

УДК 612.112.94 (470)

М.С. Каббани¹, Т.Б. Сергеева², Л.С. Щёголева^{1,2}

АКТИВНОСТЬ Т- КЛЕТОК У СЕВЕРЯН

¹Северный (Арктический) Федеральный Университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика
Н.П. Лаверова Российской академии наук, г. Архангельск, Российская Федерация

M.S. Kabbani¹, T.B. Sergeeva², L.S. Shchegoleva^{1,2}

T-CELL ACTIVITY IN THE NORTHERN POPULATION

¹Northern (Arctic) Federal University of M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation;

²Federal state budgetary institution of science Federal research center of complex studying
of the Arctic of a name of the academician N.P. Laverov of the Russian Academy of Sciences,
Arkhangelsk, Russian Federation

Резюме. Активность Т-лимфоцитов считается важным фактором в определении качества здоровья населения, особенно тех, кто живёт в условиях высоких широт при воздействии суровых климато-экологических условий жизни. **Цель работы** — выявление активности Т-лимфоидных клеток у женщин, проживающих в северных регионах. **Материалы и методы.** При анализе определены лимфоидные субпопуляции (CD5+, CD71+, CD95+) с помощью метода непрямой иммунопероксидазной реакции с использованием моноклональных антител у женщин 40–60 лет, проживающих в г. Вологда, п. Пинега и г. Надым. **Результаты.** Анализ полученных данных показал резкое снижение концентрации лимфоидных клеток с рецепторами CD5+ у всех (100%) обследованных лиц, умеренное повышение содержания клеток с рецепторами к трансферрину у 58, 47 и 16% женщин (соответственно), повышенные значения клеток с рецепторами к апоптозу выявлены у 35% обследуемых, а пониженные — у 44% лиц, независимо от района проживания. Условия жизни на Севере могут способствовать развитию у человека вторичных, экологически зависимых иммунодефицитов и, как следствие, возникновению возможной краевой патологии. Проводимые исследования необходимы для выявления механизмов изменения активности Т-клеток у человека на Севере при формировании адаптивного иммунного ответа с целью дальнейшей разработки профилактических мер по предупреждению развития вторичных экологически зависимых иммунодефицитов.

Ключевые слова: лимфоциты, лимфоидные субпопуляции, рецепторы, трансферрин, апоптоз

Abstract. T-lymphocyte activity is considered to be an important factor in determining the quality of public health, especially for people living in high latitudes, since they are exposed to the effects of harsh climatic and ecological living conditions. **This work is aimed** to identify the activity of T-lymphoid cells in women living in the northern regions. **The analysis included** determination of lymphoid subpopulations (CD5+, CD71+, CD95+) in 40-60-year-old women living in Vologda, Pinega settlement and Nadym. For that, we used the indirect immunoperoxidase assay with monoclonal antibodies. The obtained data showed a sharp decrease in the concentration of lymphoid cells with CD5+ receptors in all (100%) examined individuals, a moderate increase in cells with transferrin receptors in 58%, 47% and 16% of women (respectively), elevated concentrations of cells with receptors for apoptosis were detected in 35% of women, and lower concentrations in 44% of individuals, regardless of the residence area. The living conditions in the North can contribute to the development of secondary ecologically dependent immunodeficiencies in humans and, as a consequence, to the emergence of the potential regional pathology. Additional researches are required to identify the mechanisms of changing T-cells activity in humans in the North during the formation of an adaptive immune response with the aim of further developing preventive measures to prevent the development of secondary environmentally dependent immunodeficiencies.

Key words: Lymphocytes, lymphoid subpopulations, receptors, transferrin and apoptosis

Конфликт интересов отсутствует.
Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Каббани Мохаммад Сохиб
Sohibmsk@hotmail.com

Дата поступления 15.04.2019.

Образец цитирования:

Каббани М.С., Сергеева Т.Б., Щёголева Л.С. Активность Т-клеток у северян. Вестник уральской медицинской академической науки. 2019, Том 16, №2, с. 128–133, DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-128-133

There is no conflict of interest.

Contact details of the corresponding author:

Mohammad S. Kabbani
Sohibmsk@hotmail.com

Received 15.04.2019.

For citation:

Kabbani M.S., Sergeeva T.B., Shchegoleva L.S. T-cell activity in the northern population. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2019, Vol. 16, no. 2, pp. 128–133. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-128-133 (In Russ)

Введение

Районы крайнего Севера и приравненные к ним составляют 67% территории России находятся в условиях вечной мерзлоты [1]. Как известно, генетика и окружающая среда играют основную роль в определении качества здоровья организма. Постоянно меняющаяся окружающая среда оказывает влияние на формирование и функционирование всех систем организма, в том числе иммунной [2, 3, 4]. Иммунная система человека является индикатором состояния здоровья [5], кроме того, у жителей Северных территорий широко распространены иммунные, онкологические и сердечно-сосудистые заболевания на фоне высокого уровня психологического стресса [6]. Стрессовые адаптивные иммунные реакции организма человека, обусловленные неблагоприятными климатическими условиями, сопровождаются изменением клеточного состава крови, ее способности к защите организма [7], активацией цитокинов, ассоциированных с Т-хелперами (Th2), и подавлением врожденного иммунитета [5]. Организм постоянно мобилизует компенсаторные адаптационные механизмы, которые ограничены и могут в конечном итоге истощаться в результате усиливающегося долгосрочного воздействия тяжелых и экстремальных климатических факторов [8]. Недостаточная солнечная инсоляция может быть основным компонентом риска появления аутоиммунных заболеваний путем снижения концентрации регуляторных Т-лимфоцитов [5, 9, 10]. CD5+ как рецептор играет основную роль в процессе отбора лимфоцитов в тимусе. Дефицит клеток с маркером CD5+ может приводить к развитию аутоиммунных заболеваний [11, 12]. Изучение Т-клеточной активности у человека на Севере способствует пониманию механизмов адаптивных иммунных реакций.

Целью работы является выявление активности Т-лимфоцитов у женщин, проживающих в северных территориях, в возрасте от 40 до 60 лет.

Материалы и методы

В обследовании приняли участие 98 практически здоровых человек в возрасте от 40 до 60 лет, проживающих в Северных регионах, которые были разделе-

ны на 3 группы в зависимости от места проживания: 38 женщин, проживающих в г. Вологда (59°13' с. ш. 39°54' в. д.), 30 женщин, проживающих в п. Пинега, Архангельская область (64°42' с. ш. 43°22' в. д.) и 30 женщин, проживающих в г. Надым, ЯНАО (65°32' с. ш. 72°31' в. д.).

Для анализа использовали венозную кровь, взятую утром натощак. Обследуемые лица добровольно приняли участие в обследовании и, по заключению врача местной поликлиники, являлись практически здоровыми на момент исследования. В периферической крови определили лимфоциты с кластерами дифференцировки CD5+ (общие Т-клетки и В-1 клетки), CD71+ (клетки с рецепторами к трансферрину), CD95+ (клетки с рецепторами к апоптозу).

Процентное содержание субпопуляций Т-лимфоцитов (CD5+, CD71+, CD95+) определяли методом непрямой иммунопероксидазной реакции с использованием моноклональных антител («Сорбент» г. Москва) на препаратах лимфоцитов типа «высушенная капля» с применением пероксидазного конъюгата и окрашиванием раствором хромогена для анализа в иммерсионной микроскопии (Nikon Eclipse 50i).

Для статистической обработки результатов использовали программы Microsoft Excel 2016 и SPSS 24.0 для Windows. Проверка нормальности распределения количественных показателей осуществлена с помощью критерия Шапиро-Уилка. Рассчитывались средние значения (M) и стандартная ошибка средней (m). Оценка достоверности различий для парных независимых выборок проводилась с использованием критерия Манна-Уитни, уровень значимости $p < 0,05–0,01$.

Результаты и обсуждение

Неблагоприятные и жесткие условия внешней среды Европейского Севера оказывают влияние на состояние здоровья и процессы адаптации человека. Установлено, что на Севере выше супрессорная и киллерная активность иммунокомпетентных клеток, чаще встречается дефицит IgA (40%), дефицит фагоцитарной защиты (60%), высокие уровни лимфолиферации (70%) [13].

В предыдущих наших исследованиях [8] установлено, что у оседлых жителей Приполярья (п. Пинега Архангельской области) состояние иммунного гомеоста-

за характеризуется снижением процента активных фагоцитов практически у трети обследованных (27,68%), $p < 0,001$, а также выраженным напряжением процессов дифференцировки (CD3) и лимфопротиферации (CD10), проявляющиеся у 2% обследуемых лиц повышенными значениями зрелых функционально активных лимфоцитов CD3+ (1,64%) и у 33,70% лиц отмечены повышенные концентрации клеток CD10+ [8, 14]. Известно, что у лиц, проживающих в районах Крайнего Севера, значителен уровень напряжения клеточного звена иммунитета, связанный не только с дефицитом (например, CD3+, CD5+), но и с повышенным и в отдельных случаях крайне высоким содержанием отдельных показателей (например, CD8+, CD16+, CD25+ и др) [8, 13, 15].

Кроме того, известно по данным экспедиций 2012-2016 гг., что у жительниц 21-30 лет п. Несь (Заполярье) и г. Надым (ЯНАО) регистрируется выраженная нейтрофильная (50,8%) и Т-клеточная недостаточность (100%), лейкопения (23%), лимфоцитарная недостаточность в 20% случаев, снижена концентрация Т-хелперов/индукторов (CD4+) и цитотоксических лимфоцитов (CD8+) в 40% случаев [8, 15, 16]. Ранними нашими исследованиями установлено, что характерной особенностью иммунологической реактивности для жителей более южных районов (г. Москва, г. Вологда) является высокий удельный вес активационных молекул HLA-DR II и CD25+ от общего содержания зрелых Т-лимфоцитов (CD3+) и составляет соответственно $37,68 \pm 1,28$; $52,04 \pm 1,32$; $68,86 \pm 1,23\%$, для них также характерен наиболее высокий уровень активизации посредством провоспалительного цитокина интерлейкина-2, коррелирующего ($r=0,47$) с содержанием клеток CD10+, ориентированных на дифференцировку по В-клеточному типу [14, 17].

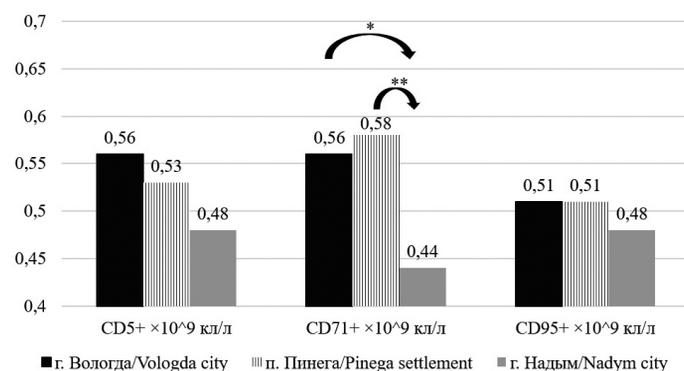


Рисунок 1. Среднее содержание лимфоидных субпопуляций в периферической крови Северных женщин 40–60 лет. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Figure 1. The mean concentration of lymphocyte subpopulations in the peripheral blood of 40-60-year old Northern women. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Следует отметить, что в настоящий момент нет данных по физиологической роли клеток, меченных к апоптозу CD95+ и клеток-активаторов с рецепторами

к трансферрину CD71+, в формировании адаптивного иммунного ответа у женщин-северянок.

В связи с этим представляло интерес определить уровни содержания активированных лимфоцитов и клеток, отражающих процессы апоптоза (CD71+, CD95+) в периферической крови на фоне низкой Т-клеточной активности CD5+ у женщин с учетом района проживания.

Так, при анализе полученных данных (Рисунок 1) установлено снижение концентрации лимфоцитов с маркерами (CD5+) у женщин независимо от района проживания и в среднем составило $0,53 \pm 0,02 \times 10^9$ кл/л, при этом крайне низкие значения указанного показателя ($0,51 \pm 0,01 \times 10^9$ кл/л) выявлены у женщин, проживающих в самом северном районе (г. Надым).

Важно отметить, что частота распространения Т-клеточного дефицита среди обследуемых лиц (Рисунок 2) выявлена в 100% случаев независимо от района проживания. Значительная частота распространения аномально низких уровней содержания популяции лимфоцитов CD5+ указывает на высокую степень риска возникновения жесткого дисбаланса в иммунной системе обследованных женщин, что в свою очередь свидетельствует о возможном развитии вторичных экологически зависимых иммунодефицитов, проявляющихся хронической патологией и ранним биологическим старением [6, 8, 16]. Мы склонны предположить на основании многолетних исследований, в том числе под руководством Л.К. Добродеевой [8, 16, 17], что физиологический ответ иммунной системы человека под воздействием климатических и экологических экстремальных факторов однотипен и компенсирует дефицит Т-клеток увеличением концентраций активированных лимфоидных субпопуляций, что требует контроля социальной составляющей, сбалансированного режима труда, отдыха и питания у женщин 40-60 лет, проживающих на Севере.

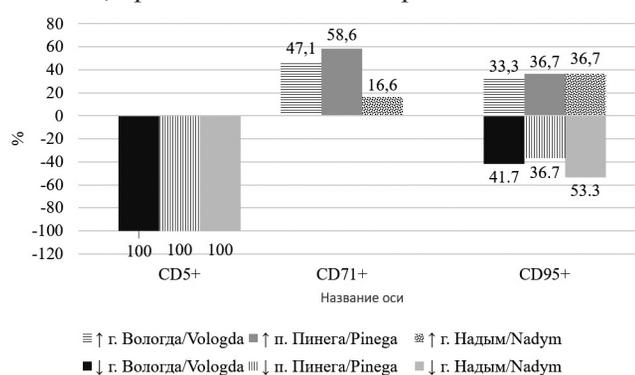


Рисунок 2. Частота регистрации дисбалансов иммунологических параметров у северянок 40-60 лет.

Figure 2. The frequency of imbalances registration of immunological parameters in 40-60-year old Northern women.

Представляло интерес изучить содержание клеток с рецепторами к трансферрину (CD71+). Рецептор CD71+ участвует в обмене железа, необходимым для

пролиферации, роста и развития клеток. Есть сведения, что процесс усвоения железа опухолевыми клетками также связан с рецепторами CD71+ [18, 19, 20].

Высокая концентрация указанных клеток установлена у женщин п. Пинега $(0,58 \pm 0,05) \times 10^9$ кл/л с достоверным отличием от женщин г. Надым $(0,44 \pm 0,04) \times 10^9$ кл/л, $p < 0,01$. Среднее содержание клеток (CD71+) у женщин г. Вологда выше, чем у женщин, проживающих в более северных районах, и составляет $(0,56 \pm 0,04) \times 10^9$ кл/л, также с достоверным отличием от женщин, проживающих в п. Пинега и г. Надым, $p < 0,05$. Частота распространения повышенных уровней содержания лимфоцитов CD71+ встречались у женщин южных районов п. Пинега (58,6%) и г. Вологда (47,1%) по сравнению с более северным г. Надым (16,6%) чаще в 3,5 и 2,8 раза соответственно.

Выявленная ассоциация дефицита клеток с рецепторами CD5+ с повышенными концентрациями клеток с рецепторами CD71+ позволяет предположить, что дефицит рецепторов CD5+ стимулирует пролиферацию лимфоцитов с помощью повышения активности рецепторов трансферрина CD71+, что возможно является компенсаторной реакцией у лиц, проживающих в северных регионах.

Содержание клеток с рецепторами к апоптозу CD95+ у обследуемых лиц в среднем установлено на уровне $0,49 \pm 0,02 \times 10^9$ кл/л не зависимо от места проживания. Однако дефицит рецепторов к апоптозу CD95+ встречался у 53,3% женщин г. Надым, 36,7% женщин п. Пинега и 41,7% женщин г. Вологда и ассоциирован с районом проживания: чем суровее климат, тем выше частота встречаемости указанного дефицита.

Известно, что апоптоз играет особую роль в иммунной системе на всех уровнях клеточного развития, причем он контролирует толерантность иммунной системы, аутоиммунные и лимфопротеративные процессы [8, 15, 16]. Как видно из представленных данных, увеличение содержания клеток с рецептором CD95+ ассоциируется с дефицитом Т-клеток с рецептором CD5+, что свидетельствует о сокращении резервных возможностей иммунного гомеостаза у обследуемых женщин за счет сокращения пула всех Т-клеток.

Полученные в исследовании результаты позволяют утверждать, что в условиях воздействия на организм человека комплекса разных неблагоприятных

факторов меняющейся среды развивается практически однотипная реакция повышения фоновых уровней клеточно-опосредованных реакций, активированных клетками CD71, что сокращает резервные возможности регуляции с риском формирования функциональной недостаточности Т-лимфоцитов. Кроме того, полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что физиологическая регуляция иммунного ответа характеризуется вовлечённостью минимального количества фенотипов лимфоцитов, а их повышенная активация на фоне выраженного дефицита всей Т-клеточной популяции создаёт внутрисистемное напряжение и способствует формированию иммунных дисбалансов, что в конечном итоге может проявиться развитием вторичных экологически зависимых иммунодефицитов.

Заключение

Активность каждого этапа в развитии адаптивных иммунных реакций человека зависит от уровня выраженности предшествующего этапа [16, 17]. Соотношения активированных Т-клеток (CD71+), дифференцированных Т-лимфоцитов, подготовленных к апоптозу CD95+, а также уровней относительного содержания недифференцированных Т-клеток в периферической крови отражают напряжение внутрисистемной регуляции иммунитета: крайне низкая Т-клеточная активность CD5+ у жителей северных регионов взаимосвязана с повышением концентраций клеток, отражающих уровни апоптоза CD95+ и клеток с рецепторами к трансферрину CD71+. Иными словами, дефицит клеток CD5+ усугубляется активацией процессов апоптоза и трансферрин - клеточной активацией. Дополнительные исследования механизмов активности Т-лимфоцитов необходимы для разработки мер профилактики по сокращению развития экологически зависимой патологии, в том числе экологически зависимых иммунодефицитов у женщин 40-60 лет, проживающих в условиях Севера.

Работа проведена в лаборатории физиологии иммунокомпетентных клеток Института физиологии природных адаптаций ФГБУН ФИЦКИА им. Н.П. Лаверова РАН, г. Архангельска. Госзадание №АААА-А15-115122810184-6

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Р.А. Особенности развития северных регионов России // Региональная экономика: теория и практика. 2008. №11: С 15-21.
2. Kreitinger J., Beamer C. and Shepherd D. Environmental Immunology: Lessons Learned from Exposure to a Select Panel of Immunotoxicants. The Journal of Immunology. 2016. 196(8): pp.3217-3225.
3. Parkinson A. and Evengård B. Climate change, its impact on human health in the Arctic and the public health

REFERENCES

1. Abramov R.A. Features of the development of the northern regions of Russia. Regional economy: theory and practice. 2008. No. 11: pp.15-21. (In Russian)
2. Kreitinger J., Beamer C. and Shepherd D. Environmental Immunology: Lessons Learned from Exposure to a Select Panel of Immunotoxicants. The Journal of Immunology. 2016. 196(8): pp. 3217-3225.
3. Parkinson A. and Evengård B. Climate change, its impact on human health in the Arctic and the public health

response to threats of emerging infectious diseases. *Global Health Action*. 2009. 2(1): p.2075.

4. Natalia K. Climate change effects on human health in a gender perspective: some trends in Arctic research. *Global Health Action*. 2011. 4(1): p.7913.

5. Swaminathan A., Lucas R., Harley D. and McMichael A. Will Global Climate Change Alter Fundamental Human Immune Reactivity: Implications for Child Health?. *Children*. 2014. 1(3): pp.403-423.

6. Хаснулин П. В., Потеряева Е. Л., Хаснулин В. И. Экологически обусловленный стресс и дизадаптивные гипертензивные реакции на Севере // *Экология человека*. 2005. №7: С 36-39.

7. Кривошеков С. Г. Стресс, функциональные резервы и здоровье // *Сибирский педагогический журнал*. 2012. №9: С 104-109.

8. Щеголева Л.С., Сергеева Т.Б., Шашкова Е.Ю., Филиппова О.Е. Иммуный 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. – 102 с.

9. Hayes C., Hubler S., Moore J., Barta L., Praska C. and Nashold F. Vitamin D Actions on CD4+ T Cells in Autoimmune Disease. *Frontiers in Immunology*. 2015. 6: pp.62-83.

10. Hoeffli R., Wu D., Cook L. and Levings M. The Environment of Regulatory T Cell Biology: Cytokines, Metabolites, and the Microbiome. *Frontiers in Immunology*. 2015. 6: pp.49-61.

11. Simões I., et al. Immunomodulatory effects of soluble CD5 on experimental tumor models. *Oncotarget*. 2017. 8(64): pp.108156–108169.

12. Soldevila G., Raman C. and Lozano F. The immunomodulatory properties of the CD5 lymphocyte receptor in health and disease. *Current Opinion in Immunology*. 2011. 23(3): pp.310-318.

13. Щёголева О.Е. (Филиппова О.Е.), Меньшикова М.В., Айвазова М.С., Шашкова Е.Ю., Михайлова Т.Б. (Сергеева Т.Б.). Состояние иммунного гомеостаза у молодых лиц с манифестными формами экологически зависимых иммунодефицитов на Европейском Севере // *Экология человека*. 2010. №5: С.35 – 41.

14. Филиппова О.Е., Добродеева Л.К. Состояние иммунной защиты у жителей мегаполиса // *Российский иммунологический журнал*. 2013. Т.7(16) №2-4: С. 155.

15. 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.

16. Добродеева Л.К., Сергеева Е.В. Состояние иммунной системы в процессе старения. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. – 136 с.

17. Филиппова О.Е. Соотношение фенотипов лимфоцитов периферической крови у людей в процессе

response to threats of emerging infectious diseases. *Global Health Action*. 2009. 2(1): pp.2075.

4. Natalia K. Climate change effects on human health in a gender perspective: some trends in Arctic research. *Global Health Action*. 2011. 4(1): pp.7913.

5. Swaminathan A., Lucas R., Harley D. and McMichael A. Will Global Climate Change Alter Fundamental Human Immune Reactivity: Implications for Child Health?. *Children*. 2014. 1(3): pp. 403-423.

6. Khasnulin P.V., Poteryaeva E.L., Khasnulin V.I. Ecologically stipulated stress and dysadaptive hypertensive reactions in the north. *Human Ecology*. 2005. No. 7: pp. 36-39. (In Russian)

7. Krivoshekov S. G. Stress, functional reserves and health. *Siberian Pedagogical Journal*. 2012. No. 9: pp. 104-109. (In Russian)

8. Shchegoleva L.S., Sergeeva T.B., Shashkova Yu.E. and Filippova O.E. Immune homeostasis in the nomadic and sedentary population of the European North of Russia. Feder. state budget. Institute of Science Institute of Physiology of Nature. adaptations Ural. Branch Ros. Acad. sciences. – Arkhangelsk, 2016. - 102 p. (In Russian)

9. Hayes C., Hubler S., Moore J., Barta L., Praska C. and Nashold F. Vitamin D Actions on CD4+ T Cells in Autoimmune Disease. *Frontiers in Immunology*. 2015. 6: pp. 62-83.

10. Hoeffli R., Wu D., Cook L. and Levings M. The Environment of Regulatory T Cell Biology: Cytokines, Metabolites, and the Microbiome. *Frontiers in Immunology*. 2015. 6: pp. 49-61.

11. Simões I., et al. Immunomodulatory effects of soluble CD5 on experimental tumor models. *Oncotarget*. 2017. 8(64): pp. 108156–108169.

12. Soldevila G., Raman C. and Lozano F. The immunomodulatory properties of the CD5 lymphocyte receptor in health and disease. *Current Opinion in Immunology*. 2011. 23(3): pp. 310-318.

13. Shchegoleva O.E. (Filippova O.E.), Men'shikova M.V., Aivazova M.S., Shashkova E.Yu., Mikhailova T.B. (Sergeeva T.B.). The state of immune homeostasis in young individuals with manifest forms of environmentally dependent immunodeficiencies in the European North. *Human Ecology*. 2010. No. 5: pp. 35-41. (In Russian)

14. Filippova O.E., Dobrodeeva L.K. The state of immune protection in residents of the megalopolis. *Russian immunological journal*. 2013. Vol 7(16) No. 2-4: pp. 155. (In Russian)

15. Shchegoleva L.S., Sergeeva T.B., Shashkova E.Yu., Filippova O.E., Popovskaya E.V. The peculiarity of the immunological activity of peripheral blood in individuals of different age groups of the circumpolar region. *Human Ecology*. 2016. No. 8: pp. 15–20. (In Russian)

16. Dobrodeeva L.K., Sergeeva E.V. The state of the immune system in the process of aging. Yekaterinburg: Editorial and Publishing Department of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2014. - 136 p. (In

физиологической регуляции иммунного ответа: автореф. дис. канд. биол. наук. Архангельск, 2015. 18 с.

18. Dong H., Wilkes S. and Yang H. CD71 is Selectively and Ubiquitously Expressed at High Levels in Erythroid Precursors of All Maturation Stages. *The American Journal of Surgical Pathology*. 2011. 35(5): pp.723-732.

19. Habashy H., et al. Transferrin receptor (CD71) is a marker of poor prognosis in breast cancer and can predict response to tamoxifen. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2009. 119(2): pp.283-293.

20. Shen Y., Li X., Dong D., Zhang B., Xue Y., and Shang P. Transferrin receptor 1 in cancer: a new sight for cancer therapy. *American journal of cancer research*. 2018. 8(6): pp.916-931.

Russian)

17. Filippova O.E. The ratio of phenotypes of peripheral blood lymphocytes in humans in the process of physiological regulation of the immune response: abstract. dis. Cand. biol. sciences. Arkhangelsk, 2015. 18 p. (In Russian)

18. Dong H., Wilkes S. and Yang H. CD71 is Selectively and Ubiquitously Expressed at High Levels in Erythroid Precursors of All Maturation Stages. *The American Journal of Surgical Pathology*. 2011. 35(5): pp.723-732.

19. Habashy H., et al. Transferrin receptor (CD71) is a marker of poor prognosis in breast cancer and can predict response to tamoxifen. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2009. 119(2): pp.283-293.

20. Shen Y., Li X., Dong D., Zhang B., Xue Y., and Shang P. Transferrin receptor 1 in cancer: a new sight for cancer therapy. *American journal of cancer research*. 2018. 8(6): pp.916-931.

Авторы

Каббани Мохаммад Сохиб
Северный (Арктический) Федеральный Университет имени М.В. Ломоносова
Аспирант, ассистент
Российская Федерация, 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17
Sohibmsk@hotmail.com

Сергеева Татьяна Борисовна
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук
Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии иммунокомпетентных клеток
Российская Федерация, 163000, г. Архангельск, пр. Ломоносова, 249

Щёголева Любовь Станиславовна
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук
Доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией физиологии иммунокомпетентных клеток, профессор на кафедре биологии человека и биотехнических систем Северного (Арктического) Федерального Университета имени М.В. Ломоносова
Российская Федерация, 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17
Shchegoleva60@mail.ru

Authors

Mohammad S. Kabbani
Northern (Arctic) Federal University of M.V. Lomonosov
PhD student, Assistant
Northern Dvina nab. 17 Arkhangelsk Russian Federation
163000
sohibmsk@hotmail.com

Tatyana B. Sergeeva
Federal Center for Integrated Arctic Research Russian Academy of Sciences of the Academician N.P. Laverov
Cand. Sci. (Biology), Senior Scientist on Laboratory of physiology of immunocompetent cells
Lomonosov av. 249 Arkhangelsk Russian Federation
163000

Lyubov S. Shchegoleva
Federal Center for Integrated Arctic Research Russian Academy of Sciences of the Academician N.P. Laverov
Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the laboratory of physiology of immunocompetent cells
Northern Dvina nab. 17 Arkhangelsk Russian Federation
163000
Shchegoleva60@mail.ru