 15(5). P. 458-483.
14. An overview of the antioxidant effects of ascorbic acid and alpha lipoic acid (in liposomal forms) as adjuvant in cancer treatment / M. Attia, E. A. Essa, R. M. Zaki et al. //Antioxidants. 2020. Vol. 9(5). P. 359.
15. Di Meo, S., Napolitano, G., Venditti, P. Mediators of physical activity protection against ROS-linked skeletal muscle damage // International journal of molecular sciences. 2019. Vol. 20(12). P.3024.
16. Psychological responses, muscle damage, inflammation, and delayed onset muscle soreness to high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise in overweight men / L. F. Farias-Junior, R. A. Browne, V. Freire et al. // Physiology & Behavior. 2019. Vol. 199. P. 200-209.
17. Alpha-lipoic acid protects mice against concanavalin A-induced hepatitis by modulating cytokine secretion and reducing reactive oxygen species generation / M. Fei, Q. Xie, Y. Zou et al. // International Immunopharmacology. 2016. Vol. 35. P. 53-60.
18. Modulation of exercise-induced muscle damage, inflammation, and oxidative markers by curcumin supplementation in a physically active population: a systematic review / D. Fernández-Lázaro, J. Mielgo-Ayuso, J. Seco Calvo et al. // Nutrients. 2020. Vol. 12(2). P. 501.
19. Georgakouli, K., Fatouros I. G., Fragkos A. Exercise and redox status responses following alpha-lipoic acid supplementation in g6pd deficient individuals //Antioxidants. 2018. Vol. 7(11). P. 162.

20. Golbidi, S., Badran M., Laher I. Diabetes and alpha lipoic acid // *Frontiers in pharmacology*. 2011. Vol. 2. P. 69.
21. Exercise Performance Upregulatory Effect of R- α -Lipoic Acid with γ -Cyclodextrin / Y. Hashimoto, K. Yoshizawa, Y. Kaido et al. // *Nutrients*. 2021. Vol. 14(1). P. 21.
22. Isenmann, E., Trittel L., Diel P. The effects of alpha lipoic acid on muscle strength recovery after a single and a short-term chronic supplementation-a study in healthy well-trained individuals after intensive resistance and endurance training // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020. Vol. 17(1). P. 61.
23. Positive Aspects of Oxidative Stress at Different Levels of the Human Body: A Review / G. Jotcă, B. E. Ősz, A. Tero-Vescan et al. // *Antioxidants*. 2022. Vol. 11(3). 572.
24. Alpha-lipoic acid modifies oxidative stress parameters in sickle cell trait subjects and sickle cell patients / V. D. Martins, V. Manfredini, M. C. Peralba et al. // *Clinical nutrition*. 2009. Vol. 28(2). P. 192-197.
25. Ramachandran, R., Schaefer B. Lipoic acid // *ChemTexts*. 2019. Vol. 5(4). P.1-28.
26. Ridruejo, E., Castiglioni T., Silva M. O. Thiocetic acid-induced acute cholestatic hepatitis // *Annals of Pharmacotherapy*. 2011. Vol. 45(7). P. 43.
27. Insights on the use of α -lipoic acid for therapeutic purposes / B. Salehi, Yılmaz Y. Berkay, G. Antika et al. // *Biomolecules*. 2019. Vol. 9(8). P. 356.
28. α -Lipoic acid prevents diabetes mellitus in diabetes-prone obese rats / K. H. Song, W. J. Lee, J. M. Koh et al. // *Biochemical and biophysical research communications*. 2004. Vol. 326 (1). P. 197-202.
29. Tanabe, Y., Fujii N., Suzuki K. Dietary Supplementation for Attenuating Exercise-Induced Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness in Humans // *Nutrients*. 2021. Vol. 14 (1). P. 70.
30. Assessment of the antioxidant effectiveness of alpha-lipoic acid in healthy men exposed to muscle-damaging exercise / A. Zembron-Lacny, M. Slowinska-Lisowska, Z. Szygula et al. // *J Physiol Pharmacol*. 2009. Vol. 60 (2). P. 139-143.

References

1. Afraimov, A. A., Umarov M. A. (2021) Strategii razvitiya fizicheskoy kul'tury i sporta [Strategies for the development of physical culture and sports] // *Problemy nauki*. 61 (2), 53-55. (In Russian)
2. Belkin, B. L., Malahova N. A., Masalova A. V. et al. (2021) Pervichnaya i vtorichnaya tkanevaya gipoksiya: etiologiya i patogenez, formirovanie prisposobitel'nyh [Primary and secondary tissue hypoxia: etiology and pathogenesis, formation of adaptive reactions]. *Vestnik agrarnoy nauki*. 93 (6), 21-24. (In Russian)
3. Vostrikova, S. M., Grinev A. B., Gogvadze V. G. (2020) Aktivnye formy kisloroda i antioksidanty v kancerogeneze i terapii opuholej [Reactive oxygen species and antioxidants in carcinogenesis and therapy of tumors]. *Biohimiya*. 85 (10), 1474-1488. (In Russian)
4. Grachyov, V. I., Sevryukov I. T. (2018) Gipoksiya i gipoksemiya, ih prichiny i posledstviya dlya cheloveka [Hypoxia and hypoxemia, their causes and consequences for humans] *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 17-2, 12-30. (In Russian)
5. Iordanskaya, F. A. (2015) *Gipoksiya v trenirovke sportsmenov i faktory, povyshayushchie ee effektivnost' : Monografiya*. [Hypoxia in athletes' training and factors that increase its effectiveness : Monograph]. Moscow: Sovetskij sport, 160 p. (In Russian)
6. Kornyakova V. V., Konvaj V. D., Stepanova I. P. et al. (2017) Perspektivy primeneniya al'fa-lipovoy kisloty pri oksidativnom strese [Prospects for the use of alpha-lipoic acid in oxidative stress]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*. 11-1, 63-67. (In Russian)
7. Nemirovskaya, T. L., Belova S. P., Zaripova K. A. et al. (2021) Rol' nakopleniya makroergicheskikh fosfatov i medlennogokal'cij-zavisimogo signal'nogo puti v regulyacii gennoj ekspressii skeletnyh myshc pri ih funkcional'noj razgruzke [The role of accumulation of macroergic phosphates and slow-calcium-dependent signaling pathway in the regulation of gene expression of skeletal muscles during their functional unloading]. *Novye podhody k izucheniyu problem fiziologii ekstremal'nyh sostoyanij*. 107-108. (In Russian)
8. Sechin, D. I., Tambovceva R. V. (2020) Gipoksiya kak faktor intensivizatsii slozhno-koordinatsionnoj deyatel'nosti v sporte [Hypoxia as a factor of intensification of complex coordination activity in sports]. *Sovremennye voprosy biomeditsiny*. 1 (10) (4), 3-11. (In Russian)
9. Taskina, E. S., Harinceva S. V. (2019). Znachenie tkanevoj gipoksii i endotelial'noj aktivatsii v patogeneze endokrinnoj oftal'mopatii [The significance of tissue hypoxia and endothelial activation in the pathogenesis of endocrine ophthalmopathy]. *Dal'nevostochnyj medicinskij zhurnal*. 3, 48-50. (In Russian)
10. Tutel'yan, V. A., Mahova A. A., Pogozheva A. V. et al. (2019). Lipovaya kislota: fiziologicheskaya rol' i perspektivy klinicheskogo primeneniya [Lipoic acid: physiological role and prospects of clinical application]. *Voprosy pitaniya*. 4 (88), 6-11. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10035 (In Russian)
11. CHirkin, A. A., Balaeva-Tihomirova O. M., Dolmatova V. V. (2021) Molekulyarno-strukturnaya gomologiya proteoliticheskikh fermentov v izuchenii mekhanizma proteoliza i ego regulyacii [Molecular and structural homology of proteolytic enzymes in the study of the mechanism of proteolysis and its regulation]. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya himicheskikh nauk*. 57 (2), 206-217. (In Russian)
12. SHlapakova T. I., Kostin R. K., Tyagunova E. E. (2020) Aktivnye formy kisloroda: uchastie v kletochnyh processah i razvitiy patologii [Reactive oxygen species: participation in cellular processes and the development of pathology]. *Bioorganicheskaya himiya*. 46 (5), 466-485. (In Russian)
13. Andrea Moura, F., Queiroz de Andrade K., Farias dos Santos Celia et al. (2015) Lipoic acid: its antioxidant and anti-inflammatory role and clinical application // *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 15 (5), 458-483.
14. Attia, M., Essa E. A., Zaki R. M et al. (2020) An overview of the antioxidant effects of ascorbic acid and alpha lipoic acid (in liposomal forms) as adjuvant in cancer treatment // *Antioxidants*. 9 (5), 359.

15. Di Meo, S., Napolitano, G., Venditti, P. (2019) Mediators of physical activity protection against ROS-linked skeletal muscle damage // *International journal of molecular sciences*. 20 (12), 3024.
16. Farias-Junior, L. F., Browne R. A., Freire V. et al. (2019) Psychological responses, muscle damage, inflammation, and delayed onset muscle soreness to high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise in overweight men // *Physiology & Behavior*. 199, 200-209.
17. Fei, M., Xie Q., Zou Y. et al. (2016) Alpha-lipoic acid protects mice against concanavalin A-induced hepatitis by modulating cytokine secretion and reducing reactive oxygen species generation // *International Immunopharmacology*. 35, 53-60.
18. Fernández-Lázaro, D., Mielgo-Ayuso J., Seco Calvo J. et al. (2020) Modulation of exercise-induced muscle damage, inflammation, and oxidative markers by curcumin supplementation in a physically active population: a systematic review // *Nutrients*. 12 (2), 501.
19. Georgakouli K., Fatouros I. G., Fragkos A. (2018) Exercise and redox status responses following alpha-lipoic acid supplementation in g6pd deficient individuals // *Antioxidants*. 7 (11), 162.
20. Golbidi S., Badran M., Laher I. (2011) Diabetes and alpha lipoic acid // *Frontiers in pharmacology*. 2, 69.
21. Hashimoto Y., Yoshizawa K., Kaido Y. et al. (2021) Exercise Performance Upregulatory Effect of R- α -Lipoic Acid with γ -Cyclodextrin // *Nutrients*. 14 (1), 21.
22. Isenmann E., Trittel L., Diel P. (2020) The effects of alpha lipoic acid on muscle strength recovery after a single and a short-term chronic supplementation-a study in healthy well-trained individuals after intensive resistance and endurance training // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 17 (1), 61.
23. Jotcă, G., Ősz B. E., Tero-Vescan A. et al. (2022) Positive Aspects of Oxidative Stress at Different Levels of the Human Body: A Review // *Antioxidants*. 11 (3), 572.
24. Martins, V. D., Manfredini V., Peralba M. C. et al. (2009) Alpha-lipoic acid modifies oxidative stress parameters in sickle cell trait subjects and sickle cell patients // *Clinical nutrition*. 28 (2). 192-197.
25. Ramachandran, R., Schaefer B. (2019) Lipoic acid // *ChemTexts*. 5 (4), 1-28.
26. Ridruejo, E., Castiglioni T., Silva M. O. (2011) Thioctic acid-induced acute cholestatic hepatitis // *Annals of Pharmacotherapy*. 45 (7), 43.
27. Salehi, B., Berkay Yılmaz Y., Antika G. et al. (2019) Insights on the use of α -lipoic acid for therapeutic purposes // *Biomolecules*. 9 (8), 356.
28. Song, K. H., Lee W. J., Koh J. M. et al. (2004) α -Lipoic acid prevents diabetes mellitus in diabetes-prone obese rats // *Biochemical and biophysical research communications*. 326 (1), 197-202.
29. Tanabe Y., Fujii N., Suzuki K. (2021) Dietary Supplementation for Attenuating Exercise-Induced Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness in Humans // *Nutrients*. 14 (1). 70.
30. Zembron-Lacny, A., Slowinska-Lisowska M., Szygula Z. et al. (2009) Assessment of the antioxidant effectiveness of alpha-lipoic acid in healthy men exposed to muscle-damaging exercise // *J Physiol Pharmacol*. 60 (2), 139-143.

Поступила в редакцию 15.07.2022

Подписана в печать 29.09.2022

Original article

UDC 57

DOI: 10.47438/1999-3455_2022_3_155

PROSPECTS FOR THE USE OF ALPHA-LIPOIC ACID DURING EXERCISE

Timur R. Sabitov ¹, Alexandra A. Tsibizova ², Anna L. Yaseniyavskaya ³*Astrakhan State Medical University* ^{1A, 2, 3}*Astrakhan, Russia**V. N. Tatishchev Astrakhan State University* ^{1B}*Astrakhan, Russia*^{1A} *Laboratory assistant of Physical Training Department*^{1B} *Student of Physical Culture and Sports Department**ph.: +7(8512)52-41-43, e-mail: gabi.tim1990@gmail.com**ORCID 0000-0002-0018-8395*² *PhD of Pharmaceuticals, Associate Professor of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology Department**ph.: +7(8512)52-41-43, e-mail: sasha3633@yandex.ru**ORCID 0000-0002-9994-4751*³ *PhD of Medicine, Associate Professor, Head of Research Center, Associate Professor of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology Department**ph.: +7(8512)52-41-43, e-mail: yasen_9@mail.ru**ORCID 0000-0003-2998-2864*

Abstract. Currently the issue of improving the physical training of athletes is a priority task of the strategy of development of physical culture and sport. The most common way to solve this problem is to increase the volume and intensity of physical activity. Taking into account the results of modern studies, the intensification of training and, as a consequence, the development of hypoxia, contributes to the development of biochemical and physiological adaptation shifts in the athlete's body. However, despite the increased training effect, the reduced oxygen content is combined with the development of a number of pathological changes that require mandatory correction. The review article

presents an analysis of the scientific literature characterizing the biological activity of alpha-lipoic acid, its effect on the processes of free radical oxidation. The main mechanisms of hypoxia development and their effect on the body under physical exertion are described. As a result of the analysis, the conclusion was made that alpha-lipoic acid, being a powerful antioxidant, helps to reduce the intensity of oxidative stress, reduce inflammation, normalize metabolic processes, which, in turn, makes it possible to consider this biologically active compound as a means of correcting the antioxidant status at intense physical activity and determines the need for additional research in this promising direction.

Keywords: physical activity, hypoxia, oxidative stress, free-radical oxidation, antioxidant status, antioxidant, alpha-lipoic acid.

Cite as: Gabitov T. R., Tsibizova A. A., Yasenyavskaya A. L. (2022) Prospects for the use of alpha-lipoic acid during physical activity. *Physical Culture and Health*. (3), 155–160. (In Russ., abstract in Eng.). doi: 10.47438/1999-3455_2022_3_155.

Received 15.07.2022

Accepted 29.09.2022