



Параметры свободнорадикального окисления у женщин разных этнических групп в менопаузе, проживающих в городской и сельской местности Прибайкалья

А.С. Лесная, Н.В. Семёнова, М.А. Даренская, Л.И. Колесникова

Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, Иркутск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Течение менопаузы может приобретать патологическую направленность, приводить к развитию ассоциированных с ней патологий и формированию климактерического синдрома. Определить предрасположенность к развитию патологических состояний можно путём оценки неспецифических процессов перекисного окисления липидов. Известно, что на них могут влиять различные группы факторов, такие как этническая принадлежность испытуемых, однако малоизученным фактором остаётся территория проживания.

Цель. Оценить параметры свободнорадикального окисления — антиоксидантной защиты у женщин с менопаузальным статусом русской и бурятской этнических групп, проживающих в городской и сельской местности Прибайкалья для установления характера воздействия территориальных факторов данного региона на местное население.

Методы. В исследовании приняли участие 344 женщины климактерического периода, которые были разделены на 4 исследуемые группы: русская этническая группа, город ($n=115$); русская этническая группа, село ($n=43$); бурятская этническая группа, город ($n=129$); бурятская этническая группа, село ($n=57$). У всех женщин измеряли параметры перекисного окисления липидов: уровень субстратов с изолированными двойными связями, диеновых конъюгатов, кетодиенов и сопряжённых триенов и продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой. Оценка компонентов антиоксидантной защиты включала определение активности супероксиддисмутазы, общей антиокислительной активности крови, концентрации α -токоферола и ретинола, уровня восстановленного и окисленного глутатиона с расчётом их соотношения. Различия сравниваемых показателей считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. У женщин русского этноса, проживающих в сельской местности, выявлены более высокие показатели субстратов с изолированными двойными связями ($p=0,013$), диеновых конъюгатов ($p=0,018$), кетодиенов и сопряжённых триенов ($p=0,047$), продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой ($p=0,011$), активности супероксиддисмутазы ($p < 0,001$), содержания окисленного глутатиона ($p=0,006$) и более низкий уровень ретинола ($p=0,001$), восстановленного глутатиона ($p < 0,001$), а также соотношения восстановленного глутатиона к окисленному ($p < 0,001$) по сравнению с женщинами, проживающими в городе. У женщин бурятского этноса, проживающих в сельской местности, определены более высокие уровни субстратов с изолированными двойными связями ($p < 0,001$), диеновых конъюгатов ($p=0,001$), кетодиенов и сопряжённых триенов ($p=0,001$), продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой ($p < 0,001$), активности супероксиддисмутазы ($p=0,009$), содержания α -токоферола ($p=0,043$) и окисленного глутатиона ($p=0,008$) по сравнению с горожанами. Этнические различия были выявлены только между городскими жителями, которые заключались в более высоких значениях кетодиенов и сопряжённых триенов ($p=0,008$), продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой ($p < 0,001$), α -токоферола ($p < 0,001$), ретинола ($p < 0,001$), восстановленного глутатиона ($p < 0,001$) и соотношения восстановленного глутатиона к окисленному ($p < 0,001$) у русского этноса.

Заключение. Экологические особенности территории Прибайкалья оказывают значительное влияние на состояние свободнорадикального гомеостаза у женщин основных этнических групп региона с менопаузальным статусом.

Ключевые слова: менопауза; перекисное окисление липидов; село; город; этнос.

Как цитировать:

Лесная А.С., Семёнова Н.В., Даренская М.А., Колесникова Л.И. Параметры свободнорадикального окисления у женщин разных этнических групп в менопаузе, проживающих в городской и сельской местности Прибайкалья // Экология человека. 2025. Т. 32, № 9. С. 675–687.

DOI: 10.17816/humeco680001 EDN: OSOGHU

Parameters of Free Radical Oxidation in Women of Different Ethnic Groups in Menopause Living in Urban and Rural Areas of the Baikal Region

Anastasia S. Lesnaya, Natalya V. Semenova, Marina A. Darenskaya, Lubov I. Kolesnikova

Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The course of menopause may acquire a pathological trajectory, leading to the development of associated disorders and the formation of climacteric syndrome. The predisposition to pathological conditions can be assessed through evaluation of nonspecific lipid peroxidation processes. It is known that these processes can be influenced by various factors, including ethnicity of the subjects, whereas the impact of place of residence remains poorly studied.

AIM: This study aimed to assess the parameters of free radical oxidation and antioxidant defense in menopausal women of Russian and Buryat ethnic groups living in urban and rural areas of the Baikal region, in order to determine the impact of territorial factors of this region on the local population.

METHODS: The study included 344 women in the climacteric period, divided into four groups: Russian ethnic group, urban ($n=115$); Russian ethnic group, rural ($n=43$); Buryat ethnic group, urban ($n=129$); Buryat ethnic group, rural ($n=57$). In all women, lipid peroxidation parameters were measured: the levels of substrates with isolated double bonds, diene conjugates, ketodienes and conjugated trienes, and thiobarbituric acid reactive substances. Assessment of antioxidant defense components included determination of superoxide dismutase activity, total antioxidant activity of blood, concentrations of α -tocopherol and retinol, levels of reduced and oxidized glutathione, and calculation of their ratio. Differences were considered significant at $p < 0.05$.

RESULTS: Russian women living in rural areas had higher levels of substrates with isolated double bonds ($p=0.013$), diene conjugates ($p=0.018$), ketodienes and conjugated trienes ($p=0.047$), thiobarbituric acid reactive substances ($p=0.011$), superoxide dismutase activity ($p < 0.001$), and oxidized glutathione ($p=0.006$), along with lower retinol levels ($p=0.001$), reduced glutathione ($p < 0.001$), and the reduced/oxidized glutathione ratio ($p < 0.001$), compared to urban residents. Among Buryat women in rural areas, higher levels of substrates with isolated double bonds ($p < 0.001$), diene conjugates ($p=0.001$), ketodienes and conjugated trienes ($p=0.001$), thiobarbituric acid reactive substances ($p < 0.001$), superoxide dismutase activity ($p=0.009$), α -tocopherol ($p=0.043$), and oxidized glutathione ($p=0.008$) were observed compared to urban residents. Ethnic differences were identified only among urban women, with Russian women showing higher values of ketodienes and conjugated trienes ($p=0.008$), thiobarbituric acid reactive substances ($p < 0.001$), α -tocopherol ($p < 0.001$), retinol ($p < 0.001$), reduced glutathione ($p < 0.001$), and the reduced/oxidized glutathione ratio ($p < 0.001$).

CONCLUSION: The ecological characteristics of the Baikal region exert a significant influence on the state of free radical homeostasis in menopausal women of the region's major ethnic groups.

Keywords: menopause; lipid peroxidation; rural area; urban area; ethnicity.

To cite this article:

Lesnaya AS, Semenova N V, Darenskaya MA, Kolesnikova LI. Parameters of Free Radical Oxidation in Women of Different Ethnic Groups in Menopause Living in Urban and Rural Areas of the Baikal Region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(9):675–687. DOI: 10.17816/humeco680001 EDN: OSOGHU

更年期不同族群女性在Baikal地区城乡居住环境下的自由基氧化参数

Anastasia S. Lesnaya, Natalya V. Semenova, Marina A. Darenskaya, Lubov I. Kolesnikova

Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russia

摘要

论证: 更年期过程可能呈现病理性进展, 导致与其相关疾病的发展及更年期综合征的形成。通过评估非特异性脂质过氧化过程, 可以确定对病理状态的易感性。已知影响这些过程的因素包括种族归属, 但居住地域因素仍缺乏系统研究。

目的: 评估居住在Baikal地区城乡的俄罗斯族与布里亚特族更年期女性的自由基氧化及抗氧化防御参数, 以明确地域因素对当地人群的作用特征。

方法: 本研究纳入344名更年期女性, 分为四组: 俄罗斯族城市组 ($n=115$)、俄罗斯族农村组 ($n=43$)、布里亚特族城市组 ($n=129$)、布里亚特族农村组 ($n=57$)。在所有女性中测定脂质过氧化参数: 孤立双键底物水平、二烯共轭物、酮二烯与共轭三烯, 以及硫代巴比妥酸反应物。抗氧化防御的评估包括超氧化物歧化酶活性、血液总抗氧化活性、 α -生育酚与视黄醇浓度、还原型与氧化型谷胱甘肽水平及其比值。差异以 $p<0.05$ 为显著标准。

结果: 与城市女性相比, 居住在农村的俄罗斯族女性表现出更高水平的孤立双键底物 ($p=0.013$)、二烯共轭物 ($p=0.018$)、酮二烯与共轭三烯 ($p=0.047$)、硫代巴比妥酸反应物 ($p=0.011$)、超氧化物歧化酶活性 ($p<0.001$)、氧化型谷胱甘肽 ($p=0.006$), 以及更低的视黄醇 ($p=0.001$)、还原型谷胱甘肽 ($p<0.001$) 和谷胱甘肽还原/氧化比值 ($p<0.001$)。在布里亚特族农村女性中, 也观察到孤立双键底物 ($p<0.001$)、二烯共轭物 ($p=0.001$)、酮二烯与共轭三烯 ($p=0.001$)、硫代巴比妥酸反应物 ($p<0.001$)、超氧化物歧化酶活性 ($p=0.009$)、 α -生育酚 ($p=0.043$) 及氧化型谷胱甘肽 ($p=0.008$) 均高于城市居民。种族差异仅见于城市女性: 俄罗斯族女性的酮二烯与共轭三烯 ($p=0.008$)、硫代巴比妥酸反应物 ($p<0.001$)、 α -生育酚 ($p<0.001$)、视黄醇 ($p<0.001$)、还原型谷胱甘肽 ($p<0.001$) 及谷胱甘肽还原/氧化比值 ($p<0.001$) 水平均较高。

结论: Baikal地区的生态特征对该地区主要民族更年期女性的自由基稳态具有显著影响。

关键词: 更年期; 脂质过氧化; 农村; 城市; 民族。

引用本文:

Lesnaya AS, Semenova N V, Darenskaya MA, Kolesnikova LI. 更年期不同族群女性在Baikal地区城乡居住环境下的自由基氧化参数. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(9):675–687. DOI: 10.17816/humeco680001 EDN: OSOGHU

ОБОСНОВАНИЕ

Менопауза — переходный этап в жизненном цикле женщины, характеризующийся прекращением репродуктивной функции и началом периода климактерия. Неотъемлемой частью менопаузы является изменение гормонального фона женщин, в первую очередь происходит снижение половых гормонов — эстрогенов. Несмотря на то что климактерический период является физиологическим состоянием, дефицит эстрогенов отражается на течении метаболических процессов в организме, нарушение которых лежит в основе развития ряда патологий и формирования климактерического синдрома, в связи с чем течение менопаузы может приобретать патологическую направленность [1].

Определить предрасположенность к развитию патологических состояний можно путём оценки неспецифических патологических процессов, например, свободно-радикального окисления, где наиболее изученным звеном являются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) [2]. При интенсификации процессов липопероксидации на фоне истощённости систем, ингибирующих окисление, можно выявлять нарушения свободнорадикального гомеостаза, которые в дальнейшем могут сыграть роль пускового механизма и лежать в основе устойчивых патологических состояний. С учётом того, что наступление менопаузы является фактором риска для формирования свободнорадикальной патологии, в данном периоде возрастает необходимость оценки параметров свободнорадикального окисления для профилактики развития метаболических нарушений, ассоциированных с климактерием [3, 4].

Известно, что на течение метаболических процессов в клетках могут оказывать влияние различные группы факторов. Неоднократно была показана разница в интенсивности свободнорадикальных процессов и ёмкости антиоксидантной системы у лиц различных этносов [5–7], в том числе у женщин с менопаузальным статусом [8, 9]. Принято считать, что различия в параметрах свободнорадикального окисления — антиоксидантной защиты могут характеризовать адаптационные возможности у представителей сравниваемых этнических групп [10–12].

Однако влияние территории проживания на состояние свободнорадикального гомеостаза до сих пор остаётся малоизученным. Предполагается, что в результате воздействия территориальных факторов у местного населения могут формироваться адаптационные механизмы или преобладать дезадаптационные процессы, лежащие в основе специфики проявлений метаболических заболеваний [13]. В частности, показано влияние городской и сельской местности на особенности течения менопаузы [14].

На территории Прибайкалья наиболее крупными городами являются Иркутск (Иркутская область) и Улан-Удэ (Республика Бурятия), где большую часть населения

составляет русский и бурятский этносы. В представленных городах отмечается интенсивная концентрация населения, проблемы с инженерными коммуникациями, рост экологической напряжённости, высокий уровень техногенной нагрузки со стороны топливно-энергетического комплекса и автотранспорта. Также в Иркутске обнаружено загрязнение почвенного покрова, обусловленное большими промышленными выбросами, а в Улан-Удэ отмечены крайне низкие условия самоочищения атмосферы [15].

При этом большую часть Прибайкалья занимает сельское поселение, часть населённых пунктов которого в прошлом была подвержена загрязнению радионуклидами, что может отражаться на здоровье ныне живущего населения, в том числе и на состоянии свободнорадикального гомеостаза [16–18]. Согласно оценке плотности выпадения цезия 137 в Южной Сибири, одним из таких населённых пунктов является село Хоринск в Республике Бурятия [19]. Изучение параметров свободнорадикального окисления у жительниц Хоринска с менопаузальным статусом ранее не проводилось.

Цель исследования. Оценить параметры свободнорадикального окисления — антиоксидантной защиты у женщин с менопаузальным статусом русской и бурятской этнических групп, проживающих в городской и сельской местности Прибайкалья для установления характера воздействия территориальных факторов данного региона на местное население.

МЕТОДЫ

Данная работа выполнялась в 2019–2022 гг., проведена на базе ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (Иркутск), одобрена этическим комитетом ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ (протокол заседания № 3 от 07.11.2019) и соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964 г., последний пересмотр — Форталеа, Бразилия, 2013). Каждая женщина добровольно подписала информированное согласие на участие в проводимом исследовании.

Все испытуемые прошли общеклиническое обследование со сбором анамнеза, в результате чего были исключены женщины с обострением хронических заболеваний, имеющие сахарный диабет, принимающие заместительную гормональную терапию и антиоксидантные препараты.

Обязательным условием было прохождение участницами гинекологического осмотра с целью подтверждения менопаузального статуса, по результатам которого в исследование попали женщины с аменореей или нарушениями менструального цикла (стабильные колебания от 7 дней и выше по продолжительности последовательных циклов), содержанием антимюллерова гормона не превышающим 1,2 нг/мл. Разделение женщин

по фазам менопаузы происходило с использованием следующих критериев: для группы перименопаузы — возраст 45–55 лет, изменение ритма менструаций по типу олигоменореи или отсутствие менструальной функции в течение 12 мес., УЗ-критерии (несоответствие структуры и толщины эндометрия 1-й и 2-й фазам менструального цикла, истощение фолликулярного аппарата яичников), концентрация фолликулостимулирующего гормона более 20 МЕд/мл; для группы постменопаузы — возраст 56–60 лет, отсутствие менструальной функции более 24 мес., УЗ-критерии (тонкий нефункциональный эндометрий, М-эхо 0,5 см или меньше, отсутствие фолликулярного аппарата яичников), уровень фолликулостимулирующего гормона более 20 МЕд/мл, индекс соотношения лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов меньше 1. По фазам менопаузы группы были сопоставимы.

Дополнительно выявляли наличие хронических патологий (табл. 1) и устанавливали степень выраженности климактерического синдрома путём определения модифицированного менопаузального индекса (ММИ) — менопаузальный индекс Куппермана в модификации Е.В. Уваровой [20]. Женщины с хирургической менопаузой были исключены из исследования. При подсчёте ММИ каждый из отдельных симптомов оценивают в зависимости от степени выраженности по баллам от 0 до 3. Результаты представлены на рис. 1. По встречаемости хронических патологий и выраженности климактерического синдрома исследуемые группы были сопоставимы между собой ($p < 0,005$).

Этническую принадлежность женщин устанавливали на основании генеалогического анамнеза (три поколения одной этнической группы) и самоидентификации с учётом элементов фенотипа. Для городских жителей постоянной территорией проживания были Иркутск (52°17′ с. ш., 104°18′ в. д.) и Улан-Удэ (51°50′ с. ш., 107°37′ в. д.), для жителей сельской местности — сельский населённый пункт Хоринск Республики Бурятия (52°10′ с. ш., 109°46′ в. д.).

Таким образом, в настоящем исследовании приняли участие 344 женщины климактерического периода, которые в зависимости от этнической принадлежности

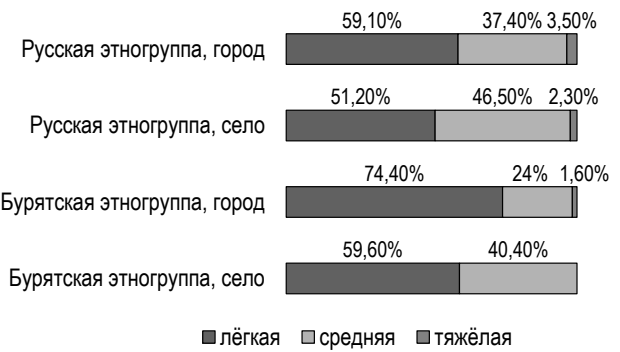


Рис. 1. Оценка степени тяжести климактерического синдрома у обследованных женщин на основании модифицированного менопаузального индекса.

Fig. 1. Assessment of climacteric syndrome severity in the examined women based on the modified menopausal index.

и территории проживания были разделены на 4 исследуемые группы:

- русская этническая группа, города Иркутск и Улан-Удэ: $n=115$, средний возраст — $52,07 \pm 4,42$ года, индекс массы тела (ИМТ) — $27,82 \pm 4,87$ кг/м² (перименопауза — 39,1%; постменопауза — 60,9%);
- русская этническая группа, село Хоринск: $n=43$, средний возраст — $50,64 \pm 4,39$ года, ИМТ — $28,69 \pm 5,41$ кг/м² (перименопауза — 48,8%; постменопауза — 51,2%);
- бурятская этническая группа, города Иркутск и Улан-Удэ: $n=129$, средний возраст — $53,20 \pm 5,14$ года, ИМТ — $27,06 \pm 4,42$ кг/м² (перименопауза — 41,1%; постменопауза — 58,9%);
- бурятская этническая группа, село Хоринск: $n=57$, средний возраст — $51,62 \pm 3,65$ года, ИМТ — $27,86 \pm 4,21$ кг/м² (перименопауза — 50,9%; постменопауза — 49,1%).

В качестве материала для исследований использовали сыворотку, плазму крови и лизат эритроцитов. Забор крови проводили из локтевой вены натощак в соответствии с общепринятыми требованиями.

Среди показателей, характеризующих интенсивность процессов свободнорадикального окисления, измеряли параметры ПОЛ, а именно уровень субстратов

Таблица 1. Структура выявленной патологии в обследуемых группах женщин, абс. (%)

Table 1. Distribution of detected conditions in the examined groups of women, abs. (%)

Вид патологии	Русская этническая группа		Бурятская этническая группа	
	город	село	город	село
Заболевания пищеварительной системы	36 (31,30)	11 (25,58)	50 (38,76)	18 (31,58)
Заболевания мочевыделительной системы	17 (14,70)	6 (13,95)	12 (9,30)	7 (12,28)
Заболевания опорно-двигательной системы	76 (66,08)	25 (58,14)	76 (58,91)	29 (50,88)
Заболевания сердечно-сосудистой системы	37 (32,17)	12 (27,90)	52 (40,31)	20 (35,09)
Заболевания репродуктивной системы (миома, эндометриоз)	22 (19,13)	10 (23,25)	17 (13,18)	11 (19,30)
Заболевания эндокринной системы (щитовидная железа)	18 (15,65)	4 (9,30)	15 (11,63)	4 (7,02)

с сопряжёнными двойными связями (Дв.св.), первичных продуктов ПОЛ — диеновых конъюгатов (ДК), промежуточных продуктов ПОЛ — кетодиенов и сопряжённых триенов (КД и СТ) [21] и конечных продуктов ПОЛ — продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой, то есть ТБК-активных продуктов (ТБК-АП) [22]. Измерения показателей свободнорадикального окисления проводили на спектрофотометре СФ-2000 (Россия). Содержание Дв.св., КД и СТ выражали в усл. ед., ДК — в мкмоль/л, ТБК-АП — в мкмоль/л.

Оценка компонентов антиоксидантной защиты включала определение активности супероксиддисмутазы (СОД) [23], общей антиокислительной активности крови (АОА) [24], концентрации α -токоферола и ретинола [25], уровня восстановленного (GSH) и окисленного глутатиона (GSSG) с расчётом их соотношения (GSH/GSSG) [26]. Измерения СОД проводили на биохимическом анализаторе BTS-350 (Испания) при $\lambda=320$ нм, уровня общей АОА — на спектрофотометре СФ-2000 (Россия), α -токоферола и ретинола — на флюорате 02 АБФФ-Т (Россия): для α -токоферола при $\lambda_{ex}=294$ нм и $\lambda_{em}=330$ нм, для ретинола при $\lambda_{ex}=335$ нм и $\lambda_{em}=460$ нм, GSH и GSSG — на флюорате 02 АБФФ-Т (Россия) при $\lambda_{ex}=350$ нм и $\lambda_{em}=420$ нм. Активность СОД выражали в усл. ед., общую АОА — в усл. ед. оптической плотности, концентрацию α -токоферола и ретинола — в мкмоль/л, GSH и GSSG — в ммоль/л.

Статистический анализ проводили с помощью пакета статистических и прикладных программ STATISTICA 10 (Stat-Soft Inc., США). Для определения близости к нормальному закону распределения количественных признаков использовали визуально-графический метод и критерии согласия Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса и Шапиро–Уилка. Оценку различий количественных показателей между изучаемыми группами проводили непараметрическими методами статистического анализа для независимых выборок с использованием критериев Манна–Уитни (U-test), Вальда–Вольфовица (W–W test) и Колмогорова–Смирнова (K–S test). Описательные статистики представлены в виде медианы и 25-го, 75-го процентилей. Различия сравниваемых показателей считали значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования параметров системы «ПОЛ — антиоксидантная защита» у женщин русской этнической группы, проживающих в городской и сельской местности, представлены в табл. 2.

У женщин русского этноса, проживающих в сельской местности, выявлены более высокие уровни липидных молекул с сопряжёнными двойными связями — Дв.св. ($p=0,013$), первичных продуктов липопероксидации — ДК ($p=0,018$), промежуточных продуктов липопероксидации — КД-СТ ($p=0,047$), конечных продуктов липопероксидации — ТБК-АП ($p=0,011$), активности СОД ($p < 0,001$),

содержания GSSG ($p < 0,006$) и более низкий уровень ретинола ($p=0,001$), GSH ($p < 0,001$), а также соотношения GSH/GSSG ($p < 0,001$) по сравнению с женщинами, проживающими в городе.

При изучении параметров системы «ПОЛ — антиоксидантная защита» у женщин бурятского этноса были определены более высокие уровни липидных молекул с сопряжёнными двойными связями — Дв.св. ($p < 0,001$), первичных продуктов липопероксидации — ДК ($p < 0,001$), промежуточных продуктов липопероксидации — КД-СТ ($p=0,001$), конечных продуктов липопероксидации — ТБК-АП ($p < 0,001$), активности СОД ($p=0,009$), содержания α -токоферола ($p=0,043$) и GSSG ($p=0,008$) у жительниц села по сравнению с горожанками (табл. 3).

Сравнение исследуемых параметров у женщин русского и бурятского этносов, проживающих в Иркутске и Улан-Удэ, позволило выявить этнические особенности состояния свободнорадикального гомеостаза у жительниц городов. Среди показателей ПОЛ отмечаются более высокие значения промежуточных — КД-СТ ($p=0,008$) и конечных продуктов липопероксидации — ТБК-АП ($p < 0,001$) у представительниц русского этноса. При этом среди показателей антиоксидантной защиты у женщин русского этноса выявлены более высокие уровни α -токоферола ($p < 0,001$), ретинола ($p < 0,001$), GSH ($p < 0,001$) и соотношения GSH/GSSG ($p < 0,001$) по сравнению с группой бурятского этноса (табл. 4).

Сравнение показателей субстратов ПОЛ, продуктов липопероксидации и компонентов системы антиоксидантной защиты у участниц русского и бурятского этносов, проживающих в сельской местности, не выявило достоверных различий между группами (см. табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Вопреки общепринятому мнению о более благоприятных условиях проживания человека вблизи природы, у женщин с менопаузальным статусом русского и бурятского этносов, проживающих в сельской местности, активность процессов липопероксидации выше, чем у жительниц городов. Более интенсивное окисление липидов у сельского населения может быть связано с высоким содержанием у них липидных субстратов для окисления. Об этом свидетельствуют работы, в которых у жителей сельской местности были выявлены нарушения в метаболизме липидов, характеризующиеся гипертриглицеридемией и гиперхолестеринемией, обусловленной повышенным уровнем холестерина липопротеинов низкой плотности, по сравнению с горожанами [27, 28]. Также показано, что атерогенные сдвиги у женщин в менопаузе более выражены у представительниц русской популяции, в результате чего риск интенсификации липопероксидных процессов у них выше [29]. Однако в указанных работах не учитываются экологические условия места жительства испытуемых, которые могли стать причиной выявленных

Таблица 2. Содержание субстратов, продуктов липопероксидации и компонентов системы антиоксидантной защиты у женщин русской этнической группы в климактерии в зависимости от территории проживания**Table 2.** Levels of substrates, lipid peroxidation products, and components of the antioxidant defense system in menopausal women of Russian ethnicity depending on place of residence

Показатель	Город M±SD Me [Q2; Q3]	Село M±SD Me [Q2; Q3]	Уровень значимости, критерий Манна–Уитни
Субстраты с сопряжёнными двойными связями, усл. ед.	2,25±0,97 2,08 [1,62; 2,80]	2,62±0,76 2,52 [1,98; 3,12]	0,013
ДК, мкмоль/л	1,35±0,73 1,20 [0,76; 1,77]	1,66±0,80 1,50 [1,06; 2,12]	0,018
КД-СТ, усл. ед.	0,48±0,28 0,40 [0,26; 0,62]	0,73±0,97 0,48 [0,38; 0,70]	0,047
ТБК-АП, мкмоль/л	1,09±0,42 0,96 [0,78; 1,36]	1,71±1,11 1,70 [0,67; 2,38]	0,011
Общая АОА, усл. ед.	14,64±6,29 13,52 [10,04; 18,98]	14,09±4,34 13,59 [11,30; 17,48]	0,848
СОД, усл. ед.	1,71±0,12 1,72 [1,63; 1,82]	1,82±0,12 1,86 [1,74; 1,92]	0,000
α-токоферол, мкмоль/л	7,39±2,76 6,66 [5,51; 8,65]	6,92±2,04 6,27 [5,66; 7,45]	0,628
Ретинол, мкмоль/л	0,70±0,24 0,67 [0,53; 0,86]	0,57±0,20 0,54 [0,44; 0,68]	0,001
GSH, ммоль/л	2,54±0,48 2,52 [2,21; 2,86]	2,21±0,26 2,25 [2,10; 2,35]	0,000
GSSG, ммоль/л	1,93±0,47 1,85 [1,56; 2,31]	2,07±0,25 2,04 [1,95; 2,22]	0,006
GSH/GSSG	1,37±0,37 1,33 [1,08; 1,62]	1,08±0,18 1,06 [0,99; 1,21]	0,000

Примечание. M±SD — среднее ± стандартное отклонение; Me [Q2; Q3] — медиана, 25-й и 75-й квартили; *p* — критерии значимости: сравнение двух средних; ДК — диеновые конъюгаты; КД-СТ — кетодиены и сопряжённые триены; ТБК-АП — продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой / ТБК-активные продукты; АОА — антиокислительная активность крови; СОД — супероксиддисмутаза; GSH — восстановленный глутатион; GSSG — окисленный глутатион; GSH/GSSG — соотношение восстановленного глутатиона к окисленному. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

атерогенных сдвигов. В частности, существует вероятность, что участники из села могли проживать на радиоактивно загрязнённой местности, так как радиация не только увеличивает риски развития нарушений липидного профиля [30], но и является доказанным фактором активации свободнорадикальных процессов [31, 32]. Учитывая экологическую обстановку территорий, на которых живут исследуемые группы женщин, логично предположить, что район проживания, по всей видимости, является определяющим условием для интенсификации свободно-радикальных реакций.

Не исключено, что вклад в формирование гипертриглицеридемии и гиперхолестеринемии у сельских жителей может вносить определённая структура питания, а именно регулярное употребление мясных и молочных продуктов с высоким содержанием жиров, получаемых в результате сельскохозяйственной деятельности [33, 34]. Высокожировой рацион обладает наибольшей энергетической ценностью и является целесообразным для жителей сёл, так

как при тяжёлой физической работе, связанной с содержанием домашнего хозяйства, возрастает расход энергии в виде аденозинтрифосфата.

Необходимость в удовлетворении энергетических затрат приводит к усилению энергетического метаболизма и интенсивной работе митохондрий с генерацией большого количества активных форм кислорода [35], чрезмерное образование которых также приводит к интенсификации липопероксидных процессов, лежащих в основе свободнорадикальной патологии. Следовательно, физическую нагрузку можно рассматривать как сопутствующий фактор повышенной продукции свободных радикалов, наряду с географическими, экологическими, климатическими и другими условиям окружающей среды, связанными с территорией проживания [36].

При интенсификации процессов ПОЛ ожидаемо наблюдать активацию системы антиоксидантной защиты [37]. В контексте данного исследования интересным представляется факт отсутствия разницы в уровне общей

Таблица 3. Содержание субстратов, продуктов липопероксидации и компонентов системы антиоксидантной защиты у женщин бурятской этнической группы в климактерии в зависимости от территории проживания

Table 3. Levels of substrates, lipid peroxidation products, and components of the antioxidant defense system in menopausal women of Buryat ethnicity depending on place of residence

Показатель	Город M±SD Me [Q2; Q3]	Село M±SD Me [Q2; Q3]	Уровень значимости, критерий Манна–Уитни
Субстраты с сопряжёнными двойными связями, усл. ед.	2,15±0,77 1,96 [1,66; 2,58]	2,55±0,64 2,48 [2,06; 2,90]	<0,001
ДК, мкмоль/л	1,31±0,71 1,08 [0,80; 1,70]	1,59±0,58 1,46 [1,14; 1,98]	0,001
КД-СТ, усл. ед.	0,42±0,34 0,34 [0,22; 0,48]	0,55±0,35 0,46 [0,32; 0,68]	0,001
ТБК-АП, мкмоль/л	0,79±0,53 0,61 [0,39; 1,06]	1,74±1,01 1,41 [0,87; 2,31]	<0,001
Общая АОА, усл. ед.	14,63±5,44 14,03 [10,6; 17,81]	13,84±3,73 14,32 [12,14; 15,62]	0,596
СОД, усл. ед.	1,72±0,17 1,70 [1,61; 1,89]	1,79±0,15 1,83 [1,71; 1,91]	0,009
α-токоферол, мкмоль/л	5,95±2,10 5,59 [4,61; 6,72]	6,49±1,82 5,94 [5,09; 7,36]	0,043
Ретинол, мкмоль/л	0,49±0,18 0,47 [0,37; 0,60]	0,54±0,18 0,52 [0,41; 0,61]	0,081
GSH, ммоль/л	2,20±0,48 2,21 [1,80; 2,49]	2,20±0,28 2,20 [2,08; 2,31]	0,831
GSSG, ммоль/л	1,93±0,36 1,92 [1,75; 2,13]	2,05±0,34 2,11 [1,82; 2,31]	0,008
GSH/GSSG	1,18±0,34 1,13 [0,93; 1,37]	1,11±0,28 1,05 [0,97; 1,16]	0,110

Примечание. M±SD — среднее ± стандартное отклонение; Me [Q2; Q3] — медиана, 25-й и 75-й квартили; *p* — критерии значимости: сравнение двух средних; ДК — диеновые конъюгаты; КД-СТ — кетодиены и сопряжённые триены; ТБК-АП — продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой / ТБК-активные продукты; АОА — антиокислительная активность крови; СОД — супероксиддисмутаза; GSH — восстановленный глутатион; GSSG — окисленный глутатион; GSH/GSSG — соотношение восстановленного глутатиона к окисленному. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

антиоксидантной активности между жительницами села и города. В связи с этим можно предположить, что более высокая интенсивность реакций липопероксидации является физиологической для женщин, проживающих в сельской местности, и определяется их адаптацией к факторам окружающей среды. При этом в исследуемых группах выявлены изменения в некоторых компонентах системы антиоксидантной защиты, отличающиеся в зависимости от этнической принадлежности женщин.

Общим показателем, имеющим одинаковую направленность в двух этносах, является повышенная активность фермента СОД, которая возрастает в ответ на увеличение супероксидного радикала, что подтверждает наши предположения об избыточной генерации активных форм кислорода у женщин, проживающих в сельской местности. Являясь антиоксидантом первой линии защиты, СОД катализирует диспропорционирование супероксидного аниона с образованием молекулярного кислорода и перекиси водорода. В свою очередь,

пероксид водорода также является прооксидантом, поэтому на следующем этапе происходит его расщепление до кислорода и воды с участием фермента каталазы [38]. Так как активность каталазы в исследуемых группах неизвестна, существует вероятность торможения антиоксидантных процессов на данном этапе инактивации активных форм кислорода и накопления пероксида водорода, стимулирующего процессы липопероксидации, что также можно рассматривать как сопутствующий фактор развития свободнорадикальной патологии, наряду с вышеперечисленными.

Различия в антиоксидантном ответе на гиперпродукцию активных форм кислорода наблюдаются в содержании жирорастворимых витаминов, которые заключаются в пониженном уровне ретинола у женщин русского этноса и повышенном уровне α-токоферола в группе бурятского этноса по сравнению с женщинами тех же этнических групп, проживающих в городах. Доказано, что α-токоферол проявляет антиоксидантные

Таблица 4. Межэтнические сравнительные показатели перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у женщин в климактерии русской и бурятской этнических групп, проживающих в городах Иркутске, Улан-Удэ и в селе Хоринск**Table 4.** Interethnic comparative indicators of lipid peroxidation and antioxidant defense in menopausal women of Russian and Buryat ethnicities residing in the cities of Irkutsk and Ulan-Ude and in the rural area of Khorinsk

Показатели	Город М±SD Me [Q2; Q3]		p	Село М±SD Me [Q2; Q3]		p
	русские (n=115)	буряты (n=129)		русские (n=43)	буряты (n=57)	
Субстраты с сопряжёнными двойными связями, усл. ед.	2,25±0,97 2,08 [1,62; 2,80]	2,15±0,77 1,96 [1,66; 2,58]	0,321	2,62±0,76 2,52 [1,98; 3,12]	2,55±0,64 2,48 [2,06; 2,90]	0,777
ДК, мкмоль/л	1,35±0,73 1,20 [0,76; 1,77]	1,31±0,71 1,08 [0,80; 1,70]	0,482	1,66±0,80 1,50 [1,06; 2,12]	1,59±0,58 1,46 [1,14; 1,98]	0,903
КД-СТ, усл. ед.	0,48±0,28 0,40 [0,26; 0,62]	0,42±0,34 0,34 [0,22; 0,48]	0,008	0,73±0,97 0,48 [0,38; 0,70]	0,55±0,35 0,46 [0,32; 0,68]	0,457
ТБК-АП, мкмоль/л	1,09±0,42 0,96 [0,78; 1,36]	0,79±0,53 0,61 [0,39; 1,06]	<0,001	1,71±1,11 1,70 [0,67; 2,38]	1,74±1,01 1,41 [0,87; 2,31]	0,665
Общая АОА, усл. ед.	14,64±6,29 13,52 [10,04; 18,98]	14,63±5,44 14,03 [10,6; 17,81]	0,637	14,09±4,34 13,59 [11,30; 17,48]	13,84±3,73 14,32 [12,14; 15,62]	0,986
СОД, усл. ед.	1,71±0,12 1,72 [1,63; 1,82]	1,72±0,17 1,70 [1,61; 1,89]	0,916	1,82±0,12 1,86 [1,74; 1,92]	1,79±0,15 1,83 [1,71; 1,91]	0,441
α-токоферол, мкмоль/л	7,39±2,76 6,66 [5,51; 8,65]	5,95±2,10 5,59 [4,61; 6,72]	<0,001	6,92±2,04 6,27 [5,66; 7,45]	6,49±1,82 5,94 [5,09; 7,36]	0,166
Ретинол, мкмоль/л	0,70±0,24 0,67 [0,53; 0,86]	0,49±0,18 0,47 [0,37; 0,60]	<0,001	0,57±0,20 0,54 [0,44; 0,68]	0,54±0,18 0,52 [0,41; 0,61]	0,372
GSH, ммоль/л	2,54±0,48 2,52 [2,21; 2,86]	2,20±0,48 2,21 [1,80; 2,49]	<0,001	2,21±0,26 2,25 [2,10; 2,35]	2,20±0,28 2,20 [2,08; 2,31]	0,473
GSSG, ммоль/л	1,93±0,47 1,85 [1,56; 2,31]	1,93±0,36 1,92 [1,75; 2,13]	0,844	2,07±0,25 2,04 [1,95; 2,22]	2,05±0,34 2,11 [1,82; 2,31]	0,772
GSH/GSSG	1,37±0,37 1,33 [1,08; 1,62]	1,31±0,71 1,08 [0,80; 1,70]	<0,001	1,08±0,18 1,06 [0,99; 1,21]	1,11±0,28 1,05 [0,97; 1,16]	0,633

Примечание. М±SD — среднее ± стандартное отклонение; Me [Q2; Q3] — медиана, 25-й и 75-й квартили; p — критерии значимости: сравнение двух средних; ДК — диеновые конъюгаты; КД-СТ — кетодиены и сопряжённые триены; ТБК-АП — продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой / ТБК-активные продукты; АОА — антиокислительная активность крови; СОД — супероксиддисмутаза; GSH — восстановленный глутатион; GSSG — окисленный глутатион; GSH/GSSG — соотношение восстановленного глутатиона к окисленному. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

свойства в реакциях прямой инактивации свободных радикалов. При этом его считают универсальным протектором клеточных мембран по причине переноса атома водорода на свободный радикал перекиси липидов, прерывая цепь дальнейшего окисления. Функции других антиоксидантных витаминов (аскорбата, ретинола), помимо взаимодействия со свободными радикалами, направлены на восстановление токоферола и синергизм с ним, что подчёркивает его важность как антиоксиданта [39]. Соответственно, в условиях интенсификации процессов ПОЛ инактивация свободных радикалов и обеспечение необходимого уровня α-токоферола будут приводить к более стремительному расходу аскорбата и ретинола, что мы и наблюдаем в группе женщин русского этноса, проживающих в сельской местности, в отношении последнего. В таком случае отсутствие изменений в уровне ретинола у женщин бурятского этноса, проживающих в селе, отчасти определено высоким содержанием у них

α-токоферола, что ещё раз подчёркивает его важность в процессах адаптации к повышенному уровню липопероксидации [40]. Избыток α-токоферола, как и изменения в липидном профиле, описанные выше, может быть связан со специфической структурой питания коренных сельских жителей, ассоциированной с высоким потреблением жиров.

В системе глутатиона у жительниц села также наблюдаются этноспецифические изменения, связанные с повышенной активностью процессов ПОЛ. У женщин русского этноса отмечается снижение уровня восстановленного глутатиона и увеличение содержания его окисленной формы, что приводит к сдвигу соотношения между ними. У женщин бурятского этноса повышен только уровень окисленной формы глутатиона с сохранением баланса между двумя его формами. Вклад восстановленного глутатиона в поддержание свободнорадикального гомеостаза сложно переоценить: он нейтрализует

свободные радикалы, участвует в рециклировании аскорбиновой кислоты, утилизации карбонильных продуктов липопероксидации, тем самым препятствуя развитию окислительного и карбонильного стрессов. Повышение окисленной формы глутатиона в условиях развития свободнорадикальной патологии также имеет смысл, поскольку эта форма трипептида может вступать в реакцию S-глутатионилирования белков, тем самым защищая их от окисления [3]. Учитывая схожесть некоторых функций с токоферолом, можно предположить, что у менопаузальных женщин бурятского этноса, проживающих в сельской местности, часть функций глутатиона реализуется за счёт избытка витамина Е. В то время как у сельских женщин русского этноса мы наблюдаем напряжение в глутатионовой системе, что подтверждается более низким значением соотношения GSH/GSSG, отражающим состояние окислительно-восстановительного баланса, в данном случае — его снижение.

В зависимости от территории проживания были обнаружены различия в системе свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты между этническими группами. Среди жительниц городов у женщин бурятского этноса наблюдается меньшая интенсивность процессов липопероксидации по сравнению с русскими женщинами, что подтверждается меньшим образованием промежуточных (КД-СТ) и конечных (ТБК-АП) продуктов ПОЛ (см. табл. 4). Наши данные согласуются с результатами другого исследования, свидетельствующего о более выраженном окислительном стрессе в климактерии у представительниц русского этноса. При этом установлено, что окислительный стресс у женщин русского этноса формируется уже с началом климактерии, тогда как у женщин бурятского этноса его интенсивность увеличивается по мере длительности климактерического периода [8]. Этносpezifические механизмы формирования свободнорадикальной патологии в менопаузе могут быть связаны не только с генетической предрасположенностью, но и с изменениями липидного профиля, которые проявляются более выражено также у представителей русской этнической группы [29].

В системе антиоксидантной защиты у городских жительниц определены более высокие уровни жирорастворимых витаминов у менопаузальных женщин русского этноса по сравнению с женщинами бурятской этнической группы (см. табл. 4). Повышение содержания ретинола и α -токоферола у них ожидаемо и демонстрирует проявление компенсаторных механизмов в ответ на более интенсивное окисление липидов, что также было отмечено в ранее проведённых исследованиях [8]. Повышенный уровень α -токоферола способствует снижению окисления ЛПНП, инактивации свободных радикалов и стабилизации клеточных мембран в условиях окислительного стресса [40]. Увеличение концентрации ретинола вероятнее всего играет ключевую роль в адаптации у пришлого населения Прибайкалья (русский этнос), тогда как более низкий

уровень у коренного населения (бурятский этнос) может быть связан с особенностями национальных пищевых привычек, преобладанием жировой и белковой и недостатком растительной пищи в рационе [41].

Также среди жительниц городов установлен более низкий уровень восстановленной формы глутатиона у менопаузальных женщин бурятского этноса по сравнению с русскими, что отражается и на соотношении форм глутатиона (см. табл. 4). Это может быть связано с активностью глутатион-S-трансферазы, которая у женщин бурятского этноса выше на протяжении всего периода климактерии. Фермент глутатион-S-трансфераза известен своей способностью осуществлять конъюгацию восстановленного глутатиона с электрофилами, предотвращая развитие окислительного стресса. Следовательно, активное функционирование данного фермента у женщин бурятской национальности приводит к сдерживанию окислительных процессов за счёт использования глутатиона, что подтверждается в настоящем исследовании. В то же время отсутствие различий по уровню окисленного глутатиона между этносами может свидетельствовать об отсутствии различий в активности глутатионредуктазы [42].

Таким образом, среди жительниц городов коренное население Прибайкалья демонстрирует меньшую интенсивность свободнорадикальных процессов и большие компенсаторные возможности антиоксидантной защиты, что свидетельствует о более благоприятном течении менопаузы.

При сравнении исследуемых показателей у женщин двух этносов, проживающими в сельской местности, достоверных различий обнаружено не было. Отсутствие разницы в состоянии свободнорадикального гомеостаза, вероятно, связано с сильным влиянием территориальных факторов, таких как экологически неблагоприятная обстановка, которая сглаживает межэтнические различия и приводит к одинаково высокой интенсивности свободнорадикальных процессов в обеих группах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Женщины климактерического периода, проживающие в сельской местности, имеют более высокую интенсивность ПОЛ по сравнению с городскими жительницами. В данном случае интенсификацию процессов липопероксидации можно рассматривать как адаптивный ответ к условиям проживания, не вызывающий патологических сдвигов свободнорадикального гомеостаза. При этом у жительниц села отмечаются разнонаправленные изменения в функционировании антиоксидантной системы в зависимости от этнической принадлежности женщин: в группе русского этноса наблюдается напряжение в системе антиоксидантной защиты, а в группе бурят — оптимальный антиоксидантный ответ.

Среди городских жительниц процессы

свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты протекают более интенсивно у женщин русского этноса. Отсутствие межэтнических различий по этим показателям у сельских женщин, вероятно, связано со значительным влиянием экологических факторов на течение свободнорадикальных процессов, которые превышают влияние факторов, обусловленных этнической принадлежностью женщин.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что экологические особенности территории Прибайкалья оказывают значительное влияние на состояние свободнорадикального гомеостаза у женщин с менопаузальным статусом основных этнических групп региона, что следует учитывать в дальнейших исследованиях.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. А.С. Лесная — анализ литературных источников, написание текста, обработка и анализ материала; Н.В. Семёнова — концепция и дизайн исследования, сбор материала, обработка и анализ материала, статистическая обработка; М.А. Даренская — обработка и анализ материала; Л.И. Колесникова — редактирование статьи, утверждение окончательного варианта рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ (протокол заседания № 3 от 07.11.2019). Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: A.S. Lesnaya: data curation, writing—original draft, formal analysis; N.V. Semenova: conceptualization, methodology, data curation, formal analysis; M.A. Darsenskaya: data curation, formal analysis; L.I. Kolesnikova: writing—review & editing. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: The study was approved by the local Ethics Committee of the Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems (Minutes No. 3, dated November 7, 2019). All participants provided written informed consent to participate in the study.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, as no new data was collected or created.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two external reviewers, a member of the Editorial Board, and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Mumusoglu S, Yildiz BO. Metabolic syndrome during menopause. *Curr Vasc Pharmacol*. 2019;17(6):595–603. doi: 10.2174/1570161116666180904094149
2. Foret MK, Lincoln R, Do Carmo S, et al. Connecting the "Dots": From free radical lipid autooxidation to cell pathology and disease. *Chem Rev*. 2020;120(23):12757–12787. doi: 10.1021/acs.chemrev.0c00761
3. Brichagina AS, Semenova NV, Kolesnikova LI. Age-related menopause and carbonyl stress. *Advances in Gerontology*. 2022;12(4):456–462. doi: 10.1134/s2079057022040051 EDN: AVYMRJ
4. Semyonova NV. Oxidative stress and menopause (review of literature). *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SB RAMS*. 2014;(2): 120–125. EDN: SIZJOZ
5. Lammertyn L, Mels CM, Pieters M, et al. Ethnic-specific relationships between haemostatic and oxidative stress markers in black and white South Africans: the SABPA study. *Clin Exp Hypertens*. 2015;37(6): 511–517. doi: 10.3109/10641963.2015.1013123
6. Mokhaneli MC, Fourie CM, Botha S, Mels CM. The association of oxidative stress with arterial compliance and vascular resistance in a bi-ethnic population: the SABPA study. *Free Radic Res*. 2016;50(8): 920–928. doi: 10.1080/10715762.2016.1201816
7. Belenkaya LV, Darsenskaya MA, Kolesnikov SI, et al. Metabolic syndrome in reproductive age women of various ethnic groups. *Neuroendocrine status and lipid peroxidation system*. *Bull Exp Biol Med*. 2024;177(6): 705–710. doi: 10.1007/s10517-024-06254-1
8. Semenova NV, Madaeva IM, Darsenskaya MA, Kolesnikova LI. Lipid peroxidation and antioxidant defense system in menopausal women of different ethnic groups. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;26(6):30–38. doi: 10.33396/1728-0869-2019-6-30-38 EDN: MGJYHY
9. Semenova NV, Brichagina AS, Nikitina OA, et al. Carbonyl stress parameters and DNA oxidative modification in Russian and Buryat women with age-related menopause. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2022;29(6):415–423. doi: 10.17816/humeco105578 EDN: TDWGVK
10. Darsenskaya MA, Kolesnikova LI, Kolesnikov SI. *Ethnic aspects of metabolic reactions of women with dysregulation pathology*. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2020. 186 p. (In Russ.) EDN: FWZPPS
11. Mukhamedov AM-T, Orozmatov TT, Madaminov JB, et al. Ethnic, gender and age aspects of metabolic syndrome. *The Scientific Heritage*. 2021;(64-2):27–35. doi: 10.24412/9215-0365-2021-64-2-27-35 EDN: GTQOTB
12. Zaslomova EZ, Golderova AS. Metabolic indicators of maladaptation of the body of water transport workers in the republic of Sakha (Yakutia). *Vestnik of North-Eastern Federal University. Medical Sciences*. 2024;(1):70–77. doi: 10.25587/2587-5590-2024-1-70-77 EDN: SFFVJA

13. Darenskaya MA. Ethnic and regional aspects of the human pathology processes. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SB RAMS*. 2012;(2-2):152–159. EDN: PCQIYT
14. Nadeliaeva IaG, Danusevich IN. Specifics of menopause, awareness and quality of life of women living in urban and rural areas. *Doctor.ru*. 2025;24(1):81–87. doi: 10.31550/1727-2378-2025-24-1-81-87 EDN: VRIMXT
15. Korytny LM, Bashalkhanova LB, Belozertseva IA, et al. Ecological state of Irkutsk, Ulan-Ude and Ulaanbaatar. *Geografia i Prirodnye Resursy*. 2022;43(1):72–82. doi: 10.15372/GIPR20220108 EDN: CFHKPG
16. Kolesnikova LI, Rukavishnikov VS, Kelman MP, et al. Health state study of the villagers op the settlement Maloye Goloustnoye exposed to radiation due to the nuclear tests at the range in semipalatinsk. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SB RAMS*. 2004;(2-1):155–161. EDN: GZHFSS
17. Medvedev VI, Korshunov LG, Kovalenko VV, et al. Radiation Influence of the Subterranean Nuclear Explosion Cipher "Rift-3" on the Territory and Population of the Osinsky District of the Irkutsk Oblast. *Contemporary Problems of Ecology*. 2005;12(6):1073–1078. EDN: HRVCJD
18. Matorova NI, Kolesnikova LI, Cherkashina AG, et al. Population health under conditions of exposure to radiation factor of low intensity. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SB RAMS*. 2006;(3):152–156. EDN: KYNDVD
19. Medvedev VI, Korshunov LG, Chernyago BP. Radiation Influence of the Semipalatinsk Nuclear Testing Ground on South Siberia (Experience of Long Term Studies in East and Middle Siberia and Comparison of the Results with Materials on West Siberia). *Contemporary Problems of Ecology*. 2005;12(6):1055–1071. EDN: HRVCIT
20. Tarasova MA, Yarmolinskaya MI. *Principles of individual choice of hormone replacement therapy in peri- and postmenopause*. St. Petersburg; 2011. (In Russ.) ISBN: 978-5-94869-122-0
21. Volchegorsky IA, Nalimov AG, Yarovsky BG, Lifshic RI. Comparison of different approaches to the determination of lipid peroxidation products in heptane-isopropanol extracts of blood. *Vopr Med Khim*. 1989;35(1):127–131.
22. Gavrilov VB, Gavrilova AR, Mazhul LM. Methods of determining lipid peroxidation products in the serum using a thiobarbituric acid test. *Vopr Med Khim*. 1987;33(1):118–22.
23. Misra HP, Fridovich I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase. *J Biol Chem*. 1972;247(10):3170–3175.
24. Klebanov GI, Babenkova IV, Teselkin YuO, et al. Evaluation of the antioxidative activity of blood plasma using yolk lipoproteins. *Lab Delo*. 1988;(5):59–62.
25. Chernyauksene RCh, Varshkevichene ZZ, Grybauskas PS. Simultaneous determination of vitamin E and A concentrations in blood serum. *Lab Delo*. 1984;(6):362–365.
26. Hissin PJ, Hilf R. Fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Anal Biochem*. 1976;74(1):214–226.
27. Zvonareva EB, Grigorova LI. Risk factors and features of stroke among young persons in urban and rural areas of the Tambov Region. *Medicine and Physical Education: Science and Practice*. 2021;3(1):45–52. doi: 10.20310/2658-7688-2021-3-1(9)-45-52 EDN: TKHMWJ
28. Ezhov MV, Kukharchuk VV, Sergienko IV, et al. Disorders of lipid metabolism. Clinical Guidelines 2023. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(5):250–297. doi: 10.15829/1560-4071-2023-5471 EDN: YVZOWJ
29. Semenova NV, Madaeva IM, Darenskaya MA, et al. Lipid profile in menopausal women of two ethnic groups. *Acta Biomedica Scientifica*. 2018;3(3):93–98. doi: 10.29413/ABS.2018-3.3.14 EDN: OUUNQQ
30. Markabaeva AM, Kerimkulova AS, Pivina LM, et al. Lipid profile among the population exposed to radiation from Semipalatinsk nuclear test site, Kazakhstan. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2015;(9):7–14. EDN: WFRUWN
31. Okassova AK, Ilderbayev OZ. Assessment of the effect of sublethal radiation dose on the indicators of lipoperoxidation in rats against the background of immobilization stress. *Bulletin of the M. Kozybayev NKU*. 2020;(3):76–82 EDN: ZBXADN
32. Romanchuk NP, Bulgakova SV, Treneva EV, et al. Neurophysiology, neuroendocrinology and nuclear medicine: homo sapiens longevity routing. *Bulletin of Science and Practice*. 2022;8(4):251–299. doi: 10.33619/2414-2948/77/31 EDN: FUCFRX
33. Kuznetsova AR. Comparative analysis of the standard and quality of life of urban and rural population republic of Bashkortostan. *Ufa Humanitarian Scientific Forum*. 2021;(3):65–74. doi: 10.47309/2713-2358_2021_3_65 EDN: JORQNY
34. Antonova AA, Yamanova GA, Belyakova IS, et al. Dietary problems in people living in rural areas. *International Research Journal*. 2022;(5-2):105–107. doi: 10.23670/IRJ.2022.119.5.019 EDN: XIBVWB
35. Schetinina SYu. Influence of physical activity on metabolic processes in human body. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2024;(1-2):40–45. doi: 10.24412/2500-1000-2024-1-2-40-45 EDN: JPZKBX
36. Adieva AA, Israpilova AI, Amirkhanova IV. Influence of environmental factors on oxidative stress in animals and methods of its correction. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2024;10(4):3–12. doi: 10.29039/2413-1725-2024-10-4-3-12 EDN: BZVAAM
37. Demirci-Çekiç S, Özkan G, Avan AN, et al. Biomarkers of oxidative stress and antioxidant defense. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 2022;209:114477. doi: 10.1016/j.jpba.2021.114477
38. Promyos N, Phienluphon PP, Wechjakwen N, et al. Inverse correlation of superoxide dismutase and catalase with type 2 diabetes among rural Thais. *Nutrients*. 2023;15(9):2071. doi: 10.3390/nu15092071
39. Jomova K, Alomar SY, Alwasel SH, et al. Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. *Arch Toxicol*. 2024;98(5):1323–1367. doi: 10.1007/s00204-024-03696-4
40. Blaner WS, Shmarakov IO, Traber MG. Vitamin A and vitamin E: Will the real antioxidant please stand up? *Annu Rev Nutr*. 2021;41:105–131. doi: 10.1146/annurev-nutr-082018-124228
41. Labygina AV, Kolesnikova LI, Grebenkina LA, et al. Retinol content and reproductive disorders in residents of Eastern Siberia (literature review). *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2018;25(4):51–58. doi: 10.33396/1728-0869-2018-4-51-58 EDN: YXBKNW
42. Semenova NV, Brichagina AS, Madaeva IM, Kolesnikova LI. Enzymatic component of the glutathione system in russian and buryat women depends on the menopausal phase. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2022;58(4):971–978. doi: 10.1134/S0022093022040032

ОБ АВТОРАХ

*** Семёнова Наталья Викторовна**, д-р биол. наук;
адрес: Россия, 664003, Иркутск, ул. Тимирязева, д. 16;
ORCID: 0000-0002-6512-1335;
eLibrary SPIN: 6606-0160;
e-mail: natkor_84@mail.ru

Лесная Анастасия Сергеевна, канд. биол. наук,
младший научный сотрудник;
ORCID: 0000-0003-1055-4608;
eLibrary SPIN: 4374-3460;
e-mail: tasi121212@mail.ru

Даренская Марина Александровна, д-р биол. наук,
профессор РАН;
ORCID: 0000-0003-3255-2013;
eLibrary SPIN: 3327-4213;
e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Колесникова Любовь Ильинична, д-р мед. наук,
профессор, академик РАН;
ORCID: 0000-0003-3354-2992;
eLibrary SPIN: 1584-0281;
e-mail: kolesnikova20121@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Natalya V. Semenova**, Dr. Sci. (Biology);
address: 16 Timiryazev st, Irkutsk, Russia, 664003;
ORCID: 0000-0002-6512-1335;
eLibrary SPIN: 6606-0160;
e-mail: natkor_84@mail.ru

Anastasia S. Lesnaya, Cand. Sci. (Biology),
Junior Research Associate;
ORCID: 0000-0003-1055-4608;
eLibrary SPIN: 4374-3460;
e-mail: tasi121212@mail.ru

Marina A. Darenskaya, Dr. Sci. (Biology),
Professor of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-3255-2013;
eLibrary SPIN: 3327-4213;
e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Lubov I. Kolesnikova, MD, Dr. Sci (Medicine), Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-3354-2992;
eLibrary SPIN: 1584-0281;
e-mail: kolesnikova20121@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author