



Рахманов Р.С.¹, Нарутдинов Д.А.², Богомолова Е.С.¹, Разгулин С.А.¹,
Потехина Н.Н.¹, Аликберов М.Х.³

Отклонения лабораторных показателей крови от референтных границ у работающих в условиях Крайнего Севера

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 603950, Нижний Новгород, Россия;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 660022, Красноярск, Россия;

³ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 644099, Омск, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Определение степени негативного влияния условий Севера на здоровье людей необходимо для своевременного проведения профилактических мероприятий.

Цель исследования — оценка дизадаптации у работающих на Крайнем Севере по отклонениям лабораторных показателей крови от референтных границ и разработка рекомендаций по профилактике выявленных нарушений.

Материалы и методы. Анализировали результаты анализов крови мужчин-военнослужащих: группа № 1 ($n = 12$), группа № 2 ($n = 10$), группа № 3 ($n = 15$). Ранжировали наличие (в баллах) и выраженность (в %) отклонений от референтных границ показатели липидов, С-реактивного белка, витаминов (B_9 , B_{12} , D), минеральных веществ (кальций ионизированный и общий, калий, натрий, магний, фосфор, железо). Дизадаптацию индивидуума определяли по сумме баллов, выраженности, показателям; групповую — по средним, выраженности в целом, показателям и доли с выраженностью отклонений.

Результаты. Трудовой стаж составил $2,5 \pm 0,15$; $5,2 \pm 0,15$ ($p_{1-2} = 0,001$) и $7,1 \pm 0,2$ года ($p_{1-3} = 0,001$; $p_{2-3} = 0,001$). У индивидуума группы № 1 отклонения от нормы составили 7 баллов, выраженность дизадаптации 29,2%. По группе $5,5 \pm 0,4$ балла, отклонения у 100%, выраженность 22,9%. У работающего группы № 2 сумма баллов 7, выраженность дизадаптации 29,2%. По группе сумма $8,9 \pm 0,7$ балла ($p_{1-2} = 0,001$), отклонения у 100%, выраженность 37,1%. В группе № 3 у обследованного сумма баллов 11, выраженность 45,8%. По группе — $11 \pm 0,5$ ($p_{1-3} = 0,001$; $p_{2-3} = 0,022$) балла; дизадаптация у 100%, выраженность 45,8%. Рост выраженности дизадаптации при увеличении стажа работ на 7,9–16,6%.

Ограничения исследования. Показатели крови мужчин-военнослужащих, отличающихся по длительности работ в условиях Крайнего Севера.

Заключение. Нарастание дизадаптации у индивидуума, по группам, показателям в зависимости от стажа работ доказывает экстремальное влияние Севера на здоровье. Способ позволил рекомендовать профилактику: группа № 1 — коррекция дислипидемии и гиповитаминозов; группа № 2 — дополнительно более высокие дозы витамина D, кальция, коррекция воспаления; группа № 3 — дополнительная коррекция минеральной недостаточности.

Ключевые слова: Крайний Север; длительность работ; показатели крови; дизадаптация; диагностика

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.

Согласие пациентов. Каждый участник исследования дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

Для цитирования: Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н., Аликберов М.Х. Отклонения лабораторных показателей крови от референтных границ у работающих в условиях Крайнего Севера. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(3): 328–334. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-328-334> <https://elibrary.ru/bwhnmq>

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

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

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

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

Поступила: 06.06.2024 / Поступила после доработки: 23.10.2024 / Принята к печати: 03.12.2024 / Опубликовано: 31.03.2025

Rofail S. Rakhmanov¹, Denis A. Narutdinov², Elena S. Bogomolova¹, Sergey A. Razgulin¹, Natalya N. Potekhina¹, Murat Kh. Alikberov³

Deviation of laboratory blood parameters from reference limits in workers under the conditions of the Far North

¹Volga Research Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation;

²Krasnoyarsk State Medical University named after. prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation;

³Omsk State Medical University, Omsk, 644099, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Blood indicators reflect the influence of conditions in the Far North on the body of workers.

Goal. The assessment of disadaptation in workers in the Far North based on deviations of laboratory blood parameters from reference limits.

Materials and methods. The results of blood tests in male military personnel of three groups (n=12, 10, 15) were analyzed. The presence and severity (in %) of deviations from the reference limits were ranked in points for the indicators of lipids, C-reactive protein, vitamins (B₉, B₁₂, D), minerals (ionized and total calcium, potassium, sodium, magnesium, phosphorus, iron). An individual's maladaptation was determined by the sum of points, severity, and indicators; group 2 by average, severity in general, indicators and proportion with the severity of deviations.

Results. Work experience was 2.5 ± 0.15 ; 5.2 ± 0.15 ($p1-2=0.001$) and 7.1 ± 0.2 years ($p1-3=0.001$; $p2-3=0.001$). Individual in group No. 1 had deviations from the norm of 7 points, the severity of disadaptation was 29.2%. In the group 5.5 ± 0.4 points, deviations in 100.0%, severity 22.9%. Working group No. 2 has a total score of 7, the severity of disadaptation is 29.2%. In the group, the sum was 8.9 ± 0.7 points ($p1-2=0.001$), deviations in 100.0%, severity 37.1%. In group No. 3, the examined person had a total score of 11, severity of 45.8%. For the group — 11.0 ± 0.5 ($p1-3=0.001$; $p2-3=0.022$) points; disadaptation in 100.0%, severity 45.8%. An increase in the severity of disadaptation with an increase in work experience by 7.9–16.6%.

Limitations. Blood parameters in male military personnel, differing in duration of work in the Far North.

Conclusion. The increase in disadaptation in an individual, by group, by indicators depending on work experience, proves the extreme influence of the North on health. The method made it possible to recommend prevention: group No. 1 — correction of dyslipidemia and hypovitaminosis; No. 2 — additionally higher doses of vitamin D, calcium, correction of inflammation; No. 3 — additionally mineral deficiency.

Keywords: Far North; duration of work; blood indices; disadaptation; diagnostics

Compliance with ethical standards. The work was carried out in accordance with the conclusion of the Ethics Committee of the Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia, protocol No. 4 dated March 14, 2022.

Patient consent. Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)".

For citation: Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N., Alikberov M.Kh. Deviation of laboratory blood parameters from reference limits in workers under the conditions of the Far North. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2025; 104(3): 328–334. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-328-334> <https://elibrary.ru/bwhnmng> (In Russ.)

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

Contributors: 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. — participation in the interpretation of results, preparation of the text; Narutdinov D.A. — collection and systematization of primary material; Potekhina N.N. — statistical processing of the material; Alikberov M.Kh. — collection of literature data.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship. The work was carried out according to the scientific work plan of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Medical Education "PIMU" of the Ministry of Health of the Russian Federation and according to the dissertation research plan of D.A. Narutdinov.

Received: June 6, 2024 / Revised: October 23, 2024 / Accepted: December 3, 2024 / Published: March 31, 2025

Введение

Показатели крови используют для оценки влияния экстремальных условий Крайнего Севера (КС) на местное и пришлое население. Так, общеклинический анализ крови показывал изменение при действии холода и гипоксии количества и свойств эритроцитов [1–7], что может свидетельствовать о признаках дефицита железа, витаминов группы В, минеральных веществ [8–11].

Влияние физических факторов на открытой территории (холод, большая скорость ветра, влажность воздуха) привело к перестройке метаболизма нутриентов с углеводного на липидный у местных жителей как адекватной адаптации к экстремальным условиям обитания. Однако изменение уклада жизни, в том числе типа питания, у северных народов, а также у пришлое населения способствует срыву адаптационных механизмов у первых и перестройке метаболизма (срыву адаптации) у вторых [12]. Это приводит к развитию полярного типа обмена веществ и становится дополнительным риск-фактором развития дислипидемии и развития болезней системы кровообращения (БСК), метаболического синдрома [13, 14].

О недостаточности ультрафиолетовой инсоляции свидетельствует пониженная D-витаминная обеспеченность орга-

низма, которая тесно связана с фосфорно-кальциево-магниевым обменом [15, 16].

Для питания военнослужащих, групп экспедиций на КС (в Арктике) используются продукты, доставленные в период завоза (консервированные, сублимированные), в которых снижено содержание витаминов. Кроме того, физические нагрузки в сочетании с низкой температурой окружающей среды могут привести к дефициту в организме витаминов (С, группы В), а также макро- и микроэлементов (кальция, калия, магния, фтора, селена, йода) [17, 18]. Для питья зачастую используется талая из снега вода, которая при отсутствии устройств улучшения качества может вызывать нарушения водно-солевого обмена и биохимических процессов организма, приводить к развитию БСК.

Выявленное негативное влияние на организм перечисленных выше факторов и необходимость оценки их воздействия в связи с длительностью работ обусловили актуальность комплексного исследования показателей крови для оценки дизадаптационных изменений организма человека в условиях КС и определения риска для здоровья.

Цель исследования — оценка дизадаптации у работающих на Крайнем Севере по отклонениям лабораторных показателей крови от референтных границ и разработка рекомендаций по профилактике выявленных нарушений.

Материалы и методы

Объект анализа — результаты исследований крови (липидного спектра, С-реактивного белка (СРБ), содержания витаминов (В₉, В₁₂, D), минеральных веществ (кальций ионизированный, кальций общий, калий, натрий, магний, фосфор, железо) у мужчин-военнослужащих с различной продолжительностью работ в Арктике ($n = 51$). Отбор проб проводили во время диспансеризации (июнь, июль).

При разделении когорты наблюдаемых на группы на основании статистически значимых различий по длительности труда в Арктике выделили три группы. Для группы № 1 трудовой стаж составил $2,5 \pm 0,15$ года ($n = 12$), для группы № 2 — $5,2 \pm 0,15$ года ($n = 10$; $p_{1-2} = 0,001$) и для группы № 3 — $7,1 \pm 0,2$ года ($n = 15$; $p_{1-3} = 0,001$; $p_{2-3} = 0,001$).

ТГ, ОХ, ЛПНП и ЛПВП исследовали на анализаторе AU5800 (США). С-реактивный белок определяли на автоматическом биохимическом анализаторе Cobas Integra 400 Plus (Roche Diagnostics, Швейцария), витамин В₁₂ — с помощью иммунохемилюминесцентной автоматизированной системы ARCHITECT® i2000 Abbott (США). Витамин В₉ определяли на аппарате ВЭЖХ-МС AD SCIEX QTRAP 5500 (Германия). О D-витаминной насыщенности судили по определению 25-ОН витамина D (промежуточного продукта превращения витамина); анализ выполняли на масс-спектрометре AB SCIEX QTRAP 5500 (Германия, SCIEX). Са общий, Р, Mg, Fe исследовали на анализаторе AU5800 (США). К, Na, Са ионизированный — на анализаторе электролитов AVL9180 (США).

Результаты анализов ранжировали в баллах по наличию и степени отклонений от референтных границ, при нормальных значениях все показатели оценивались в 0 баллов. Так, по липидному спектру градации по триглицеридам (ТГ) составили для промежуточно высоких 1 (1,7 до 2,29 ммоль/л), для высоких — 2 ($> 2,29$ –5,65), при выраженной триглицеридемии — 3 ($> 5,65$) балла. Для холестерина общего (ОХ) погранично высокого — 1 (5,2–6,2 ммоль/л), высокого — 2 ($> 6,2$ ммоль/л) балла. Для липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) повышенных — 1 (3,37–4,27 ммоль/л), высоких — 2 ($> 4,27$ ммоль/л) балла. Для липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) низких — 1 (< 1 ммоль/л), чрезвычайно высоких — 2 ($> 2,3$ ммоль/л) балла, высоких — минус 1 (1,3–2,3 ммоль/л) балл. Оценочные значения по СРБ были следующими: низкий (< 1 мг/л) — 0 баллов, средний (1–3 мг/л) — 1, высокий (> 3 мг/л) — 2 балла [21–23].

Уровень витамина В₁₂ более 148 пмоль/л оценивался в 0 баллов, ниже 148 пмоль/л — 1 балл (превышение референтной границы не учитывалось) [24]; В₉ ниже нормы

(5–9 нмоль/мл) — 1 балл (превышение референтной границы не учитывалось). Оптимальный уровень витамина D (30–100 нг/мл) — 0, недостаточность (от 20 до 30 нг/мл) — 1, дефицит (от 10 до 20 нг/мл) — 2, глубокий дефицит (до 10 нг/мл) — 3 балла (превышение референтной границы не учитывалось) [26].

Минеральные вещества: К (норма 3,5–5,1 ммоль/л), Na (норма 136–145 ммоль/л), Са ионизированный (норма 1,15–1,35 ммоль/л) и Са общий (норма 2,02–2,6 ммоль/л), Mg (норма 0,66–1,03 ммоль/л), Р (норма 0,7–1,8 ммоль/л), Fe (норма 9,5–30 ммоль/л), пониженные или повышенные величины — 1 балл.

Для оценки наличия либо отсутствия дизадаптации суммировали баллы, что позволяло определить выраженность отклонений (в %) от нормы. Для оценки наличия групповых отклонений от нормы по индивидуальным данным рассчитывали среднюю величину в группе наблюдения (M) и среднюю ошибку (m), количество параметров, по которым определены изменения. Определяли доли лиц, у которых установлены изменения и их выраженность (по шкале баллов), а также конкретные параметры, по которым выявлены изменения (витамины (в том числе какие), минералы (в том числе какие), СРБ (в том числе повышенные, высокие), липиды (в том числе какие) и выраженность изменений по шкале баллов. При этом максимальная сумма по шкалам может достигать 24 баллов (или 100%). Далее анализировали данные каждого обследуемого в когорте, определяли доли лиц с дизадаптацией и её выраженность.

Статистическую обработку аналитического материала провели с использованием программы Microsoft Excel, применяя программный пакет Statistica 6.1. Достоверность различий оцениваемых показателей определяли по t -критерию Стьюдента для вероятности $p \leq 0,05$.

Результаты

Рассмотрим примеры. В группе № 1 у обследованного № 1 сумма баллов отклонений от нормы составила $8 + (\text{минус } 1) = 7$ баллов. Следовательно, выраженность дизадаптации у этого обследованного равна 29,2% (по витаминам В₁₂, D, липидам).

Значение отклонений от референтных границ в группе составило $5,5 \pm 0,4$ балла. При этом отклонения были выявлены у 100%, выраженность дизадаптации составила 22,9%. Данные показывали снижение уровня витамина В₉ у 75% обследованных, В₁₂ — у 100%, D — у 100% (недостаточность), наличие дислипидемии у 100% за счёт триглицеридов у 75%, погранично высокого и высокого общего холестерина — у 100%, повышенных и высоких ЛПНП — у 58,3%. СРБ был низким, риск БСК отсутствовал (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Ранжирование показателей крови у лиц группы № 1

Ranking of blood parameters in persons of group No. 1

№ п/п	Оцениваемый показатель крови, балл / Estimated blood parameter, score														
	В ₉	В ₁₂	D	K	Na	Са _{ион} Са _{ион}	Са _{общ} Са _{общ}	P	Mg	Fe	ТГ Triglycerides	ОХ Total cholesterol	ЛПНП Low-density lipoproteins	ЛПВП High-density lipoproteins	СРБ CRP
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	–1	0
2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	–1	0
3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0
4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	–1	0
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	–1	0
7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	–1	0
8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	–1	0
9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	–1	0
10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	–1	0
11	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
12	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0

Таблица 2 / Table 2

Ранжирование показателей крови у лиц группы № 2

Ranking of blood parameters in persons of group No. 2

№ п/п	Оцениваемый показатель крови, балл / Estimated blood parameter, score														
	В ₉	В ₁₂	D	K	Na	Са _{ион} Са _{ион}	Са _{общ} Са _{общ}	P	Mg	Fe	ТГ Triglycerides	ОХ Total cholesterol	ЛПНП Low-density lipoproteins	ЛПВП High-density lipoproteins	СРБ CRP
1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	—1	1
2	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	2	2
3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	—1	2
6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	—1	1
7	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
8	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	0
9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
10	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	—1	0

Таблица 3 / Table 3

Ранжирование показателей крови у лиц группы № 3

Ranking of blood parameters in persons of group No. 3

№ п/п	Оцениваемый показатель крови, балл / Estimated blood parameter, score														
	В ₉	В ₁₂	D	K	Na	Са _{ион} Са _{ион}	Са _{общ} Са _{общ}	P	Mg	Fe	ТГ Triglycerides	ОХ Total cholesterol	ЛПНП Low-density lipoproteins	ЛПВП High-density lipoproteins	СРБ CRP
1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2
2	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	—1	1
3	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	—1	2
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	—1	2
5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2
6	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0
7	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2
8	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	—1	2
9	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2
10	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	—1	1
11	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	—1	2
12	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	—1	2
13	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	2	1	—1	2
14	1	1	2	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
15	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1

В группе № 2 у обследованного № 1 сумма баллов отклонений от нормы составила 7, выраженность дизадаптации — 29,2%. Выявлена недостаточность витаминов, кальция ионизированного, липидов. В группе среднее значение отклонений от границ норм составило $8,9 \pm 0,7$ балла ($p 1-2 = 0,001$). Отклонения были установлены у 100% обследованных, выраженность дизадаптации достигла 37,1%. Данные (табл. 2) указывали на недостаточность витаминной обеспеченности у 100% обследованных, при этом дефицит витамина D был обнаружен у 60%. Наличие дислипидемии по ТГ, ОХ, ЛПНП выявлено у 100%, по чрезвычайно высоким ЛПВП — у 20%. Обнаружена недостаточность кальция, СРБ у 30% (высокий риск БСК).

В группе № 3 (табл. 3) значение отклонений от границ норм у обследованного № 1 составило 11 баллов, выраженность дизадаптации 45,8%; установлен дефицит витаминов, повышенный уровень ионов калия, нарастание дислипидемии (в том числе по ЛПВП), признаки воспаления по СРБ. Групповая оценка составила $11 \pm 0,5$ ($p 1-3 = 0,001$;

$p 2-3 = 0,022$) балла. Следовательно, дизадаптация выражена у 100% обследованных, её показатель 45,8%. Определена недостаточность витаминов с нарастанием дефицита витамина D у 73,3% лиц, нарастание дислипидемии на фоне сниженных у 33,3% ЛПВП, недостаточность поступления кальция, магния, превышение нормы ионов калия. СРБ был высоким у 66,7% (риск БСК у 93,3%, нарастание признаков риска сердечной патологии).

Обсуждение

Основанием для использования показателей крови с целью оценки адаптации осуществляющих профессиональную деятельность мужчин-военнослужащих были известные научные данные о происходящих в организме изменениях под влиянием факторов КС. В частности, о процессе адаптации пришлого населения свидетельствуют показатели липидов [12–14]. В начальный период адаптации организм мобилизует резервы, что приводит к увели-

чению ЛПВП, препятствующих атерогенным изменениям [13, 19], поэтому повышенные ЛПВП нами оценивались в минус 1 балл. Увеличение длительности нахождения на КС способствует нарастанию дислипидемии, обусловленной гипертриглицеридемией, гиперхолестеринемией, повышением липопротеидов низкой и снижением липопротеидов высокой плотности [14].

В патогенезе большинства БСК атеро- и тромбогенного происхождения значительную роль играют нарушения липидного обмена и воспаление. Ведущий медиатор воспаления — С-реактивный белок [20], он откладывается в атеросклеротических бляшках и повреждённых тканях и не только является биомаркером воспаления, но и играет функциональную роль в развитии атеросклероза и других болезней. Уровни С-реактивного белка — низкий, повышенный и высокий — ассоциировались соответственно с низким, средним и высоким относительным риском возникновения и прогрессирования БСК [21, 23].

Климатические факторы КС характеризуются недостаточностью ультрафиолетовой инсоляции, что способствует развитию D-витаминной недостаточности организма [15, 16]. D-витаминная обеспеченность связана с фосфорно-кальциево-магниевым обменом [25–29]. Погодно-климатические условия оказывают влияние на показатели крови жителей арктических территорий [1–4], проявляющееся в изменении числа и свойств эритроцитов [5–7]. Важная роль в кроветворении отводится витаминам B₁₂ и B₉ (они являются взаимосвязанными) и железу [8–10]. Показатели содержания этих витаминов и минеральных веществ в крови отражают потребление пищевых продуктов с низким их содержанием и повышенную потребность в микронутриентах при физических нагрузках и влиянии холода [17, 18]. Низкоминерализованная вода из талого снега не является полноценной для организма и считается фактором риска развития БСК [30].

На основании этих данных проведённое комплексное исследование крови дало возможность оценить дизадаптацию индивидуума при различной продолжительности работ в условиях КС, а также в группах, имеющих статистически значимые различия по длительности профессиональной деятельности. Последнее давало информацию о влиянии факторов КС на здоровье людей. Так, данные табл. 1–3 показывали статистически значимое нарастание дизадаптационных изменений как у одного человека, так и по группам в зависимости от стажа работ на КС: рост доли изменённых показателей при длительности стажа с 2,5 до 5,2 и 7,1 года на 7,9–16,6%.

Использованный способ оценки влияния факторов КС на здоровье позволил рекомендовать профилактические мероприятия. Так, группе № 1 была необходима коррекция дислипидемии и витаминной недостаточности (B₁₂, D — дефицит у 100%, B₉ — у 25%). В группе № 2 определена необходимость коррекции дислипидемии, витаминной недостаточности (по витамину D — более высокими дозами), кальциевой недостаточности, воспалительных процессов. В группе № 3 установлена потребность в коррекции дислипидемии, витаминной, минеральной недостаточности, воспалительных процессов (у 100% обследованных).

Заключение

Показатели крови позволили определять долю лиц с дизадаптацией и выраженность отклонений показателей от референтных в каждой группе наблюдения, а также доли лиц и выраженность дизадаптации в когортах при увеличении стажа работ. Последнее указывало на негативное влияние условий Крайнего Севера на здоровье людей. В каждом варианте было возможным определение вида нарушений, доли лиц с такими изменениями. Кроме того, результаты исследования позволили дать рекомендации по профилактике выявленных нарушений.

Литература

(п.п. 1, 3, 8–10, 22, 23, 29 см. References)

- Загородников Г.Г., Коровин А.Е., Миронов В.Г., Загородников Г.Н., Товпеко Д.В., Чурилов Л.П. Основные гематологические и метаболические показатели крови у летного состава на разных сроках службы в условиях Арктики. *Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера»*. 2019; 11(4): 211–26. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v11i4.516> <https://elibrary.ru/wnechj>
- Самодова А.В., Добродеева Л.К. Взаимосвязь эритроцитарных, тромбоцитарных показателей и гематокрита в крови с характером иммунной реакции человека на кратковременное общее охлаждение. *Журнал медико-биологических исследований*. 2019; 7(4): 427–35. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.427> <https://elibrary.ru/dnmsrw>
- Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодовых воздействиях (обзор). Сообщение I. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки*. 2015; (1): 5–15. <https://elibrary.ru/tpdfrag>
- 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/wdcicq>
- Гридин Л.А., Шишков А.А., Дворников М.В. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНISO*. 2014; 22(4): 4–6. <https://elibrary.ru/sbxowl>
- Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Аликберов 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/vsdsym>
- Громов А.А., Кручинина М.В., Кручинин В.Н. Особенности состояния гемостаза и липидного профиля на Севере. *Атеросклероз*. 2019; 15(3): 62–77. <https://elibrary.ru/uxmtbd>
- Гуревич В.С., Козиолова Н.А., Ежов М.В., Сергиенко И.В., Алиева А.С., Вавилова Т.В. и др. Нерешенные проблемы дислипидемии и резидуального сердечно-сосудистого риска. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2022; (1): 31–9. <https://doi.org/10.34687/2219-8202.JAD.2022.01.0003> <https://elibrary.ru/ogxhdy>
- Кривошапкина З.Н., Миронова Г.Е., Семенова Е.И., Олесева 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>
- Кострова Г.Н., Малявская С.И., Лебедев А.В. Обеспеченность витамином D жителей г. Архангельска в разные сезоны года. *Журнал медико-биологических исследований*. 2022; 10(1): 5–14. <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z085> <https://elibrary.ru/zcfzch>
- Коробицына Р.Д., Сорокина Т.Ю. Статус витамина D населения России репродуктивного возраста за последние 10 лет. *Российская Арктика*. 2022; (3): 44–55. <https://elibrary.ru/iqqxoo>
- Кривцов А.В., Кириченко Н.Н., Ивченко Е.В. Физиолого-гигиеническая характеристика питания и водоснабжения воинского гарнизона в Арктике. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015; (4): 165–8. <https://elibrary.ru/vrwiwj>
- Маков В.А. Особенности продовольственного обеспечения военнослужащих, проходящих военную службу в Арктической зоне Российской Федерации. *Российская Арктика*. 2018; (3): 51–9. <https://elibrary.ru/yllfzj>
- Потеряева О.Н., Уснин И.Ф. Дисфункциональные липопротеины высокой плотности при сахарном диабете 2 типа. *Проблемы эндокринологии*. 2022; 68(4): 69–77. <https://doi.org/10.14341/probl13118> <https://elibrary.ru/pewlnu>
- 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>
- Хазова Е.В., Булашова О.В., Амров Н.Б. Нужно ли определять высокочувствительный С-реактивный белок у пациентов с хронической сердечной недостаточностью: клинические и прогностические аспекты. *Вестник современной клинической медицины*. 2022; 15(4): 54–9. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2022.15\(4\).54-59](https://doi.org/10.20969/VSKM.2022.15(4).54-59) <https://elibrary.ru/xbecci>
- Красновский А.Л., Григорьев С.П., Алехина Р.М., Ежова И.С., Золкина И.В., Лошкарева Е.О. Современные возможности диагностики и лечения дефицита витамина B₁₂. *Клинист*. 2016; 10(3): 15–25. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2016-10-3-15-25> <https://elibrary.ru/xkoiop>
- Пигарева Е.А., Рожинская Л.Я., Белая Ж.Е., Дзеранова Л.К., Каронова Т.Л., Ильин А.В. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D взрослых. *Проблемы эндокри-*

Original article

- нологии. 2016; 62(4): 60–84. <https://doi.org/10.14341/probl201662460-84> <https://elibrary.ru/wmzicf>
26. Маганева И.С., Пигарова Е.А., Шульпекова Н.В., Дзеранова Л.К., Еремкина А.К., Милутина А.П. и др. Оценка фосфорно-кальциевого обмена и метаболитов витамина D у пациентов с первичным гиперпаратиреозом на фоне болюсной терапии colecalciferолом. *Проблемы эндокринологии*. 2021; 67(6): 68–79. <https://doi.org/10.14341/probl12851> <https://elibrary.ru/eyhhhm>
 27. Юрьева Э.А., Османов И.М., Воздвиженская Е.С., Шабельникова Е.И. Обмен кальция и фосфатов в норме и при патологии у детей. *Практика педиатра*. 2021; (4): 24–30. <https://elibrary.ru/xpvdjd>
 28. Берковская М.А., Кушханашкова Д.А., Сыч Ю.П., Фадеев В.В. Состояние фосфорно-кальциевого обмена у пациентов после бариатрических операций и роль восполнения дефицита витамина D в профилактике и лечении послеоперационных костно-метаболических нарушений. *Ожирение и метаболизм*. 2020; 17(1): 73–81. <https://doi.org/10.14341/omet12306> <https://elibrary.ru/nyyhkj>
 30. Азаров И.И., Бутаков С.С., Жолус Б.И., Зеткин А.Ю., Реммер В.Н. Опыт сохранения здоровья военнослужащих в Арктике в повседневной деятельности и чрезвычайных ситуациях. *Морская медицина*. 2017; 3(3): 102–111. <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-3-102-111> <https://elibrary.ru/zmntnh>

References

1. Balashova S.N., Samodova A.V., Dobrodeeva L.K., Belisheva N.K. Hematological reactions in the inhabitants of the Arctic on a polar night and a polar day. *Immun. Inflamm. Dis*. 2020; 8(3): 415–22. <https://doi.org/10.1002/iid3.323>
2. Zagorodnikov G.G., Korovin A.Ye., Mironov V.G., Zagorodnikov G.N., Tovpeko D.V., Churilov L.P. The main hematological and metabolic characteristics of peripheral blood in military pilots at different terms of their service in Arctic. *Mezhdistsiplinarnyi nauchnyi i prikladnoi zhurnal «Biosfera»*. 2019; 11(4): 211–26. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v11i4.516> <https://elibrary.ru/wnechj> (in Russian)
3. Dobrodeeva L.K., Samodova A.V., Balashova S.N., Pashinskaya K.O. Inter cellular interactions in peripheral venous blood in practically healthy residents of high latitudes. *Biomed Res. Int*. 2021; 2021: 7086108. <https://doi.org/10.1155/2021/7086108>
4. Samodova A.V., Dobrodeeva L.K. Interrelation of red blood cell and platelet levels and haematocrit with human immune response to short-term whole-body cooling. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2019; 7(4): 427–35. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.427> <https://elibrary.ru/dnmsrw> (in Russian)
5. Bocharov M.I. Thermoregulation in cold environments (review). Report I. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskije nauki*. 2015; (1): 5–15. <https://elibrary.ru/tpdpdr> (in Russian)
6. Nagibovich O.A., Ukhovsky 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/wdcidq> (in Russian)
7. Gridin L.A., Shishov A.A., Dvornikov M.V. Features adaptation reactions of human in Far North. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNISO*. 2014; (4): 4–6. <https://elibrary.ru/sbxowl> (in Russian)
8. Costanzo G., Sambugaro G., Mandis G., Vassallo S., Scuteri A. Pancytopenia secondary to vitamin B₁₂ deficiency in older subjects. *J. Clin. Med*. 2023; 12(5): 2059. <https://doi.org/10.3390/jcm12052059>
9. Torrez M., Chabot-Richards D., Babu D., Lockhart E., Foucar K. How I investigate acquired megaloblastic anemia. *Int. J. Lab. Hematol*. 2022; 44(2): 236–47. <https://doi.org/10.1111/ijlh.13789>
10. De Almeida J.G., Gudgin E., Besser M., Dunn W.G., Cooper J., Haferlach T., et al. Computational analysis of peripheral blood smears detects disease-associated cytomorphologies. *Nat. Commun*. 2023; 14(1): 4378. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39676-y>
11. Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Alikberov M.Kh., Nepryakhin 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/vsdsym> (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. Gurevich V.S., Kozioleva N.A., Ezhov M.V., Sergienko I.V., Alieva A.S., Vavilova T.V., et al. Unsolved problems of dyslipidemia and residual cardiovascular risk. *Ateroskleroz i dislipidemii*. 2022; (1): 31–9. <https://doi.org/10.34687/2219-8202.JAD.2022.01.0003> <https://elibrary.ru/ogxhdy> (in Russian)
14. Krivoschapkina Z.N., Mironova G.E., Semenova 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)
15. Kostrova G.N., Malyavskaya S.I., Lebedev A.V. Vitamin D levels in residents of Arkhangelsk during different seasons of the year. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2022; 10(1): 5–14. <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z085> <https://elibrary.ru/zcfzch> (in Russian)
16. Korobitsyna R.D., Sorokinai T.Yu. Vitamin D status of the Russian reproductive population over the past 10 years: a systematic review. *Rossiiskaya Arktika*. 2022; (3): 44–55. <https://elibrary.ru/iqqxoo> (in Russian)
17. Krivtsov A.V., Kirichenko N.N., Ivchenko E.V., Smetanin A.L., Andrianov A.I., Sorokoletova Ye.F., et al. Physiological and hygienic characteristics of food and water supply in military garrison in Arctic region. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*. 2015; (4): 165–8. <https://elibrary.ru/vrvihj> (in Russian)
18. Makov V.A. Rations specifications for military personnel in the arctic region. *Rossiiskaya Arktika*. 2018; (3): 51–9. <https://elibrary.ru/yllfzj> (in Russian)
19. Poteryaeva O.N., Usynin I.F. Dysfunctional high-density lipoproteins in diabetes mellitus. *Problemy endokrinologii*. 2022; 68(4): 69–77. <https://doi.org/10.14341/probl13118> <https://elibrary.ru/pewlnu> (in Russian)
20. 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)
21. Khazova E.V., Bulashova O.V., Amirov N.B. Is it necessary to determine highly sensitive C-reactive protein in patients with chronic heart failure: clinical and prognostic aspects. *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*. 2022; 15(4): 54–9. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2022.15\(4\).54-59](https://doi.org/10.20969/VSKM.2022.15(4).54-59) <https://elibrary.ru/xbceci> (in Russian)
22. Denegri A., Boriani G. High sensitivity C-reactive protein (hsCRP) and its implications in cardiovascular outcomes. *Curr. Pharm. Des*. 2021; 27(2): 263–75. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200717090334>
23. Melnikov I.S., Kozlov S.G., Saburova O.S., Avtaeva Y.N., Guria K.G., Gabbasov Z.A. Monomeric C-reactive protein in atherosclerotic cardiovascular disease: advances and perspectives. *Int. J. Mol. Sci*. 2023; 24(3): 2079. <https://doi.org/10.3390/ijms24032079>
24. Krasnovskiy A.L., Grigor'iev S.P., Alyokhina R.M., Ezhova I.S., Zolkina I.V., Loshkareva E.O. Modern diagnostic and treatment of vitamin B₁₂ deficiency. *Klinisist*. 2016; 10(3): 15–25. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2016-10-3-15-25> <https://elibrary.ru/xkoioip> (in Russian)
25. Pigarova E.A., Rozhinskaya L.Ya., Belaya Ja.E., Dzeranova L.K., Karonova T.L., Ilyin A.V., et al. Russian association of endocrinologists recommendations for diagnosis, treatment and prevention of vitamin D deficiency in adults. *Problemy endokrinologii*. 2016; 62(4): 60–84. <https://doi.org/10.14341/probl201662460-84> <https://elibrary.ru/wmzicf> (in Russian)
26. Maganava I.S., Pigarova E.A., Shulpeikova N.V., Dzeranova L.K., Eremkina A.K., Miliutina A.P., et al. Vitamin D metabolite and calcium phosphorus metabolism in in patients with primary hyperparathyroidism on the background of bolus therapy with colecalciferol. *Problemy endokrinologii*. 2021; 67(6): 68–79. <https://doi.org/10.14341/probl12851> <https://elibrary.ru/eyhhhm> (in Russian)
27. Yureva E.A., Osmanov I.M., Vozdvizhenskaya E.S., Shabelnikova E.I. Calcium and phosphate metabolism in normal and pathological conditions in children. *Praktika peditra*. 2021; (4): 24–30. <https://elibrary.ru/xpvdjd> (in Russian)
28. Berkovskaya M.A., Kushkhanashkhova D.A., Sych Yu.P., Fadeev V.V. Characteristics of calcium and phosphorus metabolism in patients after bariatric surgery and the role of vitamin D supplementation in the prevention and treatment of postoperative bone and mineral disorders. *Ozhirenie i metabolism*. 2020; 17(1): 73–81. <https://doi.org/10.14341/omet12306> <https://elibrary.ru/nyyhkj> (in Russian)
29. Uwitonze A.M., Razzaque M.S. Role of magnesium in vitamin D activation and function. *J. Am. Osteopath. Assoc*. 2018; 118(3): 181–9. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2018.037>
30. Azarov I.I., Butakov S.S., Zholus B.I., Zetkin A.Yu., Remmer V.N. Experience of health maintenance of the military personnel in the Arctic in the daily activities and emergency. *Morskaya meditsina*. 2017; 3(3): 102–111. <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-3-102-111> <https://elibrary.ru/zmntnh> (in Russian)

Сведения об авторах

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

Нартудинов Денис Алексеевич, канд. мед. наук, преподаватель каф. общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, 660022, Красноярск, Россия. E-mail: den007-19@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, доцент, зав. каф. экстремальной медицины, ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород, Россия. E-mail: kafedramk@pimunn.ru

Потехина Наталья Николаевна, доктор мед. наук, профессор, профессор каф. гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород, Россия. E-mail: nn-potechina@yandex.ru

Аликберов Мурат Ханалиевич, канд. мед. наук, доцент каф. стоматологии факультета ДПО ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, Омск, Россия. E-mail: alikberovm@mail.ru

Information about authors

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

Denis A. Narutdinov, PhD (Medicine), Lecturer at the Department of Public Health and Healthcare, Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-5438-8755> E-mail: den007-19@mail.ru

Elena S. Bogomolova, DSc (Medicine), Professor, Head of the Department of Hygiene, Volga 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), Associate professor, Head of the Department of Extreme Medicine, Volga Research Medical University, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-8356-2970> E-mail: kafedramk@pimunn.ru

Natalya N. Potekhina, DSc (Medicine), Professor, Professor of the Department of Hygiene, Volga Research Medical University, 603950, Nizhny Novgorod, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-6519-5513> E-mail: nn-potechina@yandex.ru

Murat Kh. Alikberov, PhD (Medicine). Sciences, Associate Professor, Department of Dentistry, Faculty of Further Professional Education, Omsk State Medical University, Omsk, 644099, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1775-9382> E-mail: alikberovm@mail.ru