

ляется главным образом состоянием электролитного баланса организма, преимущественно натрием [18].

Таким образом, нарушение экскреции натрия и воды почками участвует во многих звеньях патогенеза АГ. По нашим результатам, именно тест-проба с солевой нагрузкой позволяет выявить пациентов со скрытой недостаточностью экскреторной способности почек на более ранних стадиях заболевания.

В ы в о д ы

1. У пациентов с АГ суточная экскреция натрия с мочой до солевой нагрузки превышает референтные значения в 5,6% случаев.

2. Прирост натрийуреза при пробе с хлоридом натрия достоверно выше у больных АГ с суточной экскрецией натрия с мочой до 100 ммоль/сут.

3. Отсутствие прироста натрийуреза на 1-е сутки пробы с поваренной солью наблюдается в 32% случаев только у больных АГ с суточной экскрецией натрия более 100 ммоль/сут до пробы с хлоридом натрия.

4. У пациентов с АГ и суточной экскрецией натрия более 100 ммоль/сут наблюдается отрицательный водный баланс на 1-е сутки тест-пробы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Барабанова В. В., Титков Ю. С., Петрова Н. Б. // Кардиология. – 1991. – № 12. – С. 42–44.
2. Бондаренко Б.Б., Соколова Л. А., Кошернинов Ю. Р. // Артериальная гипертензия и почки: Науч.-практ. конф. – СПб., 1993. – С. 11–12.

3. Гогин Е. Е. Гипертоническая болезнь. – М., 1997. – С. 110–127; 229–246.
4. Дзяк Г. В. // Здоров'я України. – 2004. – № 24. – С. 17–21.
5. Кишкун А. А. Руководство по лабораторным методам диагностики. – М., 2007.
6. Клар С. Почки и гомеостаз в норме и при патологии. – М., 1987.
7. Кушаковский М. С. Гипертоническая болезнь. – СПб., 1995.
8. Мухин Н. А., Фомин В. В., Арутюнов Г. П. и др. // Клин. нефрол. – 2009. – № 4. – С. 4–8.
9. Наточин Ю. В., Мухин Н. А. Введение в нефрологию. – М., 2007. – С. 17–22.
10. Окороков А. Н. Диагностика болезней внутренних органов: Т. 7. Диагностика болезней сердца и сосудов. – М., 2004.
11. Поселюгина О. Б. // Клин. мед. – 2003. – № 8. – С. 23–25.
12. Рябов С. И., Наточин Ю. В., Бондаренко Б. Б. Диагностика болезней почек. – Л., 1979.
13. Самсонов М. А., Тутельян В. А., Суханов Б. П. Справочник врача общей практики. – М., 2002. – С. 482–528.
14. Шулуто Б. И. Артериальная гипертензия. – СПб., 2001. – С. 245–254.
15. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / Под ред. Н. У. Тица. – М., 1997.
16. Danser A. H. J., Deinum J. // Hypertension. – 2005. – Vol. 46. – P. 1069–1076.
17. Frohlich E. D., Varagic J. // Curr. Opin. Cardiol. – 2005. – Vol. 20. – P. 424–429.
18. Somova L., Mufunda J., Neil P., Musabayane C. // Cent. Afr. J. Med. – 1991. – Vol. 37, N 11. – P. 377–383.
19. Waeber B., Weber R., Brunner H. R. // Arch. Mal. Coeur. Vaiss. – 1995. – Vol. 88. – P. 9–14.
20. Weber K. T., Brilla C. G. // J. Cardiovasc. Pharmacol. – 1992. – Vol. 20. – P. 48–54.

Поступила 06.12.11

Сведения об авторах:

Кириченко Андрей Аполлонович, д-р мед. наук, проф., зав. 2-й каф. терапии РМАПО

© Г. И. МАРЦИНКЕВИЧ, А. А. СОКОЛОВ, 2012

УДК 612.171.08-053.2

Г. И. Марцинкевич, А. А. Соколов

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ У ДЕТЕЙ: АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ НОРМЫ

НИИ кардиологии СО РАМН, 634012, Томск. ул. Киевская, 111а

Целью настоящего исследования были изучение диагностических возможностей одномерной и двухмерной эхокардиографии (ЭхоКГ) у здоровых детей разного возраста, а также оценка возможностей индивидуального прогнозирования эхокардиографических показателей при изменении антропометрических данных.

На основании обследования 2650 детей были определены уравнения линейной регрессии, позволяющие с точностью 80–97% выполнять индивидуальное прогнозирование значений объемных и линейных показателей двухмерной ЭхоКГ на основании антропометрических данных. Показано, что использование М-режимной ЭхоКГ для определения объема левого желудочка абсолютно неприемлемо у детей до возраста 6 мес, нежелательно – до 7 лет и дает ошибку до 124%. У детей до 6 мес левый желудочек увеличен по длинной оси и менее сферичен по сравнению со старшими возрастными группами. Установлено, что нормированные значения конечного диастолического объема левого желудочка (КДО) у детей не являются постоянной величиной и увеличиваются вдвое в возрасте 1–2 лет по сравнению с таковыми у детей, не достигших 1 мес. Долговременная динамическая оценка объемов камер сердца, линейных размеров и диаметров крупных сосудов у детей должна осуществляться не с использованием “возрастных норм”, а с применением антропометрических нормативов.

Ключевые слова: эхокардиография у детей, нормативные значения, антропометрические нормативы

Для корреспонденции: Марцинкевич Галина Ивановна, канд. мед. наук, зав. отд-нием ультразвуковой и функциональной диагностики НИИ кардиологии, e-mail: falco@cardio.tsu.ru

The goal of this investigation was to study the diagnostic capacities of one- and two-dimensional echocardiography (EchoCG) in healthy children of different age and to estimate the potentials of individual prediction of echocardiographic parameters with anthropometric changes.

A survey of 2650 children aged 1 day to 24 years determined linear regression equations that could make an individual prediction of volumetric and linear parameters of two-dimensional EchoCG on the basis of anthropometric data. M-mode EchoCG to estimate left ventricular volume was shown to be unacceptable in children less than 6 months and undesirable in those less than 7 years and to produce an error up to 124%. In babies younger than 6 months, the left ventricle is increased along its long axis and less spherical, compared with old age groups. It was established that the normalized values of left ventricular end-diastolic volume in children were not a constant and doubled in infants aged 1-2 years, compared to those aged less than 1 month. Long-term dynamic estimation of the volumes of cardiac chambers and the linear sizes and diameters of large vessels in children should be made using the anthropometric standards rather than age-related ones.

Key words: *echocardiography in children, normalized values, anthropometric standards.*

Эхокардиография (ЭхоКГ) является ведущим методом исследования в кардиологии [2]. Основными проблемами, которые призвана решить ЭхоКГ в детской кардиологии, являются топическая диагностика врожденных пороков сердца (ВПС) и оценка степени выраженности изменений кровообращения, обусловленных нарушением анатомии камер, сосудов и их взаимного расположения. Топическая диагностика ВПС является отдельным вопросом ЭхоКГ, ее возможности определяются прежде всего применением многопозиционных нестандартных позиций и опытом исследователя. Выраженность изменений камер сердца и сосудов – количественные параметры, качество оценки которых достигается использованием стандартных подходов для измерений и рекомендациями ASE [3, 6].

При выполнении ЭхоКГ-исследований у детей большинство специалистов используют возрастные нормативы размеров, предложенные в различных рекомендациях отечественных авторов [1]. Несколько реже применяются номограммы, основанные на уравнениях регрессии между антропометрическими данными (рост, масса или площадь тела – BSA) и диаметрами сосудов, поперечниками левого и правого желудочков [3, 7, 10]. У детей чаще всего для определения объемов камер сердца используется М-режимная ЭхоКГ, на основании известной формулы Teichholz или Pombo [9]. С применением пакета программ ультразвуковой системы определяют диастолический и систолический объемы левого желудочка (ЛЖ), показатели сократимости (фракция выброса) и насосной функции (ударный объем) [4].

При наличии ВПС, патологии миокарда и клапанов кардиологам приходится наблюдать детей в течение

длительного времени как до, так и после коррекции ВПС и/или терапевтических процедур. При изменении возраста и антропометрических данных соответствующим образом увеличиваются размеры камер и сосудов. В связи с этим целью настоящего исследования были определение диагностических возможностей одномерной и двухмерной ЭхоКГ у здоровых детей разного возраста, а также оценка возможностей индивидуального прогнозирования ЭхоКГ-показателей при изменении антропометрических данных.

Материалы и методы

Было обследовано 2200 практически здоровых детей в возрасте от 1 дня до 18 лет. Все дети были распределены на несколько возрастных групп. 1-ю группу составили 400 детей в возрасте до 30 дней, 96% из них имели открытое овальное отверстие (табл. 1).

Исследования выполнялись на ультразвуковой системе EnVisor C HD и iE-33 (“Philips”) с использованием секторальных фазированных датчиков с частотой 7–12, 3–8 МГц и 2–4 МГц в стандартных режимах, согласно рекомендациям ASE [6, 9]. Полученные данные обрабатывались в режиме on line и заносились в оригинальный пакет базы данных, а изображения архивировались в цифровой форме. Объемы и линейные размеры камер сердца оценивали с использованием двухмерной ЭхоКГ, для вычисления объема применяли метод Симпсона (Simpson). Также определяли диаметры желудочков, объемы и функцию с использованием М-режимной ЭхоКГ. Все исследования были выполнены двумя специалистами с межисследовательской ошибкой менее 5%. Были выведены уравнения линейной регрессии основных

Таблица 1

Распределение обследованных детей по возрасту

Показатель	Возраст									
	30 дней	31–60 дней	60–90 дней	90 дней – 6 мес	6–12 мес	1–3 года	3–6 лет	6–10 лет	10–15 лет	более 15 лет
Число детей	400	340	300	250	130	180	180	180	150	90

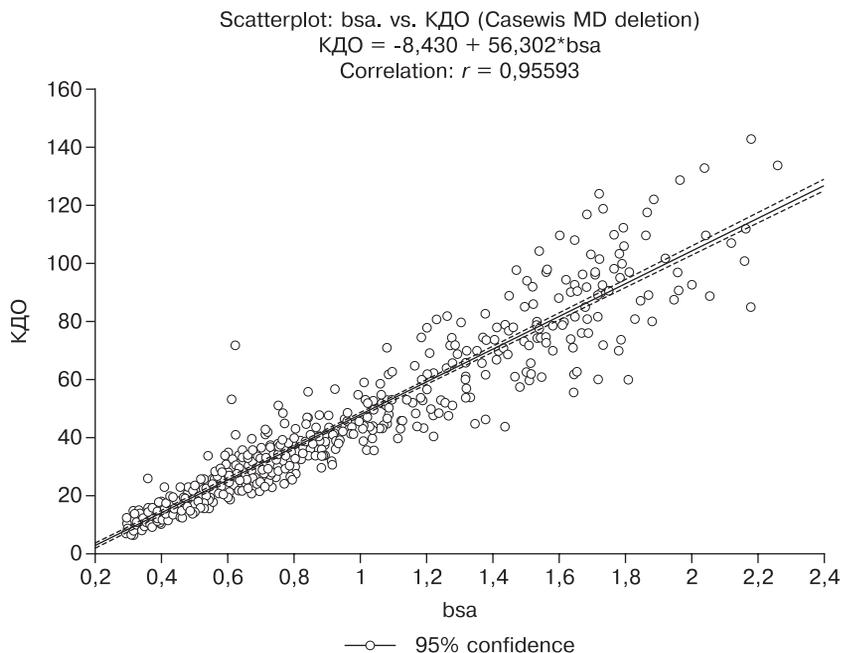


Рис. 1. Уравнение регрессии КДО - ППТ.

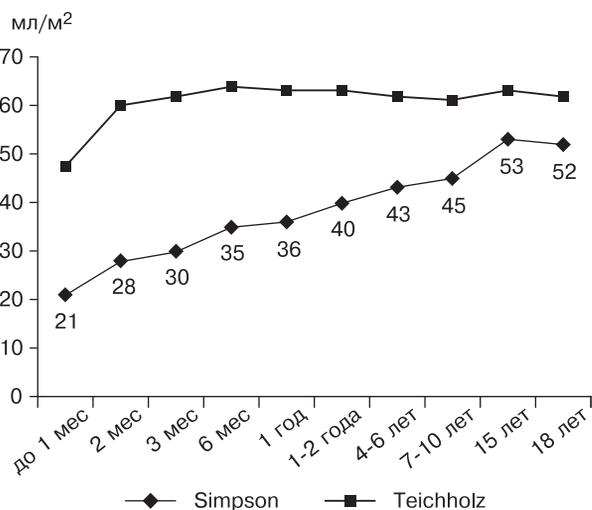


Рис. 2. Значения КДИ в разных возрастных группах детей, определенные по методам Simpson и Teichholz.

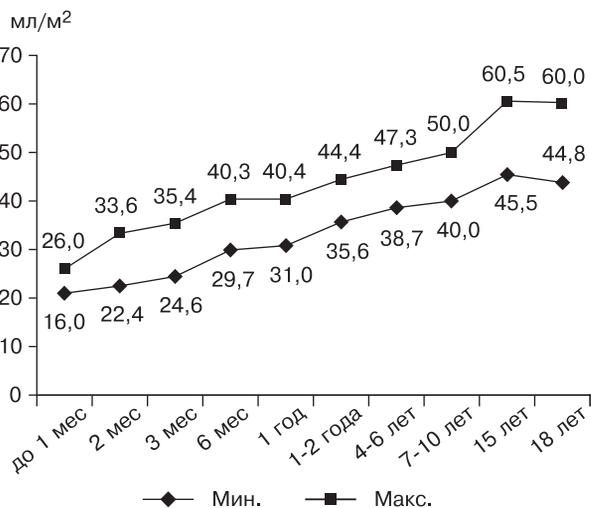


Рис. 3. Максимальные и минимальные значения КДИ у детей разного возраста (Simpson).

параметров ЭхоКГ с антропометрическими данными – площадью поверхности тела (ППТ). Для проверки точности прогнозирования разработанных уравнений регрессии было обследовано дополнительно 400 практически здоровых детей в возрасте от 4 мес до 15 лет. Все цифровые данные обработаны с использованием стандартного пакета статистических программ.

Результаты и их обсуждение

Проведенные нами исследования показали, что конечный диастолический объем (КДО) ЛЖ у детей мог быть спрогнозирован по антропометрическим данным с точностью 96% (рис. 1).

При использовании двухмерной ЭхоКГ (метод Симпсона) было установлено, что значения нормированного диастолического объема ЛЖ (КДИ) возрастают по мере увеличения возраста детей от 0 до 14 лет. У лиц старше 15 лет КДИ ЛЖ независимо от возраста составил $53,2 \pm 6,8$ мл/м².

Так, если в группе детей до 30 дней нормальные значения КДИ составили $21,2 \pm 3,1$ мл/м², то в группе детей от 1 года до 2 лет КДИ составил $35,2 \pm 1,4$ мл/м², а у лиц более 15 лет – $50,4 \pm 3,1$ мл/м². При использовании одномерной ЭхоКГ у всех обследованных детей значения КДИ ЛЖ колебались от 60 до 55 мл/м² независимо от возраста (рис. 2). Кроме того, сопоставление КДИ ЛЖ, определенного с использованием М-режимной формулы Teichholz и планиметрического способа Simpson показало, что ошибка у детей раннего возраста может достигать 124% в сторону завышения показателя.

С учетом $\pm 1\sigma$ -отклонения от средней величины максимальные и минимальные значения КДИ у детей разного возраста представлены на рис. 3.

При сравнении значений КДИ, определенных методами одномерной и двухмерной ЭхоКГ, ошибка М-режимной ЭхоКГ достигала 124% в группе новорожденных и была минимальной в группе детей старше 15 лет (рис. 4).

Таким образом, М-режимное определение объема ЛЖ может быть относительно точным у подростков старше 15 лет. Тем не менее следует помнить, что использование одномерной ЭхоКГ приводит к завышению объемов ЛЖ до 18–20%, причем формула расчета объема ЛЖ (Teichholz) при изменении формы ЛЖ (сферификация) значительно искажает реальный результат. По нашим данным, максимальная значимость М-режимной ЭхоКГ определяется в тех случаях, когда соотношение длинной и короткой оси ЛЖ составляет 1,5–1,65, точность определения объема укладывается в 2-сигмальное отклонение (2Z), что вполне приемлемо для массовых обследований. У детей раннего возраста (до 30 дней) ЛЖ имеет более вытянутую форму, не соответствующую эллипсоидной модели Teichholz, а соотношение длинной и короткой оси достигает 1,8, с возрастом это соотно-

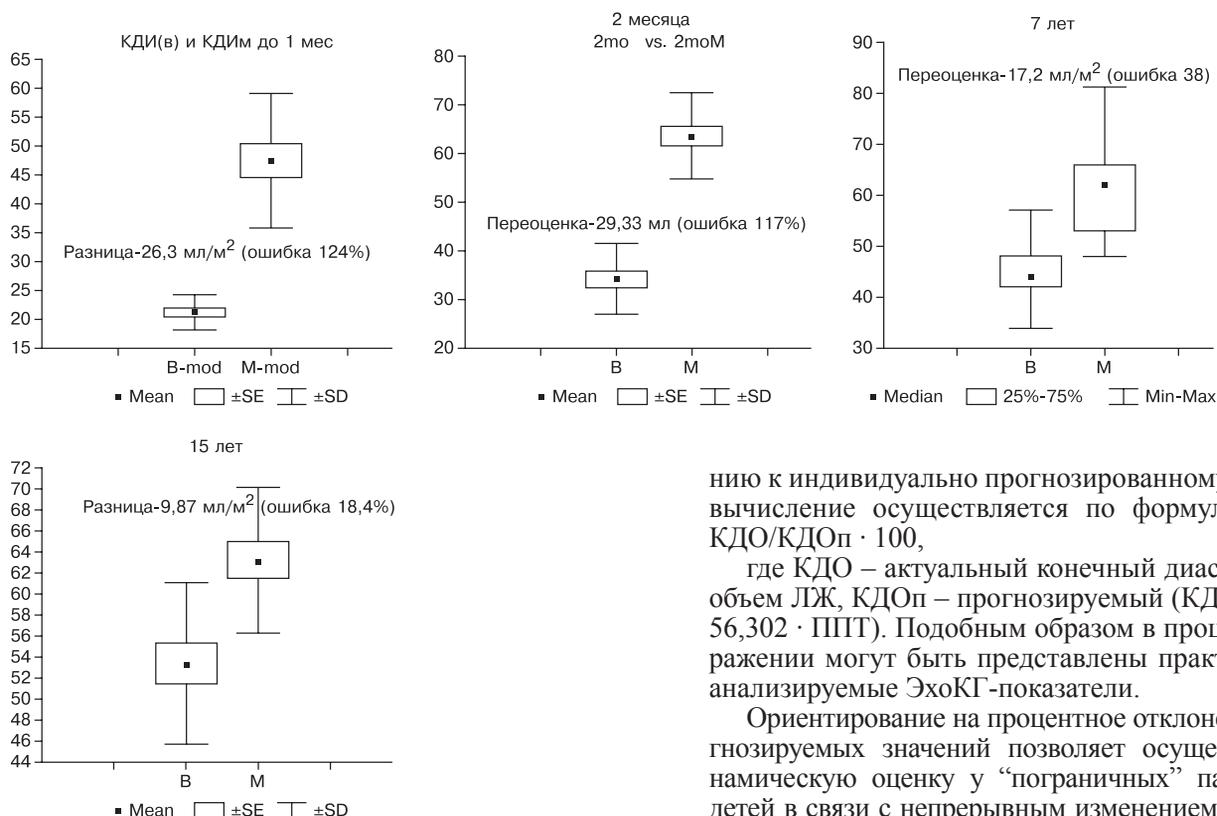


Рис.4. Ошибка определения КДИ методом М-режимной эхокардиографии у детей разного возраста.

шение уменьшается, сохраняясь стабильным после 15 лет (рис. 5).

В связи с этим можно утверждать, что применение М-режимной ЭхоКГ для определения объемов ЛЖ у детей раннего возраста дает большую ошибку. При использовании двухмерной методики определения объемов сердца нормированные значения КДО не являются постоянной величиной и увеличиваются с возрастом, что обусловлено изменением формы ЛЖ. Это позволяет полагать, что использование нормализованного значения КДО ЛЖ у детей разного возраста неприемлемо в связи с большой ошибкой.

Выраженность редукции или увеличения ЛЖ, по нашему мнению, может быть рассчитана по отноше-

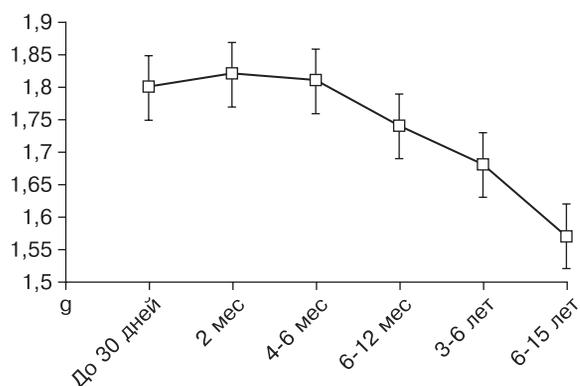


Рис. 5. Изменение соотношения длинной и короткой оси ЛЖ у детей разного возраста.

нию к индивидуально прогнозируемому значению, вычисление осуществляется по формуле $дКДО = КДО/КДОп \cdot 100$,

где КДО – актуальный конечный диастолический объем ЛЖ, КДОп – прогнозируемый ($КДОп = 8,43 \pm 56,302 \cdot ППТ$). Подобным образом в процентном выражении могут быть представлены практически все анализируемые ЭхоКГ-показатели.

Ориентирование на процентное отклонение от прогнозируемых значений позволяет осуществлять динамическую оценку у “пограничных” пациентов. У детей в связи с непрерывным изменением антропометрических данных нормативные значения показателей, разработанных для возрастных групп, дают большие ошибки. Предлагаемые номограммы [4] достаточно многочисленны и неудобны в использовании и точность их относительно невелика.

Для проверки “работоспособности” предложенного уравнения регрессии была сформирована отдельная группа пациентов, результаты обследования которых не использовались в разработке формул прогноза. В опытной выборке детей ($n = 400$) в возрасте от 4 мес до 18 лет прогнозируемые значения КДО достоверно отличались от измеренных: $7,77 \pm 1,64$ и $7,37 \pm 1,39$, разница 0,41 мл, или 5,5%, что соответствует обычной внутриоператорской ошибке (рис. 6).

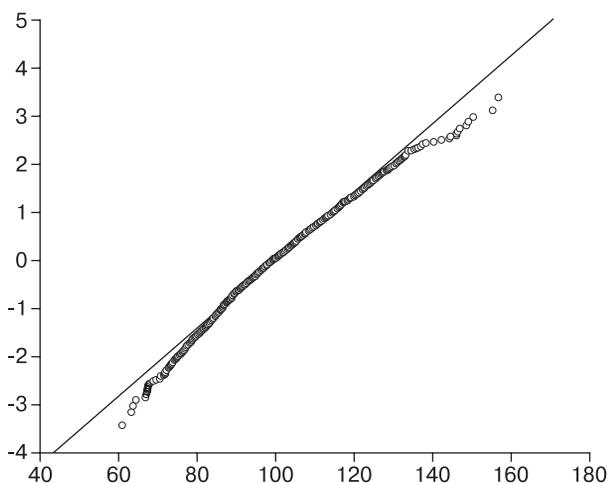


Рис. 6. Точность прогноза отклонения величины КДО от нормальных значений с использованием уравнения регрессии.

Соответствующим образом могут быть спрогнозированы для практического применения другие показатели, приведенные в табл. 2.

Применение индивидуальных антропометрических нормативов у детей позволяет сделать объективным суждения об увеличении или уменьшении того или иного показателя, выражая его количественно. Данный подход дает возможность индивидуально и количественно характеризовать динамику размеров камер сердца и сосудов у детей при изменении возраста, что в свою очередь значительно повышает качество длительного наблюдения детей с различными формами патологии сердца.

В ы в о д ы

1. М-режимная ЭхоКГ не может быть использована для точного определения объемов ЛЖ у детей в возрасте до 6 мес. Оптимальным является применение двухмерной ЭхоКГ.

2. У детей до 6 мес ЛЖ увеличен по длинной оси и менее сферичен по сравнению с таковым у старших детей.

3. Нормированные значения конечного диастолического объема левого желудочка (КДИ) у детей не являются постоянной величиной и увеличиваются вдвое в возрасте 1–2 лет по сравнению с таковыми у детей в возрасте до 1 мес.

4. Динамическую оценку объемов камер сердца, линейных размеров и диаметров крупных сосудов у детей следует осуществлять с использованием антропометрических нормативов, а не “возрастных норм”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Норма в медицинской практике. – М., 2001.
2. Шиллер Н., Осипов М. А. Клиническая эхокардиография. 2-е изд. – М., 2005.
3. Capps S. B., Elkins R. C., Fronk D. M. // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2000. – Vol. 119, N 5. – P. 975–982.
4. Feigenbaum H. Echocardiography. – 5-th ed. – Philadelphia, 1994. – P. 658–669.
5. Giovanni de Simone, Devereux R. B., Kimball T. R. et al. // Hypertension. – 1998. – Vol. 31. – P. 1077–1082.
6. Guidelines and Standards for Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiography. – 2006. – Vol. 19, N 12. – P. 1414–1430.

7. Palcoux M. C., Jouan J. P., Palcoux J. B. et al. // Arch. Fr. Pediatr. – 1981. – Vol. 38, N 10. – P. 737–741.
8. Pombo J. F., Troy B. L., Russell R. O. Jr. // Circulation. – 1971. – Vol. 43. – P. 480–490.
9. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology // J. Am. Soc. Echocardiography. – 2005. – Vol. 18, N 12. – P. 1440–1463.
10. Roman M. J., Devereux R. B., Kramer-Fox R., O'Loughlin J. // Am. J. Cardiol. – 1989. – Vol. 64, N 8. – P. 507–512.

Поступила 05.08.11

Сведения об авторах:

Соколов Александр Анатольевич, д-р мед. наук, проф., науч. руководитель отд-ния функциональной и лаб. диагностики НИИ кардиологии СО РАМН.

Таблица 2

Уравнения регрессии для прогноза индивидуальных нормальных значений некоторых показателей ЭхоКГ с использованием антропометрических данных (дети с ППТ > 0,3 м²)

Показатель	Уравнение регрессии	Точность прогноза, %
КДО ЛЖ, мл	8,430 + 56,302 ППТ	96
Конечный диастолический размер	20,741 + 16,680 *ППТ	93
Диаметр аорты на уровне синусов Вальсальвы, мм	9,6351 + 9,1378 *ППТ	94
Диаметр фиброзного кольца, Ао, мм	7,7927 + 7,4568 *ППТ	89
Длинная ось ЛЖ, мм	34,119 + 26,213 *ППТ	87
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	3,3620 + 2,5305 *ППТ	85
Межжелудочковая перегородка, мм	3,6974 + 2,6035 *ППТ	85
Диаметр главной легочной артерии, мм	9,2970 + 9,7017 *ППТ	92
Диаметр фиброзного кольца митрального клапана, мм	11,469 + 9,4799 *ППТ	90
Диаметр фиброзного кольца трикуспидального клапана, мм	11,665 + 9,3905 *ППТ	86
Объем левого предсердия, мл	-3,307 + 26,170 *ППТ	90
Объем правого предсердия, мл	-5,000 + 36,120 *ППТ	87
Диаметр фиброзного кольца клапана легочной артерии, мм	8,2912 + 11,959 ППТ	91
Диаметр правой легочной артерии, мм	5,2712 + 5,3118 ППТ	85

Примечание. ППТ – площадь поверхности тела, определенная по уравнению Дюбуа.