

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco105586>

Интегральная оценка неспецифических реакций липопероксидации крови у девушек-подростков — представительниц сибирских этносов

М.А. Даренская, Л.В. Рычкова, С.И. Колесников, Н.В. Семенова, Л.И. Колесникова

Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, Иркутск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Интегральные показатели, в частности коэффициент окислительного стресса, являются информативными и могут использоваться для оценки как патологических состояний, так и компенсаторно-приспособительных реакций организма.

Цель. Изучить интегральный коэффициент активности неспецифических реакций липопероксидации крови у девушек-подростков бурятского, эвенкийского и тофаларского этносов в сравнении с представительницами русского населения.

Методы. В исследовании участвовали 128 девушек подросткового возраста (буряты, эвенки, тофалары, русские), проживающих на территории Иркутской области. Обследование осуществляли в экспедиционных условиях, на территориях компактного проживания этносов. Для расчёта интегрального показателя (коэффициента окислительного стресса) методами спектрофотометрии и флюорометрии измеряли отдельные показатели: первичные, вторичные и конечные продукты липопероксидации, компоненты антиоксидантной защиты.

Результаты. Согласно полученным данным, в крови девушек бурятского этноса наблюдали сниженные медианы диеновых конъюгатов (ДК) ($p < 0,0001$), кетодиенов и сопряжённых триенов (КД и СТ) ($p = 0,0003$), α -токоферола ($p < 0,0001$) при повышенных медианах ТБК-активных продуктов ($p = 0,0074$) и активности супероксиддисмутазы ($p = 0,0008$) относительно аналогичных показателей крови девушек русской национальности. У представительниц тофаларского этноса в крови отмечали более высокие значения медиан ДК ($p = 0,0009$) при сниженных значениях медиан КД и СТ ($p = 0,0044$) относительно таковых значений у русских девушек. Различий у девушек эвенкийского этноса с русскими не выявлено. Интегративный анализ состояния неспецифических реакций липопероксидации с помощью коэффициента не показал статистически значимых различий между исследуемыми группами.

Заключение. Проведённое исследование демонстрирует определённые изменения в системе «перекисное окисление липидов–антиоксидантная защита» при отсутствии изменений в суммарном показателе у девушек — представительниц сибирских этносов и проживающих рядом с ними русских девушек, что может быть основой для последующего мониторинга состояния их здоровья.

Ключевые слова: липопероксидация; антиоксиданты; коэффициент окислительного стресса; этнос.

Как цитировать:

Даренская М.А., Рычкова Л.В., Колесников С.И., Семенова Н.В., Колесникова Л.И. Интегральная оценка неспецифических реакций липопероксидации крови у девушек-подростков — представительниц сибирских этносов // Экология человека. 2023. Т. 30, № 1. С. 29–39.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco105586>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco105586>

Integral assessment of non-specific lipid peroxidation reactions blood in adolescent girls of the Siberian ethnos

Marina A. Darenskaya, Lyubov V. Rychkova, Sergey I. Kolesnikov, Natalya V. Semenova, Lyubov I. Kolesnikova

Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Integral parameters, in particular, the oxidative stress coefficient are informative and can be used both for evaluation of pathological conditions and compensatory-adaptive reactions of the organism.

AIM: To investigate an integral coefficient the activity of nonspecific reactions of lipid peroxidation in adolescent girls of the Buryat, Evenki and Tofalar ethnic groups, as compared to the non-indigenous ethnic groups, by applying.

METHODS: Total 190 adolescent girls (Buryats, Evenki and Tofalar, and nonindigenous population (for example of Russians)) living in the Irkutsk region were the objects of research. The survey was carried out in expeditionary conditions, in the territories of compact residence of ethnic groups. To calculate the integral coefficient (oxidative stress coefficient), spectrophotometry and fluorometry methods we implemented. The individual indicators: primary, secondary, and final products of lipid peroxidation as well as antioxidant defense components were measured.

RESULTS: According to the obtained data, a lower content of diene conjugates (DC) ($p < 0.0001$), ketodienes and conjugated trienes (KD and CT) ($p = 0.0003$), α -tocopherol ($p < 0.0001$) with elevated levels of TBA-active products ($p = 0.0074$) and superoxide dismutase activity ($p = 0.0008$) in the Buryat ethnic girls group relative to similar parameters of girls in the non-indigenous population was observed. Girls of Tofalar ethnic group had higher values of DC ($p = 0.0009$), with reduced values of KD and CT ($p = 0.0044$) compared to the non-indigenous population. There were no differences among girls of the Evenki ethnic group relative to Russians. An integrative analysis of the state of nonspecific lipid peroxidation reactions using the coefficient showed no significant differences between the studied groups.

CONCLUSION: The conducted study demonstrates certain changes in the "lipid peroxidation-antioxidant defence system", in the absence of changes in the total indicator among girls representing Siberian ethnic groups and the Russian population living next to them, which can be the basis for subsequent monitoring of their health status.

Keywords: lipid peroxidation; antioxidants; oxidative stress coefficient; ethnos.

To cite this article:

Darenskaya MA, Rychkova LV, Kolesnikov SI, Semenova NV, Kolesnikova LI. Integral assessment of non-specific lipid peroxidation reactions blood in adolescent girls of the Siberian ethnos. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(1):29–39. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco105586>

ВВЕДЕНИЕ

Территория Восточной Сибири является многонациональным регионом, при этом население большинства областей относится к потомкам пришедших сюда в XVII веке русских, а также последовавших за ними украинцев, белорусов, поляков, литовцев, немцев и т.д. До освоения же данного региона европейскими этносами земли были заселены коренными народностями — бурятами, эвенками, якутами, тофаларами [1, 2]. Иркутская область не является исключением. Коренные сибирские этносы, проживающие на её территории, имеют особый интерес для исследователей, поскольку их генофонд формировался в течение длительного времени в условиях резко континентального климата [3]. И хотя почти 90% населения области составляют русские, коренные этнические группы до сих пор играют важную роль в этническом самоопределении территории, а их культуре и традициям уделяется повышенное внимание [4–6].

Среди этносов Иркутской области самой многочисленной группой (более 80 тыс. человек, 3,3% всего населения) являются буряты. Бурятский этнос как этническая общность начал формироваться после присоединения Бурятии к Российской империи, а получил полную автономию уже в XX веке. Большинство бурят проживают в Усть-Ордынском Бурятском округе, с центром в селе Баяндай [6].

Эвенки, до 1931 года именовавшиеся тунгусами, сегодня составляют около 0,05% населения Иркутской области (на 17.01.2023 — 1272 эвенка). На территорию современной Иркутской области эвенки пришли в начале XII века, активная ассимиляция с русскими произошла в конце XVI века [5]. Проживают на территории Катангского района (крайний Север) с центром в поселке Ербогачен.

Самым малочисленным этносом Иркутской области считаются тофалары. На территории Нижнеудинского района, где они проживают, насчитывается всего 678 представителей народности, что составляет 0,03% населения области (по данным на 17.01.2023). Считается, что тофалары как этнос сформировались в процессе сложных этнических изменений, протекавших в Южной Сибири и Саянах. Они попали под контроль Российской империи в середине XVII века, когда русские казаки пришли на территорию Восточной Сибири [4]. Территория проживания — три посёлка в горной местности (2000 м над уровнем моря), достаточно обособленный район, куда добраться можно только авиацией.

Многовековое проживание этнических групп в привычных для них условиях обитания, безусловно, определило их облик и культурные черты, способствовало развитию специфических морфофункциональных характеристик и особенностей метаболических реакций в целом [7, 8]. В данном случае весомую роль играет приверженность коренных народов традиционному образу жизни и «азиатскому» типу питания с преобладанием в рационе

доли жиров и белков, которые считаются мощным профилактическим средством, значительно повышающим устойчивость клеточной мембраны к воздействию неблагоприятных экологических условий среды [7–10]. К числу наиболее значимых особенностей обмена веществ северных народностей следует отнести более низкое содержание в крови общего холестерина, триацилглицеролов и более высокий уровень липопротеинов высокой плотности как одного из важнейших антиатерогенных факторов [8, 11]. Подобные изменения липидного обмена описаны у коренных жителей Эвенкии (эвенков и эвенков), в этнических группах коренного населения Приамурья — нанайцев, ульчей и эвенков, у коренных жителей Якутии — эвенков, эвенков, долганов, юкагиров, якутов, у этнических хантов — жителей Ханты-Мансийского автономного округа [9, 12]. Доказано, что ведущей причиной более стабильного метаболизма липидов у монголоидов Сибири является способность печени к активной эстерификации холестерина, интенсивному синтезу желчных кислот и эффективной транспортировке стероидов в желчь [7, 8, 13]. Считается также, что, в отличие от северных народов, у представителей этнических групп, проживающих в Сибири, сформирован свой морфотип, имеющий специфические генетические и фенотипические особенности [14]. Отмечены более высокие значения липопротеинов высокой плотности в бурятской этнической группе [15], увеличение концентрации общих липидов у эвенков Забайкалья [16]. Выявлено более высокое содержание жирорастворимых витаминов и сниженное — продуктов липопероксидации в эвенкийской этнической группе [17].

Вместе с тем характер метаболических реакций представителей коренных этносов требует к себе повышенного внимания в связи с быстрыми изменениями условий их жизни, питания, усилением метисационных процессов, неблагоприятными показателями здоровья [9, 18].

Изучение формирования реакций универсальных процессов липопероксидации–антиоксидантной защиты (АОЗ) позволяет не только выявить ранее неизвестные стороны развития компенсаторных реакций, но и обосновать способы повышения адаптационных возможностей организма при развитии патологических состояний [16, 19]. При этом интегральные показатели, в частности коэффициент окислительного стресса, разработанный в Научном центре проблем здоровья семьи и репродукции человека, являются более информативными для оценки антиоксидантной недостаточности, поскольку позволяют одновременно оценивать состояние как процессов липопероксидации (иначе — перекисного окисления липидов, ПОЛ), так и системы АОЗ, а также выявлять степень дисбаланса в системе «ПОЛ–АОЗ» в процессе адаптации [20]. Поскольку отмечено общее снижение адаптационных возможностей у женского населения (особенно у коренных народностей), составляющего репродуктивный потенциал нации [21], актуальной представляется оценка этого интегрального коэффициента у девушек-подростков,

проживающих на различных территориях и относящихся к различным этносам.

Цель работы. Исследовать интегральный коэффициент активности неспецифических реакций липопероксидации крови у девушек-подростков бурятского, эвенкийского и тофаларского этносов в сравнении с представительницами русского населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 128 девушек подросткового возраста (13–17 лет, средний возраст — $14,8 \pm 1,6$ года), проживающих на территории Иркутской области и разделённых согласно этнической принадлежности на 6 групп. Коренные этнические группы составляли: 33 девушки бурятского этноса (средний возраст — $15,5 \pm 0,2$ года), 19 девушек эвенкийского этноса (средний возраст — $14,7 \pm 0,5$ года) и 17 девушек тофаларского этноса (средний возраст — $13,9 \pm 0,4$ года). В качестве сравнения использованы данные девушек-европеоидов из русского населения, проживающих рядом с бурятами ($n=21$, средний возраст — $15,6 \pm 0,2$ года), эвенками ($n=20$, средний возраст — $15,1 \pm 0,4$ года), тофаларами ($n=18$, средний возраст — $14,1 \pm 0,4$ года). Обследование осуществляли в экспедиционных условиях, на территориях компактного проживания коренных народностей Иркутской области (буряты — посёлки Баяндай и Усть-Орда, эвенки — посёлок Ербогачен Катангского района, тофалары — посёлок Алыгджер Нижнеудинского района). Все девушки-подростки осмотрены педиатром, эндокринологом, акушером-гинекологом. Обследование у сексуально-активных девушек-подростков включало комплексный гинекологический осмотр. Всем обследуемым проведено УЗИ щитовидной железы и органов малого таза. По результатам заключения педиатров все подростки на момент обследования не имели острых заболеваний и хронической соматической патологии.

Принадлежность к конкретной этнической группе определяли с учётом ряда факторов: длительность проживания на данной территории (как минимум одно поколение); генеалогический анамнез (дети, имеющие в двух поколениях родителей одной национальности); самоидентификация — и с учётом фенотипических особенностей подростка.

В работе с обследуемыми соблюдены этические принципы, предъявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (2013). Исследование одобрено Комитетом по биомедицинской этике при Научном центре проблем здоровья семьи и репродукции человека (выписка из протокола заседания № 2.3 от 25.12.2010). Информированное согласие получено от всех пациентов в возрасте свыше 15 лет и от родителей пациентов, не достигших 15-летнего возраста, согласно Федеральному закону «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан» (2011).

Для расчёта интегрального показателя (коэффициента окислительного стресса), суммарно оценивающего интенсивность процесса липопероксидации, необходимым является измерение отдельных показателей: диеновых конъюгатов (ДК); кетодиенов и сопряжённых триенов (КД и СТ); ТБК-активных продуктов (ТБК-АП) (ТБК — тиобарбитуровая кислота) супероксиддисмутазы; содержания восстановленного глутатиона (GSH), α -токоферола, ретинола (компоненты системы АОЗ). Данная формула учитывает не только накопление продуктов ПОЛ на различных этапах, но и активность различных звеньев системы АОЗ [22].

Содержание первичных (ДК) и вторичных (КД и СТ) продуктов ПОЛ в плазме крови оценивали по методу И.А. Волчегорского (1989), основанному на интенсивном поглощении конъюгированных диеновых структур гидроперекисей липидов в области D_{232} и D_{278} нм (D — значение оптической плотности) [23]. Уровень ТБК-АП в плазме крови определяли в реакции с ТБК с помощью флуориметрического метода В.Б. Гаврилова с соавт. [24]. Активность супероксиддисмутазы в эритроцитах измеряли методом Н.Р. Misra, I. Fridovich [25], основанным на её способности тормозить реакцию аутоокисления адреналина при $pH=10,2$. Содержание GSH в эритроцитах определяли по методике Р.С. Hissin, R. Hilf [26], заключающейся в способности GSH специфично реагировать с ортофталевым альдегидом при $pH=8,0$ с образованием флуоресцентного продукта, который может быть активирован при 350 нм с пиком эмиссии при 420 нм. Концентрации α -токоферола и ретинола в плазме крови определяли по методу Р.С. Черняускене и соавт. [27], согласно которому предусматривается удаление веществ, препятствующих определению, путём омыления проб в присутствии больших количеств аскорбиновой кислоты и экстракции неомыляющихся липидов гексаном с последующим флуориметрическим определением содержания α -токоферола и ретинола. Референсные значения для α -токоферола — 7–21 мкмоль/л, ретинола — 0,70–1,71 мкмоль/л [28]. Измерения проводили на спектрофлуориметре Shimadzu RF-1501 (Shimadzu, Япония), который имеет два блока: спектрофотометр UV-1650 РС и спектрофлуориметр RF-1501.

Статистическая обработка результатов исследования и оценка вида распределения выполнена с помощью пакета прикладных программ Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США) (правообладатель лицензии — Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека). С целью определения близости к нормальному закону распределения количественных признаков использовали визуально-графический метод и критерии согласия Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса и Шапиро–Уилка. Вследствие того, что выборки характеризовались преимущественно распределением, отличным от нормального, оценку различий количественных показателей между изучаемыми группами проводили с помощью непараметрического U -критерия Манна–Уитни, использовали описательные статистики: медиану, 25-й и 75-й процентиля.

Выбранный критический уровень значимости с учётом поправки Бонферрони равнялся 0,0083.

медианы ДК — 0,68 ($p < 0,0001$), КД и СТ — 0,14 ($p = 0,0003$), а медиана ТБК-АП оставалась повышенной — 1,58 ($p = 0,0074$) относительно аналогичных показателей крови девушек русской национальности, проживающих в одном поселке с бурятами (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно полученным данным, в крови девушек бурятского этноса наблюдались более низкие значения

У девушек эвенкийского этноса статистически значимые различия в отношении продуктов ПОЛ в крови

Таблица 1. Сравнительная характеристика продуктов перекисного окисления липидов в группах девушек-подростков различных этносов, Ме [25%; 75%]

Table 1. Comparative characteristics of lipid peroxidation products in adolescent girls of different ethnic groups, Me [25%; 75%]

| Группы Groups | Параметры Parameters | | |
|--|---|---|---|
| | Диеновые конъюгаты, мкмоль/л Diene conjugates, $\mu\text{mol/l}$ | Кетодиены и сопряжённые триены, усл. ед. Ketodienes and conjugated trienes, c.u. | ТБК-активные продукты, мкмоль/л TBA-reactive substances, $\mu\text{mol/l}$ |
| Бурятский этнос (1) Buryat ethnic group (1) | 0,68 [0,40; 0,86] | 0,14 [0,10; 0,22] | 1,58 [0,84; 1,83] |
| Русское население (2) Russian population (2) | 1,86 [1,26; 2,06] | 0,40 [0,30; 0,52] | 1,03 [0,55; 1,28] |
| Эвенкийский этнос (3) Evenk ethnic group (3) | 1,04 [0,62; 1,48] | 0,40 [0,30; 0,74] | 1,19 [0,80; 1,41] |
| Русское население (4) Russian population (4) | 1,21 [0,88; 1,86] | 0,48 [0,31; 0,64] | 0,98 [0,61; 1,30] |
| Тофаларский этнос (5) Tofalar ethnic group (5) | 2,0 [1,62; 2,16] | 0,30 [0,22; 0,32] | 1,16 [0,93; 1,32] |
| Русское население (6) Russian population (6) | 0,92 [0,88; 1,48] | 0,38 [0,36; 0,48] | 1,11 [0,64; 1,51] |
| <i>p</i> | 1–2, 3–5, 5–6 | 1–2, 1–3, 3–5, 5–6 | 1–2 |

Примечание: статистически значимые различия между группами — $p < 0,0083$.

Note: significant differences between groups $p < 0,0083$.

Таблица 2. Сравнительная характеристика компонентов системы АОЗ в группах девушек-подростков различных этносов, Ме [25%; 75%]

Table 2. Comparative characteristics of the AOD system components in adolescent girls of different ethnic groups, Me [25%; 75%]

| Группы Groups | Параметры Parameters | | | |
|---|---|--|---|---|
| | Активность супероксиддисмутазы, усл. ед. Superoxide dismutase activity, c.u. | α -токоферол, мкмоль/л α -tocopherol, $\mu\text{mol/l}$ | Ретинол, мкмоль/л Retinol, $\mu\text{mol/l}$ | Восстановленный глутатион, мкмоль/л Reduced glutathione, $\mu\text{mol/l}$ |
| Бурятский этнос (1) Buryat ethnic group (1) | 1,62 [1,56; 1,72] | 5,97 [5,48; 6,56] | 0,56 [0,53; 0,66] | 2,17 [1,79; 2,56] |
| Русское население (2) Russian population (2) | 1,40 [1,25; 1,62] | 8,54 [6,45; 10,12] | 0,52 [0,46; 0,68] | 2,28 [2,03; 2,40] |
| Эвенкийский этнос (3) Evenk ethnic group (3) | 1,75 [1,62; 1,80] | 12,30 [8,57; 14,50] | 0,72 [0,63; 0,79] | 2,33 [1,94; 2,82] |
| Русское население (4) Russian population (4) | 1,81 [1,74; 1,84] | 8,45 [0,88; 1,86] | 0,66 [0,60; 0,75] | 1,79 [1,61; 2,06] |
| Тофаларский этнос (5) Tofalar ethnic group (5) | 1,81 [1,79; 1,85] | 11,29 [8,75; 13,18] | 0,70 [0,56; 0,87] | 2,16 [2,08; 2,21] |
| Русское население (6) Russian population (6) | 1,85 [1,77; 1,86] | 8,57 [8,14; 9,27] | 0,46 [0,41; 0,69] | 2,13 [2,06; 2,38] |
| <i>p</i> | 1–2, 3–5 | 1–2, 1–3, 1–5, 3–5 | — | 2–4, 4–6 |

Примечание: статистически значимые различия между группами — $p < 0,0083$.

Note: significant differences between groups $p < 0,0083$.

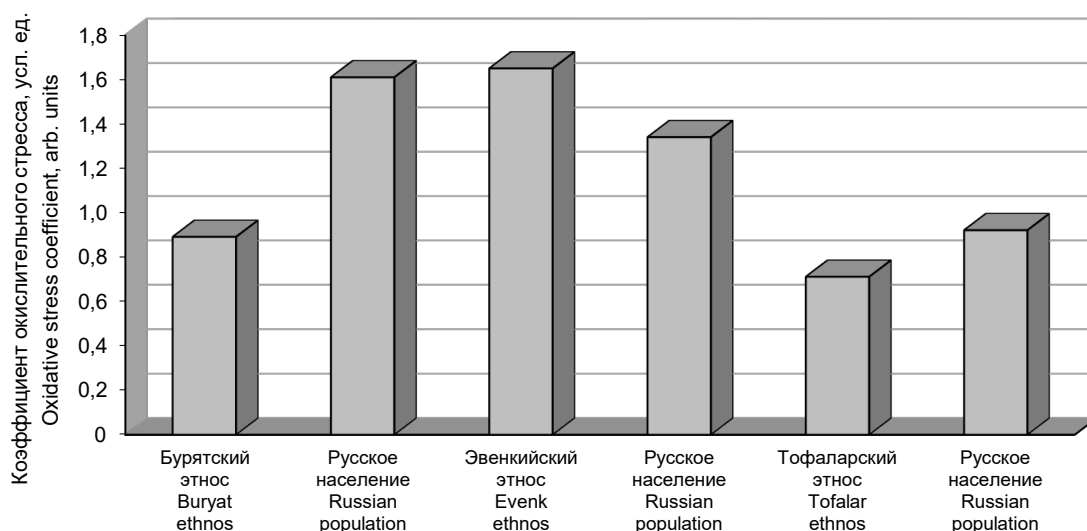


Рис. 1. Значения коэффициента окислительного стресса (Me) у девушек-подростков различных этносов и русского населения.
Fig. 1. Oxidative stress coefficient values (Me) in adolescent girls of different ethnic groups and Russian populations.

в сравнении с девушками русской национальности отсутствовали ($p > 0,0083$). У представительниц тофаларского этноса в крови отмечены более высокие значения медианы ДК — 2,0 ($p=0,0009$) — при сниженных значениях медианы КД и СТ — 0,3 ($p=0,0044$) — относительно таковых значений в соответствующей группе русских девушек (см. табл. 1).

Сравнительный анализ содержания продуктов ПОЛ в крови девушек коренных народностей показал, что медиана ДК у девушек тофаларского этноса имела максимальные значения — 2,0 ($p=0,0005$) относительно девушек эвенкийского этноса (1,04). Группа девушек эвенкийского этноса отличалась по значениям медианы КД и СТ крови, которая в данной группе была более высокой (0,40), чем у девушек бурятского (0,14) этноса ($p=0,0007$) (см. табл. 1).

Статистически значимых различий в показателях крови в группах девушек русской национальности не обнаружено ($p > 0,0083$).

Полученные данные указывали на наличие значимых различий в компонентах системы АОЗ крови у девушек бурятского этноса: сниженные значения медианы α -токоферола (5,97) ($p < 0,0001$) при повышенной (1,62) супероксиддисмутазной активности ($p=0,0008$) относительно представительниц русского населения (8,54 и 1,40 соответственно) (табл. 2).

Изменений в спектре антиоксидантов в группах девушек остальных этносов относительно русского населения не обнаружено ($p > 0,0083$). В группах девушек эвенкийского и тофаларского этносов отмечались более высокие значения медианы α -токоферола (12,30; $p < 0,0001$ и 11,29; $p < 0,0001$ соответственно) по отношению к девушкам бурятского этноса (5,97 и 0,56 соответственно) (см. табл. 2).

Что касалось русского населения, то повышенная активность тиол-дисульфидной системы эритроцитов была

зарегистрирована у девушек, проживающих рядом с тофаларами и бурятами, что выражалось в более высоких значениях медианы GSH (2,13; $p=0,0012$ и 2,28; $p=0,0014$), по сравнению с девушками, проживающими на одной территории с эвенками (1,79).

При расчёте коэффициента окислительного стресса нами не обнаружено статистически значимых различий между группами ($p > 0,0083$) (рис. 1).

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые этносы проживают в условиях резко континентального климата с суровой продолжительной зимой. Однако территория проживания тофаларов и эвенков приравнена к районам Крайнего Севера и значительно отличается по ландшафту от территории, заселённой бурятами. Так, тофалары проживают в труднопроходимой местности, в высокогорном районе (Восточные Саяны). Большую её часть занимают таёжные ландшафты, остальная часть территории представляет собой горную тундру с хребтами высотой до 2924 м, ущельями, каньонами и гольцовыми террасами [2]. Территория постоянного проживания эвенков располагается в пределах Среднесибирского плоскогорья с ландшафтом в виде плоской возвышенности и слабоволнистого плато. Отмечается резкий перепад температуры в указанной местности в течение года, с амплитудой колебания до 80 °C [2, 5].

В настоящее время известно, что проблема адаптации человека к различным климатогеографическим факторам (температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха), помимо медико-биологического аспекта, тесно связана с социально-экономическими условиями жизни [18, 29]. С учётом непрерывного характера воздействия на организм человека в условиях сибирского региона многочисленных раздражителей возникает необходимость

выделять отдельные популяции, отличающиеся спецификой адаптивных перестроек [30, 31]. Прежде всего имеется в виду коренное (постоянно проживающие в течение многих поколений) и русское население — весьма неоднородные по своим характеристикам группы. Классификация данных объектов вытекает из того, что их адаптивные реакции принципиально различаются, поскольку лица, родившиеся в определённых условиях, имеют в разной степени выраженные признаки адаптивности, закреплённые на генетическом уровне [31, 32].

Доказано, что у северных этносов, проживающих в условиях хронического напряжения регуляции, ведущую роль в энергообеспечении играют реакции липидного обмена [33]. При этом структурно-функциональное состояние биомембран эритроцитов коренных жителей характеризуется снижением величины окисляемости и, соответственно, большей устойчивостью к деструктивным процессам [18].

Нами отмечено, что у девушек бурятского этноса по отношению к русским на фоне сниженных значений первичных и вторичных продуктов ПОЛ имеет место накопление конечных ТБК-АП, что может служить показателем как адаптации, так и дисрегуляции [34]. Известно, что повышение содержания данных метаболитов способно приводить к нарушению проницаемости мембран, структуры и функционального состояния клеток [20, 35]. У девушек тофаларского этноса, которые относятся к северным народностям, происходит активация процессов липопероксидации на первоначальных этапах, без накопления конечных ТБК-АП. В группе девушек эвенкийского этноса значимых различий не зафиксировано.

Интересным также представляется межэтнический анализ данных, который показал максимальные значения первичных продуктов ПОЛ в группе тофаларского этноса и вторичных — у эвенкиек. Важно указать, что данные особенности зарегистрированы на фоне изменённого питания коренных этносов, которое в настоящий момент не имеет выраженных этнических различий с питанием русского населения [9, 36].

Результат адаптивных трансформаций метаболических реакций в ответ на возмущающие факторы внешней среды, в развитии которых задействованы активные формы кислорода, во многом определяется сопряжённой активностью системы АОЗ [32]. Антиоксидантная система крови является важным фактором, характеризующим адаптивные возможности организма. Более высокие уровни витаминов обнаруживались у представительниц тофаларского и эвенкийского этносов в сравнении с девушками бурятского этноса. Выяснено, что жирорастворимые витамины (α -токоферол и ретинол), а также глутатион относятся к сильным антиоксидантам соответственно экзо- и эндогенного происхождения [37]. Во время как витамины накапливаются в значительном количестве в мембранах определённых типов и расходуются относительно медленно, восстановленная форма глутатиона наряду

с аскорбатом являются более лабильными антиоксидантами [37, 38]. Необходимо также отметить причастность витаминов к работе всех звеньев регуляции гонадотропной функции гипофиза, что в подростковый период имеет особую значимость [38]. Очевидно, что недостаточность любого витамина, а в особенности сочетанная недостаточность ряда антиоксидантов, может нарушать активность зависящих от них ферментативных процессов и физиологических функций, затруднять течение адаптивных реакций [35]. Отмечено также, что для коренных жителей Севера, придерживающихся традиционного типа питания, характерен особенный биологически сбалансированный для высоких широт вариант реагирования, проявляющийся в частности в увеличении всех фракций витамина Е [17, 39]. Выявлены этнические особенности структурно-функционального состояния клеточных мембран с позиции их обеспеченности жирорастворимыми витаминами (ретинолом и α -токоферолом) [39]. Подобные результаты получены также у аборигенов Канады [40].

Интегральные коэффициенты, оценивающие суммарные изменения большого количества показателей, могут являться более информативными в отличие от отдельных показателей и использоваться для оценки как патологических состояний, так и компенсаторно-приспособительных реакций организма в условиях физиологической нормы [20]. Так, коэффициент окислительного стресса, разработанный в Научном центре проблем здоровья семьи и репродукции человека, может характеризовать интенсивность реакций окислительного стресса в организме человека [22]. Незначительные тенденции к росту значений данного показателя (статистически незначимые) обнаружены у девушек эвенкийского этноса и могут быть объяснены повышенной активностью надпочечникового звена, а также холестеринсодержащих компонентов крови в данной группе, выявленных нами в более ранних исследованиях [32], что может свидетельствовать о большем влиянии стрессовых климатогеографических факторов Катангского района, который относится к территории Крайнего Севера. При этом можно сказать, что условия, в которых проживают малые коренные этносы (тофалары и эвенки), являются адекватными для коренного населения, т.е. соответствующими фенотипическим свойствам организма, и менее адекватными для русского населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование демонстрирует определённые изменения в системе «переокисление липидов—антиоксидантная защита» при отсутствии изменений в суммарном показателе у девушек-представительниц сибирских этносов и проживающих рядом с ними представительниц русского населения. Описанные особенности метаболических реакций у девушек-подростков коренных сибирских этносов, вероятно, отражают эволюционно сложившиеся механизмы и могут служить

основой для последующего мониторинга состояния их здоровья и разработки региональных этноспецифических мероприятий по профилактике заболеваний.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: М.А. Даренская разработала концепцию и дизайн исследования, приняла участие в написании всех разделов статьи, утвердила окончательный её вариант; Л.В. Рычкова участвовала в редактировании текста статьи, формулировании выводов; С.И. Колесников принял участие в редактировании текста статьи, формулировании выводов, утвердил окончательный её вариант; Н.В. Семенова участвовала в сборе первичных данных и анализе полученных результатов; Л.И. Колесникова редактировала текст статьи, участвовала в формулировании выводов, утвердила окончательный вариант.

Authors' contribution. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: M.A. Darenskaya developed the concept and design of the study, took part in writing all sections of the article, approved its final version; L.V. Rychkova participated in editing the text of the article, formulating

conclusions; S.I. Kolesnikov took part in editing the text of the article, formulating conclusions, and approved its final version; N.V. Semenova participated in the collection of primary data and the analysis of the results; L.I. Kolesnikova edited the text of the article, participated in the formulation of conclusions, approved the final version.

Финансирование. Публикация осуществлена при поддержке гранта, полученного Научно-исследовательским центром адаптации человека в Арктике, филиалом Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (НИЦ МБП КНЦ РАН) на тему «The contribution of reproductive health and the quality of the Arctic environment to the Wellbeing of the Kola Sami», софинансируемого через сквозные фонды Международного арктического научного комитета (IASC) при участии Рабочих групп IASC: по социальным и гуманитарным вопросам (SHWG) и Международной научной инициативы в Российской Арктике (ISIRA).

Funding sources. The publication was supported by a grant received by the Research Center for Medical and Biological Problems of Human Adaptation in the Arctic, a Branch of the Federal Research Center "Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" (RCMBP KSC RAS) on the subject "The contribution of reproductive health and the quality of the environment in the Arctic to the Wellbeing of the Kola Sami" from the International Arctic Science Committee (IASC) funded by the Social and Human Working Group (SHWG) with the approval of the International Science Initiative in the Russian Arctic (ISIRA).

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://irkipedia.ru/> [интернет]. Коренные народы [дата обращения: 25.03.2022]. Доступ по ссылке: http://irkipedia.ru/content/korennye_narody
2. Рагулина М.В. Традиционное природопользование коренных малочисленных народов Сибири: тенденции и парадоксы развития // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2014. Т. 7. С. 116–128.
3. Денисова Г.А. Структура генофондов этнических групп южной и центральной Сибири // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2009. № 3. С. 78–85.
4. Курдюков В.Н. Общий анализ этносоциальных и экономических проблем тофаларов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2017. Т. 19. С. 96–107.
5. Курдюков В.Н. Современное состояние охотничьего промысла и его экономическое значение для эвенков Иркутской области // Материалы Международной научно-практической конференции «Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития». Иркутский государственный университет, Географический факультет. Иркутск, 25–29 сентября 2017. С. 182–187.
6. Амоголонова Д.Д. Современная бурятская этносфера: этничность и художественная культура // Мир Большого Алтая. 2018. Т. 4, № 2. С. 289–301. doi: 10.31551/2410-2725-2018-4-2-289-301
7. Агаджанян Н.А., Коновалова Г.М., Ожева Р.Ш. Этнос, здоровье и проблемы адаптации // Новые технологии. 2010. № 3. С. 93–97.
8. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Этнический аспект адаптивной физиологии и заболеваемости населения // Экология человека. 2014. Т. 21, № 3. С. 3–13. doi: <https://doi.org/10.17816/humeco17248>
9. Манчук В.Т., Надточий Л.А. Состояние здоровья коренных и малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, особенности формирования патологии. Красноярск: НИИ Медицинских проблем Севера СО РАМН, 2012. 338 с.
10. Чанчаева Е.А. К вопросу об адекватности питания аборигенного населения Сибири // Экология человека. 2010. Т. 17, № 3. С. 31–34.
11. Поликарпов Л.С., Хамнагадаев И.И., Прахин Е.И., и др. Питание и особенности развития атеросклероза у детей и взрослых жителей Севера // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2010. Т. 30, № 6. С. 129–135.
12. Рябова Т.И., Попова Т.В., Сиротин Б.З. Особенности липидного спектра сыворотки крови у коренного и пришлого населения Приамурья // Клиническая лабораторная диагностика. 2012. № 2. С. 25–27.
13. Цуканов В.В., Ноздрачев К.Г., Тонких Ю.Л., и др. Механизм обратного транспорта холестерина и холелитиаз у северных

- народностей // Клиническая медицина. 2007. Т. 85, № 2. С. 33–35.
14. Бичкаева Ф.А., Бойко Е.Р., Жилина Л.П., и др. Физиологические особенности липидного, углеводного и белкового обменов у жителей южных районов Архангельской области // Экология человека. 2006. № 3. С. 7–11.
15. Баирова Т.А., Долгих В.В., Колесникова Л.И., Мункоева Д.М. Ген аполипопротеина А1 и его роль в развитии дислипидемии у пациентов разных этнических групп с эссенциальной артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. 2012. Т. 17, № 6. С. 19–23.
16. Колесникова Л.И., Даренская М.А., Гребенкина Л.А., и др. Проблемы этноса в медицинских исследованиях (обзор литературы) // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2013. № 4. С. 153–159.
17. Колодяжная Т.А., Зайцева О.И., Манчук В.Т., Казакова Г.Н. Молекулярные взаимодействия жирорастворимых витаминов (ретинола и альфа-токоферола) с параметрами функционального состояния эритроцитарных мембран у детей Эвенкии // Якутский медицинский журнал. 2011. № 4. С. 13–15.
18. Надточий Л.А., Смирнова С.В., Бронникова Е.П. Депопуляция коренных и малочисленных народов и проблема сохранения этносов северо-востока России // Экология человека. 2015. Т. 22, № 3. С. 3–11. doi: 10.17816/humeco17087
19. Колесникова Л.И., Даренская М.А., Долгих В.В., и др. Про- и антиоксидантный статус у подростков — тофов и европеоидов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, № 1-7. С. 1687–1691.
20. Колесникова Л.И., Рычкова Л.В., Колесников С.И., и др. Оценка системы липопероксидации и антиоксидантной защиты у мальчиков-подростков с экзогенно-конституциональным ожирением с использованием коэффициента окислительного стресса // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 1. С. 28–34. doi: 10.24411/0042-88332018-10003
21. Толоконская Н.П., Штарк М.Б., Рязанцев С.В., и др. Социально-демографический потенциал России: состояние и перспективы. Москва: Издательство «Экон-Информ», 2019. 361 с.
22. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 20111617323. Заявка № 20111615688 от 28.07.2011. Колесникова Л.И., Гребенкина Л.А., Олифиренко В.П., и др. Программа для расчета коэффициента окислительного стресса на основе параметров системы перекисного окисления липидов — антиоксидантной защиты в крови.
23. Волчегорский И.А., Налимов А.Г., Яровинский Б.Г., Лифшиц Р.И. Сопоставление различных подходов к определению продуктов перекисного окисления липидов в гептан-изопропанольных экстрактах крови // Вопросы медицинской химии. 1989. Т. 35, № 1. С. 127–131.
24. Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М. Анализ методов определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой // Вопросы медицинской химии. 1987. Т. 33, № 1. С. 118–122.
25. Misra H.P., Fridovich I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase // J Biol Chem. 1972. Vol. 247, N 10. P. 3170–3175.
26. Hissin P.J., Hilf R. Fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues // Anal Biochem. 1976. Vol. 74, N 1. P. 214–226.
27. Черняускене Р.Ч., Варшкявичене З.З., Грибаускас П.С. Одновременное определение концентраций витаминов Е и А в сыворотке крови // Лабораторное дело. 1984. № 6. С. 362–365.
28. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины и микроэлементы. Москва: «АЛЕВ-В», 2003. 648 с.
29. Павленко В.И., Петров А., Куценко С.Ю., Деттер Г.Ф. Коренные малочисленные народы российской Арктики (проблемы и перспективы развития) // Экология человека. 2019. Т. 26, № 1. С. 26–33. doi: 10.33396/1728-0869-2019-1-26-33
30. Колесникова Л.И., Баирова Т.А., Первушина О.А. Гены ферментов антиоксидантной системы // Вестник Российской академии медицинских наук. 2013. Т. 68, № 12. С. 83–88. doi: 10.15690/vramn.v68i12.865
31. Ershova O.A., Bairova T.A., Kolesnikov S.I., et al. Oxidative stress and catalase gene // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2016. Т. 161, № 3. С. 400–403. doi: 10.1007/s10517-016-3424-0
32. Даренская М.А. Особенности метаболических реакций у коренного и пришлого населения Севера и Сибири // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2014. № 2. С. 97–103.
33. Сивцева Т.М., Климова Т.М., Аммосова Е.П., и др. Метаболизм липидов и метаболические нарушения в якутской популяции: обзор литературы // Экология человека. 2021. Т. 28, № 4. С. 4–14. doi: 10.33396/1728-0869-2021-4-4-14
34. Sies H., Jones D.P. Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents // Nat Rev Mol Cell Biol. 2020. Vol. 21, N 7. P. 363–383. doi: 10.1038/s41580-020-0230-3
35. Колесникова Л.И., Даренская М.А., Гребенкина Л.А., и др. Анализ антиоксидантного статуса и фактического питания студентов // Вопросы питания. 2015. Т. 84, № 4. С. 66–73.
36. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации) // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2010. Т. 30, № 3. С. 6–11.
37. Magdalena A., Pop P.A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: a review // Eur J Med Chem. 2015. Vol. 97. P. 55–74. doi: 10.1016/j.ejmech.2015.04.040
38. Mohd Mutalip S.S., Ab-Rahim S., Rajikin M.H. Vitamin E as an antioxidant in female reproductive health // Antioxidants (Basel). 2018. Vol. 7, N 2. P. 22. doi: 10.3390/antiox7020022
39. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., и др. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. Т. 21, № 1. С. 3–12. doi: 10.17816/humeco17269
40. Werk C.M., Cui X., Tou S. Health of young aboriginal children living off reserve // Pimatisiwin: a Journal of Aboriginal and Indigenous Community Health. 2013. Vol. 11, N 2. P. 197–213.

REFERENCES

1. <http://irkipedia.ru/> [Internet]. Korennye narody [cited: 2022 March 25]. Available from: http://irkipedia.ru/content/korennye_narody
2. Ragulina MV. Traditional land use of indigenous peoples of siberia: trends and paradoxes of the development. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences*. 2014;7:116–128. (In Russ).
3. Denisova GA. The gene pool structures of ethnic groups from South and Central Siberia. *The Bulletin of the North-East Scientific Center*. 2009;(3):78–85. (In Russ).
4. Kurdjukov VN. General analysis and ethnosocial economic problems Tofalars. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences*. 2017;19:96–107. (In Russ).
5. Kurdyukov VN. Sovremennoe sostoyanie okhotnich'ego promysla i ego ekonomicheskoe znachenie dlya evenkov Irkutskoi oblasti. In: *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Bezopasnost' prirodopol'zovaniya v usloviyakh ustoichivogo razvitiya"*. Irkutskii gosudarstvennyi universitet, Geograficheskii fakul'tet; 2017. P. 182–187. (In Russ).
6. Amogolonova DD. Sovremennaya buryatskaya etnosfera: etnichnost' i khudozhestvennaya kul'tura. *The World of the Great Altai*. 2018;4(2):289–301. (In Russ). doi: 10.31551/2410-2725-2018-4-2-289-301
7. Agadzhanyan NA, Konovalova GM, Ozheva RSh. Etnos, zdorov'e i problemy adaptatsii. *New technologies*. 2010;(3):93–97. (In Russ).
8. Agadzhanyan NA, Makarova II. Ethnic aspect of adaptative physiology and population morbidity. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2014;21(3):3–13. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.17816/humeco17248>
9. Manchuk VT, Nadtochii LA. *Sostoyanie zdorov'ya korenykh i malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka, osobennosti formirovaniya patologii*. Krasnoyarsk: NII Meditsinskikh problem Severa SO RAMN; 2012. 338 p. (In Russ).
10. Tchantchaeva EA. To the issue of the adequacy of nutrition of Siberian aboriginal population literature review. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2010;17(3):31–34. (In Russ).
11. Polikarpov LS, Khamnagadaev II, Prakhin EI, et al. Nutrition and the peculiarities of atherosclerosis development in children and adults of the North. *The Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2010;30(6):129–135. (In Russ).
12. Ryabova TI, Popova TV, Sirotin BZ. The characteristics of lipid spectrum of blood serum in native and alien population in Amur region. *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. 2012;(2):25–27. (In Russ).
13. Tsukanov VV, Nozdrachev KG, Tonkikh YuL, et al. The mechanism of reverse cholesterol transport and cholelithiasis in northern nationalities. *Clinical medicine (Russian Journal)*. 2007;85(2):33–35. (In Russ).
14. Bichkaeva FA, Bojko ER, Zhilina LP, et al. Physiological features of metabolic activity of lipids, carbohydrates and proteins in inhabitants of southern districts of Archangelsk region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2006;(3):7–11. (In Russ).
15. Bairova TA, Dolgikh VV, Kolesnikova LI, Munkoeva DM. Apolipoprotein A1 gene and its role in dyslipidemia development across ethnic groups of patients with essential arterial hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2012;17(6):19–23. (In Russ).
16. Kolesnikova LI, Darenskaya MA, Grebenkina LA, et al. The ethnos in medical researches (literature review). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2013;(4):153–159. (In Russ).
17. Kolodyazhnaya TA, Zaitseva OI, Manchuk VT, Kazakova GN. Molekulyarnye vzaimodeistviya zhirorastvorimyykh vitaminov (retinola i al'fa-tokoferola) s parametrami funktsional'nogo sostoyaniya eritrotsitarnyykh membran u detei Evenkii. *Yakut medical journal*. 2011;4:13–15. (In Russ).
18. Nadtochiy LA, Smirnova SV, Bronnikova EP. The depopulation of indigenous and small-numbered peoples and problem of preserving of ethnic groups of the North-East of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2015;22(3):3–11. (In Russ). doi: 10.17816/humeco17087
19. Kolesnikova LI, Darenskaya MA, Dolgikh VV, et al. Pro- and antioxidant status at teenagers — tofs and europoids. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2010;12(1-7):1687–1691. (In Russ).
20. Kolesnikova LI, Rychkova LV, Kolesnikov SI, et al. The evaluation of the lipid peroxidation system and antioxidant defense in adolescent boys with exogenously constitutive obesity with using the coefficient of oxidative stress. *Problems of Nutrition*. 2018;87(1):28–34. (In Russ). doi: 10.24411/0042-88332018-10003
21. Tolokonskaya NP, Shtark MB, Ryazantsev CV, et al. *Sotsial'no-demograficheskii potentsial Rossii: sostoyanie i perspektivy*. Moscow: Izdatel'stvo «Ekon-Infom»; 2019. 361 p. (In Russ).
22. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2011617323. Zayavka No 2011615688 ot 28.07.2011. Kolesnikova LI, Grebenkina LA, Olifirenko VP, et al. *Programma dlya rascheta koefitsienta okislitel'nogo stressa na osnove parametrov sistemy perekisnogo okisleniya lipidov—antioxidantnoi zashchity v krovi*. (In Russ).
23. Volchegorskii IA, Nalimov AG, Yarovinskii BG, Lifshits RI. Sopotavlenie razlichnykh podkhodov k opredeleniyu produktov perekisnogo okisleniya lipidov v heptan-izopropanol'nykh ekstrakhtakh krovi. *Problems of Medical Chemistry*. 1989;35(1):127–131. (In Russ).
24. Gavrilov VB, Gavrilova AR, Mazhul' LM. Analiz metodov opredeleniya produktov perekisnogo okisleniya lipidov v syvorotke krovi po testu s tiobarbiturovoi kislotoi. *Problems of Medical Chemistry*. 1987;33(1):118–122. (In Russ).
25. 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.
26. Hissin PJ, Hilf R. Fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Anal Biochem*. 1976;74(1):214–226.
27. Chernyuskene RCh, Varshkyavichene ZZ, Gribauskas PS. Odnovremennoe opredelenie kontsentratsii vitaminov E i A v syvorotke krovi. *Laboratornoe delo*. 1984;(6):362–365. (In Russ).
28. Rebrov VG, Gromova OA. *Vitaminy i mikrojelementy*. Moscow: "ALEV-V"; 2003. 648 p. (In Russ).
29. Pavlenko VI, Petrov A, Kutsenko SYu, Detter GF. Indigenous peoples of the Russian arctic (problems and development pros-

- pects). *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;26(1):26–33. (In Russ). doi: 10.33396/1728-0869-2019-1-26-33
30. Kolesnikova LI, Bairova TA, Pervushina OA. Genes of antioxidant enzymes. *Annals of the Russian academy of medical sciences*. 2013;68(12):83–88. (In Russ). doi: 10.15690/vramn.v68i12.865
31. Ershova OA, Bairova TA, Kolesnikov SI, et al. Oxidative stress and catalase gene. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2016;161(3):400–403. doi: 10.1007/s10517-016-3424-0
32. Darenskaya MA. Peculiarities of metabolic reactions in indigenous and migrant populations of the North and Siberia. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2014;(2):97–103. (In Russ).
33. Sivtseva TM, Klimova TM, Ammosova EP, et al. Lipid metabolism and metabolic disorders in the Yakut population: a literature review. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021;28(4):4–14. (In Russ). doi: 10.33396/1728-0869-2021-4-4-14
34. Sies H, Jones DP. Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2020;21(7):363–383. doi: 10.1038/s41580-020-0230-3
35. Kolesnikova LI, Darenskaya MA, Grebenkina LA, et al. Analysis of antioxidant status and actual diet of students. *Problems of Nutrition*. 2015;84(4):66–73. (In Russ).
36. Panin LE. Homeostasis and problems of circumpolar health (methodological aspects of adaptation). *The Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2010;30(3):6–11. (In Russ).
37. Magdalena A, Pop PA. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: a review. *Eur J Med Chem*. 2015;97:55–74. doi: 10.1016/j.ejmech.2015.04.040
38. Mohd Mutalip SS, Ab-Rahim S, Rajikin MH. Vitamin E as an Antioxidant in Female Reproductive Health. *Antioxidants (Basel)*. 2018;7(2):22. doi: 10.3390/antiox7020022
39. Chashchin VP, Gudkov AB, Popova ON, et al. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2014;21(1):3–12. (In Russ). doi: 10.17816/humeco17269
40. Werk CM, Cui X, Tou S. Health of young aboriginal children living off reserve. *Pimatisiwin: a Journal of Aboriginal and Indigenous Community Health*. 2013;11(2):197–213.

ОБ АВТОРАХ

Даренская Марина Александровна,

д.б.н., ведущий научный сотрудник;
адрес: Россия, 664003, Иркутск, ул. Тимирязева, 16;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>;
eLibrary SPIN: 3327-4213;
e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Рычкова Любовь Владимировна, д.м.н.,
член-корреспондент РАН, профессор РАН;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2910-0737>;
eLibrary SPIN: 1369-6575;
e-mail: rychkova.nc@gmail.com

Колесников Сергей Иванович, д.м.н., академик РАН,
профессор, главный научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2124-6328>;
eLibrary SPIN: 1752-6695;
e-mail: sikolesnikov2012@gmail.com

Семенова Наталья Викторовна, д.б.н.,
ведущий научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6512-1335>;
eLibrary SPIN: 6606-0160;
e-mail: natkor_84@mail.ru

Колесникова Любовь Ильинична, д.м.н., академик РАН,
профессор, научный руководитель;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>;
eLibrary SPIN: 1584-0281;
e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru

AUTHORS' INFO

Marina A. Darenskaya, Dr. Sci. (Biol.), leader research associate;
address: 16 Timirjazeva street, 664003, Irkutsk, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>;
eLibrary SPIN: 3327-4213;
e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Lyubov V. Rychkova, MD, Dr. Sci. (Med.), associate member
of the Russian Academy of Sciences, professor of the Russian
Academy of Sciences;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2910-0737>;
eLibrary SPIN: 1369-6575;
e-mail: rychkova.nc@gmail.com

Sergey I. Kolesnikov, MD, Dr. Sci. (Med.), academician
of the Russian Academy of Sciences, professor,
chief research associate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2124-6328>;
eLibrary SPIN: 1752-6695;
e-mail: sikolesnikov2012@gmail.com

Natalya V. Semenova, Dr. Sci. (Biol.), leader research associate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6512-1335>;
eLibrary SPIN: 6606-0160;
e-mail: natkor_84@mail.ru

Lyubov I. Kolesnikova, MD, Dr. Sci. (Med.), academician
of the Russian Academy of Sciences, professor, scientific director;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>;
eLibrary SPIN: 1584-0281;
e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author