

## Роль иммунорегуляторных белков крови в репродуктивном здоровье женщин, проживающих в условиях северных и арктических территорий

К.О. Пашинская, А.В. Самодова

ФИЦ комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова УрО РАН  
163020, г. Архангельск, Никольский пр., 20

### Резюме

Представлен обзор литературы, выполненный с использованием информационных баз данных eLIBRARY.RU, Google Scholar и PubMed за период 2000–2025 гг. Критерием отбора явилась информация о роли иммунорегуляторных белков крови в репродуктивном здоровье женщин, проживающих на северных и арктических территориях. Представлены современные данные о роли трансферрина, гаптоглобина, иммуноглобулинов, липопротеинов при физиологической беременности, бесплодии, самопроизвольных родах. У женщин зрелого возраста, проживающих на северных и арктических территориях, повышение концентрации трансферрина, гаптоглобина, IgM влияет на содержание иммунокомпетентных клеток, цитокинов и внеклеточного пула рецепторов, а снижение содержания апопротеинов В, А-I обуславливает недостаточность антиоксидантной, противовоспалительной защиты организма. Ослабление антиоксидантной защиты и дерегуляция иммунного ответа способствуют повышению риска для репродуктивного здоровья женщин северных и арктических территорий, включая нарушение менструально-овариального цикла и осложнение беременности. Изучение роли белков крови, обладающих иммунорегуляторными, противовоспалительными, антиоксидантными свойствами, в оценке репродуктивного здоровья женщин является перспективным направлением.

**Ключевые слова:** трансферрин, гаптоглобин, иммуноглобулины, липопротеины, апопротеины, женщины, Арктика.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований ФГБУН комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова УрО РАН «Регуляция состояния иммунологической реактивности женщин репродуктивного возраста, проживающих на северных и арктических территориях» (номер государственной регистрации: 125021902583-8).

**Автор для переписки.** Пашинская К.О., e-mail: pashinscaya\_ko@fciaarctic.ru

**Для цитирования.** Пашинская К.О., Самодова А.В. Роль иммунорегуляторных белков крови в репродуктивном здоровье женщин, проживающих в условиях северных и арктических территорий. Сиб. науч. мед. ж. 2025;45(6):97–107. doi: 10.18699/SSMJ20250609

## The role of immunoregulatory blood proteins in the reproductive health of women living in the Northern and Arctic territories

K.O. Pashinskaya, A.V. Samodova

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of UrB RAS  
163020, Arkhangelsk, Nikolskiy ave., 20

### Abstract

A literature review is presented using the eLIBRARY.RU, Google Scholar and PubMed information databases for the period 2000–2025. The selection criterion was information on the role of immunoregulatory blood proteins in the reproductive health of women living on the Northern and Arctic territories. The article presents modern data on the role of transferrin, haptoglobin, immunoglobulins, and lipoproteins in physiological pregnancy, infertility, and spontaneous labor. In middle-aged women living on northern and arctic territories, increase of transferrin, haptoglobin, IgM

concentrations affect the content of immunocompetent cells, cytokines, and the extracellular pool of receptors, while low levels of apoproteins B, A-I cause insufficient antioxidant and anti-inflammatory protection in the body. Decrease in antioxidant protection and deregulation of the immune response contribute to the increase in reproductive health risks in women living in northern and arctic regions, including menstrual and ovarian cycle disorders and pregnancy complications. The study of the role of blood proteins with immunoregulatory, anti-inflammatory, and antioxidant properties in assessing women's reproductive health is a promising area.

**Key words:** transferrin, haptoglobin, immunoglobulins, lipoproteins, apoproteins, women, Arctic.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The work was carried out within the framework of the fundamental scientific research program of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences "Regulation of the state of immunological reactivity of women of reproductive age living in the Northern and Arctic territories" (state registration number: 125021902583-8).

**Correspondence author:** Pashinskaya K.O., e-mail: pashinskaya\_ko@fciaarctic.ru

**Citation.** Pashinskaya K.O., Samodova A.V. The role of immunoregulatory blood proteins in the reproductive health of women living in the Northern and Arctic territories. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2025;45(6): 97–107. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20250609

## Введение

Репродуктивная система женщин восприимчива к воздействию природных факторов северных и арктических территорий, что проявляется нарушением репродуктивного здоровья, овариально-менструального цикла, течения беременности и развитием гинекологических заболеваний. Для Европейской и Азиатской части Арктической зоны РФ характерно снижение численности населения, рождаемости, откладывание деторождения, увеличение среднего возраста при рождении ребенка и ухудшение общего, репродуктивного здоровья женщин с увеличением частоты ранних репродуктивных потерь [1–4]. Согласно данным службы государственной статистики, для Архангельской области характерны естественная убыль, снижение рождаемости, уменьшение доли трудоспособного населения, сдерживающие рост рождаемости [5].

Исследования, посвященные репродуктивному здоровью женщин, проживающих в условиях Севера, проводятся в разных странах. У женщин северных территорий Нидерландов нарушение репродуктивного здоровья связано с ановуляцией, бесплодием, неблагоприятным исходами беременности [6]. В Гренландии осложнения беременности возникают чаще, чем у жительниц других регионов Арктики. Исследования в области репродуктивного здоровья требуют расширения, учитывая экологические и культурные условия в циркумполярной зоне [7]. Фактически не изученной остается проблема репродуктивного здоровья коренных жителей Севера и Арктики. У женщин коренных национальностей в условиях Севера и

Арктики наблюдается негативные исходы беременности, более высокий уровень младенческой смерти, что объясняется суровыми климатическими условиями, географической удаленностью от медицинских учреждений, нехваткой лекарств, низким качеством продуктов питания, различиями культурных традиций [8]. Сохранение и укрепление репродуктивного здоровья жителей северных и арктических территорий является одной из актуальных задач. Нарушение репродуктивного здоровья женщин в условиях Севера и Арктики обусловлено эндокринными, метаболическими, иммунологическими изменениями [9, 10].

Гаптоглобин, трансферрин, липопротеины, иммуноглобулины имеют важное значение в обеспечении физиологических адаптационных реакций в условиях Севера и Арктики, связанных с эритропоэзом, обменом железа, метаболизмом и иммунным гомеостазом [11–14]. У населения северных и арктических территорий установлено изменение содержания белков крови со снижением концентрации альбуминов и повышением уровня  $\beta$ -глобулинов (трансферрин, липопротеины низкой и очень низкой плотности) и  $\gamma$ -глобулинов (иммуноглобулинов) [11, 15–17]. Белки крови информативны в оценке репродуктивного здоровья женщин и рисков беременности. Уделяется внимание изучению роли иммунорегуляторных белков ( $\alpha_2$ -макроглобулина, лактоферрина,  $\alpha_2$ -гликопротеина, протеина A) в механизмах оплодотворения и вынашивания беременности [18]. Повышение уровня белков крови, ассоциированное с развитием воспалительной реакции, является предиктором нарушения репродуктивного здоровья. Так, у женщин с синдромом поликистозных яичников (СПКЯ) и при

отрицательных результатах экстракорпорального оплодотворения наблюдаются изменения состава белков с повышением концентраций  $\alpha_2$ -макро-глобулина,  $\alpha_1$ -антитрипсина и общего белка в крови и снижением содержания альбумина в фолликулярной жидкости до минимальных значений [19].

Цель обзора – рассмотреть роль иммунорегуляторных белков крови (гаптоглобина, трансферрина, иммуноглобулинов, липопротеинов) в репродуктивном здоровье женщин, в том числе проживающих в условиях северных и арктических территорий. Обзор литературы подготовлен с баз данных eLIBRARY.RU, Google Scholar и PubMed.

### Трансферрин и гаптоглобин

В условиях высоких широт происходит активация факторов, индуцируемых гипоксией, усиливая транскрипцию генов белков, участвующих в обмене железа: гаптоглобина, трансферрина, рецептора к трансферрину для обеспечения адаптации к гипоксии [20]. В репродуктивном возрасте железо играет важную роль в физиологических процессах, таких как эритропоэз, энергетический обмен, функционирование нервной и иммунной систем. Женщины репродуктивного возраста подвержены развитию железодефицитного состояния во время менструации, беременности и родов в силу возрастающей потребности в железе [21], которая возникает при развитии фолликула вследствие быстрой пролиферации клеток и усиленной выработки стероидов. Трансферрин вырабатывается и синтезируется самими гранулезными клетками и, таким образом, метаболизм железа влияет на созревание фолликула и овуляцию [22]. Дефицит железа обнаруживается у женщин с нарушениями fertильности, он способствует бесплодию, самопроизвольным родам на недоношенном сроке беременности, рождению маловесных детей [23, 24].

Трансферрин обеспечивает перенос железа плоду через плаценту посредством связывания с рецептором на мемbrane микроворсинок плаценты с поглощением транспортного комплекса железа. Процесс передачи железа нарастает параллельно увеличению веса плода. С 28–32-й недели гестации происходит основная плацентарная передача железа со снижением содержания резервного железа у женщины [23, 25]. Анемия у плода всегда менее выражена благодаря компенсаторному механизму увеличения экспрессии плацентарных белков, которые играют ключевую роль в транспорте железа. Показана экспрессия плацентарного трансферрина в экстраваску-

лярном цитотрофобласте базальной пластинки плаценты, плодных оболочках и амниотическом эпителии. Фетальный трансферрин доставляет железо, которое затем либо используется плодом, поступая в его кровоток, либо запасается в плаценте в форме ферритина [26]. Эффективность переноса железа к плоду в значительной степени определяется состоянием маточно-плацентарного комплекса, включая кровоток и функциональную активность плаценты [27].

В период физиологической беременности наблюдается повышение уровня трансферрина в крови на 35–50 %, достигая максимальных значений с 30-й по 34-ю неделю беременности. При осложнении беременности (гестоз, эклампсия) концентрация трансферрина в крови снижается [23, 28]. Для оценки клеточного дефицита железа, особенно в условиях повышенной эритропоэтической активности, рекомендуется определение концентрации растворимого рецептора к трансферрину. Данный показатель не подвержен влиянию инфекционных процессов, воспалительных реакций, половой принадлежности или возраста. Существует способ прогнозирования развития латентного дефицита железа на ранних сроках беременности при концентрации в сыворотке крови трансферрина более 3,60 г/л, трансферриновых рецепторов более 11,0 мг/л и ферритина менее 30,0 нг мл [29]. Важно учитывать, что повышение содержания трансферрина в крови приводит к изменению в свертывающей системе крови, вызывая гиперкоагуляцию, развитие которой во время беременности приводит к микротромбозу сосудов хориона или плаценты и, в конечном итоге, к выкидыши или преждевременным родам [30, 31].

Гаптоглобин, трансферрин совместно участвуют в хранении и транспортировке железа во внутритробной среде в соответствии с их биологическими свойствами. Содержание гаптоглобина увеличивается в 2 раза с ранних сроков гестации и на протяжении всей физиологической беременности, снижаясь при развитии гестоза [28, 32]. Увеличение концентрации трансферрина и гаптоглобина обеспечивает адаптацию организма женщин, способствуя поддержанию гомеостаза в изменившихся внутренних условиях при беременности и обеспечивая нормальное развитие плода [28]. Трансферрин и гаптоглобин проходят через плаценту, однако белковый состав крови пупочной артерии имеет ряд отличий от белкового спектра крови женщины: наблюдается нарастание концентрации общего белка, альбуминов, достоверно снижается концентрация глобулинов, что свидетельствует о том, что плод сам активно синтезирует белки [28, 33].

Уменьшение содержания трансферрина и

гаптоглобина может быть обусловлено их потреблением в качестве антиоксидантов. Так, чрезмерная выработка фетального гемоглобина плацентой приводит к развитию преэклампсии и увеличению потребности в эндогенных белках, связывающих гем. В свободной форме фетальный гемоглобин способствует окислительному повреждению плацентарно-кровянного барьера. Связывание внеклеточного гемоглобина реализуется гаптоглобином, а1-микроглобулином, гемопексином. Однако установлено, что фенотип гаптоглобина не связан с развитием преэклампсии [34].

Обычно экспрессия гаптоглобина подавлена при рождении с повышением его уровня до соответствующего взрослого в течение первого года жизни. Обнаружение экспрессии гаптоглобина при рождении в пуповинной крови может служить биомаркером антенатального воздействия воспаления, инфекции и раннего неонатального сепсиса. Воспалительный процесс является определяющим фактором, запускающим экспрессию гаптоглобина [35, 36]. Определение содержания в крови гаптоглобина, антитромбина III, С-реактивного белка позволяет с высокой вероятностью диагностировать внутриутробные инфекции [37]. Кроме того, уровень гаптоглобина в крови из пуповины используется для прогнозирования возникновения желтухи у новорожденных; гемолиз эритроцитов у них сопровождается снижением концентрации гаптоглобина, гемопоэксина и повышением уровня билирубина [38].

Трансферрин и гаптоглобин во время беременности важны в качестве белков, обладающих иммунорегуляторными свойствами. Трансферрин, вырабатываемый плацентой модулирует эндокринную функцию культуры трофобластов, повышая секрецию прогестерона, который, в свою очередь, обеспечивает нормальную имплантацию, поддержание беременности и нормальные роды. Гаптоглобин участвует в иммунных реакциях, связанных с репродуктивной функцией человека, подавляя реакцию матери на бластоцисту и в процессах раннего эмбрионального развития [35, 39].

## Иммуноглобулины

Иммуноглобулины в рамках целостного организма участвуют в гомеостатических, межмолекулярных и межклеточных взаимодействиях [14]. Нарушение репродуктивного здоровья обусловлено увеличением уровня аутоантител. У женщин репродуктивного возраста могут развиваться аутоиммунные реакции, которые влияют на репродуктивный процесс, включая оогенез,

имплантацию и беременность [40, 41]. Секреция аутоантител у практически здоровых людей ограничивается преимущественно синтезом IgM без заметного переключения на синтез IgG [14]. Установлено повышение концентрации IgM, IgA и IgG у здоровых женщин с самопроизвольным прерыванием беременности [41, 42]. Антитела IgM, IgA, IgG к фолликулостимулирующему и лютеинизирующему гормону выявляются у женщин с преждевременной недостаточностью яичников и ассоциированы с бесплодием. Наличие антител IgG к хорионическому гонадотропину человека ассоциируется с самопроизвольным прерыванием беременности, плацентарной недостаточностью, угрожающими преждевременными родами. Антитела к прогестерону являются независимым фактором риска ранней потери беременности. Наличие антиспермальных антител препятствует оплодотворению яйцеклетки и имплантации эмбриона [41, 42].

Одним из механизмов развития аутоиммунного заболевания является преобладание гуморального ответа. Антифосфолипидный синдром – иммунный процесс образования аутоантител, взаимодействующих с фосфолипидами клеточных мембран. Антифосфолипидные антитела задерживают процесс образования синцитиотрофобласта из цитотрофобласта, обуславливая недостаточность имплантации, задержку роста трофобласта [41, 42].

Репродуктивная функция контролируется комплексом механизмов, определяющих иммунный фон для имплантации зародыша, роста и созревания плаценты, а также органогенеза плода – во время беременности у женщины возникает иммунная толерантность [43]. В-лимфоциты, продуцирующие иммуноглобулины, содержатся в эндометрии, в полости матки, в жидкости маточных труб. Количество В-лимфоцитов возрастает с продукцией избытка цитотоксических иммуноглобулинов (IgG1, IgG2, IgA1, IgM) при хроническом эндометрите [44]. Помимо синтеза иммуноглобулинов В-лимфоциты участвуют в выработке цитокинов, регуляции Т-клеточных реакций. Гонадотропный гормон увеличивает продукцию ими IL-10 и антител. Синтез иммуноглобулинов обеспечивает эффективность иммунной защиты женщины и плода от инфекционных агентов [43].

Важной функцией В-лимфоцитов является подавление иммунных реакций, что способствует поддержанию толерантности. Функциональная активность В-лимфоцитов зависит от микроокружения, определяемого цитокинами и гормонами. Анализ лейкоцитарного инфильтрата децидуальной оболочки плаценты выявил снижение относительного содержания В-лимфоцитов CD19+ и

CD20<sup>+</sup> по сравнению с периферической кровью. В то же время при физиологическом течении беременности наблюдается увеличение фракции CD5-позитивных В1-лимфоцитов в децидуальной ткани, что может указывать на усиление иммунного барьера плаценты; повышение их количества в периферической крови и лейкоцитарном инфильтрате децидуальной оболочки плаценты при преэклампсии определяется усилением выработки аутоантител, что обусловлено неоднозначностью функциональных свойств В1-лимфоцитов при различном микроокружении плаценты [45]. Нарушение дифференцировки В-лимфоцитов обуславливает повышение выработки аутоантител, оказывающих повреждающее действие на репродуктивную систему и определяющих снижение fertильности [46].

### Липопroteины, апопротеины

У жителей северных и арктических территорий формируется «северный тип метаболизма», обеспечивающий целесообразный уровень гомеостаза. В организме человека устанавливается соотношение между липопротеинами низкой (ЛПНП) и высокой (ЛПВП) плотности. Благоприятным типом липидного обмена у жителей Севера и Арктики является повышенное содержание ЛПВП и низкая концентрация в крови общего холестерина, триглицеридов (ТГ) и ЛПНП. Функция системы транспорта липидов во многом определяется структурными белками липопротеинов – апопротеинами, которые позволяют более точно оценить липидный профиль [47].

Метаболические нарушения имеют высокую распространенность у женщин репродуктивного возраста и негативно сказываются на репродуктивной функции [48]. Существует причинно-следственная связь между повышенным содержанием ЛПНП и риском бесплодия у женщин. Липидный обмен влияет на развитие фолликулов, созревание ооцитов и функцию гормонов яичников. Низкий уровень ЛПВП считается независимым фактором риска снижения fertильности у женщин [49, 50]. Нарушения липидного обмена могут способствовать развитию и прогрессированию СПКЯ, эндометриоза, бесплодия и гинекологических видов рака. Распространенность эндометриоза среди женщин репродуктивного возраста составляет около 10 %, и от 5 до 50 % – среди бесплодных женщин. У женщин с эндометриозом повышен уровень ТГ, общего холестерина, ЛПНП и снижено содержание тестостерона [51]. Установлено 13 биомаркеров в крови и моче, связанных с эндоме-

триозом: концентрация ТГ, кальция, АЛАТ, урата, ЛПНП, ЛПВП, апопротеинов В и А, эстрадиола, тестостерона, гамма-глутамилтрансферазы, альбумина, общего белка [52].

Дислипидемия – низкий уровень ЛПВП, высокий уровень ТГ, общего холестерина, ЛПНП – является наиболее распространенным нарушением обмена веществ при СПКЯ. Увеличение содержания ТГ тормозит созревание фолликулов, влияет на развитие яйцеклеток. При СПКЯ установлено снижение экспрессии 105 белков, связанных с организацией митохондрий, трансмембранным транспортом ионов, выработкой предшественников метаболитов и энергии, цепью переноса электронов, метаболизмом АТФ, окислительным фосфорилированием, активацией лейкоцитов, участвующих в иммунном ответе, получением энергии путем окисления органических соединений, клеточным дыханием; в висцеральной жировой ткани, ткани яичников, клетках гранулезы снижено содержание апопротеина А-I, что способствует нарушению выработки стероидных гормонов [53].

Во время беременности происходят изменения в метаболизме, которые влияют на ее исход. Первые 6 месяцев беременности характеризуются повышением уровней липидов на фоне увеличения потребления пищи матерью. Напротив, в последний триместр беременности усиливается катаболизм липидов за счет увеличения активности липопротеинлипазы в жировой ткани под влиянием инсулина, прогестерона, кортизола, пролактина, эстрогена и лептина. Изменения липидного обмена обусловлены перестройкой организма женщин для создания условий для развития и роста плода [54].

Установлена связь преждевременных родов с повышенным уровнем ТГ, ЛПНП в крови матери. Увеличение концентрации ТГ и снижение содержания ЛПВП свидетельствуют о снижении антиоксидантной способности в фолликулярной жидкости у женщин с избыточной массой тела. Более высокий уровень ЛПВП связан с уменьшением риска выкидыша, что опосредовано их противовоспалительной и антиоксидантной ролью [55]. Таким образом, оценка липидного обмена является важным инструментом для прогнозирования рисков, влияющих на репродуктивное здоровье женщин.

### Влияние гаптоглобина, трансферрина, иммуноглобулинов, липопротеинов на иммунный гомеостаз женщин, проживающих в условиях северных и арктических территорий

У женщин, проживающих на северных и арктических территориях РФ (на примере

Архангельской, Мурманской областей и архипелага Шпицберген), установлено повышение относительно референсных пределов содержания трансферрина (кроме случаев отрицательного влияния определенных факторов на его уровень), ассоциированное со снижением содержания активированных Т-лимфоцитов с мембранным рецептором к трансферрину ( $CD71^+$ ) и увеличением концентрации свободного рецептора к трансферрину (sCD71), что свидетельствует об ослаблении иммунного резерва и снижении способности иммунной системы к адекватной активации в ответ на внешние стимулы [56, 57]. Особенности генетического распределения гаптоглобина в арктической популяции приводят к росту концентрации этого белка у женщин, проживающих в Арктической зоне, которое связано с увеличением уровня агрегации эритроцитов и активизацией лимфоцитов, повышением концентрации компонентов внеклеточного пула рецепторов [57, 58].

У женщин, проживающих в условиях Севера и Арктики, гуморальный иммунный ответ смешен в сторону повышения концентрации IgM при уменьшении содержания IgA, IgG и ослаблении клеточного иммунитета, связанного со снижением уровня зрелых Т-лимфоцитов ( $CD3^+$ ), Т-лимфоцитов с рецептором к трансферрину ( $CD71^+$ ) [57, 59]; липидтранспортная система характеризуется увеличением концентрации ЛПНП, уменьшением содержания апопротеинов В и А-I, ЛПВП, указывая на ослабление антиоксидантной защиты организма; нарушена регуляция иммунитета, что выражается в увеличении количества натуруальных киллеров CD3-CD16<sup>+</sup> [57, 59].

Развитие окислительного стресса, изменения в эндокринной системе, метаболические нарушения, ослабление иммунной защиты приводят к изменениям менструально-овариального цикла, развитию воспалительных заболеваний, гестозов, преждевременных родов и других нарушений репродуктивной функции женщин, проживающих в условиях северных и арктических территорий [60].

## Заключение

Риски нарушения репродуктивного здоровья у женщин, проживающих на северных и арктических территориях, связаны со снижением антиоксидантной защиты, дерегуляцией иммунного ответа. Изменение концентраций гаптоглобина, трансферрина, иммуноглобулинов,

липопротеинов, апопротеинов выявлены у женщин при физиологической беременности, бесплодии, невынашивании, самопроизвольных родах. Причины повышения и понижения относительно физиологических пределов содержания белков крови и механизмы, лежащие в основе вызываемых ими эффектов, активно изучаются. Полученные данные могут быть использованы для идентификации терапевтических мишней, направленных на лечение бесплодия и предупреждения репродуктивных потерь. Изучение роли белков крови, обладающих иммунорегуляторными, противовоспалительными, антиоксидантными свойствами, в репродуктивном здоровье женщин является перспективным направлением.

## Список литературы / References

1. Никиулина И.В., Романова Е.В. Демографическое развитие Арктических регионов России в контексте концепции резильентности. *Народонаселение*. 2024;27(1):123–135. doi: 10.24412/1561-7785-2024-1-123-135  
Nikulina I.V., Romanova E.V. Demographic development of the Arctic regions in the context of resilience concept. *Narodonaselenie = Population*. 2024;27(1):123–135. [In Russian]. doi : 10.24412/1561-7785-2024-1-123-135
2. Янковская Г.Ф., Дмитриев П.А., Гуменюк Е.Г., Власова Т.А. Some parameterers a health condition of a pregnant women at Arctik region. *Environment and Human Health*: proc. conf., June 29 – July 2, 2003, St. Petersburg. Saint-Petersburg, 2003. P. 373–374.
3. Павлов Я.Н. Уровень демографических потерь населения в регионах Крайнего Севера как медико-социальная проблема. *Бюл. Нац. НИИ обществ. здоровья*. 2022;(3):52–58. doi: 10.25742/NRIPH.2022.03.010  
Pavlov Ya.N. The level of demographic losses of the population in the regions of the Far North as a medical and social problem. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni Nikolaya Aleksandrovicha Semashko = Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2022;(3):52–58. [In Russian]. doi: 10.25742/NRIPH.2022.03.010
4. Скосырева Г.А., Ким Л.Б., Мельников В.Н., Гаузер В.В., Неустроева Т.С. Факторы риска нарушений репродуктивной функции у женщин в условиях Крайнего Севера. *Экол. человека*. 2004;(2):99–101.  
Skosyreva G.A., Kim L.B., Melnikov V.N., Gauzer V.V., Neustroeva T.S. Risk factors for reproductive dysfunction in women in the Far North environmental.

- Ekologiya cheloveka = Human Ecology.* 2004;(2):99–101. [In Russian].
5. Управление Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области и Ненецкому автономному округу. Основные показатели. Население. Режим доступа: <https://29.rosstat.gov.ru/population11>
- Federal State Statistics Service. The main indicators. Population. [In Russian]. Available at: <https://29.rosstat.gov.ru/population11>
6. Peters L.L., Groen H., Sijtsma A., Jansen D., Hoek A. Women of reproductive age living in the North of the Netherlands: Lifelines reproductive origins of adult health and disease. *BMJ Open.* 2023;13(5):e063890. doi: 10.1136/bmjopen-2022-063890
7. Rinkam E., Anastasiob M., Reimerc Gitte Adler, Petersona M. An ecological approach to understanding Women's reproductive health and pregnancy decision making in Greenland. *Health and Place.* 2022;77:102868. doi: 10.1016/j.healthplace.2022.102868
8. Bogdanova E., Andronov S., Lobanov A., Kochkin R., Popov A., Morell I.A., Odlande J.O. Indigenous women's reproductive health in the Arctic zone of Western Siberia: challenges and solutions. *International Journal of Circumpolar Health.* 2021;80(1):1855913. doi: 10.1080/22423982.2020.1855913
9. Суханов С.Г. Влияние факторов Крайнего Севера на женскую репродуктивную систему. *Вестн. Сев. (Аркт.) федер. ун-та. Сер. Мед-биол. н.* 2013;(4):70–76.
- Sukhanov S.G. Influence of circumpolar factors on the female reproductive system. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskiye nauki = Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Biomedical Sciences.* 2013;(4):70–76. [In Russian].
10. Елфимова А.Э., Типисова Е.В., Молодовская И.Н., Аликина В.А. Адаптационный потенциал системы кровообращения и его взаимосвязь с половыми гормонами и уровнем дофамина у женщин Архангельской области и Ямало-Ненецкого автономного округа. *Кардиоваскуляр. терапия и профилакт.* 2022;21(1):59–66. doi: 10.15829/1728-8800-2022-2902
- El'fimova A.E., Tipisova E.V., Molodovskaya I.N., Alikina V.A. Adaptive potential of cardiovascular system and its relationship with sex hormones and dopamine levels in women of Arkhangelsk Oblast and Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2022;21(1):59–66. [In Russian]. doi: 10.15829/1728-8800-2022-2902
11. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.
- Boyko E.R. Physiological and biochemical foundations of human activity in the North. Yekaterinburg, 2005. 190 p. [In Russian].
12. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации). *Бiol. CO PAMN.* 2010;30(3):6–11.
- Panin L.E. Homeostasis and problems of circumpolar health (methodological aspects of adaptation). *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences.* 2010;30(3):6–11. [In Russian].
13. Нарыжный С.Н., Легина О.К. Гаптоглобин как биомаркер. *Биомед. химия.* 2021;67(2):105–118. doi: 10.18097/PBMC20216702105
- Naryzhny S.N., Legina O.K. Haptoglobin as a biomarker. *Biomeditsinskaya khimiya = Biomedical Chemistry.* 2021;67(2):105–118. [In Russian]. doi: 10.18097/PBMC20216702105
14. Добродеева Л.К., Самодова А.В., Карякина О.Е. Взаимосвязи в системе иммунитета. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. 198 с.
- Dobrodeeva L.K., Samodova A.V., Karjakina O.E. Relationships in the immunity system. Yekaterinburg, 2014. 198 p. [In Russian].
15. Добродеева Л.К., Жилина Л.П. Иммунологическая реактивность, состояние здоровья населения Архангельской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 228 с.
- Dobrodeeva L.K., Zhilina L.P. Immunological reactivity, health status of the population of the Arkhangelsk region. Yekaterinburg, 2004. 228 p. [In Russian].
16. Старцева О.Н., Белоусов В.В., Фролова О.В., Гильманов А.Ж. Особенности некоторых показателей липидного и белкового обмена у пришлого населения регионов Крайнего Севера. *Клин. лаб. диагностика.* 2007;(8):22–24.
- Startseva O. N., Belousov V.V., Frolova O.V., Gil'manov A.Zh. Some features of lipid and protein metabolism of non-aboriginal population in the regions of the Far North. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Russian Clinical Laboratory Diagnostics.* 2007;(8):22–24. [In Russian].
17. Олесова Л.Д., Кривошапкина З.Н., Гольдерова А.С., Охлопкова Е.Д., Семёнова Е.И., Константинова Л.И., Яковleva A.I., Efremova S.D., Степanova K.M., Алексеев Р.З., ... Nikolaev B.M. Состояние биохимических и иммунологических показателей у населения Саха (Якутия). Якутск: ПРИНТ, 2019. 239 с.
- Olesova L.D., Krivoshapkina Z.N., Golderova A.S., Okhlopkova E.D., Semenova E.I., Konstantinova L.I., Yakovleva A.I., Efremova S.D., Stepanova K.M., Alekseev R.Z., ... Nikolaev V.M. State of biochemical and immunological indications in the population of the Sakha Republic (Yakutia). Yakutsk: PRINT, 2019. 239 p. [In Russian].

18. Маркина Л.А., Зорина В.Н., Гусытина Г.Н., Ренгле Л.В., Зорина Р.М., Баженова Л.Г., Зорин Н.А. Содержание иммунорегуляторных белков в сыворотке крови беременных при экстракорпоральном оплодотворении. *Акушерство и гинекол.* 2014;(2):41–45.
- Markina L.A., Zorina V.N., Gusyatina G.N., Rengle L.V., Zorina R.M., Bazhenova L.G., Zorin N.A. Serum levels of immunoregulatory proteins in pregnant women after in vitro fertilization. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology.* 2014;(2):41–45. [In Russian].
19. Лихачева В.В., Зорина Р.М., Баженова Л.Г., Сотникова Л.С., Маркдорф А.Г., Третьякова Я.Н. Регуляторно-транспортные белки сыворотки крови и фолликулярной жидкости у пациенток с синдромом поликистозных яичников и при трубном бесплодии в прогнозе результативности программ экстракорпорального оплодотворения. *Рос. вестн. акушера-гинеколога.* 2018;18(1):25–29. doi: 10.17116/rosakush201818125-29
- Likhacheva V.V., Zorina R.M., Bazhenova L.G., Sotnikova L.S., Markdorf A.G., Tretyakova Ya.N. Regulatory and transport proteins in the serum and follicular fluid of patients with polycystic ovary syndrome and in tubal factor infertility in predicting the effectiveness of fertilization programs. *Rossiyskiy vestnik akushera-ginekologa = Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist.* 2018;18(1):25–29. [In Russian]. doi: 10.17116/rosakush201818125-29
20. Аллилуев И.А. Транскрипционный фактор HIF-1: механизмы регуляции при гипоксии и нормоксии. *Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. н.* 2014;(3):56–60.
- Alliluev I.A. Transcription factor HIF-1: regulatory mechanisms during hypoxia and normoxia. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennyye nauki = University Proceedings. North-Caucasian Region. Natural Sciences Series.* 2014;(3):56–60. [In Russian].
21. Виноградова М.А. Анемия у женщин репродуктивного возраста: диагностика и коррекция железодефицита. *Акушерство и гинекол.* 2019;(6):140–145. doi: 10.18565/aig.2019.6.140-145
- Vinogradova M.A. Anemia in women of reproductive age: diagnosis and correction of iron deficiency. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology.* 2019;(6):140–145. [In Russian]. doi: 10.18565/aig.2019.6.140-145
22. Holzer I., Ott J., Beitl K., Mayrhfer D., Heinzel F., Ebenbauer J., Parry J.P. Iron status in women with infertility and controls: a case-control study. *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2023;(14):1173100. doi: 10.3389/fendo.2023.1173100
23. Тихомиров А.Л., Сарсаня С.И., Ночевкин Е.В. Железодефицитные состояния в акушерстве и гинекологии. Границы проблемы. Современное лечение. *РМЖ. Мать и дитя.* 2011;19(1):22–23.
- Tikhomirov A.L., Sarsania S.I., Nochevkin E.V. Iron deficiency anemia: an actual problem, adequate treatment. *Russkiy meditsinskiy zhurnal. Mat' i ditya = Russian Medical Journal. Mother and Child.* 2011;19(1):22–23. [In Russian].
24. Сафина А.С., Ахмерова Д.Х., Сабирова В.Л. Влияние железодефицитной анемии на репродуктивные исходы. *Прикасп. вестн. мед. и фармации.* 2025;6(1):50–56. doi: 10.17021/2712-8164-2025-1-50-56
- Safina A.S., Akhmerova D.Kh., Sabirova V.L. Impact of iron deficiency anemia on reproductive outcomes. *Prikaspiyskiy vestnik meditsiny i farmatsii = Caspian Journal of Medicine and Pharmacy.* 2025;6(1):50–56. [In Russian]. doi: 10.17021/2712-8164-2025-1-50-56
25. McArdle H.J., Andersen H.S., Jones H., Gambling L. Copper and iron transport across the placenta: regulation and interactions. *J. Neuroendocrinol.* 2008;20(4):427–431. doi: 10.1111/j.1365-2826.2008.01658.x
- Kralova A., Svetlikova M., Madar J., Ulcova-Gallova Z., Bukovsky A., Peknicova J. Differential transferrin expression in placentae from normal and abnormal pregnancies: a pilot study. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2008;(6):27. doi: 10.1186/1477-7827-6-27
27. Беляева Л.М. Железодефицитные анемии у детей. Современные подходы к лечению. *Мед. новости.* 2005;(9):45–50.
- Belyaeva L.M. Iron deficiency anemias in children. Current treatment approaches. *Meditinskie novosti = Medical News.* 2005;(9):45–50. [In Russian].
28. Воронина Е.А. Железосодержащие белки крови в диагностике гестоза. *Мать и дитя в Кузбассе.* 2001;(7–8):20.
- Voronina E.A. Iron-containing blood proteins in the diagnosis of gestosis. *Mat' i ditya v Kuzbasse = Mother and baby in Kuzbass.* 2001;(7–8):20. [In Russian].
29. Булганов А.А., Атаходжаева Ф.А., Маликова Г.Б., Махмудов М.А. Феррокинетический мониторинг беременности. Методические рекомендации. Ташкент, 2002.
- Bulganov A.A., Atakhodzhaeva F.A., Malikova G.B., Makhmudov M.A. Ferrokinetic monitoring of pregnancy. Guidelines. Tashkent, 2002. [In Russian].
30. Rai R., Tuddenham E., Backos M., Jivraj S., El'Gaddal S., Choy S., Cork B., Regan L. Thromboelastography, whole-blood haemostasis and recurrent miscarriage. *Hum. Reprod.* 2003;18(12):2540–2543. doi: 10.1093/humrep/deg494
31. Tang X., Zhang Z., Fang M., Han Y., Wang G., Wang S., Xue M., Li Y., Zhang L., Wu J. ... Lai R. Transferrin plays a central role in coagulation balance by interacting with clotting factors. *Cell Res.* 2020; 30(2):119–132. doi: 10.1038/s41422-019-0260-6
32. Skarzynska E., Jakimiuk A., Issat T., Lisowska-Myjak B. Meconium proteins involved in iron

- metabolism. *Int. J. Mol. Sci.* 2024;25(13): 6948. doi: 10.3390/ijms25136948
33. Кучук Э.М., Матющенко Н.С., Закиров Дж.З. Биохимия детского возраста. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2018. 212 с.
- Kuchuk E.M., Matyushchenko N.S., Zakirov J.Z. Childhood biochemistry. Bishkek, 2018. 212 p. [In Russian].
34. Bellos I., Pergialiotis V., Loutradis D., Papapanagiotou A., Daskalakis G. The role of hemoglobin degradation pathway in preeclampsia: A systematic review and meta-analysis. *Placenta*. 2020;(92):9–16. doi: 10.1016/j.placenta.2020.01.014
35. Gloria-Bottini F., Magrinia A., Amantea A., Nicotra M., Bottini E. Haptoglobin phenotype and reproductive success in repeated spontaneous abortion. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2009;144(2):153–156. doi: 10.1016/j.ejogrb.2009.03.002
36. McCarthy M.E., Buhimschi C.S., Hardy J., Dulay A.T., Laky C.A., Bahtiyar M.O., +placental specimens indicates antenatal exposure to inflammation and potential participation of the fetus in triggering preterm birth. *Placenta*. 2018;(62):50–57. doi: 10.1016/j.placenta.2017.12.017
37. Косенкова Е.Г., Лысенко И.М. Клинико-диагностические критерии реализации внутриутробного инфицирования у новорожденных и детей первого года жизни. Витебск: ВГМУ, 2016. 201 с.
- Kosenkova E.G., Lysenko I.M. Clinical and diagnostic criteria for the implementation of intrauterine infection in newborns and children of the first year of life. Vitebsk: Vitebsk State Medical University, 2016. 201 p. [In Russian].
38. Cakmak A., Calik M., Atas A., Hirfanoglu I., Erel O. Can haptoglobin be an indicator for the early diagnosis of neonatal jaundice? *J. Clin. Lab. Anal.* 2008;22(6):409–414. doi: 10.1002/jcla.20279
39. Jeschke U., Gundel G., Muller H., Richter D.U., Streu A., Briese V., Mylonas I., Friese K., Unverzagt C. N-glycans of human amniotic fluid transferrin stimulate progesterone production in human first trimester trophoblast cells in vitro. *J. Perinat. Med.* 2004;32(3):248–253. doi: 10.1515/JPM.2004.046
40. Халимова Ф.Т., Шукuroв Ф.А. Нарушения репродуктивного здоровья женщин и уровни иммуноглобулинов и антифосфолипидные реакции. *Бiol. и интегратив. мед.* 2023;(1):27–36.
- Khalimova F.T., Shukurov F.A. Women's reproductive health disorders and immunoglobulin levels and antiphospholipid reactions. *Biologiya i integrativnaya meditsina = Biology and Integrative Medicine.* 2023;(1):27–36. [In Russian].
41. Менжинская И.В., Ванько Л.В. Ассоциация антител к гонадотропинам и женским половым гормонам с нарушениями репродуктивной функции. *Акушерство и гинекол.* 2017;(9):20–27. doi: 10.18565/aig.2017.9:20-7
- Menzhinskaya I.V., Vanko L.V. Association of antibodies to gonadotropins and female sex hormones with reproductive disorders. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology.* 2017;(9):20–27. [In Russian]. doi: 10.18565/aig.2017.9:20-7
42. Сасина В.И. Бесплодие иммунологического генеза. *Мол. ученый.* 2017;(14): 45–47.
- Sasina V.I. Infertility of immunological genesis. *Molodoy uchenyy = Young Scientist.* 2017;(14):45–47. [In Russian].
43. Esteve-Sole A., Luo Y., Vlagea A., Deya-Martines A., Yague J., Plaza-Martin A.M., Juan M., Alsiña L. B regulatory cells: players in pregnancy and early life. *Int. J. Mol. Sci.* 2018;19(7):2099. doi: 10.3390/ijms19072099
44. Доброхотова Ю.Э., Боровкова Е.И., Нугуманова О.Р. Улучшение процессовangiогенеза и репродуктивных исходов у пациенток с хроническим эндометритом. *Акушерство и гинекол.* 2021;(3):145–152. doi: 10.18565/aig.2021.3.145-152
- Dobrokhотова Yu.E., Borovkova E.I., Nugumanova O.R. Improvement of angiogenesis and reproductive outcomes in patients with chronic endometritis. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology.* 2021;(3):145–152. [In Russian]. doi: 10.18565/aig.2021.3.145-152
45. Сотникова Н.Ю., Кудряшова А.В., Панова И.А., Малышкина А.И., Хизриева З.С., Рукавишников К.Д. Сравнительный анализ фенотипического профиля В-лимфоцитов периферической крови и децидуальной оболочки плаценты при неосложненной беременности и преэклампсии. *Иммунология.* 2025; 46(1):30–37. doi: 33029/1816-2134-2025-46-1-30-37
- Sotnikova N.Yu., Kudryashova A.V., Panova I.A., Malyshkina A.I., Khizrieva Z.S., Rukavishnikov K.D. The comparative analysis of the phenotypic profile of peripheral blood B lymphocytes and decidua in uncomplicated pregnancy and preeclampsia. *Immunologiya = Immunology.* 2025;46(1):30–37. [In Russian]. doi: 33029/1816-2134-2025-46-1-30-37
46. Красильникова А.К., Абдуллаева Л.Х., Малышкина Л.И., Сотникова Н.Ю., Анциферова Ю.С. Особенности регуляции гуморального иммунного ответа на системном и локальном уровне при эндометриозе. *Таврич. мед.-биол. вестн.* 2017;20(2):58–62.
- Krasilnikova A.K., Abdullaeva L.Kh., Malyshkina A.I., Sotnikova N.Yu., Antsiferova Yu.S. Regulation of the systemic and local humoral immune response during endometriosis. *Tavricheskiy medico-biologicheskiy vestnik = Tauric Medico-Biological Bulletin.* 2017;20(2):58–62. [In Russian].
47. Соловьева В.А., Гусейнова У.Г., Соловьева Н.В., Ишеков Н.С., Соловьев А.Г., Губаева Л.И. Физиологические аспекты липидного обмена в условиях Арктической зоны Российской Федерации

- (обзор). Ж. мед.-биол. исслед. 2024;12(4):548–558. doi: 10.37482/2687-1491-Z222
- Solovyova V.A., Guseynova U.K., Solovieva N.V., Ishekov N.S., Soloviev A.G., Gubareva L.I. Physiological aspects of lipid metabolism in the Arctic zone of the Russian Federation (review). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy = Journal of Medical and Biological Research.* 2024; 12(4):548–558. [In Russian]. doi: 10.37482/2687-1491-Z222
48. Дикке Г.Б. Метаболические нарушения и бесплодие. *FOCUS. Эндокринол.* 2025; 6(1):43–51. doi: 10.62751/2713-0177-2025-6-1-06
- Dikke G.B. Metabolic disorders and infertility. *Focus. Endocrinology = FOCUS Endocrinology.* 2025;6(1):43–51. [In Russian]. doi: 10.62751/2713-0177-2025-6-1-06
49. Кузнецова И.В., Фернандес Д.О., Гаврилова Е.А., Ведзижева Э.Р. Восстановление fertильности у пациенток с нормогонадотропной овуляторной дисфункцией и ожирением. Эффектив. фармакотерапия. 2021;(17):14–19. doi: 10.33978/2307-3586-2021-17-43-14-19
- Kuznetsova I.V., Fernandes D.O., Gavrilova E.A., Vedzizheva E.R. Fertility restoration in patients with normogonadotropic ovulatory dysfunction and obesity. *Effektivnaya farmakoterapiya = Effective Pharmacotherapy.* 2021;(17):14–19. [In Russian]. doi: 10.33978/2307-3586-2021-17-43-14-19
50. Zhu X., Hong X., Wu J., Zhao F., Wang W., Huang L., Li J., Wang B. The association between circulating lipids and female infertility risk: A univariable and multivariable Mendelian randomization analysis. *Nutrients.* 2023;15(14):3130. doi: 10.3390/nu15143130
51. Chen J.P., Zhang Y.Y., Jin J.N., Ying Y., Song Z.M., Xu Q.Q., Tu M.X., Ye X.H., Tang H.N., Ni F.D. ... Zhang D. Effects of dysregulated glucose metabolism on the occurrence and ART outcome of endometriosis. *Eur. J. Med. Res.* 2023;28(1):305. doi: 10.1186/s40001-023-01280-7
52. McGrath I.M., International Endometriosis Genetics Consortium; Montgomery G.W., Mortlock S. Polygenic risk score phenome-wide association study reveals an association between endometriosis and testosterone. *BMC Med.* 2023;21(1):482. doi: 10.1186/s12916-023-03184-z
53. Qian Y., Tong Y., Zeng Y., Huang J., Liu K., Xie Y., Chen J., Gao M., Liu L., Zhao J. ... Nie X. Integrated lipid metabolomics and proteomics analysis reveal the pathogenesis of polycystic ovary syndrome. *J. Transl. Med.* 2024;22(1):364. doi: 10.1186/s12967-024-05167-x
54. Zhu X., Deng Z.M., Dai F.F., Liu H., Cheng Y.H. The impact of early pregnancy metabolic disorders on pregnancy outcome and the specific mechanism. *Eur. J. Med. Res.* 2023;28(1):197. doi: 10.1186/s40001-023-01161-z
55. Фортыгина Ю.А., Макарова Н.П., Непша О.С., Лобанова Н.Н., Калинина Е.А. Роль липидомных исследований в репродукции человека и исходах программ лечения бесплодия методами вспомогательных репродуктивных технологий. *Акушерство и гинекол.* 2022;(10):14–20. doi: 10.18565/aig.2022.10.14-20
- Fortygina Yu.A., Makarova N.P., Nepsha O.S., Lobanova N.N., Kalinina E.A. Role of lipidomic studies in human reproduction and outcomes of fertility treatment programs using assisted reproductive technologies. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology.* 2022;(10):14–20. [In Russian]. doi: 10.18565/aig.2022.10.14-20
56. Пашинская К.О., Самодова А.В., Добродеева Л.К. Взаимосвязь содержания транспортных белков крови с состоянием иммунной системы у практически здоровых жителей архипелага Шпицберген в период полярного дня. *Якут. мед. ж.* 2023;(4):98–102. doi: 10.25789/YMJ.2023.84.25
- Pashinskaya K.O., Samodova A.V., Dobrodeeva L.K. The relationship of the content of blood transport proteins with the state the immune system in practically healthy inhabitants of the Svalbard archipelago during the polar day. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal = Yakut Medical Journal.* 2023;(4):98–102. [In Russian]. doi: 10.25789/YMJ.2023.84.25
57. Pashinskaya K.O., Samodova A.V., Dobrodeeva L.K. Features of the immune system and levels of blood transport components in residents of the arctic of the Russian Federation. *Am. J. Hum. Biol.* 2024;36(10): e24136. doi: 10.1002/ajhb.24136
58. Пашинская К.О., Самодова А.В., Добродеева Л.К. Транспортные функции иммуноглобулинов у жителей Европейской территории Арктики Российской Федерации. *Изв. РАН. Сер. биол.* 2023;(5):537–545. doi: 10.31857/S1026347022600364
- Pashinskaya K.O., Samodova A.V., Dobrodeeva L.K. Transport Functions of Serum Immunoglobulins among Residents of the European Arctic in the Russian Federation. *Izvestiya Rossiyskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya = Biology Bulletin.* 2023;50(5):995–1002. [In Russian]. doi: 10.31857/S1026347022600364
59. Пашинская К.О., Самодова А.В. Роль транспортных белков крови в реакциях адаптации к дискомфортным, экстремально дискомфортным условиям Севера и Арктики. *Якут. мед. ж.* 2024;(2):75–80. doi: 10.25789/YMJ.2024.86.18
- Pashinskaya K.O., Samodova A.V. The role of blood transport proteins in adaptation reactions to extremely uncomfortable conditions of the North and the Arctic. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal = Yakut Medical Journal.* 2024;(2):71–74. [In Russian]. doi: 10.25789/YMJ.2024.86.18
60. Скосырева Г.А., Гаузер В.В., Осокина Е.С. Сравнительная характеристика состояния здоровья молодых женщин Западной Сибири и Крайнего Севера. *Бюл. СО РАМН.* 2000;(1):68–71.

Skosyreva G.A., Gauzer V.V., Osokina E.S. Comparative characteristics of the health status of young women in Western Siberia and the North. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* = *Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2000;(1):68–71. [In Russian].

**Сведения об авторах:**

**Пашинская Ксения Олеговна**, ORCID: 0000-0001-6774-4598, e-mail: pashinscaya\_ko@fciarctic.ru

**Самодова Анна Васильевна**, к.б.н., ORCID: 0000-0001-9835-8083, e-mail: annapoletaeva2008@yandex.ru

**Information about the authors:**

**Ksenia O. Pashinskaya**, ORCID: 0000-0001-6774-4598, e-mail: pashinscaya\_ko@fciarctic.ru.

**Anna V. Samodova**, candidate of biological sciences, ORCID: 0000-0001-9835-8083,  
e-mail: annapoletaeva2008@yandex.ru

*Поступила в редакцию 20.06.2025*

*После доработки 22.09.2025*

*Принята к публикации 26.10.2025*

*Received 20.06.2025*

*Revision received 22.09.2025*

*Accepted 26.10.2025*