

## **СЕЗОННЫЕ РЕАКЦИИ СЕРДЦА НА ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ У МУЖЧИН – ЖИТЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ**

*Б.Ф. Дерновой\**, *Л.И. Иржак\*\**

\*Медико-санитарная часть МВД РФ по Республике Коми (г. Сыктывкар)

\*\*Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина (г. Сыктывкар)

Жители Европейского Севера России в два раза чаще, чем в среднем по стране, страдают патологией сердечно-сосудистой системы. В связи с этим особый научный интерес представляет изучение сезонных реакций механизмов ауторегуляции сердца у северян. Обследовано 10 мужчин – жителей Республики Коми (средний возраст 21 год), не имеющих регулярных повышенных физических нагрузок. Изучали кардиогемодинамику и хронотропную функцию сердца после изменения венозного возврата и в период гомеостаза кровообращения в контрастные по температуре сезоны года. Для моделирования изменений венозного возврата к сердцу применяли активные ортоклиностатическую и клиноортостатическую пробы. Методом эходоплеркардиографии измеряли в исходном положении, на 1-й и 4-й минутах после проб диаметр корня аорты, линейную скорость кровотока через аортальный клапан, регистрировали частоту сердечных сокращений. Рассчитывали ударный объем крови и минутный объем кровообращения. Исследование показало, что у обследуемых в ортостатическом положении частота сердечных сокращений, ударный объем крови и минутный объем кровообращения в декабре и мае не отличались. Повышение линейной скорости кровотока, ударного объема крови, минутного объема кровообращения, снижение частоты сердечных сокращений под действием ортоклиностатической пробы сохранялись на 4-й минуте после ее проведения. Вызываемые клиноортостатической пробой уменьшение линейной скорости кровотока, ударного объема крови, минутного объема кровообращения и повышение частоты сердечных сокращений не изменялись на 4-й минуте после проведения пробы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что на Севере у мужчин, не имеющих регулярных повышенных физических нагрузок, в ортостатическом положении кардиогемодинамика, хронотропная функция и производительность работы сердца не различаются по контрастным сезонам года. Вне зависимости от воздействия на организм мужчин-северян природно-климатических факторов характер функционирования механизмов ауторегуляции сердца после постуральных изменений венозного возврата сохраняется и в период восстановления гомеостаза кровообращения.

**Ключевые слова:** *кардиогемодинамика у мужчин-северян, ортоклиностатическая проба, клиноортостатическая проба, сезонные реакции механизмов ауторегуляции сердца.*

---

**Ответственный за переписку:** Дерновой Бронислав Федорович, адрес: 167000, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Кутузова, д. 9; e-mail: dernowoy@yandex.ru

**Для цитирования:** Дерновой Б.Ф., Иржак Л.И. Сезонные реакции сердца на изменение гемодинамики у мужчин – жителей Европейского Севера России // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 3. С. 18–23. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.18

Приспособление человека к действию климатических факторов проявляется в изменениях функционирования важнейших систем [1], в т. ч. особо чувствительной системы кровообращения [2]. На Севере, где в течение продолжительного времени сохраняется низкая температура окружающей среды, у человека в два раза чаще, чем в среднем по России, встречается патология сердечно-сосудистой системы (ССС) [3]. Установлено, что холод, изменяя чувствительность сенсорных систем органов кровообращения [4], вызывает напряженность деятельности кардиоваскулярной системы [5] и повышает уровень терминальных осложнений у человека с патологией сердца и сосудов в зимнее время года [6]. Вместе с тем замечено, что у молодых, здоровых мужчин с мобилизованным функциональным резервом ССС регулярными физическими нагрузками адаптация к холоду сопровождается индивидуальным изменением кардиогемодинамики и реакции механизмов ауторегуляции сердца [7]. В связи с этим научный интерес представляют сезонные реакции сердца на поструральные изменения гемодинамики в организме у мужчин, не занимающихся активно физической деятельностью. Цель настоящей работы – установить характер реагирования механизмов ауторегуляции сердца путем изучения кардиогемодинамики и хронотропной функции водителя ритма сердца после изменений венозного возврата и в период гомеостаза кровообращения у молодых мужчин, не занимающихся спортом, в контрастные сезоны года.

**Материалы и методы.** В декабре, при среднемесячной температуре окружающей среды  $-19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и в мае, при температуре  $12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , обследовали одну и ту же группу студентов мужского пола ( $n = 10$ ) Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина, коренных жителей Республики Коми, не имеющих отклонений в здоровье и регулярных спортивных нагрузок. Возраст испытуемых 20–22 года, рост – 175 (165–183) см, масса тела – 71 (60–86) кг. Исследование проводили в кабинете функциональной диагностики при температуре в помещении  $(20 \pm 1,5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Применяли функциональные пробы

(ФП): ортоклиностагическую (ОКП) – активное изменение положения тела из исходного (стоя) в положение лежа, клиноортостагическую (КОП) – переход из положения лежа в положение стоя. Параметры регистрировали последовательно: в исходном состоянии – стоя (фон), после стабилизации частоты сердечных сокращений (ЧСС); на 1-й и 4-й минутах после ОКП; на 1-й и 4-й минутах после КОП. Показатели работы сердца в ответ на ОКП сравнивали с фоном, а значения в ответ на КОП – с данными 4-й минуты ОКП. Методом эходоплеркардиографии измеряли передне-задний размер корня аорты (Ао, мм) в фазу систолы, ЧСС (уд./мин) в М-модальном режиме в парастернальной позиции, по длинной оси левого желудочка [8]. Количественные параметры – линейную скорость ( $V_{\text{лин}}$ , см/с) и время ( $t$ , мс) трансаортального кровотока в проекции максимального раскрытия створок аортального клапана в фазу систолы – измеряли в импульсном режиме доплеровского исследования на ультразвуковом сканере «SonoAce-8000 Ex» фирмы «Medison» (Корея), датчиком 3,5 МГц в общепринятой позиции [8]. По стандартным формулам [8] рассчитывали ударный объем (УО, см<sup>3</sup>) и минутный объем крови (МОК, см<sup>3</sup>/мин).

Результаты обрабатывали с помощью программного обеспечения «Excel 2003». Различия исследованной выборки оценивали с помощью непараметрического  $W$ -критерия Вилкоксона [9]. Критическим уровнем статистической значимости принимали  $p < 0,05$ .

**Результаты.** В исходном положении испытуемых (стоя)  $V_{\text{лин}}$ , ЧСС, УО и МОК соответствовали общепринятым [8] нормальным значениям (см. таблицу, с. 20) и не имели выраженных различий в исследуемые периоды. Быстрая реакция сердца на ОКП характеризовалась повышением в среднем по сезонам  $V_{\text{лин}}$  на 33 % и УО на 51 %. При этом понижение ЧСС на 17 % не ограничивало роста МОК, который за счет УО увеличился в среднем на 26 %. Обнаруженные изменения в ответ на ОКП сохранялись и на 4-й минуте исследования. КОП вызывала противоположную реакцию сердца, которая

**ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЦА У МУЖЧИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ, В ОТВЕТ НА ОРТОКЛИНОСТАТИЧЕСКУЮ (ОКП) И КЛИНООРТОСТАТИЧЕСКУЮ (КОП) ПРОБЫ В КОНТРАСТНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА ( $n = 10, M \pm SD$ )**

Показатель	Фон (стоя)	ОКП (лежа)		КОП (стоя)	
		1-я минута	4-я минута	1-я минута	4-я минута
<i>Май</i>					
$V_{\text{лин}}$ , см/с	77,2±10,1	99,6±15,1*	101,4±13,0*	81,9±12,2*	71,7±8,5*
ЧСС, уд./мин	68,7±15,7	56,5±7,6*	53,7±5,8*	66,5±14,8*	68,7±14,2*
УО, см <sup>3</sup>	66,9±12,4	95,3±19,9*	97,9±9,0*	68,9±12,3*	58,0±7,1*
МОК, см <sup>3</sup> /мин	4515,6±887,5	5337,6±1091,0*	5268,0±993,8*	4482,9±655,6*	3980,5±848,3*
<i>Декабрь</i>					
$V_{\text{лин}}$ , см/с	73,1±11,2	100,1±8,5*	95,3±8,8*	74,8±11,6*	70,8±6,7*
ЧСС, уд./мин	72,8±15,2	60,8±12,5*	56,0±9,8*	76,7±14,5*	76,5±14,6*
УО, см <sup>3</sup>	61,1±9,0	98,1±10,9*	96,5±13,1*	60,9±11,5*	56,4±5,4*
МОК, см <sup>3</sup> /мин	4417,8±990,6	5905,9±954,2*	5355,6±941,6*	4616,0±924,6*	4283,3±699,0*

Примечания:  $M \pm SD$  – среднее арифметическое и стандартное отклонение; \* – значимость статистических отличий  $p < 0,05$ .

характеризовалась уменьшением в среднем по сезонам  $V_{\text{лин}}$  на 20 %, УО на 33 %, МОК на 14 % и повышением ЧСС на 30 %. Обнаруженные изменения сохранялись на 4-й минуте исследования после КОП.

**Обсуждение.** Для оценки функциональных резервов и изучения характера приспособительных реакций ССС активно используют пробы [10], вызывающие изменение гемодинамики. При этом, как известно [11], срочная реакция свидетельствует о первичном звене адаптационного процесса, которое возникает в начале действия раздражителя. Вместе с тем для изучения работы сердца в период приспособления человека к новым условиям немаловажное значение имеют и последующие за срочной реакцией изменения, характеризующие динамику приспособительных сдвигов в период гомеостаза кровообращения. В проведенных нами исследованиях средние значения по группе не превышали нормальных общепринятых параметров [8], при этом сезонных отличий не выявлено. По-видимому, при ортостатическом положении тела, когда симпатический отдел вегетативной нервной системы доминирует в регуляции органов кровообращения, сезонные приспособительные сдвиги в работе сердца

у мужчин-северян, не имеющих регулярных физических нагрузок, малозаметны. В то же время у северян, интенсивно занимающихся игровым видом спорта – баскетболом, обнаружены индивидуальные сезонные отличия в работе сердца, характеризующиеся сниженными показателями ЧСС,  $V_{\text{лин}}$ , УО и МОК при адаптации организма к холоду [7]. Вероятно, регулярные физические нагрузки, предъявляя повышенные требования к организму и к ССС в частности, модифицируют чувствительность сенсорной системы органов кровообращения у человека к термическому фактору окружающей среды.

Вызванное ОКП повышение интракардиальной гемодинамики происходит в условиях сниженных энергозатрат миокарда, судя по урежению ЧСС, и сохраняется в период гомеостаза кровообращения испытуемых в положении лежа. В условиях ограничения венозного возврата к сердцу путем КОП [12] функционирование миогенного механизма ауторегуляции сердца сопровождается рефлекторным повышением ЧСС, при этом производительность работы сердца снижается и остается неизменной в период стабилизации кровообращения. Следует заметить, что у спортсменов реакция на ОКП и КОП была схожей, но имела, как и в исходном

положении, индивидуальные сезонные отличия [7], свидетельствуя о немаловажной роли повышенных физических нагрузок в сезонной модификации ответа механизмов ауторегуляции сердца у человека на Севере. По-видимому, задействованный избыточными физическими нагрузками функциональный резерв ССС оказывает влияние на адаптационный потенциал организма человека.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что на Севере у мужчин,

не имеющих регулярных повышенных физических нагрузок, в ортостатическом положении кардиогемодинамика, хронотропная функция и производительность работы сердца не различаются по контрастным сезонам. Вне зависимости от воздействия на организм северян природно-климатических факторов характер функционирования механизмов ауторегуляции сердца после постуральных изменений венозного возврата сохраняется и в период восстановления гомеостаза кровообращения.

### Список литературы

1. Сезонная динамика физиологических функций у человека на Севере / под ред. Е.Р. Бойко. Екатеринбург, 2009. 221 с.
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. Доршакова Н.В., Карапетян Т.А. Особенности патологии жителей Севера // Экология человека. 2004. № 6. С. 48–52.
4. Маслов Л.Н., Вычужанова Е.А. Влияние долговременной адаптации к холоду на состояние сердечно-сосудистой системы // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2013. Т. 99, № 10. С. 1113–1124.
5. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А. Новоселы на Европейском Севере: физиолого-гигиенические аспекты: моногр. Архангельск, 2012. 284 с.
6. Бойцов С.А., Лукьянов М.М., Концевая А.В., Деев А.Д., Баланова Ю.А., Капустина А.В., Кляшторный В.Г., Худяков М.Б. Особенности сезонной смертности населения от болезней системы кровообращения в зимний период в регионах Российской Федерации с различными климато-географическими характеристиками // Рационал. фармакотерапия в кардиологии. 2013. Т. 9, № 6. С. 627–632.
7. Дерновой Б.Ф., Иржак Л.И. Кардиогемодинамика при вызванных изменениях венозного возврата к сердцу у северян // Экология человека. 2013. № 12. С. 48–51.
8. Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. М., 1993. 347 с.
9. Унгуриану Т.Н., Гржибовский А.М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. № 5. С. 55–60.
10. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М., 1988. 208 с.
11. Меерсон Ф.З., Пиенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М., 1988. 252 с.
12. Иржак Л.И., Дерновой Б.Ф. Изменения кардиогемодинамики человека при постуральных пробах // Изв. Коми науч. центра Урал. отд-ния РАН. 2015. № 1(21). С. 44–47.

### References

1. Boyko E.R. (ed.). *Sezonnaya dinamika fiziologicheskikh funktsiy u cheloveka na Severe* [Seasonal Dynamics of Human Physiological Functions in the North]. Yekaterinburg, 2009. 221 p.
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. Dorshakova N.V., Karapetyan T.A. Osobennosti patologii zHITELEY Severa [Features of Northern Inhabitants Pathology]. *Ekologiya cheloveka*, 2004, no. 6, pp. 48–52.

4. Maslov L.N., Vychuzhanova E.A. Vliyanie dolgovremennoy adaptatsii k kholodu na sostoyanie serdechno-sosudistoy sistemy [Influence of Long-Term Adaptation to Cold on the State of Cardiovascular System]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2013, vol. 99, no. 10, pp. 1113–1124.

5. Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennykh A.A. *Novosely na Evropeyskom Severe: fiziologo-gigienicheskie aspekty* [New Settlers in the European North: Physiological and Hygienic Aspects]. Arkhangelsk, 2012. 284 p.

6. Boytsov S.A., Luk'yanov M.M., Kontsevaya A.V., Deev A.D., Balanova Yu.A., Kapustina A.V., Klyashtornyy V.G., Khudyakov M.B. Osobennosti sezonnoy smertnosti naseleniya ot bolezney sistemy krovoobrashcheniya v zimniy period v regionakh Rossiyskoy Federatsii s razlichnymi klimato-geograficheskimi kharakteristikami [Features of Seasonal Cardiovascular Mortality in Winter in Russian Regions with Different Climatic and Geographical Characteristics]. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*, 2013, vol. 9, no. 6, pp. 627–632.

7. Dernovoy B.F., Irzhak L.I. Kardiogemodinamika pri vyzvannykh izmeneniyakh venoznogo vozvrata k serdtsu u severyan [Cardiohemodynamics Caused by Changes in Venous Return to Heart of Northerners]. *Ekologiya cheloveka*, 2013, no. 12, pp. 48–51.

8. Shiller N., Osipov M.A. *Klinicheskaya ekhokardiografiya* [Clinical Echocardiography]. Moscow, 1993. 347 p.

9. Unguryanu T.N., Grzhibovskiy A.M. Kratkie rekomendatsii po opisaniyu, statisticheskomu analizu i predstavleniyu dannykh v nauchnykh publikatsiyakh [Brief Recommendations on Description, Analysis and Presentation of Data in Scientific Papers]. *Ekologiya cheloveka*. 2011, no. 5, pp. 55–60.

10. Karpman V.L., Belotserkovskiy Z.B., Gudkov I.A. *Testirovanie v sportivnoy meditsine* [Testing in Sports Medicine]. Moscow, 1988. 208 p.

11. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam* [Adaptation to Stress Situations and Physical Activity]. Moscow, 1988. 252 p.

12. Irzhak L.I., Dernovoy B.F. Izmeneniya kardiogemodinamiki cheloveka pri postural'nykh probakh [Changes in the Human Cardiohemodynamics Under the Influence of Postural Tests]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya RAN*, 2015, no. 1, pp. 44–47.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.18

**Bronislav F. Dernovoy\*, Lev I. Irzhak\*\***

\*Occupational Health Facility of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in the Komi Republic (Syktyvkar, Russian Federation)

\*\*Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin (Syktyvkar, Russian Federation)

### SEASONAL RESPONSE OF THE HEART TO HEMODYNAMIC CHANGES IN MEN LIVING IN THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

Residents of the European North of Russia are twice as likely as the national average to suffer from cardiovascular pathology. Thus, the study of seasonal response of autoregulation mechanisms of the heart in northerners is of special scientific interest. Ten male residents of the Komi Republic (mean age 21 years) not getting regular strenuous physical exercise were examined. We studied cardiac hemodynamics and chronotropic function of the heart after changes in venous return and during circulatory homeostasis in two contrasting seasons of the year (in December and May). To simulate changes in venous return to the heart, orthostatic tests were used (from supine to standing position and vice versa). Using Doppler echocardiography, we measured (in the starting position, on the 1st and 4th minute after the test) the aortic root diameter, linear velocity of blood flow through the aortic valve and

recorded the heart rate. The stroke volume and cardiac output were calculated. In the standing position, the heart rate, stroke volume and cardiac output in December and May did not differ. The increase in linear velocity of blood flow, stroke volume and cardiac output and the decrease in heart rate induced by the change from standing to supine position persisted for 4 minutes after the test. The decrease in linear velocity of blood flow, stroke volume and cardiac output and the increase in heart rate induced by the change from supine to standing position stayed unchanged for 4 minutes after the test. According to the results obtained, men living in the north and not taking regular strenuous physical exercise showed no differences in cardiac hemodynamics, chronotropic function and cardiac efficiency in standing position in contrasting seasons of the year. Regardless of the impact produced by natural and climatic factors on the bodies of men living in the north, the functioning of autoregulation mechanisms of the heart after postural changes in venous return retain its characteristics even during the restoration of circulatory homeostasis.

**Keywords:** *cardiac hemodynamics in northerners, supine to standing position, standing to supine position, seasonal response of autoregulation mechanisms of the heart.*

Поступила 02.02.2017  
Received 2 February 2017

---

**Corresponding author:** Bronislav Dernovoy, *address:* ul. Kutuzova 9, Syktyvkar, 167000, Respublika Komi, Russian Federation; *e-mail:* dernowoy@yandex.ru

**For citation:** Dernovoy B.F., Irzhak L.I. Seasonal Response of the Heart to Hemodynamic Changes in Men Living in the European North of Russia. *Journal of Medical and Biological Research*, 2017, vol. 5, no. 3, pp. 18–23. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.18