

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL ARTICLE**ВЛИЯНИЕ МОРСКОГО КЛИМАТА
INFLUENCE OF THE MARINE CLIMATE**

УДК 612.1

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-29-37>

© Демидов В.И., Троценко А.А., Закревский Ю.Н., Милякова Л.В., 2020 г.

**ФАКТОРЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ЖИТЕЛЕЙ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**¹В. И. Демидов, ²А. А. Троценко, ^{2,3}Ю. Н. Закревский*, ²Л. В. Милякова¹Университет Западной Вирджинии, Шарлотсвилл, США²Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия³1469 Военно-морской клинический госпиталь, г. Североморск, Россия

Целью исследования явилось изучение факторов неспецифической резистентности у жителей Мурманской области и Республики Карелия и возможного влияния на них различных природных и промышленных факторов внешней среды. *Материалы и методы:* исследованы показатели клеточного и гуморального иммунитета, оцененные у 2224 человек, проживающих в Мурманской области (n=1118) и в Республике Карелия (n=1106), за период с 2001 по 2018 г. Методами исследования явились проведение буккальных проб, определение бактерицидной активности кожи, цитохимические исследования (гликоген, щелочная фосфатаза) периферической крови и дифференциального анализа эритроцитов. Согласно полученным данным показатели неспецифической резистентности у жителей Мурманской области в среднем находятся в пределах нормы, в отличие от аналогичных показателей у жителей Республики Карелия.

Результаты их обсуждения: проведенные исследования выявили, что показатели крови человека взаимосвязаны с показателями его неспецифического иммунитета при адаптации к неблагоприятным экологическим условиям промышленных городов. На региональные природные и промышленные факторы реагировали следующие показатели крови жителей изученных районов: гликоген в лимфоцитах и нейтрофилах, базофилах, моноцитах, лейкоцитах, сегментоядерных нейтрофилах. Комплексные методы исследования неспецифической резистентности организма могут быть рекомендованы в качестве экспресс-диагностики влияния факторов внешней среды на состояние организма человека в целом.

Ключевые слова: морская медицина, арктические широты, здоровьесбережение, неспецифическая резистентность, клеточный и гуморальный иммунитет человека

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Демидов В.И., Троценко А.А., Закревский Ю.Н., Милякова Л.В. Факторы неспецифической резистентности у жителей Мурманской области и Республики Карелия // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 29–37, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-29-37>.

*Контакт: *Закревский Юрий Николаевич*, zakrev.sever@bk.ru

© Demidov V.I., Trotsenko A.A., Zakrevsky Yu.N., Milyakova L.V., 2020

**FACTORS OF NONSPECIFIC RESISTANCE IN RESIDENTS OF THE
MURMANSK REGION AND THE REPUBLIC OF KARELIA**¹Vladimir I. Demidov, ²Alla A. Trotsenko, ^{2,3}Yuri N. Zakrevsky*, ²Larisa V. Milyakova¹West Virginia University, Charlottesville, USA²Murmansk Arctic state University, Murmansk, Russia³1469 Naval clinical hospital, Severomorsk, Russia

The aim of the research was to study the factors of nonspecific resistance in residents of the Murmansk region and the Republic of Karelia and the possible influence of various natural and industrial environmental factors on them. *Materials and methods:* the indicators of cellular and humoral immunity were studied, evaluated in 2224 people living in the Murmansk region (n=1118) and in the Republic of Karelia (n=1106), for the period from 2001 to 2018. The

methods used to study were buccal tests, bactericidal activity of the skin, cytochemical studies (glycogen, alkaline phosphatase) of peripheral blood and differential analysis of erythrocytes. According to the data obtained, the indices of nonspecific resistance in residents of the Murmansk region are on average within the normal range, in contrast to those in the Republic of Karelia.

Results: the studies carried out revealed that human blood indices are interrelated with the indices of his nonspecific immunity when adapting to unfavorable environmental conditions in industrial cities. The following blood parameters of the inhabitants of the studied areas reacted to regional natural and industrial factors: glycogen in lymphocytes and neutrophils, basophils, monocytes, leukocytes, segmented neutrophils. Complex methods for studying the nonspecific resistance of the organism can be recommended as an express diagnosis of the influence of environmental factors on the state of the human body as a whole.

Key words: marine medicine, arctic latitudes, health protection, nonspecific resistance, cellular and humoral human immunity

*Contact: Zakrevsky Yuri Nikolaevich, zakrev.sever@bk.ru

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Demidov V.I., Trotsenko A.A., Zakrevsky Yu.N., Milyakova L.V. Factors of nonspecific resistance in residents of the Murmansk region and the republic of Karelia// *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 29–37, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-29-37>.

Введение. Негативное влияние суровых климатических условий, например, арктических широт, промышленного загрязнения на иммунитет человека представляется естественным и подтверждено многочисленными исследованиями. Связь показателей крови с иммунной системой и окружающей средой очевидна. Клеточные и гуморальные параметры организма человека быстрее и активнее адаптируются к климатическим факторам, чем к промышленным. Неспецифическая резистентность организма (конституциональный иммунитет) зависит исключительно от бактерицидных свойств кожи и слизистых оболочек, от степени фагоцитарной активности (быстрого и точного ответа макрофагов и полиморфноядерных лейкоцитов на чужеродные компоненты и инородного тела) и от своевременного участия в неспецифической иммунной защите гуморальных факторов (системы различных антимикробных белков). На территории Северо-Западного региона России чувствительность организма жителей к внешним факторам связана с большим объемом поступлений в окружающую среду загрязнителей, низким уровнем контроля промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов [1, с. 496; 2, с. 3].

С учетом интенсивного промышленного развития современного общества, прогресса горнодобывающей промышленности России и освоения арктического региона становятся актуальными вопрос постоянного мониторинга состояния и активности всех компонентов иммунной системы человека, живущего в экстре-

мальных климатических условиях и под перманентным воздействием вредных факторов промышленного производства на организм, а также экспресс-диагностика состояния здоровья людей [3, с. 9].

Компонентный состав крови здорового человека относительно постоянен благодаря четкой координации процессов кроветворения и разрушения. Однородные элементы (тромбоциты, эритроциты и лейкоциты, представленные гранулоцитами (нейтрофильными, эозинофильными и базофильными полиморфноядерными) и агранулоцитами — лимфоцитами и моноцитами) определяют клинические показатели периферической крови человека [4, с. 320]. Лимфоциты являются еще одним индикатором состояния иммунологической системы организма, цитохимический анализ которых позволяет оценить тонкие процессы клеточного метаболизма на молекулярном уровне, а следовательно, и изменение функционального состояния всего организма и активности неспецифической резистентности, в частности.

Именно поэтому необходимо выявление достоверно значимой корреляции между показателями анатомо-физиологического барьера и параметрами периферической крови человека с доказательством влияния неблагоприятных факторов окружающей среды (климатических, промышленных, демографических и социально-экономических) на показатели неспецифической резистентности организма у жителей Мурманской области и Республики Карелия.

Целью исследования явилось изучение факторов неспецифической резистентности у жителей Мурманской области и Республики Карелия и возможного влияния на них различных природных и промышленных факторов внешней среды.

Следует отметить, что инвазивность самой процедуры взятия анализа крови зачастую становится причиной нежелания человека проходить медицинское обследование и т.д., поэтому одной из задач данного исследования явилось эмпирическое обоснование возможности применения неинвазивных методов определения состояния анатомо-физиологического барьера как важнейшего показателя изменений состояния крови человека. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) выявление достоверно значимой корреляции между показателями анатомо-физиологического барьера и параметрами периферической крови человека;

2) доказательство влияния неблагоприятных факторов окружающей среды (климатических, промышленных, демографических и социально-экономических) на показатели неспецифической резистентности организма на Крайнем Севере.

Материалы и методы. В период с 2001 по 2018 г. изучались показатели неспецифического иммунитета 2224 взрослых людей, проживающих в Мурманской области ($n=1118$) и в Республике Карелия ($n=1106$), путем проведения буккальных проб, анализа бактерицидной активности кожи, цитохимического исследования (гликоген, щелочная фосфатаза) периферической крови и дифференциального анализа эритроцитов [5, с. 99]. Подробно анализировались такие данные, как пол, возраст, продолжительность проживания в северных широтах, наличие хронических заболеваний и др. Антропогенное воздействие на обследуемых и климатические условия на указанных территориях за весь период исследования оценивались по имеющимся открытым официальным источникам и статистическим данным.

Определение бактерицидной активности кожи проводили по методике Н. Н. Клемпар-

ской с использованием бульонной культуры кишечной палочки, разведенной в 5×10^8 раз (в нашей модификации 250 микробных тел в 1 мл, т. е. $2,5 \times 10^8$). Бактерицидный индекс кожи здоровых людей составляет 90–100%. Тест буккального эпителия проводили по методу Н. Н. Беляева с окраской отпечатка мазка слизистой оболочки щеки с прокрашиванием по Граму и определением микрофлоры под микроскопом с оценкой количества стрептококков (в норме ≈ 100 клеток на мм^2), общего количества микробов без стрептококков (ОКМ) (в норме ≈ 50 клеток на мм^2), соотношения стрептококков и ОКМ (коэффициент дифференцировки буккальных микроорганизмов) (в норме $\approx 2:1$).

Цитохимические исследования клеток крови проводили стандартным методом: биохимические показатели как средний цитохимический коэффициент (К): гликоген в нейтрофилах (нормальный диапазон: 2,09–2,99), гликоген в лимфоцитах (нормальный диапазон: 0,02–0,52), щелочная фосфатаза (нормальный диапазон: 0,115–0,15), количественное определение лейкоцитов в 1 л крови (нормальный диапазон: $4-11 \times 10^9$); качественный состав лейкоцитов — процент от общего количества лейкоцитов: моноциты (нормальный диапазон: 3–8), палочкоядерные нейтрофилы (нормальный диапазон: 1–6), сегментоядерные нейтрофилы (нормальный диапазон: 35–70), лимфоциты (нормальный диапазон: 20–50), эозинофилы (нормальный диапазон: 1–5); базофилы (нормальный диапазон: 0–1).

Представлен анализ статистических данных по промышленным выбросам и сбросам в окружающую среду Мурманской области и Республики Карелия за период с 2001 по 2018 г. За основу были взяты обобщенные и усредненные данные из официальных источников Российской Федерации — Государственных докладов о состоянии окружающей среды, докладов Росстата^{1,2}.

Достоверность полученных результатов оценивали с помощью статистического критерия Фишера для независимых выборок, сравниваемых попарно, со статистической значимостью

¹ Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2016 году. Мурманск, 2017. 180 с. [Report on the state and environmental protection of the Murmansk region in 2016. Murmansk, 2017, 180 p. (In Russ.).]

² Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2019. Стат. сб. Москва: Росстат, 2019. 766 с. [The Regions of Russia. Main characteristics of the subjects of the Russian Federation. 2019. Stat. sat. Moscow: Rosstat, 2019, 766 p. (In Russ.).] URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Reg_sub19.pdf (дата обращения: 11.01.2019).

$p \leq 0,01$ с учетом коэффициента дисперсии. Вероятность групповой ошибки контролировалась с помощью коррекции Бонферрони, а критический уровень значимости составлял 0,015. Статистическую значимость, характер и силу взаимосвязи показателей неспецифического иммунитета проводили с использованием коэффициента корреляции Пирсона (значимая корреляция $r_{xy} \geq 0,81$ при $p \leq 0,01$).

Результаты и их обсуждение. Изучено влияние вредных факторов воздействия промышленного производства на формулу крови жителей Республики Карелия и Мурманской области. На рис. 1 представлен анализ статистических данных по выбросам и сбросам в окружающую среду промышленных отходов в исследуемых регионах (средние значения за 2001–2018 гг.).

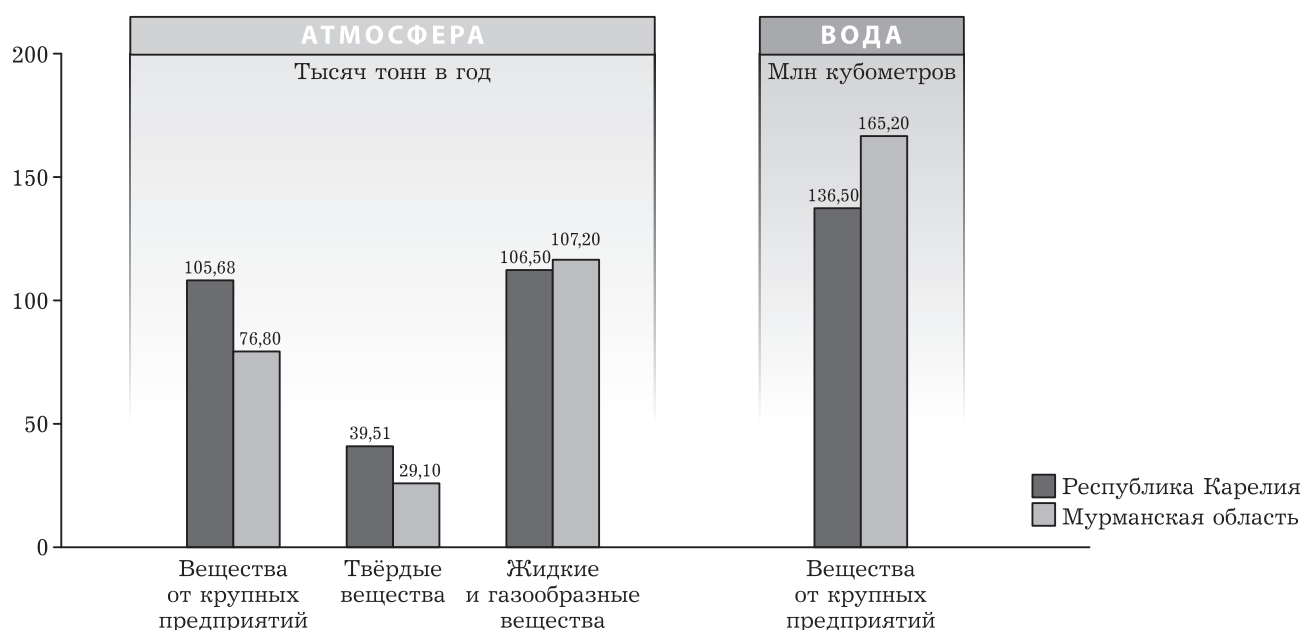


Рис. 1. Количественные усредненные данные по выбросам и сбросам вредных промышленных отходов в регионах исследования с 2001 по 2018 г.

Fig. 1. Quantitative averaged data on emissions and discharges of harmful industrial waste in the study regions from 2001 to 2018

Необходимо отметить, что Мурманская область не является зоной активного промышленного производства, и весной 2018 г., согласно анализу международной организации «Зеленый патруль», Мурманская область заняла шестое место в рейтинге самых экологически чистых и безопасных регионов России. Официально Мурманская область имеет нулевой (из трех известных) индекс промышленного загрязнения. Республика Карелия имеет индекс промышленного загрязнения 2. В Республике

насчитывается всего 24 372 промышленных объекта, а в Мурманской области — 749 (по состоянию на май 2018 г.), причем большинство промышленных объектов Мурманской области вынесены за черту городов, а большинство промышленных объектов Карелии находится в городских зонах.

Показатели периферической крови взаимосвязаны с барьерными характеристиками неспецифической резистентности обследуемых (первая главная компонента [ПГК — безразмерная величина]: бактерицидная активность кожи, общее количество микроорганизмов слизистой оболочки полости рта и количество стрептококков в полости рта) (рис. 2). Исследована зависимость неспецифической резистентности всех обследуемых от пола и наличия или отсутствия производственного воздей-

ствия ($n=2224$; $\varphi_{\text{э}}^* = 2,21 > \varphi_{\text{кр}} = 1,65$; $p \leq 0,01$) [6, с. 65]. Выявлено, что в каждом территориальном регионе не было достоверных половых различий по всем изучаемым критериям неспецифической резистентности ($\varphi_{\text{э}}^* = 1,18 < \varphi_{\text{кр}} = 2,05$; $p \leq 0,01$). Однако при сравнении результатов исследования в этих регионах обнаруживаются существенные различия — женщины и мужчины, проживающие в полярных условиях, имеют более адаптированный и высокий иммунный статус, чем представители полов ана-

логичных возрастных категорий в Республике Карелия ($\varphi_{\text{э}}^* = 2,91 > \varphi_{\text{кр}} = 1,59$; $p < 0,00$).

Срок проживания человека в арктических широтах отражается на показателях его неспецифической резистентности. Выявлено, что иммунный статус человека определяется географическим местом рождения и «северным стажем» как его самого, так и его родителей. Чем больше по срокам проживания «северный стаж», тем более приближены к норме показатели неспецифической резистентности (рис. 2).

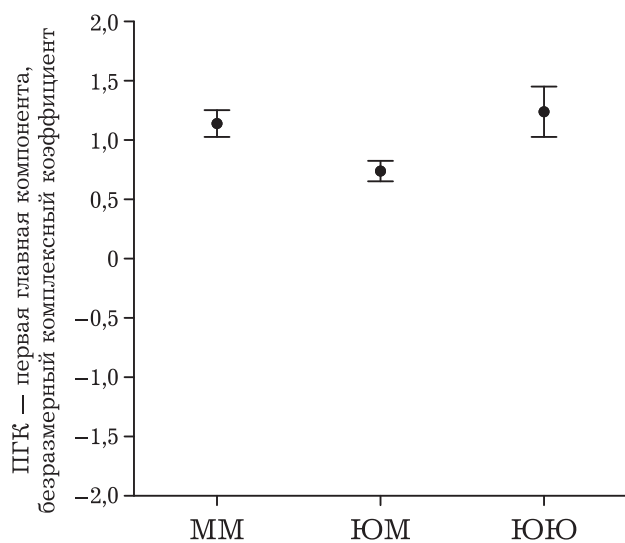


Рис. 2. Зависимость неспецифической резистентности жителей Мурманской области от «северного стажа» родителей обследуемых: ММ — обследуемые родились в Мурманской области и от тех, кто родился также в Мурманской области (в арктических широтах), ЮМ — обследуемые родились в южных широтах и от тех, кто родился в Мурманской области (в арктических широтах); ЮЮ — обследуемые родились в южных широтах и от тех, кто родился также в южных широтах

Fig. 2. The dependence of the nonspecific resistance of the residents of the Murmansk region from the «North experience» of parents surveyed: ММ — surveyed were born in the Murmansk region and those who are born also in the Murmansk region (in the Arctic), YUM — surveyed were born in southern latitudes and those born in the Murmansk region (in the Arctic); YU — surveyed were born in southern latitudes and those who were born in southern latitudes

Согласно полученным нами результатам, изменение показателей крови у всех обследуемых связано с влиянием промышленного загрязнения окружающей среды и климатических факторов (табл. 1).

Очевидно, что все компоненты крови взаимосвязаны и составляют вторую главную компоненту, которую можно сравнить с первой по неспецифической резистентности. Известно, что все клетки крови группируются по их функции [7, с. 17]. Среди показателей периферической крови всех испытуемых были выделены три функциональные группы: 1 — моноциты, лимфоциты, палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы — компоненты крови, ответственные за общий иммунный ответ человека; 2 — эозинофилы, базофилы, щелочная фосфатаза — компоненты крови, отражающие аутоиммунные состояния организма и повышенную чувствительность к различным факторам; 3 — гликоген в нейтрофилах, гликоген в лимфоцитах, лейкоциты в целом — компоненты крови, обеспечивающие энергетические иммунные затраты. Оказались более чувствительными: к воздействию региональных климатических факторов — сегментоядерные нейтрофилы, гликоген в нейтрофилах, моноциты; к вредным промышленным воздействиям — лимфоциты, базофилы, гликоген в лимфоцитах, щелочная фосфатаза. Достоверно повышены показатели: лимфоцитов крови (50,87; $p = 0,001$) у жителей промышленных районов Республики Карелия по сравнению с жителями Мурманской области (42,47; $p = 0,052$) и непромышленных районов Республики Карелия (42,58; $p = 0,001$); показатели базофилов лейкоцитарной формулы крови (1,2; $p = 0,001$, 0,93%; $p = 0,001$ и 0,92; $p = 0,044$). Достоверно понижены показатели моноцитов (0,64; $p = 0,001$) у жителей непромышленных районов Мурманской области и жителей непромышленных районов Республики Карелия (1,98; $p = 0,024$) по сравнению с жителями промышленных районов Республики Карелия (3,52; $p = 0,001$). Достоверно повышены биохимические показатели: гликогена в нейтрофилах (СЦК — средний цитохимический коэффициент) (3,45; $p = 0,001$) у жителей непромышленных районов Мурманской области и жителей непромышленных районов Республики Карелия (3,33; $p = 0,025$) по сравнению с жителями промышленных районов Республики Карелия (2,54; $p = 0,001$); гликогена в лимфоцитах (0,38; $p = 0,001$) у жителей промышленных районов Республики Карелия по сравнению с жителями Мурманской области (0,17; $p = 0,045$) и непромышленных районов Республики Карелия (0,22%; $p = 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Лейкоцитарная формула и биохимические показатели периферической крови относительно нормы (N) у жителей Мурманской области и Республики Карелия

Table 1

Leukocyte formula and biochemical parameters of peripheral blood relative to the norm (N) in residents of the Murmansk region and the Republic of Karelia

Компоненты периферической крови	Мурманская область		Республика Карелия		
	непромышленные населенные пункты	p=↔	непромышленные населенные пункты	p=↔	промышленные населенные пункты
Лейкоцитарная формула крови					
Моноциты (N=3–8%)	0,64	0,001	1,98	0,024	3,52
Палочкоядерные нейтрофилы (N=1–6%)	1,45	0,045	1,27	0,000	2,65
Сегментоядерные нейтрофилы (N=35–70%)	50,6	0,000	45,1	0,001	43
Лимфоциты (N=20–50%)	42,47	0,052	42,58	0,001	50,87
Эозинофилы (N=1–5%)	2,03	0,064	2,24	0,004	2,67
Базофилы (N=до 1%)	0,92	0,044	0,93	0,001	1,20
Лейкоциты (N=4–11×10 ⁹ /л)	4,3	0,125	4,2	0,025	4,9
Биохимические показатели крови					
Гликоген (СЦК) в нейтрофилах (N=K=2,09–2,99)	3,45	0,001	3,33	0,025	2,54
Гликоген в лимфоцитах, СЦК (N=K=0,02–0,25%)	0,17	0,045	0,22	0,001	0,38
Щелочная фосфатаза (N=K=0,115–0,15)	0,12	0,002	0,101	0,001	0,24

Коэффициенты корреляции между всеми показателями периферической крови статистически значимы, кроме корреляций между моноцитами и базофилами ($r=0,03$), между моноцитами и гликогеном в нейтрофилах ($r=0,02$), поэтому все исследуемые параметры периферической крови были объединены в обобщенный показатель (табл. 2).

Поскольку все обследуемые были относительно здоровы (согласно их паспорту здоровья), можно предположить, что такая реакция клеток крови на промышленный фактор подтверждает относительное благополучие иммунной системы жителей непромышленных зон Арктических широт [8, с. 13]. Лимфоциты относятся к первой функциональной группе, то есть они, несомненно, отражают готовность всей иммунной системы реагировать на экстремальное воздействие того или иного фактора [9, с. 480]; базофилы относятся ко второй функциональной группе, т. е. демонстрируют гиперчувствительность организма и аллергическую готовность; гликоген в лимфоцитах относится к третьей функциональной группе, т. е. отражает энергетическую готовность организма при воздействии неблагоприятного фак-

тора. Мы также отмечаем тенденцию к усилению фагоцитарного неспецифического иммунного ответа у жителей различных регионов исследования. Имеются аналогичные данные об изменениях у подростков с неспецифической резистентностью [10, с. 16]. В работе М.В. Гапеева, например, описано влияние загрязнения тяжелыми металлами на организм жителей разных возрастных категорий малонаселенных территорий на примере Северо-Западного региона России [11, с. 8; 12, с. 19]. Нарушения неспецифического иммунитета чаще отражаются на микрофлоре полости рта в виде угнетения бактериостатических свойств слизистой оболочки [13, с. 10]. Нормы лабораторных результатов при определении состояния неспецифической резистентности, в силу своей универсальности, не всегда учитывают разнообразие и особенности окружающей среды [14, с. 1145; 15, с. 125].

В современных работах (несмотря на их немногочисленность) по исследованию иммунологической реактивности жителей северных широт показана необходимость оценки физиологической роли цитотоксических клеток в механизме иммунного ответа у практически здоровых лиц

Таблица 2
Коэффициенты корреляции между показателями периферической крови

Table 2
Correlation coefficients between peripheral blood parameters

Компоненты периферической крови	Моноциты	Лимфоциты	Палочкоядерные нейтрофилы	Сегментоядерные нейтрофилы	Эозинофилы	Базофилы	Щелочная фосфатаза	Гликоген в нейтрофилах	Гликоген в лимфоцитах	Лейкоциты
Моноциты	1,00	0,20	0,27	-0,26	0,13	0,03	0,06	0,02	-0,12	0,13
Лимфоциты	0,20	1,00	0,31	-0,30	0,19	0,15	0,20	0,08	-0,21	0,22
Палочкоядерные нейтрофилы	0,27	0,31	1,00	-0,31	0,19	0,10	0,15	0,08	-0,17	0,23
Сегментоядерные нейтрофилы	-0,26	-0,30	-0,31	1,00	-0,23	-0,13	-0,21	-0,02	0,18	-0,16
Эозинофилы	0,13	0,19	0,19	0,23	1,00	0,28	0,19	0,13	-0,18	0,14
Базофилы	0,03	0,15	0,10	-0,13	0,28	1,00	0,20	0,09	-0,21	0,12
Щелочная фосфатаза	0,06	0,20	0,15	-0,21	0,19	0,20	1,00	0,09	-0,15	0,08
Гликоген в нейтрофилах	0,02	0,08	0,08	-0,02	0,13	0,09	0,09	1,00	-0,15	0,10
Гликоген в лимфоцитах	-0,12	-0,21	-0,17	0,18	-0,18	-0,21	-0,15	-0,15	1,00	-0,22
Лейкоциты	0,13	0,22	0,23	-0,16	0,14	0,12	0,08	0,10	-0,22	1,00

в условиях Европейского Севера России [16, с. 975; 17, с. 202]. Полученные результаты позволяют считать, что цитотоксические лимфоциты определяют клеточно-опосредованную цитотоксическую активность в реакциях иммунного гомеостаза у лиц приполярного региона.

За последние десять лет стратегические направления медико-биологических исследований, в частности в области иммунологии, менялись с учетом достижений в области фармакологии [18, с. 67; 19, с. 11]. Так, удалось, например, победить вирусный гепатит С, значительно продвинуться в поддержании иммунитета ВИЧ-инфицированного человека. Однако в большей степени речь идет об успешных перспективах формирования специфического иммунитета. При этом большинство вопросов из области изучения неспецифической резистентности остаются открытыми.

Заключение. Показатели крови отражают компенсаторно-приспособительные процессы в сочетании с показателями неспецифического иммунитета при адаптации человека к неблагоприятным условиям промышленных городов и климатическим факторам. Появление таких зависимостей свидетельствует об активизации обмена веществ и адаптивных возможностях гуморального и клеточного иммунитета у человека. Реакции на адаптивные механизмы клеточного иммунитета выявлены среди следующих показателей крови: лимфоциты, базофилы, моноциты, гликоген в лимфоцитах, гликоген в лимфоцитах, щелочная фосфатаза. Оказались более чувствительными с достоверным повышением показателей выше нормы к воздействию региональных климатических факторов — сегментоядерные нейтрофилы, гликоген в нейтрофилах, моноциты; к вредным промышленным воздействиям — лимфоциты, базофилы, гликоген в лимфоцитах, щелочная фосфатаза.

Срок проживания человека в арктических широтах отражается на показателях неспецифического иммунитета: чем больше «северный стаж», тем более приближены к норме показатели неспецифической резистентности. Полученные дан-

ные отражают взаимосвязь защитных сил организма и факторов антропогенного пресса. Приближенные к норме показатели иммунного статуса жителей Мурманской области отражают влияние только воздействующих экофакторов Заполярья — низкого уровня солнечной активности и годовых температур. У жителей Республики Карелия значение показателей, отражающих иммунную резистентность орга-

низма достоверно ниже нормы, вследствие воздействия антропогенных промышленных факторов в данном регионе Российской Федерации.

Данные методики исследования и показатели неспецифической резистентности организма могут быть рекомендованы в качестве одного из критериев выявления влияния факторов внешней среды на состояние здоровья человека и его адаптационных механизмов.

Литература/References

1. McDade T.W. The Ecologies of Human Immune Function // *Am. J. Phys. Anthropol.* 2005. Vol. 34. P. 495–521.
2. Грачев В.А. Взаимосвязь глобальной экологической практики, здоровья населения и развития атомной энергетики // *Экология человека*. 2018. № 2. С. 3–7. [Grachev V.A. Interrelation of global environmental practice, public health and development of nuclear energy. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 2, pp. 3–7 (In Russ.).]
3. Шадрин В.Д., Потолицын Н.К., Паршукова О.И., Есева Т.И., Бойко Е.Р. Функциональная активность антиоксидантной системы у человека на Крайнем Севере // *Экология человека*. 2018. № 3. С. 8–14. [Shadrin V.D., Potolitsyn N.K., Parshukova O.I., Eseva T.I., Boyko E.R. Functional activity of the antioxidant system in humans in the Far North. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 3, pp. 8–14 (In Russ.).]
4. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. *Клиническая оценка результатов лабораторных исследований*. Москва: Медицина, 2006. 541 с. [Nazarenko G.I., Kishkun A.A. *Clinical evaluation of laboratory research results*. Moscow: Publishing house Meditsina, 2006, 541 p. (In Russ.).]
5. Троценко А.А., Будилова Е.В., Журавлева Н.Г. Показатели резистентности организма человека как биоиндикатор качества окружающей среды // *Доклады по экологическому почвоведению*. 2013. № 18. С. 99. [Trotsenko A.A., Budilova E.V., Zhuravleva N.G. Indicators of human body resistance as a bioindicator of environmental quality. *Reports on ecological soil science*, 2013, No. 18, p. 99 (In Russ.).]
6. Троценко А.А., Журавлёва Н.Г., Будилова Е.В., Терёхин А.Т. Факторы изменчивости неспецифического иммунитета жителей Северо-Запада европейской части России // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2010. № 1. С. 59–67. [Trotsenko A.A., Zhuravleva N.G., Budilova E.V., Terekhin A.T. Factors of variability of non-specific immunity of residents of the North-West of the European part of Russia. *Bulletin of the peoples' friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety*, 2010, No. 1, pp. 59–67 (In Russ.).]
7. Щёголева Л.С. Сергеева Т.Б., Шашкова Е.Ю., Филиппова О.Е., Поповская Е.В. Особенность иммунологической активности периферической крови у лиц разных возрастных групп приполярного региона // *Экология человека*. 2016. № 8. С. 15–20. [Shchegoleva L.S. Sergeeva T.B., Shashkova E.Yu., Filippova O.E., Popovskaya E.V. Feature of peripheral blood immunological activity in individuals of different age groups of the circumpolar region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2016, No. 8, pp. 15–20 (In Russ.).]
8. Гегерь Э.В., Золотникова Г.Н. Оценка экологических рисков здоровья населения в районах, ранжированных по степени техногенного загрязнения // *Экология человека*. 2018. № 4. С. 10–15. [Geger E.V., Zolotnikova G.N. Assessment of environmental health risks in areas ranked by the degree of technogenic pollution. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 4, pp. 10–15 (In Russ.).]
9. Bascomb R., Bromberg P.A., Costa D.L., Devlin R., Dockery D.W., Frampton M.W., Lambert W., Samet J.M., Speizer F.E., Utell M. Health Effects of Outdoor Air Pollution (Part 1) // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996. Vol. 153. P. 477–498.
10. Маснавиева Л.Б., Ефимова Н.В., Кудаева И.В. Влияние химических приложений воздействия среды на экспрессию толл-подобных рецепторов и уровня цитокинов у жителей подросткового возраста // *Экология человека*. 2018. № 3. С. 10–18. [Masnavieva L.B., Efimova N.V., Kudaeva I.V. Influence of chemical applications of environmental exposure on the expression of toll-like receptors and cytokine levels in adolescent residents. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 3, pp. 10–18 (In Russ.).]
11. Гапеева М.В., Законов В.В., Ложкин Р.Д. Оценка загрязнения тяжелыми металлами малонаселенных территорий на примере Северо-Западного региона России // *Экология человека*. 2018. № 3. С. 4–9. [Gapeeva M.V., Zakonov V.V., Lozhkin R.D. Assessment of heavy metal pollution in sparsely populated territories on the example of the North-Western region of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 3, pp. 4–9 (In Russ.).]

12. Maximov A.L. Cold adaptation and related phenomena in the Indigenous and Immigrant populations in the Russian North-East // *Proc. IX Int. Congress on Circumpolar Health* (Reykjavik, Iceland, June 20–25, 1993). Oulu: Nordic Council for Arctic Medical Research. 1993. P. 19.
13. Braff M.H., Bardan H.A., Nizet V., Gallo R.L. Cutaneous defense mechanisms by antimicrobial peptides // *J. Invest Dermatol.* 2005. Vol. 125. P. 9–13.
14. Hamady M., Knight R. Microbial community profiling for human microbiome projects: Tools, techniques, and challenges // *Genome Research.* 2009. No. 19. P. 1141–1152.
15. McDade T.W. Life history theory and the immune system: steps toward a human ecological immunology // *Am. J. Phys. Anthropol.* 2003. Vol. 37. P. 100–125.
16. Герцев А.В., Ищук В.И., Закревский Ю.Н. Особенности влияния тяжести тревожно-депрессивных расстройств на состояние нейропептидно-цитокинового статуса и иммунной системы при различных формах клинического течения хронической ишемической болезни сердца // *Медицинская иммунология.* 2019. Т. 21, № 5. С. 973–981. [Gertsev A.V., Ishchuk V.I., Zakrevsky Yu.N. Features of the influence of the severity of anxiety and depressive disorders on the state of the neuropeptide-cytokine status and the immune system in various forms of the clinical course of chronic coronary heart disease. *Medical immunology*, 2019, Vol. 21, No. 5, pp. 973–981 (In Russ.)].
17. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А. *Новоселы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты:* моногр. Архангельск, 2012. 285 с. [Gudkov A.B., Popova O.N., Nabukenya A.A. *Newcomers in the European North. Physiological and hygienic aspects:* Monogr. Arkhangelsk, 2012, 285 p. (In Russ.)].
18. Закревский Ю.Н., Шевченко А.Г., Бутиков В.П., Герцев А.В. Зависимость показателей психофизиологического статуса, иммунитета и артериального давления у плавсостава с артериальной гипертензией на Крайнем Севере // *Военно-медицинский журнал.* 2019. Т. 340, № 2. С. 66–70. [Zakrevsky Yu.N., Shevchenko A.G., Butikov V.P., Gertsev A.V. Dependence of indicators of the psychophysiological status, immunity and arterial pressure in the crew with arterial hypertension in the Far North. *Military medical journal*, 2019, Vol. 340, No. 2, pp. 66–70 (In Russ.)].
19. Грибанов А.А., Джос Ю.С. О стратегических направлениях медико-биологических исследований // *Вестн. Северного (Арктического) федерального ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки.* 2013. № 1. С. 10–14. [Gribanov A.A., Jos Yu.S. On strategic directions of medical and biological research. *Vesti. Northern (Arctic) Federal district. Univ. Ser.: Med.-Biol. research*, 2013, No. 1, pp. 10–14 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 20.09.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В. Вклад в сбор данных — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В. Вклад в анализ данных и выводы — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В. Вклад в подготовку рукописи — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В.

Сведения об авторах:

Демидов Владимир Иванович — доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и астрономии университета Западной Вирджинии; Шарлотсвилл, США, Morgantown, WV / 26506–6315, Белый Зал, отдел 111;

Троценко Алла Анатольевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»; 183038, г. Мурманск, ул. Коммуны, д. 9, каб. 601; e-mail: trotsenko2007@yandex.ru;

Закревский Юрий Николаевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет», руководитель направления обучения по специальности «Лечебное дело», врач-нейрохирург Федерального государственного казенного учреждения «1469 Военно-морской клинический госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации; 184606, Мурманская область, г. Североморск, ул. Мурманское шоссе, д. 1; e-mail: zakrev.sever@bk.ru;

Милякова Лариса Викторовна — кандидат экономических наук, доцент кафедры естественных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»; 183038, г. Мурманск, ул. Коммуны, д. 9, каб. 315; e-mail: milyakova.larisa@masu.edu.ru.