

О.В. Кожевникова¹, Л.С. Намазова-Баранова^{1, 2, 3}, О.С. Логачёва¹, Е.В. Сюткина¹, Е.В. Антонова¹,
Э.А. Абашидзе¹, В.А. Айсина¹, А.С. Балабанов¹, Н.Д. Вашакмадзе¹, А.К. Геворкян^{1, 2}

¹ Научный центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Российская Федерация

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Пульсовое артериальное давление и показатели ремоделирования сосудов: поиск ранних признаков развития сердечно-сосудистой патологии у детей

Контактная информация:

Кожевникова Ольга Викторовна, кандидат медицинских наук, заведующая отделением инструментальной и лабораторной диагностики КДЦ НИИППиВЛ НЦЗД

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский проспект, д. 2 стр. 1, тел.: +7 (495) 967-14-20, e-mail: fd@nczd.ru

Статья поступила: 03.02.2015 г., принята к печати: 06.02.2015 г.

Цель исследования: определить нормативы пульсового артериального давления (ПАД) у здоровых детей и возможность использования ПАД в качестве индикатора состояния сосудов у детей с повышенным индексом массы тела (ИМТ). **Методы:** представлены результаты неинвазивной артериографии у детей в возрасте 3–17 лет с нормальным (практически здоровые дети, $n = 291$) и повышенным ИМТ ($n = 211$). Группу детей с нормальным ИМТ формировали при диспансерных осмотрах в школах и детских садах. Дети с повышенным ИМТ (вторичный характер избыточного веса и ожирения исключены) наблюдались амбулаторно. Анализ ПАД проведен в учете возраста, пола, роста и ИМТ. Изучалась взаимосвязь ПАД с другими показателями гемодинамики и ремоделирования сосудов. **Результаты:** получены перцентильные таблицы ПАД у здоровых детей с разбивкой по возрастным и ростовым группам. ПАД выше 90-го перцентиля выявлен у 7,2% практически здоровых, у 7,7% детей с избыточным весом и 22,4% детей с ожирением. Показана зависимость показателя ПАД от возраста, роста и ИМТ. Установлена связь высокого ПАД у детей с избыточной массой тела с признаками ремоделирования стенки сосудов. **Заключение:** представленные перцентильные таблицы значений ПАД у здоровых детей с нормальным ИМТ могут быть использованы для обнаружения повышенного ПАД у детей в группах риска по развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: дети, индекс массы тела, ожирение, пульсовое артериальное давление, артериография, сердечно-сосудистые заболевания, профилактика.

(Вопросы современной педиатрии. 2015; 14 (1): 119–123)

119

O.V. Kozhevnikova¹, L.S. Namazova-Baranova^{1, 2, 3}, O.S. Logachyova¹, Ye.V. Syutkina¹, Ye.V. Antonova¹,
E.A. Abashidze¹, V.A. Aysina¹, A.S. Balabanov¹, N.D. Vashakmadze¹, A.K. Gevorkyan^{1, 2}

¹ Scientific Centre of Children's Health, Moscow, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University, Russian Federation

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Pulsatile Arterial Pressure (PAP) and Vascular Remodelling Indices: Search of Early Symptoms of Cardiovascular Pathology in Children

Objective: our aim was to determine the standards of pulsatile arterial pressure (PAP) in healthy children and the possibility to use PAP as an indicator of the condition of vessels in children with increased body mass index (BMI). **Methods:** The results of non-invasive arteriography in children aged 3–17 years with normal (apparently healthy children, $n = 291$) and increased BMI ($n = 211$) are presented. A group of children with normal BMI was formed by dispensary examinations in schools and kindergartens. Children with increased BMI (secondary nature of overweight and obesity are excluded) were observed as outpatients. The PAP analysis was carried out in regard to age, sex, height, and BMI. The interaction of PAP with other hemodynamics and vascular remodelling indices was investigated. **Results:** PAP percentile tables in healthy children by age and growth groups are obtained. PAP above the 90th percentile is diagnosed in 7.2% of apparently healthy children, in 7.7% of overweight and in 22.4% of obese children. The dependence of the PAP rate on age, height and BMI is shown. The connection of high PAP in overweight children with signs of the vascular wall remodelling is established. **Conclusion:** The presented percentile tables of PAP rates in healthy children with normal BMI can be used to detect increased PAP in children at risk of cardiovascular disease developing.

Key words: children, body mass index, obesity, pulsatile arterial pressure, arteriography, cardiovascular diseases, prevention.

(Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics. 2015; 14 (1): 119–123)

ОБОСНОВАНИЕ

Уровень детской смертности в России превышает европейские показатели в среднем в 1,5 раза. В возрастной структуре смертности доля детей, умерших в подростковом возрасте (10–19 лет), за 5 лет увеличилась с 65,7 до 72,4%, а среди причин смерти увеличился вклад сосудистых поражений сердца и головного мозга [1]. По результатам популяционных исследований, частота артериальной гипертензии (АГ) среди детей и подростков составляет 2–18%, причем у 50% детей она протекает бессимптомно, что затрудняет ее своевременную диагностику и лечение. У каждого третьего ребенка, имеющего подъемы артериального давления (АД), в последующем возможно формирование АГ [2]. Как правило, АГ впервые диагностируют в трудоспособном возрасте, когда формируются сосудистые осложнения, и профилактические меры уже неэффективны [3]. В связи с этим актуальным остается совершенствование диагностики, поиск ранних (доклинических) маркеров развития сердечно-сосудистой патологии для последующей ее профилактики у детей [4].

Для таких маркеров, как скорость распространения пульсовой волны [5], повышение систолического и диастолического АД [6], изолированная систолическая артериальная гипертензия [7], связь с неблагоприятными исходами сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) подтверждена у взрослых. Основными гемодинамическими факторами, определяющими уровень АД, являются сердечный выброс, общее периферическое сопротивление сосудов, упругое напряжение аорты и ее крупных ветвей, а результирующей взаимодействия ударного объема сердца и факторов артериальной системы является пульсовое АД (ПАД) [8, 9]. Установлено, что повышенное ПАД является независимым предиктором риска сердечно-сосудистых осложнений у мужчин как при гипертензии, так и при ее отсутствии [10]. В формировании повышенного ПАД несомненна роль жесткости магистральных артерий [11, 12]; и считается, что пульсовое давление — показатель реального возраста артерий, который далеко не всегда совпадает с биологическим возрастом пациента [13]. Показана связь повышения ПАД с массой тела у 8–18-летних детей [14], признаками синдрома инсулинорезистентности — факторов риска развития ССЗ [15]. В свою очередь, инсулинорезистентность и ожирение взаимосвязаны и влияют на процесс ремоделирования сосудов [16].

Целью настоящего исследования было изучение значения ПАД как индикатора состояния сосудов и определение нормативов ПАД у детей с раннего детского возраста.

МЕТОДЫ

План исследования

Проведено проспективное сравнительное исследование с последовательным включением детей.

Критерии соответствия

В группу здоровых включали детей с нормальными значениями индекса массы тела (ИМТ) ($-1SD < ИМТ < 1SD$) при отсутствии симптомов и объективных признаков острых и хронических заболеваний, а также вредных привычек (табакокурение). Незначительное снижение ИМТ определяли при значениях $-2SD < ИМТ < -1SD$. В группу с повышенным ИМТ включали детей с избыточным весом ($1SD < ИМТ < 2SD$) или конституционально-экзогенным ожирением ($2SD < ИМТ < 3SD$) [17]. У детей этой группы допускалось наличие сопутствующих заболеваний: вегетососудистой дистонии, хронической ЛОР-патологии, дискинезии желчевыводящих путей, цефалгии, энуреза, тиков, астеноневротических состояний. В исследование

не включали детей с пороками развития, органической патологией центральной нервной системы, патологией почек, гипоталамической, эндокринной или смешанной формой ожирения.

Условия проведения

Группу здоровых формировали при проведении профилактических осмотров школьников (школы г. Москвы) и детей из детских садов (Москва и Московская область). При обследовании в специально отведенном кабинете соблюдали следующие условия: ребенок находился в состоянии расслабленного спокойного бодрствования в течение 10 мин лежа на кушетке, перед исследованием исключался прием плотной пищи, тонизирующих напитков. Регистрацию параметров артериографии осуществляли при уровне АД не выше 95-го перцентиля по полу и росту [18].

Группу детей с повышенным ИМТ формировали из числа пациентов, направленных на артериографию с амбулаторного приема кардиолога или эндокринолога, в консультативно-диагностическом центре Научного центра здоровья детей в отделении инструментальной и лабораторной диагностики.

Продолжительность исследования

Исследование проводилось в период с 2007 по 2014 г.

Методы исследования

Неинвазивную (осциллометрическую) артериографию выполняли на аппарате ArterioGraph TensioMed (TensioMed Ltd, Венгрия). Прибор валидирован в соответствии с международным протоколом ESH 2002 [19]. В ходе артериографии регистрировали следующие показатели:

- уровень систолического АД (САД; мм рт. ст.);
- уровень диастолического АД (ДАД; мм рт. ст.);
- скорость распространения пульсовой волны на аорте (СРПВ; м/с), вычисленную как отношение расстояния между верхним краем грудины и верхним краем лонной кости ко времени прохождения аортальной волны давления от устья аорты до бифуркации и назад (вычисляется между ранним и поздним систолическим пиком пульсовой волны);
- индекс аугментации (ИА; %) на плечевой артерии отражает сопротивление сосудистой стенки потоку крови, периферическое сосудистое сопротивление; это показатель прироста давления;
- уровень ПАД (мм рт. ст.) — расчетный параметр, вычисляется как разница САД и ДАД.

На основании результатов обследования здоровых детей были рассчитаны возрастные процентиля для ПАД.

Статистический анализ

Расчет необходимого размера выборки на этапе планирования исследования не проводили.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета программ SPSS 21.0 (SPSS: An IBM Company, США). Сводные таблицы и диаграммы с описательной статистикой содержат оценки долей (в %) для категориальных показателей, 10, 25 (нижний квартиль), 50 (медиана), 75 (верхний квартиль), 90 и 95-й процентиля. Связи между количественными признаками проиллюстрированы диаграммами рассеяния (scatterplots). Для сравнения значений количественных показателей в группах использовали критерии Манна–Уитни (при сравнении двух групп) и Краскела–Уоллиса (при сравнении ≥ 2 групп). При необходимости проводили post-hoc сравнение подгрупп с корректировкой уровня значимости на число сравнений с применением теста Бонферрони–Данна. Сравнение долей мальчиков и девочек в выборке выполнено с помощью

биномиального критерия. Проверка значимости связи между категоризованными показателями (в частности, категории ПАД и СРПВ) произведена с помощью критерия χ^2 . Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Численно связь двух количественных признаков оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Исключение влияния контрольных переменных выполняли путем расчета частной корреляции. Проверка на равенство коэффициентов корреляции между группами проведена с помощью z-критерия (использован командный синтаксис статистической программы).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники исследования

Обследовано 502 ребенка в возрасте от 3 до 17 лет, 227 (45%) девочек и 275 (55%) мальчиков. В группу с практически здоровых детей был включен 291 ребенок (ИМТ у 97,4% детей находился в пределах нормы, у 8 детей был незначительно снижен), в группу с повышенным ИМТ — 211 детей (104 ребенка с избыточным весом и 107 — с ожирением).

В табл. 1 представлено сравнение показателей групп детей с нормальным и повышенным ИМТ с учетом возраста и параметров физического развития. Показано, что дети с повышенным ИМТ были старше, отличались более высоким ростом, причем эти различия были характерны как для мальчиков, так и для девочек.

Основные результаты исследования

По результатам исследования ПАД у здоровых детей были созданы центильные таблицы. Распределение значений ПАД по возрастным и ростовым группам представлено в табл. 2. Показано, что уровень ПАД увеличивается вместе с увеличением роста детей, и эта связь была значимой как

в группе девочек ($p = 0,001$), так и мальчиков ($p = 0,004$). Можно отметить четкую тенденцию к увеличению уровня ПАД в зависимости не только от роста, но и от возраста детей ($p = 0,001$). ПАД выше 90-го перцентиля было обнаружено у 7,2% здоровых детей, у 7,7% с избыточным весом и 22,4% с ожирением ($df = 2$; $p < 0,001$). Межгрупповые сравнения (с учетом поправки Бонферрони) показали значимое повышение частоты встречаемости повышенного ПАД у детей с ожирением. У детей с нормальным и избыточным весом встречаемость повышенного ПАД не различалась и была ниже, чем в группе детей с ожирением ($p < 0,001$ и $p = 0,009$, соответственно).

Результаты сравнения ПАД у детей с нормальным и повышенным ИМТ представлены в табл. 3. Показано, что более высокое ПАД имело место у детей с повышенным ИМТ по сравнению со здоровыми в группах относительно высоких детей (ростом ≥ 140 см). Медианы ПАД у детей в группах с нормальным ИМТ, избыточным весом и ожирением были равны 45, 49 и 52 мм рт. ст., соответственно ($p < 0,001$). При попарном сравнении различия в величине ПАД были подтверждены не только с группой здоровых ($p = 0,004$ для группы детей с избыточной массой тела, $p < 0,001$ — с ожирением), но и с группой детей с повышенным ИМТ ($p = 0,045$).

Анализ связи пульсового артериального давления с показателями гемодинамики и ремоделирования сосудов

Проведен анализ корреляции значений ПАД с уровнем САД и ДАД (табл. 4). Показано, что САД значимо связано с ПАД как в группе с нормальным, так и с повышенным ИМТ. В отличие от САД уровень ДАД не был связан с ПАД у здоровых детей. В группе детей с повышенным ИМТ связь ПАД и ДАД была отрицательной.

Таблица 1. Сравнительный анализ групп практически здоровых детей и детей с повышенным индексом массы тела (ИМТ)

Показатели	Мальчики		p	Девочки		p
	Здоровые (n = 144)	Повышенный ИМТ (n = 131)		Здоровые (n = 147)	Повышенный ИМТ (n = 80)	
Возраст, лет	9 (8; 10)	10 (8; 13)	0,001	9 (8; 10)	10 (8; 12)	0,001
Рост, см	137 (129; 144)	149 (138; 165)	0,001	135 (127; 145)	146 (133; 160)	0,001
ИМТ, кг/м ²	16 (15; 17)	23 (20; 27)	0,001	16 (15; 17)	24 (21; 27)	0,001

Таблица 2. Распределение значений пульсового артериального давления по возрастным и ростовым группам у здоровых детей с нормальным индексом массы тела

Группы	n	Перцентильные группы				
		5	10	50	90	95
Возрастные группы, годы						
3–5	17	32	37	42	50	58
6–8	115	35	37	45	54	58
9–11	132	35	38	45	59	62
12–14	17	34	41	52	62	62
15–17	10	35	40	52	67	72
Ростовые группы, см						
≤ 129	91	35	37	43	52	55
130–139	79	35	38	45	59	61
140–149	81	35	38	44	57	60
≥ 150	40	40	43	52	62	64

Примечание. Мальчики и девочки по уровню ПАД в возрастных и ростовых группах в большинстве значимо не различались, в связи с чем приведена объединенная статистика.

Таблица 3. Значения пульсового артериального давления у детей с разным индексом массы тела (ИМТ)

Ростовые группы, см	Нормальный ИМТ		Повышенный ИМТ		
	<i>n</i>	Медиана (25; 75-й перцентили)	<i>n</i>	Медиана (25; 75-й перцентили)	<i>p</i>
≤ 129	91	43 (40; 49)	28	43 (40; 51)	0,883
130–139	79	45 (42; 53)	38	49 (43; 56)	0,211
140–149	81	44 (40; 50)	49	50 (44; 55)	0,006
≥ 150	40	52 (46; 55)	96	54 (48; 61)	0,057
Всего:	291	45 (41; 52)	211	51 (44; 57)	0,001

Таблица 4. Корреляции пульсового артериального давления с показателями гемодинамики и ремоделирования сосудов

Показатели	Нормальный ИМТ (<i>n</i> = 291)		Повышенный ИМТ (<i>n</i> = 211)		
	<i>r</i>	<i>p</i> *	<i>r</i>	<i>p</i> *	<i>p</i> **
САД, мм рт.ст.	0,802	0,001	0,805	0,001	0,913
ДАД, мм рт.ст.	-0,008	0,891	-0,150	0,029	0,080
СРПВ, м/с	0,143	0,015	0,094	0,173	0,587
ИА, %	-0,188	0,001	-0,367	0,001	0,032

Примечание. *r* — ранговая корреляция Спирмена, *p** — значимость z-критерия проверки на равенство коэффициента корреляции 0; *p*** — значимость z-критерия проверки на равенство коэффициентов корреляции между группами. САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, СРПВ — скорость распространения пульсовой волны на аорте, ИА — индекс аугментации.

Анализ частных корреляций продемонстрировал слабую связь значений ПАД и СРПВ ($r = 0,143$, $p < 0,015$), но только в группе с нормальным ИМТ. В группе детей с повышенным ИМТ значения указанных переменных не коррелировали ($r = 0,094$, $p < 0,173$). Связь ПАД со значениями второго показателя ремоделирования — ИА — была подтверждена (с поправкой на рост) как для группы детей с нормальным ИМТ ($r = -0,188$, $p < 0,001$), так и для детей с повышенным ИМТ ($r = -0,367$, $p < 0,001$). При сравнении статистик частных корреляций значений ПАД и ИА различия были вновь подтверждены ($p = 0,032$).

Изучение связи ИМТ со значениями индикаторов ремоделирования также продемонстрировало корреляцию с уровнем СРПВ, но только в общей группе детей ($r = 0,174$, $p < 0,001$), однако при исключении влияния роста указанная корреляция становилась незначимой ($r = 0,003$, $p = 0,949$). Корреляция ИМТ со значениями ИА в общей группе детей была отрицательной и равной $-0,422$ ($p < 0,001$). При исключении влияния роста корреляция сохранилась ($r = -0,142$, $p = 0,001$).

ОБСУЖДЕНИЕ

С использованием метода неинвазивной осциллометрической артериографии было проведено сопоставление значений ПАД не только с уровнем САД и ДАД, но и с показателями ремоделирования сосудов и гемодинамики — СРПВ и ИА, являющимися предикторами ССЗ у взрослых (связь высокого уровня АД продемонстрирована в [6, 7], СРПВ — в [5, 12], ИА — в [20]). В настоящем исследовании представлены перцентильные таблицы распределения значения ПАД у здоровых детей в возрасте 3–17 лет с нормальным ИМТ. Мальчики и девочки по уровню ПАД в возрастных и ростовых группах в большинстве своем значимо не различались, в связи с чем приведена объединенная статистика распределения значений ПАД. Продемонстрирована зависимость ПАД от возраста и роста детей.

Показано, что значения ПАД выше 90-го перцентилиа имели место у 7,2% здоровых детей, 7,7% детей с избыточной массой тела и 22,4% с ожирением. Зафиксировано значимое преобладание случаев повышенного ПАД в груп-

пе детей с ожирением. Выявлена статистически значимая корреляция значений ПАД с уровнем САД и значениями таких показателей ремоделирования, как СРПВ и ИА у здоровых детей, а также корреляция ПАД с уровнем САД, ДАД и значениями ИА у детей с повышенным ИМТ. По результатам многофакторного анализа выявлено различие силы связи значений ПАД и ИА между группами с нормальным и повышенным ИМТ с усилением отрицательной связи значений указанных показателей в группе детей с повышенным ИМТ. Корреляция значений ИА с ИМТ в общей группе детей также была значимой и сохранилась при исключении влияния роста.

Известно, что уровень ИА зависит от значений ДАД, величина которого определяется общим периферическим сопротивлением и упруго-эластическими свойствами аорты. Установлено также, что эти свойства артерий, которые определяют жесткость сосудистой стенки, оказывают прямо противоположное влияние на величину ДАД у взрослых. Так, с увеличением общего периферического сосудистого сопротивления наблюдается рост уровня ДАД, а с увеличением жесткости артерий — его снижение. В этих условиях уровень ПАД, представляющий собой разницу САД и ДАД, увеличивается [20–22]. В настоящем исследовании наряду с положительной связью значений ПАД и САД была обнаружена значимая отрицательная связь значений ПАД и ДАД, причем в группе детей с повышенным ИМТ. Это может свидетельствовать о вовлечении в процессы формирования повышенного ПАД не только САД, но и ДАД [6]. Выявленные особенности АД у детей с повышенным ИМТ также характеризуются отрицательной связью ПАД со значениями ключевого показателя ремоделирования сосудов — ИА.

У взрослых увеличение ПАД ассоциировано с существенным ростом ССЗ и смертности [11, 13, 23], что в значительной мере обусловлено увеличением жесткости артериальной стенки [21, 24, 25]. Мы не зафиксировали корреляции значений индикатора жесткости сосудистой стенки (СРПВ с ПАД) в группе детей с повышенным ИМТ. Также была обнаружена слабая связь СРПВ с ИМТ в общей группе детей, которая при коррекции на рост не подтвердилась. Таким образом, СРПВ и ПАД являются самостоятельными предикторами развития ССЗ, оценку которых

у детей следует проводить с учетом возраста и роста пациента. На основании результатов изучения ПАД возможно констатировать, что данный показатель может иметь практическое значение для выявления детей групп высокого риска по развитию ССЗ. При этом техническая простота определения ПАД при измерении АД, в отличие от СРПВ и ИА, определяемых только методом артериографии, делает оценку ПАД широкодоступной в практическом здравоохранении.

Ограничения исследования

Показатели, измеряемые методом неинвазивной осциллометрической артериографии, имеют динамические, а не статические свойства. Они зависимы от многих внешних факторов, и для получения объективных данных необходимо соблюдать меры для стандартизации исследования. При измерении АД требуется исключить фактор «белого халата». Возрастные ограничения для использования результатов исследования — дети с 3 лет.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки/конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2012; 91: 3.
2. Леонтьева И.В. Современное состояние проблем диагностики, лечения и профилактики первичной артериальной гипертензии у детей и подростков. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2002; 1: 38–39.
3. Александров А.А. Повышенное артериальное давление в детском и подростковом возрасте (ювенильная артериальная гипертензия). *Российский медицинский журнал*. 1997; 9: 559–565.
4. Хидвеги Е., Ийеш М., Бенцур Б., Бочке Р.М., Радгебер Л., Леккеи Ж., Молнар Ф.Т., Цираки А. Референтные значения скорости распространения пульсовой волны по аорте у здоровых детей в возрасте от 3 до 18 лет. *Педиатрическая фармакология*. 2013; 10 (2): 64–71.
5. McEniery C.M., Spratt M., Munnelly M., Yarnell J., Lowe G.D., Rumley A., Gallacher J., Ben-Shlomo Y., Cockcroft J.R., Wilkinson I.B. An analysis of prospective risk factors for aortic stiffness in men: 20-year follow-up from the Caerphilly prospective study. *Hypertension*. 2010; 56: 36–43.
6. Franklin S.S., Lopez V.A., Wong N.D., Mitchell G.F., Larson M.G., Vasan R.S., Levy D. Single versus combined blood pressure components and risk for cardiovascular disease: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2009; 119: 243–250.
7. Staessen J.A., Gasowski J., Wang J.G., Thijs L., Den Hond E., Boissel J.P., Coope J., Ekblom T., Gueyffier F., Liu L., Kerlikowske K., Pocock S., Fagard R.H. Risks of untreated and treated isolated systolic hypertension in the elderly: meta-analysis of outcome trials. *Lancet*. 2000; 355: 865–872.
8. Nichols W.V., O'Rourke M.F. McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretic, Experimental, and Clinical Principles. 3rd edn. London, UK: E. Arnold. 1990. P. 77–142, 216–269, 398–411.
9. Kelly R., Tunin R., Kass D. Effect of reduced aortic compliance on left ventricular contractile function and energetics *in vivo*. *Circ. Res.* 1992; 71: 490–502.
10. Benetos A., Rudnicki A., Safar M., Guize L. Pulse pressure and cardiovascular mortality in normotensive and hypertensive subjects. *Hypertension*. 1998; 32: 560–564.
11. Blacher J.A., Staessen X., Gierd J. Pulse pressure not mean pressure determines cardiovascular risk in older hypertensive patients. *Arch. Intern. Med.* 2000; 160: 1085–1089.
12. Millar J.A., Lever A.F., Burke V. Pulse pressure as a risk factors for cardiovascular events in the MRS Mild Hypertension Trial. *Hypertension*. 1999; 17: 1065–1072.
13. Lakatta E.G., Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: part I: Aging arteries: a «Set Up» for vascular disease. *Circulation*. 2003; 107: 139–146.
14. Zachariah J.P., Graham D.A., de Ferranti S.D., Vasan R.S., Newburger J.W., Mitchell G.F. Temporal Trends in Pulse Pressure

Краткие практические рекомендации

При ПАД выше 90-перцентиля следует выделять таких детей в группу риска по развитию сердечно-сосудистой патологии для проведения мер по ее профилактике. Возможность выполнения неинвазивной артериографии поможет получить дополнительную информацию о состоянии сосудов и центральной гемодинамики в процессе динамического наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что у детей ПАД является индикатором изменений сосудистой стенки, которые связаны с развитием ССЗ. Установлена связь между значениями показателей ремоделирования стенки сосудов, САД, ДАД и формированием повышенного ПАД у детей. Простота измерения ПАД позволяет применять этот показатель гемодинамики при амбулаторном наблюдении и на диспансерных осмотрах, и при его повышении выделять детей в группу риска по развитию ССЗ для проведения профилактических мероприятий.

- and Mean Arterial Pressure During the Rise of Pediatric Obesity in US Children. *J. Am. Heart Assoc.* 2014; 3: e000725 originally.
15. Jiang X., Srinivasan S.R., Urbina E., Berenson G.S. Hyperdynamic circulation and cardiovascular risk in children and adolescent: The Bogalusa heart study. *Circulation*. 1995; 91: 1101–1106.
16. Струева Н.В., Полуэктов М.Г., Савельева Л.В., Мельниченко Г.А. Ожирение и сон. *Ожирение и метаболизм*. 2013; 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ozhirenie-i-son> (дата обращения: 03.12.2014).
17. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью. Избыточный вес и ожирение среди детей. URL: www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/ru (дата обращения: 03.12.2014).
18. Рекомендации ВНОК. Уровни САД и ДАД у мальчиков и девочек в возрасте от 1 до 17 лет в зависимости от процентильного распределения роста. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cardiosite.ru/recommendations/article.asp?id=6041> (дата обращения: 03.12.2014).
19. Horvath I.G., Nemeth A., Lenkey Z., Alessandri N., Tufano F., Kis P. et al. Invasive validation of a new oscillometric device (Arteriograph) for measuring augmentation index, central blood pressure and aortic pulse wave velocity. *J. Hypertens.* 2010; 28: 2068–2075.
20. Weber T., Eber B., Zweiker R. et al. Pulswellengeschwindigkeit, zentraler Blutdruck und Augmentationsindex — «neue» Parameter zur Beschreibung eines Endorganschadens der arteriellen Strombahn bei Hypertonie. *J. Hyperton.* 2008; 12 (1): 7–13.
21. Wilkinson I.B., McEniery C.M. Arterial stiffness, endothelial function and novel pharmacological approaches. *Clin. & Exp. Pharmacol. Physiol.* 2004; 31 (11): 795–799.
22. Laurent S., Cockcroft J., Van Bortel L., Boutouyrie P., Giannattasio C., Hayoz D., Pannier B., Vlachopoulos C., Wilkinson I., Struijker-Boudier H. European Network for Non-invasive Investigation of Large Arteries Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur. Heart J.* 2006; 27 (21): 2588–2605.
23. Hlaing W.M., Prineas R.J., Robert R. Prevalence of increased arterial pulse pressure among children and adolescents. *Ann. Epidemiol.* 2004; 14 (8): 602–603.
24. Li S., Chen W., Srinivasan S.R., Berenson G.S. Childhood blood pressure as a predictor of arterial stiffness in young adults: the Bogalusa Heart Study. *Hypertension*. 2004; 43: 541–546.
25. Sesso H.D., Rosner M.J., Hennekens C.H., Gaziano J.M., Manson J.E., Glynn R.J. Systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure and mean arterial pressure as predictors of cardiovascular disease risk in men. *Hypertension*. 2000; 36: 801–817.