

Оценка деформации миокарда левого желудочка в режиме 2D-speckle-tracking у здоровых детей и подростков

Н.Ю. Черных^{1✉}, ORCID: 0000-0003-2014-4012, e-mail: chernykh-nauka@mail.ru

А.А. Тарасова², e-mail: tarasova-aa@yandex.ru

О.С. Грознова¹, ORCID: 0000-0002-7511-3240, e-mail: ogroznova@gmail.com

¹ Научно-исследовательский клинический институт педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования; 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1

Резюме

Введение. Оценка деформации миокарда левого желудочка и представления о релевантных значениях в детской популяции остаются недостаточно хорошо изученным вопросом.

Цель. Определить релевантные значения деформации и скорости деформации миокарда левого желудочка у детей и подростков.

Материалы и методы. Обследованы 67 здоровых детей и подростков в возрасте от 7 до 17 лет. 1-я группа – 30 детей от 7 до 11 лет; 2-я группа – 37 подростков от 12 до 17 лет. При эхокардиографии определялись показатели систолической функции левого желудочка: фракции выброса и укорочения, в режиме 2D-speckle-tracking – глобальные и сегментарные продольная, циркулярная и радиальная деформации и скорости деформации миокарда.

Результаты. У здоровых детей и подростков изучены релевантные значения глобальных и сегментарных продольной, радиальной, циркулярной деформаций миокарда левого желудочка и их скоростей. Выявлено статистически значимое увеличение глобальной и сегментарной продольной деформации, скорости радиальной и циркулярной глобальной и сегментарной деформации во 2-й группе по сравнению с 1-й группой. Установлено, что наиболее однородное распределение значений в диапазонах доверительных интервалов отмечалось при оценке глобальной радиальной деформации и скорости циркулярной деформации миокарда, а также статистически значимое преобладание показателей деформации в субэндокардиальных слоях по сравнению с субэпикардиальными слоями миокарда.

Выводы. 1. У подростков 12–17 лет по сравнению с детьми 7–11 лет отмечается статистически значимое преобладание глобальной и сегментарной продольной деформации, скорости радиальной и циркулярной глобальной и сегментарной деформации миокарда левого желудочка. Радиальная деформация и скорость циркулярной деформации миокарда левого желудочка являются наиболее однородными в отличие от других показателей деформации.

2. У здоровых детей и подростков наблюдаются статистически значимые более высокие показатели деформации в субэндокардиальном слое по сравнению с субэпикардиальным слоем миокарда.

3. Полученные показатели глобальной и сегментарной деформации миокарда могут служить в качестве нормативных для детей и подростков в оценке систолической функции левого желудочка.

Ключевые слова: дети, эхокардиография, 2D-speckle-tracking, миокард, деформация

Для цитирования: Черных Н.Ю., Тарасова А.А., Грознова О.С. Оценка деформации миокарда левого желудочка в режиме 2D-speckle-tracking у здоровых детей и подростков. *Медицинский совет.* 2020;(18):152–161. doi: 10.21518/2079-701X-2020-18-152-161.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

2D speckle-tracking assessment of left ventricular myocardial strain in healthy children and adolescents

Nadezhda Yu. Chernykh^{1✉}, ORCID: 0000-0003-2014-4012, e-mail: chernykh-nauka@mail.ru

Alla A. Tarasova², e-mail: tarasova-aa@yandex.ru

Olga S. Groznova¹, ORCID: 0000-0002-7511-3240, e-mail: ogroznova@gmail.com

¹ Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Veltischev; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; 2/1, Bldg. 1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russia

Abstract

Introduction. To determine the relevant indicators of strain and strain rate of the left ventricular myocardium in children and adolescents.

Materials and methods. Have been examined 67 patients form aged from 7 up to 17 years old. 1-st group – 30 children from 7 to 11 years old; 2-nd group – 37 adolescents from 12 to 17 years old. At an echocardiographic examination the systolic function of the left ventricle was determined: ejection and shortening fractions, in 2D-speckle-tracking mode – global and segmental longitudinal, circular and radial strain and strain rates.

Results. Have been studied the relevant indicators of global and segmental longitudinal, radial, circular deformities of the left ventricular myocardium and their rates in healthy children and adolescents. A statistically significant increase in global and segmental longitudinal strain, radial and circular strain rates in the 2-nd group compared with the 1-st group had revealed. Had found

that the uniform distribution of indicators in the ranges of confidence intervals, noted in the assessment of global radial strain and circular strain rate, as well as a statistically significant predominance of strain indicators in the subendocardial layers compared with the subepicardial layers of the myocardium left ventricle.

Conclusions. 1. In adolescents 12–17 years old, compared with children 7–11 years old, there is a statistically significant predominance of global and segmental longitudinal strain, radial and circular strain rates of the left ventricular myocardium. Radial strain and circular strain rate of the left ventricular myocardium are the most uniform in contrast to other indicators of strain.

2. In healthy children and adolescents, had observed statistically significant higher strain and strain rate in the subendocardial layer compared to the subepicardial layer of the myocardium.

3. The obtained indicators of global and segmental myocardial strain can serve as normative for children and adolescents in assessing the systolic function of the left ventricle.

Keywords: children, echocardiography, 2D-speckle-tracking, myocardium, strain

For citation: Chernykh N.Yu., Tarasova A.A., Groznova O.S. Assessment of left ventricular myocardial deformation by 2D-speckle-tracking in healthy children and adolescents. *Meditinskiy sovet = Medical Council.* 2020;(18):152–161. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2020-18-152-161.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы важную роль отводит исследованию кинетики миокарда. К одним из показателей, отражающих кинетические свойства сердца, относятся деформация миокарда, или стрейн (strain), и скорость деформации, или стрейн рейт (strain rate). Деформация миокарда представляет изменение исходной геометрии миокарда, оцениваемое в продольном, радиальном и циркулярном направлениях; скорость деформации – скорость укорочения или утолщения миокардиальных волокон во времени. Данные показатели позволяют проводить оценку глобальной и локальной систолической функции желудочков сердца, а также кинетики субэндокардиальных и субэпикардиальных слоев миокарда [1–4].

Оценка деформации миокарда на современном этапе осуществляется при помощи различных методов лучевой диагностики – магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением и ультразвуковыми методами, включающими тканевую доплеркардиографию, технологии векторного скоростного изображения (Vector Velocity Imaging) и спекл-трекинг (speckle-tracking) [1–4]. Среди них наиболее широкое применение получил метод speckle-tracking, позволяющий проводить отслеживание траектории движения в течение сердечного цикла акустических маркеров миокарда, или спеклов, независимо от угла выведения камер сердца в двух- и трехмерном изображении.

Следует отметить, что на сегодняшний день отсутствуют стандартизированные релевантные значения показателей деформации миокарда, имеющие четко определенные границы [1, 5]. Оценка деформации остается платформозависимой технологией [5–7]. В литературе приводятся нормативные показатели деформации, полученные на приборах различных производителей, несоответствия в разных публикациях открыто обсуждаются [1, 4, 6, 8]. При этом широко представлены показатели деформации миокарда левого желудочка у взрослых. Во взрослой популяции нижней границей нормы глобальной продольной деформации левого желудочка считаются следующие показатели: для приборов фирмы General Electric: $-21,3 \pm 2,1\%$; для приборов фирмы Phillips: $-18,9 \pm 2,5\%$; для приборов фирмы

Toshiba: $-19,9 \pm 2,4\%$ [9]. Сходные данные приводят другие исследователи: $20,4 \pm 3,4\%$ [10]. В последних публикациях авторы указывают на гендерные различия: для мужчин нормативные показатели ниже, чем для женщин: $-16,9$ и $-18,5\%$ соответственно [11].

Показатели нижней границы нормы глобальной радиальной деформации левого желудочка во взрослой популяции при двухмерной визуализации составляют 28% [12]. По данным других исследователей, они несколько ниже: $24,6\%$ [11]. Нижние границы релевантных значений глобальной циркулярной деформации, по данным одних авторов, составляют $15,4\%$, по данным других – от 17 до $19,8\%$ соответственно [10, 12, 13].

Установлено, что релевантные показатели глобальной продольной деформации во взрослой популяции с возрастом уменьшаются, в то время как значения циркулярной и радиальной деформации с возрастом увеличиваются. Вероятнее всего, это связано с возрастными изменениями и снижением эластичности миокарда [8, 11, 12]. Отмечается, что радиальная деформация является наиболее стабильным показателем по сравнению с продольной и циркулярной во взрослой популяции [12]. Выявлены гендерные различия в показателях продольной деформации. Мужчины имеют меньшие по сравнению с женщинами показатели деформации левого желудочка, т. е. сократимость сердца, на которую, помимо прочего, влияют андрогены, такие как тестостерон и эстрогены, вносит различия между морфологией и физиологией сердца у мужчин и женщин [10, 11]. Другие авторы согласны с наличием гендерных различий в нормативных показателях не только продольной, но и радиальной, и циркулярной деформации левого желудочка [13].

Довольно сложная ситуация отмечается с релевантными значениями показателей деформации и скорости деформации миокарда, особенно с нижней границей, в детской популяции [14–16]. Обращает на себя внимание широкий диапазон и отсутствие четких релевантных значений у детей [17, 18].

Очень выраженный разброс данных, особенно по показателям радиальной и циркулярной деформации, затрудняет их использование для диагностических ориентиров [17]. Многие исследователи сообщают о значе-

ниях деформации и скорости деформации в продольном, циркулярном и радиальном направлениях на относительно небольших выборках при различных врожденных пороках сердца у детей, заболеваниях крови, нефритах, метаболическом синдроме, используя в качестве «нормативных» данных аналогичные показатели у здоровых [15, 16]. Необходимо учитывать, что в разных возрастных периодах влияние на диапазон релевантных значений показателей деформации миокарда таких переменных, как возраст, пол, масса тела, рост, частота сердечных сокращений, артериальное давление, объемы и размеры левого желудочка, различно [4, 14, 16, 17]. Большинство исследователей склоняются к нижней границе нормы у детей как продольной, так и радиальной деформации не ниже 20% [15, 17]. Между тем определение релевантных показателей деформации левого желудочка по данным метода speckle-tracking имеет решающее значение для рутинного использования при оценке локальной систолической функции левого желудочка у детей [18].

В литературе широко обсуждается значение показателей деформации миокарда для выявления ранних субклинических нарушений систолической функции у детей [18–20]. Однако релевантные значения и адекватная оценка деформации миокарда левого желудочка в детской популяции остаются недостаточно хорошо изученным вопросом.

Цель исследования – определить релевантные значения деформации и скорости деформации миокарда левого желудочка у здоровых детей и подростков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 67 здоровых пациентов в возрасте от 7 до 17 лет (медиана 11 лет) – 23 (34,3%) девочки, 44 (65,7%) мальчика. Были сформированы две возрастные группы: 1-я группа – 30 детей от 7 до 11 лет; 2-я группа – 37 подростков от 12 до 17 лет. Дети были отобраны при проведении планового амбулаторного медицинского осмотра методом случайной выборки. Всем пациентам было проведено комплексное клиничко-лабораторное и эхокардиографическое исследование.

У обследованных детей и подростков отмечалось гармоничное физическое развитие, отсутствовали признаки хронических соматических заболеваний и поражения сердечно-сосудистой системы. Частота сердечных сокращений, частота дыхания, показатели артериального давления были в пределах возрастной нормы. На электрокардиограмме регистрировался синусовый ритм. Никто из пациентов не занимался профессиональным спортом и не состоял на учете у кардиолога, не болел заболеваниями вирусного генеза в течение последних трех месяцев к моменту исследования.

Ультразвуковое исследование сердца проводилось на аппарате Toshiba Artida (Япония) по стандартной методике с использованием матричного датчика с диапазоном частот 4–6 МГц с определением показателей систолической функции левого желудочка – фракции выброса по методу Симпсона и фракции укорочения.

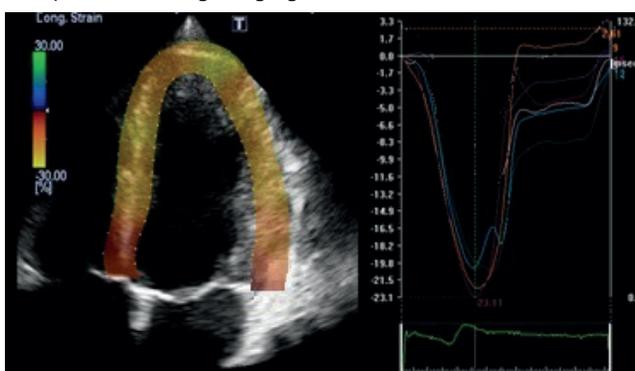
В режиме 2D-speckle-tracking определялись глобальные и сегментарные продольная, циркулярная и радиальная деформации миокарда и скорости деформации в 12 сегментах базального и срединного отделов левого желудочка. Для описания зон использовалась схема деления левого желудочка на 16 сегментов [1]. Оценивались переднеперегородочные, нижнеперегородочные, нижние, нижнебоковые, передние, переднебоковые сегменты базальных и средних отделов левого желудочка. Верхушечные сегменты не исследовались, поскольку в данных сегментах мышечные слои миокарда располагаются в виде петли, что затрудняет адекватную оценку вектора деформации в детской популяции [1].

Оценку продольной деформации проводили из апикальных позиций (по длинной оси левого желудочка, двух- и четырехкамерные позиции) (рис. 1), оценку радиальной и циркулярной деформации – из парастеральных позиций по короткой оси левого желудочка на уровне створок и папиллярных мышц митрального клапана (рис. 2). Параллельно осуществлялась запись электрокардиограммы. Векторный анализ интегральных кривых проводился программным обеспечением COR в автоматическом и полуавтоматическом режимах от зубца R на электрокардиограмме в трех сердечных циклах с получением среднего результата [1]. Программным обеспечением были представлены значения глобальной продольной, радиальной и циркулярной деформации по всем сегментам в целом, показатели деформации субэндокардиального и субэпикардиального слоев миокарда в каждом сегменте, а также их тотальные значения.

Статистический анализ выполнялся в программной среде статистического модуля программы R (Окленд, Новая Зеландия) в интеграции SPSS 16.0 (SPSS, Chicago, USA). Количественные данные представлены в виде значений среднего (M), стандартного отклонения (σ), медианы, минимального и максимального значений. Гипотеза о гауссовском распределении (нормальном распределении признака) по критериям Колмогорова – Смирнова в форме Лиллиефорса (Lilliefors) и Шапиро – Уилка

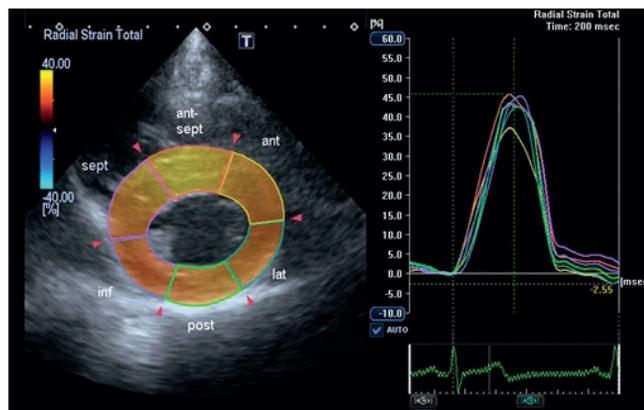
● **Рисунок 1.** Продольная деформация миокарда левого желудочка в режиме 2D-speckle-tracking

● **Figure 1.** Longitudinal LV myocardial strain measured by 2D-speckle-tracking imaging



Апикальная четырехкамерная позиция. Деформация представлена в виде графика во времени (справа).

- **Рисунок 2.** Радиальная деформация миокарда левого желудочка в режиме 2D-speckle-tracking
- **Figure 2.** Radial LV myocardial strain measured by 2D-speckle-tracking imaging



Парастернальная позиция по короткой оси левого желудочка на уровне папиллярных мышц митрального клапана. Деформация представлена в виде графика во времени (справа).

(Shapiro – Wilk) была подтверждена. Для парного сравнения непрерывных переменных, имеющих нормальное распределение, использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Значимыми различия показателей считались при $p \leq 0,05$. Поскольку показатели деформации имеют индивидуальные колебания у конкретного

пациента, была оценена деформация миокарда и скорость деформации в течение трех последовательных сердечных циклов у каждого пациента по сегментам и проведен экстраполированный анализ для двух возрастных групп. Для оценки плотности распределения значений доверительных интервалов была построена математическая модель с представленными графиками плотности распределений значений продольной, радиальной и циркулярной деформации и их скоростей по сегментам у каждого пациента. Был проведен анализ и построены гистограммы распределения значений показателей продольной, радиальной и циркулярной деформации субэндокардиальных и субэпикардиальных слоев миокарда.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатели фракции выброса и фракции укорочения левого желудочка у обследованных пациентов были в пределах нормативных значений. Статистически значимых отличий между группами не наблюдалось (табл. 1).

Большой клинической значимостью в детской популяции при оценке деформации миокарда обладает информация о нижней границе нормы. Анализ глобальной деформации показал, что значения продольной деформации, находящиеся на нижней границе, были в пределах -19,7% в 1-й группе и -19,4% во 2-й (табл. 2). У всех исследуемых паци-

- **Таблица 1.** Показатели фракции выброса и укорочения левого желудочка у здоровых детей и подростков (n = 67)
- **Table 1.** Indicators of LV ejection fraction and shortening in healthy children and adolescents (n = 67)

Показатели	1-я группа (n = 30)			2-я группа (n = 37)		
	M ± σ	Медиана	мин. – макс. значения	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения
Фракция выброса (%)	65,1 ± 0,9	65	64–68	65,5 ± 1,1	66	66–69
Фракция укорочения (%)	35,1 ± 0,6	35	33–37	35,4 ± 0,7	35	34–38

- **Таблица 2.** Показатели глобальной деформации миокарда у здоровых детей и подростков (n = 67)
- **Table 2.** Indicators of global myocardial strain in healthy children and adolescents (n = 67)

Показатели	1-я группа (n = 30)			2-я группа (n = 37)			Значимость различий p
	M ± σ	Медиана	мин. – макс. значения	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	
Продольная деформация (%)	-20,7 ± 2,2	-21,4	-19,7–26,5	-23,7 ± 2,7*	-22,4	-19,4–29,4	0,0001
Скорость продольной деформации (с ⁻¹)	-0,71 ± 0,14	-0,72	-0,69–0,73	-0,74 ± 0,19	-0,75	-0,68–0,77	0,474
Радиальная деформация (%)	33,9 ± 5,6 **p = 0,0001 ***p = 0,003	31,9	22–34	36,1 ± 11,0 **p = 0,0001 ***p = 0,019	32,4	20,4–42,2	0,32
Скорость радиальной деформации (с ⁻¹)	2,18 ± 0,12 **p = 0,0001 ***p = 0,0001	2,15	1,08–2,24	2,35 ± 0,35* **p = 0,0001 ***p = 0,0001	2,64	1,09–2,69	0,014
Циркулярная деформация (%)	-30,4 ± 2,4 **p = 0,0001	-31	-21,3–32,8	-30,9 ± 7,2 **p = 0,0001	-33	-20,4–39,1	0,717
Скорость циркулярной деформации (с ⁻¹)	-1,4 ± 0,13 **p = 0,0001	-1,43	-0,74–1,81	-1,54 ± 0,33* **p = 0,0001	-1,69	-0,74–1,98	0,032

* Достоверность различий между группами. – ** Достоверность различий по сравнению с продольной деформацией и скоростью продольной деформации в группе. – *** Достоверность различий по сравнению с циркулярной деформацией и скоростью циркулярной деформации в группе.

ентов нижние значения показателей радиальной и циркулярной деформации были не менее 20%, что соответствует значениям, описанным ранее в литературе [15].

Значения глобальных продольной деформации, скорости радиальной и циркулярной деформации во 2-й группе по сравнению с 1-й группой имели статистически значимое отличие. В обеих группах достоверно преобладали значения радиальной деформации и ее скорости по сравнению с продольной и циркулярной деформацией и их скоростями, циркулярная деформация и ее скорость по сравнению с продольной деформацией и ее скоростью (табл. 2).

При дисперсионном анализе показателей глобальных деформаций миокарда и их скоростей было выявлено увеличение дисперсии с возрастом. В 1-й группе

дисперсия колебалась от 3 до 7%, во 2-й группе – от 8 до 12%. Полученные результаты отражают динамические изменения показателей деформации миокарда левого желудочка в процессе роста.

При оценке показателей сегментарной деформации миокарда были выявлены статистически значимые отличия значений продольной деформации во всех сегментах во 2-й группе по сравнению с 1-й группой. В значениях сегментарной радиальной и циркулярной деформации статистически значимых отличий между двумя группами получено не было (табл. 3).

Значения скоростей сегментарной радиальной и циркулярной деформации во всех сегментах во 2-й группе по сравнению с 1-й группой имели статистически значимое отличие. В значениях скоростей сегментарной про-

● **Таблица 3.** Показатели сегментарной деформации миокарда у здоровых детей и подростков (n = 67)

● **Table 3.** Indicators of segmental myocardial strain in healthy children and adolescents (n = 67)

Сегменты миокарда левого желудочка	1-я группа (n = 30)			2-я группа (n = 37)			Значимость различий p
	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	
Продольная деформация (%)							
Переднеперегородочный							
• Базальный	-21,3 ± 3,8	-22	-19,8–26,1	-23,7 ± 5,4*	-23	-19,6–29,1	0,04
• Средний	-20,3 ± 4,2	-21	-19,4–26,3	-23,9 ± 5,3*	-22	-19,9–29,4	0,004
Нижнеперегородочный							
• Базальный	-20,3 ± 3,5	-21	-19,9–26,4	-24,1 ± 5,3*	-22	-19,9–29,4	0,001
• Средний	-21,1 ± 3,6	-22	-20,1–26,7	-23,6 ± 3,9*	-23	-19,8–29,5	0,009
Нижний							
• Базальный	-21,2 ± 3,8	-21	-19,7–26,2	-23,1 ± 4,2*	-22	-19,5–29,3	0,05
• Средний	-20,9 ± 4,4	-22	-19,8–26,7	-22,9 ± 4,2*	-22	-19,7–29,1	0,05
Нижнебоковой							
• Базальный	-20,9 ± 4,2	-22	-19,7–26,1	-23,9 ± 5,3*	-23	-19,4–29,2	0,014
• Средний	-21,0 ± 3,8	-22	-19,8–26,5	-23,1 ± 4,3*	-23	-19,8–29,4	0,040
Переднебоковой							
• Базальный	-20,7 ± 3,0	-21	-19,7 ± 26,4	-22,4 ± 5,1*	-22	-19,4–29,2	0,012
• Средний	-20,8 ± 3,1	-21	-19,8 ± 26,4	-22,1 ± 5,0*	-22	-19,5–29,3	0,018
Передний							
• Базальный	-20,7 ± 3,3	-21	-19,9 ± 26,5	-23,1 ± 5,2*	-23	-19,6–29,4	0,032
• Средний	-20,3 ± 3,7	-21	-19,7 ± 26,6	-22,1 ± 4,9*	-22	-19,6–29,1	0,05
Радиальная деформация (%)							
Переднеперегородочный							
• Базальный	34,4 ± 10,1	33	22,3–34,4	36,8 ± 9,1	33	21,1–42,8	0,311
• Средний	34,1 ± 9,8	33	22,4–34,6	36,6 ± 9,0	34	20,6–42,0	0,281
Нижнеперегородочный							
• Базальный	34,7 ± 9,9	33	22,7–34,5	36,7 ± 9,3	33	20,9–42,4	0,398
• Средний	34,1 ± 9,6	33	22,0–34,1	36,6 ± 9,0	33	20,3–42,6	0,277
Нижний							
• Базальный	34,3 ± 9,1	33	22,9–34,8	36,6 ± 9,3	33	20,8–42,4	0,313
• Средний	34,6 ± 9,5	33	22,6–34,5	36,8 ± 9,7	34	20,1–42,3	0,355
Нижнебоковой							
• Базальный	34,4 ± 9,4	33	22,6–34,7	36,5 ± 9,4	33	20,5–42,2	0,367
• Средний	33,9 ± 9,0	32	22,1–34,2	36,3 ± 9,6	32	20,3–42,6	0,299
Переднебоковой							
• Базальный	33,3 ± 9,1	32	22,3–34,4	36,4 ± 8,9	32	20,1–42,1	0,165
• Средний	33,1 ± 9,8	32	22,0–34,2	36,4 ± 9,1	32	20,2–42,4	0,159

● Таблица 3 (окончание)
● Table 3 (end)

Сегменты миокарда левого желудочка	1-я группа (n = 30)			2-я группа (n = 37)			Значимость различий p
	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	
Переднебоковой							
• Базальный	33,3 ± 10	32	22,2–34,3	36,3 ± 8,8	32	20,3–42,3	0,196
• Средний	33,2 ± 9,8	32	22,1–34,1	36,1 ± 8,9	32	20,2–42,4	0,209
Циркулярная деформация (%)							
Переднеперегородочный							
• Базальный	-30,8 ± 4,3	-31	-21,4–33,1	-31,9 ± 6,4	34	-20,9–40,3	0,424
• Средний	-30,1 ± 4,6	-31	-21,2–32,9	-31,8 ± 6,5	34	-20,8–40,1	0,232
Нижнеперегородочный							
• Базальный	-30,2 ± 4,3	-31	-21,1–32,8	-31,6 ± 6,7	34	-20,8–40,2	0,326
• Средний	-30,0 ± 4,9	-31	-21,2–33,0	-31,3 ± 6,9	33	-20,6–39,8	0,388
Нижний							
• Базальный	-30,3 ± 4,8	-31	-21,6–32,9	-31,5 ± 7,0	34	-20,6–39,9	0,427
• Средний	-30,2 ± 5,0	-31	-21,5–32,6	-31,0 ± 6,8	33	-20,4–39,7	0,593
Нижнебоковой							
• Базальный	-29,9 ± 4,9	-30	-21,2–32,7	-30,9 ± 6,8	33	-20,5–39,6	0,502
• Средний	-30,0 ± 4,8	-30	-21,2–32,6	-30,8 ± 6,9	33	-20,4–39,7	0,592
Переднебоковой							
• Базальный	-29,9 ± 5,1	-30	-20,9–32,7	-30,8 ± 7,0	32	-20,2–39,6	0,558
• Средний	-29,8 ± 5,0	-30	-21,0–32,5	-30,7 ± 7,1	32	-20,1–39,3	0,560
Передний							
• Базальный	-30,1 ± 4,9	-30	-20,8–32,4	-30,8 ± 6,9	32	-20,3–39,1	0,641
• Средний	-29,8 ± 4,9	-30	-21,0–32,3	-30,7 ± 7,1	32	-20,1–39,1	0,558

* Достоверность различий при p ≤ 0,05.

дольной деформации статистически значимых отличий между двумя группами получено не было (табл. 4).

Наиболее однородное распределение в диапазонах доверительных интервалов отмечалось при оценке глобальной радиальной деформации миокарда левого желудочка в

отличие от других видов деформации, что, по-видимому, свидетельствует о наиболее стабильном характере данного показателя у детей и соответствует результатам, полученным во взрослой популяции [11]. В процессе роста диапазон доверительных интервалов расширяется, что, вероятнее

● Таблица 4. Показатели скорости сегментарной деформации миокарда у здоровых детей и подростков (n = 67)
● Table 4. Indicators of segmental myocardial strain rate in healthy children and adolescents (n = 67)

Сегменты миокарда левого желудочка	1-я группа (n = 30)			2-я группа (n = 37)			
	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	
Скорость продольной деформации (с⁻¹)							
Переднеперегородочный							
• Базальный	-0,72 ± 0,24	-0,72	-0,70–0,73	-0,76 ± 0,36	-0,76	-0,69–0,79	0,604
• Средний	-0,72 ± 0,21	-0,72	-0,70–0,73	-0,76 ± 0,34	-0,76	-0,69–0,79	0,576
Нижнеперегородочный							
• Базальный	-0,72 ± 0,23	-0,72	-0,70–0,73	-0,76 ± 0,35	-0,76	-0,69–0,78	0,592
• Средний	-0,72 ± 0,22	-0,72	-0,70–0,73	-0,76 ± 0,37	-0,76	-0,69–0,78	0,604
Нижний							
• Базальный	-0,71 ± 0,23	-0,72	-0,69–0,73	-0,75 ± 0,38	-0,75	-0,68–0,77	0,615
• Средний	-0,71 ± 0,24	-0,72	-0,69–0,73	-0,75 ± 0,40	-0,75	-0,68–0,77	0,632
Нижнебоковой							
• Базальный	-0,71 ± 0,21	-0,72	-0,69–0,73	-0,75 ± 0,36	-0,75	-0,68–0,77	0,592
• Средний	-0,71 ± 0,22	-0,72	-0,69–0,72	-0,75 ± 0,37	-0,75	-0,68–0,77	0,604
Переднебоковой							
• Базальный	-0,71 ± 0,21	-0,71	-0,69–0,72	-0,73 ± 0,35	-0,75	-0,68–0,76	0,784
• Средний	-0,71 ± 0,22	-0,71	-0,69–0,72	-0,73 ± 0,36	-0,74	-0,68–0,76	0,791

● Таблица 4 (окончание)
● Table 4 (end)

Сегменты миокарда левого желудочка	1-я группа (n = 30)			2-я группа (n = 37)			
	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	M ± σ	медиана	мин. – макс. значения	
Передний							
• Базальный	-0,71 ± 0,23	-0,71	-0,69–0,72	-0,73 ± 0,40	-0,74	-0,68–0,76	0,809
• Средний	-0,71 ± 0,24	-0,71	-0,69–0,72	-0,73 ± 0,38	-0,74	-0,68–0,76	0,803
Скорость радиальной деформации (с⁻¹)							
Переднеперегородочный							
• Базальный	2,19 ± 0,31	2,17	1,9–2,25	2,39 ± 0,75*	2,66	1,11–2,69	0,014
• Средний	2,19 ± 0,29	2,17	1,8–2,25	2,38 ± 0,78*	2,66	1,12–2,69	0,012
Нижнеперегородочный							
• Базальный	2,19 ± 0,29	2,17	1,8–2,23	2,37 ± 0,76*	2,65	1,10–2,69	0,002
• Средний	2,19 ± 0,26	2,17	1,8–2,23	2,37 ± 0,78*	2,65	1,10–2,69	0,009
Нижний							
• Базальный	2,18 ± 0,26	2,16	1,9–2,23	2,37 ± 0,76*	2,65	1,09–2,68	0,004
• Средний	2,18 ± 0,26	2,16	1,8–2,24	2,36 ± 0,75*	2,64	1,09–2,68	0,009
Нижнебоковой							
• Базальный	2,18 ± 0,25	2,15	1,9–2,22	2,35 ± 0,75*	2,64	1,09–2,68	0,008
• Средний	2,18 ± 0,29	2,15	1,8–2,23	2,34 ± 0,78*	2,64	1,09–2,69	0,05
Переднебоковой							
• Базальный	2,18 ± 0,28	2,15	1,8–2,22	2,34 ± 0,76*	2,63	1,10–2,69	0,004
• Средний	2,18 ± 0,28	2,15	1,8–2,22	2,34 ± 0,76*	2,63	1,10–2,69	0,004
Передний							
• Базальный	2,17 ± 0,26	2,15	1,8–2,23	2,35 ± 0,76*	2,64	1,09–2,67	0,009
• Средний	2,17 ± 0,29	2,15	1,8–2,23	2,35 ± 0,76*	2,64	1,09–2,67	0,002
Скорость циркулярной деформации (с⁻¹)							
Переднеперегородочный							
• Базальный	-1,48 ± 0,28	-1,47	-0,76–1,84	-1,58 ± 0,71*	-1,73	-0,76–2,02	0,0259
• Средний	-1,48 ± 0,27	-1,46	-0,75–1,82	-1,58 ± 0,71*	-1,72	-0,76–2,01	0,0213
Нижнеперегородочный							
• Базальный	-1,46 ± 0,26	-1,45	-0,76–1,82	-1,57 ± 0,69*	-1,71	-0,75–2,01	0,0323
• Средний	-1,46 ± 0,28	-1,45	-0,75–1,82	-1,56 ± 0,7*	-1,70	-0,75–2,01	0,0403
Нижний							
• Базальный	-1,44 ± 0,26	-1,44	-0,74–1,81	-1,55 ± 0,68*	-1,69	-0,75–1,98	0,037
• Средний	-1,44 ± 0,26	-1,43	-0,74–1,81	-1,55 ± 0,69*	-1,69	-0,74–1,98	0,038
Нижнебоковой							
• Базальный	-1,45 ± 0,28	-1,43	-0,74–1,80	-1,54 ± 0,69*	-1,69	-0,74–1,96	0,0104
• Средний	-1,45 ± 0,28	-1,43	-0,74–1,80	-1,54 ± 0,7*	-1,69	-0,74–1,96	0,0104
Переднебоковой							
• Базальный	-1,46 ± 0,29	-1,42	-0,74–1,79	-1,54 ± 0,72*	-1,67	-0,74–1,99	0,018
• Средний	-1,46 ± 0,29	-1,42	-0,74–1,79	-1,54 ± 0,71*	-1,67	-0,74–1,98	0,018
Передний							
• Базальный	-1,47 ± 0,30	-1,43	-0,74–1,80	-1,55 ± 0,71*	-1,69	-0,74–1,99	0,0104
• Средний	-1,47 ± 0,29	-1,43	-0,74–1,80	-1,54 ± 0,7*	-1,69	-0,74–1,98	0,0016

* Достоверность различий при $p \leq 0,05$.

всего, связано с морфофункциональной незрелостью миокарда в более раннем возрасте (рис. 3).

Анализ плотности распределения индивидуальных значений скоростей продольной, радиальной и циркулярной деформации показал, что наиболее однородное распределение в диапазонах доверительных интервалов наблюдалось при оценке скорости циркулярной деформации в отличие от других скоростей деформации. Скорость

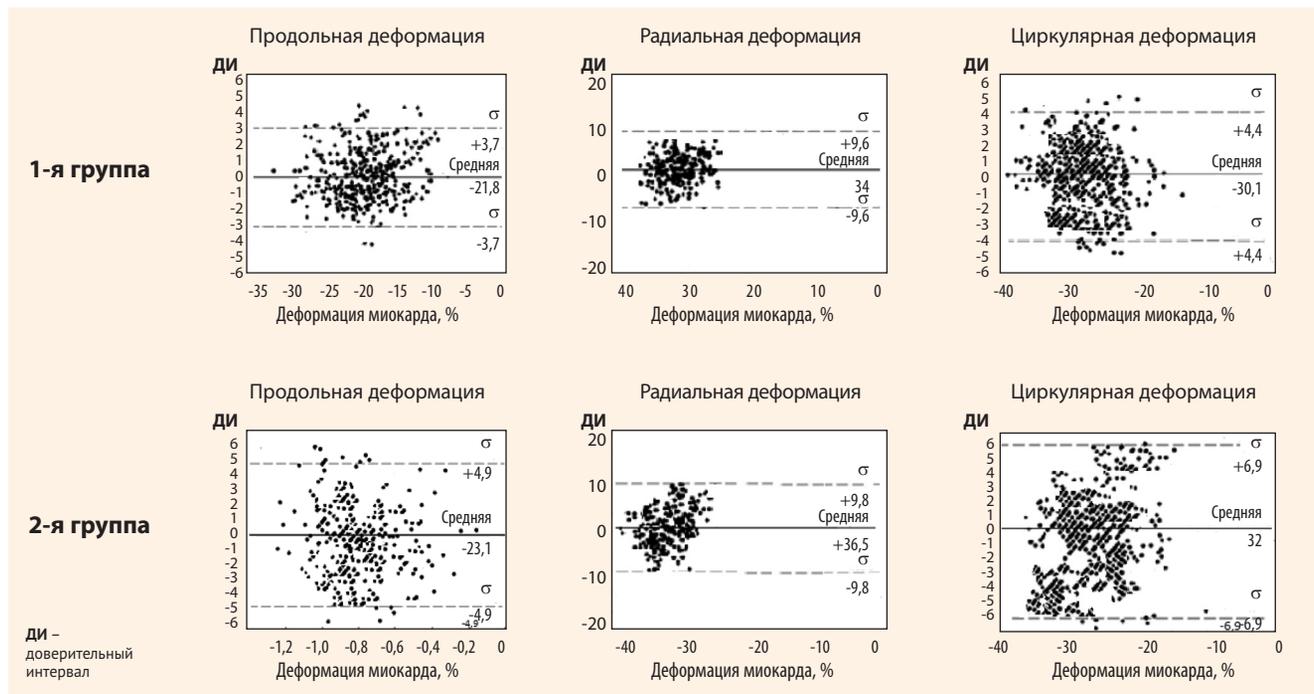
циркулярной деформации, по-видимому, является наиболее стабильным показателем у детей. Анализ плотности распределения значений всех трех видов скоростей деформации миокарда показал, что с возрастом диапазон доверительных интервалов расширяется (рис. 4).

При анализе гистограмм плотности распределения значений продольной, радиальной, циркулярной деформации субэндокардиального и субэпикардиального слоев

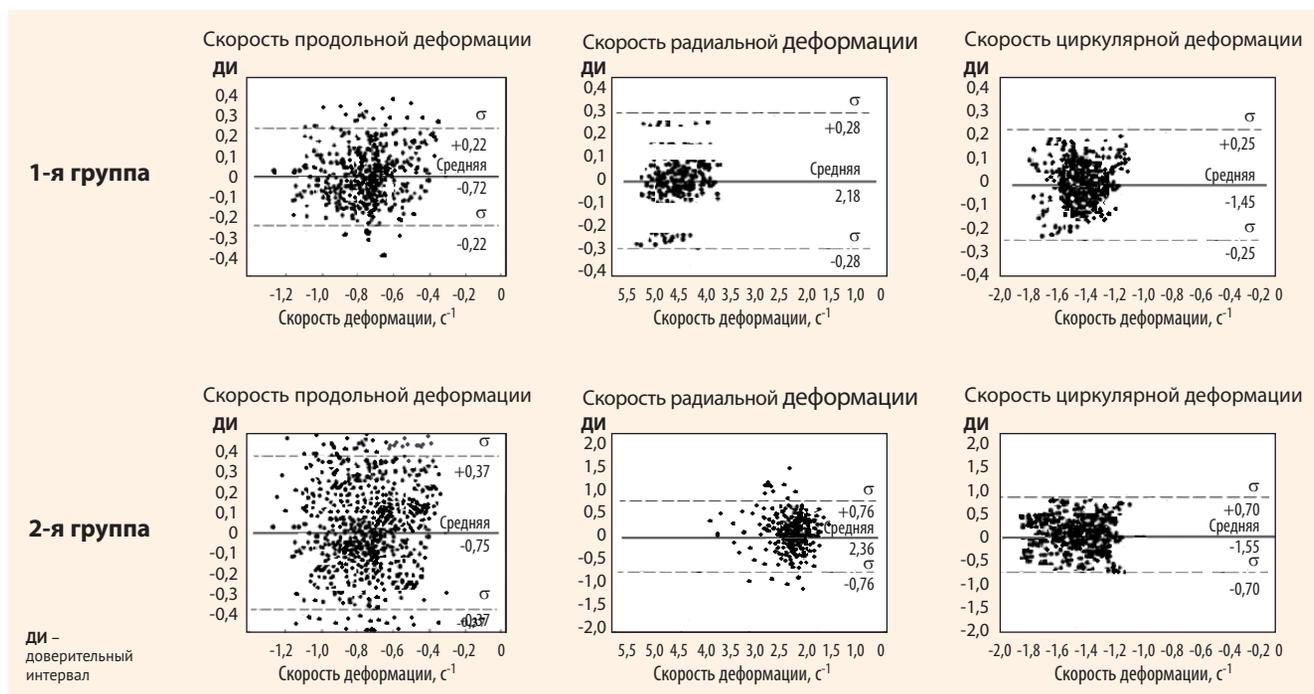
миокарда отмечались статистически значимо более высокие показатели деформации в субэндокардиальном слое миокарда по сравнению с субэпикардиальным слоем (рис. 5). По-видимому, это связано с особенностями кинетики сердца (движение миокарда начинается в субэндокардиальных слоях и поступательно завершается в субэпикардиальных), что соответствует данным, полученным во взрослой популяции [1].

тики сердца (движение миокарда начинается в субэндокардиальных слоях и поступательно завершается в субэпикардиальных), что соответствует данным, полученным во взрослой популяции [1].

● **Рисунок 3.** Графики плотности распределения индивидуальных значений глобальных продольной, радиальной и циркулярной деформаций в пределах доверительных интервалов у здоровых детей и подростков
 ● **Figure 3.** Individual value frequency distribution graphs for global longitudinal, radial and circular strains within the confidence intervals in healthy children and adolescents

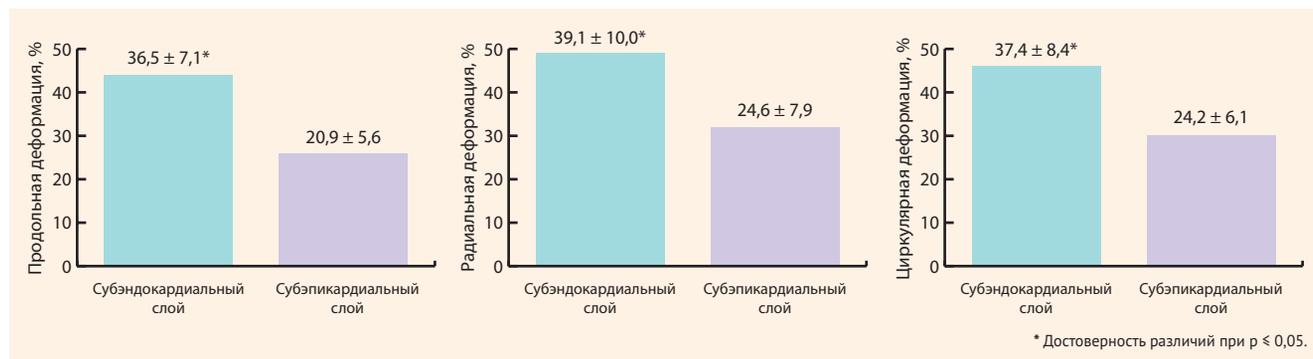


● **Рисунок 4.** Графики плотности распределения индивидуальных значений скоростей глобальных продольной, радиальной и циркулярной деформаций в пределах доверительных интервалов у здоровых детей и подростков
 ● **Figure 4.** Individual value frequency distribution graphs for global longitudinal, radial and circular strain rates within the confidence intervals in healthy children and adolescents



● **Рисунок 5.** Гистограммы распределения значений показателей продольной, радиальной и циркулярной деформации субэндокардиальных, субэпикардиальных слоев миокарда у детей и подростков

● **Figure 5.** Indicator value frequency distribution bar charts for global longitudinal, radial and circular strain of myocardial sub-endocardial, subepicardial layers in children and adolescents



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У подростков 12–17 лет по сравнению с детьми 7–11 лет отмечается статистически значимое преобладание глобальной и сегментарной продольной деформации, скорости радиальной и циркулярной глобальной и сегментарной деформации миокарда левого желудочка. Радиальная деформация и скорость циркулярной деформации миокарда левого желудочка являются наиболее однородными в отличие от других показателей деформации.

У здоровых детей и подростков отмечаются статистически значимые более высокие показатели деформации миокарда в субэндокардиальном слое по сравнению с субэпикардиальным слоем миокарда.

Полученные показатели глобальной и сегментарной деформации миокарда и их скоростей могут служить в качестве нормативных для детей и подростков в оценке систолической функции левого желудочка.

Поступила / Received 15.09.2020
Поступила после рецензирования / Revised 05.10.2020
Принята в печать / Accepted 05.10.2020

Список литературы

- Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(1):1–11. doi: 10.1093/ehjci/jeu184.
- Алехин М.Н. *Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение*. М.: Видар-М; 2012. 88 с.
- Рыбакова М.К., Митков В.В., Балдин Д.Г. *Эхокардиография от Рыбаковой М.К.* М.: Видар; 2016. 600 с.
- Бокерия Л.А., Алехин М.Н., Машина Т.А., Мрикаев Д.В., Голухова Е.З. *Современные ультразвуковые технологии в кардиологии и кардиохирургии*. М.: НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева; 2018. 140 с. doi: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36572533>.
- Yang H., Marwick T.H., Fukuda N., Oe H., Saito M., Thomas J.D., Negishi K. Improvement in strain concordance between two major vendors after the strain standardization initiative. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(6):642–648. doi: 10.1016/j.echo.2014.12.009.
- Manovel A., Dawson D., Smith B., Nihoyannopoulos P. Assessment of left ventricular function by different speckle-tracking software. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(5):417–421. doi: 10.1093/ejehocard/jep226.
- Yingchoncharoen T., Agarwal S., Popović Z.B., Marwick T.H. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26(2):185–191. doi: 10.1016/j.jecho.2012.10.008.
- Никифоров В.С., Марсальская О.А., Новиков В.И. *Эхокардиографическая оценка деформации миокарда в клинической практике*. СПб.: КультИнформПресс; 2015. 28 с.
- Tagigiku K., Takeuchi M., Izumi C., Yuda S., Sakata K., Ohte N. et al. Normal Range of Left Ventricular 2-Dimensional Strain. Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle Study. *Circ J*. 2012;76(11):2623–2632. doi: 10.1253/circj.12-0264.
- Sun J.P., Pui-Wai Lee A., Wu C., Lam Y.Y., Hung M.J., Chen L. et al. Quantification of Left Ventricular Regional Myocardial Function Using Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography in Healthy Volunteers—A Multi-Center Study. *Int J Cardiol*. 2013;167(2):495–501. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.01.071.
- Kocabay G., Muraru D., Peluso D., Cucchini U., Mihaila S., Padayattil-Jose S. et al. Normal left ventricular mechanics by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Reference values in healthy adults. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2014;67(8):651–658. doi: 10.1016/j.rec.2013.12.009.
- Muraru D., Cucchini U., Mihailă S., Miglioranza M.H., Aruta P., Cavalli G. et al. Left ventricular myocardial strain by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in healthy subjects: reference values and analysis of their physiologic and technical determinants. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(8):858–871. doi: 10.1016/j.jecho.2014.05.010.
- Maharaj N., Peters F., Khandheria B.K., Libhaber E., Essop M.R. Left ventricular twist in a normal African adult population. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(6):526–533. doi: 10.1093/ehjci/jes208.
- Kleijn S.A., Pandian N.G., Thomas J.D., Perez de Isla L., Kamp O., Zuber M. et al. Normal reference values of left ventricular strain using three-dimensional speckle tracking echocardiography: results from a multicentre study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(4):410–416. doi: 10.1093/ehjci/jeu213.
- Jashari H., Rydberg A., Ibrahim P., Bajraktari G., Kryeziu L., Jashari F., Henein M.Y. Normal ranges of left ventricular strain in children: a meta-analysis. *Cardiovasc Ultrasound*. 2015;13:37. doi: 10.1186/s12947-015-0029-0.
- Cantinotti M., Cantinotti M., Assanta N., Crocetti M., Spadoni I., Iervasi G. Challenges in Interpreting Pediatric Normative Left Ventricular Strain Data and the Quest for Comprehensive Deformation Nomograms. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(6):567–568. doi: 10.1016/j.jecho.2016.03.005.
- Levy P.T., Machelesky A., Sanchez A.A., Patel M.D., Rogal S., Fowler S. et al. Reference Ranges of Left Ventricular Strain Measures by Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(3):209–225. doi: 10.1016/j.jecho.2015.11.016.
- Рябов В.В. (ред.). *Новые медицинские технологии в профилактике, диагностике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний*. Томск: Научно-исследовательский институт кардиологии; 2018. 324 с. Режим доступа: https://www.cardio-tomsk.ru/storage/img/content/new_medical_technologies.pdf.
- Сугак А.Б., Николаева Г.Н., Феоктистова Е.В., Лохматова М.Е., Тихомирова Е.А. Оценка функции левого желудочка сердца с использованием методики спекл-трекинга у детей с β-талассемией. *Педиатрия*. 2018;97(4):70–77. Режим доступа: <https://pediatrjournal.ru/archive?show=365§ion=5276>.
- Черных Н.Ю., Грознова О.С., Довгань М.И., Подольский В.А. Изменение деформации миокарда как ранний маркер миокардиальной дисфункции при гипертрофической кардиомиопатии у детей. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2016;61(5):70–74. doi: 10.21508/1027-4065-2016-61-5-70-74.

References

1. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(1):1–11. doi: 10.1093/ehjci/jeu184.
2. Alekhin M.N. *Ultrasonic methods for assessing myocardial strain and their clinical significance*. M.: Vidar-M; 2012. 88 p. (In Russ.)
3. Rybakova M.K., Mitkov V.V., Baldin D.G. *Echocardiography from Rybakova M.K.* M.: Vidar; 2016. 600 p. (In Russ.)
4. Bokeriya L.A., Alekhin M.N., Mashina T.A., Mrikaev D.V., Golukhova E.Z. *Modern ultrasonic technologies in cardiology and cardiac surgery*. M.: Bakulev Scientific Center of Cardiovascular Surgery; 2018. 140 p. (In Russ.) Doi: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36572533>.
5. Yang H., Marwick T.H., Fukuda N., Oe H., Saito M., Thomas J.D., Negishi K. Improvement in strain concordance between two major vendors after the strain standardization initiative. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(6):642–648. doi: 10.1016/j.echo.2014.12.009.
6. Manovel A., Dawson D., Smith B., Nihoyannopoulos P. Assessment of left ventricular function by different speckle-tracking software. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(5):417–421. doi: 10.1093/ejehoccard/jep226.
7. Yingchoncharoen T., Agarwal S., Popović Z.B., Marwick T.H. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26(2):185–191. doi: 10.1016/j.jecho.2012.10.008.
8. Nikiforov V.S., Marsalskaya O.A., Novikov V.I. *Echocardiographic assessment of myocardial strain in clinical practice*. St Petersburg: KultInformPress; 2015. 28 p. (In Russ.)
9. Takigiku K., Takeuchi M., Izumi C., Yuda S., Sakata K., Ohte N. et al. Normal Range of Left Ventricular 2-Dimensional Strain. Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle Study. *Circ J*. 2012;76(11):2623–2632. doi: 10.1253/circj.12-0264.
10. Sun J.P., Pui-Wai Lee A., Wu C., Lam Y.Y., Hung M.J., Chen L. et al. Quantification of Left Ventricular Regional Myocardial Function Using Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography in Healthy Volunteers - A Multi-Center Study. *Int J Cardiol*. 2013;167(2):495–501. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.01.071.
11. Kocabay G., Muraru D., Peluso D., Cucchini U., Mihaila S., Padayattil-Jose S. et al. Normal left ventricular mechanics by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Reference values in healthy adults. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2014;67(8):651–658. doi: 10.1016/j.rec.2013.12.009.
12. Muraru D., Cucchini U., Mihailă S., Miglioneza M.H., Aruta P., Cavalli G. et al. Left ventricular myocardial strain by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in healthy subjects: reference values and analysis of their physiologic and technical determinants. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(8):858–871. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.010.
13. Maharaj N., Peters F., Khandheria B.K., Libhaber E., Essop M.R. Left ventricular twist in a normal African adult population. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(6):526–533. doi: 10.1093/ehjci/jes208.
14. Kleijn S.A., Pandian N.G., Thomas J.D., Perez de Isla L., Kamp O., Zuber M. et al. Normal reference values of left ventricular strain using three-dimensional speckle tracking echocardiography: results from a multicentre study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(4):410–416. doi: 10.1093/ehjci/jeu213.
15. Jashari H., Rydberg A., Ibrahim P., Bajraktari G., Kryeziu L., Jashari F., Henein M.Y. Normal ranges of left ventricular strain in children: a meta-analysis. *Cardiovasc Ultrasound*. 2015;13:37. doi: 10.1186/s12947-015-0029-0.
16. Cantinotti M., Cantinotti M., Assanta N., Crocetti M., Spadoni I., Iervasi G. Challenges in Interpreting Pediatric Normative Left Ventricular Strain Data and the Quest for Comprehensive Deformation Nomograms. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(6):567–568. doi: 10.1016/j.echo.2016.03.005.
17. Levy P.T., Machevsky A., Sanchez A.A., Patel M.D., Rogal S., Fowler S. et al. Reference Ranges of Left Ventricular Strain Measures by Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(3):209–225. doi: 10.1016/j.echo.2015.11.016.
18. Ryabov V.V. (ed.) *New medical technologies in prevention, diagnostics, and treatment of cardiovascular diseases*. Tomsk: Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences; 2018. 324 p. (In Russ.) Available at: https://www.cardio-tomsk.ru/storage/img/content/new_medical_technologies.pdf.
19. Sugak A.B., Nikolaeva G.N., Feoktistova E.V., Lohmatova M.E., Tikhomirova E.A. Assessment of heart left ventricle function in children with β -thalassaemia using the speckle-tracking method. *Pediatriya = Pediatría*. 2018;97(4):70–77. (In Russ.) Available at: <https://pediatria-journal.ru/archive?show=365§ion=5276>.
20. Chernykh N.Yu., Groznova O.S., Dovgan M.I., Podolsky V.A. A change in myocardial deformity as an early marker for myocardial dysfunction in children with hypertrophic cardiomyopathy. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii = Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2016;61(5):70–74. (In Russ.) doi: 10.21508/1027-4065-2016-61-5-70-74.

Информация об авторах:

Черных Надежда Юрьевна, врач-консультант консультативно-диагностического отделения, обособленное структурное подразделение «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2; e-mail: chernykh-nauka@mail.ru

Тарасова Алла Алексеевна, д.м.н., профессор, профессор кафедры лучевой диагностики детского возраста, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1; e-mail: tarasova-aa@yandex.ru

Грознova Ольга Сергеевна, д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела детской кардиологии и аритмологии, обособленное структурное подразделение «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2; e-mail: ogroznova@gmail.com

Information about the authors:

Nadezhda Yu. Chernykh, Consulting Physician of the Consultative and Diagnostic Department, Separate Business Unit "Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Veltitshev" of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Pirogov Russian National Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia; e-mail: chernykh-nauka@mail.ru

Alla A. Tarasova, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Pediatric X-ray Diagnosis Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1, Bldg. 1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russia; e-mail: tarasova-aa@yandex.ru

Olga S. Groznova, Dr. of Sci. (Med.), Lead Researcher of the Department of Pediatric Cardiology and Arrhythmology, Separate Business Unit "Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Preobrazhensky, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Pirogov Russian National Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia; e-mail: ogroznova@gmail.com