

**КЛЕТОЧНЫЙ ИММУНИТЕТ У ЖЕНЩИН СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ,
ПРОЖИВАЮЩИХ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ¹**

О.С. Морозова* ORCID: [0000-0002-9587-2500](https://orcid.org/0000-0002-9587-2500)

Т.Б. Сергеева* ORCID: [0000-0003-0745-3099](https://orcid.org/0000-0003-0745-3099)

Л.С. Щеголева* ORCID: [0000-0003-4900-4021](https://orcid.org/0000-0003-4900-4021)

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук (г. Архангельск)

Экстремальные климатоэкологические условия Крайнего Севера препятствуют разворачиванию процессов саморегуляции, возвращающих системы организма к оптимальному режиму функционирования, что приводит к активации и напряжению клеточного и гуморального звеньев иммунитета и, в конечном счете, к сокращению резервных возможностей организма. **Цель работы** – выявить особенности клеточного иммунитета у женщин старшей возрастной группы, проживающих на Крайнем Севере. **Материалы и методы.** Обследовано 116 женщин в возрасте 40–60 лет, в т. ч.: 49 человек – жители пос. Пинега Архангельской области (экспедиции 2010–2011 годов); 27 человек – жители пос. Несь Ненецкого автономного округа (экспедиции 2009–2011 годов); 40 человек – жители г. Надым Ямало-Ненецкого автономного округа (экспедиция 2015 года). Комплекс иммунологического обследования людей включал оценку содержания в крови лимфоцитов с рецепторами CD10⁺, CD16⁺, CD71⁺, CD95⁺. Содержание субпопуляций Т-лимфоцитов определялось методом двойной пероксидазной метки с использованием моноклональных антител (НПЦ «МедБиоСпектр», Россия) на препаратах лимфоцитов типа «высушенная капля». Подсчет клеток проводился с помощью иммерсионной микроскопии (Nikon Eclipse 50i). **Результаты.** Установлено напряжение клеточного звена иммунитета за счет недостаточной активности апоптоза (CD95⁺) у 43,96±0,56 % обследованных женщин на фоне повышенной цитотоксической активности (CD16⁺) у 43,96±0,56 % и лимфопролиферативной активности (CD10⁺) у 19,29±0,37 % лиц. Подобное состояние у женщин старшей возрастной группы чревато развитием манифестных форм вторичного экологически зависимого иммунодефицита и может проявляться хронической патологией различного генеза. **Заключение.** Выявленная иммунологическая недостаточность клеточного звена иммунитета у женщин 40–60 лет в 19–43 % случаев (в зависимости от показателя) может быть причиной деструктивных процессов, увеличивающих продолжительность болезней, усугубляющих их течение и исход.

¹Работа выполнена в лаборатории физиологии иммунокомпетентных клеток Института физиологии природных адаптаций ФГБУН ФИЦКИА РАН (г. Архангельск) по теме «Физиологическая значимость особенностей иммунного гомеостаза функциональной и рецепторной активности иммунокомпетентных клеток у людей в экстремальных меняющихся условиях среды» (№ гос. регистрации АААА-А15-115122810184-6, с 09.12.2019 изменен на АААА-А19-119120990059-4).

Ответственный за переписку: Морозова Ольга Сергеевна, адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249; e-mail: olia.morozow2011@yandex.ru

Для цитирования: Морозова О.С., Сергеева Т.Б., Щеголева Л.С. Клеточный иммунитет у женщин старшей возрастной группы, проживающих на Крайнем Севере // Журн. мед.-биол. исследований. 2020. Т. 8, № 3. С. 235–240. DOI: 10.37482/2687-1491-Z014

Ключевые слова: Крайний Север, фенотипы лимфоцитов, клетки с рецепторами к апоптозу, натуральные киллеры, иммунный статус, женщины старшей возрастной группы.

Арктика относится к зоне повышенного ультрафиолетового дефицита, при этом длительность полярного дня влияет на выработку мелатонина в организме человека, дефицит которого способствует развитию процессов старения, возрастной патологии и новообразований. Неблагоприятное влияние фотопериодики, электромагнитной активности и колебаний атмосферного давления на Крайнем Севере невозможно компенсировать только социальными мерами поддержки [1, с. 8; 2].

Холод в Арктике вызывает существенное напряжение многих функциональных систем организма, особенно респираторной системы, что является фактически краевой патологией на Крайнем Севере [3, с. 39; 4; 5]. В целом климатоэкологические условия Арктики отнесены к дискомфортным с элементами выраженной экстремальности [6–8]. Кроме того, известно, что экстремальные климатоэкологические условия Крайнего Севера препятствуют разворачиванию процессов саморегуляции, возвращающих системы организма к оптимальному режиму функционирования, что приводит к активации и напряжению клеточного и гуморального звеньев иммунитета и, в конечном счете, к сокращению резервных возможностей организма [9, с. 5; 10; 11, с. 286].

С возрастом физиологические функции организма линейно снижаются [12]. Иммунологическое старение касается и адаптивной иммунной системы, и врожденного иммунитета. У женщин в возрасте 60–70 лет снижается содержание в периферической крови нейтрофильных гранулоцитов, растет уровень регистрации нейтропений, увеличивается удельный вес лиц с дефицитом фагоцитарной защиты [12, с. 11]. Кроме того, состояние здоровья женщин на Крайнем Севере характеризуется дисбалансом в содержании Т-хелперов и цитотоксических лимфоцитов, а также сывороточных иммуноглобулинов, активизацией гуморального звена

иммунитета по типу аутосенсibilизации, что является своеобразной особенностью иммунной реактивности [3, 13].

Цель работы – выявить особенности клеточного иммунитета у женщин старшей возрастной группы, проживающих в условиях Крайнего Севера.

Материалы и методы. Проведен анализ иммунного статуса 116 женщин в возрасте 40–60 лет, проживающих: в пос. Пинега Архангельской области (49 человек) – экспедиции 2010–2011 годов; пос. Несь Ненецкого автономного округа (27 человек) – экспедиции 2009–2011 годов; г. Надым Ямало-Ненецкого автономного округа (40 человек) – экспедиция 2015 года.

Комплекс иммунологического обследования людей включал изучение содержания в крови лимфоцитов с рецепторами CD10⁺, CD16⁺, CD71⁺, CD95⁺. Содержание субпопуляций Т-лимфоцитов определяли методом двойной пероксидазной метки с использованием моноклональных антител (НПЦ «МедБиоСпектр», Россия) на препаратах лимфоцитов типа «высушенная капля». Подсчет клеток проводили с помощью иммерсионной микроскопии (Nikon Eclipse 50i). Для анализа использовали периферическую венозную кровь в объеме 6 мл, взятую в 9–10 ч. утра натощак.

Результаты исследования обрабатывали с применением пакета прикладных программ Statistica 10.0, Microsoft Excel 2010. По каждому из показателей рассчитывали параметры описательной статистики: среднее арифметическое значение (M), стандартную ошибку среднего (m). Статистическую значимость различий определяли с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни. Отличия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Анализ содержания фенотипов лимфоцитов в периферической крови обследованных женщин и частоты регистрации дисбалансов представлен в *таблице*.

ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА ЖЕНЩИН 40–60 лет,
ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА ($n = 116$), $M \pm m$

Фенотип лимфоцитов	Содержание в крови, $\cdot 10^9$ кл/л		Частота, %	
	среднее по выборке	физиологическая норма	повышенных уровней	пониженных уровней
CD10 ⁺	0,45±0,02	0,05–0,60	19,29±0,37	0
CD16 ⁺	0,50±0,02	0,25–0,50	43,96±0,56***	5,17±0,19
CD71 ⁺	0,47±0,02	0,00–0,56	17,24±0,35	0
CD95 ⁺	0,47±0,02	0,45–0,55	25,00±0,42	43,96±0,56**

Примечание. Установлена статистическая значимость отличий между частотой пониженных и повышенных уровней: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Обсуждение. Представляло интерес определить среднее содержание клеток, способных к пролиферации (CD10⁺). Пролиферативная активность ближе к верхней границе физиологической нормы отмечена у 19,29±0,37 % женщин, что характеризует использование резервных возможностей организма. Известно, что лимфопролиферация активируется практически одновременно с апоптозом лимфоцитов (CD95⁺), а постарение нейтрофилов неизбежно по типу обратной связи компенсируется выходом на периферию более молодых клеток [13]. Наблюдается прямая корреляционная зависимость активности пролиферации (CD10⁺) и апоптоза (CD95⁺) ($r = 0,64$; $p < 0,05$). Среди гемопоэтических клеток рецепторы CD10⁺ несут на своей поверхности незрелые Т- и В-лимфоциты, В-клетки зародышевых центров лимфоидных фолликулов, гранулоциты [13].

Лимфопролиферация ассоциирована с увеличением концентрации натуральных киллеров (CD16⁺), при этом повышенные уровни CD16⁺ отмечены почти в половине случаев. Высокий уровень корреляционной взаимосвязи между общим содержанием CD10⁺ и концентрацией CD16⁺ ($r = 0,70$; $p < 0,05$), а также высокий удельный вес клеток CD16⁺ свидетельствуют о сокращении резервных возможностей иммунного гомеостаза с последующим развитием вторичных экологически зависимых иммунодефицитов. Рецептор CD16⁺ экспрессируется на нормальных киллерах, моноцитах, макрофагах и нейтрофилах; все лимфоциты, экспрессирующие этот

маркер, обладают способностью к антитело-зависимой клеточной цитотоксичности [14–16].

Высокие концентрации Т-лимфоцитов с рецептором к трансферрину (CD71⁺) являются чувствительным ранним признаком тканевого дефицита железа; у 17,24±0,35 % женщин отмечены повышенные значения данного показателя. Корреляционные взаимосвязи между общим содержанием CD71⁺ и концентрацией CD16⁺ статистически значимы ($r = 0,81$; $p < 0,05$). Известно, что CD71⁺ опосредует включение железа в клетку, регулирует рост клетки; этот рецептор имеется на пролиферирующих клетках, активированных Т- и В-клетками, макрофагах [17].

Активность апоптоза (CD95⁺) у женщин старшей возрастной группы находится в физиологических пределах (0,47±0,02·10⁹ кл/л), у 25,00±0,42 % обследованных концентрации указанных клеток выше общепринятых норм. Пониженные уровни клеток CD95⁺ регистрировались в 2 раза чаще – в 43,96±0,56 % случаев. Высокая частота встречаемости низких концентраций CD95⁺ свидетельствует о нарушении процесса утилизации лимфоидных клеток у женщин-северянок 40–60 лет.

Корреляционный анализ в группе обследованных женщин выявил сильные положительные взаимосвязи между концентрациями в крови следующих клеток: CD10⁺ и CD71⁺ ($r = 0,70$; $p < 0,05$); CD16⁺ и CD95⁺ ($r = 0,80$; $p < 0,05$); CD71⁺ и CD95⁺ ($r = 0,68$; $p < 0,05$).

Таким образом, у обследованных женщин 40–60 лет, проживающих в условиях Крайнего Севера, установлено напряжение клеточного звена иммунитета за счет недостаточной активности апоптоза (CD95⁺) у 43,96±0,56 % лиц на фоне повышенной цитотоксической активности (CD16⁺) у 43,96±0,56 % и лимфопрролиферативной активности (CD10⁺) у 19,29±0,37 % лиц. Подобное состояние у женщин старшей возрастной группы чревато развитием манифестных форм вторичного экологически зависимого иммунодефицита и может проявляться хронической патологией различного генеза. Выявленная

иммунологическая недостаточность клеточного звена иммунитета у женщин 40–60 лет в 19–43 % случаев (в зависимости от показателя) может быть причиной деструктивных процессов, увеличивающих продолжительность болезней, усугубляющих их течение и исход. Полученные данные следует учитывать при разработке профилактических и социальных мер защиты для женщин старшей возрастной группы, проживающих на Крайнем Севере, что особенно актуально в условиях повышения пенсионного возраста.

Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

1. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А., Богданов М.Ю. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Арктики. Обзор литературы // Морская медицина. 2017. Т. 3, № 1. С. 7–13. DOI: 10.22328/2413-5747-2017-3-1-7-13
2. Виноградова И.А., Анисимов В.Н. Световой режим Севера и возрастная патология: моногр. Петрозаводск: ПетроПресс, 2012. 128 с.
3. Добродеева Л.К., Жилина Л.П. Иммунологическая реактивность, состояние здоровья населения Архангельской области. Екатеринбург: Ин-т физиологии природ. адаптаций УрО РАН, 2004. 229 с.
4. Чащин 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.
5. Hasnulin V.I. Geophysical Perturbations as the Main Cause of Northern Human Stress // Alaska Med. 2007. Vol. 49, Suppl. 2. P. 237–244.
6. Donaldson S., Adlard B., Odland J.Ø. Overview of Human Health in the Arctic: Conclusions and Recommendations. Arctic Monitoring and Assessment Program // Int. J. Circumpolar Health. 2016. Vol. 75. Art. № 33807. DOI: 10.3402/ijch.v75.33807
7. Sundseth K., Pacyna J.M., Banel A., Pacyna E.G., Rautio A. Climate Change Impacts on Environmental and Human Exposure to Mercury in the Arctic // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015. Vol. 12, № 4. P. 3579–3599. DOI: 10.3390/ijerph120403579
8. Weihe P., Bjerregaard P., Bonefeld-Jørgensen E., Dudarev A., Halling J., Hansen S., Muckle G., Nøst T., Odland J.Ø., Skaalum Petersen M., Rautio A., Veyhe A.S., Wennberg M., Bergdahl I. Overview of Ongoing Cohort and Dietary Studies in the Arctic // Int. J. Circumpolar Health. 2016. Vol. 75. Art. № 33803. DOI: 10.3402/ijch.v75.33803
9. Щеголева Л.С., Сергеева Т.Б., Шаикова Е.Ю., Филиппова О.Е. Иммунный гомеостаз у кочующего и оседлого населения Европейского Севера России / Ин-т физиологии природ. адаптаций Урал. отд-ния Рос. акад. наук. Архангельск: ФГБУН ИФПА УрО РАН, 2016. 102 с.
10. Филиппова О.Е. Соотношение лимфоидных субпопуляций в иммунном ответе // Вестн. Урал. мед. акад. науки. 2014. № 2(48). С. 102–104.
11. Морозова О.С., Филиппова О.Е., Шаикова Е.Ю. Реакции адаптивного иммунитета жителей Крайнего Севера // Вестн. Урал. мед. акад. науки. 2018. Т. 15, № 2. С. 285–290. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-285-290
12. Добродеева Л.К., Сергеева Е.В. Состояние иммунной системы в процессе старения: моногр. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. 136 с.
13. Добродеева Л.К., Патракеева В.П. Влияние миграционных и пролиферативных процессов лимфоцитов на состояние иммунного фона человека, проживающего в условиях высоких широт. Екатеринбург: УрО РАН, 2018. 203 с.

14. Табаков Д.В., Заботина Т.Н., Борунова А.А., Короткова О.В., Кадагидзе З.Г. Гетерогенность популяций NK- и NKT-лимфоцитов у здоровых доноров // Рос. биотерапевт. журн. 2016. Т. 15, № 1. С. 105–106.
15. Eivazi S., Bagheri S., Hashemzadeh M.S., Ghalavand M., Qamsari E.S., Dorostkar R., Yasemi M. Development of T Follicular Helper Cells and Their Role in Disease and Immune System // Biomed. Pharmacother. 2016. Vol. 84. P. 1668–1678.
16. Carrillo-Bustamante P., Keşmir C., de Boer R.J. The Evolution of Natural Killer Cell Receptors // Immunogenetics. 2016. Vol. 68, № 1. P. 3–18.
17. Shen Y., Li X., Dong D., Zhang B., Xue Y., Shang P. Transferrin Receptor 1 in Cancer: A New Sight for Cancer Therapy // Am. J. Cancer Res. 2018. Vol. 8, № 6. P. 916–931.

References

1. Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennykh A.A., Bogdanov M.Yu. Ekologo-fiziologicheskaya kharakteristika klimaticheskikh faktorov Arktiki. Obzor literatury [Ecological-Physiological Characteristic of Northern Climatic Factors. Literature Review]. *Morskaya meditsina*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 7–13. DOI: 10.22328/2413-5747-2017-3-1-7-13
2. Vinogradova I.A., Anisimov V.N. Svetovoy rezhim Severa i vozrastnaya patologiya [Light Conditions in the North and Age-Related Pathology]. Petrozavodsk, 2012. 128 p.
3. Dobrodeeva L.K., Zhilina L.P. *Immunologicheskaya reaktivnost', sostoyanie zdorov'ya naseleniya Arkhangel'skoy oblasti* [Immunoreactivity and Health Status of the Arkhangelsk Region Population]. Yekaterinburg, 2004. 229 p.
4. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 1, pp. 3–12 (in Russ.)
5. Hasnulin V.I. Geophysical Perturbations as the Main Cause of Northern Human Stress. *Alaska Med.*, 2007, vol. 49, suppl. 2, pp. 237–244.
6. Donaldson S., Adlard B., Odland J.Ø. Overview of Human Health in the Arctic: Conclusions and Recommendations. Arctic Monitoring and Assessment Program. *Int. J. Circumpolar Health*, 2016, vol. 75. Art. no. 33807. DOI: 10.3402/ijch.v75.33807
7. Sundseth K., Pacyna J.M., Banel A., Pacyna E.G., Rautio A. Climate Change Impacts on Environmental and Human Exposure to Mercury in the Arctic. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2015, vol. 12, no. 4, pp. 3579–3599. DOI: 10.3390/ijerph120403579
8. Weihe P., Bjerregaard P., Bonefeld-Jørgensen E., Dudarev A., Halling J., Hansen S., Muckle G., Nøst T., Odland J.Ø., Skaalum Petersen M., Rautio A., Veyhe A.S., Wennberg M., Bergdahl I. Overview of Ongoing Cohort and Dietary Studies in the Arctic. *Int. J. Circumpolar Health*, 2016, vol. 75. Art. no. 33803. DOI: 10.3402/ijch.v75.33803
9. Shchegoleva L.S., Sergeeva T.B., Shashkova E.Yu., Filippova O.E. *Immunnyy gomeostaz u kochuyushchego i osedlogo naseleniya Evropeyskogo Severa Rossii* [Immune Homeostasis in the Nomadic and the Settled Populations of the European North of Russia]. Arkhangelsk, 2016. 102 p.
10. Filippova O.E. Sootnoshenie limfoidnykh subpopulyatsiy v immunnom otvete [The Ratio of Lymphoid Subpopulations in the Immune Response]. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2014, no. 2, pp. 102–104.
11. Morozova O.S., Philippova O.E., Shashkova T.Y. Reactions of the Adaptive Immunity in Residents of the Far North. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 285–290. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-285-290 (in Russ.).
12. Dobrodeeva L.K., Sergeeva E.V. *Sostoyanie immunnoy sistemy v protsesse stareniya* [The State of the Immune System During Ageing]. Yekaterinburg, 2014. 136 p.
13. Dobrodeeva L.K., Patrakeeva V.P. *Vliyanie migratsionnykh i proliferativnykh protsessov limfotsitov na sostoyanie immunnogo fona cheloveka, prozhivayushchego v usloviyakh vysokikh shirot* [The Influence of Migration and Proliferative Processes in Lymphocytes on the Immune System of People Living in High Latitudes]. Yekaterinburg, 2018. 203 p.
14. Tabakov D.V., Zobotina T.N., Borunova A.A., Kороткова O.V., Кадагидзе Z.G. Geterogenost' populyatsiy NK- i NKT-limfotsitov u zdorovykh donorov [Heterogeneity of NK and NKT Lymphocyte Populations in Healthy Donors]. *Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal*, 2016, vol. 15, no. 1, pp. 105–106.
15. Eivazi S., Bagheri S., Hashemzadeh M.S., Ghalavand M., Qamsari E.S., Dorostkar R., Yasemi M. Development of T Follicular Helper Cells and Their Role in Disease and Immune System. *Biomed. Pharmacother.*, 2016, vol. 84, pp. 1668–1678.

16. Carrillo-Bustamante P., Keşmir C., de Boer R.J. The Evolution of Natural Killer Cell Receptors. *Immunogenetics*, 2016, vol. 68, no. 1, pp. 3–18.

17. Shen Y., Li X., Dong D., Zhang B., Xue Y., Shang P. Transferrin Receptor 1 in Cancer: A New Sight for Cancer Therapy. *Am. J. Cancer Res.*, 2018, vol. 8, no. 6, pp. 916–931.

DOI: 10.37482/2687-1491-Z014

*Ol'ga S. Morozova** ORCID: [0000-0002-9587-2500](https://orcid.org/0000-0002-9587-2500)
*Tat'yana B. Sergeeva** ORCID: [0000-0003-0745-3099](https://orcid.org/0000-0003-0745-3099)
*Lyubov' S. Shchegoleva** ORCID: [0000-0003-4900-4021](https://orcid.org/0000-0003-4900-4021)

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangelsk, Russian Federation)

CELLULAR IMMUNITY IN WOMEN AGED 40–60 YEARS LIVING IN THE FAR NORTH

Extreme climatic and ecological conditions in the Far North impede the self-regulation processes that optimize the functioning of the human body, which leads to the activation of the cellular and humoral branches of the immune system and puts them under pressure, thus, ultimately, reducing the body's reserve capacity. **Aim:** to identify the peculiarities of cellular immunity in 40–60-year-old women living in the Far North. **Materials and methods.** We examined 116 women aged 40–60 years, 49 of them living in Pinega settlement, Arkhangelsk Region (expeditions of 2010–2011), 27 living in Nes village, Nenets Autonomous Okrug (expeditions of 2009–2011), and 40 living in the town of Nadym, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (expedition of 2015). The immunological examination involved evaluating the content of lymphocytes with CD10⁺, CD16⁺, CD71⁺, and CD95⁺ receptors. The content of T lymphocyte subpopulations was determined by double-peroxidase labelling using monoclonal antibodies (MedBioSpektr Research and Production Centre, Russia) on dried-droplet lymphocyte preparations. The cells were counted using immersion microscopy (Nikon Eclipse 50i). **Results.** We found that cellular immunity experiences stress due to insufficient apoptotic activity (CD95⁺) in 43.96 ± 0.56 % of the examined women against the background of increased cytotoxic activity (CD16⁺) in the same population (43.96 ± 0.56 %) and increased lymphoproliferative activity (CD10⁺) in 19.29 ± 0.37 % of the subjects. This condition in women aged 40–60 years is fraught with the development of clinical forms of secondary immunodeficiency due to environmental factors and can manifest itself through various chronic pathologies. **Conclusion.** The revealed deficiency of cellular immunity in women aged 40–60 years in 19 to 43 % of cases (depending on the indicator) may be the cause of destructive processes increasing the duration of diseases and exacerbating their course and outcome.

Keywords: Far North, lymphocyte phenotypes, cells with receptors to apoptosis, natural killer cells, immune status, women aged 40–60 years.

Поступила 12.03.2020

Принята 22.08.2020

Received 12 March 2020

Accepted 22 August 2020

Corresponding author: Ol'ga Morozova, address: prosp. Lomonosova 249, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; e-mail: olia.morozow2011@yandex.ru

For citation: Morozova O.S., Sergeeva T.B., Shchegoleva L.S. Cellular Immunity in Women Aged 40–60 Years Living in the Far North. *Journal of Medical and Biological Research*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 235–240. DOI: 10.37482/2687-1491-Z014