

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ОМЕГА-3-ЖИРНЫХ КИСЛОТ И КОЭНЗИМА Q10 В АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗМА

Г.А. Асранкулова, Ж.А. Махмудова, М.Т. Таалайбекова, З.С. Боронова

Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек,  
Кыргызская Республика  
Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызская Республика

### THE BIOLOGICAL ROLE OF OMEGA-3 FATTY ACIDS AND COENZYME Q10 IN THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF THE BODY

G.A. Asrankulova, Zh.A. Makhmudova,  
M.T. Taalaibekova, Z.S. Boronova

I.K. Akhunbaev Kyrgyz state medical academy, Bishkek,  
Kyrgyzstan  
Osh State University, Osh city, Kyrgyzstan

#### Сведения об авторах:

Асранкулова Гулбарчын Алишеровна – аспирант, преподаватель (ORCID iD: 0000-0003-3560-4368). Место учёбы и работы: аспирант, преподаватель кафедры биохимии с курсом общей и биоорганической химии им. А.Дж. Джумалиева, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева. Адрес: Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Ахунбаева 92.

Махмудова Жылдыз Акматовна – д.б.н. (SPIN-код: 5730-7833; ResearcherID: CAF-8415-2022; ORCID iD: 0000-0001-5057-9215). Место работы и должность: заведующая кафедрой биохимии с курсом общей и биоорганической химии им. А.Дж. Джумалиева, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева. Адрес: Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Ахунбаева, 92. Электронная почта: zhyldyz.makhmudova@yandex.com

Таалайбекова Мээрим Таалайбековна – к.б.н. (SPIN-код: 2748-8342; ResearcherID: AFI-6139-2022; ORCID iD: 0000-0002-1115-6233). Место работы и должность: преподаватель кафедры биохимии с курсом общей и биоорганической химии им. А.Дж. Джумалиева, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева. Адрес: Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Ахунбаева 92. Телефон: +9-965-509-098-11, электронная почта: meka\_0694@mail.ru

Боронова Зыйнат Самидиновна – к.х.н. (ORCID iD: 0000-0001-8578-7153). Место работы и должность: заведующая кафедрой фармацевтической химии и технологии лекарственных средств, Ошский государственный университет. Адрес: Кыргызская Республика г. Ош, ул. Ленина, 331. Электронная почта: meka\_0694@mail.ru

Влияние коэнзима Q10 и омега-3-жирных кислот на процесс старения в условиях высокогорья до сих пор является предметом активных исследований. Коэнзим Q10, известный также как убихинон, является важным компонентом энергетического обмена в клетках и действует как антиоксидант, защищая их от повреждений свободными радикалами. Омега-3-жирные кислоты, такие как эйкозапентаеновая кислота (EPA) и докозагексаеновая кислота (DHA), обладают противовоспалительными свойствами и могут способствовать здоровью сердца и сосудов. Считается, что использование коэнзима Q10 и омега-3-жирных кислот может иметь положительный эффект на замедление процесса старения и поддержание общего здоровья в условиях высокогорья. Однако конкретные результаты исследований и их применимость к каждому отдельному человеку могут различаться. Дополнительные исследования необходимы для полного понимания влияния этих веществ на старение организма и их эффективности в условиях высокогорья.

*Ключевые слова:* антиоксиданты, старение, перекисное окисление липидов, омега-3-жирные кислоты, коэнзим Q10, высокогорье

Старение, в общих чертах определяемое как зависимое от времени снижение функций, затрагивает все живые организмы. Известно, что территориальные различия качества жизни населения и его жизнедеятельности определяются климатическими и биотическими условиями, условиями труда и от-

дыха, потенциалом человеческого развития (здоровье, образование, доходы), демографическими факторами, ресурсной базой и доступа к ней [1].

В наши дни старение является предметом тщательных научных исследований, основанных на расширяющихся знаниях о мо-

лекулярных и клеточных основах жизни и заболеваний (морщины и потеря эластичности кожи, появление седых волос и потеря пигментации волос, ухудшение зрения и слуха, уменьшение физической силы и выносливости, ухудшение памяти и когнитивных функций, повышенная хрупкость костей и риск остеопороза, уменьшение общего энергетического уровня и снижение активности, изменения в образе мышления и эмоциональной стабильности).

Исходя из этого можно сказать, что механизм старения универсален. Признаки старения у всех млекопитающих сходны – изменение гормонального статуса, стирание зубов, поседение и облысение, накопление межклеточного коллагена. В процессе старения важную роль играет не только генетический механизм, но и его взаимодействие с вредными факторами внешней среды [2].

Согласно данным Организации Объединенных Наций 2020 года «Глобальный взгляд на человеческие судьбы», число жителей планеты старше 60 лет каждый год увеличивается примерно на 3% [3]. Это связано с тем, что за последние 100 лет продолжительность жизни увеличивалась благодаря достижениям медицины и улучшению качества жизни.

В настоящее время известно более 200 научно обоснованных теорий относительно причин и механизмов старения организма. Условно все теории старения разделяют на две большие группы: одни геронтологи полагают, что процесс старения является этапом онтогенеза, программируемым на генетическом уровне, другие считают, что старение – это стохастическое разрушение элементарных биоструктур, которое влечёт за собой и деструкцию организма как целого, и утрату функций, например, репродуктивной, и коллапс системы управления (гормональный дисбаланс) [4]. Все варианты «генетических» теорий старения проистекают из концепции Вейсмана о «разделении труда» между соматическими клетками и половыми – носителями генетического материала. Автор предположил, что максимальная продолжительность жизни детерминирована генетически в виде числа поколений соматических клеток многоклеточного организма [5].

Основным фактором окружающей среды, оказывающим разрушительное воздействие на различные структуры, является кислород. В 50-е годы прошлого века в биоматериале были обнаружены высокореактивные формы кислорода, так называемые «свободные радикалы кислорода», что позволило Денату Харману в 1956 году предположить, что кислород разрушает не только объекты неживой материи, но и биологические структуры, и именно окисление такого рода является основной причиной старения и гибели аэробных организмов. Так была сформулирована свободно-радикальная теория старения [4]. Согласно этой теории, свободные радикалы принимают участие в ключевых биологических реакциях, таких как дифференцировка, пролиферация и апоптоз, путём поддержания физико-химических параметров биологических мембран, регуляции внутриклеточного гомеостаза и активности протеинкиназ [2, 6].

Универсальный процесс свободнорадикального окисления – необходимая стадия ряда синтезов и метаболических путей нормального функционирования клеток, обменных процессов и защитных функций организма. Вместе с тем, неконтролируемая утечка свободных радикалов при избыточной активации процессов перекисидации либо ослаблении антиоксидантной защиты может привести к необратимым повреждениям молекул, липидов, белков и нуклеиновых кислот, обусловив развитие процессов перекисидации [7]. Многие свободные радикалы являются цитотоксическими и приводят к развитию патологических состояний [8].

Все функционально важные свободные радикалы (СР), образующиеся в организме человека, содержат кислород. Среди побочных продуктов нормальных метаболических процессов в клетке есть целый ряд, обладающих окислительными свойствами, и среди них главное место принадлежит активным формам кислорода (АФК).

Под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды в теплокровном организме повышается интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), что приводит к формированию окис-

лительного стресса и повреждению макромолекул и структур клетки [9].

Уникальность организма как единой системы состоит в совокупности механизмов защиты от воздействия токсических факторов, включающей ферментативные и неферментативные компоненты антиоксидантной системы [10]. При чрезмерной нагрузке на систему наблюдается истощение активности последней, происходит окислительное повреждение клеток, что является патогенетической основой для развития патологических состояний и заболеваний, с учётом прогрессирующего роста прооксидантных факторов.

В эксперименте при сравнительном анализе активности ферментативного звена антиоксидантной системы в легочной ткани крыс разного постнатального возраста в условиях острого перегревания организма выявлены возрастные особенности в активности супероксиддисмутазы, каталазы, интенсивности образования диеновых конъюгатов, гидроперекисей липидов, малонового диальдегида и интенсивности перекисной модификации белков в легочной ткани 6-недельных, 5-, 12- и 30-месячных белых крыс. При тепловом напряжении показаны разнонаправленные изменения в активности каталазы и супероксиддисмутазы и различная выраженность интенсивности свободнорадикальных процессов в легочной ткани разновозрастных животных. Результаты свидетельствуют о значительной активности ферментативных антиоксидантов и стрессреактивности легких в отношении свободнорадикальных процессов преимущественно молодых крыс [11].

В последние годы, актуальным является необходимость поиска ресурсов для поддержания функционирования антиоксидантной системы (АОС) на адекватном уровне [12]. Активно изучаются нарушения клеточной динамики при заболеваниях человека, поэтому приобретают актуальность исследования регуляции процессов, происходящих на субклеточном уровне. В литературе имеются данные об активации ПОЛ и ингибировании антиокислительной активности (АОА) в условиях экстремальных стресс-воздействий, что является типичным патохимическим фрагментом в развитии общего адаптацион-

ного синдрома [13, 14, 15]. В исследованиях были изучены коррекция нейрометаболитами процессов ускоренного старения провоцируемые иммобилизационным стрессорным воздействием [16]. Установлено, что под действием стресса происходит увеличение степени гемолиза эритроцитов, а также увеличение концентрации продуктов перекисного окисления липидов. Введение витамина Е и эмоксипина способствовало существенному снижению уровня перекисного окисления липидов печени и усилению резистентности эритроцитов к действию перекисных соединений [7].

Антиоксиданты могут действовать как поглотители окислителей, поддерживая устойчивое биологическое окислительно-восстановительное состояние. Таким образом, с тех пор как была предложена теория окислительного стресса [17], было высказано предположение, что антиоксиданты потенциально играют защитную роль в старении и возрастных заболеваниях. Учитывая предпосылку, что неблагоприятным последствием для здоровья, вызванным окислительным стрессом, можно противодействовать с помощью антиоксидантов, за последние три десятилетия был проведён комплекс исследований, направленных на изучение благотворного воздействия антиоксидантов на заболевания. Процент людей, использующих антиоксидантные добавки, постепенно увеличился с 1980-х годов и достиг пика в 1990-х годах.

Помимо эффекта продления продолжительности жизни за счёт введения антиоксидантов на протяжении большей части жизни (длительные эксперименты), другой подход к изучению антивозрастного действия антиоксидантов заключается в кратковременных экспериментах, в которых функциональные тесты сравнивают состояние экспериментальных животных до и после добавки. Эксперимент такого типа заключался во введении N-трет-бутил- $\alpha$ -фенилнитрона старым монгольским песчанкам в течение двух недель. Такая обработка уменьшала количество белковых карбониллов в головном мозге, повышала активность глутаминсинтетазы, уменьшала количество ошибок в поведении при патрулировании радиально-рукавного

лабиринта, нормализуя показатели до типичных для молодых животных [18]. Аналогичным образом, относительно старые мыши (17,5 месяцев), получавшие диету с высоким содержанием коэнзима Q10 (2,81 мг/г) в течение 15 недель, улучшили особые показатели в тесте водного лабиринта Морриса и уменьшили окислительное повреждение белков [19].

Омега-3 и коэнзим Q10 – это широко распространенные антиоксиданты, часть из которых мы можем получить с помощью продуктов питания, а другие синтезируются в организме [20].

Коэнзим Q10 был выделен и охарактеризован в 1955 году. Он состоит из хинонового кольца, присоединённого к изопреновой боковой цепи, и содержит в себе 82,08% углерода, 10,51% водорода и 7,41% кислорода. Вскоре после открытия он был признан важным компонентом цепи переноса электронов в митохондриях, где его особенно много. С тех пор сообщалось о дополнительных ролях в физиологии клеток, включая антиоксидантную, сигнальную, предотвращающую смерть и другие. Известно, что все клетки способны синтезировать функционально достаточные количества коэнзима Q10 в нормальных физиологических условиях. Однако коэнзим Q10 – это молекула, содержащаяся в различных пищевых источниках, которую можно усваивать и включать в биологические мембраны [21]. Доказано, что во всех клетках организма присутствует коэнзим Q10, более высокое содержание характерно для таких энергопотребляющих органов как сердце, печень и клетки иммунной системы [22].

Известно, что митохондрии имеют тесную связь с процессом старения. Кроме того, задержка процесса старения с помощью диеты уже много лет вызывает интерес учёных [23, 24]. При этом высокая актуальность проблемы обусловлена значительным ростом болезней пожилого возраста, несмотря на улучшение качества жизни и питания населения. Всё более распространённым недугом у пожилых людей становится ухудшение когнитивных функций или деменция. Старческое слабоумие доставляет значительный дискомфорт как пациенту, так и его родственникам. Высокое артериальное давление

или гипертония диагностируется, когда артериальное давление постоянно превышает 140/90. Гипертония повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, застойной сердечной недостаточности, заболеваний почек и инсульта. Снизить давление помогает правильное питание и регулярные занятия спортом. Добавки, такие как коэнзим Q10, также могут быть полезны [25].

Мигренью страдает каждый седьмой взрослый, так что заболевание встречается достаточно часто. По данным исследований коэнзим Q10 может оказывать благотворное влияние на уменьшение продолжительности головной боли во время приступа и частоты приступов мигрени, за счёт того, что действует против перекиси водорода и других воспалительных маркеров мигрени, а также снижает экспрессию цитокинов и уровень матриксной металлопротеиназы [26].

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) семейства омега-3 способны оказывать выраженное лечебно-профилактическое воздействие на организм человека, наиболее значимыми среди них являются эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК) кислоты. ПНЖК семейства омега-3 рекомендованы для непосредственного употребления в пищу в составе диеты в комплексе терапевтических мероприятий при лечении различных заболеваний, связанных с нарушением липидного обмена (дислипидемий), который является важнейшим фактором риска развития и прогрессирования ишемической болезни сердца, атеросклероза, стенокардии, гипертонической болезни сердца, сахарного диабета, заболеваний печени и других тяжёлых недугов. Например, ПНЖК семейства омега-3 обладают гиполипидемическим действием, при лечении хронической ишемической болезни сердца в дозе 4-6 г являются средством второй линии для коррекции гипертриглицеридемии [27]. Фосфолипиды обеспечивают функционирование клеточных мембран, регулируют обмен холестерина, предотвращают развитие заболеваний печени и её жировое перерождение [28].

Саманта Л. Логан и Лоуренс Л. Сприт в своих исследованиях доказали, что прием рыбьего жира (2 г/день ЭПК, 1 г/день ДГК) в течение 12 недель у здоровых пожилых жен-

щин, проживающих в сообществе, увеличивает скорость метаболизма и окисление жиров в состоянии покоя и во время физических упражнений, снижает частоту сердечных сокращений в состоянии покоя и при физической нагрузке, а также увеличивает мышечную массу и физическую функцию [29].

Также, в Турции провели исследования, целью которого являлось изучение влияния добавок омега-3 на активность каталазы (CAT), малонового диальдегида (MDA), белковых продуктов повышенного окисления (AOPP) и пониженного уровня глутатиона (GSH) при длительных аэробных упражнениях у крыс. В заключении исследования было установлено, что добавление омега-3 вызывало снижение уровня MDA, увеличение активности CAT и уровня GSH у крыс, подвергавшихся хроническим длительным физическим нагрузкам. Таким образом, доказали, что добавление омега-3 при хронических длительных тренировках обеспечит антиоксидантную защиту от потенциального окислительного повреждения [30].

Омега-3 жирные кислоты благодаря антиоксидантным свойствам могут защитить сердечно-сосудистую систему от окислительного стресса и тромботических осложнений, также они были предложены в качестве полезной добавки у пациентов с хронической болезнью почек, так как приём жирных кислот омега-3 значительно улучшал липидный профиль и повышал активность ферментов антиоксидантной защиты у пациентов [31, 32]. В мета-анализах были сделаны выводы, что добавление жирных кислот омега-3 значительно улучшает уровни малонового диальдегида, общую антиоксидантную активность (TAC) и активность глутатионпероксидазы [33].

Таким образом, антиоксиданты коэнзим Q10 и омега-3 играют центральную роль в снижении окислительного стресса в тканях. Этот эффект позволяет вполне обоснованно предложить данные средства для использования с целью замедления процесса старения, том числе в условиях низко- и высокогорья. Актуальность темы указывает на важность проведения дальнейших исследований.

#### Литература / References:

1. Rodríguez-Aguilera J.C., Gavilán A., Asencio C., Navas P. The role of ubiquinone in *Caenorhabditis elegans* longevity. *Ageing Res Rev.* 2005; 4 (1): 41-53.
2. Lenoir O., Flosseau K., Ma F.X., et al. Specific control of pancreatic endocrine  $\beta$ - and  $\delta$ -cell mass by class IIa histone deacetylases HDAC4, HDAC5, and HDAC9. *Diabetes.* 2011; 60: 2861-2871.
3. URL:<https://news.un.org/ru/story/2020/02/1373101>.
4. Терешина Е.В. Старение, окислительный стресс и антиоксиданты. *Геронтология и гериатрия.* 2006; 5: 38-48. [Tereshina E.V. Aging, oxidative stress and antioxidants. *Gerontology and geriatrics.* 2006; 5: 38-48.] (In Russ)
5. Медведев О.С. Замедление процессов старения: в фокусе коэнзим q10. *Трудный пациент.* 2012; 10 (4): 50-60. [Medvedev O.S. Slowing down the aging process: coenzyme q10 is in focus. *A difficult patient.* 2012; 10 (4): 50-60.] (In Russ)
6. Демко И.В., Собко Е.А., Соловьева И.А., Крапошина А.Ю., Гордеева Н.В., Аникин Д.А. Роль окислительного стресса в патофизиологии кардиоваскулярной патологии. *Вестник современной клинической медицины.* 2022; 15 (1): 107-117. [Demko I.V., Sobko E.A., Solovyova I.A., Kraposhina A.Yu., Gordeeva N.V., Anikin D.A. The role of oxidative stress in the pathophysiology of cardiovascular pathology. *Bulletin of Modern Clinical Medicine.* 2022; 15 (1): 107-117.] (In Russ)
7. Теплый Д.Л., Ясенявская А.Л. Возрастные изменения свободнорадикальных процессов у самцов крыс при

- введении антиоксидантов и в условиях стресса. *Астраханский медицинский журнал.* 2011; 6 (3): 128-131. [Teply D.L., Yasenyavskaya A.L. Age-related changes in free radical processes in male rats with the introduction of antioxidants and under stress. *Astrakhan Medical Journal.* 2011; 6 (3): 128-131.] (In Russ)
8. Ковалёва О.Н., Ащеулова Т.В., Герасимчук Н.Н., Сафаргалина-Корнилова Н.А. Роль окислительного стресса в становлении и прогрессировании гипертонической болезни. *Актуальные проблемы медицины.* 2015; 29 (4-201): 5-10. [Kovaleva O.N., Ascheulova T.V., Gerasimchuk N.N., Safargalina-Kornilova N.A. The role of oxidative stress in the formation and progression of hypertension. *Current problems of medicine.* 2015; 29 (4-201): 5-10.] (In Russ)
9. Ли О.Н., Доровских В.А., Симонова Н.В. Коррекция окислительного стресса арабиногалактаном в условиях ультрафиолетового облучения. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания.* 2015; 57: 65-69. [Li O.N., Dorovskikh V.A., Simonova N.V. Correction of oxidative stress with arabinogalactane under ultraviolet irradiation. *Bulletin of physiology and pathology of respiration.* 2015; 57: 65-69.] (In Russ)
10. Козлова Е.К., Мороз В.В., Богусевич М.С., Черныш А.М., Близнак У.А., Козлов А.П., Алексеева П.Ю. Состояние мембран эритроцитов у доноров различных возрастных групп. *Общая реаниматология.* 2006; 2 (3): 9-11. [Kozlova E.K., Moroz V.V., Bogushevich M.S., Chernysh A.M., Bliznyuk U.A., Kozlov A.P., Alekseeva P.Y. The state of erythrocyte membranes in donors of various age groups. *General intensive care.* 2006; 2 (3): 9-11.] (In Russ)

11. Нестеров Ю.В., Чумакова А.С., Теплый Д.Л. Изменение активности супероксиддисмутазы, каталазы и свободнорадикальных процессов в легочной ткани крыс разного постнатального возраста при тепловом стрессе. *Астраханский медицинский журнал*. 2016; 11 (2): 75-83. [Nesterov Yu.V., Chumakova A.S., Teply D.L. Changes in the activity of superoxide dismutase, catalase and free radical processes in the lung tissue of rats of different postnatal age under thermal stress. *Astrakhan Medical Journal*. 2016; 11 (2): 75-83.] (In Russ)
12. Николаев В.М. Изменения прооксидантно-антиоксидантного равновесия в ответных эколого-биохимических реакциях организма животных и человека на действие холода: Дис. ... канд. биол. наук. Якутск, 2007. 112 с. [Nikolaev V.M. Changes in the prooxidant-antioxidant balance in the response of ecological and biochemical reactions of the animal and human body to the effects of cold: Dis. ... cand. Biol. sciences. Yakutsk, 2007. 112 p.] (In Russ)
13. Мещанинов В.Н., Щербаков Д.Л. Влияние нейромедиаторов на перекисное окисление липидов при иммобилизационном стрессовом воздействии у крыс разного возраста. *Казанский медицинский журнал*. 2015; 5 (96): 843-849. [Meshchaninov V.N., Shcherbakov D.L. The effect of neurotransmitters on lipid peroxidation during immobilization stress in rats of different ages. *Kazan Medical Journal*. 2015; 5 (96): 843-849.] (In Russ)
14. Щербаков Д.Л., Емельянов В.В., Мещанинов В.Н. Особенности влияния адреналина на перекисное окисление липидов в миелокардиоцитах зрелых и старых крыс in vitro. *Вестник Уральской мед. академ. науки*. 2013; 4 (46): 102-105. [Shcherbakov D.L., Yemelyanov V.V., Meshchaninov V.N. Features of the effect of adrenaline on lipid peroxidation in myelocaryocytes of mature and old rats in vitro. *Bulletin of the Ural Med. academic. science*. 2013; 4 (46): 102-105.] (In Russ)
15. Щербаков Д.Л., Емельянов В.В., Мещанинов В.Н. Антиоксиданты и никотиновой кислоты в головном мозгу крыс разного возраста при иммобилизационном стресс-воздействии. *Успехи геронтологии*. 2014; 4 (27): 730-736. [Shcherbakov D.L., Yemelyanov V.V., Meshchaninov V.N. Antioxidants and nicotinic acid in the brain of rats of different ages during immobilization stress exposure. *The successes of gerontology*. 2014; 4 (27): 730-736.] (In Russ)
16. Щербаков Д.Л. Перекисный метаболизм клеток и субклеточных структур при стрессе в условиях старения и его коррекция. *Экспериментальная биохимия*. 2017; 3: 77-81. [Shcherbakov D.L. Peroxide metabolism of cells and subcellular structures under stress in aging conditions and its correction. *Experimental biochemistry*. 2017; 3: 77-81.] (In Russ)
17. Harman D. The Biologic Clock: The Mitochondria? *Journal of American Geriatric Society*. 1972; 20: 145-147.
18. Carney J.M., Starke-Reed P.E., Oliver C.N., Landum R.W., Cheng M.S., Wu J.F., Floyd R.A. Reversal of age-related increase in brain protein oxidation, decrease in enzyme activity, and loss in temporal and spatial memory by chronic administration of the spin-trapping compound N-tert-butyl-alpha-phenylnitron. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1991; 1; 88(9): 3633-3636.
19. Shetty RA, Forster MJ, Sumien N. Coenzyme Q(10) supplementation reverses age-related impairments in spatial learning and lowers protein oxidation. *Age (Dordr)*. 2013; 35 (5): 1821-34.
20. Макарова Т.П., Батыршина С.В., Данилова Н.И., Акулов А.Н., Хаертдинова Л.А., Серов С.Н. Коэнзим Q10: Перспективы применения в клинической практике. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2011; 206 (2): 138-147. [Makarova T.P., Bатыршина S.V., Danilova N.I., Akulov A.N., Khaertdinova L.A., Serov S.N. Coenzyme Q10: Prospects of application in clinical practice. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2011; 206 (2): 138-147.] (In Russ)
21. Varela-López A., Giampieri F., Battino M., Quiles J.L. Coenzyme Q and its role in the dietary therapy against aging. *Molecules*. 2016; 18; 21 (3): 373.
22. Махмудова Ж.А. Профилактика инфаркта миокарда коэнзимом Q10 при кратковременном пребывании животных в условиях высокогорья в эксперименте. *Известия вузов*. 2011; 6: 87-92. [Mahmudova J.A. Prevention of myocardial infarction with coenzyme Q10 during short-term stay of animals in high-altitude conditions in an experiment. *News of universities*. 2011; 6: 87-92.] (In Russ)
23. Luo J., Mills K., le Cessie S., Noordam R., van Heemst D. Ageing, age-related diseases and oxidative stress: What to do next? *Ageing Res Rev*. 2020; 57: 100982.
24. Sadowska-Bartosz I., Bartosz G. Effect of antioxidants supplementation on aging and longevity. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 404680.
25. URL: [https://ru.iherb.com/blog/9-health-benefits-of-coenzyme-q10/804?gclid=Cj0KCQjw1OmoBhDXARIsAAAYGSHpDCoYLjybX7foMIifUNBpCpV4p4HCwnyxmKdvwQUkn0WRNjopadQaAp6MEALw\\_wcB&gclidsrc=aw.d](https://ru.iherb.com/blog/9-health-benefits-of-coenzyme-q10/804?gclid=Cj0KCQjw1OmoBhDXARIsAAAYGSHpDCoYLjybX7foMIifUNBpCpV4p4HCwnyxmKdvwQUkn0WRNjopadQaAp6MEALw_wcB&gclidsrc=aw.d)
26. Sazali S., Badrin S., Norhayati M.N., Idris N.S. Coenzyme Q10 supplementation for prophylaxis in adult patients with migraine-a meta-analysis. *BMJ Open*. 2021; 5; 11(1): e039358.
27. Клинические рекомендации «Диагностика и лечение хронической ишемической болезни сердца», разработанные по поручению Минздрава России Обществом специалистов по неотложной кардиологии и профильной комиссией по кардиологии. 2013, 69 с. [Clinical recommendations "Diagnosis and treatment of chronic coronary heart disease", developed on behalf of the Ministry of Health of the Russian Federation by the Society of Specialists in Emergency Cardiology and the profile Commission on Cardiology. 2013, 69 p.] (In Russ)
28. Кунц Э., Гундерман К.-Й., Шнайдер Э. Эссенциальные липиды в гепатологии (экспериментальный и клинический опыт). *Терапевтический архив*. 1994; 2 (66): 66-72. [Kunz E., Gunderman K.Y., Schneider E. Essential lipids in hepatology (experimental and clinical experience). *Therapeutic Archive*. 1994; 2 (66): 66-72.] (In Russ)
29. Logan S.L., Spriet L.L. Omega-3 fatty acid supplementation for 12 weeks increases resting and exercise metabolic rate in healthy community-dwelling older females. *PLoS One*. 2015; 17; 10 (12).
30. Sarikaya M., Aslan M., Çinar V., Çibuk S., Selçuk M., Embiyaoğlu N.M., Öge B. Antioxidant effect of omega-3 fatty acids on exercise-induced oxidative stress in rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023; 27 (18): 8324-8329.

31. Мухамад АльРаджаб, Султанов Р.М., Касьянов С.П., Шульгина Л.В. Биологически активная динамика пищеварения для нормализации липидного обмена и способа ее применения. RU 2752298. *Бюллетень*. № 21. [Muhammad Al Rajab, Sultanov R.M., Kasyanov S.P., Shulgina L.V. Biologically active dynamics of digestion for normalization of lipid metabolism and the method of its application. RU 2752298. *Vyull.* No. 21.] (In Russ)
32. Fazelian S., Moradi F., Agah S., Hoseini A., Heydari H., Morvaridzadeh M., Omid 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 Nephrol.* 2021; 1; 22 (1):160.
33. Heshmati J., Morvaridzadeh M., Maroufizadeh S., Akbari A., Yavari M., Amirinejad A., Maleki-Hajiagha A., Sepidarkish M. Omega-3 fatty acids supplementation and oxidative stress parameters: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Pharmacol Res.* 2019; 149: 104462.

## THE BIOLOGICAL ROLE OF OMEGA-3 FATTY ACIDS AND COENZYME Q10 IN THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF THE BODY

G.A. Asrankulova<sup>1</sup>, Zh.A. Makhmudova<sup>1</sup>,  
M.T. Taalaibekova<sup>1</sup>, Z.S. Boronova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.K. Akhunbaev Kyrgyz state medical academy, Bishkek, Kyrgyzstan  
<sup>2</sup>Osh State University, Osh city, Kyrgyzstan

### Abstract:

The effect of coenzyme Q 10 and omega-3 fatty acids on the aging process at high altitudes is still the subject of active research. Coenzyme Q10, also known as ubiquinone, is an important component of energy metabolism in cells and acts as an antioxidant, protecting them from free radical damage. Omega-3 fatty acids, such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), have anti-inflammatory properties and may promote heart and vascular health. It is believed that the use of coenzyme Q 10 and omega-3 fatty acids may have a positive effect on slowing the aging process and maintaining overall health in high altitude environments. However, specific research findings and their applicability to each individual may vary. Additional research is needed to fully understand the effects of these substances on aging and their effectiveness in high altitude conditions.

*Keywords:* antioxidants, aging, lipid peroxidation, omega-3 fatty acids, coenzyme Q10, high altitude

### Вклад авторов:

Г.А. Асранкулова: сбор и обработка первичных данных, написание текста рукописи;  
Ж.А. Махмудова: разработка дизайна исследования;  
М.Т. Таалайбекова: написание и редактирование текста рукописи;  
З.С. Боронова: написание текста рукописи.

### Authors' contributions:

G.A. Asrankulova: collection and processing of primary data, writing the text of the manuscript;  
Zh.A. Makhmudova: research design development;  
M.T. Taalaibekova: writing and editing of the manuscript text;  
Z.S. Boronova: writing of the manuscript text.

Финансирование: Данное исследование не имело финансовой поддержки.  
Financing: The study was performed without external funding.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила / Article received: 22.11.2023. Принята к публикации / Accepted for publication: 10.12.2023.

Для цитирования: Асранкулова Г.А., Махмудова Ж.А., Таалайбекова М.Т., Боронова З.С. Биологическая роль омега-3-жирных кислот и коэнзима Q10 в антиоксидантной системе организма. *Академический журнал Западной Сибири*. 2023; 19 (4): 23-29. DOI: 10.32878/sibir.23-19-04(101)-23-29

For citation: Asrankulova G.A., Makhmudova Zh.A., Taalaibekova M.T., Boronova Z.S. The biological role of omega-3 fatty acids and coenzyme Q10 in the antioxidant system of the body. *Academic Journal of West Siberia*. 2023; 19 (4): 23-29. (In Russ) DOI: 10.32878/sibir.23-19-04(101)-23-29