

УДК [612.1:612.143:612.172.2]-053.6(470.1/2)

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ РАЗЛИЧНЫХ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2015 г. ¹Д. Б. Дёмин, ^{1,2}Л. В. Поскотинова, ¹Е. В. Кривоногова¹ Институт физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН,² Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Рассматриваются особенности возрастного формирования вегетативной регуляции сердечной деятельности у 426 практически здоровых подростков 14–17 лет, проживающих в районах различных географических широт и климатозоологических условий Европейского Севера: в приполярном (64°30' с. ш.) и заполярном (67°40' с. ш.) районах. Оценку состояния сердечно-сосудистой системы проводили по параметрам вариабельности сердечного ритма (ВСР) и артериального давления (АД). У обследованных подростков из обоих районов выявлено возрастное повышение АД. Доля лиц с пограничной артериальной гипертензией (с уровнем АД, превышающим границу 90 центиля) также увеличивалась с возрастом и достигала 63 % к 17 годам. По данным показателей ВСР и АД среди подростков заполярного Севера отмечено значимое увеличение доли лиц с преобладанием симпатических влияний на активность сердечной деятельности. Наибольшие адренергические влияния на сердечно-сосудистую систему выявлены у 15-летних подростков заполярного района, у них отмечены более высокие значения систолического АД, частоты сердечных сокращений и индекса напряжения регуляторных систем, а также более низкие значения общей мощности спектра ВСР по сравнению со сверстниками из приполярного района.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, артериальное давление, вариабельность сердечного ритма, пограничная артериальная гипертензия, подростки, Север

AGE FEATURES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM FUNCTIONAL PARAMETERS IN ADOLESCENTS LIVING IN DIFFERENT ARCTIC AREAS

¹ D. B. Demin, ^{1,2} L. V. Poskotinova, ¹ E. V. Krivonogova¹The Institute of Environmental Physiology, Russian Acad. Sci., Ural Branch, Arkhangelsk²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Age features of autonomic nervous regulation of cardiac activity in 426 healthy adolescents aged 14–17 years living in areas of different latitudes, climatic and ecological conditions of the European North - in the Subpolar (64°30' N) and Polar (67°40' N) areas have been detected. Assessment of the cardiovascular system status was carried out with the use of the heart rate variability (HRV) and blood pressure (BP) parameters. The share of persons with borderline hypertension (BP level exceeded the limit of 90 percentile) also increased with age and reached 63% by the age of 17 years. Among the adolescents living in the Polar region according to the HRV and blood pressure indices, there was registered a significant increase in the proportion of persons with a predominance of sympathetic influences on the heart activity. The greatest adrenergic effects on the cardiovascular system were found in the 15-year-old adolescents of the Polar region, they had higher indices of systolic blood pressure, the heart rate and the regulatory systems stress index, as well as lower total HRV spectrum power in comparison with the 15-year-olds adolescents living in the Subpolar region.

Keywords: cardiovascular system, blood pressure, heart rate variability, high-normal blood pressure, adolescents, North

Библиографическая ссылка:

Дёмин Д. Б., Поскотинова Л. В., Кривоногова Е. В. Возрастные особенности функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у подростков различных арктических территорий // Экология человека. 2015. № 7. С. 27–32.

Demin D. B., Poskotinova L. V., Krivonogova E. V. Age Features of Cardiovascular System Functional Parameters in Adolescents Living in Different Arctic Areas. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 7, pp. 27–32.

По совокупности климатических характеристик и с учётом общебиологического действия природных и антропогенных факторов, их сочетания и степени выраженности территории Арктики в целом могут быть отнесены к зоне дискомфортных районов с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров [15]. Развитие детей и подростков, формирование их морфологических, функциональных и психологических особенностей определяются не только внутренней генетической программой, но и комплексом внешних условий, связанных с влиянием экологических факторов. Особые географические, жёсткие климатические и сложные социально-бы-

товые условия арктических территорий вызывают напряжение адаптационных механизмов [7, 11]. Известно, что комплексное воздействие этих неблагоприятных факторов в условиях высоких широт способствует увеличению функциональных нагрузок на организм и формированию у детей и подростков ряда достаточно устойчивых факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, которые можно обнаружить в целом у 86 % детского населения, а с возрастом распространённость факторов риска ещё больше увеличивается [14].

Среди наиболее распространённых форм сердечно-сосудистой патологии на Севере — нарушения вегета-

тивных функций и тесно связанные с ними расстройства сосудистого тонуса и регуляции кровообращения [7, 11]. Рядом исследований было показано, что возникновению артериальной гипертонии у детей и подростков предшествует длительный период вегетативной дистонии по гипертоническому типу [8, 10]. В работах по изучению вегетативной реактивности у подростков, проживающих в более южных районах Архангельской области (61–64° с. ш.), выявлено, что при увеличении географической широты и нарастании уровня дискомфорта природно-климатических условий Севера происходит усиление симпатической реактивности при функциональных нагрузках за счёт подкорковых механизмов вегетативной регуляции и барорефлекторных механизмов [11].

В то же время подобных сравнительных транш-широтных исследований по изучению особенностей возрастного становления вегетативной регуляции сердечной деятельности и функционирования центральной гемодинамики у подростков 14–17 лет, проживающих на арктических территориях России, в приполярных и заполярных её районах, в доступной литературе не найдено, что и послужило целью нашей работы.

Методы

Проведено рандомизированное поперечное неконтролируемое исследование, в котором приняли участие 426 практически здоровых подростков обоих полов. В осенний период выполняли исследования в районах разных географических широт и климатоэкологических условий Европейского Севера России: к району приполярных широт относили север Архангельской области (Приморский район — 64°30' с. ш.), к району заполярных широт — Ненецкий автономный округ (заполярный район — 67°40' с. ш.). Испытуемых лиц выбирали на добровольной основе, критериями включения при первичном отборе являлись: возраст 14–17 лет, рождение и постоянное проживание в исследуемых северных районах; критерием исключения служило наличие в анамнезе хронических или недавно перенесённых острых заболеваний. В каждом районе проживания подростки были разделены на 4 возрастные группы от 14 до 17 лет, возрастное разделение осуществляли с учётом их статистического возраста [4]. Соотношение юношей и девушек в различных возрастных группах приполярного района составило: 14 лет — 29/23; 15 лет — 27/30; 16 лет — 33/47; 17 лет — 26/45; в группах заполярного района: 14 лет — 23/24; 15 лет — 27/24; 16 лет — 16/20; 17 лет — 17/15. Предварительный анализ выборок не выявил выраженных половых различий изучаемых показателей, что позволило объединить данные по лицам мужского и женского пола. Различий в социально-экономическом положении групп обследованных лиц не выявлено, все подростки являлись сельскими жителями. Исследования проводили с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества

(8/609ЕС). От всех подростков и их родителей было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании, одобренное учёным советом Института физиологии природных адаптаций УрО РАН, выполняющим функции биоэтического комитета.

Все исследования проводили в комфортной, привычной для испытуемых обстановке в период с 9 до 14 часов. В качестве методик оценки состояния вегетативной нервной системы использовали фоновую регистрацию вариабельности сердечного ритма (ВСР) при помощи кардиоинтервалографического исследования с применением аппаратно-программного комплекса «Варикард» («Рамена», г. Рязань) сидя в течение 5 мин. Система предусматривала автоматическую обработку замеров длительности RR-интервалов электрокардиограммы во втором стандартном отведении с расчётом показателей ВСР, оценивали индекс напряжения регуляторных систем (Stress Index — SI, усл. ед.) и общую мощность спектра (Total Power — TP, мс²). Фиксацию артериального давления (АД, мм рт. ст.) и частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) производили трёхкратно с последующим усреднением показателей при помощи метрологически аттестованного автоматического измерителя АД (тонометра) «A&D Medical» (модель UA-668, Япония). Уровень АД определяли по центильным таблицам, рекомендованным Ассоциацией детских кардиологов России в соответствии с возрастом, полом и длиной тела (Москва, 2009) [3, 4]. Констатация систолического (САД) или диастолического (ДАД) артериального давления на уровнях, превышающих границу 90 центиля для данного возраста, пола и длины тела, расценивалась как пограничная артериальная гипертензия. Оценивали ЧСС по центильным таблицам, ориентируясь на статистические нормативные данные [4].

Обрабатывали полученные результаты при помощи компьютерного пакета прикладных программ Statistica v. 6.0 (StatSoft Inc., США). В связи с тем, что в большинстве случаев распределение признаков в выборках не подчинялось закону нормального распределения (оценка по критерию Shapiro-Wilk, $p < 0,05$), статистическую обработку проводили непараметрическими методами, учитывали медиану (Me), нижний и верхний квартили (25–75 перцентили). Для проверки статистической гипотезы разности значений использовали критерии Mann-Whitney и χ^2 (сравнение процентных долей) для двух независимых групп, а также Kruskal-Wallis для нескольких независимых групп. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали за $p < 0,05$.

Результаты

У обследованных подростков в обоих рассматриваемых районах выявлено возрастное повышение АД от 14 к 17 годам (табл. 1). Наиболее отчётливо отмечается повышение ДАД в выборке 16-летних подростков приполярного района ($p = 0,004$), а также повышение САД и ДАД в выборках 15 и 17-летних подростков заполярного района ($p = 0,034–0,001$).

При этом у 15-летних подростков заполярного района САД значимо выше ($p = 0,008$), чем у их сверстников из приполярного.

Таблица 1

Показатели центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма в различных возрастных группах подростков приполярного (ПР) и заполярного (ЗР) северных районов Ме (25–75 перцентили)

Показатель	Район	14 лет	15 лет	16 лет	17 лет
САД, мм рт. ст.	ПР	110,5 (108,0–118,8)	109,0 (106,0–116,0)	112,0 (108,8–121,0)	117,0 (109,5–122,0)
	ЗР	111,0 (106,0–117,5)	117,5***, # (111,8–127,3)	114,0 (110,0–122,0)	119,0* (112,0–128,0)
ДАД, мм рт. ст.	ПР	74,5 (69,3–78,0)	75,0 (70,0–79,0)	78,0** (73,0–84,0)	80,0 (74,0–84,0)
	ЗР	74,0 (69,5–80,5)	78,0** (75,0–82,0)	77,0 (72,8–81,3)	81,0 (76,0–86,0)
ЧСС, уд. / мин	ПР	78,5 (73,8–87,5)	73,0* (67,0–81,0)	76,0 (69,0–87,0)	76,0 (69,0–83,0)
	ЗР	76,0 (71,5–83,0)	78,0 # (73,0–83,5)	71,0**, # (66,5–80,0)	76,0 (68,5–81,0)
SI, усл. ед.	ПР	125,0 (72,3–169,0)	89,5 (51,0–147,3)	91,0 (53,0–123,0)	91,0 (55,0–148,0)
	ЗР	130,0 (68,0–192,5)	121,0 # (72,0–210,8)	104,0 (55,8–172,3)	112,0 (58,0–156,5)
TP, мс ²	ПР	2059 (1444–3317)	2783 (2008–4628)	2493 (1466–4144)	2514 (1358–3688)
	ЗР	1991 (1296–2975)	2072 # (1473–3170)	1913 (1375–3485)	2093 (1333–3716)

Примечание для табл. 1 и 2. Статистически значимое отличие между возрастными группами (в сравнении с предыдущей) в одном районе проживания: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; отличие между выборками приполярного и заполярного районов соответствующей возрастной группы: # – $p < 0,05$; ## – $p < 0,01$; ### – $p < 0,001$.

Возрастная динамика ЧСС характеризовалась большей вариабельностью, так, отмечено значимое снижение данного показателя у 15-летних подростков приполярного района ($p = 0,025$) и у 16-летних подростков заполярного ($p = 0,006$). При этом у 15-летних подростков заполярного района ЧСС была значимо выше ($p = 0,032$), а у 16-летних ниже ($p = 0,044$), чем у сверстников из приполярного. В возрастной динамике изучаемых показателей ВСР не было отмечено статистически значимых изменений. Так, значения SI имели тенденцию к снижению от 14 к 16 годам у подростков обоих северных районов, а у 15-летних подростков заполярного района SI был значимо выше ($p = 0,028$), чем у сверстников из приполярного. При этом процесс активации симпатического звена вегетативной регуляции обычно сопровождается снижением TP ВСР, соответственно

значения TP, характеризующей суммарный уровень активности регуляторных систем организма, были наименьшими также у 15-летних подростков заполярного района ($p = 0,035$).

Оценка распределения по центильным точкам нормативов АД у обследованных подростков обоих северных районов показала отчётливое возрастное увеличение процентных долей лиц с уровнем АД, превышающим границу 90 центиля (табл. 2), что в целом соотносится с динамикой возрастного повышения значений медиан данного показателя.

Таблица 2

Распределение долей лиц по центильным точкам нормативов артериального давления и частоты сердечных сокращений в различных возрастных группах подростков, проживающих в приполярном (ПР) и заполярном (ЗР) северных районах

Показатель	Район	Возраст, лет	n	Центили			
				10	25–75	90	> 90
САД, %	ПР	14	52	–	91,0	9,0	–
		15	57	5,8	76,6	17,6	–
		16	80	4,2	73,9	12,7	9,2
		17	71	2,0	68,7	10,1	19,2
	ЗР	14	47	2,0	74,6	14,9	8,5 #
		15	51	–	60,7	14,3	25,0 # ##
		16	36	–	66,5	11,0	22,5 #
		17	32	–	44,5	14,8	40,7 #
	ПР	14	52	–	41,0	36,3	22,7
		15	57	–	47,0	23,5	29,5
		16	80	–	26,9	24,4	48,7
		17	71	–	15,2	22,2	62,6
ДАД, %	ПР	14	47	–	40,4	25,6	34,0
		15	51	–	19,6	28,6	51,8 #
		16	36	–	22,1	30,6	47,3
		17	32	–	18,5	18,5	63,0
	ЗР	14	52	9,0	59,0	13,8	18,2
		15	57	35,3	64,7	–	–
		16	80	4,2	68,9	12,6	14,3
		17	71	8,0	73,7	7,0	11,3
	ПР	14	47	12,8	72,3	8,5	6,4
		15	51	–	76,8	8,9	14,3 #
		16	36	11,0	64,0	16,7	8,3
		17	32	7,4	88,9	3,7	–
ЧСС, %	ПР	14	52	9,0	59,0	13,8	18,2
		15	57	35,3	64,7	–	–
		16	80	4,2	68,9	12,6	14,3
		17	71	8,0	73,7	7,0	11,3
	ЗР	14	47	12,8	72,3	8,5	6,4
		15	51	–	76,8	8,9	14,3 #
		16	36	11,0	64,0	16,7	8,3
		17	32	7,4	88,9	3,7	–

Наибольшая доля лиц с превышением границы 90 центиля отмечена у подростков из обоих районов для ДАД – от 22,7–34 % в 14-летнем возрасте до 63 % к 17 годам, при этом превышение САД у 17-летних подростков достигало 19,2–40,7 %. Доля лиц с превышением САД была значимо выше во всех возрастных группах заполярного района ($p = 0,024–0,001$), особенно в группе 15-летних подростков, где также выявлена значимо более высокая доля лиц с превышением ДАД ($p = 0,037$).

Распределение по центильным точкам статистических нормативных данных ЧСС показало, что в целом значения этого показателя у обследованных попадают в область средних величин. Превышение границы 90 центиля достигало от 6,4 до 18,2 % у

подростков 14 лет. Значимо более высокая доля лиц с превышением ЧСС отмечена вновь у 15-летних подростков заполярного района ($p = 0,005$), при этом стоит отметить, что при распределении их сверстников из приполярного района в область 10-го центиля попало 35,3 % лиц (при норме до 15 %).

Обсуждение результатов

Результаты нашей работы показывают, что наибольшие адренергические влияния на сердечно-сосудистую систему наблюдаются у 15-летних подростков заполярного района, когда за счёт активации положительных хронотропных механизмов сердечной регуляции отмечены более высокие, в сравнении со сверстниками из приполярного района, значения САД, ЧСС и SI, а также более низкие значения TP. Статистически значимое увеличение величины данных показателей может свидетельствовать об усилении симпатических влияний в период нейрогормональной перестройки организма. Доказано, что роль симпатической регуляции сердечно-сосудистой системы повышается в период бурного роста организма, в период формирования симпатoadреналовой системы [11].

Учитывая значимость показателей ВСР для оценки не только регуляторных механизмов состояния организма в покое, но и при адаптации к экстремальным условиям окружающей среды и функциональным нагрузкам, ряд исследователей [7, 11] показали, что у подростков выявляется чётко выраженная зависимость адаптационных изменений в организме от исходного характера вегетативной регуляции. Следует отметить сохранение повышенного симпатического тонуса у обследованных подростков заполярного района во всех рассматриваемых возрастных периодах. Результаты некоторых работ, проведенных в Якутии и на севере Тюменской области [9, 13], также показали высокую распространённость числа подростков с фоновой симпатикотонией по данным показателей ВСР. Этот факт авторы объясняют воздействием экстремальных экологических факторов Крайнего Севера — холодом, резкими колебаниями атмосферного давления, повышенной влажностью, высокой активностью гелиокосмических факторов, возрастающей к северу напряжённостью и изменчивостью магнитного поля Земли, резкой контрастностью продолжительности светового дня в течение года.

Известно, что сердечный ритм можно рассматривать как чувствительный индикатор адаптационных реакций организма в процессе его приспособлений к условиям окружающей среды [5]. По мнению некоторых исследователей [1], величина SI отражает не столько увеличение активности одной симпатической нервной системы, сколько общий сдвиг вегетативного гомеостаза в сторону преобладания симпатической нервной системы над парасимпатической.

Процессы адаптации к более суровым природно-климатическим условиям заполярного Севера характеризуются гетерохронностью нейрогормонального формирования организма подростков, способной

вызывать избыточную активацию симпатoadреналовой системы и различные нарушения сосудистого тонуса. По мнению ряда авторов [1, 13], преобладание тонуса симпатической нервной системы над тонусом парасимпатической играет существенную роль в обеспечении биоэнергетических процессов субстратами, особенно в трофическом обеспечении мышечной деятельности. Исходя из теоретической концепции стресса, согласно которой форма и динамика его зависят от особенностей вегетативной нервной системы, естественно предположить, что для прогнозирования адаптации к стресс-факторам Севера первостепенное значение имеет баланс вегетативного реагирования. Можно полагать, что наиболее успешную адаптацию к стрессу обеспечивает преобладание симпатических влияний над парасимпатическими [5], а индивидуальная переносимость разных видов стресса, вероятно, определяется индивидуальными особенностями баланса центральных и вегетативных центров.

У обследованных подростков в обоих районах исследования выявлено отчётливое возрастное повышение АД. Артериальная гипертензия является одним из наиболее распространённых неинфекционных заболеваний, а её манифестация часто происходит в подростковом возрасте [2, 12]. При оценке уровня АД принято руководствоваться Национальными рекомендациями по диагностике, лечению и профилактике артериальной гипертензии у детей и подростков [3], которые предлагают использовать термин «высокое нормальное АД» (или «пограничная артериальная гипертензия») для величин АД между 90-м и 95-м центилями. Дети и подростки с таким АД составляют группу риска и нуждаются в диспансерном наблюдении, им рекомендуется немедикаментозное лечение. Соответственно доля детей и подростков в условно-нормальной популяции, попадающих в диапазон выше 90-го центиля, должна составлять не более 10 %. В зарубежных скрининговых исследованиях в последнее время выявлено возрастание данного показателя в подростковой популяции до 20–25 % [18, 20], а в отечественных — до 30–50 %, при этом доля подростков с гипертензией достигает 3–7 % во всех возрастных группах [10]. Опыт отечественных и зарубежных исследователей показывает, что факторами риска для развития артериальной гипертензии, в т. ч. юношеской, считаются высокие информационные нагрузки, характеризующие процесс обучения на современном этапе, особенно в сочетании с гиподинамией [2, 12, 17, 19].

Данные факты позволяют предположить, что 15-летний возраст является наиболее сенситивным, когда уровень АД у подростков заполярного района наиболее тесно связан с уровнем симпатической активности, определяемой по спектральным показателям ВСР. Дальнейшее повышение АД к 16–17 годам, сопровождаемое снижением ЧСС и некоторым снижением симпатической активности, может отражать как закономерное возрастное изменение активности инотропных и хронотропных механизмов

сердечно-сосудистой регуляции, так и нарушения барорефлекторных механизмов, формирующих состояние предгипертензии у подростков [10].

Выявленное в нашем исследовании возрастное повышение АД может также в значительной мере объясняться наличием так называемого трекинга, т. е. сохранения повышенного уровня АД в последующие годы. Большинство авторов признают его наличие, но отмечают снижение стабильности уровня АД с увеличением срока наблюдения. Нельзя не согласиться с тем, что для молодого возраста стабильная артериальная гипертензия не характерна, но у детей и подростков с АД выше среднего уровня с возрастом сохраняется тенденция к повышению его уровней [2, 12].

Мультифакторный характер артериальной гипертензии общепризнан, но продолжается поиск её маркеров. Среди причин повышения АД выделяют как средовые, так и генетические факторы, связанные с особенностями метаболизма, но эти причины составляют менее 50 % вариаций [2]. Показано, что хроническое психоэмоциональное напряжение, вызванное проблемами в семье, в школе или иными причинами, часто приводит к развитию гипертензии [10]. В таких условиях, даже при отсутствии клинических проявлений соматических заболеваний, часто регистрируется повышение уровня АД до верхней границы нормы, при этом анализ ВСР позволяет обнаружить усиление симпатической активности [18]. При генетической предрасположенности к гипертензии (наличие хотя бы одного родителя с данным заболеванием) состояние вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы подростка характеризуется такими же изменениями спектральных показателей ВСР по сравнению с потомством здоровых родителей [16].

Фоновым состоянием, при котором формируется артериальная гипертензия, является снижение резервов вагусной регуляции сердечной деятельности, которое можно диагностировать при снижении общей ВСР и её дыхательной составляющей. Одним из перспективных методов немедикаментозной коррекции сосудистой дистонии является метод биоуправления параметрами ВСР, при котором происходит усиление вагусных влияний на ритм сердца и снижение явлений симпатикотонии. Ранее нами была показана положительная роль подобных кардиотренингов у лиц с преобладанием симпатических влияний [6]. Отмечена стабилизация АД, ЧСС, характеристик ВСР, а также оптимизация функциональной активности головного мозга, повышение устойчивости подкорковых структур регуляции к сенсорным сигналам и снижение частоты встречаемости пароксизмальных форм активности.

Таким образом, выявлена специфика возрастного формирования вегетативной регуляции сердечной деятельности у подростков 14–17 лет, проживающих в условиях арктических территорий. У обследованных подростков в обоих районах исследования выявлено отчётливое возрастное повышение АД. Доля лиц с пограничной артериальной гипертензией также

увеличивается с возрастом и достигает 63 % к 17 годам. По данным показателей ВСР и центральной гемодинамики среди подростков заполярного Севера отмечено значимое увеличение доли лиц с преобладанием симпатических влияний на активность сердечной деятельности, по сравнению со сверстниками из приполярного района. Наибольшие адренергические влияния на сердечно-сосудистую систему выявлены у 15-летних подростков заполярного района, когда за счёт активации положительных хронотропных механизмов сердечной регуляции отмечены более высокие, в сравнении со сверстниками из приполярного района, значения систолического артериального давления, частоты сердечных сокращений и индекса напряжения регуляторных систем, а также более низкие значения общей мощности спектра ВСР.

Работа выполнена при поддержке гранта Президиума Уральского отделения РАН № 15-15-4-9 (2015).

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Батоцurenova Т. Е., Северин А. Е., Семенов Ю. Н. Сравнительные особенности variability сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 6. С. 66–70.
2. Александров А. А. Повышенное артериальное давление в детском и подростковом возрасте (ювенильная артериальная гипертония) // Русский медицинский журнал. 1997. Т. 5, № 9. С. 559–565.
3. Александров А. А., Кисляк О. А., Леонтьева И. В., Розанов В. Б. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2009. Т. 8, № 4. Прил. 1. С. 253–288.
4. Воронцов И. М., Мазурин А. В. Пропедевтика детских болезней. СПб.: Фолиант, 2009. 1001 с.
5. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А. Новое на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты. Архангельск: Изд-во СГМУ, 2012. 285 с.
6. Дёмин Д. Б., Поскотинова Л. В., Кривоногова Е. В. Роль фонового тиреоидного статуса в изменении ЭЭГ подростков при биоуправлении параметрами сердечного ритма // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2011. Т. 97, № 11. С. 1262–1269.
7. Евдокимов В. Г., Рогачевская О. В., Варламова Н. Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 258 с.
8. Заваденко Н. Н., Нестеровский Ю. Е. Клинические проявления и лечение синдрома вегетативной дисфункции у детей и подростков // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Спасского. 2012. Т. 91, № 2. С. 92–101.
9. Нифонтова О. Л., Говорухина А. А. Адаптивные возможности школьников Тюменского Севера // Современные наукоемкие технологии. 2007. № 5. С. 85–86.
10. Панкова Н. Б., Алчинова И. Б., Афанасьева Е. В., Карганов М. Ю. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у подростков с предгипертензией // Физиология человека. 2010. Т. 36, № 3. С. 82–89.
11. Поскотинова Л. В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус молодёжи в условиях Европейского Севера России. Екатеринбург, 2010. 235 с.

12. Розанов В. Б., Александров А. А., Шугаева Е. Н., Масленникова Г. Я., Смирнова С. Г. Результаты десятилетнего проспективного исследования для оценки трекинга и детрекинга артериального давления у мальчиков-подростков // *Лечебное дело*. 2006. № 3. С. 47–54.

13. Степанова Г. К., Дмитриева С. М., Устинова М. В. Вариабельность сердечного ритма в различные сезоны года у юношей-якутов // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2010. № 2. С. 105–108.

14. Токарев С. А., Буганов А. А., Уманская Е. Л. Эпидемиологическая оценка факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у детей на Крайнем Севере // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2005. Т. 4, № 1. С. 10–13.

15. 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.

16. Davrath L. R., Goren Y., Pinhas I. et al. Early autonomic malfunction in normotensive individuals with a genetic predisposition to essential hypertension // *Am. J. Physiol. Heart and Circulatory Physiology*. 2003. Vol. 285. P. 1697.

17. King C. A., Meadows B. B., Engelke M. K., Swanson M. Prevalence of elevated body mass index and blood pressure in a rural school-aged population: implications for school nurses // *J. Sch. Health*. 2006. Vol. 76, N. 4. P. 145.

18. Lucini D., Di Fede G., Parati G., Pagani M. Impact of chronic psychosocial stress on autonomic cardiovascular regulation in otherwise healthy subjects // *Hypertension*. 2005. Vol. 46. P. 1201.

19. McNiece K. L., Poffenbarger T. S., Turner J. L. et al. Prevalence of Hypertension and Pre-Hypertension among Adolescents // *J. Pediatr*. 2007. Vol. 150, N. 6. P. 640.

References

1. Agadzhanian N. A., Batotsyrenova T. E., Severin A. E., Semenov Yu. N. Comparison of specific features of the heart rate variability in students living in regions with different natural and climatic conditions. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2007, 33 (6), pp. 66-70. [in Russian]

2. Aleksandrov A. A. Elevated blood pressure in childhood and adolescence: juvenile arterial hypertension. *Russkii meditsinskii zhurnal* [Russian Medical Journal]. 1997, 5 (9), pp. 559-565. [in Russian]

3. Aleksandrov A. A., Kislyak O. A., Leontieva I. V., Rozanov V. B. Diagnosis, treatment and prevention of hypertension in children and adolescents. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention]. 2009, 8 (4), suppl. 1, pp. 253-288. [in Russian]

4. Vorontsov I. M., Mazurin A. V. *Propedevtika detskikh boleznei* [Propaedeutics of childhood diseases]. Saint Petersburg, Foliant Publ., 2009, 1001 p.

5. Gudkov A. B., Popova O. N., Nebuchennykh A. A. *Novosely na Yevropeiskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty* [New settlers in the European North. Physiological and hygienic aspects]. Arkhangelsk, 2012, 285 p.

6. Demin D. B., Poskotinova L. V., Krivonogova E. V. Thyroid effect on brain activity among adolescents during heart rhythm biofeedback session. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I. M. Sechenova / Rossiiskaia akademiya nauk*. 2011, 97 (11), pp. 1262-1269. [in Russian]

7. Evdokimov V. G., Rogachevskaya O. V., Varlamova N. G. *Moduliruyushchee vliyaniye faktorov Severa na*

kardiorespiratornuyu sistemu cheloveka v ontogeneze [The modulating influence of the North factors on the cardiorespiratory system in human ontogeny]. Yekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ., 2007, 258 p.

8. Zavadenko N. N., Nesterovskii Yu. E. Clinical manifestations and treatment of autonomic dysfunction syndrome in children and adolescents. *Pediatriya. Zhurnal imeni G. N. Speranskogo* [Pediatrics Journal named after G. N. Speransky]. 2012, 91 (2), pp. 92-101. [in Russian]

9. Nifontova O. L., Govorukhina A. A. Adaptive opportunities of schoolchildren living in Tyumen North. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technologies]. 2007, 5, pp. 85-86. [in Russian]

10. Pankova N. B., Alchinova I. B., Afanas'eva E. V., Karganov M. Yu. Functional characteristics of the cardiovascular system in adolescents with high normal blood pressure. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2010, 36 (3), pp. 82-89. [in Russian]

11. Poskotinova L. V. *Vegetativnaya regulyaziya ritma serdca i endokrinnyi status molodezhy v usloviyakh Yevropeiskogo Severa Rossii* [Vegetative regulation of heart rate and endocrine status of young people in conditions of the European North of Russia]. Yekaterinburg, 2010, 229 p.

12. Rozanov V. B., Aleksandrov A. A., Shugaeva E. N., Maslennikova G. Ya., Smirnova S. G. The results of a ten-year prospective study to evaluate the tracking and de-tracking blood pressure in adolescent boys. *Lechebnoe delo* [Medicine]. 2006, 3, pp. 47-54. [in Russian]

13. Stepanova G. K., Dmitrieva S. M., Ustinova M. V. Heart rate variability in different seasons of the year in healthy young men. *Dal'nevostochnyi meditsinskii zhurnal* [The Far East Medical Journal]. 2010, 2, pp. 105-108. [in Russian]

14. Tokarev S. A., Buganov A. A., Umanskaya E. L. Epidemiological evaluation of cardiovascular risk factors in children living at the Far North. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention]. 2005, 4 (1), pp. 10-13. [in Russian]

15. Chashchin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland J. Ö., Kovshov A. A. Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 1, pp. 3-12. [in Russian]

16. Davrath L. R., Goren Y., Pinhas I. et al. Early autonomic malfunction in normotensive individuals with a genetic predisposition to essential hypertension. *Am. Journal Physiol. Heart and Circulatory Physiology*. 2003, 285, p. 1697.

17. King C. A., Meadows B. B., Engelke M. K., Swanson M. Prevalence of elevated body mass index and blood pressure in a rural school-aged population: implications for school nurses. *Journal Sch. Health*. 2006, 76 (4), p. 145.

18. Lucini D., Di Fede G., Parati G., Pagani M. Impact of chronic psychosocial stress on autonomic cardiovascular regulation in otherwise healthy subjects. *Hypertension*. 2005, 46, p. 1201.

19. McNiece K. L., Poffenbarger T. S., Turner J. L. et al. Prevalence of Hypertension and Pre-Hypertension among Adolescents. *Journal Pediatr*. 2007, 150 (6), p. 640.

Контактная информация:

Дёмин Денис Борисович — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биоритмологии ФГБУН «Институт физиологии природных адаптаций Уральского отделения Российской академии наук»

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Ломоносова, д. 249
E-mail: denisdemin@mail.ru