



Карандашева В.О.

ФГБУН Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения
Российской академии наук (НИЦ «Арктика» ДВО РАН),
ул. Карла Маркса 24, Магадан, 685000, Россия

ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ У ПОДРОСТКОВ Г. МАГАДАНА В ПЕРИОД ОНТОГЕНЕЗА 11–17 ЛЕТ

Введение. Цель работы – распределить значение индекса массы тела и показатели артериального кровяного давления среди мальчиков и девочек – уроженцев г. Магадана в возрастном онтогенезе 11–17 лет.

Материалы и методы. Методом случайной выборки обследовано 633 девочки и 784 мальчика в возрасте 11–17 лет на базе медицинских кабинетов школ г. Магадана, в летний период в детском оздоровительном лагере в период 2018-2019 гг. У всех обследуемых школьников регистрировали длину (ДТ, см) и массу тела (МТ, кг). Рассчитывали ИМТ для каждого школьника. Показатели кардиогемодинамики у подростков определяли в состоянии покоя сидя методом объемной компрессионной осциллометрии с использованием комплекса аппаратно-программного неинвазивного исследования центральной гемодинамики.

Результаты. В 14–17 лет мальчики опережают девочек по показателям систолического артериального давления (мм рт. ст.) и массе тела (кг) ($p < 0,01$, $p < 0,01$). Девочки, по сравнению с мальчиками, имеют более высокие средневозрастные показатели частоты сердечных сокращений ($p < 0,05$, $p < 0,01$), диастолического артериального давления ($p < 0,01$, $p < 0,001$) во всех возрастных группах. Анализ индивидуальных значений показал, что только 77,2% – 70,2% мальчиков и 80,2% – 75,1% девочек из числа всех обследованных школьников имели величины АД и ЧСС, характеризующиеся, как «норма». У 11,3% мальчиков и 10,3% девочек показатели АД были близки к верхней границе нормы («высокая норма»), а у 11,5% и 9,5% школьников, соответственно, была выявлена «гипертензия». Из общего числа школьников наибольший процент по дефициту массы тела и избыточной массе тела имели девочки – 7,2% и 8,7%, а мальчики – 4,7% и 6,1% соответственно ($p < 0,05$). В то время как по ожирению одинаковая распространенность наблюдалась как у мальчиков – 2,5%, так и у девочек – 2,7%.

Заключение. Наиболее высокие изменения значений кардиогемодинамических показателей у детей происходят в пубертатный период: у девочек - в 11-13 лет, а у мальчиков - в 11–14 и 16-17 лет. Высокая частота артериальной гипертензии отмечалась у мальчиков и девочек в возрасте 16-17 лет. Выявлена положительная корреляционная связь индекса массы тела с уровнем артериального давления.

Ключевые слова: масса тела; избыточная масса тела; артериальная гипертензия; физическое развитие

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-1-3

Введение

Артериальное давление – переменная характеристика, изменяющаяся с возрастом, при физической нагрузке и некоторых заболеваниях [Елецкая с соавт., 2019]. Изменение артериального давления у подростков происходит на фоне быстрого увеличения размеров тела и перестройки гормональной системы. Ряд авторов связывают изменения показателей сердечно-сосудистой системы в онтогенезе с периодом полового созревания [Стародубов с соавт., 2017; Zanuncio et al., 2017], избыточной массой тела [Стародубов с соавт., 2017; Куприенко, Смирнова, 2020; Premanath et al., 2017], влиянием комплекса природно-климатических, экологических и социально-гигиенических факторов внешней среды [Баранов с соавт., 2009; Куприенко, Смирнова, 2018; Бобошко, Жданова, 2019; Година с соавт., 2019; Худойбердиева с соавт., 2019; Софронова с соавт., 2019; Мукатаева с соавт., 2020]. В последние годы значительно возросло число публикаций о распространенности гипертензии и предгипертензии в разных странах мира (США, Индия, Китай, Конго и других) [Александров с соавт., 2020; Куприенко, Смирнова, 2020]. И одним из факторов артериальной гипертензии в раннем возрасте является избыточная масса тела и ожирение у детей школьного возраста [Лир с соавт., 2018; Александров с соавт., 2020; Куприенко, Смирнова, 2020]. В последние десятилетия эта проблема приобретает масштабные значения, внося вклад в смертность, влияя непосредственно и опосредованно. Среди причин смерти у лиц с ожирением стоят сердечнососудистые заболевания [Софронова с соавт., 2019]. По данным отечественных и зарубежных исследователей, индекс массы тела тесно ассоциируется с уровнем артериального давления (АД) [Новиков с соавт., 2019; Flynn et al., 2017; Zhao et al., 2017; Bigazzi et al., 2020;]. Таким образом, корректируя ожирение, мы можем влиять на артериальное давление. Поэтому приоритетным направлением в исследованиях многих авторов является донологическая диагностика и контроль артериального давления и антропометрических показателей у детей школьного возраста с целью выявления лиц с повышенным АД и распространенностью избыточной массы тела и ожирение, для приня-

тия превентивных мер для их нормализации [Скачкова с соавт., 2017; Александров с соавт., 2018; Фадеева, 2021].

В настоящее время на Северо-востоке России происходит формирование устойчивой популяции пришлых восточных славян. Детский контингент Магаданской области представлен в основном их потомками в первом – третьем поколении. На физическое развитие и формирование функциональных систем организма детей в процессе онтогенеза оказывают непосредственное влияние экстремальные экологические условия Северо-востока России. В связи с этим представляется актуальным изучение функциональных показателей кардиогемодинамики у уроженцев-европеоидов Северо-востока России с целью определения адаптивной стратегии формирования функции сердечно-сосудистой системы в процессе онтогенеза.

Цель и задача наших исследований – изучить основные параметры сердечно-сосудистой системы в зависимости от индекса массы тела у детей – уроженцев г. Магадана в 1–3 поколении в период онтогенеза 11–17 лет, предки которых являлись мигрантами.

Материалы и методы

В период 2018–2019 гг. в медицинских кабинетах школ и в летнем детском оздоровительном лагере «Северный Артек» методом случайной выборки проведено обследование детей и подростков г. Магадана. Выборка составила 1417 детей и подростков, представителей европеоидной расы, уроженцев г. Магадана, без хронических заболеваний в анамнезе в возрастном диапазоне 11–17 лет (633 девочки: 11лет – 87 человек, 12 лет – 107, 13 лет – 87, 14 лет – 103, 15 лет – 99, 16 лет – 83, 17 лет – 67 и 784 мальчика: 11лет – 98 человек, 12 лет – 111, 13 лет – 132, 14 лет – 107, 15 лет – 136, 16 лет – 108, 17 лет – 92). Возрастные группы формировались в соответствии с точным паспортным возрастом с интервалом в 1 год (± 6 мес.). Обследование школьников проводилось с информированного согласия их законных представителей в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2008). У каждого школьника регистрировали

основные антропометрические показатели: длину тела (ДТ, см) – измеряли в положении стоя с помощью напольного вертикального медицинского ростомера и массу тела (МТ, кг) – на медицинских электронных напольных весах по общепринятым методам. На основании полученных данных был рассчитан индекс массы тела: $ИМТ (кг/м^2) = МТ (масса\ тела, кг) / ДТ^2 (длина\ тела, м^2)$. Для индивидуальной оценки ИМТ применялась следующая схема: 25–75-центиль (перцентиль) область средних нормативных величин, < 3-го перцентиля – дефицит массы тела; 3–10-й перцентиль – отставание по массе тела; 10–25 – область величин ниже среднего; 75–90 – область величин выше среднего; 90–97-й – избыток массы тела; >97-го – ожирение [Булатова Е.М., 2019].

Регистрировали прямые и расчетные параметры центральной и периферической гемодинамики: систолическое (САД), диастолическое (ДАД) артериальное давление (мм рт.ст.), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин). Показатели кардиогемодинамики определяли в состоянии покоя в положении тела «сидя» опираясь на спинку стула, с расслабленными, нескрещенными ногами после десятиминутного отдыха методом объемной компрессионной осциллометрии с использованием комплекса аппаратно-программного неинвазивного исследования центральной гемодинамики (КАП ЦГосм «Глобус», г. Белгород). Манжета подбиралась в соответствии с окружностью плеча школьника. Размер манжеты соответствовал обхвату руки, равному от 22 до 32 см. Центр резиновой камеры манжеты располагался над плечевой артерией на внутренней поверхности плеча, а нижний край манжеты был на 1–2 см выше локтевого сгиба. Плотность наложения манжеты определялась возможностью проведения одного пальца между манжетой и поверхностью плеча ребенка. Проводилось три измерения АД с интервалом 3 мин и вычислялось среднее значение. Оценка индивидуальных показателей АД проводилась с использованием процентильных таблиц. Затем среднее значение систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) сопоставляли с 90-м, 95-м и 99-м перцентилями АД, в зависимости от пола, возраста и перцентиля роста ребенка. [Александров с соавт., 2020].

Статистическая обработка материала была выполнена методами вариационной статистики с помощью прикладной программы STATISTICA v 10 StatSoft. Вычисляли средние значения показателей и их стандартные ошибки при условии нормального распределения ($M \pm m$). Проверка на нормальность распределения осуществлялась на основе теста Шапиро-Уилка. Для установления межвозрастных и межполовых различий в группах по основным антропометрическим параметрам и показателям АД использовался t-критерий Стьюдента. Статистически значимыми принимали уровень различий при $p \leq 0,05; 0,01; 0,001$. Проведен корреляционный анализ между показателями ИМТ и АД, выполнен путем вычисления коэффициента корреляции Пирсона (r). Степень значимости корреляции вычислялась по значению коэффициента Стьюдента ($p \leq 0,001$).

Результаты

В результате исследований было установлено, что как у мальчиков, так и у девочек в период онтогенеза 11–17 лет изменения антропометрических и гемодинамических параметров соответствовали биологическим закономерностям развития. Были установлены как межвозрастные различия по всем показателям в пределах одного пола, так и межполовые в одновозрастных группах (табл.1).

Исследования показали, что изменения функциональных показателей сердечнососудистой системы в данном периоде онтогенеза имели разнонаправленный вектор. Такие показатели как САД, ДАД с возрастом закономерно увеличивались, а ЧСС – понизилось. Однако темпы этих изменений в возрастной динамике носили неравномерный и гетерохронный характер. Так, показатели САД и ДАД увеличивались у мальчиков с 11 лет, достигнув максимальных значений в 17 лет, но статистически значимые изменения по сравнению с предыдущим возрастом показателей САД происходили в 14 и 16 лет (на 5,6 и 8,1 мм рт. ст.), а ДАД – в 16 лет (на 3,0 мм рт. ст.).

У девочек статистически значимое увеличение САД отмечено только в 13 лет (на 3,4 мм рт. ст.), а изменения ДАД в возрастном аспекте были неравномерными и незначительными. За исследуемый период показатели САД и ДАД у мальчиков

Таблица 1. Возрастная динамика антропометрических показателей и показателей сердечнососудистой системы у школьников г. Магадана, (M±m)
Table 1. Age-specific dynamics of anthropometric and cardiovascular indicators in schoolchildren of Magadan, (M±m)

Параметры	Пол	Возраст, лет						
		11	12	13	14	15	16	17
Длина тела, см	М	148,7±0,7	154,2±0,9 ³	161,8±0,7 ³	169,9±0,7 ³	173,5±0,6 ³	177,0±0,7 ³	176,4±0,8
	Д	148,2±0,9	155,4±0,8 ³	160,2±0,7 ³	162,5±0,6 ^{***}	162,9±0,6 ^{***}	163,3±0,7 ^{***}	165,8±0,8 ^{***}
Масса тела, кг	М	40,5±0,9	44,3±1,1 ²	50,3±1,0 ³	57,3±1,0 ³	60,4±0,9 ¹	65,6±1,0 ³	66,1±1,2
	Д	39,5±1,0	45,0±1,0 ³	51,2±1,1 ³	53,4±0,9 ^{**}	55,1±1,0 ^{***}	56,6±1,0 ^{***}	56,6±1,2 ^{***}
ИМТ, кг/м ²	М	18,4±0,3	18,6±0,4	19,2±0,3	19,8±0,3	20,1±0,2	21,0±0,3	21,3±0,3
	Д	18,0±0,3	18,6±0,3	20,0±0,4	20,3±0,3	20,9±0,4	21,3±0,3	20,7±0,4
САД, мм рт.ст.	М	104,7±1,0	107,4±1,1	109,9±1,0	115,5±1,0 ³	116,2±1,1	124,0±1,3 ³	125,7±1,3
	Д	104,6±1,2	105,6±0,9	109,0±1,2 ¹	109,8±1,0 [*]	110,2±1,0 ^{***}	111,5±1,3 ^{***}	110,0±1,3 ^{***}
ДАД, мм рт.ст.	М	63,0±0,8	63,1±0,7	61,9±0,6	63,4±0,7	62,9±0,7	66,0±0,7 ²	64,9±1,0
	Д	64,5±0,8	66,0±0,7 ^{**}	67,8±0,7 ^{***}	67,2±0,9 ^{***}	66,4±0,8 ^{***}	67,5±0,8	67,8±0,9 [*]
ЧСС, уд./мин	М	78,9±1,2	78,8±1,0	77,0±1,0	75,3±1,0	75,6±1,2	72,2±1,0 ¹	70,7±1,3
	Д	83,9±1,3 ^{**}	80,7±1,1	78,8±1,1	78,4±1,2 [*]	75,5±1,2	76,1±1,4 [*]	70,3±1,1

Примечания: 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

М – мальчики; Д – девочки

Notes: differences between age-specific groups of the same gender, ¹ is for P <0.05; ² is for P <0.01; ³ is for P <0.001; gender-specific differences between the same age groups, * is for p <0.05; ** is for p <0.01; *** is for p <0.001. M – boys; D – girls

возросли на 21 и 2,9 мм рт. ст., а у девочек – на 5,4 и 3,3 мм рт. ст., соответственно. Необходимо отметить, что мальчики опережают девочек по показателям САД в 14–17 лет, а у девочек выше показатели ДАД в 12–15 и 17 лет. Возрастная динамика изменений показателя ЧСС носит неравномерный характер и дифференцирована по половому признаку. В целом за исследуемый период ЧСС снизилась у мальчиков на 8,2 уд./мин., у девочек – на 13,6 уд./мин. Во всех возрастных группах, кроме 15 и 17 лет, показатели ЧСС были выше у девочек по сравнению с мальчиками, но статистически значимые различия отмечены в 11, 14 и 16 лет.

Наиболее статистически значимое увеличение средневозрастных показателей длины и массы тела у девочек происходило в период 11–

13 лет, а у мальчиков – в 11–16 лет, затем темпы роста снижались. Ключевым в физическом развитии магаданских мальчиков оказался возраст 14 лет, когда значительно увеличились темпы роста, и они начали опережать девочек по длине и массе тела, а также по показателям САД. Отставание по массе тела, а также избыточная масса тела и ожирение встречалось во всех возрастных группах, как у мальчиков, так и у девочек. Из общего числа школьников наибольший процент по дефициту массы тела и избыточной массы тела имели девочки – 7,2% и 8,7%, а мальчики – 4,7% и 6,1% соответственно. В то время как по ожирению одинаковая распространенность наблюдалась как у мальчиков – 2,5%, так и у девочек – 2,7%. На рисунке 1 А, Б представлено распределение мальчиков и девочек внутри межвозрастных групп по индексу массы тела (рис. 1 А, Б).

В результате исследований было выявлено, что полученные средневозрастные показатели исследуемых гемодинамических параметров соответствовали возрастным нормативам, рекомендованным экспертами ВНОК и Ассоциации детских кардиологов РФ с учетом возраста, пола и перцентилей длины тела [Диагностика, лечение и профилактика ..., 2003, с. 1–31]. Для оценки вариабельности показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений был проведен анализ их распределения по индивидуальным значениям. В результате проведенного анализа было выявлено, что только 77,2% – 70,2% мальчиков и 80,2% – 75,1% девочек из числа всех обследованных школьников имели величины АД и ЧСС, характеризующиеся, как «норма». У 11,3% мальчиков и 10,3% девочек показатели АД были близки к верхней границе нормы («высокая норма»), а у 11,5% и 9,5% школьников, соответственно, была выявлена гипертензия. Лиц с гипотензией среди данной группы обследованных школьников выявлено не было. Склонность к тахикардии в состоянии покоя обнаружена у 18% мальчиков и 20,2% девочек, а брадикардия отмечена у 11,8% мальчиков и 4,7% девочек. В зависимости от возраста это соотношение изменялось, что вполне естественно в пубертатном периоде онтогенеза, когда происходит интенсивное физическое, функциональное и половое развитие организма ребенка.

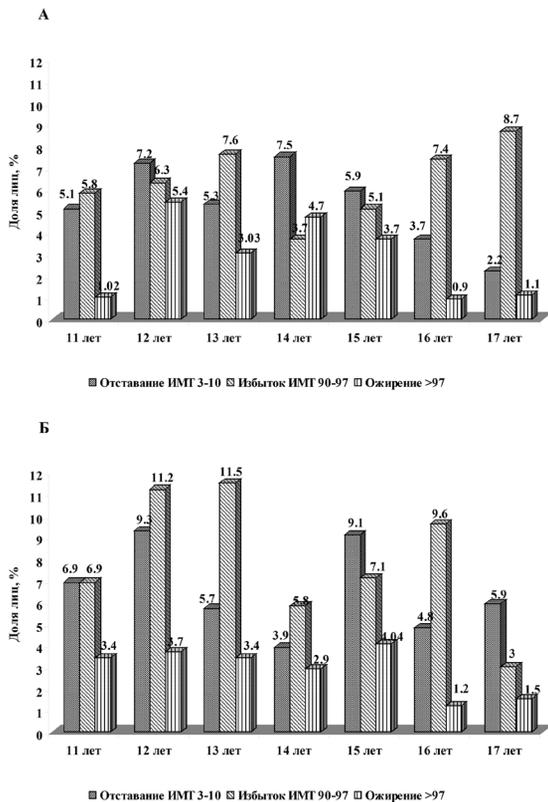


Рисунок 1. А. Распределение мальчиков внутри возрастных групп по индексу массы тела (ИМТ) в процентах (%).

Б. Распределение девочек внутри возрастных групп по индексу массы тела (ИМТ) в процентах (%).

Figure 1. A. Percentage of boys' body mass index (BMI) within age-specific groups (%).

B. Percentage of girls' body mass index (BMI) within age-specific groups (%).

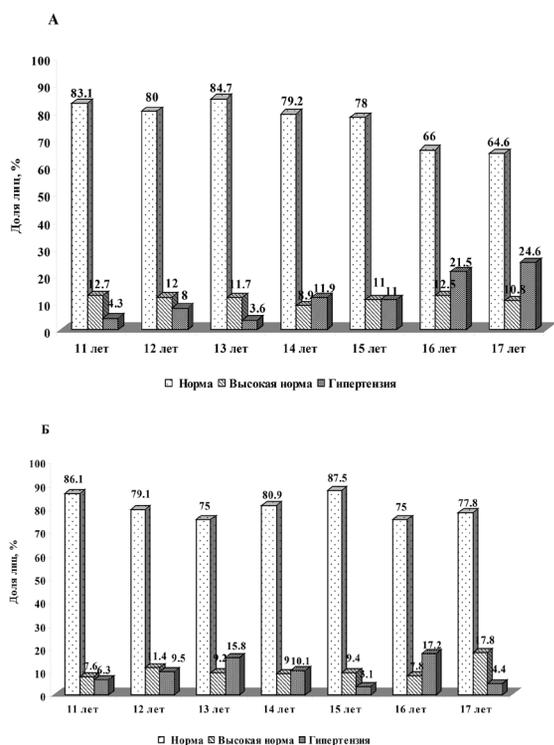


Рисунок 2. А. Распределение мальчиков внутри возрастных групп по уровню артериального давления (АД) в процентах (%). Б. Распределение девочек внутри возрастных групп по уровню артериального давления (АД) в процентах (%).
Figure 2. A. Percentage of boys' blood pressure level (BP) within age-specific groups (%). B. Percentage of girls' blood pressure level (BP) within age-specific groups (%).

Примечания. Ось абсцисс: возраст, лет; ось ординат: доля мальчиков с разным уровнем артериального давления (%).

Notes. The x-axis: age, yrs; the y-axis: proportion of boys with different blood pressure levels (%).

У мальчиков прослеживается тенденция к уменьшению с 13 до 17 лет доли лиц, имеющих значения показателей артериального давления, соответствующие возрастным нормативам (рис. 2А). При этом отмечается значительный процент лиц в каждой возрастной группе с показателями АД «высокая норма» и увеличение доли лиц с гипертензией, особенно в старших подростковых группах 16 и 17 лет (21,5% и 24,6%, соответственно).

Такая же нестабильность распределения показателей АД по группам («норма», «высокая норма», «гипертензия») в зависимости от возраста выявлена и среди девочек (рис. 2Б). Выявлено, что возрастная динамика распределения по уровню артериального давления имеет существенные половые различия. Наибольшая доля лиц с гипертензией встречается среди 13-ти и 16-ти летних девочек. 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 [Гречкина, Карандашева, 2013].

Анализ корреляции систолического и диастолического давления с массой тела и индексом массы тела во всех возрастных группах показал, что существует связь между этими показателями (табл.2). Связь между систолическим АД как с МТ, так и с ИМТ достоверно выявлена ($p \leq 0,001$) во всех возрастных группах и у мальчиков, и у девочек. Связь между диастолическим АД значимо выражена только у мальчиков 11 лет ($p \leq 0,001$).

Таблица 2. Корреляция значений артериального давления (АД), массы тела (МТ) и индекса массы тела (ИМТ) у детей и подростков г. Магадана, (r)
Table 2. Correlations among values of blood pressure (BP), body mass (BM) and body mass index (BMI) in children and adolescents of Magadan, (r)

Возраст, лет	МТ, кг				ИМТ, кг/м ²			
	САД, мм рт.ст.		ДАД, мм рт.ст.		САД, мм рт.ст.		ДАД, мм рт.ст.	
	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д
11	0,39*	0,55*	0,20	0,20	0,38*	0,54*	0,30*	0,23
12	0,60*	0,51*	0,20	0,20	0,53*	0,55*	0,20	0,05
13	0,50*	0,44*	0,09	0,09	0,52*	0,54*	0,20	-0,05
14	0,60*	0,33*	-0,01	-0,01	0,58*	0,38*	0,08	-0,001
15	0,53*	0,44*	0,04	0,04	0,53*	0,43*	0,03	0,23
16	0,41*	0,43*	0,10	0,01	0,40*	0,44*	0,20	0,1
17	0,40*	0,46*	0,01	0,01	0,50*	0,39*	0,03	-0,06
p	p ≤ 0,001							

Обсуждение

Полученные нами данные подтверждают мнение многих ученых, что индекс массы тела тесно связан с артериальным давлением. Мы сопоставили наши результаты с результатами исследований, проводимых в других регионах России и за рубежом. Авторы отмечают, что происходит увеличение доли лиц с повышенным артериальным давлением с избыточной массой тела или ожирением в подростковом периоде [Елецкая с соавт., 2019; Мустафаева, 2019; Новиков с соавт., 2019; Софронова с соавт., 2019; Александров с соавт., 2020; Максимович с соавт., 2020; Чубаров с соавт., 2022; Flynn et al, 2017; Bigazzi et al, 2020]. В настоящее время установлено, что отклонения АД в подростковом периоде онтогенеза могут переходить в артериальную гипертензию у взрослых [Стародубов с соавт., 2017; Александров с соавт., 2018; Бушуева с соавт., 2022; Wojtowicz et al, 2017]. Именно поэтому подростки, которые по величинам АД попадают в группы «высокая норма» и, тем более – «гипертензия», должны находиться под наблюдением школьного медицинского работника. Контроль АД на фоне отклонения массы тела от нормы у таких детей должен быть постоянным, с целью организации профилактики и корректировки учебной и физической нагрузки. Выявленные особенности распределения по уровню артериального давления при избыточной массе тела у подростков 11–17 лет были неоднозначными. Так, сравнивая мальчиков и девочек 11 и 15 лет из разных федеральных округов РФ [Елецкая с соавт., 2019] с магаданскими детьми этого возраста среди последних оказалось меньше индивидов с избыточной массой тела и ожирением и имеющих более высокие корреляционные связи между показателями массы тела и систолическим давлением. Общая тенденция отмечается к концу пубертатного периода, где у мальчиков и у девочек повышается частота выявления недостаточности массы тела в возрасте 11 и 15 лет. В возрастной группе 11–14 лет детей Азербайджана [Панахова, 2022] в случае высоких значений индекса массы тела частота встречаемости повышенного АД у мальчиков составила 79,2%, тогда как при нормальных значениях ИМТ частота его встречаемости равнялась лишь 16,1%, и у магаданских мальчи-

ков эти показатели составили 72,9% и 16,3% соответственно. В данной возрастной группе девочек с повышенными значениями ИМТ частота встречаемости высокого АД составила 71,4%, в то время как в группе девочек с нормальными значениями ИМТ частота встречаемости артериальной гипертензии соответствовала 19,1%, у магаданских девочек эти показатели составили 83,6% и 20,5% соответственно. Следовательно, высоким значениям АД сопутствовали высокие значения ИМТ, о чем свидетельствует исследование, проводимое в Санкт-Петербурге и Москве [Макарова с соавт., 2017; Куприенко, Смирнова, 2020]. Было установлено, что избыточная масса тела и ожирение напрямую связаны с увеличением доли детей с артериальной гипертензией и имеют положительную корреляционную связь. Тогда как американские ученые установили, что статистически значимые связи наблюдаются между антропометрическими показателями и показателями сердечно-сосудистой системы [Brady, 2017; Buscot, 2018; Тео, 2019].

Заключение

В ходе наших исследований было установлено, что возрастная динамика как антропометрических, 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 12–14 и 16 лет у мальчиков и 12–13 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%). Отклонения индекса массы тела в сторону ожирения, как у мальчиков, так и у девочек не различаются – 2,5% и 2,7%. Однако по отставанию и избыточной массе тела девочки опережают мальчиков – 7,2% и 8,7%, 4,7% и 6,1% соответственно. Установлена умеренная положительная корреляционная связь между показателями ИМТ (МТ) и САД и слабая связь между ИМТ (МТ) и ДАД во всех возрастных группах. Обнару-

женная корреляция дает основание полагать, что существует связь между метаболическими нарушениями и артериальной гипертензией. Увеличение ИМТ приводит к отклонению САД и ДАД от нормы (АГ), что подтверждает литературные данные, согласно которым избыточная масса тела и ожирение представляют угрозу для здоровья. Таким образом, контролируя массу тела, мы можем влиять на АД [Софронова с соавт., 2019]. Поэтому физическое развитие и показатели сердечно-сосудистой системы следует рассматривать в комплексе. Прямо пропорциональной зависимости между ИМТ и АД не обнаружено, то есть на увеличение АД оказывают влияние и другие факторы. В связи с вышеизложенным, считаем целесообразным проведение мониторинговых исследований АД и ранней АГ у детей и подростков г. Магадана с избыточным весом. Учет трендов распространенности АГ и ожирения у детей позволит оптимизировать медико-организационные подходы к лечебно-профилактическим мероприятиям.

Библиография

- Александров А.А., Кисляк О.А., Леонтьева И.В. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков // Системные гипертензии, 2020. Т.17. № 2. С. 7–35. DOI: 10.26442/2075082X.2020.2.200126.
- Александров А.А., Розанов В.Б., Пугоева Х.С. Прогностическое значение повышенного артериального давления у детей и подростков (32-летнее проспективное наблюдение) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2018. Т. 4. № 17. С. 12–18. DOI: 10.15829/1728-8800-2018-4–12-18.
- 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.
- Бобошко И.Е., Жданова Л.А. Характеристика конституциональных особенностей системной деятельности организма подростков 15-17 лет // Лечение и профилактика, 2019. Т. 9. № 1. С. 44–53.
- Булатова Е.М. Учебно-методическое пособие по оценке физического развития детей. СПб.: СПбГПМУ. 2019. 52 с.
- Бушуева Э.В., Герасимова Л.И., Дианова Т.И., Иванова О.Н., Смирнова Е.И., Зольников З.И. Динамика показателей артериального давления у детей и подростков за два десятилетия (1999-2022 гг.) // Современные проблемы науки и образования, 2022. № 6–1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32252> (дата обращения: 11.07.2023).
- Година Е.З., Гундэмаа Л., Пермякова Е.Ю. Сравнительный анализ тотальных размеров тела и функциональных характеристик сельских и городских детей и подростков Монголии // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2019. № 1. С. 35–48. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.1.035-048.
- Гречкина Л.И., Карандашева В.О. Характеристика показателей физического развития подростков-уроженцев Магадана // Сибирский медицинский журнал, 2013. № 3. С. 91–94.
- Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков. Рекомендации Ассоциации детских кардиологов России // Педиатрия, 2003. Т. 2. № 1. С. 1–31.
- Елецкая К.А., Намазова-Баранова Л.С., Кайтукова Е.В., Макарова С.Г., Филимонова И.К. Связь массы тела и артериального давления у детей в возрасте 11 и 15 лет: ретроспективное одномоментное исследование // Педиатрическая фармакология, 2019. Т.16. № 4. С. 211–215. DOI: 10.15690/pf.v16i4.2050).
- 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.
- Куприенко Н.Б., Смирнова Н.Н. Распространенность артериальной гипертензии у детей школьного возраста с избыточной массой тела и ожирением // Профилактическая и клиническая медицина, 2020. № 2 (75). С. 64–69.
- Лир Д.Н., Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Пермякова Е.Ю., Отавина М.Л. Избыточная масса тела и ожирение у детей 7–17 лет северо-запада РФ и Приуралья // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018. № 3. С. 55–60. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.3.055-060.
- Макарова Л.В., Параничева Т.М., Лезжова Г.Н., Орлов К.В., Тюрина Е.В. Физическое развитие подростков 14–15 лет Москвы // Новые исследования, 2017. Т. 4. № 53. С. 111–126.
- Максимович Н.А., Лукша А.В., Кизелевич А.И. Артериальная гипертензия у детей: современная эпидемиологическая ситуация // Modern science, 2020. Т. 5. №3. С. 450-454.
- Мукатаева Ж.М., Кабиева С.Ж., Динмухамедова А.С., Айтман Р.И. Основные тенденции морфофункционального развития казахских школьников за последние 13 лет // Science for Education Today, 2020. № 3. С. 211–230. DOI: 10.15293/2658-6762.2003.12.
- Мустафаева А.Г. Механизмы развития артериальной гипертензии у лиц молодого возраста с избыточным весом // Проблемы Эндокринологии, 2019. Т. 65. № 3. С. 191–196. DOI: 10.14341/probi9651.
- Новиков С.Ю., Шестопалов А.В., Шумилов П.В., Морено И.Г., Неудахин Е.В. Сравнительный анализ липидного и углеводного обмена у подростков с артериальной гипертензией и ожирением // Вопросы детской диетологии (Педиатрическое питание), 2019. Т. 17. № 3. С. 18–27. DOI: 10.20953/1727-5784-2019-3-18-27
- Панахова Г.И. Избыточная масса тела как неблагоприятный фактор, определяющий формирование повышенных значений артериального давления и индикатора миокарда у детей в возрасте 11–14 лет // Современные проблемы науки и образования, 2022. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31610> (дата обращения: 11.07.2023).
- Скачкова М.А., Абубакирова А.В., Федосова И.Ю., Иванова Л.В. Скрининговые методы ранней диагно-

стики отклонений сердечно-сосудистой системы у детей и подростков Оренбургского региона // Оренбургский медицинский вестник, 2017. Т. 4. № 20. С. 36–44.

Софронова С.И., Романова А.Н., Кириллина М.П., Николаев В.М. Оценка избыточной массы тела и ожирения у коренного населения на севере Якутии в зависимости от этнической принадлежности // Якутский медицинский журнал, 2019. № 2 (66). С. 76–78. DOI: 10.25789/УМЖ.2019.66.23.

Стародубов В.И., Мельников А.А., Руднев С.Г. О половом диморфизме роста-весовых показателей и состава тела российских детей и подростков в возрасте 5-18 лет: результаты массового популяционного скрининга // Вестник Российской академии наук, 2017. № 72 (2). С. 134–142.

Фадеева А.Ю. Динамика показателей вариабельности ритма сердца школьников 15-16 лет в процессе учебного года // Проблемы совершенствования физической культуры, спорта и олимпизма, 2021. С. 141–148.

Худойбердиева Т.А., Абдураим Ш., Акбарова Г.Х., Хашимова З.М. Факторы риска и особенности течения адаптационных процессов у детей младшего школьного возраста // Re-Health journal, 2019. № 3. С. 30–41.

Чубаров Т.В., Петеркова В.А., Батищева Г.А., Жданова О.А., Шаршова О.Г., Артющенко А.И., Бессонова А.В. Характеристика уровня артериального давления у детей с различной массой тела // Ожирение и метаболизм, 2022. Т. 19. № 1. С. 27–34. DOI: 10.14341/omet12721.

Информация об авторе

Карандашева Виктория Олеговна, м.н.с.; ORCID ID: 0000-0001-5367-6600; Karandasheva@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.07.2023,
принята к публикации 09.11.2023.

Karandasheva V.O.

Scientific Research Center “Arktika” FEB RAS,
24 Karl Marks Street, Magadan, 685000, Russia

GENDER AND AGE CHARACTERISTICS OF MAGADAN ADOLESCENTS' CARDIOVASCULAR SYSTEM AND PHYSICAL DEVELOPMENT DURING ONTOGENY OF 11–17 YEARS OLD

Introduction. *This study compared body mass index and arterial blood pressure indices in boys and girls born in Magadan from ages eleven to seventeen.*

Material and methods. *A total of 633 girls and 784 boys aged 11–17 were randomly sampled for the examination which was fulfilled in school physician's offices and in the summer period of June–July, 2018–2019, in a children's health camp. Body length (BL, cm) and body mass (BM, kg) were measured, and BMI was calculated for each student. A complex of hard & software unit for noninvasive study of central hemodynamics and the method of volumetric compression oscillometry were used to test subjective cardiohemodynamic performance at rest.*

Results. *At the age of 14–17, boys tended to be higher in systolic blood pressure (mmHg) and body mass (kg) than girls ($p < 0.01$, $p < 0.01$). Girls, compared with boys, demonstrated higher average variables of heart rate ($p < 0.05$, $p < 0.01$) and diastolic blood pressure ($p < 0.01$, $p < 0.001$) through all age groups. By analysis of individual values obtained for blood pressure and heart rate, 77.2–70.2% of boys and 80.2–75.1% of girls could be referred to those having normal indices. 11.3% of boys and 10.3% of girls exhibited blood pressure variables close to the upper limit of the norm (high norm), and 11.5% and 9.5% of schoolchildren, respectively, were diagnosed with hypertension. Body weight deficiency or overweight were characteristic of 7.2% and 8.7% of girls, and 4.7% and 6.1% of boys, respectively ($p < 0.05$). Quite similar percentage of children could be considered obese: 2.5% of boys and 2.7% of girls.*

Conclusion. *The most pronounced changes in children's cardiohemodynamic performance develop in puberty: in girls from ages 11 to 13, in boys at ages 11–14 and 16–17. High incidence of arterial hypertension was observed in both boys and girls at 16–17. A positive correlation between body mass index and blood pressure level existed.*

Keywords: body mass; overweight; arterial hypertension; physical development

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-1-3

References

- Aleksandrov A.A., Kisljak O.A., Leont'eva I.V. Klinicheskie rekomendacii. Diagnostika, lechenie i profilaktika arterial'noj gipertenzii u detej i podrostkov [Clinical guidelines on arterial hypertension diagnosis, treatment and prevention in children and adolescents]. *Sistemny'e gipertenzii* [Systemic Hypertension], 2020, 17 (2), pp. 7–35. (In Russ.). <https://doi.org/10.26442/2075082X.2020.2.200126>.
- Aleksandrov A.A., Rozanov V.B., Pugoeva Kh. S. Prognosticheskoe znachenie povyshennogo arterial'nogo davleniya u detej i podrostkov (32-letnee prospektivnoe nablyudenie) [Predictive significance of raised blood pressure in children and adolescents (32-year prospective follow-up)]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention], 2018, 17 (4), pp. 12–18. (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2018-4-12-18.
- Baranov A.A., Kuchma V.R., Sukhareva L.M. Sostoyanie zdorov'ya sovremenny'x detej i podrostkov i rol' mediko-social'ny'x faktorov v ego formirovanii [Health state of present-day kids and adolescents and the role of medical and social factors in its formation]. *Vestnik RAMN* [Bulletin of RAMS], 2009, 5, pp. 6–10 (In Russ.).
- Boboshko I.E., Zhdanova L.A. Charakteristika konstitucional'ny'x osobennostej sistemnoj deyatelnosti organizma podrostkov 15-17 let [Characteristics of the constitutional features of the systemic activity of the body of adolescents aged 15-17 years]. *Lechenie i profilaktika* [Treatment and Prevention], 2019, 9 (1), pp. 44–53. (In Russ.).
- Bulatova E.M. *Uchebno metodicheskoye posobiye po otsenke fizicheskogo razvitiya detey* [Educational methodical manual for assessing the physical development of children]. SPb.: SPbGPMU Publ., 2019. 52 p. (In Russ.).
- Bushueva E.V., Gerasimova L.I., Dianova T.I., Ivanova O.N., Smirnova E.I., Zolnikov Z.I. Dinamika pokazatelej arterial'nogo davleniya u detej i podrostkov za dva desyatiletija (1999-2022 gg.) [Dynamics of blood pressure indicators in children and adolescents over two decades (1999-2022)]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2022, 6–1. (In Russ.). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32252> (дата обращения: 11.07.2023).
- Godina E.Z., Gundegmaa L., Permiakova E.Y. Sravnitel'ny'j analiz total'ny'x razmerov tela i funkcional'ny'x xarakteristik sel'skix i gorodskix detej i podrostkov Mongolii [Comparative analysis of total body parameters and functional characteristics of Mongolian rural and urban children and adolescents]. *Moscow Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta Seriya XXIII. Antropologija], 2019, 1, pp. 35–48. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.1.035-048 (In Russ.).
- Grechkina L.I., Karandasheva V.O. Charakteristika pokazatelej fizicheskogo razvitiya podrostkov-urozhencev Magadana [Characteristics for the physical development indices demonstrated by adolescents born in Magadan]. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)* [Sibirskiy meditsinskij zhurnal], 2013, 3, pp. 91–94. (In Russ.).
- Diagnostika, lechenie i profilaktika arterial'noj gipertenzii u detej i podrostkov. Rekomendacii Associacii detskix kardiologov Rossii [Diagnostics, treatment and prophylaxis of arterial hypertension in children and adolescents. Association of pediatric cardiologists of Russia]. *Pediatriya* [Pediatrics], 2003, 2 (1), pp. 1–31. (In Russ.).
- Eletskaia K.A., Namazova-Baranova L.S., Kaytukova E.V., Makarova S.G., Filimonova I.K. Svyaz' massy' tela i arterial'nogo davleniya u detej v vozraste 11 i 15 let: retrospektivnoe odnomomentnoe issledovanie [The Correlation Between Body Weight and Arterial Blood Pressure in 11 and 15 Years Old Children: Retrospective Cross-Sectional Study]. *Pediatricheskaya farmakologiya* [Pediatric pharmacology], 2019, 16 (4), pp. 211–215. (In Russ.). <https://doi.org/10.15690/pf.v16i4.2050>.
- Kuprienko N.B., Smirnova N.N. Rasprostranennost' povy'shennogo arterial'nogo davleniya u shkol'nikov Sankt-Peterburga po dannym e'lektronny'x protokolov apparatno-programmnogo kompleksa dispansernogo osmotra [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* [Arterial Hypertension], 2018, 24 (2), pp. 193–205. (In Russ.). DOI: 10.18705/1607-419X-2018-24-2-193-205.
- Kuprienko N.B., Smirnova N.N. Rasprostranennost' arterial'noj gipertenzii u detej shkol'nogo vozrasta s izby'tochnoj massoj tela i ozhireniem [Prevalence of hypertension in school-age children with overweight and obesity]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina* [Preventive and clinical medicine], 2020, 2 (75), pp. 64–69 (In Russ.).
- Lear D.N., Kozlov A.I., Vershubskaya G.G., Permyakova E.Yu., Otavina M.L. Izby'tochnaya massa tela i ozhirenie u detej 7–17 let severo-zapada RF i Priural'ya [Overweight and obesity in children aged 7–17 years in the north-west of the Russian Federation and the Urals]. *Moscow Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta Seriya XXIII. Antropologija], 2018, 3, pp. 55–60. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2018.3.055-060.
- Makarova L.V., Paranicheva T.M., Lezzhova G.N., Orlov K.V., Tjurina E.V. Fizicheskoe razvitie podrostkov 14–15 let Moskvy' [Physical development of teenagers aged 14–15 in Moscow]. *Novyye issledovaniya* [New research], 2017, 4 (53), pp. 111–126. (In Russ.).
- Maksimovich N.A., Luksha A.V., Kizelevich A.I. Arterial'naja gipertenzija u detej: sovremennaja jepidemiologicheskaja situacija [Arterial hypertension in children: the current epidemiological situation]. *Modern science*, 2020, 5 (3), pp. 450–454. (In Russ.).
- Mukataeva Z.M., Kabieva S. Zh., Dinmukhamedova A.S., Aizman R.I. Osnovnye tendencii morfofunkcional'nogo razvitiya kazahskix shkol'nikov za poslednie 13 let [The main trends of morphofunctional development of Kazakh school-children over the past 13 years]. *Science for Education Today*, 2020, 3, pp. 211–230. (In Russ.). DOI: 10.15293/2658-6762.2003.12.
- Mustafayeva A.G. Mexanizmy' razvitiya arterial'noj gipertenzii u licz molodogo vozrasta s izby'tochny'm vesom [Mechanisms for the development of arterial hypertension in overweight adolescents and young adults]. *Problemy' E'ndokrinologii* [Problems of Endocrinology], 2019, 65 (3), pp. 191–196. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/prob19651>.
- Novikov S.Yu., Shestopalov A.V., Shumilov P.V., Moreno I.G., Neudakhin E.V. Sravnitel'ny'j analiz lipidnogo i uglevodnogo obmena u podrostkov s arterial'noj gipertenziej i ozhireniem [Comparative analysis of lipid and carbohydrate metabolism in adolescents with arterial hypertension and obesity]. *Voprosy' detskoj dietologii (Pediatricheskoe pitanie)* [Vopr. det. dietol. (Pediatric Nutrition)], 2019, 17 (3), pp. 18–27. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.20953/1727-5784-2019-3-18-27>.
- Panahova G.I. Izby'tochnaya massa tela kak neblagopriyatny'j faktor, opredelyayushhij formirovanie povy'shenny'x znachenij arterial'nogo davleniya i indikatora miokarda u detej v vozraste 11–14 let [Overweight as an unfavorable factor determining the formation of elevated blood pressure and myocardial indicator in children aged 11–14 years]. *Sovremennyye problemy' nauki i ob-*

- razovaniya* [Modern problems of science and education], 2022, 2. (In Russ.). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31610> (Accessed 11.07.2023).
- Skachkova M.A., Abubakirova A.V., Fedosova I.Yu., Ivanova L.V. Skrinningovy'e metody` rannej diagnostiki otklonenij serdechno-sosudistoj sistemy` u detej i podrostkov Orenburgskogo regiona [Screening methods of early diagnosis of cardiovascular system abnormalities in children and adolescents of the Orenburg region]. *Orenburgskij medicinskij vestnik* [Orenburg Medical Bulletin], 2017, 4 (20), pp. 36–44 (In Russ.).
- Sofronova S.I., Romanova A.N., Kirillina M.P., Nikolaev V.M. Ocenka izby`tochnoj massy` tela i ozhireniya u korenogo naseleniya na severe Yakutii v zavisimosti ot e`tnicheskoj prinadlezhnosti [Ethnicity-dependent evaluation of excessive body mass and obesity in the native population of northern Yakutia]. *Yakutskij medicinskij zhurnal* [Yakut medical journal], 2019, 2 (66), pp. 76–78. (In Russ.). DOI: 10.25789/YMJ.2019.66.23.
- Starodubov V.I., Mel'nikov A.A., Rudnev S.G. O polovom dimorfizme rosto-vesovy`x pokazatelej i sostava tela Rossijskix detej i podrostkov v vozraste 5-18 let: rezul'taty` massovogo populyacionnogo skrininga [On sexual dimorphism of height-weight indicators and body composition of Russian children and adolescents aged 5-18 years: results of mass population screening]. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2017, 72 (2), pp. 134–142. (In Russ.).
- Fadeeva A.YU. Dinamika pokazatelej variabel`nosti ritma serdca shkol'nikov 15-16 let v processe uchebnogo goda [Dynamics of heart rate variability indicators for schoolchildren aged 15-16 in the course of the school year]. *Problemy` sovershenstvovaniya fizicheskoj kul'tury`, sporta i olimpizma* [Problems of improving physical culture, sports and Olympism], 2021, pp. 141–148. (In Russ.).
- Khudoiberdieva. T.A., Abduraim Sh., Akbarova G.H., Hashimova Z.M. Faktory` riska i osobennosti tehnieniya adaptacionny`x processov u detej mladshego shkol'nogo vozrasta [Risk factors and features of the course of adaptation processes in children of primary school age]. *Re-Health journal*, 2019, 3, pp. 30–41 (In Russ.).
- Chubarov T.V., Peterkova V.A., Batischeva G.A., Zhdanova O.A., Sharshova O.G. et al. Karakteristika urovnya arterial'nogo davleniya u detej s razlichnoj massoj tela [Characteristics of blood pressure level in children with different body weight]. *Ozhirenie i metabolizm* [Obesity and metabolism], 2022, 19 (1), pp. 27–34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/omet12721>.
- Bigazzi R., Zagato L., Lanzani C., Fontana S., Messaggio E. et al. Hypertension in High-School Students: Genetic and Environmental Factors: The HYGEEF Study. *Hypertension*, 2020, 75 (1), pp.71–78. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.13818.
- Brady T.M. Obesity-Related Hypertension in Children. *Frontiers in Pediatrics*. 2017, 5, pp. 197. DOI: 10.3389/fped.2017.00197.
- Buscot M.-J. Distinct child-to-adult body mass index trajectories are associated with different levels of adult cardiometabolic risk. *European Heart Journal*, 2018, 39 (24), pp. 2263–2270. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy161.
- Flynn J.T., Kaelber D.C., Baker-Smith C.M., Blowey D., Carrollet A. et al. Subcommittee on screening and management of high blood pressure in children. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2017, 140 (3), e20171904. DOI: 10.1542/peds.2017-3035.
- Premanath M., Basavanagowdappa H., Mahesh M., Suresh Babu M. Forum for injection technique and therapy expert recommendations, India: the indian recommendations for best practice in insulin injection technique 2017. *Indian J. Endocr. Metab.*, 2017, 21, pp. 308–315.
- Teo K.K. Associations of cardiometabolic outcomes with indices of obesity in children aged 5 years and younger. *PLoS One*, 2019, 14, (7), e0218816. DOI: 10.1371/journal.pone.0218816.
- Wójtowicz J. ŁA., Łuczynski W., Szczepański W., Zomerfeld A., Semeran K., Bossowski A. Central aortic pressure, arterial stiffness and echocardiographic parameters of children with overweight/obesity and arterial hypertension. *Adv. Clin. Exp. Med.*, 2017, 26 (9), pp. 1399–1404. DOI: 10.17219/acem/65485.
- Zanuncio V.V., Pessoa M.C., Pereira P.F., Longo G.Z. Neck circumference, cardiometabolic risk, and Framingham risk score: population-based study. *Rev. Nutr.*, 2017, 30, pp. 771–781.
- Zhao Y., Wang L., Xue B., Wang Y. Associations between general and central obesity and hypertension among children: The Childhood Obesity Study in China Mega-Cities. *Sci Rep*. 2017, 7(1), pp. 16895. DOI:10.1038/s41598-017-16819-y.

Information about the author

Karandasheva Victoria O., Jun. Res.; ORCID: 0000-0001-5367-6600; Karandasheva@yandex.ru

© 2024. This work is licensed under a CC BY 4.0 license