

ской конференции. — Алушта, 2017.— С. 140-143. URL: http://biospACE.cfuv.ru/sites/default/files/2017-09/Программа_конференции.pdf

Effects of space weather and the nitric oxide system / S.S.Parshina, S.N. Samsonov, V.P. Reutov, E.G. Sorokin // *Cosmos and Biosphere: Coll. of the XII International Crimean Conference.*

— Alushta, 2017. — P. 140-143. URL: http://biospACE.cfuv.ru/sites/default/files/2017-09/Conference_program.pdf

10. Dellinger S. Psychogeomtrics. How to use geometric psychology to influence people / S. Dellinger. — New Jersey: Prentice-Hall, 1989. — 199 p.

11. Heim, E. Coping und Adaptivitat: Gibt es Geeignetes oder Ungeeignetes Coping? / E. Heim // *Psychoter Psychosom Med. Psychol*, 1988.— №1.— P. 8-17.

12. <http://ipg.geospACE.ru/what-is-spACE-weather.html>.

И.В. Аверьянова, С.И. Вдовенко

ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ЕВРОПЕОИДНЫХ ЖИТЕЛЕЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПРОЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

DOI 10.25789/YMJ.2018.64.27

УДК 612.143-144

Проведено сравнительное исследование адаптивных перестроек сердечно-сосудистой системы у юношей, постоянно проживающих в Магаданской области и являющихся представителями различных поколений жителей Севера. Установлено, что у молодых лиц 3-го поколения наблюдается наименьшее напряжение в работе системы (по показателям систолического и диастолического давления, ЧСС), а также отмечается энергетическая «экономизация» функциональных систем организма вследствие длительного воздействия холодового фактора внешней среды.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, поколения проживания на Севере, адаптивные перестройки.

A comparative study of adaptive changes in the cardiovascular system observed in young men residing in Magadan Region and representing different generations of inhabitants of the North was carried out. It was established that young people of the third generation of northerners experience the lowest stress in the system (in terms of systolic and diastolic pressure, and heart rate) as well as energy «economization» of the body functional systems due to the long-term cold impact of the environment.

Keywords: cardiovascular system, generations of residence in the North, adaptive changes.

Территория Магаданской области, находящаяся на северо-востоке России (59.33 с.ш.), по современным представлениям о циркумполярных регионах, относится к субарктической области (55-66,5 с. ш.) [20]. Циркумполярные регионы создают уникальный набор негативных факторов окружающей среды, воздействующих на человека, включая длительный и сильный холодовой стресс с отрицательными средними месячными температурами, которые в некоторых регионах могут опускаться до -40С° [20]. Проживание в условиях северо-востока России можно рассматривать как жизнь при дополнительных функциональных нагрузках. Так, климатические характеристики Севера определяются исследователями как дискомфортные и суровые [1] и даже как экстремальные [12], так как предъявляют к организму человека значительные требования, вынуждая его использовать дополнительные социальные и биологические

средства защиты от неблагоприятных воздействий факторов окружающей среды [18].

Физиологические механизмы адаптационных перестроек сердечно-сосудистой системы в северных условиях достаточно хорошо изучены и представлены в многочисленных работах [3, 4, 7, 19]. Результаты таких исследований непосредственно направлены на создание условий для сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни людей, проживающих и работающих на территориях, входящих в арктическую и субарктическую климатические зоны с неблагоприятными природными условиями [4]. При этом изучению адаптационных перестроек в деятельности сердечно-сосудистой системы при различных периодах проживания в северных условиях в научной литературе уделено значительно меньше внимания. Система кровообращения служит маркером характера адаптационных процессов в организме и одной из первых сигнализирует о состояниях напряжения, истощения и патологии [10]. Острое воздействие холода связано со снижением периферического кровотока и повышением метаболического производства тепла для поддержания температуры тела. Вазомоторный ответ сердечно-сосудистой системы опос-

редуется симпатической активацией, направленной на периферическую вазоконстрикцию, в результате которой за счет уменьшения периферического кровотока происходит снижение теплопотерь организмом [16]. Это является необходимым условием функционирования сердечно-сосудистой системы, так как периферическое холодное напряжение за счет симпатически управляемой вазоконстрикции увеличивает артериальное давление вследствие повышения периферического сопротивления [17], при этом хроническая вазоконстрикция ведет к развитию гипертонии [15]. В конце XX и начале XXI столетий особую остроту приобрело выявление и изучение механизмов развития ранних стадий гипертонии, получивших название «околоболезни» или «прегипертонии»; чаще всего это состояние проявляется у молодых лиц мужского пола [14, 22]. По мнению авторов, одним из донозологических состояний является так называемое «высокое нормальное давление» — 130-139/85-89 мм рт. ст. [23].

Исходя из сказанного, целью данной работы явилось изучение показателей сердечно-сосудистой системы у молодых жителей Магаданской области, различающихся по срокам проживания в условиях северо-востока России.

НИЦ «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан:
АВЕРЬЯНОВА Инесса Владиславовна — к.б.н., с.н.с., <http://orcid.org/0000-0002-4511-6782>, Inessa1382@mail.ru, **ВДОВЕНКО Сергей Игоревич** — к.б.н., м.н.с., <http://orcid.org/0000-0003-4761-5144>, Vdovenko.sergei@yandex.ru.

Материалы и методы исследования. Методом случайной выборки было обследовано 1 632 юношей в возрасте от 17 до 21 года, постоянных жителей Магаданской области. В зависимости от продолжительности проживания на территории Магаданской области все обследованные были разделены на 4 группы. Так, в I группу ($n = 62$) вошли приезжие мигранты-европеоиды из центральных районов страны, характеризующиеся непродолжительным сроком проживания на Севере (в среднем $7,1 \pm 1,3$ года), эту группу мы обозначили как «нулевое поколение». Во II группу были включены уроженцы Магаданской области в 1-м поколении из числа европеоидов, но у которых родители являлись мигрантами ($n=924$). В III группу вошли уроженцы во 2-м поколении ($n=580$), у которых родители уже являлись уроженцами Магаданской области в 1-м поколении. IV группу составили обследуемые с самым продолжительным сроком проживания в условиях Магаданской области, являющиеся представителями только начинающейся формироваться популяции (ввиду «относительной молодости» нашего региона) – это юноши 3-го поколения ($n=66$), у которых родители относятся к представителям 2-го поколения. Все исследования были проведены в период с 2005 по 2017 г.

Характеристики сердечно-сосудистой системы определялись с использованием тонометра автоматического действия Nissei DS-1862 (Япония). В состоянии покоя измерялись показатели систолического (САД, мм рт. ст.) и диастолического (ДАД, мм рт. ст.) артериального давления, а также частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин). Кроме того, рассчитывались: ударный объем по Старру (УО, мл), минутный объем крови (МОК, мл/мин) и общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}$) [11].

Результаты и обсуждение. Показатели сердечно-сосудистой системы у юношей с различной степенью адаптации к условиям северо-востока Рос-

сии представлены в таблице. Полученные в нашем исследовании величины систолического артериального давления у юношей 0-го поколения вплотную приближались к верхней границе нормы и свидетельствуют о наличии высокого нормального артериального давления [21], что значительно превышало показатели, характерные для жителей средней полосы страны и Европейского Севера [2, 9, 13]. Анализ гипертензионной направленности артериального давления для современных юношей-европеоидов Магаданской области был проведен нами ранее [6]. Реакция сердечно-сосудистой системы у лиц с наименьшим сроком адаптации к условиям северо-востока России обусловлена повышением уровня систолического артериального давления, что, как нам кажется, является компенсаторным механизмом при действии низких температур окружающей среды. Следует сказать, что именно у юношей из числа представителей 3-го поколения, характеризующихся наиболее продолжительным стажем проживания в северных условиях, были отмечены наиболее низкие показатели артериального давления на фоне самых низких величин общего периферического сопротивления сосудов.

Статистически значимо более высокие показатели частоты сердечных сокращений были отмечены в группах юношей 0-го, 1-го, 2-го поколения, относительно сверстников из числа представителей 3-го поколения. Известно, что более высокая частота сердечных сокращений потенциально невыгодна для оптимального состояния кровообращения, в частности в связи с укорочением периода диастолической фазы и повышенной нагрузкой в отношении минутного объема крови, что метаболически для организма обходится существенно «дороже», требует значительного прироста потребления кислорода [5] и косвенно может свидетельствовать о сниженной эффективности в работе сердечно-со-

судистой системы. Минутный объем кровообращения является исключительно важной переменной величиной сердечно-сосудистой системы, которая постоянно регулируется таким образом, чтобы данная система могла удовлетворить газотранспортные потребности организма в конкретный момент времени, причем чем выше потенциальные энергетические траты организма, тем более выражено происходит пропорциональное нарастание МОК. С этой позиции становятся понятными более низкие значения данного показателя в группе юношей – представителей 3-го поколения, наиболее адаптированных к абиотическим факторам Севера, что согласуется с принципом экономизации энергетических функций организма в условиях экстремальных климатических характеристик. В ряду от 0-го поколения к 3-му поколению отмечена значимая динамика увеличения ударного объема крови, что отражает эффективную обеспеченность минутного объема кровообращения за счет высоких значений ударного объема на фоне статистически значимо более низких величин ЧСС у юношей 3-го поколения.

Заключение. Таким образом, проведенный анализ показал, что для жителей северо-востока России с непродолжительным периодом проживания на Севере характерно состояние напряжения сердечно-сосудистой системы, проявляющееся повышением систолического давления, общего периферического сопротивления сосудов, частоты сердечных сокращений, а также снижением ударного объема крови. В то же время у исследованных нами представителей 3-го поколения установлены более оптимальные показатели в работе системы, что проявляется статистически значимо более низкими значениями артериального давления (как систолического, так и диастолического) и частоты сердечных сокращений. Помимо этого, у испытуемых данной группы отмечаются минимальные показатели минутного

Показатели сердечно-сосудистой системы у испытуемых с различным уровнем адаптации к условиям северо-востока России ($M \pm m$)

Изучаемый показатель	Обследованная группа				Уровень значимости различий между группами					
	0-е поколение (I), $n = 56$	1-е поколение (II), $n = 924$	2-е поколение (III), $n = 580$	3-е поколение (IV), $n = 66$	I–II	II–III	III–IV	I–III	I–IV	II–IV
САД, мм рт.ст.	129,7 $\pm$ 0,6	128,0 $\pm$ 0,4	128,0 $\pm$ 0,4	127,8 $\pm$ 0,8	$p=0,18$	$p=1,00$	$p=0,94$	$p=0,18$	$p<0,05$	$p=0,86$
ДАД, мм рт.ст.	77,1 $\pm$ 1,0	76,0 $\pm$ 0,3	75,0 $\pm$ 0,3	71,8 1,2	$p=0,29$	$p<0,05$	$p<0,001$	$p<0,05$	$p<0,001$	$p<0,001$
ЧСС, уд./мин	78,2 $\pm$ 1,1	79,6 $\pm$ 0,4	79,0 $\pm$ 0,5	71,8 1,6	$p=0,61$	$p=0,34$	$p<0,001$	$p=0,32$	$p<0,001$	$p<0,001$
УО, мл	69,8 $\pm$ 1,3	70,4 $\pm$ 0,3	71,1 $\pm$ 0,3	75,1 1,0	$p=0,48$	$p=0,09$	$p<0,001$	$p=0,19$	$p<0,001$	$p<0,001$
МОК, мл/мин	5594,5 $\pm$ 92,5	5575,2 $\pm$ 34,3	5510,6 $\pm$ 43,8	5362,3 $\pm$ 96,6	$p=0,82$	$p=0,24$	$p=0,26$	$p=0,39$	$p<0,05$	$p<0,05$
ОПСС, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}$	1579,6 $\pm$ 46,1	1532,9 $\pm$ 12,5	1467,4 $\pm$ 14,8	1434,1 $\pm$ 31,1	$p=0,32$	$p<0,05$	$p=0,33$	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<0,05$

объема крови, что свидетельствует о более экономном функционировании сердечно-сосудистой системы в условиях северо-востока России и характеризует стратегическую направленность адаптационных перестроек, связанную с энергетической минимизацией функциональных систем организма при действии холодового фактора, что достаточно хорошо показано при исследовании на животных [8]. В этой связи понятна направленность изменений показателей системы кровообращения, напряженность функционирования которой у мигрантов была значимо выше, чем у представителей 1-го и последующих поколений. При этом вектор функциональных физиологических перестроек у мигрантов и различных поколений уроженцев-северян из числа европеоидов позволяет констатировать то, что в современных условиях на северо-востоке России происходит формирование новой популяции, обозначенной нами как укорененные лица.

Литература

- Агаджанян Н.А. Экологический портрет человека на Севере / Н.А. Агаджанян, Н.В. Ермакова. – М.: КРУК, 1997. – 212 с. <http://www.biblus.ru/Default.aspx?book=876a1111>
- Агаджанян Н.А. Ecological portrait of a man in the North / N.A. Agadzhanjan, N.V. Ermakova. – M.: KRUK, 1997. – 212 p.
- Будук-оол Л.К. Сравнительная динамика кардиореспираторной системы студентов Южно-Уральского региона / Л.К. Будук-оол, Р.И. Айзман // Российский медико-биологический вестник им. И.П. Павлова. – 2008. – № 4. – С. 28-33. <https://elibrary.ru/item.asp?id=12229750>
- Buduk-ool L.K. Comparative dynamics of the cardiorespiratory system of students of the South Ural region / L.K. Buduk-ool, R.I. Ajzman // I.P. Pavlov Russian Medical and Biological Bulletin. – 2008. – N. 4. – P. 28-33.
- Дёмин Д.Б. Климатозоологические условия северных территорий и их влияние на сердечно-сосудистую и нервную системы человека / Д.Б. Дёмин // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2. – С. 20-25. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21615143>
- Djomin D.B. Climatological conditions of the northern territories and their influence on human cardiovascular and nervous systems / D.B. Djomin // Bulletin of the Ural Medical Academic Science. – 2014. – N.2. – P. 20-25.
- Евдокимов В.Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе / В.Г. Евдокимов, О.В. Рогачевская, Н.Г. Варламова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 257 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19494959>
- Evdokimov V.G. Modulating influence of factors of the North on cardiorespiratory system of the person in ontogenesis / V.G. Evdokimov, O.V. Rogachevskaja, N.G. Varlamova. – Ekaterinburg: Ur RAS, 2007. – 257 p.
- Кардиология детского возраста / П.С. Мошнич, В.М. Сидельников, Д.Ю. Кривченя [и др.]. – Киев: Здоров'я. – 1986. – 400 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001336282>
- Cardiology of childhood / P.S. Moshhich, V.M. Sidel'nikov, D.Ju. Krivchenja [et al.]. – Kiev: Zdorov'ja. – 1986. – 400 с.
- Максимов А.Л. Функциональные особенности организма юношей и девушек, жителей различных климатогеографических зон Магаданской области / А.Л. Максимов, И.В. Суханова, С.И. Вдовенко // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2012. – Т. 98. – № 1. – С. 48-56. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17697768>
- Maksimov A.L. Functional profiles of the organism of young men and women residing in different climatic geographic areas of Magadan Region // A.L. Maksimov, I.V. Suhanov, S.I. Vdovenko // I. M. Sechenov Russian Journal of Physiology – 2012. – V. 98, N. 1. – P. 48-56.
- Оценка показателей гемодинамики у жителей арктической зоны с позиции «Золотого сечения» / Е.И. Семёнова, З.Н. Кривошапкина, Л.Д. Олесова [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2018. – № 2. – С. 22-25. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2018.62.07>
- Assessment of hemodynamics in residents of the Arctic zone from the position of the "Golden Section" // E.I. Semjonova, Z.N. Krivoschapina, L.D. Olesova [et al.] // Yakut Medical Journal. – 2018. – N.2. – P. 22-25.
- Пастухов Ю.Ф. Адаптация к холоду и условиям Субарктики: проблемы термофизиологии / Ю.Ф. Пастухов, А.Л. Максимов, В.В. Хаскин. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2003. – Т. 1. – 373 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19488956>
- Pastuhov Ju.F. Adaptation to the cold and conditions of the Subarctic: problems of thermophysiology / Ju.F. Pastuhov, A.L. Maksimov, V.V. Haskin. – Magadan: NESCFEB RAS, 2003. – V. 1. – 373 p.
- Пушкина В.Н. Сезонные изменения взаимоотношений показателей кардиореспираторной системы у юношей в условиях циркумполярного региона / В.Н. Пушкина, А.В. Грибанов // Экология человека. – 2012. – № 9. – С. 26-31. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17930062>
- Pushkina V.N. Season-related changes in the relations between cardiorespiratory parameters in young men in the circumpolar region / V.N. Pushkina, A.V. Gribanov // Human Ecology. – 2012. – N. 9. – P. 26-31.
- Раппопорт Ж.Ж. Адаптация ребёнка на Севере / Ж.Ж. Раппопорт // Л.: Медицина, 1979. – 192 с. <https://search.rsl.ru/record/01007819008>
- Rappoport Zh. Zh. Child's Adaptation in the North / Zh. Zh. Rappoport // L.: Medicine, 1979. – 192 p.
- Рост и развитие ребенка / В.В. Юрьев, А.С. Симаходский, Н.Н. Воронович [и др.]. – М.-СПб: Питер, 2003. – 272 с. <http://bookre.org/reader?file=1477715>
- Growth and development of the child / V.V. Jur'ev, A.S. Simahodskij, N.N. Voronovich [et al.] M.-SPb: Piter, 2003. – 272 p.
- Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чашин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова [и др.] // Экология человека. – 2014. – № 1. – С. 3-12. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21309456>
- Characteristics of the main risk factors of health disorders of the population living in the territories of active nature management in the Arctic / V.P. Chashhin, A.B. Gudkov, O.N. Popova [et al.] // Human Ecology. – 2014. – N. 1. – P. 3-12.
- Хронобиологическая характеристика ритмов артериального давления у больных артериальной гипертензией: десинхронизация как фактор формирования болезни в условиях вахты на Крайнем Севере / Л.И. Гапон, Н.П. Шуркевич, С.А. Ветошкин [и др.] // Кардиология. – 2011. – № 3. – С. 54-60. http://www.medalmanac.ru/ru/old/archive/year2011/number_16/cardiology/2247 http://www.medalmanac.ru/ru/old/archive/year2011/number_16/cardiology/2247
- Chronobiological characteristics of the rhythms of arterial pressure in patients with arterial hypertension: desynchronization as a factor of disease formation in conditions of shift work in the Far North / L.I. Gapon, N.P. Shurkevich, S.A. Vetoshkin [et al.] // Cardiology. – 2011. – №3. – P.54-60.
- Carrington M. Prehypertension causes a mounting problem of harmful cardiovascular disease risk in young adults / M. Carrington // J. Hypertension. – 2009. – V. 2. – P.214-215.
- Kaplan N.M. Stress, the sympathetic nervous system and hypertension / N.M. Kaplan // J. Human Stress. – 1978. – V.4. – P.29-34.
- Milan F.A. Thermal and metabolic responses of men in the Antarctic to standard cold test / F.A. Milan, R.W. Elsner, R. Kaare // J. Appl Physiol. – 1961. – V.16. – P.401-404.
- Pickering T.G. Cardiovascular reactivity in the laboratory and the role of behavioral factors in hypertension: a critical review / T.G. Pickering, W. Gerin // Ann. Behav. Med. – 1990. – V.12. – P.3-16.
- Risikko T. Assessment and management of cold risks in construction industry / T. Risikko, T. Makinen, I. Hassi // Barents. – 2001. – V.4. – №1. – P.18-20.
- Sawhney Autonomic Nervous System and Adrenal Response to Cold in Man at Antarctica / K. Harinath, A.S. Malhotra, P. Karan [et al.] // Wilderness & Environmental Medicine. – 2005. – V.16. – № 2. – P.81-91.
- Snodgrass J.J. Health of Indigenous Circumpolar Populations / J.J. Snodgrass // Annual Review of Anthropology. – 2013. – V.42. – I.1. – 21 Oct. – P.69-87.
- The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 Report-Correction // JAMA. – 2003. – V. 290. – P.192-197.
- Toprak A. Prehypertension and black-white contrasts in cardiovascular risk in young adults: Bogalusa Heart Study / A. Toprak, H.Wang, W.Chen, T.Paul, L.Ruan, S.Srinivasan [et al.] // J. Hypertension. – 2009. – V.2. – P.243-250.
- Vasan R.S. Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study / R.S. Vasan, M.G. Larson, E.P. Leip, W.B. Kannel, D. Levy // Lancet. – 2001. – V. 358. – P.1682-1686.