Журнал медико-биологических исследований. 2025. Т. 13, № 2. С. 177–184.
Journal of Medical and Biological Research, 2025, vol. 13, no. 2, pp. 177–184.

Научная статья
УДК [612.13:612.592]-053.67
DOI: 10.37482/2687-1491-Z237

Гендерные особенности гемодинамики при воздействии холода на кисть у лиц юношеского возраста

Андрей Борисович Гудков* ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5923-0941
Елена Владимировна Коробицына* ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6622-2699
Ольга Николаевна Попова* ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0135-4594
Александр Николаевич Никанов** ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3335-4721
Сергей Валентинович Колмогоров*** ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9339-500X
Сергей Петрович Ермолин* ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5061-759X

*Северный государственный медицинский университет
(Архангельск, Россия)
**Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья
(Санкт-Петербург, Россия)
***Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(Архангельск, Россия)

Аннотация. Исследование эффектов, вызываемых действием гипотермии на организм человека, представляет собой актуальную проблему для современной физиологии и практической медицины. **Целью** работы явилось установление гендерных особенностей реакции гемодинамики при локальном холодовом воздействии на кисть у лиц юношеского возраста. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие практически здоровые юноши ($n = 27$) и девушки ($n = 30$) в возрасте 18–20 лет, родившиеся и постоянно проживающие на территории Арктической зоны Российской Федерации. Холодовая нагрузка моделировалась путем водной иммерсии кисти при температуре 8 °С в течение 1 мин. Для полного восстановления после воздействия холода требовалось 25 мин. В качестве фоновой нагрузки была выбрана температура 24 °С. Показатели гемодинамики регистрировались при помощи аппаратно-программного комплекса «Система интегрального мониторинга “СИМОНА 111”» (Россия). Определялись индексы сократимости сердечной мышцы, частота сердечных сокращений, пульсовой индекс периферического сосудистого сопротивления и интегральные показатели, отражающие общий уровень функциональных возможностей системы кровообращения. **Результаты.** Установлено, что кратковременная холодовая экспозиция кисти вызывает отрицательные инотропный (понижение сократительной способности сердечной мышцы) и хронотропный (понижение частоты сердечных сокращений) эффекты. Вместе с тем обнаружено нарастание

© Гудков А.Б., Коробицына Е.В., Попова О.Н., Никанов А.Н., Колмогоров С.В., Ермолин С.П., 2025

Ответственный за переписку: Ольга Николаевна Попова, *адрес:* 163069, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51; *e-mail:* popova_nsmu@mail.ru

функциональных резервов организма. Анализ показателей гемодинамики выявил различия в реакциях системы кровообращения между обследуемыми группами юношей и девушек. Влияние локального охлаждения кожи кисти на сердечно-сосудистую систему девушек было более значительным по сравнению с таковым для юношей. Помимо этого, установлены реакции разных групп показателей гемодинамики: если у юношей изменения происходили преимущественно из-за понижения периферического сосудистого сопротивления и повышения артериального давления, то у девушек – вследствие понижения индексов сократительной способности и показателей работы сердечной мышцы.

Ключевые слова: *локальное холодовое воздействие, охлаждение кожи кисти, реакция сердечно-сосудистой системы на холод, гендерные особенности гемодинамики, температурная чувствительность, коренные жители Арктической зоны Российской Федерации*

Для цитирования: Гендерные особенности гемодинамики при воздействии холода на кисть у лиц юношеского возраста / А. Б. Гудков, Е. В. Коробицына, О. Н. Попова, А. Н. Никанов, С. В. Колмогоров, С. П. Ермолин // Журнал медико-биологических исследований. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 177-184. – DOI 10.37482/2687-1491-Z237.

Original article

Sex-Related Features of Haemodynamic Response to Cold Exposure of the Hand in Young People

Andrey B. Gudkov* ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5923-0941
Elena V. Korobitsyna* ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6622-2699
O'lga N. Popova* ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0135-4594
Aleksandr N. Nikanov** ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3335-4721
Sergey V. Kolmogorov*** ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9339-500X
Sergey P. Ermolin* ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5061-759X

*Northern State Medical University
(Arkhangelsk, Russia)
**The Northwest Public Health Research Center
(St. Petersburg, Russia)
***Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
(Arkhangelsk, Russia)

Abstract. Studying the effects of hypothermia on the human body is a pressing issue for modern physiology and practical medicine. The **purpose** of this article was to establish sex-related features of the haemodynamic response to local cold exposure of the hand in young people. **Materials and methods.** The research involved apparently healthy young men (n = 27) and women (n = 30) aged 18–20 years, born and permanently living in the Arctic zone of the Russian Federation. The stress test included immersion of the hand in 8 °C water for 1 min. It took 25 min

Corresponding author: Ol'ga Popova, *address:* prosp. Troitskiy 51, Arkhangelsk, 163069, Russia; *e-mail:* popova_nsmu@mail.ru

to fully recover after cold exposure. The temperature of 24 °C served as the baseline. Haemodynamic parameters were recorded using SIMONA 111 Integrated Monitoring System (Russia). The following were determined: myocardial contractility indices, heart rate, pulsatility index (a marker of peripheral vascular resistance) as well as integral indicators reflecting the overall level of functional capabilities of the circulatory system. **Results.** Short-term cold exposure of the hand was found to cause a negative inotropic (decreased myocardial contractility) and a negative chronotropic (decreased heart rate) effects. At the same time, an increase in the body's functional reserves was detected. The analysis of haemodynamic parameters showed differences in the response of the circulatory system between the examined groups of young men and women. The effect of local cooling of the hand on the cardiovascular system was more pronounced in women than in men. In addition, responses of different groups of haemodynamic parameters were identified: while in men changes occurred primarily due to lowered peripheral vascular resistance and increased blood pressure, in women they were caused by a decrease in contractility indices and myocardial parameters.

Keywords: *local cooling, hand cooling, response of the cardiovascular system to cold, sex-related features of haemodynamics, thermal sensitivity, natives of the Russian Arctic*

For citation: Gudkov A.B., Korobitsyna E.V., Popova O.N., Nikanov A.N., Kolmogorov S.V., Ermolin S.P. Sex-Related Features of Haemodynamic Response to Cold Exposure of the Hand in Young People. *Journal of Medical and Biological Research*, 2025, vol. 13, no. 2, pp. 177–184. DOI: 10.37482/2687-1491-Z237

Россия является самой холодной страной в мире. Природно-климатический холодовой фактор можно назвать одной из ее национальных проблем. На долю Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) приходится около 30 % площади страны. Вот почему в настоящее время отмечается повышенный интерес к изучению компенсаторно-приспособительных реакций организма человека к условиям высоких широт, в т. ч. и в АЗРФ, которая является не только стратегически важной областью для дальнейшего экономического развития страны, но и территорией международного соперничества. Следует подчеркнуть, что холод – один из ведущих абиотических факторов Севера, оказывающий как общее, так и локальное воздействие, способный привести к истощению компенсаторных и регуляторных механизмов и нарушению внутренней среды организма [1]. Кроме того, в условиях работы на открытом воздухе воздействию холода подвергается не только лицо, но и кисти рук. Установлено, что одним из наиболее важных маркеров, отражающих степень адаптированности организма к холодовому воздействию, является состояние сердечно-сосудистой системы, которая реагирует на раздражитель перестройкой гемодинамики [2–4]. Несмотря на то, что механизмы, лежащие в основе восприятия температуры окружающей среды организмом человека и животных, изучены в малой степени [5, 6], на сегодняшний день исследование эффектов, вызываемых действием гипотермии на организм человека, представляет собой актуальную проблему физиологии и практической медицины [7, 8]. Так, достаточно основательно описаны реакции внешнего дыхания на локальное воздействие низкой температуры на кожу рук и ног [5, 9, 10], а также изменения ритма головного мозга человека при охлаждение кисти [11]. Наряду с этим работы, посвященные роли локального холодового фактора в изменении функциональной активности сердечно-сосудистой системы, весьма скудны и представлены в единичном количестве, а имеющиеся данные были получены преимущественно при обследовании мужчин [12, 13]. Исходя из этого, исследование особенностей гемодинамики после погружения кисти в холодную воду у жителей АЗРФ актуально как для науки, так и для практического приложения.

Цель исследования – установить гендерные особенности реакции гемодинамики при локальном воздействии холода на кисть у лиц юношеского возраста.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 27 юношей и 30 девушек в возрасте от 18 до 20 лет. Все они являлись уроженцами АЗРФ, были практически здоровы и не имели жалоб в день обследования. Группы комплектовались на основании официально установленных норм Всемирной организации здравоохранения и требований биомедицинской этики, опубликованных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (редакция 2013 года) и директиве Европейского сообщества 8/609ЕС. Все испытуемые подписали информированное согласие на проведение обследования.

Для фиксации требуемых параметров применялся компьютерный блок «Система интегрального мониторинга “СИМОНА 111”» (Россия). Нагрузочная проба заключалась в водной иммерсии кисти при температуре 8 °С в течение 1 мин. Для полного восстановления после пробы требовалось 25 мин [14]. В качестве фоновой нагрузки была выбрана температура 24 °С, поскольку она соответствует оптимальной температуре воды в плавательном бассейне (24–28 °С). Нахождение в воде в этих условиях является комфортным для организма человека, занимающегося плаванием и выполняющего физические нагрузки, т. к. исключает вероятность перегрева или переохлаждения.

Центральная гемодинамика изучалась путем измерения некоторых индексов сократимости сердечной мышцы: индекс состояния инотропии (ИСИ, $с^{-2}$), соответствующий максимальному ускорению крови при выбросе из левого желудочка в аорту; индекс сократимости миокарда (ИСМ, $с^{-1}$), определяющийся как максимальная скорость выброса крови из левого желудочка в аорту; коэффициент напряжения миокарда (КНМ, у. е.), отражающий эффективность сердечных сокращений; минутный индекс работы левого желудочка (МИРЛЖ, кг·$м^3$/мин), представляющий собой меру физической нагрузки, выполняемой левым желудочком за 1 мин (позволяет оценить производительность сердечного насоса). Среди прочего, измерялись частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), среднее артериальное давление ($АД_{ср}$, мм рт. ст.) и ударный индекс (УИ, мл·$м^2$/уд.). Функциональные возможности периферической гемодинамики оценивались с помощью не менее важного показателя – пульсового индекса периферического сосудистого сопротивления (ПИПСС, $\cdot 10^{-3}$, дин·с·$м^2$/$см^5$). В рамках анализа интегральных показателей, отображающих общий уровень функциональных возможностей системы кровообращения, определялась величина кардиального резерва (КР, у. е.), который можно охарактеризовать как соотношение диастолы и систолы (электрической и механической), т. е. этот показатель коррелирует с продолжительностью фаз сердечного цикла.

Статистическая обработка данных выполнялась посредством программ SPSS 20 для Windows, Microsoft Excel 2003. Значимость различий для сравнения групп и попарных сравнений оценивалась с использованием непараметрического критерия Фридмана и одновыборочного критерия Вилкоксона для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05.

Результаты. Ответом центрального кровообращения на локальную холодовую (8 °С) иммерсию кисти у юношей (*рис. 1*) являлись замедление сердечного ритма (понижение ЧСС, $p < 0{,}001$), вероятно, связанное с нарастанием тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, стимулируемым влиянием низкой температуры на периферические температурные рецепторы, а также рост $АД_{ср}$ ($p \leq 0{,}05$) и УИ ($p \leq 0{,}05$) и снижение эффективности сердечных сокращений в результате уменьшения КНМ ($p < 0{,}001$).

Еще одной установленной реакцией на холод стало понижение ПИПСС ($p \leq 0{,}05$), который характеризует тонус вентрикулярной стенки во время систолы, т. е. отражает постнагрузку.

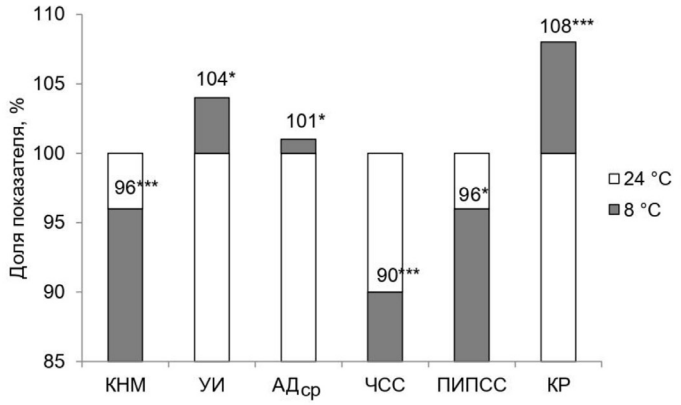

Рис. 1. Изменение показателей гемодинамики после охлаждения (8 °C) кожи кисти у юношей: *, *** – установлены статистически значимые отличия от нормальных величин при $p \leq 0{,}05$ и $p \leq 0{,}001$ соответственно

Fig. 1. Changes in haemodynamic parameters after hand cooling (8 °C) in young men: *, *** – statistically significant differences from normal values were established at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.001$, respectively

Результатом погружения кисти в холодную воду температурой 8 °C у девушек также было замедление сердечного ритма (понижение ЧСС, $p < 0{,}05$) (*рис. 2*). В тех же самых условиях изменение сократимости миокарда у девушек проявлялось убыванием ИСИ и ИСМ и показателей работы левого желудочка. Так, отмечалось понижение ИСИ ($p \leq 0{,}01$), ИСМ ($p \leq 0{,}001$), КНМ ($p \leq 0{,}05$) и МИРЛЖ ($p \leq 0{,}01$).

Для интегральной оценки общего уровня функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы и физической работоспособ-

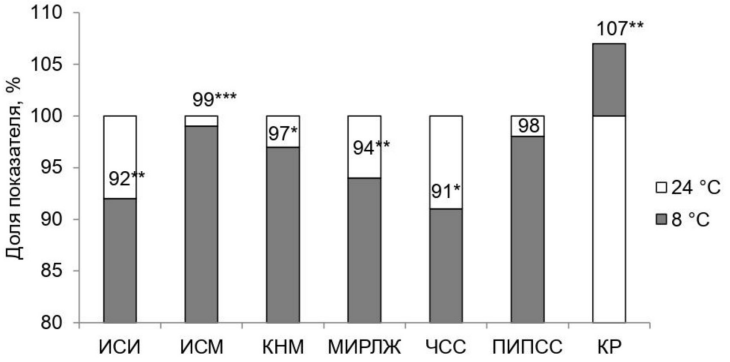

Рис. 2. Изменение показателей гемодинамики после охлаждения (8 °C) кожи кисти у девушек: *, **, *** – установлены статистически значимые отличия от нормальных величин при $p \leq 0{,}05$, $p \leq 0{,}01$, $p \leq 0{,}001$ соответственно

Fig. 2. Changes in haemodynamic parameters after hand cooling (8 °C) in young women: *, **, *** – statistically significant differences from normal values were established at $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.001$, respectively

ности организма человека на текущий момент важно анализировать величину КР, характеризующуюся соотношением длительности фаз сердечного цикла. Анализ КР после локального холодового воздействия показал возрастание его как у юношей ($p \leq 0{,}001$), так и у девушек ($p \leq 0{,}01$).

Обсуждение. При интерпретации полученных результатов обнаружено, что после локального охлаждения кожи кисти ПИПСС изменился у юношей, но у девушек он не претерпел существенных изменений. Это, вероятно, связано с тем, что мышечная ткань последних не столь хорошо развита.

Действие локального холодового фактора привело к нарастанию КР и у юношей, и у девушек. Такая реакция, возможно, обусловлена мобилизацией компенсаторно-адаптационных механизмов организма человека после гипотермической нагрузки на сердечно-сосудистую систему. Данная величина характеризует резерв работы сердца, соотносится с выносливостью организма. Рост КР указывает на повышение выносливости и потенциала к выполнению большого объема работы. Вероятно, кратковременное (одноминутное) погружение кисти в холодную воду приводит к тому, что эти резервы увеличиваются.

Анализ показателей гемодинамики выявил различия в реакциях системы кровообращения между обследуемыми юношами и девушками. Полученные данные свидетельствуют о более значительном влиянии локального охлаждения кожи кисти на сердечно-сосудистую систему девушек, чем юношей. Помимо этого, установлены реакции разных групп показателей гемодинамики: если у юношей изменения происходят преимущественно путем понижения периферического сосудистого сопротивления и повышения артериального давления, то у девушек – вследствие понижения индексов сократительной способности и показателей работы сердечной мышцы.

Таким образом, исследование особенностей гемодинамики при локальном воздействии холода (температуры 8 °С) на кисть у лиц юношеского возраста показало, что кратковременная холодовая экспозиция кисти вызывает отрицательный инотропный эффект (понижение сократительной способности сердечной мышцы) и отрицательный хронотропный эффект (понижение частоты сердечных сокращений). Вместе с тем обнаружено нарастание функциональных резервов организма.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. *Грибанов А.В., Гудков А.Б., Попова О.Н., Крайнова И.Н.* Кровообращение и дыхание у школьников в циркумполярных условиях. Архангельск: САФУ, 2016. 270 с.

2. *Бойко Е.Р.* Методические подходы к исследованию влияния факторов Севера на организм человека // Вестн. образования и развития науки Рос. акад. естеств. наук. 2020. № 1. С. 82–88. https://doi.org/10.26163/RAEN.2020.46.81.013

3. *Мироновская А.В., Бузинов Р.В., Гудков А.Б.* Прогнозная оценка неотложной сердечно-сосудистой патологии у населения северной урбанизированной территории // Здравоохранение Рос. Федерации. 2011. № 5. С. 66–67.

4. *Martin S.A., Hadmaş R.M.* Individual Adaptation in Cross-Country Skiing Based on Tracking During Training Conditions // Sports (Basel), 2019. Vol. 7, № 9. Art. № 211. https://doi.org/10.3390/sports7090211

5. *Козырева Т.В., Ткаченко Е.Я., Потапова Т.А., Воевода М.И.* Реакция респираторной системы на локальное охлаждение у людей с однонуклеотидным полиморфизмом *rs*11562975 гена термочувствительного ионного канала *TRPM8* // Физиология человека. 2014. Т. 40, № 2. С. 94–98. https://doi.org/10.7868/S0131164614020106

6. *Kozyreva T.V.* Central and Peripheral Thermoreceptors. Comparative Analysis of the Effects of Prolonged Adaptation to Cold and Noradrenaline // Neurosci. Behav. Physiol. 2007. Vol. 37, № 2. P. 191–198. https://doi.org/10.1007/s11055-007-0167-4

7. *Аверьянова И.В.* Ответные реакции кардиогемодинамики при локальном холодовом воздействии у жителей приморской и континентальной зон Магаданской области // Экология человека. 2021. № 10. С. 29–36. https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-10-29-36

8. *Баранова Т.И., Рыбьякова Т.В., Дмитриева М.О., Анисимов Д.А., Тарасова М.С., Оганнисян М.Г.* Особенности реакции сердечно-сосудистой системы организма человека на погружение в холодную воду // Медицина экстрем. ситуаций. 2023. Т. 25, № 4. С. 106–115. https://doi.org/10.47183/mes.2023.053

9. *Гудков А.Б., Попова О.Н., Скрипаль Б.А.* Реакция системы внешнего дыхания на локальное охлаждение у молодых лиц трудоспособного возраста // Медицина труда и пром. экология. 2009. № 4. С. 26–30.

10. *Попова О.Н.* Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера: дис. … д-ра мед. наук. М., 2009. 278 с.

11. *Грибанов А.В., Аникина Н.Ю., Кожевникова И.С., Малявская С.И., Панков М.Н.* Реакция церебрального энергометаболизма на холодовой стресс у молодых людей, проживающих в Арктическом регионе Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 3. С. 17–23. https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-3-17-23

12. *Герасимова-Мейгал Л.И., Табаев И.А.* Вазомоторные реакции на локальное охлаждение у молодых лиц с никотиновой зависимостью // Крым. журн. эксперим. и клин. медицины. 2020. Т. 10, № 3. С. 5–11. https://doi.org/10.37279/2224-6444-2020-10-3-5-11

13. *Johnson J.M., Kellogg D.L. Jr.* Skin Vasoconstriction as a Heat Conservation Thermoeffector // Handb. Clin. Neurol. 2018. Vol. 156. P. 175–192. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63912-7.00011-4

14. *Орлов Г.А.* Хроническое поражение холодом. М.: Медицина. Ленингр. отд-ние, 1978. 167 с.

References

1. Gribanov A.V., Gudkov A.B., Popova O.N., Kraynova I.N. *Krovoobrashchenie i dykhanie u shkol'nikov v tsirkumpolyarnykh usloviyakh* [Blood Circulation and Breathing in Schoolchildren in Circumpolar Conditions]. Arkhangelsk, 2016. 270 p.

2. Boyko E.R. Metodicheskie podkhody k issledovaniyu vliyaniya faktorov Severa na organizm cheloveka [Method Approaches to Studying Effects of North Factors on Human Body]. *Vestnik obrazovaniya i razvitiya nauki Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk*, 2020, no. 1, pp. 82–88. https://doi.org/10.26163/RAEN.2020.46.81.013

3. Mironovskaya A.V., Buzinov R.V., Gudkov A.B. Prognoznaya otsenka neotlozhnoy serdechno-sosudistoy patologii u naseleniya severnoy urbanizirovannoy territorii [Prognostic Evaluation of Urgent Cardiovascular Disease in the Population of a Northern Urbanized Area]. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*, 2011, no. 5, pp. 66–67.

4. Martin S.A., Hadmaș R.M. Individual Adaptation in Cross-Country Skiing Based on Tracking During Training Conditions. *Sports (Basel)*, 2019, vol. 7, no. 9. Art. no. 211. https://doi.org/10.3390/sports7090211

5. Kozyreva T.V., Tkachenko E.Y., Potapova T.A., Voevoda M.I. Respiratory System Response to Local Cooling in Subjects with Single Nucleotide Polymorphism rs11562975 of the *TRPM8* Temperature-Sensitive Ion Channel Gene. *Hum. Physiol.*, 2014, vol. 40, no. 2, pp. 197–200. https://doi.org/10.1134/S0362119714020108

6. Kozyreva T.V. Central and Peripheral Thermoreceptors. Comparative Analysis of the Effects of Prolonged Adaptation to Cold and Noradrenaline. *Neurosci. Behav. Physiol.*, 2007, vol. 37, no. 2, pp. 191–198. https://doi.org/10.1007/s11055-007-0167-4

7. Averyanova I.V. Cardiohemodynamic Response to Local Cold Exposure Among Men from Coastal and Inland Zones of the Magadan Region. *Hum. Ecol.*, 2021, no. 10, pp. 29–36. https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-10-29-36

8. Baranova T.I., Rybyakova T.V., Dmitrieva M.O., Anisimov D.A., Tarasova M.S., Ogannisyan M.G. Specifics of Reaction of Human Cardiovascular System to Immersion in Cold Water. *Extrem. Med*., 2023, vol. 25, no. 4, pp. 98–106. https://doi.org/10.47183/mes.2023.053

9. Gudkov A.B., Popova O.N., Skripal' B.A. Reaktsiya sistemy vneshnego dykhaniya na lokal'noe okhlazhdenie u molodykh lits trudosposobnogo vozrasta [External Respiration System Reaction to Local Cooling of Skin of Young Able-Bodied Persons]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2009, no. 4, pp. 26–30.

10. Popova O.N. *Kharakteristika adaptivnykh reaktsiy vneshnego dykhaniya u molodykh lits trudosposobnogo vozrasta, zhiteley Evropeyskogo Severa* [Characteristics of Adaptive Reactions of External Respiration in Young Working-Age People Living in the European North: Diss.]. Moscow, 2009. 278 p.

11. Gribanov A.V., Anikina N.Yu., Kozhevnikova I.S., Malyavskaya S.I., Pankov M.N. Cerebral Energy Metabolism Reaction to Cold Stress in Young People Living in the Arctic Region. *Hum. Ecol.*, 2019, no. 3, pp. 17–23 (in Russ.). https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-3-17-23

12. Gerasimova-Meygal L.I., Tabaev I.A. Vazomotornye reaktsii na lokal'noe okhlazhdenie u molodykh lits s nikotinovoy zavisimost'yu [Vasomotor Reactions on Local Cooling in Young Individuals with Nicotine Addiction]. *Krymskiy zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 5–11. https://doi.org/10.37279/2224-6444-2020-10-3-5-11

13. Johnson J.M., Kellogg D.L. Jr. Skin Vasoconstriction as a Heat Conservation Thermoeffector. *Handb. Clin. Neurol.*, 2018, vol. 156, pp. 175–192. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63912-7.00011-4

14. Orlov G.A. *Khronicheskoe porazhenie kholodom* [Chronic Cold Injury]. Moscow, 1978. 167 p.

Поступила в редакцию 03.07.2024 / Одобрена после рецензирования 25.10.2024. / Принята к публикации 11.11.2024.
Submitted 3 July 2024 / Approved after reviewing 25 October 2024 / Accepted for publication 11 November 2024.