

Читайте
онлайн
Read
onlineНарутдинов Д.А.¹, Рахманов Р.С.², Богомолова Е.С.², Разгулин С.А.², Антюганов С.Н.²

Донозологическая диагностика по показателям крови здоровья работающих в Арктической зоне России

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, 660022, Красноярск, Россия;²ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Донозологическая диагностика ориентирована на оценку здоровья человека для своевременного проведения оздоровительных и профилактических мероприятий.

Цель исследования: обосновать алгоритм донозологической диагностики по клинико-лабораторным показателям крови здоровья работающих в Арктической зоне России для проведения профилактических мероприятий.

Материалы и методы. Анализировали 3774 образца крови военнослужащих в Арктике ($n = 51$) и Субарктике ($n = 60$): общеклинический, биохимический (липиды крови, витамины В₉, В₁₂, D), минералы (Ca общий и ионизированный, K, Na, Mg, P, Fe). Группы были разделены на подгруппы по возрасту (до 40 и старше 40 лет) и длительности службы (до 5 лет и до 10 лет). Оценили адаптационные реакции и неспецифическую резистентность организма.

Результаты. Расширенный анализ крови указывал на риск развития В₉- и В₁₂-дефицитных и железодефицитных анемий, гипотонической дегидратации, дал информацию о неспецифической резистентности и состоянии адаптационных реакций организма. Установлены наличие и тип дислипидемий; по С-реактивному белку — риск болезней системы кровообращения; по ферментам печени — риск дефицита железа и продукции трансферрина. Определение витаминов и минералов отражало потребность в них в зависимости от продолжительности работ в экстремальных условиях. Нарастание изменений с увеличением длительности работ свидетельствовало о негативном влиянии условий региона на организм человека.

Ограничения исследования. Военнослужащие I—II групп здоровья, прибывшие из других регионов для прохождения службы в Арктике и Субарктике и не имеющие противопоказаний для профессиональной деятельности в этих условиях.

Заключение. Определена необходимость дифференцированных профилактических мероприятий в различных объёмах в группах военнослужащих с различной продолжительностью пребывания в условиях Арктики и Субарктики. Доказана целесообразность проведения исследований среди работающих при ежегодной диспансеризации независимо от возраста, что снизит риск развития болезней в условиях Севера.

Ключевые слова: военнослужащие; Арктическая зона; лабораторные показатели крови; донозологические состояния; алгоритм выявления

Соблюдение этических стандартов. Исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Получено заключение Комитета по этике ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (протокол № 4 от 14.03.2022 г.). Каждый участник дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

Для цитирования: Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Антюганов С.Н. Донозологическая диагностика по показателям крови здоровья работающих в Арктической зоне России. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(4): 370–377. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-4-370-377> <https://elibrary.ru/sukdgs>

Для корреспонденции: Рахманов Рофаиль Салыхович, e-mail: raf53@mail.ru

Вклад авторов: Рахманов Р.С. — концепция и дизайн исследования, написание текста; Богомолова Е.С. — редактирование; Разгулин С.А. — сбор данных литературы, участие в интерпретации результатов, подготовка текста; Нарутдинов Д.А. — сбор, систематизирование первичного материала; Антюганов С.Н. — статистическая обработка материала. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. Работа выполнена согласно плану научных работ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России и плану диссертационного исследования Нарутдинова Д.А.

Поступила: 31.03.2025 / Поступила после доработки: 04.07.2025 / Принята к печати: 24.03.2026 / Опубликовано: 18.05.2026

Denis A. Narutdinov¹, Rofail S. Rakhmanov², Elena S. Bogomolova², Sergey A. Razgulin²,
Stepan N. Antyuganov²

Pre-clinical diagnostics of health by blood indices in workers in the Arctic zone of Russia

¹Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation;²Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Pre-clinical diagnostics is aimed at assessing human health for timely implementation of health-improving and preventive measures.

Goal. To substantiate an algorithm for pre-clinical diagnostics of the health by clinical signs and laboratory blood parameters in workers in the Arctic zone of Russia.

Materials and methods. We analyzed three thousand seven hundred seventy four blood samples in military personnel in the Arctic ($n=51$) and Subarctic ($n=60$): general clinical, biochemical (blood lipids, vitamins В₉, В₁₂, D), minerals (total and ionized Ca, K, Na, Mg, P, Fe). The groups were divided into two (up to 40 and over 40 years) and duration of work (up to 5 and up to 10 years). We assessed the adaptive reactions and nonspecific resistance of the body.

Results. An extensive blood test indicated the risk of developing В₉ and В₁₂ deficiency and iron deficiency anemia, hypotonic dehydration, and provided information about nonspecific resistance and the state of the body's adaptive reactions. The presence and type of dyslipidemia was established; according to C-reactive protein — the risk of cardiovascular diseases; according to liver enzymes — the risk of iron deficiency and transferrin production. Determination of vitamins and minerals reflected the need depending on the duration of work in extreme conditions. The increase in changes and the duration of work indicated a adverse impact of regional conditions on the human body.

Limitations. Military personnel of health groups I–II who arrived in the conditions of the North from other regions and who have no contraindications for occupational activity there.

Conclusion. The need for differentiated implementation of preventive measures in various volumes in groups with different duration of work has been determined. The need for conducting research among workers during annual medical examinations regardless of age was proven, which will reduce the risk of developing diseases in the North.

Keywords: military personnel; Arctic zone; laboratory blood parameters; pre-clinical conditions; detection algorithm

Compliance with ethical standards. The study was conducted in compliance with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association. The conclusion of the Ethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University was received, protocol No. 4 dated March 14, 2022. Each participant in the study gave informed voluntary written consent to participate in the study and the publication of personal medical information in anonymized form in the journal "Hygiene and Sanitation".

For citation: Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Antyuganov S.N. Pre-clinical diagnostics of health by blood indices in workers in the Arctic zone of Russia. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(4): 370–377. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-4-370-377> <https://elibrary.ru/sukdgs> (In Russ.)

For correspondence: Rofail S. Rakhmanov, e-mail: raf53@mail.ru

Contribuitor: Rakhmanov R.S. — concept and design of the study, writing the text, responsibility for the integrity of all parts of the article; Bogomolova E.S. — editing, approval of the final version of the article; Razgulin S.A. — collection of literature data, participation in the interpretation of results, preparation of the text; Narutdinov D.A. — collection and systematization of primary material; Antyuganov S.N. — statistical processing of the material. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received: March 31, 2025 / Revised: July 4, 2025 / Accepted: March 24, 2026 / Published: May 18, 2026

Введение

Обеспечение безопасности труда — это предупреждение и профилактика опасностей, минимизация повреждения здоровья работников¹. Работодатель должен обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на предотвращение угрозы жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредных и (или) опасных производственных факторов, в том числе физических, к которым относятся температура и скорость движения воздуха, его влажность, тепловое облучение².

Законодательством Российской Федерации закреплён один из важнейших принципов охраны здоровья населения страны — приоритет профилактики, в том числе с помощью раннего выявления болезней³ (профилактический медицинский осмотр и диспансеризация⁴). Для разработки методов превентивной и персонализированной медицины, обеспечивающих здоровое долголетие, а также адаптацию к изменениям климата⁵, важна донозологическая диагностика здоровья человека, работающего в экстремальных условиях Арктической зоны России.

Донозологическая диагностика ориентирована на оценку здоровья здорового человека [1]. Динамическое наблюдение за состоянием адаптационных резервов организма и основными его функциями принципиально отличается от принятой в настоящее время в нашей стране системы медицинского контроля, ориентированной на диагностику болезней.

Цель исследования — обосновать алгоритм донозологической диагностики по клинко-лабораторным исследованиям крови здоровья работающих в Арктической зоне России для проведения профилактических мероприятий.

Материалы и методы

Анализировали результаты клинко-лабораторных исследований проб крови ($n = 3774$), отобранных методом случайной выборки, у военнослужащих, проходящих службу по контракту (ВПСК), I–II групп здоровья при диспансеризации в летний период, — 51 человек из Арктики и 60 человек из Субарктики. Все военнослужащие были информированы о проведении исследований и дали на это добровольное согласие.

Перед направлением в указанные районы ВПСК проходили медицинское обследование, противопоказаний для службы в данных условиях не имели. Обследуемые были разделены на две возрастные группы: группа 1 — до 40 лет, группа 2 — 40 лет и старше. Кроме того, военнослужащие были разделены по принципу длительности (стажа) работ: до 5 и до 10 лет. Оценивали условия быта и гигиенические условия труда⁶.

Общеклинический анализ крови с расшифровкой лейкоцитарной формулы⁷ проводили с помощью автоматизированной гематологической системы Abbott (США). На анализаторе Cobas Integra 400 Plus (Roche Diagnostics; Швейцария) определяли С-реактивный белок (СРБ). Липидный спектр оценивали по общему холестерину (ОХ), триглицеридам (ТГ), липопротеидам высокой (ЛПВП) и низкой (ЛПНП) плотности (анализатор AU5800, США). Минеральные вещества (K, Na, Ca общий и ионизированный, Fe, Mg, P) определяли с использованием анализаторов AU5800 и AVL9180 (США). Для исследования содержания витамина В₉ применяли систему ВЭЖХ-МС AD SCIEX QTRAP 5500 (Германия), В₁₂ — систему ARCHITECT® i2000 (Abbott Laboratories, США), витамина D — масс-спектрометр AB SCIEX QTRAP 5500 (SCIEX, Германия) Об уровне в организме витамина D судили по кальцидиолу 25(ОН)D₃ — промежуточному продукту его превращения.

По процентному содержанию лимфоцитов оценивали состояние неспецифических адаптационных реакций организма (НАРО) [2]. С помощью лейкограмм рассчитали лейкоцитарные индексы соотношений: ИСНЛ — нейтрофилов к лимфоцитам, ИСЛН — лимфоцитов к нейтрофилам, ИСЛМ — лимфоцитов к моноцитам, ИСЛЭ — лимфоцитов к эозинофилам, ИСНМ — нейтрофилов к моноцитам,

¹ Трудовой Кодекс РФ (в ред. Федерального закона от 02.07.2021 г. № 311-ФЗ), ст. 209.1

² Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда (с изменениями на 28 декабря 2022 года).

³ Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ (ред. от 08.08.2024 г. № 323-ФЗ, от 28.12.2024 г. № 554-ФЗ) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

⁴ Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 27 апреля 2021 г. № 404н «Об утверждении порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения» (в ред. Приказов Минздрава РФ от 01.02.2022 г. № 44н, от 28.09.2023 г. № 515н, от 19.07.2024 г. № 378н).

⁵ Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий: Указ Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529.

⁶ Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006–05.

⁷ Кишкун А.А. *Руководство по лабораторным методам исследования*. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2007. 779 с.

Таблица 1 / Table 1

Показатели крови военнослужащих в зависимости от возраста и продолжительности трудовой деятельности

Blood parameters in military personnel in dependence on the age and duration of work

Показатель крови, норма Blood index, norm	Группы наблюдения, абс. вел. Observation groups, abs. value		<i>p</i>
	1	2	
	35.1 ± 1.1*	41.3 ± 0.89	
	4.2 ± 0.3**	7.1 ± 0.76	0.001
Эритроциты, 4,7–6,1 · 10 ¹² /л Erythrocytes, 4,7–6,1 · 10 ¹² /L	4.94 ± 0.43	4.98 ± 0.31	0.68
Гемоглобин, 140–180 г/л Hemoglobin, 140–180 g/L	156.9 ± 0.9	154.6 ± 3.9	0.041
Гематокрит, 42–52% Hematocrit, 42–52%	45.4 ± 3.03	46.0 ± 2.7	0.47
Средний объём эритроцита, 80–94 фл Mean corpuscular volume, 80–94 fl	90.2 ± 3.0	89.1 ± 3.87	0.62
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, 330–370 г/л Average concentration of erythrocyte hemoglobin, 330–370 g/L	336.2 ± 3.7	334.0 ± 3.52	0.008
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, 27–31 пг Average hemoglobin content in erythrocyte, 27–31 pg	28.0 ± 1.16	29.1 ± 1.38	0.001
Распределение эритроцитов по величине, 11.5–14.5% Distribution of erythrocytes by size, 11.5–14.5%	12.1 ± 0.44	12.4 ± 0.53	0.068
Средний объём тромбоцитов, 8,9–9,5 фл Mean platelet volume, 8,9–9,5 fl	9.14 ± 0.25	9.33 ± 0,23	0,008
Тромбоциты, 130–400 · 10 ⁹ /л Platelets, 130–400 · 10 ⁹ /L	241,8 ± 33,04	237,3 ± 26.75	0.59
Лейкоциты, 3,9–10,6 · 10 ⁹ /л Leukocytes, 3,9–10,6 · 10 ⁹ /L	6.49 ± 0.53	6.8 ± 0.8	0.16
Нейтрофилы Neutrophils:			
палочкоядерные, 1–6% band neutrophils, 1–6%	45.2 ± 3.05	0,4 (0.2–0.9)	0.37
сегментоядерные, 40–72% segmented, 40–72%	0,3 (0.2–0.6)	44.14 ± 4.4	0.32
Эозинофилы, 1–5% Eosinophils, 1–5%	3.9 (3.4–4.)	2.5 (1.9–3.4)	0.001
Базофилы, 0–1% Basophils, 0–1%	0.7 (0.1–1.0)	0.5 (0.3–0.7)	0.658
Моноциты, 2–10% Monocytes, 2–10%	6.5 ± 2.05	5.9 ± .,06	0.289
Лимфоциты, 18–45% Lymphocytes, 18–45%	27.6 (25.2–31.2)	26.9 (24.2–31.2)	0.396

Примечание. Здесь и в табл. 3: для параметрических показателей $M \pm \sigma$; для непараметрических показателей $Me (Q_1; Q_3)$; * – возраст; ** – стаж.

Note: Here and in Table 3: for parametric indices: $M \pm \sigma$; for nonparametric indices: $Me (Q_1; Q_3)$; * – age; ** – length of service.

ИСМЛ – моноцитов к лимфоцитам, ИГ (индекс Гаркави) – лимфоцитов к проценту сегментоядерных нейтрофилов, индекс иммунорезистентности (ИИР – эозинофилы и лимфоциты к моноцитам). Эти данные позволяют судить о неспецифической резистентности организма.

Полученные результаты вносили в базу данных, анализ выполняли в русскоязычной версии программы APSS Statistica 6.1. Для параметрических показателей рассчитали средние (M) и средние отклонения ($\pm \sigma$), для непараметрических – медианы (Me) с нижним и верхним квартилями ($Q_1; Q_3$). Определили долю (%) отклонений от референтных границ. Статистическую значимость межгрупповых различий для параметрических показателей оценивали по критерию Стьюдента, непараметрических – по критерию Манна – Уитни для вероятности $p < 0,05$.

Результаты

Трудовая деятельность военнослужащих была организована циклично: первые сутки – умственный труд с высокими психоэмоциональными нагрузками, вторые сутки – отдых, третьи сутки – работа в течение 5–6 ч на открытой территории. Напряжённый умственный труд оценивался как вредный 2-й степени (3.2), физический труд – как тяжёлый вредный 2-й степени (3.2); итоговая оценка труда по степени вредности и опасности – вредный 3-й степени (3.3). Условия быта соответствовали требованиям для организованного коллектива, питание консервированными и сублимированными овощами и фруктами, достав-

ленными в период летнего завоза, при калорийности сбалансированного по макронутриентам суточного рациона 4466,7 ± 230,7 ккал⁸.

В Арктике показатели крови (кроме палочкоядерных нейтрофилов) в обеих группах были в пределах референтных границ. Но у лиц группы 2 по сравнению с группой 1 уровень гемоглобина, средняя концентрация и доля эозинофилов были меньше, а среднее содержание гемоглобина в эритроците и средний объём тромбоцитов – больше (табл. 1).

В группе 1 сниженный уровень эритроцитов имели 30% обследованных, во второй – у 6,7%. Сниженный гематокрит в группе 1 отмечен у 20% обследованных, в группе 2 этот показатель соответствовал норме. Средний объём эритроцитов был увеличен у 10% военнослужащих в группе 1 и у 6,7% – в группе 2. Доли лиц со сниженным показателем палочкоядерных нейтрофилов достигали 100 и 80% в группах 1 и 2 соответственно. В группе 2 выявлены лица со снижением средней концентрации гемоглобина в эритроците (20,1%), в группе 1 отклонений от нормы не было. У 20,1% обследованных группы 2 среднее содержание гемоглобина в эритроците было повышено, а в группе 1 – снижено у 20%. Также в группе 2 у 13,4% обследованных был снижен показатель сегментоядерных нейтрофилов при соответствии норме в группе 1.

⁸ О продовольственном обеспечении военнослужащих и некоторых других категорий лиц, а также об обеспечении кормами (продуктами) штатных животных воинских частей и организаций в мирное время: Постановление Правительства РФ от 29.12.2007 г. № 946 (в редакции от 18.09.2020 № 1484).

Таблица 2 / Table 2

Показатели липидного спектра крови
Blood lipid spectrum indices

Липиды крови Blood lipids	Группы наблюдения Observation groups		p
	1	2	
Триглицериды, 0.15–1.7 ммоль/л Triglycerides, 0.15–1.7 mmol/L	1.7 (1.67–1.87)	1.71 (1.65–1.82)	0.04
Общий холестерин, 3.5–5.2 ммоль/л Total cholesterol, 3.5–5.2 mmol/L	6.5 (6.0–6.9)	6.3 (5.67–7.0)	0.33
Лipoproteиды, в том числе: Lipoproteins, including:			
низкой плотности low density	4.2 (3.8–5.52)	4.43 (3.8–4.9)	0.058
высокой плотности high density	1.65 ± 0.35	1.22 ± 0.22	0.001
Коэффициент атерогенности, до 3,5 у. е. Atherogenicity coefficient, up to 3.5 c. u.	3.07 ± 0.65	4.37 ± 1.38	0.001

По средним показателям липидограмм у лиц группы 1 верхнее значение ТГ превышало референтную границу нормы и было в зоне «умеренно повышенные», в группе 2 оценивалось как высокое. ЛПВП были высокими и в границах нормы. ОХ в обеих группах оценивался как высокий. ЛПНП в группе 1 по верхнему значению находились в зоне «повышенные», в группе 2 – также в зоне «повышенные». Атерогенность липидов у лиц группы 1 была в пределах нормы, у лиц группы 2 превышала норму (табл. 2).

В группе 2 ТГ превышали норму у 60%, в группе 1 – у 40%; ОХ превышали нормальные значения у 93,4% обследованных лиц в группе 2 и у 90,9% в группе 1. Высокие ЛПНП обнаружены у 60% обследованных в группе 2 и у 36,4% – в группе 1. Также в группе 1 нормальные ЛПВП отмечены у 36,7%, пониженные – у 13,3%. В группе 1 доля лиц с повышенными ЛПВП достигала 72,7%, а пониженные ЛПВП не были выявлены. Доли лиц с нормальными значениями КА составили в группах 1 и 2 соответственно 59,1 и 20%.

В группе 1 выявлено по 13,6% лиц со средним и высоким показателем содержания С-реактивного белка. В группе 2 доли лиц с такими же уровнями С-реактивного белка составили 26,7 и 66,7%. Средние значения показателей, характеризующих функцию печени (АлАТ, АсАТ, общий билирубин), были в границах нормы. Однако АлАТ превышала референтные границы у 36,4% обследованных в группе 1 и у 49% в группе 2; АсАТ – у 40 и у 45,5% в группах 1 и 2 соответственно. Общий билирубин был повышен у 20 и 27,5% обследованных лиц в группах 1 и 2 соответственно. Уровень кальцидиола 25(ОН)D₃ в крови военнослужащих при меньшем стаже и меньшем возрасте (группа 1) был выше. В группах 1 и 2 дефицит витамина D отмечен у 28,6 и 46,7% обследованных соответственно, недостаточность витамина D – у 71,4 и 53,3% соответственно. В этих же группах содержание в крови витамина В₁₂ оценивалось как недостаточное у 30 и у 66,7% соответственно. Дефицит витамина В₉ опре-

делён у 86,3% лиц в группе 1 и у 93,3% в группе 2. У 19% лиц группы 1 содержание ионизированного кальция в крови было ниже нормы. Уровень фосфора неорганического был в пределах нормы, но ниже, чем у лиц группы 2: 0,81 ± 0,04 и 0,84 ± 0,04 ммоль/л (p = 0,041) соответственно; аналогичная зависимость установлена и для магния 0,73 ± 0,06 и 0,78 ± 0,08 ммоль/л (p = 0,038) в группах 1 и 2 соответственно.

При сравнительной оценке показателей липидного обмена у ВПСК с различной продолжительностью пребывания в Субарктике оказалось, что средние значения ТГ не имели статистических различий, но в группе 1 они были в пределах референтных границ, а в группе 2 верхняя граница входила в интервал «повышенные». ОХ в группе 1 был в пределах нормы, но верхний интервал входил в зону «погранично высокий». В группе 2 этот показатель оценивался как погранично высокий. Средние значения ЛПВП в обеих группах были в пределах границ нормы, но нижние границы были в зоне «сниженные». Статистически значимые различия установлены для ЛПНП и КА. У лиц группы 1 КА по верхней величине выходил за границу нормы, у лиц группы 2 был в границах «высокий» (табл. 3).

По индивидуальным показателям спектра липидов в группе 1 у 94% военнослужащих ТГ были в пределах нормы. В группе 2 у 53,3% обследованных ТГ оценивались как нормальные, у 33,3% – как умеренно повышенные, у 13,3% – как повышенные. Доли лиц с нормальным ОХ составляли в группах 1 и 2 соответственно 55,6 и 41,2%, с погранично-высоким – 22,2 и 23,5%, с высоким – 22,2 и 35,3%. Нормальный уровень ЛПНП в группе 1 был выявлен у 8% обследованных, повышенный – у 50%, высокий – у 42%. В группе 2 ЛПНП были повышены у 50% и соответствовали высокому уровню у 50%. Доли лиц с нормальными ЛПВП в группах 1 и 2 достигали 50 и 58% соответственно. Кроме того, в группе 1 у 33,3% обследованных ЛПВП были повышенными и у 16,7% – пониженными, а в группе 2 у 42% лиц

Таблица 3 / Table 3

Показатели липидов крови у военнослужащих в зависимости от возраста и продолжительности службы в Субарктике
Blood lipid indices in military personnel in dependence on age and duration of service in the Subarctic

Липиды крови Blood lipids	Группы наблюдения, абс. вел. Observation groups, abs. value		p
	1	2	
	35.1 ± 1.1*	41.3 ± 0.89	0.001
	4.2 ± 0.3**	7.1 ± 0.76	0.001
Триглицериды, 0.15–1.7 ммоль/л Triglycerides, 0.15–1.7 mmol/L	0.76 (0.44–1.22)	0.82 (0.59–1.18)	0.216
Общий холестерин, 3.5–5.2 ммоль/л Total cholesterol, 3.5–5.2 mmol/L	4.83 (4.3–5.64)	5.24 (4.71–6.43)	0.152
Лipoproteиды, в том числе: Lipoproteins, including:			
низкой плотности low density	3.93 (3.69–4.79)	4.52 (4.44–5.3)	0.007
высокой плотности high density	1.11 ± 0.26	1.09 ± 0.21	0.758
Коэффициент атерогенности, до 3,5 у. е. Atherogenicity coefficient, up to 3.5 c. u.	3.54 ± 1.2	4.32 ± 0.16	0.012

Таблица 4 / Table 4

Лейкоцитарные индексы военнослужащих, усл. ед.
Leukocyte indices in military personnel, conventional units

Лейкоцитарные индексы Leukocyte indices	Группы наблюдения, $M \pm \sigma$ Observation groups, $M \pm \sigma$		<i>p</i>
	1	2	
ИСНЛ, 2.47 ± 0.21 ISNL, 2.47 ± 0.21	1.34 ± 0.22	1.35 ± 0.15	0.746
ИСЛН, 0.52 ± 0.04 ISLN, 0.52 ± 0.04	0.88 ± 0.09	0.69 ± 0.16	0.116
ИСЛМ, 5.34 ± 0.59 ISLM, 5.34 ± 0.59	4.4 ± 0.44	3.9 ± 0.87	0.045
ИСНМ, 11.83 ± 1.31 ISNM, 11.83 ± 1.31	5.78 ± 1.09	5.67 ± 0.66	0.544
ИСЛЭ, 8.73 ± 1.26 SLE, 8.73 ± 1.26	21.2 ± 13.9	20.1 ± 10.5	0.708
ИСМЛ, $0.1-0.3$ ISML, $0.1-0.3$	0.24 ± 0.04	0.26 ± 0.04	0.27
Индекс Гаркави, $0.3-0.5$ Harkavi index, $0.3-0.5$	0.89 ± 0.27	0.69 ± 0.08	0.018
Индекс иммунорезистентности, $5.2 (Q_1-Q_3: 3.8-6.5)$ Immunoresistance index, $5.2 (Q_1-Q_3: 3.8-6.5)$	4.9 ± 0.67	4.3 ± 0.77	0.14

этот показатель был понижен. У 40% лиц группы 1 КА был в пределах нормы, у остальных соответствовал высокому уровню, а в группе 2 эти доли составляли соответственно 25,1 и 75%.

Средние значения показателей функции печени были в референтных границах. Однако АлАТ превышала их у 5,6% военнослужащих в группе 1 и у 13,8% — в группе 2; АсАТ превышала границу нормы у 11,1 и у 6,7% лиц в группах 1 и 2 соответственно, а общий билирубин был повышен у 27,8 и 17,2% обследованных соответственно.

Лейкоцитарные индексы, за исключением ИСМЛ и иммунорезистентности, у ВПСК всех групп отличались от показателей нормы. Так, меньшими были значения ИСНЛ, ИСЛМ, ИСНМ. Превышающими границы нормы были ИСЛН, ИСЛЭ, ИГ. Статистически значимые различия в показателях по группам были выявлены для ИСЛМ и ИГ (табл. 4).

Обсуждение

На Севере влияние холода приводит к снижению лёгочной вентиляции и потребления кислорода — развитию поллярной гипоксии, вследствие чего снижается уровень гемоглобина, увеличивается число эритроцитов, формируется дефицит железа [3–5]. Однако наше исследование, проведенное летом, показало, что показатели крови военнослужащих оставались в норме, за исключением палочкоядерных нейтрофилов.

В Арктике по общеклиническому анализу крови у военнослужащих группы 1 установлены сниженное количество эритроцитов и пониженный гематокрит, сниженное содержание гемоглобина в эритроците и увеличенный средний объём эритроцитов, что свидетельствовало о риске развития гипотонической гипергидратации в связи с возможным нарушением водно-солевого обмена. Такие изменения могли развиваться при использовании ВПСК для хозяйственно-питьевых нужд низкоминерализованной воды из талого снега [6, 7]. Недостаточную обеспеченность организма макро- и микронутриентами подтверждали наши результаты определения минеральных веществ в плазме крови. Также обнаруживались признаки железодефицитной анемии (снижение среднего содержания гемоглобина в эритроците, повышенный средний объём эритроцита в пределах до 100 фл), что характерно для нормоцитарной анемии при регенераторной фазе железодефицитной анемии⁹.

У лиц группы 2 также наблюдались признаки гипотонической дегидратации (увеличение среднего объёма эритроцита), но было повышено среднее содержание гемоглобина в эритроците. Такие признаки характерны для гипохромной

анемии, а также В₁₂- и (или) фолиеводефицитной дефицитной анемии^{10,11}, нарушения липидного обмена. Сниженный уровень и дефицит витаминов был определён и нами. Увеличение среднего объёма тромбоцитов могло быть следствием влияния неблагоприятных условий среды на организм [8]. В исследованиях других авторов также отмечен дефицит железа как важный фактор, влияющий на уровень и состояние тромбоцитов, подчёркивается ключевая роль этого элемента в регуляции метаболизма [9]. У обследованных нами лиц уровень С-реактивного белка в некоторых случаях был повышенным или высоким, что является маркёром воспаления при атеросклеротическом процессе и свидетельствует о риске развития болезней системы кровообращения [10].

При адаптации к условиям Севера метаболизм обычно-го углеводного типа переходит в жировой, что способствует формированию дислипидемии [4, 11–13]. Наше наблюдение также подтверждало эти изменения, но в группе 1 была значительная доля лиц с повышенными ЛПВП. То есть в начальный период мобилизация адаптационного потенциала организма препятствовала развитию подобных изменений [14, 15].

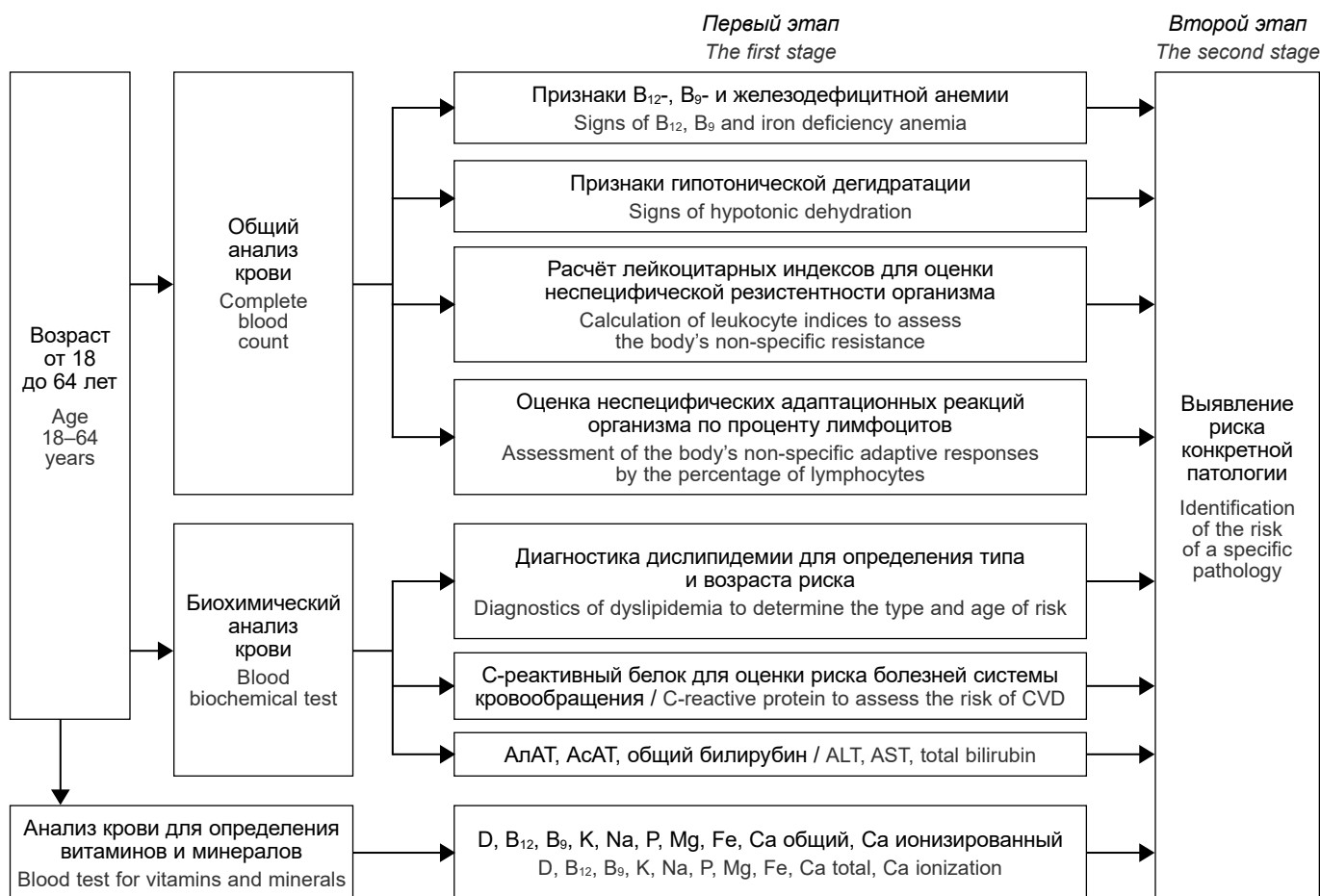
В группе 2 наблюдалось увеличение доли лиц с повышенными уровнями ТГ, ЛПНП и ЛПВП (в том числе уменьшение доли лиц с высоким уровнем ЛПВП), что приводило к росту атерогенности липидов крови до уровней выше нормы.

При меньшей длительности нахождения в Арктике у ВПСК были лучшие показатели D-витаминной насыщенности организма. Однако содержание фосфора неорганического и магния было ниже. Полученные данные позволяют предположить, что в процессе адаптации к условиям Арктики потребность организма в минеральных веществах становится выше, чем у более адаптированной части ВПСК.

В Субарктике статистически значимые различия установлены для ТГ и ОХ (эти показатели увеличивались), ЛПВП (снижались), что приводило к нарастанию атерогенности липидов крови. При оценке гуморального и клеточного иммунитета, аллергии организма, выраженности воспаления и интоксикации по показателям лейкоцитарных индексов установили следующие особенности. Так, ИСМЛ, свидетельствующий о выраженности процессов воспаления [16], в нашем случае в обеих группах был в пределах нормы. ИГ был выше нормы, что указывает на высокий уровень иммунной защиты организма [17]. Однако у лиц группы 2 ИГ был статистически значимо ниже, что, вероятно, связано с длительным негативным влиянием факторов окружающей среды на организм. ИИР был в пределах референтных значений, следовательно, резервы адаптации были достаточными [18, 19]. ИСНЛ отражает соотношение неспецифи-

¹⁰ Фолиеводефицитная анемия. Клинические рекомендации. Минздрав России. 2021.

¹¹ Витамин-В₁₂-дефицитная анемия. Клинические рекомендации. Минздрав России. 2024.



Алгоритм донозологической диагностики по показателям крови здоровья работающих в условиях Арктической зоны.

Algorithm for preclinical diagnostics of health of workers in the Arctic zone based on blood parameters.

ческого и специфического звеньев резистентности, которое в каждой группе было ниже референтного значения. Таким образом, у обследованных военнослужащих эти звенья резистентности были сбалансированы и соответствовали достаточно высокому уровню [20–23]. О негативном влиянии на гуморальное и клеточное звено резистентности условий труда и окружающей среды свидетельствовал ИСЛН. У лиц с меньшей продолжительностью нахождения в Субарктике ИСЛН был выше, что можно оценить как напряжение механизмов адаптации в этот период.

У лиц с меньшим стажем ИСЛМ был выше, что соответствовало более высокой реактивности организма [24–26]. У лиц группы 2 более низкие показатели свидетельствовали о тенденции к снижению иммунной защиты [27]. По ИСНМ установлено снижение фагоцитарной активности клеток [28, 29]. ИСЛЭ превышал референтное значение, что указывало на сенсibilизацию организма военнослужащих в группах 1 и 2 [23].

И в Арктике, и в Субарктике у некоторых ВПСК были выявлены изменения ферментной функции печени, регистрируемые при недостаточности железа и нарушении белково-синтетической функции⁷. Дефицит железа может приводить к нарушению продукции белка трансферрина — главного переносчика железа в плазме крови. Эти данные также подтверждали риск формирования железодефицитной анемии.

В настоящее время при диспансеризации ВПСК исследования крови проводят дифференцированно в зависимости от возраста¹², однако не учитываются изменения функций организма в условиях Севера.

¹² Приказ министра обороны РФ от 20 мая 2021 г. № 285 «Об установлении Порядка прохождения военнослужащими Вооружённых Сил Российской Федерации медицинских осмотров и диспансеризации».

Полученные в ходе настоящего исследования данные позволили разработать алгоритм донозологической диагностики здоровья работающих в Арктической зоне по показателям крови (см. рисунок). Ключевой компонент алгоритма — проведение исследований ежегодно при плановой диспансеризации всех людей независимо от возраста. На первом этапе выявляется риск для здоровья по признакам, выявленным в результате общего и биохимического анализа крови, определения витаминов и минеральных веществ. На основании этих данных в соответствии с дополнительным перечнем исследований^{7,8,9} [7], а также по показателям неспецифической резистентности и адаптационных реакций организма можно выявить признаки развития конкретной патологии и назначить корректирующую терапию.

Заключение

Исследования крови по предложенной нами расширенной схеме позволили выявить донозологические изменения здоровья военнослужащих в Арктической зоне Российской Федерации. Результаты показывали нарастание изменений с увеличением периода службы, что свидетельствовало о негативном влиянии условий данного региона на организм. Установлена необходимость профилактических дифференцированных мероприятий, объём которых в группах определяется продолжительностью работ в экстремальных условиях. Кроме того, предложенные в настоящей работе исследования необходимо выполнять при ежегодной диспансеризации работающих независимо от возраста, что позволит проводить оздоровление и снизить риск развития болезней, обусловленный условиями жизни на Севере.

Литература

1. Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П. *Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения*. Ленинград: Медицина; 1980. <https://elibrary.ru/rzykcb>
2. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С., Шихлярова А.И. *Активационная терапия: антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения*. Ростов-на-Дону; 2006. <https://elibrary.ru/xmyput>
3. Автсин А.П., Марачев А.Г. Проявление адаптации и дезадаптации у жителей Крайнего Севера. *Физиология человека*. 1975; 1(4): 587–600.
4. Нагибович О.А., Уховский Д.М., Жекалов А.Н., Ткачук Н.А., Аржавкина Л.Г., Богданова Е.Г. и др. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2016; (2): 202–5. <https://elibrary.ru/wdcicqd>
5. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации). *Бюллетень Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук*. 2010; 30(3): 6–11. <https://elibrary.ru/mssfqp>
6. Ракманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Алиберов М.Х., Непряхин Д.В. Оценка реакции организма военнослужащих в Арктике по показателям крови в условиях водопользования местными ресурсами. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНISO*. 2023; 31(7): 48–54. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-7-48-54> <https://elibrary.ru/vdsym>
7. Антонов В.Г., Жерегеля С.Н., Карпищенко А.И., Минаева Л.В. *Водно-электролитный обмен и его нарушения: руководство для врачей*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2022. <https://elibrary.ru/dovtqz>
8. Шафиева Л.Н., Шамратова В.Г. Особенности структуры популяций эритроцитов и тромбоцитов крови по корпускулярному объему и их взаимоотношения при экзаменационном стрессе. *Современные проблемы науки и образования*. 2018; (4): 222. <https://elibrary.ru/vkteca>
9. Patient. Knott L. Neutropenic Patients and Neutropenic Regimes. Neutropenia; 2022. Доступно: <https://patient.info/doctor/neutropenic-patients-and-neutropenic-regimes>
10. Уткина Е.А., Афанасьева О.И., Покровский С.Н. С-реактивный белок: патогенетические свойства и возможная терапевтическая мишень. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26(6): 128–34. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4138> <https://elibrary.ru/mhvjua>
11. Агаджанян Н.А. *Адаптация и резервы организма*. М.; 1983.
12. Громов А.А., Кручинина М.В., Кручинин В.Н. Особенности состояния гомеостаза и липидного профиля на Севере. *Атеросклероз*. 2019; 15(3): 62–77. <https://elibrary.ru/uxmtbd>
13. Кривошапкина З.Н., Миронова Г.Е., Семёнова Е.И., Олесова Л.Д., Яковлева А.И. Показатели липидного обмена у пришлых жителей Якутии в зависимости от сроков проживания на Севере. *Якутский медицинский журнал*. 2018; (2): 28–30. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2018.62.09> <https://elibrary.ru/xqkgfv>
14. Корнеева Е.В., Воевода М.И. Дислипидемия как ранний предиктор соматических заболеваний среди молодых коренных жителей севера Сибири. *Уральский медицинский журнал*. 2019; (1): 123–8. <https://elibrary.ru/ckqhmi>
15. Драпкина О.М., Концевая А.В., Калинина А.М., Авдеев С.Н., Агалтцев М.В., Александрова Л.М. и др. Профилактика хронических неффекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022; 21(4): 5–232. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235> <https://elibrary.ru/dnbvat>
16. Черный В.И., Нестеренко А.Н. Нарушения иммунитета при критических состояниях: особенности диагностики. *Внутренняя медицина*. 2007; 3(3): 11–4.
17. Таха Х.Д., Федосеев А.В., Муравьев С.Ю., Буларев В.Н. Синдром энтеральной недостаточности и его проявления у больных острым панкреатитом. *Пермский медицинский журнал*. 2015; 32(5): 12–7. <https://elibrary.ru/uohtgx>
18. Коршукова О.А., Мотавкина Н.С. Состояние гемопоэза и функциональных иммунологических показателей крови у женщин в постменопаузальном периоде. *Современные проблемы науки и образования*. 2007; (5): 5. <https://elibrary.ru/grtsxr>
19. Карпунина Т.И., Годовалов А.П., Бусырев Ю.Б. Методические подходы к оценке цитокинового баланса и лейкоцитарной реакции при обтурации желчевыводящих путей различного генеза. *Медицинская иммунология*. 2018; 20(6): 825–32. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-6-825-832> <https://elibrary.ru/yoozmt>
20. Бахчоян М.Р., Космачева Е.Д., Славинский А.А. Индекс соотношения нейтрофилов к лимфоцитам как предиктор неблагоприятного прогноза у пациентов с сердечной недостаточностью некоронарогенной этиологии. *Клиническая практика*. 2017; (3): 48–53. <https://elibrary.ru/ymymrw>
21. Панкратова Ю.С., Карпухин О.Ю. Индекс отношения нейтрофилов к лимфоцитам как показатель тяжести воспалительных осложнений. *Поволжский онкологический вестник*. 2022; 13(2): 21–7. <https://doi.org/10.32000/2078-1466-2022-2-21-27> <https://elibrary.ru/qoqxif>
22. Разноватская Е.Н. Интегральные индексы эндогенной интоксикации у больных химиорезистентным туберкулезом легких. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2012; (2): 119–20. <https://elibrary.ru/grzct>
23. Чурилов Ю.К., Моисеев Ю.Б., Ричей И.И. Состояние иммунологической реактивности в процессе профессиональной адаптации летного состава. *Военно-медицинский журнал*. 2019; 340(4): 42–6. <https://elibrary.ru/ziorbb>
24. Кательницкий И.И., Дарвин В.В., Зорькин А.А., Мазайшвили К.В. Лимфоцитарно-моноцитарный коэффициент как критерий диагностики и прогноза исхода реваскуляризирующих вмешательств у больных с синдромом критической ишемии нижних конечностей. *РМЖ*. 2019; 27(8–2): 79–82. <https://elibrary.ru/ibexuh>
25. Buttle T.S., Hummerstone C.Y., Billahalli T., Ward R.J.B., Barnes K.E., Marshall N.J., et al. The monocyte-to-lymphocyte ratio: Sex-specific differences in the tuberculosis disease spectrum, diagnostic indices and defining normal range. *PLoS One*. 2021; 16(8): e0247745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247745>
26. Косякова Н.И., Грачев С.В., Прохоренко И.Р. Клинико-функциональные особенности и маркеры системного воспаления при хронической обструктивной болезни легких с частыми обострениями. *Современные проблемы науки и образования*. 2021; (2): 167. <https://doi.org/10.17513/spno.30725> <https://elibrary.ru/mdhgvu>
27. Сакович А.Р. Гематологические лейкоцитарные индексы при остром гнойном синусите. *Медицинский журнал*. 2012; (4): 88–91. <https://elibrary.ru/rskprx>
28. Коваленко Л.А., Суходолова Г.Н. Интегральные гематологические индексы и иммунологические индексы при острых отравлениях у детей. *Общая реаниматология*. 2013; 9(5): 24–8. <https://elibrary.ru/rpzvzl>
29. Лысенко Я.Д., Пупков А.А., Плаксин К.В., Ранцев М.А. Прогностическая ценность лейкоцитарных индексов при тяжелом остром панкреатите. В кн.: *Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Сборник трудов конференции*. Екатеринбург; 2020: 719–25. <https://elibrary.ru/qaqxgd>

References

1. Kaznacheev V.P., Baevskii R.M., Berseneva A.P. *Pre-clinical Diagnostics in the Practice of Mass Examinations of the Population [Donozologicheskaya diagnostika v praktike massovykh obsledovaniy naseleniya]*. Leningrad: Meditsina; 1980. <https://elibrary.ru/rzykcb> (in Russian)
2. Garkavi L.Kh., Kvakina E.B., Kuzmenko T.S., Shikhlyarova A.I. *Anti-Stress Reactions and Activation Therapy: Antistress Activation and Training Reactions and Their Use for Health Improvement, Prevention and Treatment [Aktivatsionnaya terapiya: antistressornye reaksii aktivatsii i trenirovki i ikh ispol'zovanie dlya ozdorovleniya, profilaktiki i lecheniya]*. Rostov-na-Donu; 2006. <https://elibrary.ru/xmyput> (in Russian)
3. Avtsyn A.P., Marachev A.G. Manifestation of adaptation and maladaptation in residents of the Far North. *Fiziologiya cheloveka*. 1975; 1(4): 587–600. (in Russian)
4. Nagibovich O.A., Ukhovskii D.M., Zhekalov A.N., Tkachuk N.A., Arzhavkina L.G., Bogdanova E.G., et al. Mechanisms of hypoxia in Arctic zone of Russian Federation. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii*. 2016; (2): 202–5. <https://elibrary.ru/wdcicqd> (in Russian)
5. Panin L.E. Homeostasis and problems of circumpolar health (methodological aspects of adaptation). *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi Akademii meditsinskikh nauk*. 2010; 30(3): 6–11. <https://elibrary.ru/mssfqp> (in Russian)
6. Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Alikerov M.Kh., Nepriyakhin D.V. Assessment of the body response to snowmelt water consumption in military personnel serving in the Arctic based on blood parameters. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2023; 31(7): 48–54. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-7-48-54> <https://elibrary.ru/vdsym> (in Russian)
7. Antonov V.G., Zheregelya S.N., Karpiushchenko A.I., Minaeva L.V. *Water-Electrolyte Metabolism and Its Disorders: A Guide for Doctors [Vodno-elektrolitnyi obmen i ego narusheniya: rukovodstvo dlya vrachei]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2022. <https://elibrary.ru/dovtqz> (in Russian)
8. Shafieva L.N., Shamratova V.G. Features of the population structure of red blood cells and platelets by corpuscular volume and their correlation under exam stress. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2018; (4): 222. <https://elibrary.ru/vkteca> (in Russian)
9. Patient. Knott L. Neutropenic Patients and Neutropenic Regimes. Neutropenia; 2022. Available at: <https://patient.info/doctor/neutropenic-patients-and-neutropenic-regimes>
10. Utkina E.A., Afanasyeva O.I., Pokrovsky S.N. C-reactive protein: pathogenetic characteristics and possible therapeutic target. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2021; 26(6): 128–34. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4138> <https://elibrary.ru/mhvjua> (in Russian)
11. Agadzhanian N.A. *Adaptation and Reserves of the Organism [Adaptatsiya i rezervy organizma]*. Moscow; 1983. (in Russian)
12. Gromov A.A., Kruchinina M.V., Kruchinin V.N. Hemostasis and lipid profile features in the North. *Ateroskleroz*. 2019; 15(3): 62–77. <https://elibrary.ru/uxmtbd> (in Russian)
13. Krivoshapkins Z.N., Mironova G.E., Semanova E.I., Olesova L.D., Yakovleva A.I. Lipid metabolism in the non-indigenous population of Yakutia depending on length of stay in the North. *Yakutskii meditsinskii zhurnal*. 2018; (2): 28–30. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2018.62.09> <https://elibrary.ru/xqkgfv> (in Russian)
14. Korneeva E.V., Voevoda M.I. Dyslipidemia as an early predictor of somatic diseases among young indigenous residents of the north of Siberia. *Ural'skii meditsinskii zhurnal*. 2019; (1): 123–8. <https://elibrary.ru/ckqhmi> (in Russian)
15. Drapkina O.M., Kontsevaya A.V., Kalinina A.M., Avdeev S.N., Agaltsov M.V., Alexandrova L.M., et al. 2022 prevention of chronic non-communicable diseases in the Russian Federation. National guidelines. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2022; 21(4): 5–232. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235> <https://elibrary.ru/dnbvat> (in Russian)

Original article

16. Chernii V.I., Nesterenko A.N. Immune disorders in critical conditions: diagnostic features *Vnutrennyaya meditsina*. 2007; 3(3): 11–4. (in Russian)
17. Takha Kh.D., Fedoseev A.V., Muraviev S.Yu., Budarev V.N. Enteral insufficiency syndrome and its manifestations in acute pancreatitis patients. *Permskii meditsinskii zhurnal*. 2015; 32(5): 12–7. <https://elibrary.ru/uohtgx> (in Russian)
18. Korshukova O.A., Motavkina N.S. The condition of the haemopoiesis and the functional immunologic status in blood during the women postmenopausal period. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2007; (5): 5. <https://elibrary.ru/grtsxr> (in Russian)
19. Karpunina T.I., Godovalov A.P., Busyrev Yu.B. Technical aspects of evaluating cytokine profile and leukocyte reaction in bile duct obstruction of different origin. *Meditsinskaya immunologiya*. 2018; 20(6): 825–32. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-6-825-832> <https://elibrary.ru/yoozmt> (in Russian)
20. Bakhchuyan M.R., Kosmacheva E.D., Slavinsky A.A. Neutrophil-lymphocyte ratio as a predictor of adverse in patients with heart failure of noncoronarogenic etiology. *Klinicheskaya praktika*. 2017; (3): 48–53. <https://elibrary.ru/yymmrw> (in Russian)
21. Pankratova Yu.S., Karpukhin O.Yu. Neutrophil to lymphocyte ratio as an indicator of the severity of inflammatory complications of diverticular disease. *Povolzhskii onkologicheskii vestnik*. 2022; 13(2): 21–7. <https://doi.org/10.32000/2078-1466-2022-2-21-27> <https://elibrary.ru/qoxjft> (in Russian)
22. Raznatovskaya E.N. Integral indices of endogenous intoxication in patients with drug-resistant pulmonary tuberculosis. *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*. 2012; (2): 119–20. <https://elibrary.ru/rrezct> (in Russian)
23. Churilov Yu.K., Moiseev Yu.B., Richei I.I. Immunological reactivity status in the process of professional adaptation of flight personnel. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 2019; 340(4): 42–6. <https://elibrary.ru/ziorbb> (in Russian)
24. Katelnitsky I.I., Darwin V.V., Zorkin A.A., Mazaishvili K.V. Lymphocytic-monocytic coefficient as a criterion of diagnostics and prognosis of the outcome of revascularizing interventions in patients with the syndrome of critical limb ischemia. *RMZh*. 2019; 27(8–2): 79–82. <https://elibrary.ru/ibeuxh> (in Russian)
25. Buttle T.S., Hummerstone C.Y., Billahalli T., Ward R.J.B., Barnes K.E., Marshall N.J., et al. The monocyte-to-lymphocyte ratio: Sex-specific differences in the tuberculosis disease spectrum, diagnostic indices and defining normal range. *PLoS One*. 2021; 16(8): e0247745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247745>
26. Kosyakova N.I., Grachev S.V., Prokhorenko I.R. Clinical and functional features and markers of systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease with frequent exacerbations. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2021; (2): 167. <https://doi.org/10.17513/spno.30725> <https://elibrary.ru/mdhgvu> (in Russian)
27. Sakovich A.R. Haematological leucocytes indexes in cases of acute purulent sinusitis. *Meditsinskii zhurnal*. 2012; (4): 88–91. <https://elibrary.ru/rskpvx> (in Russian)
28. Kovalenko L.A., Sukhodolova G.N. Integral hematological indices and immunological parameters in acute poisoning in children. *Obshchaya reanimatologiya*. 2013; 9(5): 24–8. <https://elibrary.ru/rpzvzl> (in Russian)
29. Lysenko Ya.D., Pupkov A.A., Plaksin K.V., Rantsev M.A. Prognostic value of leukocyte indices in acute severe pancreatitis. In: *Collection of Conference Proceedings «Current Issues of Modern Medical Science and Health Care» [Aktual'nye voprosy sovremennoi meditsinskoi nauki i zdravookhraneniya: Sbornik trudov konferentsii]*. Ekaterinburg; 2020: 719–25. <https://elibrary.ru/qaqxgd> (in Russian)

Сведения об авторах

Нарутдинов Денис Алексеевич, доктор мед. наук, и.о. зав. каф. общественного здоровья и здравоохранения, доцент кафедры ФГБОУ ВО КСГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, 660022, Красноярск, Россия. E-mail: den007-19@mail.ru

Рахманов Рофаиль Сальхович, доктор мед. наук, профессор, профессор каф. гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород, Россия. E-mail: raf53@mail.ru

Богомолова Елена Сергеевна, доктор мед. наук, профессор, зав. каф. гигиены, ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород, Россия. E-mail: olenabgm@rambler.ru

Разгулин Сергей Александрович, доктор мед. наук, профессор, зав. каф. медицины катастроф, ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород, Россия. E-mail: kafedramk@pimunn.ru

Антоянов Степан Николаевич, ассистент каф. гигиены ФГБОУ «ПИМУ» Минздрава России; 603950, Нижний Новгород, Россия. E-mail: anstep@list.ru

About the authors

Denis A. Narutdinov, DSc (Medicine), associate professor, acting head, Department of public health and healthcare, Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voyno-Yasensky, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-5438-8755> E-mail: den007-19@mail.ru

Rofail S. Rakhmanov, DSc (Medicine), professor, professor, Department of hygiene, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518> E-mail: raf53@mail.ru

Elena S. Bogomolova, DSc (Medicine), professor, head, Department of hygiene, Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667> E-mail: olenabgm@rambler.ru

Sergey A. Razgulin, DSc (Medicine), professor, head, Department of disaster medicine, Primary Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-8356-2970> E-mail: kafedramk@pimunn.ru

Stepan N. Antyanov, assistant, Department of hygiene, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0009-3003-3931> E-mail: anstep@list.ru