

МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА КРОВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОМЕГА-3 ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ ПСОРИАЗОМ

Л.Б. Гайковая

д.м.н., профессор, зав. кафедрой биологической и общей химии им. В.В. Соколовского,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: largaykovaya@yandex.ru

Н.В. Тюнина

аспирант, кафедра общей и биологической химии им. В.В. Соколовского,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: nadintv15@gmail.com

Р.Н. Павлова

к.м.н., доцент, кафедра общей и биологической химии им. В.В. Соколовского,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: RNP.apr2020@yandex.ru

А.Т. Бурбелло

д.м.н., профессор, кафедра терапии и клинической фармакологии,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: at-burbello@yandex.ru

Ж.В. Антонова

к.б.н., доцент, кафедра общей и биологической химии им. В.В. Соколовского,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: antonova.janna2016@yandex.ru

Л.А. Карякина

к.м.н., доцент, кафедра дерматовенерологии,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: doca_kla@mail.ru

И.С. Кустов

студент, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: biochem5@yandex.ru

Н.С. Бойко

студентка, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: biochem5@yandex.ru

К.С. Лысенко

студентка, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)
E-mail: biochem5@yandex.ru

Актуальность. Псориаз рассматривается как мультифакторное хроническое, воспалительное, иммунозависимое рецидивирующее заболевание, сопровождающееся повышенным уровнем пролиферации клеток кожи. Одним из факторов, способствующих запуску процессов пролиферации, является снижение интенсивности процессов свободнорадикального окисления.

Цель работы. Изучить влияние омега-3 полиненасыщенных жирных кислот на состояние антиоксидантной системы крови и устойчивость супероксиддисмутазы (СОД) к действию окислителей у пациентов с псориазом.

Результаты. Установлено, что у больных псориазом имеет место сдвиг редокс-состояния в сторону увеличения восстановленных эквивалентов за счет повышения общих HS-групп плазмы крови, коэффициента соотношения между каталазой и супероксиддисмутазой, а также снижения чувствительности супероксиддисмутазы к действию окислителей. Показано, что у пациентов с псориазом при добавлении к стандартной терапии омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в дозе 3450 мг/сут, разделенной на три приема, достоверно увеличивается содержание HS-групп плазмы крови, восстанавливается чувствительность супероксиддисмутазы к действию окислителя.

Выводы. Применение «Омега-3 35%» у больных псориазом в течение месяца привело к формированию тенденции к нормализации ответной реакции СОД на окислитель. Соотношение КАТ/СОД и содержание белковых и небелковых HS-групп крови могут быть использованы для оценки эффективности омега-3 ПНЖК как препаратов коррекции антиоксидантного статуса при псориазе.

Ключевые слова: псориаз, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, антиоксидантная система, устойчивость СОД к действию окислителей.

Для цитирования: Гайковая Л.Б., Тюнина Н.В., Павлова Р.Н., Бурбелло А.Т., Антонова Ж.В., Карякина Л.А., Кустов И.С., Бойко Н.С., Лысенко К.С. Метаболическая коррекция антиоксидантного статуса крови с использованием омега-3 полиненасыщенных жирных кислот при лечении больных псориазом. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2020; 23(7):52–57. <https://doi.org/10.29296/25877313-2020-07-09>

Согласно современным представлениям, псориаз рассматривается как мультифакторное хроническое, воспалительное, иммунозависимое рецидивирующее заболевание, сопровождающееся повышенным уровнем пролиферации клеток кожи. Запуск патологического процесса происходит внешними факторами окружающей среды, нервно-психическим напряжением, инфекционно-воспалительным процессом, при этом пролиферативная готовность тканей является ведущей и служит морфологической основой данного заболевания [1–3]. Одним из факторов, способствующих запуску процессов пролиферации, является снижение интенсивности процессов свободнорадикального окисления (СРО) и сдвиг редокс-состояния в сторону восстановленных эквивалентов в кератиноцитах [2–4] и крови [5, 6]. Сдвиг редокс-равновесия в клетке может проявиться в конформационных изменениях белков и ферментов, а, следовательно, в их активности и чувствительности к действию различных факторов.

Важным патогенетическим фактором при псориазе остается сдвиг редокс-равновесия в клетке и дефицит полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Можно предположить, что за счет изменений процессов СРО, противовоспалительного и иммуномодулирующего действий омега-3 ПНЖК [2, 7–9] могут оказывать корректирующее действие при псориазе. Однако до конца механизм защитного действия омега-3 ПНЖК при псориазе не известен.

Цель работы – изучить влияние омега-3 ПНЖК на состояние антиоксидантной системы крови и устойчивость супероксиддисмутазы (СОД) к действию окислителей у пациентов с псориазом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В первую группу вошли 15 пациентов с установленным диагнозом вульгарная форма псориаза,

которые наряду со стандартной терапией получали омега-3 ПНЖК в дозе 3450 мг/сут, разделенной на три приема (биологически активная добавка «Омега-3 35%», свидетельство о государственной регистрации № RU.77.99.88.003.E.002704. 06.17 от 15.06.2017, Россия, Мурманск, ООО «Полярис»). Выбор дозы обусловлен доказанным эффектом в исследовании проведенном ранее [10]. Определение показателей антиоксидантного статуса (АОС) в крови у пациентов проводили до и через 28 дней от начала терапии. Вторую группу составили доноры (15 человек). Обе группы были сопоставимы по полу и возрасту. В исследование включали пациентов после подписания информированного согласия и в соответствии со стандартами Хельсинской декларации.

Антиоксидантный статус оценивали по состоянию ферментного и неферментного звена: определяли активность каталазы (КАТ) и супероксиддисмутазы (СОД) гемолизата крови и чувствительность СОД к окислителям [11], концентрацию общих HS-групп фотометрическим методом, включая белковые и небелковые фракции [11], содержание конечных продуктов перекисного окисления липидов – малонового диальдегида (МДА) [12].

Дизайн исследования. В работе представлено три серии исследований. В первой серии у больных псориазом до и после терапии с добавлением омега-3 ПНЖК в дозе 3450 мг/сут, разделенной на три приема по 1150 мг, определяли состояние АОС крови: общие HS-группы плазмы, СОД, КАТ, МДА.

Во второй серии исследований у пациентов с псориазом (до начала терапии) в крови определяли содержание белковых и небелковых HS-групп под воздействием омега-3 ПНЖК *in vitro*. Плазму крови инкубировали с омега-3 ПНЖК в конечной концентрации $17,45 \cdot 10^{-2}$ мг/мл, (соответствующей дозе 1150 мг/сут) в течении 15 мин при температуре 37 °С.

В третьей серии, выполненной *in vitro*, исследовали устойчивость СОД крови доноров и больных псориазом к действию окислителей до лечения и через 28 дней стандартной терапии с добавлением омега-3 ПНЖК. Гемолизат крови (1:20) инкубировали 15 мин при температуре 37 °С с пероксидом водорода (H₂O₂) в конечной концентрации 2,5; 5; 10; 20; 30 и 40 ммоль/мл с последующим определением активности СОД.

Полученные данные обрабатывали с помощью прикладного рабочего пакета статистического анализа «Statistica v.10». Получив распределение

нормального типа, для оценки достоверности результатов определяли среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD). При сравнении двух выборок для оценки достоверности различий применяли *t*-критерий Стьюдента (*p*), достоверность считали приемлемой при *p* < 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки состояния антиоксидантного статуса клеток крови у пациентов основной группы (1-я) и группы сравнения (2-я) представлены в таблице.

Таблица. Состояние антиоксидантной системы крови больных псориазом до и после лечения с использованием омега-3 ПНЖК

Группа		HS-группы плазмы (общие), мкмоль/мл	СОД, у.е.	КАТ, у.е.	КАТ/СОД	МДА, нмоль/мл
1-я	До лечения	8,96±6,2	0,61 ± 0,38	5,05 ± 0,66	8,27±1,44*	4,68 ± 0,70
	Через 28 дней	9,2 ± 5,7	0,87 ± 0,66	4,85 ± 2,5	5,5±1,3*	4,44 ± 1,6
2-я (доноры)		7,48 ± 3,2	1,1 ± 0,67	3,27 ± 0,59	2,9±0,61	4,56 ± 0,94

П р и м е ч а н и е : * – достоверные различия при сравнении с донорами при *p* < 0,05.

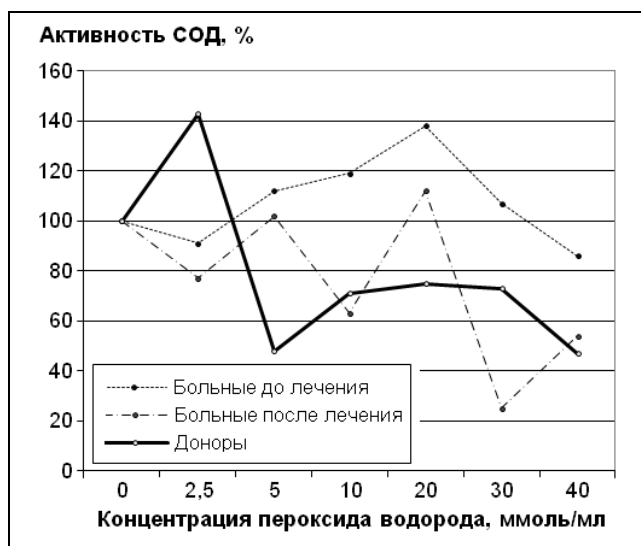
В первой серии анализ результатов показал, что у больных псориазом до лечения по сравнению с донорами было достоверно (*p*<0,05) увеличено соотношение КАТ/СОД. По остальным показателям наблюдались тенденции к повышению содержания общих HS-групп плазмы крови, активности КАТ и к снижению активности СОД. Через 28 дней после начала терапии омега-3 ПНЖК соотношение КАТ/СОД снизилось на 33%, но было достоверно выше, чем в группе доноров (*p*<0,05). При этом отмечалась тенденция к повышению активности СОД и снижению КАТ. Концентрация МДА не изменялась ни до, ни после лечения при сравнении с донорами. Содержание общих HS-групп плазмы имело тенденцию к повышению по сравнению с исходными данными пациентов с псориазом и донорами.

Во второй серии исследования влияния омега-3 ПНЖК на содержание белковых и небелковых HS-групп плазмы *in vitro* было установлено, что у больных с псориазом исходное содержание небелковых HS-групп плазмы составляло 0,21±0,32 мкмоль/л, белковых – 5,56±3,22 мкмоль/л. После инкубации с омега-3 ПНЖК в конечной концентрации содержание небелковых HS-групп достоверно повышалось в 7,4 раза (до 1,55±0,86 мкмоль/л, *p*<0,05), белковых HS-групп – в 2,1 раза (до 7,68±3,25 мкмоль/л). Препарат «Омега-3 35%»,

исследованный *in vitro*, непосредственно не влияет на содержание HS-групп глутатиона [10]. Увеличение HS-групп при инкубации препарата «Омега-3 35%» с плазмой может быть связано с конформационными изменениями белков и выходом на поверхность реакционноспособных HS-групп, а также с освобождением связанных с белками низкомолекулярных тиолов, так как при инкубации препарата «Омега-3 35%» с плазмой, содержащей активные формы кислорода, запускаются процессы пероксидации в ПНЖК, вызывающие конформационные изменения белков плазмы. В ряде работ [13–18] показано, что в процессе стрессорной реакции, вызванной различными факторами, на стадии активации происходит увеличение содержания HS-групп. Таким образом, ПНЖК, не являясь антиоксидантами, повышают антиоксидантную готовность клетки, переводя ее в стадию активации.

В третьей серии исследований определена устойчивость СОД крови больных псориазом к действию окислителя (H₂O₂) до и через месяц после стандартной терапии с включением омега-3 ПНЖК как препарата коррекции (рисунок).

Активность СОД у доноров повысилась при инкубации с пероксидом водорода в конечной концентрации 2,5 ммоль/мл, но при дальнейшем увеличении концентрации H₂O₂ имело место снижение активности фермента.



Активность СОД при действии пероксида водорода (в различных концентрациях) у пациентов 1-й группы до и после лечения омега-3 ПНЖК и доноров

Во всех пробах пациентов 1-й группы до лечения наблюдалась иная реакция СОД (по сравнению с донорами) на действие окислителя: вначале (при концентрации H_2O_2 2,5 ммоль/мл) активность СОД снижалась, затем при увеличении концентрации окислителя 5; 10; и 20 ммоль/мл активность фермента значительно увеличивалась и только при концентрациях 30 и 40 ммоль/мл отмечалось ингибирование активности фермента. Через месяц после лечения ответная реакция СОД на действие окислителя изменилась – наметилась тенденция к нормализации ответной реакции СОД на окислитель (рисунок). Изменение редокс-состояния в крови больных псориазом в присутствии омега-3 ПНЖК, вероятно, вызывает конформационные изменения в ферменте, и способствует нормализации чувствительности СОД к действию окислителя.

Выводы

Изменение метаболических процессов в крови больных псориазом сопровождается повышением содержания белковых и небелковых NS-групп плазмы крови, снижением активности СОД и ее чувствительности к действию пероксида водорода, повышением коэффициента КАТ/СОД. Применение препарата «Омега-3 35%» у больных псориазом в течение месяца привело к формированию тенденции к нормализации ответной реакции СОД на окислитель. Соотношение КАТ/СОД и содержание белковых и небелковых NS-групп крови

могут быть использованы для оценки эффективности омега-3 ПНЖК как препаратов коррекции антиоксидантного статуса при псориазе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Притуло О.А., Рычкова И.В.* Современные представления о патогенезе псориаза. Таврический медико-биологический вестник. 2017; 20(1): 141–153.
2. *Шилов В.Н., Сергиенко В.Н.* Новые подходы к изучению патогенеза и лечения псориаза. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2000; 129(4): 364–369.
3. *Грашин Р.А., Антонов В.Г., Карпищенко А.И.* Системы свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты как индикаторы активности пролиферации кератиноцитов при псориазе. Клиническая лабораторная диагностика. 2010; 1: 18–24.
4. *Тарасенко Г.Н., Хышиткуев Б.С., Корнилов А.Б.* Особенности жирнокислотного спектра эпидермиса у больных псориазом. Военный медицинский журнал. 2002; 2: 61–62.
5. *Павлова Р.Н., Карякина Л.А., Бейшебаева Ч.Р., Дадали В.А.* Исследование состояния антиоксидантной системы при использовании омега-3 полиненасыщенных жирных кислот как препарата коррекции при лечении больных псориазом. Вопросы биологической медицины и фармацевтической химии. 2013; 4: 69–72.
6. *Гайковая Л.Б., Павлова Р.Н., Бурбелло А.Т., Тюнина Н.В., Антонова Ж.В., Соколова М.Н., Карякина Л.А., Мурзина А.А.* Сравнение одноразового и трехкратного приема полиена, как препарата коррекции при лечении больных псориазом. Материалы VI Междунар. научно-практ. конф. «Актуальные вопросы медицины в современных условиях». 2019. С.46.
7. *Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в эксперименте и клинической практике.* Под ред. А.Т. Бурбелло, Л.Б. Гайковой, Г.А. Кухарчик. СПб: 2017. 370 с.
8. *Некшелова А.В., Кулиненко Ж.Г., Якубович А.И., Салдамаева Л.С.* Нутрицевтивная поддержка больных псориазом с применением полиненасыщенных жирных кислот омега-3. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2015; 5: 81–85.
9. *Гайковая Л.Б.* Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты: лабораторные методы в оценке их многофакторного действия. Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2010; 6(4): 3–14.
10. *Гайковая Л.Б., Павлова Р.Н., Тюнина Н.В., Антонова Ж.В., Бейшебаева Ч.Р., Смертина М.Н., Карякина Л.А., Кукушкина К.С.* Сравнение препаратов океанола, полиена и омакора по действию на состояние антиоксидантной системы крови больных псориазом в опытах «in vitro». Профилактическая и клиническая медицина. 2017; 4(65): 48–55.
11. *Арутюнян А.В., Дубинина Е.Е., Зыбина Н.Н.* Методы оценки свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы. СПб. 2000. 67 с.
12. *Путилина Ф.Е., Галкина О.В., Ещенко Н.Д.* Свободнорадикальное окисление. Под ред. Н.Д. Ещенко. СПб: Изд-во ун-та. 2008. 161 с.
13. *Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С.* Антистрессорные реакции и активационная терапия. М.: ЕЕ Медиа. 2012. 559 с.
14. *Гончарова Л.Л.* Тиолдисульфидная система в клинической практике. Лабораторная диагностика – Terra medica. 2003; 2: 3–6.
15. *Соколовский В.В.* Тиолдисульфидная система в реакциях организма на факторы окружающей среды. Санкт-Петербург. Наука 2008. 118 с.

16. Hansen R., Roth D., Winther J. Quantifying the global cellular thiol-disulfide status. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2009; 106(2): 422–427.
17. Go Y., Jonts D. Tioldisulfide redox states in signaling and sensing. *Crit. rev. biochem. mol. Biol.* 2013; 48(2): 173–181.
18. Pimentel D., Haeussler D.J., Matsui R., Burgoyne J.R., Cohen R.A., Bachschmid M.M.I. Regulation of Cell Physiology and Pathology by Protein S-glutathionylation: Lessons Learned From the Cardiovascular System. *Antioxid Redox Signal.* 2012 Mar 15; 16(6): 524–42. doi: 10.1089/ars.-2011.4336.

Поступила 21 мая 2020 г.

METABOLIC CORRECTION OF ANTIOXIDANT STATUS OF BLOOD USING OMEGA-3 POLYUNSATURATED FATTY ACIDS IN THE TREATMENT OF PSORIASIS PATIENTS

© Authors, 2020

L.B. Gaykovaya

Dr.Sc. (Med.), Professor,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: largaykovaya@yandex.ru

N.V. Tyunina

Post-graduate Student,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: nadintv15@gmail.com

R.N. Pavlova

Ph.D. (Med.), Associate Professor,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: RNP.apr2020@yandex.ru

A.T. Burbello

Dr.Sc. (Med.), Professor,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: at-burbello@yandex.ru

J.V. Antonova

Ph.D. (Biol.), Associate Professor,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: antonova.janna2016@yandex.ru

L.A. Karyakina

Ph.D. (Med.), Associate Professor,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: doca_kla@mail.ru

I.S. Kustov

Student, North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: biochem5@yandex.ru

N.S. Boyko

Student,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: biochem5@yandex.ru

K.S. Lysenko

Student,
North-Western State Medical University after I.I. Mechnikov under the Ministry of Public Health of the Russian Federation (Saint-Petersburg)
E-mail: biochem5@yandex.ru

Relevance. Psoriasis is considered as a multifactorial chronic, inflammatory, immuno-dependent recurrent disease, accompanied by an increased level of skin cell proliferation. One of the factors contributing to the start of proliferation processes is a decrease in the intensity of free radical oxidation processes.

Objective. To study the effect of omega-3 PUFAs on the state of the antioxidant blood system and the resistance of superoxide dismutase (SOD) to the action of oxidizing agents in patients with psoriasis.

Results. It has been established that in patients with psoriasis there is a shift in the redox state in the direction of increasing restored equivalents due to an increase in the total HS groups of blood plasma, the ratio between catalase and superoxide dismutase, and also a decrease in the sensitivity of superoxide dismutase to oxidizing agents. It has been shown that in patients with psoriasis, when omega-3 polyunsaturated fatty acids are added to the standard therapy at a dose of 3450 mg / day, the content of blood plasma HS groups is significantly increased, and the sensitivity of superoxide dismutase to the action of the oxidizing agent is restored.

Conclusions. The use of "Omega-3 35%" in patients with psoriasis for a month led to the formation of a tendency to normalize the response of SOD to the oxidizing agent. The ratio of CAT / SOD and the content of protein and non-protein HS blood groups can be used to assess the effectiveness of omega-3 PUFAs as antioxidant correction drugs for psoriasis.

Key words: psoriasis, omega-3 polyunsaturated fatty acids, antioxidant system, SOD resistance to oxidizing agents.

For citation: Gaykovaya L.B., Tyunina N.V., Pavlova R.N., Burbello A.T., Antonova J.V., Karyakina L.A., Kustov I.S., Boyko N.S., Lysenko K.S. Metabolic correction of antioxidant status of blood using omega-3 polyunsaturated fatty acids in the treatment of psoriasis patients. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2020;23(7):52–57. <https://doi.org/10.29296/25877313-2020-07-09>

REFERENCES

1. Pritulo O.A., Rychkova I.V. Sovremennye predstavleniya o patogeneze psoriaza. Tavricheskij mediko-biologicheskij vestnik. 2017; 20(1): 141–153.
2. Shilov V.N., Sergienko V.N. Novye podhody k izucheniju patogeneza i lechenija psoriaza. Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny. 2000; 129(4): 364–369.
3. Grashin R.A., Antonov V.G., Karpishhenko A.I. Sistemy svobodnoradikal'nogo okislenija i antioksidantnoj zashhity kak indikator aktivnosti proliferacii keratinocitov pri psoriaze. Klinicheskaja laboratornaja diagnostika. 2010; 1: 18–24.
4. Tarasenko G.N., Hyshitkuev B.S., Kornilov A.B. Osobennosti zhirkokislотного спектра jepidermisa u bol'nyh psoriazom. Voennyj medicinskij zhurnal. 2002; 2: 61–62.
5. Pavlova R.N., Karjakina L.A., Bejshebaeva Ch.R. Dadali V.A. Issledovanie sostojanija antioksidantnoj sistemy pri ispol'zovanii omegalicina kak preparata korrekcii pri lechenii bol'nyh psoriazom. Voprosy biologicheskoy mediciny i farmacevticheskoy himii. 2013; 4: 69–72.
6. Gajkovaja L.B., Pavlova R.N., Burbello A.T., Tjunina N.V., Antonova Zh.V., Sokolova M.N., Karjakina L.A., Murzina A.A. Sravnenie odnorazovogo i trehkratnogo priema poliena, kak preparata korrekcii pri lechenii bol'nyh psoriazom. Materialy VI Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Aktual'nye voprosy mediciny v sovremennyh uslovijah». 2019. S.46.
7. Omega-3 polinenasyshhennye zhirnye kisloty v jeksperimente i klinicheskoy praktike. Pod red. A.T. Burbello, L.B. Gajkovoj, G.A. Kuharchik. SPb: 2017. 370 s.
8. Nekipelova A.V., Kulinenko Zh.G., Jakubovich A.I., Saldamaeva L.S. Nutricevtivnaja podderzhka bol'nyh psoriazom s primeneniem polinenasyshhennyh zhirnyh kislot omega-3. Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk). 2015; 5: 81–85.
9. Gajkovaja L.B. Omega-3 polinenasyshhennye zhirnye kisloty: laboratornye metody v ocenke ih mnogofaktornogo dejstvija. Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii. 2010; 6(4): 3–14.
10. Gajkovaja L.B., Pavlova R.N., Tjunina N.V., Antonova Zh.V., Bejshebaeva Ch.R., Smertina M.N., Karjakina L.A., Kukushkina K.S. Sravnenie preparatov okeanola, poliena i omakora po dejstvu na sostojanie antioksidantnoj sistemy krovi bol'nyh psoriazom v opytah «in vitro». Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina. 2017; 4(65): 48–55.
11. Arutjunjan A.V., Dubinina E.E., Zybina N.N. Metody ocenki svobodnoradikal'nogo okislenija i antioksidantnoj sistemy. SPb. 2000. 67 s.
12. Putilina F.E., Galkina O.V., Eschenko N.D. Svobodnoradikalnoe okislenie. Pod red. N.D. Eschenko. SPb: Izd-vo un-ta. 2008. 161 s.
13. Garkavi L.H., Kvakina E.B., Kuzmenko T.S. Antistressornye reaktsii i aktivatsionnaya terapiya. M.: YoYo Media. 2012. 559 s.
14. Goncharova L.L. Tioldisulfidnaya sistema v klinicheskoy praktike. Laboratornaja diagnostika – Terra medica. 2003; 2: 3–6.
15. Sokolovskij V.V. Tioldisulfidnaja sistema v reakcijah organizma na faktory okruzhajushhej sredy. Sankt-Peterburg. Nauka 2008. 118 s.
16. Hansen R., Roth D., Winther J. Quantifying the global cellular thiol-disulfide status. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2009; 106(2): 422–427.
17. Go Y., Jonts D. Tioldisulfide redox states in signaling and sensing. Crit. rev. biochem. mol. Biol. 2013; 48(2): 173–181.
18. Pimentel D., Haeussler D.J., Matsui R., Burgoyne J.R., Cohen R.A., Bachschmid M.M.I. Regulation of Cell Physiology and Pathology by Protein S-glutathionylation: Lessons Learned From the Cardiovascular System. Antioxid Redox Signal. 2012 Mar 15;16(6):524-42. doi: 10.1089/ars.2011.4336.