

УДК 616.127:616-001.19

DOI: 10.37482/2687-1491-Z084

ОСОБЕННОСТИ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА ПРИ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА СТОПУ

*Е.В. Коробицына** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6622-2699>

*А.Б. Гудков** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5923-0941>

*О.Н. Попова** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0135-4594>

*Ю.Ф. Щербина*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1663-1670>

*Северный государственный медицинский университет
(г. Архангельск)

**Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова
(Москва)

Изучены физиологические реакции системы кровообращения человека на локальное охлаждение стоп. В исследовании были задействованы юноши ($n = 27$) и девушки ($n = 30$) в возрасте от 17 до 20 лет, уроженцы Арктической зоны Российской Федерации (г. Архангельск). Исследование осуществлялось на аппарате «СИМОНА 111» («Система интегрального мониторинга»). Установлено, что стимуляция периферических термочувствительных рецепторов кожи стопы в условиях локального холодного воздействия вызывает у юношей и девушек понижение сократительной способности сердечной мышцы, при этом у девушек отмечается бóльшая чувствительность к холодному фактору, чем у юношей.

Ключевые слова: локальное охлаждение стопы, физиологические реакции сердечно-сосудистой системы, юношеский возраст.

Холод – основной неблагоприятный неспецифический фактор северных территорий [1–3]. В научной литературе имеются данные о воздействии локального охлаждения на систему кровообращения [4], функции внешнего дыхания и биоэлектрическую активность головного мозга [5]. При исследовании ответных реакций системы кровообращения на возмуща-

ющие факторы внешней среды отдельное внимание привлекают показатели, относящиеся к сократимости миокарда [6].

Цель работы – определить особенности показателей сократимости сердечной мышцы в условиях разнотемпературного локального холодного воздействия на стопы у лиц юношеского возраста.

Ответственный за переписку: Коробицына Елена Владимировна, адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51; e-mail: korobitsyna.elena@mail.ru

Для цитирования: Коробицына Е.В., Гудков А.Б., Попова О.Н., Щербина Ю.Ф. Особенности сократимости миокарда у лиц юношеского возраста при холодном воздействии на стопу // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 4. С. 459–462. DOI: 10.37482/2687-1491-Z084

В исследовании были задействованы юноши ($n = 27$) и девушки ($n = 30$) в возрасте от 17 до 20 лет, уроженцы Арктической зоны РФ. Для определения показателей сократимости миокарда использовался аппарат «СИМОНА 111» (ООО «ОКУЛЮС 2000», Москва). Все участники подписали информированное согласие на исследование, которое проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации.

Холодовые пробы выполнялись следующим образом: стопу на 1 мин последовательно погружали в воду температурой 24, 15 и 8 °С. Восстановление после каждой пробы протекало в течение 25 мин.

Показатели сократимости миокарда: индекс состояния инотропии (ИСИ, $1/c^2$), индекс сократимости миокарда (ИСМ, $1/c$), отклонение от нормы сократимости левого желудочка (ИНО, $\pm\Delta\%$), коэффициент напряжения миокарда (КНМ, у. е.), минутный индекс работы левого желудочка (МИРЛЖ, $кг \cdot м / (мин \cdot м^2)$) – фиксировались как до (фон), так и во время холодовой нагрузки.

Полученные данные обрабатывались статистически, при этом использовался пакет программ IBM SPSS, v. 17.0. Проверка нормальности распределения осуществлялась при помощи критерия Шапиро–Уилка. Поскольку данные не подчинялись закону нормального распределения, результаты описательной статистики для них представлялись в виде медианы (Me), первого и третьего (Q_1 и Q_3) квартилей. Для сравнения групп применялся непараметрический критерий Фридмана, для попарных сравнений – одновыборочный критерий Вилкоксона для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. Критический уровень значимости – $p \leq 0,05$.

Анализ результатов исследования показал, что раздражение периферических термочувствительных рецепторов кожи стопы при локальном холодом воздействии вызывает изменения некоторых параметров, характеризующих сократимость миокарда, и у юношей, и у девушек. Так, при температурах 24 и 15 °С у юношей наблюдалось понижение по сравне-

нию с фоном лишь КНМ ($p \leq 0,05$), в то время как у девушек претерпевали изменения показатели ИСИ, ИСМ, КНМ и МИРЛЖ. В частности, при температуре воды 24 °С у девушек отмечалось понижение ИСМ ($p \leq 0,05$), КНМ ($p \leq 0,05$) и МИРЛЖ ($p \leq 0,001$), при температуре 15 °С – уменьшение ИСИ ($p \leq 0,01$) и ИСМ ($p \leq 0,001$). Кроме того, при температуре 8 °С у девушек отмечено снижение ИСИ ($p \leq 0,01$) и ИСМ ($p < 0,001$), возрастание ИНО ($p \leq 0,05$), у юношей в этих условиях показатели сократимости миокарда не изменялись.

Необходимо подчеркнуть, что и у юношей, и у девушек уменьшался КНМ при температуре 24 °С, при этом у девушек происходило также снижение ИСМ и насосной функции сердца (МИРЛЖ). При температуре 15 °С у юношей уменьшался КНМ, а у девушек – снижалась сократимость миокарда (ИСИ, ИСМ). При 8 °С у девушек снижалась сократимость миокарда (ИСИ, ИСМ) и повышался показатель ИНО, характеризующий отклонение от нормы сократимости левого желудочка. В целом следует отметить, что в условиях локального охлаждения кожи стопы у девушек в большей степени, чем у юношей, претерпевают изменения показатели сократимости миокарда.

Таким образом, исследование продемонстрировало, что стимуляция периферических термочувствительных рецепторов кожи стопы в условиях локального холодом воздействия вызывает снижение сократительной способности сердечной мышцы (инотропии) у лиц юношеского возраста, что влечет за собой ухудшение насосной функции сердца. При этом наибольшие изменения показателей системы кровообращения происходят в ответ на локальное охлаждение кожи стопы температурой 15 и 8 °С. У девушек отмечается большая чувствительность к холодому фактору, чем у юношей. Выявленные изменения показателей сократимости миокарда определяются, возможно, возбуждением симпатoadренальной системы [7], что сопровождается интенсификацией кровообращения [8]. Эти изменения следует рассматривать как защитно-приспособительные реакции в ответ на воздействие охлаждающего фактора.

Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

1. Чащин В.П., Гудков А.Б., Чащин М.В., Попова О.Н. Преди́ктивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода // Экология человека. 2017. № 5. С. 3–13. DOI: [10.33396/1728-0869-2017-5-3-13](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-5-3-13)
2. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодových воздействиях (обзор). Сообщение I // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2015. № 1. С. 5–15.
3. Koenigk T., Caian M., Nikulin G., Schimanke S. Regional Arctic Sea Ice Variations as Predictor for Winter Climate Conditions // *Clim. Dyn.* 2016. Vol. 46, № 1-2. P. 317–337. DOI: [10.1007/s00382-015-2586-1](https://doi.org/10.1007/s00382-015-2586-1)
4. Рэйляну Р.И., Бочаров М.И., Истомина Н.Э. Особенности кровообращения человека при реакции на разные по мощности локальные холодovые воздействия // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер.: Биология и экология. 2007. № 5. С. 21–26.
5. Гудков А.Б., Попова О.Н., Пащенко А.В. Физиологические реакции человека на локальное холодovое воздействие: моногр. Архангельск: Изд-во СГМУ, 2012. 145 с.
6. Дерновой Б.Ф., Прошева В.И. Кардиогемодинамика и секреторная функция миокарда у высококвалифицированных лыжников-гонщиков при адаптации к холоду // Экология человека. 2019. № 6. С. 45–50. DOI: [10.33396/1728-0869-2019-6-45-50](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-6-45-50)
7. Медведев А.А., Соколова Л.В. Особенности и механизмы температурной чувствительности (обзор) // Журн. мед.-биол. исследований. 2019. Т. 7, № 1. С. 92–105. DOI: [10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92](https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92)
8. Mohammad M.A., Koul S., Rylance R., Fröbert O., Alfredsson J., Sahlén A., Witt N., Jernberg T., Muller J., Erlinge D. Association of Weather with Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDHEART Nationwide Observational Study // *JAMA Cardiol.* 2018. Vol. 3. P. 1081–1089. DOI: [10.1001/jamacardio.2018.3466](https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.3466)

References

1. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Prediktivnaya otsenka individual'noy vospriimchivosti organizma cheloveka k opasnomu vozdeystviyu kholoda [Predictive Assessment of Individual Human Susceptibility to Damaging Cold Exposure]. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 5, pp. 3–13. DOI: [10.33396/1728-0869-2017-5-3-13](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-5-3-13)
2. Bocharov M.I. Termoregulyatsiya organizma pri kholodovykh vozdeystviyakh (obzor). Soobshchenie I [Thermoregulation in Cold Environments (Review). Report I]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2015, no. 1, pp. 5–15.
3. Koenigk T., Caian M., Nikulin G., Schimanke S. Regional Arctic Sea Ice Variations as Predictor for Winter Climate Conditions. *Clim. Dyn.*, 2016, vol. 46, no. 1-2, pp. 317–337. DOI: [10.1007/s00382-015-2586-1](https://doi.org/10.1007/s00382-015-2586-1)
4. Reylyanu R.I., Bocharov M.I., Istomina N.E. Osobennosti krovoobrashcheniya cheloveka pri reaktzii na raznye po moshchnosti lokal'nye kholodovye vozdeystviya [Main Features of Man's Bloodstream with Reaction on Local Cooling of Different Power]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Biologiya i ekologiya*, 2007, no. 5, pp. 21–26.
5. Gudkov A.B., Popova O.N., Pashchenko A.V. *Fiziologicheskie reaktzii cheloveka na lokal'noe kholodovoe vozdeystvie* [Human Physiological Response to Local Cooling]. Arkhangelsk, 2012. 145 p.
6. Dernovoy B.F., Prosheva V.I. Kardiogemodinamika i sekretornaya funktsiya miokarda u vysokokvalifitsirovannykh lyzhnikov-gonshchikov pri adaptatsii k kholodu [Cardiohemodynamic and Secretory Function of the Myocardium in Elite Athletes During Adaptation to Cold]. *Ekologiya cheloveka*, 2019, no. 6, pp. 45–50. DOI: [10.33396/1728-0869-2019-6-45-50](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-6-45-50)
7. Medvedev A.A., Sokolova L.V. Features and Mechanisms of Temperature Sensitivity (Review). *J. Med. Biol. Res.*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 92–105. DOI: [10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92](https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92)
8. Mohammad M.A., Koul S., Rylance R., Fröbert O., Alfredsson J., Sahlén A., Witt N., Jernberg T., Muller J., Erlinge D. Association of Weather with Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDHEART Nationwide Observational Study. *JAMA Cardiol.*, 2018, vol. 3, no. 11, pp. 1081–1089. DOI: [10.1001/jamacardio.2018.3466](https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.3466)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z084

*Elena V. Korobitsyna** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6622-2699>
*Andrey B. Gudkov** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5923-0941>
*Ol'ga N. Popova** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0135-4594>
*Yuliya F. Shcherbina*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1663-1670>

*Northern State Medical University
(Arkhangelsk, Russian Federation)

**Plekhanov Russian University of Economics
(Moscow, Russian Federation)

MYOCARDIAL CONTRACTILITY IN YOUNG PEOPLE DURING COLD EXPOSURE OF THE FOOT

This paper studied the physiological response of the human circulatory system to local cooling of the feet. The research involved young men ($n = 27$) and women ($n = 30$) aged between 17 and 20 years, born and permanently living in the Arctic zone of the Russian Federation (Arkhangelsk). SIMONA 111 integrated monitoring system was used. We found that stimulation of peripheral temperature-sensitive receptors of the foot skin at local cooling causes a decrease in heart contractility in both sexes, while young women demonstrate greater sensitivity to the cold factor than young men.

Keywords: *local cooling of the foot, physiological response of the cardiovascular system, young age.*

Поступила 22.01.2021

Принята 01.07.2021

Received 22 January 2021

Accepted 1 July 2021

Corresponding author: Elena Korobitsyna, address: prosp. Troitskiy 51, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation;
e-mail: korobitsyna.elena@mail.ru

For citation: Korobitsyna E.V., Gudkov A.B., Popova O.N., Shcherbina Yu.F. Myocardial Contractility in Young People During Cold Exposure of the Foot. *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 459–462. DOI: 10.37482/2687-1491-Z084