

© Гречкина Л.И., Карандашева В.О., 2021

УДК 612.017+612.13

Возрастные особенности функционального развития системы кровообращения у детей в условиях северо-востока России

Л.И. Гречкина, В.О. Карандашева

ФГБУН Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук, ул. К. Маркса, д. 24, г. Магадан, 685000, Российская Федерация

Резюме: Введение. В настоящее время все большую актуальность приобретает проблема взаимодействия человека со средой его обитания. Значительные миграционные процессы, наблюдаемые в последнее десятилетие, приобрели глобальный характер. В связи с этим возникает необходимость изучения механизмов адаптации организма человека в новых условиях среды обитания. Цель – изучение возрастных изменений функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у подростков – уроженцев г. Магадана в 1–3 поколениях европеоидов в период онтогенеза 11–17 лет. Материал и методы. Обследовано 1442 школьника: 633 девочки и 809 мальчиков в возрастном периоде 11–17 лет. У каждого подростка измеряли основные антропометрические параметры: длину (ДТ, см) и массу тела (МТ, кг). Показатели кардиогемодинамики у подростков определяли в состоянии покоя в положении сидя методом объемной компрессионной осциллометрии с использованием комплекса аппаратно-программного неинвазивного исследования центральной гемодинамики. Результаты. Во всех возрастных группах выявлены достоверно более высокие значения сердечного выброса и ударного объема у мальчиков. В 14–17 лет они опережают девочек по показателям систолического артериального давления и мощности сокращения левого желудочка. У девочек выше средневозрастные показатели частоты сердечных сокращений, диастолического артериального давления и общего периферического сопротивления сосудов. Заключение. Установлено, что наиболее высокие темпы функционального развития сердечно-сосудистой системы приходится на пубертатный период: 11–16 лет у мальчиков и 11–13 лет у девочек. Выявлено, что из числа всех обследованных школьников только 70,2–77,2 % мальчиков и 75,1–80,2 % девочек имели величины артериального давления и частоты сердечных сокращений в пределах возрастной нормы. Показатели артериального давления, близкие к верхней границе нормы, зарегистрированы у 11,3 % мальчиков и 10,3 % девочек, а у 11,5 % и 9,5 % школьников соответственно была выявлена гипертензия. Тахикардия в состоянии покоя обнаружена у 18 % мальчиков и 20,2 % девочек.

Ключевые слова: школьники-подростки, функциональные показатели сердечно-сосудистой системы, Северо-Восток России.

Для цитирования: Гречкина Л.И., Карандашева В.О. Возрастные особенности функционального развития системы кровообращения у детей в условиях северо-востока России // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 1 (334). С. 34–38. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-34-38>

Информация об авторах:

✉ Гречкина Людмила Ивановна – к.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник; e-mail: ludmila-50@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9293-9722>.

Карандашева Виктория Олеговна – м.н.с.; e-mail: Karandasheva@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5367-6600>.

Age-Specific Features of the Functional Development of the Circulatory System in Children Living in Northeastern Russia

L.I. Grechkina, V.O. Karandasheva

Scientific Research Center "Arktika", Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Karl Marx Street, Magadan, 685000, Russian Federation

Summary. Introduction: The problem of human interaction with the environment acquires special importance nowadays. Significant migration processes observed in the last decade have become global, thus necessitating studies of the mechanisms of human adaptation to new environmental conditions. Our objective was to study age-related changes in functional indices of the cardiovascular system in adolescents between 11 and 17 years of age, born in Magadan in the first to third generation of Caucasians who had migrated to this city. Material and methods: In all, 1,442 school-age adolescents were examined including 809 boys and 633 girls. The main anthropometric parameters (body weight, kg, and height, cm) were measured and cardiac hemodynamics was determined at rest in the sitting position by volumetric compression oscillometry using a non-invasive hard- and software unit for central hemodynamic study. Results: Significantly higher values of cardiac output and stroke volume prevailed in boys of all age groups. The boys aged 14–17 years also demonstrated higher values of systolic blood pressure and left ventricular power output compared to girls. At the same time, the girls had higher age-specific indices of the heart rate, diastolic blood pressure, and total peripheral resistance. Conclusion: We established that the highest rates of cardiovascular functional development occur during puberty in 11 to 16-year-old boys and 11 to 13-year-old girls. Our findings showed that only 70.2 % to 77.2 % of the boys and 75.1 % to 80.2 % of the girls had blood pressure and heart rate readings within the age norm. Prehypertension was registered in 11.3 % and 10.3 % while hypertension was observed in 11.5 % and 9.5 % of the examined boys and girls, respectively. Tachycardia at rest was noted in 18 % of the boys and 20.2 % of the girls.

Keywords: school-age adolescents, functional indices of the cardiovascular system, Northeastern Russia.

For citation: Grechkina LI, Karandasheva VO. Age-specific features of the functional development of the circulatory system in children living in Northeastern Russia. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (1(334)):34–38. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-34-38>

Author information:

✉ Lyudmila I. Grechkina, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher; e-mail: ludmila-50@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9293-9722>.

Victoriya O. Karandasheva, Junior Researcher; e-mail: Karandasheva@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5367-6600>.

Введение. В настоящее время проблема взаимодействия человека со средой его обитания приобрела глобальный характер. Известно, что процессы роста и развития организма человека в значительной мере зависят от состояния среды обитания. Одной из важнейших задач медицины на современном этапе является сохранение и укрепление здоровья детей и под-

ростков. Решению этой проблемы посвящены исследования физического развития детей и подростков, отражающие влияние различных факторов среды обитания и являющиеся одним из основных критериев оценки здоровья [1–3]. Известно, что универсальным индикатором адаптивно-приспособительных механизмов является система кровообращения, играющая

ведущую роль в обеспечении необходимого уровня энергетических и метаболических процессов для поддержания функционального состояния организма ребенка в соответствии с природно-климатическими, экологическими и социально-экономическими условиями окружающей среды [4–7].

С 60-х годов прошлого века на Северо-Востоке России происходит формирование устойчивой популяции уроженцев из числа пришлых восточных славян. Детское население в Магаданской области представлено в основном их потомками в 1–3 поколениях. Развитие и формирование функциональных систем организма ребенка происходит в экстремальных природно-климатических условиях, поэтому актуальным является изучение кардио-гемодинамических показателей у уроженцев Северо-Востока России с целью определения адаптивной стратегии формирования функции сердечно-сосудистой системы в процессе онтогенеза.

Задача наших исследований заключалась в изучении возрастных изменений функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у детей – уроженцев г. Магадана в 1–3 поколениях в период онтогенеза 11–17 лет, предки которых являлись мигрантами.

Материалы и методы исследования. Исследования были проведены в медицинских кабинетах школ г. Магадана и в летнем детском оздоровительном лагере «Северный Артек». Всего было обследовано 1442 школьника: 633 девочки и 809 мальчиков. Обследование школьников проводилось с информированного согласия их законных представителей в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2008). Протокол исследования от 26 августа 2019 г. был одобрен комиссией внутреннего экспортного контроля (КВЭК Центра). У каждого школьника регистрировали длину (ДТ, см) и массу тела (МТ, кг) общепринятыми методами. Показатели сердечно-сосудистой системы у детей определяли в первой половине дня в состоянии покоя в положении сидя методом объемной компрессионной осциллометрии с использованием комплекса аппаратно-программного неинвазивного исследования центральной гемодинамики (КАП ЦГосм «Глобус»). Уровень артериального давления у школьников оценивали с учетом пола, возрастной группы и 7 ростовых перцентильных категорий в соответствии с рекомендациями экспертов ВНОК и Ассоциации детских кардиологов РФ (второй пересмотр) [8]. Регистрировали прямые и расчетные параметры центральной и периферической гемодинамики: систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление (мм рт. ст.), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), сердечный выброс (СВ, л/мин), ударный объем (УО, мл), мощность сокращения левого желудочка (МСЛЖ, Вт), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, $\text{дин.} \times \text{см}^{-5} \times \text{с}$). На основании полученных данных рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ВИК) по формуле: $\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}) \times 100$. Статистическая обработка материала была выполнена в программе Microsoft Excel 2002 и StatSoft STATISTIKA 6.0. Вычисляли средние значения показателей и их стандартные ошибки при условии нор-

мального распределения ($M \pm m$). Проверку на нормальность распределения осуществляли на основе теста Шапиро – Уилка. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Статистически значимым принимали уровень различий при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. В результате исследований были выявлены как межвозрастные различия по исследуемым соматометрическим и гемодинамическим параметрам морфофункционального развития детей в пределах одного пола, так и межполовые в одновозрастных группах в период онтогенеза 11–17 лет (таблица). Установлено, что наиболее интенсивный рост показателей длины и массы тела у девочек происходит в период 11–13 лет, в то время как у мальчиков он продолжается до 16 лет, затем происходит снижение темпов роста. Отмечено значительное увеличение темпов морфофункционального развития у мальчиков с 14 лет, когда они начали опережать девочек по длине и массе тела, а также по показателям систолического артериального давления и мощности сокращения левого желудочка.

Исследования показали, что изменения функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у подростков обоих полов в данном периоде онтогенеза происходили в соответствии с возрастными закономерностями развития и имели разнонаправленный вектор. Такие показатели как САД, ДАД, СВ, УО и МСЛЖ с возрастом закономерно увеличивались, а ЧСС, ОПСС и ВИК – понижались. Однако темпы этих изменений в возрастной динамике носили неравномерный и гетерохронный характер.

Так, в возрастной динамике показателей САД статистически значимое увеличение отмечено у мальчиков в 14 и 16 лет ($p < 0,001$), а у девочек – в 13 лет ($p < 0,05$). Значимые изменения диастолического артериального давления выявлены только у мальчиков в 16 лет ($p < 0,01$). Абсолютный прирост показателей САД за исследуемый период у мальчиков был более значительным (на 21 мм рт. ст.) по сравнению с девочками (на 5,4 мм рт. ст.), а ДАД у детей изменилось незначительно (на 2,9 и 3,3 мм рт. ст. соответственно). Необходимо отметить, что изменения показателей частоты сердечных сокращений в исследуемом периоде онтогенеза происходят неравномерно и дифференцированы по половому признаку. Девочки превышают мальчиков по средневозрастным показателям ЧСС во всех возрастных группах, но статистически значимые различия отмечены в 11, 14 и 16 лет. В целом за исследуемый период частота сердечных сокращений снизилась у девочек на 13,6 уд./мин, а у мальчиков на 8,2 уд./мин. Наиболее значимые синхронные изменения средневозрастных показателей СВ, УО, МСЛЖ и ОПСС происходят у мальчиков в возрастном периоде 11–16 лет, а у девочек в 11–13 лет, что совпадает с периодами интенсивного роста тотальных размеров тела. Такие показатели сердечной деятельности, как ударный объем и сердечный выброс, во всех возрастных группах у мальчиков были значительно выше, чем у девочек ($p < 0,001$), и увеличились за исследуемый возрастной период на 46,5 мл и 2,81 л/мин у мальчиков и на 25,9 мл и 1,27 л/мин у девочек.

Одной из важных характеристик сердечной деятельности является мощность сокращения левого желудочка. В возрастной динамике исследуемого периода сохранялась устойчивая тенденция увеличения показателей МСЛЖ как у мальчиков, так и у девочек. В целом за исследуемый период у мальчиков показатели МСЛЖ увеличились на 1,81 Вт, а у девочек — на 0,98 Вт. Во всех возрастных группах мальчики имели более высокие показатели МСЛЖ по сравнению с девочками, но статистически значимые различия отмечены в 11 и 14–17 лет.

К главным составляющим системы кровообращения относится показатель общего периферического сопротивления сосудов, отражающий сопротивление резистивных сосудов току крови и степень проходимость прекапиллярного русла. С увеличением возраста в исследуемом периоде онтогенеза происходило закономерное снижение этого показателя. В целом за исследуемый период ОПСС снизилось у мальчиков на $622 \text{ дин.} \times \text{см}^{-5} \times \text{с}$, а у девочек — на $527 \text{ дин.} \times \text{см}^{-5} \times \text{с}$. Необходимо отметить, что во всех возрастных группах у девочек показатели ОПСС были более высокими по сравнению с мальчиками ($p < 0,001$).

Высокие положительные значения вегетативного индекса Кердо в период 11–16 лет свидетельствуют о преобладающем симпатическом влиянии на сердечную деятельность и напряженности функционирования сердечно-сосудистой системы у магаданских школьников в данном периоде онтогенеза.

Полученные нами средневозрастные показатели исследуемых гемодинамических параметров соответствуют возрастным нормативам, рекомендованным экспертами ВНОК и Ассоциации детских кардиологов РФ, с учетом возраста, пола и перцентилей длины тела [8]. Однако анализ вариабельности индивидуальных значений показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений у подростков показал, что только 70,2–77,2 % мальчиков и 75,1–80,2 % девочек из числа всех обследованных школьников имели величины АД и ЧСС, соответствующие возрастной норме. Показатели АД, близкие к верхней границе нормы, зарегистрированы у 11,3 % мальчиков и 10,3 % девочек, а у 11,5 % и 9,5 % соответственно была выявлена гипертензия. Тахикардия в состоянии покоя обнаружена у 18 % мальчиков и 20,2 % девочек. В зависимости от возраста это соотношение изменялось, что обусловлено интенсивными процессами морфофункционального и полового развития организма ребенка в данном периоде онтогенеза. На рис. 1 и 2 показано распределение подростков по индивидуальным показателям артериального давления в возрастных группах.

Обсуждение результатов. В результате проведенного анализа распределения мальчиков по уровню артериального давления (рис. 1) была выявлена в каждой возрастной группе определенная доля лиц, имеющих показатели АД, характеризующиеся как «высокая норма» и «гипертензия». С 13 лет наблюдается снижение

Таблица. Возрастная динамика антропометрических и гемодинамических показателей у школьников г. Магадана
Table. Age dynamics of anthropometric and hemodynamic indices of school-age adolescents in the city of Magadan

Параметры / Parameters	Пол / Sex	Возраст, лет / Age, years						
		11	12	13	14	15	16	17
Длина тела, см / Body height, cm	M / B	149,7 ± 0,7	155,2 ± 0,93	162,8 ± 0,73	170,9 ± 0,73	174,5 ± 0,63	178,0 ± 0,73	177,4 ± 0,8
	D / G	149,2 ± 0,9	156,4 ± 0,83	161,2 ± 0,73	163,5 ± 0,6***	163,9 ± 0,6***	164,3 ± 0,7***	166,8 ± 0,8***
Масса тела, кг / Body weight, kg	M / B	41,5 ± 0,9	45,3 ± 1,12	51,3 ± 1,03	58,3 ± 1,03	61,4 ± 0,91	66,6 ± 1,03	67,1 ± 1,2
	D / G	40,5 ± 1,0	46,0 ± 1,03	52,2 ± 1,13	54,4 ± 0,9**	56,1 ± 1,0***	57,6 ± 1,0***	57,6 ± 1,2***
САД, мм рт. ст. / SBP, mm Hg	M / B	105,7 ± 1,0	108,4 ± 1,1	110,9 ± 1,0	116,5 ± 1,03	117,2 ± 1,1	125,0 ± 1,33	126,7 ± 1,3
	D / G	105,6 ± 1,2	106,6 ± 0,9	110,0 ± 1,21	110,8 ± 1,0*	111,2 ± 1,0***	112,5 ± 1,3***	111,0 ± 1,3***
ДАД, мм рт. ст. / DBP, mm Hg	M / B	64,0 ± 0,8	64,1 ± 0,7	62,9 ± 0,6	64,4 ± 0,7	63,9 ± 0,7	67,0 ± 0,72	65,9 ± 1,0
	D / G	65,5 ± 0,8	67,0 ± 0,7**	68,8 ± 0,7***	68,2 ± 0,9***	67,4 ± 0,8***	68,5 ± 0,8	68,8 ± 0,9*
ЧСС, уд./мин / HR, b/min	M / B	79,9 ± 1,2	79,8 ± 1,0	78,0 ± 1,0	76,3 ± 1,0	76,6 ± 1,2	73,2 ± 1,01	71,7 ± 1,3
	D / G	84,9 ± 1,3**	81,7 ± 1,1	79,8 ± 1,1	79,4 ± 1,2*	76,5 ± 1,2	77,1 ± 1,4*	71,3 ± 1,1
СВ, л/мин / CO, L/min	M / B	3,61 ± 0,07	3,99 ± 0,093	4,99 ± 0,093	5,59 ± 0,083	5,85 ± 0,081	6,29 ± 0,083	6,42 ± 0,09
	D / G	3,29 ± 0,08**	3,61 ± 0,072***	4,39 ± 0,093***	4,57 ± 0,07***	4,57 ± 0,07***	4,68 ± 0,09***	4,56 ± 0,09***
УО, мл / SV, mL	M / B	46,1 ± 1,1	50,8 ± 1,22	65,5 ± 1,53	75,0 ± 1,53	79,1 ± 1,8	87,6 ± 1,73	92,6 ± 2,3
	D / G	39,3 ± 1,0***	44,7 ± 1,03***	55,8 ± 1,33***	58,7 ± 1,1***	61,1 ± 1,3***	62,0 ± 1,5***	65,2 ± 1,7***
МСЛЖ, Вт / LVPO, W	M / B	1,68 ± 0,05	1,83 ± 0,051	2,34 ± 0,063	2,70 ± 0,063	2,84 ± 0,07	3,32 ± 0,083	3,49 ± 0,09
	D / G	1,49 ± 0,04**	1,72 ± 0,043	2,2 ± 0,063	2,27 ± 0,05***	2,27 ± 0,05***	2,31 ± 0,06***	2,47 ± 0,07***
ОПСС, дин.×см ⁻⁵ ×с / TPR, dyn×cm ⁻⁵ ×s	M / B	1674 ± 25	1559 ± 262	1258 ± 183	1137 ± 143	1076 ± 113	1052 ± 13	1030 ± 12
	D / G	1884 ± 37***	1739 ± 292***	1442 ± 243***	1378 ± 181***	1350 ± 16***	1339 ± 19***	1357 ± 25***
ВИК, усл. ед. / KVI, c.u.	M / B	18,3 ± 1,7	18,4 ± 1,3	17,8 ± 1,2	14,2 ± 1,2	14,4 ± 1,4	6,8 ± 1,6	5,5 ± 2,0
	D / G	21,7 ± 1,2	16,8 ± 1,2	12,6 ± 1,5	12,9 ± 1,3	10,0 ± 1,6	9,4 ± 1,6	2,6 ± 1,5

Примечание: различия между возрастными группами одного пола: ¹— $p < 0,05$; ²— $p < 0,01$; ³— $p < 0,001$; половые различия между одновозрастными группами: *— $p < 0,05$; **— $p < 0,01$; ***— $p < 0,001$.

Сокращения: М — мальчики; Д — девочки; САД, мм рт. ст. — систолическое артериальное давление; ДАД, мм рт. ст. — диастолическое артериальное давление; ЧСС, уд./мин — частота сердечных сокращений; СВ, л/мин — сердечный выброс; УО, мл — ударный объем; МСЛЖ, Вт — мощность сокращения левого желудочка; ОПСС, дин. × см⁻⁵ × с — общее периферическое сопротивление сосудов; ВИК, усл. ед. — вегетативный индекс Кердо.

Note: differences between age groups of the same sex: ¹— $p < 0,05$; ²— $p < 0,01$; ³— $p < 0,001$; differences between sex groups of the same age: *— $p < 0,05$; **— $p < 0,01$; ***— $p < 0,001$.

Abbreviations: B, boys; G, girls; SBP, systolic blood pressure, mm Hg; DBP, diastolic blood pressure, mm Hg; HR, heart rate, beats per minute; CO, cardiac output, L/min; SV, stroke volume, mL; LVPO, left ventricular power output, W; TPR, total peripheral resistance, dyn × cm⁻⁵ × s; KVI, Kerdo vegetative index, conventional units.

доли лиц с показателями АД, соответствующими возрастным нормативам, и возрастание — с гипертензией, особенно в старшем подростковом возрасте 16–17 лет (21,5 % и 24,6 % соответственно).

Такая же лабильность показателей АД выявлена и среди девочек во всех возрастных группах (рис. 2). Однако возрастная динамика распределения по уровню артериального давления имеет существенные половые различия. Наибольшая доля лиц с гипертензией встречается среди девочек в 13 лет (15,8 %) и 16 лет (17,2 %), а среди мальчиков — в 16 и 17 лет (21,5 % и 24,6 % соответственно). В предыдущих наших исследованиях было показано, что среди магаданских подростков встречается большое число лиц, имеющих дисгармоничное телосложение, особенно в старшем подростковом возрасте, что сказывается на функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы [9]. Значительная лабильность показателей артериального давления в подростковый период онтогенеза может носить преходящий характер и, возможно, обусловлена гормональными изменениями в период полового созревания и несовершенством механизмов регуляции функции сердечно-сосудистой системы. В настоящее время установлено, что отклонения

АД в подростковом периоде онтогенеза может переходить в артериальную гипертензию у взрослых [10]. Контроль артериального давления у детей, которые по величинам АД попадают в группы «высокая норма» и, тем более, «гипертензия», должен быть постоянным с целью организации профилактики и коррективной учебной нагрузки.

Полученные нами данные сопоставимы с результатами исследований, проводимых в других регионах. Авторы отмечают в своих работах возрастание доли лиц с повышенным артериальным давлением в подростковый период по мере увеличения возраста [11–13]. Особый интерес представляет сравнение наших данных с результатами аналогичных исследований, проведенных в Санкт-Петербурге [14], поскольку Магадан находится с ним на одной широте, но в различных климато-географических зонах. Выявленные региональные особенности распределения по уровню артериального давления у подростков 11–17 лет были неоднозначными. Так, среди магаданских мальчиков из общего числа обследованных оказалось больше лиц с высокой нормой АД (11,3 % против 9,8 %) и гипертензией (11,5 % против 10,4 %) по сравнению с петербургскими. Сравнение девочек по уровню артериального давления

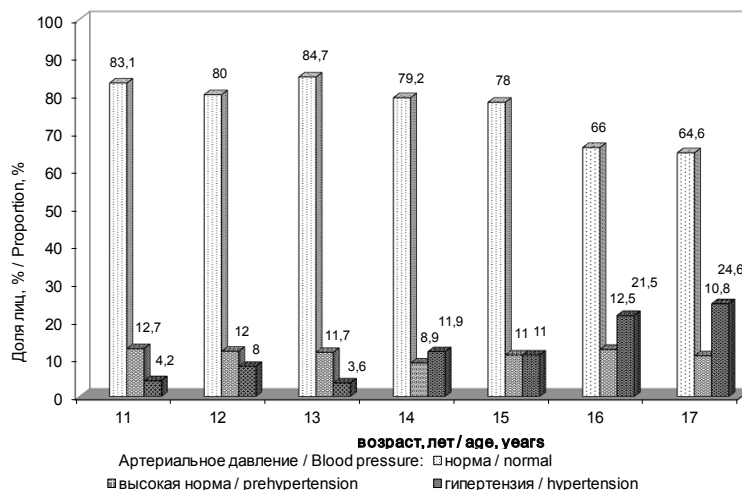


Рис. 1. Распределение мальчиков в возрастных группах по уровню артериального давления (АД), %
Fig. 1. Distribution of boys by the level of blood pressure in the age groups, %

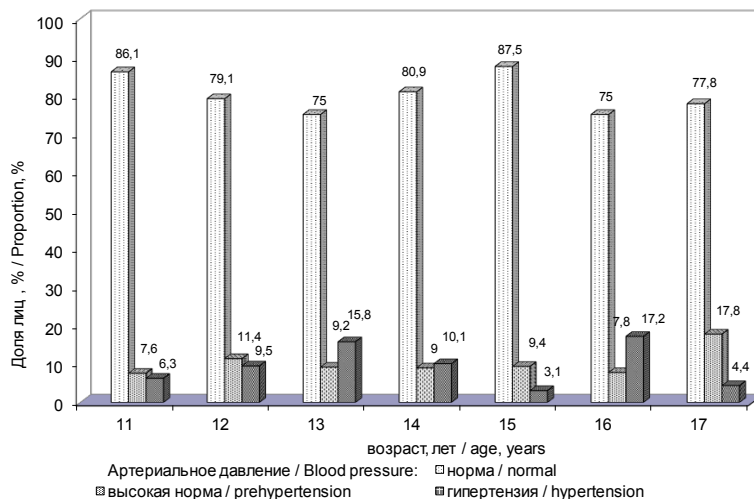


Рис. 2. Распределение девочек в возрастных группах по уровню артериального давления (АД-), %
Fig. 2. Distribution of girls by the level of blood pressure in the age groups, %

показало, что среди петербургских школьников по сравнению с магаданскими чаще встречаются лица с показателями АД «высокая норма» (11,5 % против 10,3 %) и гипертензией (10,1 % против 9,5 %).

Заключение

Таким образом, было установлено, что возрастная динамика как соматометрических, так и функциональных параметров сердечно-сосудистой системы соответствует общим закономерностям биологического развития организма человека в процессе онтогенеза. Проведенные исследования показали, что наиболее высокие темпы морфофункционального развития магаданских школьников приходятся на пубертатный период 11–16 лет у мальчиков и 11–13 лет у девочек. Выявлено, что среди всех обследованных мальчиков больше лиц с повышенным и высоким артериальным давлением (22,8 %), по сравнению с девочками (19,8 %), а у девочек чаще встречается тахикардия (20,2 % против 18 %). Результаты сравнения магаданских школьников с петербургскими [14] по показателям артериального давления могут свидетельствовать о региональных особенностях формирования функций сердечно-сосудистой системы в подростковый период онтогенеза. В связи с вышеизложенным, считаем целесообразным проведение мониторинговых исследований детей и подростков г. Магадана для формирования базы данных по физическому развитию и основным параметрам центральной и периферической гемодинамики с целью определения региональных нормативов и выявления среди подростков лиц с повышенным риском развития артериальной гипертензии для своевременного принятия превентивных мер. Эта проблема особенно актуальна, учитывая, что формирование новой популяции человека на Северо-Востоке России происходит в экстремальных природно-климатических условиях.

Информация о вкладе авторов: Гречкина Л.И. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Карандашева В.О. — сбор и статистическая обработка материала, участие в написании текста.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Кучма В.Р., Рапопорт И.К. Стратегия «Здоровье и развитие подростков России» как инструмент охраны и укрепления здоровья подростков // *Репродуктивное здоровье детей и подростков*. 2011. № 2. С. 11–21.
2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Состояние здоровья современных детей и подростков и роль медико-социальных факторов в его формировании // *Вестник РАМН*. 2009. № 5. С. 6–10.
3. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 5. С. 5–10.
4. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г. и др. Влияние экологического фактора на функциональное состояние подростков // *Физиология человека*. 2008. Т. 34. № 3. С. 98–105.
5. Агаджанян Н.А., Хомченко О.А., Макарова И.И. Особенности деятельности сердечно-сосудистой системы и психоэмоциональной сферы юношей-подростков урбанизированной и рекреационной зон Тверского региона // *Экология человека*. 2003. № 6. С. 6–8.
6. Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Черепов А.Б. и др. Региональные особенности функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у подростков // *Российский педиатрический журнал*. 2008. № 1. С. 37–42.
7. Катальская О.Ю., Ефимова Н.В., Тихонова И.В. Сравнительная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой

- системы подростков в зависимости от состояния верхних дыхательных путей // *Валеология*. 2014. № 1. С. 15–20.
8. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков. Рекомендации Ассоциации детских кардиологов России // *Педиатрия*. 2003. № 2. Прил. № 1. С. 1–31.
9. Гречкина Л.И., Карандашева В.О. Характеристика показателей физического развития подростков-уроженцев Магадана. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2013. № 3. С. 91–94.
10. Александров А.А., Розанов В.Б., Пугоева Х.С. и др. Прогностическое значение повышенного артериального давления у детей и подростков (32-летнее проспективное наблюдение) // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2018. Т. 17. № 4. С. 12–18. DOI: 10.15829/1728-8800-2018-4-12-18
11. Эльгаров Л.В., Эльгаров А.А. Особенности артериального давления у школьников Кабардино-Балкарии // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2006. Т. 5. № 7. С. 75–82.
12. Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Афанасьева Е.В. и др. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у подростков с предгипертензией // *Физиология человека*. 2010. Т. 36. № 3. С. 87–89.
13. Ушакова С.А., Петрушина А.Д., Кляшев С.М. Распространенность высокого нормального артериального давления у подростков 15–17 лет в Тюменской области // *Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке»*. 2016. Т. 18. № 3. С. 6–8.
14. Куприенко Н.Б., Смирнова Н.Н. Распространенность повышенного артериального давления у школьников Санкт-Петербурга по данным электронных протоколов аппаратно-программного комплекса диспансерного осмотра // *Артериальная гипертензия*. 2018. Т. 24. № 2. С. 193–205. DOI: 10.18705/1607-419X-2018-24-2-193-205

References

1. Kuchma VR, Rapoport IK. "Health and Development of Adolescents in Russia" strategy effective in adolescents health care. *Reproduktivnoye Zdorov'e Detei i Podrostkov*. 2011; (2):11–21. (In Russian).
2. Baranov AA, Kuchma VR, Sukhareva LM. Current health status of children and adolescents and the role of socio-medical factors in its formation. *Vestnik RAMS*. 2009; (5):6–10. (In Russian).
3. Rakhmanin YuA, Mikhaylova RI. Environment and health: priorities for preventive medicine. *Gigiena i Sanitariya*. 2014; 93(5):5–10. (In Russian).
4. Solonin YuG, Boyko ER, Varlamova NG, et al. Effect of environment on the functional state of adolescents. *Human Physiology*. 2008; 34(3):348–355. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0362119708030134>
5. Agadzhanian NA, Khomchenko OA, Makarova II. Peculiarities of cardiovascular system activity and psycho-emotional sphere of boys-adolescents in urbanized and recreation zones of the Tver region. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2003; (6):6–8. (In Russian).
6. Pankova NB, Alchinova IB, Cherepov AB, et al. Regional features of cardiovascular functional parameters in adolescents. *Rossiiskii Peditricheskii Zhurnal*. 2008; (1):37–42. (In Russian).
7. Katulskaya OY, Efimova NE, Tikhonova IV. Comparison of functional cardiovascular system adolescents depending on the state upper respiratory tract. *Scientific and Practical Journal of Health and Life Sciences*. 2014; (1):15–20. (In Russian).
8. Diagnostics, treatment and prophylaxis of arterial hypertension in children and adolescents. Recommendations of the Association of Pediatric Cardiologists of Russia. *Pediatrriya*. 2003; (2, Suppl. 1):1–31. (In Russian).
9. Grechkina LI, Karandasheva VO. Characteristics for the physical development indices demonstrated by adolescents born in Magadan. *Sibirskii Meditsinskii Zhurnal (Irkutsk)*. 2013; (3):91–94. (In Russian).
10. Aleksandrov AA, Rozanov VB, Pugoeva KS, et al. Predictive significance of raised blood pressure in children and adolescents (32-year prospective follow-up). *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2018; 17(4):12–18. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-12-18>
11. El'garova LV, El'garov AA. Blood pressure characteristics in Kabardino-Balkaria schoolchildren. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2006; 5(7):75–82. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2006-7>
12. Pankova NB, Alchinova IB, Afanaseva EV, et al. Functional characteristics of the cardiovascular system in adolescents with high normal blood pressure. *Human Physiology*. 2010; 36(3):319–324. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0362119710030102>
13. Ushakova SA, Petrushina AD, Klyashev SM. The prevalence of high normal blood pressure in adolescents aged 15–17 years in the Tyumen Region. *Zhurnal Nauchnykh Statei Zdorov'e i Obrazovanie v XXI veke*. 2016; 18(3):6–8. (In Russian).
14. Kuprienko NB, Smirnova NN. Prevalence of high blood pressure among school-aged children in St Petersburg based on the electronic database of the regular preventive medical examination. *Arterial'naya Gipertenziya*. 2018; 24(2):193–205. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2018-24-2-193-205>