

УДК [612.017.1:612.017.2] (571.651)

*О.С. Морозова, О.Е. Филиппова, Е.Ю. Шашкова***РЕАКЦИИ АДАПТИВНОГО ИММУНИТЕТА ЖИТЕЛЬНИЦ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук, г.Архангельск, Российская Федерация

*O.S. Morozova, O.E. Philippova, T.Y. Shashkova***REACTIONS OF THE ADAPTIVE IMMUNITY IN RESIDENTS
OF THE FAR NORTH**

Federal Agency of scientific organizations (FANO of Russia) Federal state budget institution of science, Federal research center for integrated study of the Arctic named after academician N. P. Laverov, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation

Резюме. Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) как область, географически относящаяся к районам высоких широт, является дискомфортной территорией с интенсивным природным и техногенным прессингом на здоровье людей, отражающимся выраженным напряжением адаптационных систем организма, создавая большой риск нарушения или утраты здоровья. **Цель исследования** — Выявить особенности иммунного статуса у женщин 35–60 лет, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе г. Надым и пос. Пинега Архангельской области. **Материалы и методы.** В период 2011–2015 гг. проведены экспедиции в город Надым Ямало-Ненецкого автономного округа и пос. Пинега Архангельской области. Обследовано 82 женщины в возрасте 35–60 лет. Иммунологические исследования проведены в лаборатории физиологии иммунокомпетентных клеток Института физиологии природных адаптаций ФИЦКИА им. Н.П. Лаверова РАН, г. Архангельск. В периферической крови определяли: концентрацию фенотипов лимфоцитов CD16+, CD25+, CD71+, CD95+, HLADR+; абсолютное содержание лейкоцитов, лимфоцитов. **Результаты.** У обследованных женщин ЯНАО и пос. Пинега Архангельской области установлено сокращение резервных возможностей иммунного гомеостаза за счет повышенной цитотоксической активности (CD16+) у 57,50±1,88% и у 56,09±1,77% и апоптоза (CD95+) у 37,50±1,52% и 37,77±1,45% лиц, на фоне дефицита антигенов гистосовместимости класса II (HLADR+), у 20,00±1,11% и у 17,77±0,99% женщин, соответственно.

Ключевые слова: фенотипы лимфоцитов, лейкоциты, Север, адаптивный иммунитет, иммунные реакции

Abstract. Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (YANAO) as a region geographically belonging to the regions of high latitudes, is a uncomfortable territory with intense natural and man-made pressure on the health of people, reflected in the pronounced stress of the adaptive systems of the body, creating a high risk of disruption or loss of health. Purpose of research. **The aim of the study** was to Reveal the peculiarities of the immune status in women aged 35–60 living in the Yamalo-Nenets Autonomous district of Nadym and Pinega settlement of the Arkhangelsk region. **Materials and methods.** In the period 2011–2015 conducted expeditions to the town of Nadym in Yamalo-Nenets Autonomous district and the settlement of Pinega, Arkhangelsk region. 82 women aged 35–60 years were examined. Immunological studies conducted in the laboratory of physiology of immunocompetent cells of the Institute of physiology of natural adaptations, VICKIE them. N.P. Laverov Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia. The concentration of CD16+, CD25+, CD71+, CD95+, HLADR+ lymphocytes phenotypes was determined in peripheral blood; the absolute content of leukocytes and lymphocytes. **Results.** In women surveyed YANAO and POS Pinega Arkhangelsk region found the reduction in reserve capacity of the immune homeostasis due to the increased cytotoxic activity (CD16+) 57.50±1.88% and from of 56.09±1.77%, apoptosis (CD95+) from 37.50±1.52% and 37.77±1.45% of individuals, and the lack of the histocompatibility antigens class II (HLADR+), 20.00±1.11% and of 17.77±0.99% of women, respectively.

Key words: lymphocyte Phenotypes, leukocytes, North, adaptive immunity, immune responses

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Морозова Ольга Сергеевна
olia.morozow2011@yandex.ru

Contact information of the author responsible for correspondence:

Olga S. Morozova
olia.morozow2011@yandex.ru

Дата поступления 09.04.2018

Received 09.04.2018

Образец цитирования:

Морозова О.С., Филиппова О.Е., Шашкова Е.Ю. Реакции адаптивного иммунитета жителей Крайнего Севера. Вестник уральской медицинской академической науки. 2018, Том 15, №2, с. 285–290, DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-285-290

For citation:

Morozova O.S., Philippova O.E., Shashkova T.Y. Reactions of the Adaptive Immunity in Residents of the Far North. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2018, Vol. 15, no. 2, pp. 285–290. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-285-290 (In Russ)

Актуальность работы

Условия жизни населения Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) относятся к категории дискомфортных, характеризующихся недостатком тепла, повышенной влажностью, напряженным ветровым режимом, перепадами барометрического давления, выраженной сезонной фотопериодичностью с явлениями полярных дней и ночей, низким содержанием кислорода в воздухе, наличием естественных геохимических провинций и геопатогенных зон. Выживание на Севере и сохранение здоровья возможны при напряжении адаптивных возможностей взрослого и детского организма, которое создает очевидные предпосылки для возникновения нарушений здоровья [1, 2, 3]. В последние десятилетия отмечается изменение условий климата, химической и радиационной нагрузки, социальной инфраструктуры ЯНАО [2].

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) издавна проживают коренные малочисленные народности Севера: ненцы, ханты, селькупы, манси и др. [4].

Современное состояние здоровья коренного малочисленного населения ЯНАО характеризуется нарастанием негативных тенденций и его сохранение является важнейшей медико-социальной задачей. Интенсивное промышленное освоение Ямальского региона повышает техногенную нагрузку на природные ландшафты и организм человека, приводит к изменению образа жизни коренного малочисленного населения, что, в свою очередь, влечет за собой рост заболеваемости [4, 5, 6].

В структуре заболеваемости жителей ЯНАО с временной утратой трудоспособности и по обращаемости 1-е место занимают болезни органов дыхания (32,1% всех трудопотерь), причем более 50% заболеваний составляют острые респираторные заболевания и грипп. На 2-м месте стоят болезни костно-мышечной системы — 16,6% от всех случаев нетрудоспособности. На 3-м месте находятся травмы и от-

равления (11,2%), на 4-м — болезни системы кровообращения (9,8%). Высокая заболеваемость в данном классе обусловлена интенсивным ростом заболеваемости артериальной гипертонией: 93,4 на 1000 взрослого населения [7, 8, 9]. Таким образом, характеризуя состояние здоровья трудоспособного населения в ЯНАО, следует отметить: численность лиц трудоспособного возраста имеет тенденцию к росту, но рост этот незначительный, и существенную роль в увеличении численности работающих имеет трудовая миграция; в структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности и по обращаемости 1-е место занимают болезни органов дыхания, заболеваемость которыми из года в год увеличивается и превышает среднероссийские показатели; основные потери трудового потенциала (инвалидизация, смертность) связаны с большой распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний — АГ и ИБС [8, 9].

Влияние дискомфортной температуры на уровень заболеваемости на Севере известно: количество респираторных болезней, обострений хронических воспалительных процессов, заболеваний опорно-двигательного аппарата и мочевыделительной системы увеличивается. Низкие температуры и влажность способствуют развитию хронической патологии и осложнений [10, 11].

Экстремальные климатоэкологические условия Севера препятствуют разворачиванию процессов саморегуляции, возвращающих данные системы к оптимальному режиму функционирования, что приводит к активации и напряжению клеточного и гуморального звеньев иммунитета и, в конечном счете — к сокращению резервных возможностей организма. Специфические черты иммунных реакций приспособления к действию климатических факторов холодной географической зоны Севера обусловлены значительным дефицитом тепла и УФ-излучения. Процесс оптимизации функций в жестких дискомфортных условиях Севера сопровождается формированием компенсатор-

ных реакций, свидетельствующих о напряжении как энергетических, так и пластических процессов, оканчивающихся в ряде случаев развитием декомпенсации [12, 13, 14].

Некомпенсируемые изменения в иммунной системе — количественные, качественные, нарушения баланса и взаимодействия — приводят к истощению резервных возможностей и развитию патологии. Иммунологическая реактивность жителей Европейского Севера отличается высокой степенью распространенности экологически зависимых вторичных иммунодефицитов. Имеется достаточно данных, позволяющих говорить о формировании региональных особенностей иммунного статуса с широким распространением северного варианта иммунного дисбаланса [12, 15, 16, 17].

Цель работы

Выявить особенности иммунного статуса у женщин 35–60 лет, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе г. Надым и пос. Пинега Архангельской области.

Материалы и методы

Проведена экспедиция в город Надым Ямало-Ненецкого автономного округа (апрель 2015 г.). Обследовано 40 женщин, в возрасте 35–60 лет, проживающих в г. Надым Ямало-Ненецкого автономного округа. Проведена экспедиция в пос. Пинега Архангельской области (март 2011 г.), обследовано 42 женщины, в возрасте 35–59 лет. Кровь для анализа брали из локтевой вены в объеме 6 мл. в 9–10 часов утра, натощак. Забор крови осуществляли в вакутайнеры с литий-гепарином фирмы «IMPROVACUTER». Иммунологические исследования проведены в лаборатории физиологии иммунокомпетентных клеток Института физиологии природных адаптаций ФГБУН ФИЦКИА им. академика Н.П. Лаврова РАН, г. Архангельск. В периферической крови определяли: концентрацию фенотипов лимфоцитов CD16+, CD25+, CD71+, CD95+, HLADR+; абсолютное содержание лейкоцитов, лимфоцитов. Содержание фенотипов лимфоцитов определяли с помощью непрямой иммунопероксидазной реакции с использованием моноклональных антител (НПЦ «МедБиоспектр», Россия) на препаратах лимфоцитов типа «высушенной капли». Абсолютное содержание лимфоцитов определяли в мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимза. Общее количество лейкоцитов определяли в камере Горяева. Использован пакет прикладных программ математической статистики «Statistica 6.0».

Основные результаты

Содержание натуральных киллеров (CD16+) у обследованных женщин города Надым Ямало-

Ненецкого автономного округа находится немного выше верхней границы общепринятых физиологических норм и в среднем составляет — $0,53 \pm 0,03 \times 10^9$ кл/л, повышенные уровни которых регистрируются у $57,50 \pm 1,88\%$ женщин. Концентрации (CD16+) у женщин пос. Пинега Архангельской области несколько выше и составляют $0,61 \pm 0,04 \times 10^9$ кл/л, что также находится выше общепринятых физиологических норм, повышенные уровни установлены у $56,09 \pm 1,77\%$ женщин.

У обследованных женщин ЯНАО уровень среднего содержания фенотипов с рецептором к IL-2 (CD25+) находится на верхней границе общепринятых физиологических норм, в среднем составляет $0,48 \pm 0,03 \times 10^9$ кл/л., повышенные уровни регистрируются у $37,50 \pm 1,52\%$ женщин. Значения (CD25+) у женщин пос. Пинега составляют $0,67 \pm 0,08 \times 10^9$ кл/л, выше общепринятых физиологических норм.

У обследованных лиц определяли содержание фенотипов с рецепторами к трансферрину (CD71+), содержание указанных клеток у женщин ЯНАО в среднем составляет $0,44 \pm 0,02 \times 10^9$ кл/л, и у женщин пос. Пинега $0,58 \pm 0,04 \times 10^9$ кл/л, при этом показатель выше общепринятых норм, повышенные уровни наблюдаются у $15,00 \pm 0,96\%$ и у $47,61 \pm 1,63\%$ женщин.

Уровень среднего содержания клеток с рецепторами к апоптозу (CD95+) у женщин ЯНАО находится в пределах общепринятых физиологических норм $0,48 \pm 0,03 \times 10^9$ кл/л, при этом у $37,50 \pm 1,52\%$ лиц установлены повышенные средние значения апоптоза. В группе женщин пос. Пинега (CD95+) составляет $0,53 \pm 0,03 \times 10^9$ кл/л, повышенные концентрации наблюдаются у $37,77 \pm 1,45\%$ женщин.

Содержание фенотипов с рецепторами к антигенам главного комплекса гистосовместимости класса II (HLADR+) у женщин ЯНАО составляет $0,46 \pm 0,02 \times 10^9$ кл/л, у женщин пос. Пинега $0,54 \pm 0,04 \times 10^9$ кл/л, снижение показателя наблюдаются у $20,00 \pm 1,11\%$ и у $17,77 \pm 0,99\%$ обследованных.

Общее среднее содержание лейкоцитов у женщин ЯНАО в периферической крови у обследованных составляет $6,73 \pm 0,31 \times 10^9$ кл/л, лейкоцитозы регистрируются у $10,00 \pm 0,78\%$ обследованных. Среднее абсолютное содержание лимфоцитов в периферической крови составляет $2,23 \pm 0,11 \times 10^9$ кл/л, лимфоцитозы установлены у $5,00 \pm 0,55\%$ женщин, лимфопении зафиксированы у $15,00 \pm 0,96\%$ лиц.

У обследованных женщин пос. Пинега Архангельской области общее среднее содержание лейкоцитов в периферической крови составляет $4,94 \pm 0,20 \times 10^9$ кл/л, лейкоцитозы не были зарегистрированы. Среднее абсолютное содержание лимфоцитов в периферической крови составляет $2,41 \pm 0,12 \times 10^9$ кл/л, лимфоцитозы установлены у $8,16 \pm 0,71\%$ женщин, лимфопении у $14,28 \pm 0,93\%$ лиц.

Отмечена статистически достоверная прямая зависимость в группе женщин ЯНАО 35–60 лет, между CD16+ и HLADR+ ($r=0,78$; $p<0,05$); CD16+ и CD71+ ($r=0,77$; $p<0,05$); CD95+ и CD25+ ($r=0,80$; $p<0,05$); CD16+ и CD95+ ($r=0,69$; $p<0,05$); CD95+ и CD71+ ($r=0,66$; $p<0,05$). Выявлена статистически достоверная прямая зависимость в группе женщин пос. Пинега Архангельской области, 35–59 лет, между CD16+ и CD71+ ($r=0,91$; $p<0,05$); CD16+ и CD25+ ($r=0,75$; $p<0,05$); CD25+ и CD95+ ($r=0,83$; $p<0,05$); CD71+ и CD95+ ($r=0,73$; $p<0,05$); CD71+ и HLADR+ ($r=0,65$; $p<0,05$).

Таким образом, у обследованных женщин, проживающих в ЯНАО, повышенные уровни среднего содержания клеток с рецепторами к апоптозу (CD95+) выявлены у $37,50\pm 1,52\%$, у женщин пос. Пинега — у $37,77\pm 1,45\%$. Среднее содержание клеток с рецепторами к апоптозу (CD95+) у женщин ЯНАО составляет $0,48\pm 0,03\times 10^9$ кл/л, что несколько ниже, по сравнению с группой женщин пос. Пинеги $0,53\pm 0,03\times 10^9$ кл/л. Повышенные уровни нормальных киллеров (CD16+) наблюдали — у $57,50\pm 1,88\%$ обследованных г. Надыма и у $56,09\pm 1,77\%$ обследованных пос. Пинега, на фоне дефицита антигенов гистосовместимости класса II (HLADR+), у $20,00\pm 1,11\%$ и у $17,77\pm 0,99\%$, что свидетельствует о выраженном напряжении Т- и В-клеточного звена и сокращении резервных возможностей иммунного гомеостаза.

Абсолютное среднее содержание лейкоцитов у женщин ЯНАО в периферической крови составило $6,73\pm 0,31\times 10^9$ кл/л, что несколько выше, чем в группе обследованных женщин пос. Пинеги, где абсолютное среднее содержание лейкоцитов в периферической крови составило $4,94\pm 0,20\times 10^9$ кл/л, лейкоцитозы в ЯНАО регистрировали у $10,00\pm 0,78\%$ обследованных, в пос. Пинега лейкоцитозы не были зарегистрированы. Абсолютное среднее содержание лимфоцитов в периферической крови у лиц ЯНАО составило $2,23\pm 0,11\times 10^9$ кл/л, что несколько ниже по сравнению с группой женщин пос. Пинеги $2,41\pm 0,12\times 10^9$ кл/л. В группе женщин пос. Пинеги лимфоцитозы установлены у $8,16\pm 0,71\%$, лимфопении — у $14,28\pm 0,93\%$ лиц. У женщин ЯНАО лимфопении отмечены чаще, у $15,00\pm 0,96\%$ женщин, соответственно.

В более ранних наших исследованиях выявлено, что у жительниц Крайнего Севера (пос. Пинега Архангельской обл.) патология ЖКТ встречается в $25,00\%$ случаев, сердечно-сосудистая патология в $29,16\%$ случаев.

Таким образом, выявленные иммунные дисбалансы и их широкая частота распространения могут быть причиной экологически-зависимых иммунодефицитов, способствовать снижению эффективности адаптивных иммунных реакций и развитию возможной хронической патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леханова Е.Н. Эколого-физиологические особенности адаптивных реакций организма у пришлого населения Ямало-Ненецкого автономного округа: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. медич. наук. — Москва, 2001. — 19 с.
2. Мыльникова И.В., Ефимова Н.В. Оценка заболеваемости населения северных территорий (на примере Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа) //Здравоохранение Российской Федерации. — 2015. — Т.59. — №4. — С.29-33.
3. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. — 2014. — №1. — С. 3-12.
4. Агбальян Е.В. Самооценка здоровья и образ жизни коренного малочисленного населения Ямальского Севера // Гигиена и санитария. Научно - практический журнал. — 2013. — №1. — С.59-61.
5. Раенгулов Б.М., Иванов Ю.К., Наговицын И.Н. Условия труда и состояние здоровья работающего населения в округе (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века. Материалы IX всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. — 2001. — Т.2. — С. 168-172.

REFERENCES

1. Lekhanova E.N. Ecological and physiological features of adaptive reactions of the organism in the alien population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug: Avtoref. dis. on competition of a scientific degree Cand. Medici. Sciences'. Moscow, 2001. 19 p. (In Russ).
2. Mylnikova I.V., Efimova N.V. Estimation of morbidity rate of the population of Northern territories (on the example of Yamal area of Yamalo-Nenets Autonomous area). Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii. 2015. Vol. 59. No. 4. pp. 29-33 (In Russ).
3. Chashin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Ödland, Y.A., Kovshov A.A. Characteristics of the main risk factors of health disorders of the population living in areas of active environmental management in the Arctic region. Human Ecology. 2014. No. 1. pp. 3-12 (In Russ).
4. Aghbalyan E.V. Self-reported health and lifestyle of native minorities of the Yamal North population. Hygiene and sanitation. Scientific and practical journal. 2013. No. 1. pp. 59-61 (In Russ).
5. Rangelov B.M., Ivanov Y.K., Nagovitsyn I.N. Working conditions and health status of the working population in the district (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug). Hygienic science and practice at the turn of the twenty-first century. Materials of IX all-Russian Congress of hygienists and sanitary doctors. 2001. Vol. 2. pp. 168-172

6. Токарев С.А., Буганов А.А. Факторы, формирующие здоровье детей на Крайнем Севере // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. Научно - практический журнал. - 2007.- №5.- С. 35-38.
7. Морозова О.С., Щеголева Л.С. Структура лейкограммы у женщин Ямало-Ненецкого автономного округа города Надыма// Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т.9 (18). –№2(2). – С.68-70.
- 8.Омельченко Н.В., Буганов А.А. Оценка здоровья коренного (малочисленного) населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Здоровье населения и среда обитания. Ежемесячный информационный бюллетень.- 2008.- №3.- С. 12-15.
- 9.Саламатина Л.В., Буганов А.А. Здоровье трудоспособного населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. Научно - практический журнал. - 2007.- №5.- С. 34-35.
10. Добродеева Л.К., Жилина Л.П. Иммунологическая реактивность, состояние здоровья населения Архангельской области. - Екатеринбург: УрОРАН, 2004.- 230с.
11. Щеголева Л.С., Сергеева Т.Б., Шашкова Е.Ю., Филиппова О.Е. Иммуноный гомеостаз у кочующего и оседлого населения Европейского Севера России. Федер. гос. бюджет. учреждение науки Ин-т физиологии природ. адаптаций Урал.отд-ния Рос. акад. наук. – Архангельск, 2016. – 102с.
12. Щеголева Л.С. Резервные возможности иммунного гомеостаза у человека на Севере. –Екатеринбург: УрОРАН, 2007. –207с.
13. Gelfand E. W., Dosch A.M. Biological basis immunodeficiency. New York: Pover press, 1980. –302 p.
14. Gan L., Fagerholm P., Kim H.J. Effect of leukocytes on corneal cellular proliferation and wound healing// Invest. Ophthalmology. Vis. Sci., 1999. – Vol. 40. – P. 575-581.
15. Odland J. O., Nieboer E. Human biomonitoring in the Arctic. Special challenges in a sparsely populated area // International Journal of Hygiene and Environmental Health. –2012. –Vol. 215. – P. 159–167.
16. Smith H. S., Bjerregaard P., Hing Man Chan, Corriveau A., Ebbesson SOE, Etzel R. A., Fabsitz R. R., Hakonarson H., Hild C., Nobmann E. D., Reading J., Tereshchenko L., T. Kue Young, Howard B. V. Research with Arctic people: unique research opportunities in heart, lung, blood and sleep disorders // Int J Circumpolar Health. – 2006. – Vol. 65 (1). – P. 79–90.
17. Tokarev S. A., Bуганов A. A. Evaluation and prognosis of non-infectious risk in children in dependence on age and period of living in the Far North // Alaska Med. 2007. - Vol. 49 (2). - P. 142–144.
- (In Russ).
6. Tokarev S.A., Bуганов A.A. Factors influencing the health of children in the far North. Disease Prevention and health promotion. Scientific and practical journal. 2007. No. 5. pp. 35-38 (In Russ).
7. Morozova O.S., Shchegoleva L.S. The Structure of leukogram in women Yamalo-Nenets Autonomous district of the city of Nadym. Russian journal of immunology. 2015. Vol. 9 (18). No. 2 (2). pp. 68-70 (In Russ).
8. Omelchenko N.V., Bуганов A.A. Health Assessment of the indigenous (small) population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Health of the population and habitat. Monthly newsletter. 2008. No. 3. pp. 12-15 (In Russ).
9. Salamatina L. V., Bуганов A. A. Health of able - bodied population of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Disease Prevention and health promotion. Scientific and practical journal. 2007. No. 5. pp. 34-35 (In Russ).
10. Dobrodeeva L.K., Zhilina L.P. Immunological reactivity, health status of the population of the Arkhangelsk region. Ekaterinburg: Uroran, 2004. 230 p. (In Russ).
11. Shchegoleva L.S., Sergeeva T.B., Shashkova E.Yu., Filippova O.E. Immune homeostasis in nomadic and settled population of the European North of Russia. Fader. state budget. The institution of science Institute of physiology of nature adaptations of the Urals.otd-niya Grew. Acad. sciences'. Arkhangelsk, 2016. 102 p. (In Russ).
12. Shchegoleva L.S. Spare capacity of immune homeostasis in humans in the North. Ekaterinburg: Uroran, 2007. 207 p. (In Russ).
13. Gelfand E.W., Dosch A.M. Biological basis of immunodeficiency. New York: cover press, 1980. 302 p.
14. Gan L., Fagerholm P., Kim H. J. Effect of leukocytes on corneal cellular proliferation and wound healing. Invest. Ophthalmology. Vis. Sci., 1999., Vol. 40. pp. 575-581.
15. Odland J.O., Nieboer E. Human biomonitoring in the Arctic. Special challenges in a sparsely populated area. International Journal of Hygiene and Environmental Health., 2012. Vol. 215. pp. 159-167.
16. Smith H.S., Bjerregaard P., Hing Man Chan, Corriveau A., Ebbesson SOE, Etzel R.A., Fabsitz R.R., Hakonarson H., Hild C., Nobmann E.D., Reading J., Tereshchenko L., T. Kue Young, Howard B.V. Research with Arctic people: unique research opportunities in heart, lung, blood and sleepe disorders. Int J Circumpolar Health., 2006., Vol. 65 (1). pp. 79-90.
17. Tokarev S.A., Bуганов A.A. Evaluation and prognosis of non-infectious risk in children in dependence on age and period of living in the Far North. Alaska Med. 2007., Vol. 49 (2)., pp. 142-144.

Авторы

Морозова Ольга Сергеевна
К.б.н., научный сотрудник
olia.morozow2011@yandex.ru

Филиппова Оксана Евгеньевна
К.б.н., старший научный сотрудник
oxana_filippova_85@mail.ru

Шашкова Елизавета Юрьевна
К.б.н., старший научный сотрудник
eli1255@yandex.ru

Федеральное агенство научных организаций (ФАНО России) Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова Российской академии наук, Институт физиологии природных адаптаций
Российская Федерация, 163000, Архангельск, проспект Ломоносова, 249

Authors

Olga S. Morozova
Cand. Sci. (Biol.), Researcher
olia.morozow2011@yandex.ru

Oksana E. Filippova
Cand. Sci. (Biol.), Senior researcher
oxana_filippova_85@mail.ru

Elizaveta Y. Shashkova
Cand. Sci. (Biol.), Senior researcher
eli1255@yandex.ru

Federal Agency of scientific organizations (FANO of Russia) Federal state budget institution of science, Federal research center for integrated study of the Arctic named after academician N.P. Laverov, Russian Academy of Sciences, Institute of physiology of natural adaptations
Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Lomonosov Ave., 249