

Терапевт

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ



9'2021

**КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ
И ПРОФИЛАКТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

DOI 10.33920/MED-12-2109-04
УДК 615.074

СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОЕ, ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ И ПРИРОДНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ

О.А. Гизингер¹, В.А. Дадали²

¹Российский университет дружбы народов; Медицинский институт, Москва Россия

²Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Современные продукты питания обеспечивают потребность организма в микронутриентах, многие из которых являются антиоксидантами, не более чем на 5–6 %. Современное состояние проблемы нутриентного дефицита в целом предопределяет хронический многолетний дефицит антиоксидантов в питании. Обеспечение организма сбалансированными поливалентными антиоксидантными комплексами и нормализация его антиоксидантного статуса — основа здоровья и активного долголетия.

Ключевые слова: свободнорадикальное окисление, антиоксиданты, радикалы, оксидативный стресс.

FREE RADICAL PEROXIDATION AND NATURAL ANTIOXIDANTS

O.A. Gizinger¹, V.A. Dadali²

¹Peoples' Friendship University of Russia; Medical Institute, Moscow, Russia

²St. Petersburg State Medical Academy named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Abstract. Modern food products provide no more than 5–6% of the body's need for micronutrients, many of which are antioxidants. The current state of the problem of nutritional deficiency predetermines a chronic long-term deficiency of antioxidants in the diet. Providing the body with balanced polyvalent antioxidant complexes and normalizing its antioxidant status is the basis of health and active longevity.

Key words: free radical oxidation, antioxidants, radicals, oxidative stress

For correspondence:

O.A. Gizinger, ORCID 0000-0001-9302-0155

V.A. Dadali, ORCID 0000-0002-1404-9396

Парадигма успешного влияния на процессы замедления оксидативного стресса, связанного с процессами раннего старения способствует поиску факторов и условий, которые помогут определить потенциал конкретного человека и предложить способы изменения ситуации в положительную сторону.

Каждый из нас, безусловно, индивидуален, но в целом существует совокупность методов диагностики и комплексных подходов к реабилитации с использованием биологически активных продуктов, так называемые anti-aging методы, на основании которых необходимо составить определенный план, следуя которому

можно надолго сохранить активность и здоровье либо замедлить естественное старение [1]. Существование супероксидного механизма развития иммунодефицитных состояний позволяет обосновать основные пути и механизмы их патогенетической терапии. Фундаментальной основой является принцип детоксикации организма; включение в комплекс лечебных мероприятий средств, обеспечивающих устранение токсического воздействия активных форм кислорода на клетки иммунной системы организма.

Источники активных форм кислорода

1. Митохондрии в процессе производства АТФ

Неполное восстановление кислорода (в норме 3 %, при патологиях значительно выше!) приводит к образованию супероксиданион радикала O_2^- .

2. Система ферментов детоксикации ксенобиотиков и лекарственных препаратов. При индукции ферментов — резко возрастает продукция O_2^- .

3. Многие оксидазы — ферменты, непосредственно восстанавливающие кислород, образуют пероксид водорода — H_2O_2 , например, ксантиноксидаза, участвующая в обмене пуринов, миелопероксидаза лейкоцитов и макрофагов — бактерицидный гипохлорит ион ClO^- —

4. Наличие в клетках Fe^{2+} увеличивает скорость образования радикалов $OH\cdot$ и других активных форм кислорода [2].

Активные формы кислорода (АФК) в условиях физиологической нормы

Поддерживаются на определенном уровне и:

1. Индуцируют апоптоз (программированную смерть клеток)

2. Регулируют структуру клеточных мембран и тем самым обеспечивают функционирование ионных каналов, рецепторов, мембранных ферментных систем;

3. Принимают участие в образовании эйкозаноидов (простагландины, простаглицлины, тромбоксаны, лейкотриены);

4. Выступают в качестве вторичных

посредников, участвуя в трансформации сигналов, обеспечивая их внутриклеточную передачу;

5. Участвуют в модификации структуры белков и регуляции их биологической активности

6. Участвуют в реакциях кислородзависимого метаболизма фагоцитов [2].

АФК — активные окислители, что представляет серьезную опасность для многих структурных компонентов клетки. Доказана их роль в процессах повреждения и разрушения белков (окисление функциональных групп, в первую очередь SH), повреждения ДНК, клеточных мембран. Образование свободных радикалов — постоянно происходящий в организме процесс, физиологически сбалансированный за счёт активности эндогенных антиоксидантных систем [3].

При увеличении продукции свободных радикалов вследствие прооксидантных воздействий, гормонального дисбаланса, несостоятельности АОС защиты развивается окислительный стресс с повреждением белков, липидов и ДНК. Главными объектами повреждения мембран являются полиненасыщенные жирные кислоты и функциональные группы белков. Липопероксидация может быть одним из звеньев патогенеза заболеваний:

- атеросклероза, ишемической болезни сердца, инфаркта, инсульта;
- язвенной болезни;
- онкологических заболеваний;
- воспалительных заболеваний;
- инфекционных болезней;
- синдрома адаптационного перенапряжения;
- диабета;
- синдрома хронической усталости;
- метаболического синдрома;
- ожоговой и вибрационной болезней.

Синдром пероксидации проявляется при стрессе любого происхождения, действии синтетических лекарств и ксенобиотиков, воздействии радиоактивного,

ультрафиолетового и др. излучений, воздействии электромагнитных полей, гиподинамии и гипердинамии, избыточном потреблении в пищу жиров и углеводов, функционировании организма в условиях пониженных температур (например, в условиях севера), снижении потребления биоантиоксидантов с пищей, старении организма [4].

Общий антиоксидантный статус (TAS) — показатель антиоксидантной системы организма (защиты организма от токсического действия ряда соединений кислорода образующихся в организме). Общий антиоксидантный статус (TAS) — показатель, рассчитанный по совокупности тестов, направленных на оценку суммарной антиоксидантной способности компонентов сыворотки крови. Определение общего антиоксидантного статуса позволяет контролировать степень защиты организма от оксидативного стресса, в основе которого лежит гиперпродукция свободных радикалов при снижении активности антиоксидантных систем. Показания к назначению исследования TAS:

- Оценка антиоксидантного статуса организма в целях оптимизации терапии и реабилитации пациентов после перенесенных инфекционно-воспалительных заболеваний, в том числе имеющих бактериально-вирусную природу.
- Выявление дефицита антиоксидантов, микроэлементов и витаминов, связанных с нарушением в работе антиоксидантных систем организма на фоне несбалансированного питания.
- Контроль за состоянием антиоксидантной системы при заболеваниях щитовидной железы, сахарном диабете, патологии желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы (атеросклероз, инфаркт миокарда).
- Пациентам пожилого возраста, дефиците нутриентов, злоупотре-

блении алкоголем, — для оценки антиоксидантной защиты организма, и решения вопроса о необходимости приема антиоксидантных препаратов [5].

- Пациентам с предраковыми и опухолевыми заболеваниями на фоне химиотерапевтического лечения или лучевой терапии.
- Оценка антиоксидантного статуса при соблюдении диеты с низким содержанием антиоксидантов. Избыточные свободные радикалы встраиваются в метаболические пути, взаимодействуют с молекулярными внутриклеточными комплексами, вызывают окислительное повреждение белков, мембран и генов, стимулируя процессы клеточного разрушения или нарушения дифференцировки. Усиление выработки высокореактивных соединений приводит к повреждению мембран, нарушению рецепторного аппарата клеток, изменению структур белковой природы. ДНК восприимчивы к свободнорадикальному окислению, в результате могут произойти мутации в ядерном аппарате клетки. Окислительные повреждения связаны с сердечно-сосудистыми заболеваниями, дегенерацией нейронов, онкологическими процессами, влияют на процессы старения. Причинами увеличения продукции реактивных форм кислорода является хроническое воспаление, ишемия, воздействию неблагоприятных эндогенных факторов, инфекционно-воспалительные, аутоиммунные заболевания, стрессы, переутомление [6].

Определение антиоксидантной активности помогает скорректировать диету при метаболических нарушениях, отрегулировать нутритивную поддержку, уточнить необходимость и длительность приема антиоксидантных препаратов. Проведение исследования

важно для предупреждения возникновения и снижения риска хронизации таких заболеваний, как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, артериальная гипертензия, вторичные иммунодефицитные состояния, злокачественные новообразования, преждевременное старение.

Диагностические анти-эйдж стратегии направлены на увеличение продолжительности жизни, в первую очередь за счет нейтрализации целого набора факторов, в число которых входит:

- генетическая предрасположенность к тем или иным заболеваниям,
- изъядны в образе жизни (питание, малоподвижный образ жизни, стресс)
- гормональный дисбаланс,
- недостаток витаминов и микроэлементов,
- воспалительные заболевания, имеющие склонность к хронизации.

Старение — сложный процесс, результатом которого является выраженные на-

рушения гомеостатического регулирования на уровне целостного организма. В настоящее время существуют 2 основные группы теорий старения: генетические и теории клеточного повреждения. Исходя из генетической теории, старение — генетически запрограммированный процесс, который был выработан в результате эволюции. В основе лежит так называемый лимит Хейфлика — ограниченное число делений клеток организма. Не менее широкое распространение получила свободнорадикальная теория преждевременного старения, которая утверждает, что старение происходит из-за накопления повреждений в клетках, нанесенных свободными радикалами с течением времени [7]. Накопление большого количества таких повреждений в клетках приводит к нарушению их нормальной работы с последующими изменениями, соответствующими старению и приводящими к заболеваниям. При реализации антивозрастных лечебно-диагностических программ важно обратить внимание на ключевые лабораторные параметры, рис. 1.

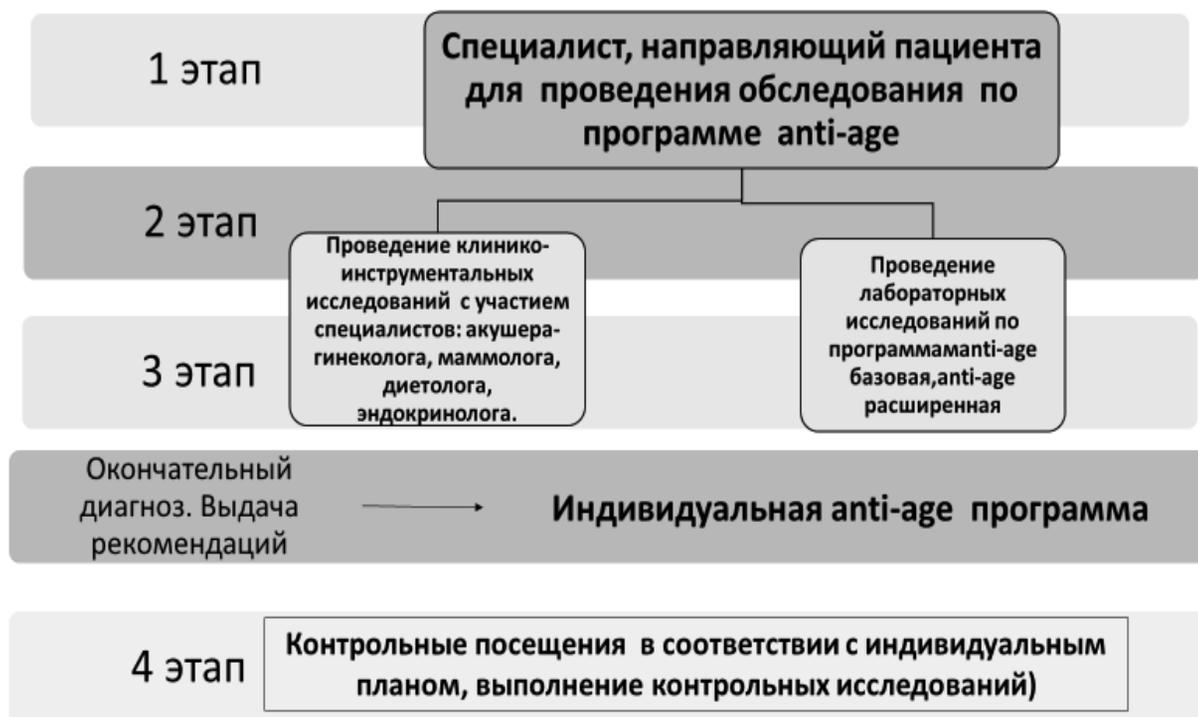


Рис. 1. Поэтапные антивозрастные программы

В диагностических anti-age программах приведены наиболее значимые anti-age маркеры. Не существует четких указаний по поводу того, какое число показателей оптимально. Для систем биомаркеров старения информативность теста оптимальна, начиная с 10–15 показателей или как мы говорим, биомаркеров. По результатам анализа биомаркеров специалист может диагностировать раннюю стадию старения и заниматься разработкой лечебных и профилактических схем раннего старения. На рассмотрении некоторых биомаркеров старения необходимо остановиться подробнее [8].

- Комплекс базовых биохимических и клинических показателей: число эритроцитов и гемоглобин, СОЭ, содержание в крови фибриногена, общего белка, альбумина, азота мочевины, кальция, креатинина и мочевой кислоты, холестерина, триглицеридов и фосфолипидов, соотношение альбумин/глобулин, активность в крови щелочной фосфатазы, трансаминаз.
- Диагностика водно-солевого обмена. Водно-солевой обмен типично изменяется с возрастом; определение K^+ , Na^+ , Ca^{2+} и фосфора важны для подбора диет и оценки скрытых отеков; Mg^{2+} важен для сердечно-сосудистой патологии.
- Микроэлементы. Селен и цинк являются маркерами иммунного статуса, предрасположенности к сердечно-сосудистой патологии и состояния антиоксидантных средств защиты; Co^{2+} , Si^{2+} , Mo^{2+} , Mn^{2+} важны в оценке состояния кроветворения и др.
- Витамины. Общий витамин B12 и его активная форма голотранскобаламин — маркер смертности и старения мозга. Вита-

мин 25 (ОН) D в крови -маркер старения и смертности от онкологических и от сердечно-сосудистых заболеваний (рекомендованная частота проведения исследования — 1 раз в год, начиная с детского возраста).

- Среди биологически активных пептидов важная роль принадлежит определению гликированного гемоглобина и С-реактивного белка — маркера риска воспалительных и онкологических заболеваний, смерти от инсульта (рекомендованная частота проведения исследования — 1 раз в год).
- Анализ гормонального профиля: ПСА общий (простатический специфический антиген общий; ПСА свободный (простатический специфический антиген свободный, тестостерон; тиреотропный гормон (ТТГ), Т3, Т4.
- Опухолевые маркеры должны быть использованы в лабораторных алгоритмах для оценки предрасположенности и ранней диагностики опухолей.
- Исследование липидного спектра: триглицериды (Triglycerides), холестерол общий (холестерин, Cholesterol total), холестерол ЛПВП (холестерин липопротеинов высокой плотности, HDL Cholesterol), холестерол ЛПНП (холестерин липопротеинов низкой плотности, ЛПНП, Cholesterol LDL).

После получения результатов необходимо обращение сначала к терапевту, при необходимости к узким специалистам. Следующим этапом станет разработка комплекса мероприятий anti-age терапии индивидуально для каждого пациента. Успехи антивозрастной терапии вселяют уверенность в то, что чем раньше человек узнает о возможностях этой области медицины, тем меньше сделает оши-

бок и навредит своему здоровью. Ведь множество заболеваний, влияющих на продолжительность жизни, можно предупредить, если заняться их ранней диагностикой и профилактикой [9].

На фоне такого патологического процесса как гипергликемия, нарушения липидного обмена, стресса за счет действия внешних факторов среды и социума выявлены значительное усиление процессов перекисного окисления липидов и снижение антиоксидантной активности. Неантиоксидантные механизмы действия некоторых антиоксидантов (биофлавоноиды, каротиноиды):

1) ингибирование инвазивности раковых клеток (катехины, кверцетин, токсифолин, нобилетин);

2) антипролиферативный эффект (цитрусовые флавоноиды, генистеин и др.);

3) ингибирование митоза (кверцетин, байкалин, эпигаллокатехин и др.);

4) стабилизация коллагена активацией его биосинтеза и торможением распада — стабилизация стенок кровеносных сосудов (катехины, антоцианидины), а также как факторы ингибирования инвазивности и метастатирования;

5) ингибирование экспрессии мембранного протеина P53 как ключевой фактор апоптоза (кверцетин, генистеин, куместаны);

6) ингибирование P450 CYP 3A4 и снижение опухоль промотирующего афлатоксина В1 (тангеретин); модуляция действия эстрогенов (генистеин, даидзеин, изофлавоны люцерны); торможение роста сосудистой сети опухоли.

Цитохром P450 3A4 (сокращённо CYP3A4) — один из наиболее важных ферментов, участвующих в метаболизме ксенобиотиков в организме человека, в основном находится в печени и кишечнике. Его целью является окисление небольших чужеродных органических молекул, таких как токсины

или лекарства с тем, чтобы их можно было вывести из организма. Афлатоксин В 1 в количествах, способных нанести вред здоровью человека, вырабатывается родственными видами плесневых грибов: *Aspergillus flavus* и *A. Parasiticus* [10].

Выявленные проблемы способны приводить к развитию состояния, известного как состояние оксидативного стресса, на фоне которого происходит активация гликозилирования белков, играющие решающую роль в развитии специфических осложнений: хронические воспалительные заболевания, диабет II типа, онкологические заболевания, ускоренное старение. Супероксиддисмутаза, глутатион пероксидаза-ферменты антиоксидантной защиты, участвующие в утилизации высокореактивных перекисных соединений, так называемых свободных радикалов, повреждающих мембраны клеток и провоцирующих процессы старения. Природные антиоксиданты пищевых продуктов и биологически активных добавок [11]:

Лигнаны: лимонник китайский, семена льна, кунжута.

Резвератрол: красный, черный виноград, красные вина

Витамин С (аскорбиновая, изоаскорбиновая, дегидроаскорбиновая к-ты, аскорбилпальмитат, аскорбиген): плоды шиповника, аронии, цитрусовых, киви, перец болгарский, черная смородина, ацерола, черника, клюква, малина.

Витамины В1, В2, В6, РР, липоевая, пантотеновая кислоты в составе плодов, корнеплодов и ягод шиповника, моркови, облепихи, крапивы, черники, аронии, одуванчика и др.

Использование биологически активных комплексов, таких как (Магнум С № 77.99.11.003. E.012854.12.14 от 26.12.2014; <https://spz03.ru,ua,kz>) показано для коррекции нарушений в системе «Перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита».

Состав комплекса: порошок плодов шиповника, порошок листьев салата огородного, порошок листьев грецкого ореха, порошок корня лопуха большого, порошок корня сассапарили, витамин С, цитрусовые био-

флавоноиды Витамин С (комплекс L-аскорбиновой, аскорбилпальмитата, в составе комплекса витаминного комплекса «Магнум С» имеет следующие фармакологические эффекты, табл. 1

Таблица 1.

Фармакологические эффекты Витамина С (комплекс L-аскорбиновой, аскорбилпальмитата, в составе комплекса витаминного комплекса «Магнум С»

Механизм действия	Фармакологические эффекты
Антиоксидантный (в сочетании с биофлавоноидами или хелаторами Fe ²⁺ и Cu ²⁺)	Лечебно-профилактическое действие при «свободно-радикальной патологии» (сердечно-сосудистые, бронхолегочные, инфекционные заболевания, язвенная болезнь, диабет)
Нейтрализация супероксидрадикала	Увеличение биодоступности азота NO, Вазодилатация и снижение артериального давления
Восстановление окисленных форм витамина Е	Регенерация витамина Е и восстановление кофермента Q
Торможение окисления холестерина в липопротеины низкой плотности	Антиатеросклеротическое и антилипидемическое действие
Ингибирование ГМГ — редуктазы*	
Активация цитохрома Р-450 и окисление холестерина в желчные кислоты	
Модуляция активности липопротеидлипазы	
Активация цитохром Р-450-зависимой системы	Активация процессов детоксикации и нормализация эндоэкологии организма
Активация протеинфосфатаз и экспрессия гена интерлейкина-2, индукция синтеза интерферона	Иммуномоделирующее, антибактериальное и противовирусное действие, повышение сопротивляемости инфекции
Гидроксилирование пролина и влияние на синтез коллагена	Репаративные процессы в сосудистой стенке, костной ткани, коже

Примечание: ГМГ — редуктаза- 3-гидрокси-3-метилглутарил-кофермент А редуктаза (англ. HMG-CoA reductase, 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA reductase, HMGCR) — фермент (КФ 1.1.1.88), катализирующий синтез мевалоновой кислоты, лимитирующую стадию метаболического пути синтеза холестерина и других изопреноидов. ГМГ — редуктаза мишень для препаратов-статинов. [9–12]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение организма сбалансированными поливалентными антиоксидантными комплексами

и нормализация его антиоксидантного статуса — основа нормального здоровья и активного долголетия

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рожкова И. С. Роль антиоксидантов в регуляции оксидативного стресса //Общество, технология и окружающая среда. — 2017. — С. 389–393.
2. Гизингер О.А., Коркмазов А.М., Коркмазов М.Ю. Локальный иммунный статус и свободнорадикальное окисление у ринохирургических больных в ранний послеоперационный период //Редакционный совет. — 2018. — С. 26.
3. Жоров Г.А. Применение соединений антиоксидантного действия для коррекции свободнорадикальных процессов в организме (Сообщение 2) //Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2017. — №. 4. — С. 114–120.

4. *Намаконова В.С.* Оценка эффективности природных антиоксидантов на регенерацию дыхательных путей и перекисное окисление липидов при общем охлаждении //Амурский медицинский журнал. — 2019. — №. 1 (25).
5. *Кизюкевич Л.С.* Сравнительный анализ процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты в надпочечниках в условиях острого экспериментального подпеченочного холестаза //Актуальные проблемы медицины. — 2018. — С. 364–367.
6. *Быков И.М. и др.* Особенности свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты у детей с сахарным диабетом первого типа //Кубанский научный медицинский вестник. — 2017. — №. 4. С 34–38
7. *Murphy, M.P.* How mitochondria produce reactive oxygen species / M.P. Murphy // Biochem. J. — 2009. — Vol. 417 (1). — P. 1–13.
8. *Трубицын, А.Г.* Модифицированный вариант митохондриальной теории старения / А.Г. Трубицын //Успехи геронтологии. — 2006. — Вып. 18. — С. 21–28.
9. *Тимирханова Г.А., Абдуллина Г.М., Кулагина И.Г.* Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия //Вятский медицинский вестник. — 2007. — №. 4.
10. *Алиев С.А. и др.* Влияние физических нагрузок на состояние перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты //Научный альманах. — 2017. — №. 5–3. — С. 255–261.
11. *Симонова Н.В. и др.* Сравнительная эффективность синтетического и природного антиоксидантов при токсическом повреждении печени четыреххлористым углеродом //Бюллетень физиологии и патологии дыхания. — 2018. — №. 67.
12. *Панарина О.В.* Особенности процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у женщин репродуктивного возраста больных синдромом поликистозных яичников (обзор литературы) //Acta Biomedica Scientifica. — 2018. — Т. 3. — №. 3. С 12–18
13. *Андреанова Е.В., Горбунова Д.В., Пахомов М.А.* Биохимические механизмы действия антиоксидантов //Химия в медицине: опыт, проблемы, перспективы. — 2020. — С. 9–13.

REFERENCES

1. *Rozhkova I.S.* Rol antioksidantov v regulatsii oksidativnogo stressa [The role of antioxidants in the regulation of oxidative stress] // Obshchestvo, tekhnologiya i okruzhaiushchaya sreda [Society, technology and environment]. — 2017. — P. 389–393. (In Russ.)
2. *Gizinger O.A., Korkmazov A.M., Korkmazov M.Iu.* Lokalnyi immunnyi status i svobodnoradikalnoe okislenie u rinochirurgicheskikh bolnykh v rannii posleoperatsionnyi period [Local immune status and free radical oxidation in rhinosurgical patients in the early postoperative period] // Redaktsionnyi sovet [Editorial Council]. — 2018. — P. 26. (In Russ.)
3. *Zhorov G.A.* Primenenie soedinenii antioksidantnogo deistviia dlia korrektsii svobodnoradikalnykh protsessov v organizme (Soobshchenie 2) [The use of antioxidant compounds for the correction of free radical processes in the body (Communication 2)] // Rossiiskii zhurnal Problemy veterinarnoi sanitarii, gigieny i ekologiy [Russian journal Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology]. — 2017. — No. 4. — P. 114–120. (In Russ.)
4. *Namakonova V.S.* Otsenka effektivnosti prirodnykh antioksidantov na regeneratsiiu dykhatelnykh putei i perekisnoe okislenie lipidov pri obshchem okhlazhdenii [Evaluation of the effectiveness of natural antioxidants on the regeneration of the respiratory tract and lipid peroxidation during general cooling] // Amurskii meditsinskii zhurnal [Amur Medical Journal]. — 2019. — No. 1 (25). (In Russ.)
5. *Kiziukevich L.S.* Sravnitelnyi analiz protsessov perekisnogo okisleniia lipidov i antioksidantnoi zashchity v nadpochechnikakh v usloviakh ostrogo eksperimentalnogo podpechenochnogo kholestaza [Comparative analysis of the processes of lipid peroxidation and antioxidant protection in the adrenal glands in conditions of acute experimental subhepatic cholestasis] // Aktualnye problemy meditsiny [Topical problems of medicine]. — 2018. — P. 364–367. (In Russ.)
6. *Bykov I.M. et al.* Osobennosti svobodnoradikalnogo okisleniia i antioksidantnoi zashchity u detei s sakharnym diabetom pervogo tipa [Features of free radical oxidation and antioxidant protection in children with type 1 diabetes] // Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik [Kuban Scientific Medical Bulletin]. — 2017. — No. 4. P. 34–38. (In Russ.)

7. *Murphy, M.P.* How mitochondria produce reactive oxygen species / M.P. Murphy // *Biochem. J.* — 2009. — Vol. 417 (1). — P. 1–13.
8. *Trubitsyn, A.G.* Modifitsirovannyi variant mitokhondrialnoi teorii starenia [Modified version of the mitochondrial theory of aging] / A.G. Trubitsyn // *Uspekhi gerontologii [Advances in gerontology]*. — 2006. — Issue 18. — P. 21–28. (In Russ.)
9. *Timirkhanova G.A., Abdullina G.M., Kulagina I.G.* Vitamin s: klassicheskie predstavleniia i novye fakty o mekhanizmax biologicheskogo deistviia [Vitamin s: classical ideas and new facts about the mechanisms of biological action] // *Viatskii meditsinskii vestnik [Vyatka medical bulletin]*. — 2007. — No. 4. (In Russ.)
10. *Aliev S.A. et al.* Vlianie fizicheskikh nagruzok na sostoianie perekisnogo okisleniia lipidov i sistemy antioksidantnoi zashchity [Effect of physical activity on the state of lipid peroxidation and antioxidant defense systems] // *Nauchnyi almanakh [Scientific Almanac]*. — 2017. — No. 5–3. — P. 255–261. (In Russ.)
11. *Simonova N.V. et al.* Sravnitelnaia effektivnost sinteticheskogo i prirodnogo antioksidantov pri toksicheskom povrezhdenii pecheni chetyrekhkloristym uglerodom [Comparative efficacy of synthetic and natural antioxidants in toxic liver damage by carbon tetrachloride] // *Biulleten fiziologii i patologii dykhanii [Bulletin of physiology and pathology of respiration]*. — 2018. — No. 67. (In Russ.)
12. *Panarina O.V.* Osobennosti protsessov perekisnogo okisleniia lipidov i antioksidantnoi zashchity u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta bolnykh sindromom polikistoznykh iaichnikov (obzor literatury) [Features of the processes of lipid peroxidation and antioxidant protection in women of reproductive age patients with polycystic ovary syndrome (literature review)] // *Acta Biomedica Scientifica*. — 2018. — Vol. 3. — No. 3. P. 12–18. (In Russ.)
13. *Andrianova E.V., Gorbunova D.V., Pakhomov M.A.* Biokhimicheskie mekhanizmy deistviia antioksidantov [Biochemical mechanisms of antioxidant action] // *Khimia v meditsine: opyt, problemy, perspektivy [Chemistry in medicine: experience, problems, prospects]*. — 2020. — P. 9–13. (In Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гизингер Оксана Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры микробиологии и вирусологии Медицинского института Российского университета дружбы народов, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8, OGizinger@gmail.com. 89193193604

ORCID 0000-0001-9302-0155.

Член экспертного совета ООО Лаборатория Гемотест

Дадали В.А., д-р хим. наук, проф., Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

Финансирование.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gizinger Oksana Anatolievna, PhD in Biology, professor, professor of the Department of Microbiology and Virology, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, 8 Miklouho-Maclay str., Moscow, OGizinger@gmail.com; 89193193604; ORCID 0000-0001-9302-0155. Member of the Expert Council of ООО (LLC) Gemotest Laboratory

V. A. Dadali, PhD in Chemistry, professor, St. Petersburg State Medical Academy named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Funding.

The study had no funding.

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest.