

УДК 612.171.1-053.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОГО ФУНКЦИОНАЛЬНО-НОРМАТИВНОГО ЭХО-КАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА У ДЕТЕЙ

Сакович В.В., Валик О.В., Дробот Д.Б., Ганкин М.И.

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии»,

Красноярск, e-mail: sakovichvitaly@gmail.com;

ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск

Целью исследования являлось определение значений ЭХО-кардиографических показателей (MAPSE/TAPSE, LVs/RVs), единых для детей с анатомически здоровым сердцем. Всего в исследование был включен 51 ребенок в возрасте от 17 дней до 18 лет (ср. возраст $8,3 \pm 5,5$ лет). В каждом случае было проведено ЭХО-кардиографическое исследование с вычислением и анализом размерных показателей желудочков сердца и показателей их систолической функции, полученных с использованием тканевого режима импульсного доплера. Были вычислены значения относительных показателей (MAPSE/TAPSE, LVs/RVs). Оценивалась зависимость полученных показателей от возраста, пола и BSA исследуемых. Левожелудочковое/правожелудочковое систолическое соотношение, вычисляемое как соотношения MAPSE/TAPSE и LVs/RVs, равнялось $0,69 \pm 0,12$ и $0,74 \pm 0,14$ соответственно. В зависимости от гендерной принадлежности достоверных различий относительных показателей MAPSE/TAPSE и LVs/RVs найдено не было. Таким образом, нами было доказано, что данные показатели являются постоянными и неизменными у здоровых лиц детского возраста относительно различных значений возраста, пола, веса, роста и BSA, что делает их адекватными параметрами для оценки лево- и правожелудочковых систолических взаимозависимостей.

Ключевые слова: функциональная диагностика, межжелудочковое взаимодействие, глобальная систолическая функция сердца

THE DETERMINATION OF CONSTANT FUNCTIONALLY NORMAL ECHOCARDIOGRAPHIC INDEX OF GLOBAL HEART VENTRICLE SYSTOLIC FUNCTION IN CHILDREN

Sakovich V.V., Valik O.V., Drobot D.B., Gankin M.I.

Federal Center of Cardiovascular Surgery, Krasnoyarsk, e-mail: sakovichvitaly@gmail.com;

Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health Service of the Russian Federation, Krasnoyarsk

The purpose of the research was to determine the echocardiographic values (MAPSE/TAPSE, LVs/RVs), identical for children with anatomically healthy heart. The investigation included 51 children aged 17 days to 18 years (mean $8,3 \pm 5,5$ years). Each child had gone through echocardiographic examination with the measurement of heart ventricles sizes and their systolic function indices which were received with the help of tissue regime of impulse Doppler. The values of relative indices (MAPSE/TAPSE, LVs/RVs) were calculated. The relationship of the received indices with age, sex and patients' BSA was assessed. Left ventricle/right ventricle systolic ratio calculated as ratio MAPSE/TAPSE and LVs/RVs, equaled $0,69 \pm 0,12$ and $0,74 \pm 0,14$, respectively. There were no significant differences in relative indices depending on the patients' sex. Thus, we proved that these values are constant in healthy children; they don't depend on age, sex, weight, height, and BSA, which makes them adequate parameters of the assessment left/right ventricle systolic interdependencies.

Keywords: functional diagnostics, interventricular interaction, global systolic function of the heart

В детской ЭХО-кардиографической практике в связи с постоянным изменением антропометрических параметров пациентов в процессе роста и формирования организма не существует постоянных нормативных величин. В каждом конкретном случае необходимо сравнивать полученные данные с остальными конституциональными параметрами (рост, вес, площадь поверхности тела (BSA)) индивидуально для каждого пациента.

Существует много общепринятых и стандартизированных параметров оценки си-

столической функции ЛЖ [4, 6, 7, 9, 10]. В то же время геометрически сложная форма правого желудочка делает оценку его функционирования гораздо более сложной задачей. Несмотря на внедрение в практику новых методов исследования, таких как трехмерная эхокардиография и компьютерная томография, высокая стоимость этих методик и требование высокой квалификации выполняющих их специалистов, делают их мало и медленно внедряемыми в широкую практику, а также диктуют необходимость развития иных альтернативных

методов исследования. Например, определение амплитуды движения латерального сегмента кольца трикуспидального клапана в М-режиме, также известное как TAPSE – простой и широко используемый метод для ЭХО-КГ оценки систолической функции ПЖ [2, 10].

В своем исследовании мы предлагаем определять единый постоянный цифровой показатель, не зависящий от морфометрических данных. Одним из таких показателей является MAPSE/TAPSE, рассчитываемый как отношение амплитуды движения латеральных сегментов митрального клапана (MAPSE) к амплитуде движения латеральных сегментов трикуспидального клапана (TAPSE). Следующим постоянным показателем мы рассматривали LVs/RVs, вычисляемый как отношение скоростей движения базальных сегментов свободных стенок левого желудочка (LVs) к правому желудочку (RVs) сердца.

Целью данного исследования являлось определение значений относительных показателей (MAPSE/TAPSE, LVs/RVs), вычисленных по результатам трансторакальной 2D ЭХО-КГ у детей с анатомически здоровым сердцем, возможность применения этих показателей в качестве постоянных и нормативных для характеристики глобальной систолической функции сердца.

Материалы и методы исследования

Всего в исследование был включен 51 ребенок в возрасте от 17 дней до 18 лет (ср. возраст $8,3 \pm 5,5$ лет). В каждом случае было проведено двухмерное ЭХО-кардиографическое (2D ЭХО-КГ) исследование. Были вычислены и проанализированы плоскостные показатели желудочков сердца (конечный диастолический объем (КДО) левого желудочка (ЛЖ) и конечный систолический объем (КСО) ЛЖ методом дисков; конечная диастолическая площадь (КД S) правого желудочка (ПЖ) и конечная систолическая площадь (КС S) ПЖ, показатели систолической функции желудочков сердца (фракция выброса (ФВ) ЛЖ и MAPSE, фракция изменения площади поперечного сечения (ФИ S) ПЖ и TAPSE по общепринятой методике. Полученные данные приведены в табл. 1.

of Cardiology/American Heart Association Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography [4, 8]. Работа осуществлялась на лицензированном оборудовании: эхокардиографы GE Vivid 7 MD и Phillips iE 33. Полученные данные с целью дальнейшего анализа, были сохранены в цифровом формате (EchoPac, Version 3.1, GE). Учитывая анамнестические параметры пациентов, позволяющие включать их в группу «с анатомически здоровым сердцем», из исследования исключались субъекты с несинусовым ритмом, с легочной гипертензией в анамнезе, с фибрилляцией предсердий (ФП), с полной блокадой левой либо правой ножек пучка Гисса, с имплантированным кардиостимулятором/дефибриллятором, с пороками клапанов сердца. Были также исключены пациенты, имеющие в анамнезе: персистирующую сердечную недостаточность, перенесенный инфаркт миокарда, кардиохирургическое вмешательство, ФВ ЛЖ < 55%, индекс объема ЛП > 28 мл/м², гипертрофические изменения ЛЖ/ПЖ, дилатацию ЛЖ/ПЖ. Принимаемыми во внимание антропометрическими данными являлись возраст, пол, рост, вес, BSA. Контингент исследуемых лиц был разнесен в 4 возрастные группы: до 3 лет (10 человек), 3–5 лет (7 человек), 5–12 лет (19 человек), 12–18 лет (15 человек).

Значения BSA исследуемых приведены в табл. 2. В различных возрастных группах эти данные достоверно отличались (U-критерий Манна – Уитни в сравниваемых группах 0–3 и 3–5; 5–12 и 12–18 находился в зоне значимости). Для получения 2D ЭХО-КГ данных использовалась 4-камерная позиция сердца, были вычислены амплитуды вертикальных движений латеральных сегментов МК и ТК (MAPSE, TAPSE) при помощи М-режима [1, 10]. Используя импульсно-волновой режим тканевого доплера (TDI), были получены значения пиковых скоростей движения базальных сегментов свободных стенок ЛЖ и ПЖ [9].

Нами был выполнен анализ с целью установления зависимости полученных ЭХО-КГ, доплер-КГ данных с морфометрическими и возрастными характеристиками, анализ показателей MAPSE/TAPSE, LVs/RVs в отношении значений возраста и BSA.

Различия между правым и левым желудочками заключаются не только в различии форм, архитектоники камер сердца и толщине кардиальных стенок. Также важным является различие в концентрации миофибрилл на единицу объема ткани и ориентации волокон относительно друг друга. Все эти факторы приводят к многообразным и сложным взаимодействиям в процессе систолического изгнания крови из желудочков [7]. Однако, несмотря на эти различия, согласно уравнению непрерывности потока, объем

Таблица 1

Средние значения плоскостных показателей и показателей систолической функции желудочков сердца

КДО ЛЖ	КСО ЛЖ	КД S ПЖ	КС S ПЖ	ФВ ЛЖ	MAPSE	ФИ S ПЖ	TAPSE
54,9 (± 15,5)	17,9 (± 5,9)	13,3 (± 3,2)	7,1 (± 2,2)	67,7 (± 2,1)	12,2 (± 2,54)	46,7 (± 7,7)	10,9 (± 1,6)

Были вычислены значения относительных показателей (MAPSE/TAPSE, LVs/RVs). Оценивалась зависимость полученных показателей от возраста, пола и BSA исследуемых. Все исследования были проведены в соответствии с рекомендациями American College

of Cardiology, изгоняющийся из одной камеры, должен равняться объему крови, поступающей в следующую по току крови камеру замкнутой гемодинамической системы, в случае отсутствия аномального шунтирования. В кардиологии к этому принципу наиболее часто

относятся вычисления трансклапанных потоков, но так как этот принцип получен из закона сохранения масс, это также относится и к кровотоку между правым и левым желудочками сердца.

В случае дисфункции одного или обоих желудочков это неустойчивое равновесие может быть нарушено, возникает шунтирование крови, проявляющееся системными отеками и/или отеком легких. Нормальная морфофизиология здорового организма лежит в основе сбалансированности и равности объемов крови между системами левого и правого желудочков. В то же время проявления дисбаланса могут говорить об аномалиях устройства самой системы либо о дефектах ее функционирования [3].

Нами было охарактеризовано состояние межсистемного баланса при помощи количественных параметров, полученных в результате проведения стандартных и общедоступных методов трансторакального 2D ЭХО-КГ исследования. Данные параметры могут быть использованы для характеристики нормальной межсистемной сбалансированности работы сердца, а также для определения дисбаланса этих параметров, говорящих о патологии межжелудочкового взаимодействия.

Для выполнения поставленных задач мы использовали простые и точные ЭХОКГ методы, позволяющие изолированно производить оценку систолических функций правого и левого желудочков и делать оценку их функционирования относительно друг друга.

В многоцентровых исследованиях была показана высокая корреляционная зависимость между пиковыми скоростями движения базальных сегментов ЛЖ и ПЖ, измеренными в импульсно-волновом режиме тканевого доплера, и ФВ желудочков [9, 12]. Эта корреляция сохранялась независимо от давления в легочной артерии и даже независимо от плохой экспозиции изображения.

Основываясь на простоте получения и воспроизводимости приводимых выше числовых показателей систолической функции, мы выбрали систолическое движение в продольном направлении латеральных сегментов AV-клапанов (путем измерения TAPSE и MAPSE) а также измерение пиковых скоростей систолического движения базальных сегментов свободных стенок обоих желудочков с использованием импульсно-волнового режима тканевого доплера.

Результаты исследования и их обсуждение

Среди детей с возрастом наблюдалось увеличение показателей как MAPSE, так и TAPSE. При этом с изменением возраста изучаемое соотношение MAPSE/TAPSE достоверно не отличалось (U-критерий Манна – Уитни в сравниваемых группах 0–3 и 3–5; 3–5 и 5–12; 5–12 и 12–18 находился в зоне незначимости). При рассмотрении относительного показателя MAPSE/TAPSE в зависимости от половой принадлежности, достоверных различий также найдено не было (значения критерия Манна – Уитни в группах пациентов мужского и женского пола находятся в зоне незначимости). Средние значения TAPSE составили $18,2 \pm 3,3$ мм, что сопоставимо с литерату-

ными данными [1, 10]. В нашем исследовании эти показатели отличались на 32,5% ($18,2 \pm 3,3$ и $12,3 \pm 2,5$ мм соответственно). Значение RVs ($10,9 \pm 1,6$ см/с) было на 24,8% больше значения LVs ($8,2 \pm 1,6$ см/с), как и в ряде других исследований [8, 9]. Различия же в значениях относительного показателя LVs/RVs между возрастными группами вновь являлись недостоверными (U-критерий Манна – Уитни в сравниваемых группах 0–3 и 3–5; 3–5 и 5–12; 5–12 и 12–18 находился в зоне незначимости).

Левожелудочковое/правожелудочковое систолическое соотношение, вычисляемое как соотношение MAPSE/TAPSE и LVs/RVs, равнялось $0,7 \pm 0,1$ и $0,7 \pm 0,1$ соответственно. Практически идентичные результаты были получены в исследовании S.R. Bruhl с соавт. (2011), где отношения равнялись $0,6 \pm 0,1$ и $0,8 \pm 0,2$. Показатели TAPSE, MAPSE, RVs, LVs, MAPSE/TAPSE, LVs/RVs с грациями по возрасту представлены в табл. 2, по полу – в табл. 3

Таким образом, значения MAPSE/TAPSE и LVs/RVs не имели существенных изменений в зависимости от возраста и пола, а также от площади поверхности тела пациентов, что соответствует литературным данным [6]. При этом нами было отмечено преобладание значений TAPSE и RVs над значениями MAPSE и LVs на 32,5 и 24,8% соответственно.

В исследовании были получены ЭХОКГ и доплер-КГ данные, была произведена их дифференцировка относительно морфометрических показателей исследуемых лиц. Показатель TAPSE был стандартизирован как адекватный аналог показателя функции ПЖ в многократно проведенных МРТ и 3D ЭХО-КГ исследованиях, включая недавнее исследование Dirk L. с соавт. (2008), которыми была показана достоверная зависимость между TAPSE и ФВ ПЖ. Указанное выше исследование Dirk L. с соавт. (2008), а также исследование Carlsson M. с соавт. (2007) показали, что амплитуда движения латерального сегмента МК (MAPSE) также адекватно коррелирует с систолической функцией ЛЖ [7]. Значение TAPSE ($18,2 \pm 3,3$ мм) было на 32,5% больше значения MAPSE ($12,3 \pm 2,5$ мм) [1]. Левожелудочковое/правожелудочковое систолическое соотношение вычислялось как соотношения MAPSE/TAPSE и составило $0,7 \pm 0,1$. Различия рассматриваемых параметров в разных возрастных группах отсутствовало (U-критерий Манна – Уитни в сравниваемых группах 0–3 и 3–5; 3–5 и 5–12; 5–12 и 12–18 находился в зоне незначимости).

Таблица 2

Возрастная градация показателей TAPSE, MAPSE, RVs, LVs, MAPSE/TAPSE, LVs/RVs

Возраст	BSA	TAPSE	MAPSE	RVs	LVs	MAPSE/TAPSE	LVs/RVs
0–3 года (n = 10)	0,4 (± 0,1)	12,9 (± 2,5)	8,6 (± 1,7)	9,2 (± 1,2)	7,3 (± 1,7)	0,7 (± 0,1)	0,8 (± 0,1)
3–5 лет (n = 7)	0,7 (± 0,1)	17,8 (± 1,5)	11,6 (± 0,6)	11,2 (± 0,1)	8,2 (± 0,8)	0,7 (± 0,1)	0,7 (± 0,1)
5–12 лет (n = 19)	1,1 (± 0,1)	18,9 (± 3,2)	12,6 (± 2,1)	11,3 (± 1,4)	7,9 (± 1,5)	0,7 (± 0,1)	0,9 (± 0,2)
12–18 лет (n = 15)	1,6 (± 0,1)	20,6 (± 1,7)	14,4 (± 2,2)	11,3 (± 1,9)	9,2 (± 1,7)	0,7 (± 0,1)	0,8 (± 0,2)
0–18 лет (n = 51)	1,1 (± 0,2)	18,8 (± 3,3)	12,3 (± 2,5)	10,9 (± 1,6)	8,2 (± 1,6)	0,7 (± 0,12)	0,7 (± 0,1)

Таблица 3

Градация по полу показателей TAPSE, MAPSE, RVs, LVs, MAPSE/TAPSE, LVs/RVs

Пол	BSA	TAPSE	MAPSE	RVs	LVs	MAPSE/TAPSE	LVs/RVs
М	1,1 (± 0,2)	17,9 (± 3,7)	11,4 (± 2,1)	11,2 (± 1,7)	8,5 (± 1,5)	0,6 (± 0,1)	0,8 (± 0,2)
Ж	1,1 (± 0,3)	18,4 (± 2,9)	12,8 (± 2,7)	10,7 (± 1,6)	8,1 (± 1,7)	0,7 (± 0,1)	0,7 (± 0,1)

Следующим шагом являлся анализ данных, полученных путем использования импульсно-волнового доплера. Исследовани- ем пиковых скоростей движения базальных сегментов свободных стенок ЛЖ и ПЖ были получены значения RVs, которые были на 24,8% больше значения LVs [1, 9]. В этом случае межжелудочковое соотношение LVs/RVs находилось в пределах (0,7 ± 0,1). U-критерий Манна – Уитни в сравниваемых группах 0–3 и 3–5; 3–5 и 5–12; 5–12 и 12–18 находился в зоне незначимости. Анализи- руя полученные данные, нам также удалось исключить зависимость относительных величин MAPSE/TAPSE и LVs/RVs от пола, возраста, BSA. Значение относительных показателей не различалось между возраст- ными группами и сохранялось постоянным. U-критерий Манна – Уитни определялся между показателями MAPSE, TAPSE, LVs, RVs в разных возрастных, гендерных груп- пах и группах исследуемых с разной BSA.

Отношения MAPSE/TAPSE и LVs/RVs в нашем исследовании оказались постоян- ными при любых морфометрических по- казателях у исследуемых, независимо от возраста растущего и изменяющегося в про- цессе формирования детского организма. Исследования со сходными рассматривае- мыми параметрами были проведены груп- пой ученых во главе с Bruhl S.R. с соавт. (2011) из University of Toledo Medical Center. Однако группа обследованных ими здоро- вых людей включала контингент в возрасте 41 ± 17 лет, то есть уже взрослых пациентов

при отсутствии роста и формирования ор- ганизма. Мы согласны с вышеуказанными коллегами относительно критериев вклю- чения пациентов в исследование. Нам уда- лось показать уникальное постоянство от- носительных параметров MAPSE/TAPSE и LVs/RVs, сохраняющихся неизменными в процессе роста, формирования и разви- тия ребенка и изменения его морфометри- ческих параметров. Также результаты про- веденных исследований дают возможность использования описанных выше величин в качестве аналогов параметров, характери- зующих систолическую взаимозависимость желудочков сердца. В то время как ранее проделанные работы продемонстрировали воз- можности применения иных параметров, но лишь для оценки функций желудочков изо- лированно друг от друга [3, 4, 5, 8, 9, 13].

Результатом проведенного исследования является обнаружение ряда своеобразных свойств левожелудочкового и правожелу- дочкового систолического взаимодействия. Во-первых, значения амплитуд движения в базально-апикальном направлении лате- ральных сегментов ТК и пиковые скорости движения базальных сегментов свободной стенки ПЖ были всегда больше аналогич- ных параметров МК и ЛЖ соответственно [2, 7]. В среднем значения TAPSE были бо- лее чем на 32,4% больше значений MAPSE, числовые показатели RVs более чем на 24,7% превышали показатели LVs.

В подобном исследовании нашими кол- легами из University of Toledo Medical Center

было также продемонстрировано преобладание значений TAPSE над значениями MAPSE и показателей RVs по отношению к LVs [2]. Мы считаем результаты наших исследований сопоставимыми, несмотря на разницу морфометрических показателей контингента изучаемых групп.

Физиология данных различий между показателями левых и правых системных камер сердца на данный момент является крайне мало изученной и должна стать темой дальнейших перспективных научных изысканий. В то же время можно предполагать, что способность латеральных сегментов ТК относительно МК к движениям большей амплитуды в верхушечно-базальном направлении и большие тканевые скорости этих движений (несмотря на гораздо меньший объем тканей ПЖ относительно ЛЖ) связаны с меньшим сосудистым сопротивлением малого круга кровообращения относительно большого круга. Аналогичных взглядов на данный аспект придерживаются Bruhl S.R. с коллегами [6]. Нами также рассматривался еще один механизм, который мог лежать в основе вышеописанных различий. Относительно этой идеи в 2007 г. высказались Carlsson M. с соавт. [7]. Основная часть систолического движения ПЖ происходит в апикальном сегменте в верхушечно-базальном направлении. Систолическое движение ЛЖ, включая движение в верхушечно-базальных сегментах, в основном складывается из движений в других сегментах в других направлениях. В исследовании было показано, что систолическое движение в апикальном сегменте в верхушечно-базальном направлении обуславливает 80% ударный объем (УО) ПЖ и лишь 60% УО ЛЖ [7].

Также на основании проделанной работы нами было дано заключение о закономерном распределении исследуемых величин TAPSE ($18,2 \pm 3,3$ мм), MAPSE ($12,3 \pm 2,5$ мм), RVs ($10,9 \pm 1,6$ см/с) и LVs ($8,2 \pm 1,6$ см/с). Кроме того, при сопоставлении соотносимых показателей ЛЖ и ПЖ были получены довольно постоянные числовые значения систолического межжелудочкового соотношения независимо от возраста, пола и BSA исследуемых. Полученные нами данные в обследованной группе пациентов не противоречили результатам, полученным Carlsson M. с соавт. (2007), говоривших об относительно постоянной доли участия каждого желудочка в формировании общего сердечного выброса даже при сравнении групп здоровых взрослых, спортсменов и пациентов со сниженной ФВ ЛЖ.

Данное исследование включало относительно малую группу здоровых обследуемых.

Тем не менее полученные результаты позволяют судить об уникальности параметров TAPSE/MAPSE и LVs/RVs, являющихся корректными одномоментно определяемыми и достоверными в плане динамических наблюдений показателями систолических взаимоотношений ЛЖ и ПЖ. Уникальность данных относительных показателей заключается в их неизменности (постоянности) среди групп детей любых возрастных категорий и разнообразных морфометрических данных. Также в случае подтверждения адекватности показателей TAPSE/MAPSE и LVs/RVs в больших рандомизированных исследованиях, эти параметры могут быть использованы с целью скрининговых исследований и для динамического наблюдения применительно к пациентам с изолированной право- либо левожелудочковой дисфункцией. Мы считаем, что в качестве примера изолированной правожелудочковой дисфункции может быть подвергнута изучению группа пациентов с констриктивным перикардитом или пациенты с ТЭЛА. В этих группах функция ПЖ будет скомпрометирована больше, нежели функция ЛЖ, что должно приводить к достоверному увеличению отношений MAPSE/TAPSE и LVs/RVs. С другой стороны, подвергнув изучению группы больных с изолированной дисфункцией ЛЖ, например с аортальным стенозом, либо с острым инфарктом миокарда левожелудочковой локализации, должны быть получены сниженные показатели MAPSE/TAPSE и LVs/RVs [6]. В случае подтверждения данных предположений приводимые нами показатели могли бы стать основой для идентификации начальных стадий межжелудочкового систолического дисбаланса. Также эти параметры могут быть использованы для оценки динамических изменений глобальной систолической функции сердца пациентов в ответ на действие различных методов лечения.

Результатом данного исследования явилось определение значений нормальных величин относительных показателей (MAPSE/TAPSE и LVs/RVs), вычисленных по результатам трансторакальной ЭХО-КГ детей с анатомически здоровым сердцем. Мы выяснили выполнимость, доступность и воспроизводимость данного метода, оценили способность данных показателей характеризовать глобальную систолическую функцию сердца. Несмотря на относительно малочисленность группы, включенных в исследование, а также включение в данную группу здоровых с точки зрения анатомии сердца детей, мы считаем достигнутыми цели данного исследования и надеемся на дальнейшее изучение этого вопроса у па-

циентов с изолированной лево-/правожелудочковой дисфункцией в рамках полноценного рандомизированного исследования.

Выводы

Отношение MAPSE/TAPSE и отношение LVs/RVs воспроизводимы, легки в получении и являются постоянными показателями относительно различных значений возраста, пола, веса, роста и BSA, что делает их адекватными параметрами для оценки лево- и правожелудочковых систолических взаимозависимостей. Приводимые значения, являясь подтвержденными, могли бы помочь в проведении диагностики или в осуществлении динамической курации пациентов с измененными межжелудочковыми соотношениями при их систолической дисфункции в результате различных острых или хронических патологических процессов.

Список литературы/References

1. Alam M., Andersson E., Wardell J. et al. Characteristics of mitral and tricuspid annular velocities determined by pulsed wave Doppler tissue imaging in healthy subjects // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1999. Vol. 12. pp. 618–628.
2. Alam M., Hoglund C., Thorstrand C. Longitudinal systolic shortening of the left ventricle: an echocardiographic study in subjects with and without preserved global function // *Clin. Physiol.* 1992. № 12. pp. 443–452.
3. Bakala J., Meluzin J., Spinarova L. et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion; a new, rapid, and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function // *Eur. Heart J.* 2001. Vol. 22. pp. 340–348.
4. Bednarsz J., Devereux R., Gardin J. et al. American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004. Vol. 17. pp. 1086–1119.
5. Benjamin E.J., Larson M.G., Vasan R.S. et al. Interpretation of echocardiographic measurements: a call for standardization // *Am. Heart J.* 2000. Vol. 139. pp. 412–422.
6. Bruhl S.R., Mangeet C., Samer J. Khouri A Novel Approach to Standard Techniques in the Assessment and Quantification of the Interventricular Systolic Relationship // *Cardiovascular Ultrasound.* 2011. Vol. pp. 42.
7. Carlsson M., Heiberg E., Ugander M. et al. The quantitative relationship between longitudinal and radial function in left,

right, and total heart pumping in humans // *Am. J. Physiol. Heart Circ Physiol.* 2007. Vol. 293. pp. 636–644.

8. Dirk L., Henning S., Stephanie L. et al. MAPSE and TAPSE measured by MRI correlate with left and right ventricular ejection fraction and NTproBNP in patients with in dilated cardiomyopathy // *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance.* 2008. № 10. pp. 238.

9. Edelman K., Rajagopalan N., Saxena N. et al. Tricuspid annular systolic velocity: a useful measurement in determining right ventricular systolic function regardless of pulmonary artery pressures // *Echocardiography.* 2006. № 23. pp. 750–755.

10. Everett A.D., Koestenberger M., Ravekes W. et al. Right ventricular function in infants, children and adolescents: reference values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 640 healthy patients and calculation of z score values // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. Vol. 22. pp. 715–719.

11. Gay J.A., Gottdiener J.S., Maron B.J. et al. Increased right ventricular wall thickness in left ventricular pressure overload: echocardiographic determination of hypertrophic response of the “nonstressed” ventricle // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1985. № 6. pp. 550–555.

12. Kursat T., Hicaz Z., Emre G. et al. Usefulness of Isovolumic Acceleration and Tissue Doppler Echocardiographic Parameters for Predicting Postoperative Functional Recovery After Heart Valve Surgery // *Rev. Esp. Cardiol.* 2010. Vol. 63. pp. 430.

13. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. et al. 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. Echocardiogr.* 2005. № 18. pp. 1440–1463.

Рецензенты:

Матюшин Г.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой кардиологии и функциональной диагностики ИПО, ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Красноярск;

Жестовская С.И., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики ИПО, ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 19.02.2015.