

ПРИ КАКИХ ЗНАЧЕНИЯХ КДО У БОЛЬНЫХ С СИСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО ВЫПОЛНЕНИЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ?

В.В. Базылев – д. м. н., главный врач
***Т.И. Парамонова** – к.м.н., зав.отделением
А. В. Вдовкин – врач-рентгенолог
В.А. Палькова – врач-рентгенолог

ФГБУ «Федеральный центр сердечно - сосудистой хирургии»
 Министерства здравоохранения Российской Федерации
 440071 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- ишемическая кардиомиопатия
- аневризма левого желудочка
- постинфарктная аневризма
- ремоделирование левого желудочка

РЕЗЮМЕ:

Цель исследования: определить при каких значениях КДО у больных с систолической дисфункцией левого желудочка выше шансы измерить его величину с точностью до 50 мл при ЭхоКГ по сравнению с МРТ.

Материалы и методы: выборка составила 134 пациента с ишемической кардиомиопатией и фракцией выброса (ФВ) меньше 35%. Построена математическая модель, вычисляющая, при каких размерах КДО выше шансы определить его размер с точностью до 50 мл при ЭхоКГ по сравнению с МРТ. Произведен логистический регрессионный анализ с вычислением отношения шансов.

Результаты: по данным ЭхоКГ КДО был $250,5 \pm 67,6$ мл, ФВ составила $29,4 \pm 5,0\%$. По данным МРТ КДО был $249,3 \pm 77,2$ мл, ФВ составил $29,9 \pm 6,4\%$. Результаты логистического регрессионного анализа показали, что при КДО до 150 мл имеются высокие шансы на согласованное измерение КДО при ЭхоКГ и МРТ (OR 2,5). В группах с КДО больше 150 мл, но ниже 300 мл имелись низкие шансы на точное измерение КДО при ЭхоКГ (OR от 0,62 до 0,95). Начиная с КДО больше 300 мл, отмечено нарастание шансов ЭхоКГ, определить КДО с точностью до 50 мл по сравнению с МРТ (OR от 2,3 до 4,2).

Выводы: при КДО до 150 мл и при дилатации левого желудочка больше 300 мл МРТ не имеет преимуществ по сравнению с ЭхоКГ. При таких показателях нет необходимости дублировать эхокардиографические исследования. При КДО от 150 до 300 мл для определения объемных показателей предпочтительно использовать МРТ, так как вычисления не зависят от геометрической формы левого желудочка.

Для цитирования: В.В. Базылев, Т.И. Парамонова, А. В. Вдовкин, В.А. Палькова «При каких размерах КДО у больных с систолической дисфункцией левого желудочка предпочтительно выполнение магнитно-резонансной томографии?» Журнал Диагностическая и интервенционная радиология. 2017; 11(2): 30-37

WHAT DIMENSIONS OF EDV IN PATIENTS WITH SYSTOLIC DYSFUNCTION OF THE LEFT VENTRICLE IS PREFERABLE TO PERFORM MRI?

Bazylev V.V. – MD, PhD, professor
***Paramonova T.I.** – MD, PhD
Vdovkin A.V. – MD
Palkova V.A. – MD

Federation National Center of Cardiovascular Surgery
 6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071

ABSTRACT:

Aim: was to determine what dimensions of an end-diastolic volume (EDV) in patients with reduced left ventricular function (LV) higher chances to measure its value up to 50 ml with Echocardiography compared to MRI.

Materials and methods: the sample consisted of 134 patients with ischemic cardiomyopathy and ejection fraction (EF) less than 35%. A mathematical model that calculates what dimensions of the MLC are more likely to determine its size with an accuracy of up to 50 ml with Echocardiography compared to MRI. Produced logistic regression analysis and calculated odds ratios.

Results: according to Echocardiography, the EDV was 250.5 ± 67.6 ml, EF was 29.4 ± 5.0 percent. According to MRI, the EDV was 249.3 ± 77.2 ml, EF was 29.9 ± 6.4 percent. Results of the logistic

KEY-WORDS:

- Ischemic cardiomyopathy
- left ventricular aneurysm
- postinfarction aneurysm
- left ventricular remodeling

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Парамонова Татьяна Иннокентьевна (Paramonova T.I.), e-mail: paramonti@yandex.ru

regression analysis showed that EDV to 150 ml have high chances of a consistent measure of EDV with Echocardiography and MRI (OR a 2,5). In groups with EDV more than 150 ml but less than 300 ml had low chances of an accurate measurement of the EDV at the Echocardiography (OR from 0,62 to 0,95). Since EDV is greater than 300 ml, a marked increase chances Echocardiography, to determine EDV up to 50 ml compared to MRI (OR from 2,3 to 4,2).

Conclusions: when EDV to 150 ml, and in dilatation of the left ventricle more than 300 ml MRI has no advantages compared to Echocardiography. In these figures there is no need to duplicate echocardiographic study. When the EDV of 150 to 300 ml, for determination of volumetric indices it is better to use MRI, because the computations do not depend on the geometric shape of the left ventricle.

Введение

Адекватная оценка волюметрических и функциональных показателей сердца является одной из важных задач кардиологии, без решения которых не обходится ни одна современная клиника. Точное определение размеров левого желудочка (ЛЖ) и параметров сердечного выброса является приоритетной диагностической задачей, поскольку величина конечного диастолического объема (КДО) является независимым предиктором смертности у кардиохирургических больных, а фракция выброса (ФВ) является одним из важнейших показателей, характеризующим прогноз у этих пациентов [1-3].

Среди методов оценки параметров ЛЖ двухмерная эхокардиография (ЭхоКГ) является самым распространенным, доступным и характеризуется высокой информативностью [4]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) считается «золотым стандартом» исследования функции сердца, обеспечивающим детальную визуализацию анатомии и точное измерение объемных и функциональных параметров [5,6]. Литературные данные показывают, что результаты двухмерной ЭхоКГ и МРТ отличаются значительной изменчивостью и неоднозначно согласуются в оценке КДО и ФВ [7-10]. Некоторые исследователи отметили переоценку объема ЛЖ при ЭхоКГ по сравнению с МРТ [11,12]. Другие авторы, напротив, сообщают о недооценке КДО и ФВ при ЭхоКГ, либо недооценке КДО и переоценке ФВ [4,9,13]. Учитывая, что точное определение объема и фракции выброса ЛЖ определяют прогноз и тактику лечения, становится понятна актуальность оценки волюметрических и функциональных показателей сердца [1, 14]. Недооценка этих показателей может привести к неадекватной интерпретации тяжести состояния кардиохирургических больных.

В доступной литературе мы не нашли работ оценивающих согласованность ЭхоКГ и МРТ при измерении различных степеней дилатации при разных видах ремоделирования ЛЖ. В своем исследовании мы хотели определить согласованность и точность МРТ и двухмерной ЭхоКГ в измерении разных величин КДО. Что, на наш взгляд, необходимо для установления целесообразности дублирования данных исследований у

больных с систолической дисфункцией ЛЖ, когда назначают МРТ исключительно для уточнения волюметрических и функциональных показателей сердца измеренных при ЭхоКГ.

Цель исследования

Определить при каких размерах КДО у больных с систолической дисфункцией левого желудочка выше шансы измерить его величину с точностью до 50 мл при ЭхоКГ и МРТ.

Материалы и методы

В исследование были включены 134 пациента кардиохирургического профиля с ишемической кардиомиопатией. Критерием отбора была фракция выброса ЛЖ меньше 35% по результатам ЭхоКГ. Из исследования исключались пациенты с аритмией.

ЭхоКГ выполнялась на аппаратах Vivid 7pro и Vivid 9 фирмы GE мультисекторными датчиками в В-режиме. Расчет КДО и ФВ ЛЖ осуществляли по методу дисков в двух плоскостях (модифицированный метод Симпсона). Для этого получали изображения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: в апикальной позиции четырехкамерного сердца и апикальной позиции двухкамерного сердца. В обеих проекциях левый желудочек делили на 20 дисков одинаковой высоты, площади дисков суммировались, сумма затем умножалась на длину ЛЖ. Для измерения объемов использовали ручное обведение контуров эндокарда с исключением папиллярных мышц, согласно международным рекомендациям [15].

МРТ исследование сердца выполнялось на аппарате MAGNETOM Avanto фирмы SIEMENS напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла, с поверхностной радиочастотной катушкой для грудной клетки и синхронизацией с ЭКГ. Расчет КДО осуществлялся автоматически с помощью программы ARGUS, методом ручной обводки контуров эндокарда на последовательных изображениях сердца по короткой оси, согласно международным рекомендациям [15].

База данных составлялась в виде электронной таблицы в программе Microsoft Office Excel 2007. Для статисти-

ческой обработки результатов методом логистической регрессии использовался пакет программ SPSS.

С целью анализа была построена математическая модель, вычисляющая при каких размерах КДО ЛЖ выше шансы определить его размер с точностью до 50 мл при ЭхоКГ по сравнению с МРТ. Для построения таблиц сопряженности выборка была разбита на 8 парных групп по величине КДО, определенной при ЭхоКГ, с шагом 50 мл, начиная с КДО меньше 150 мл. Критерием ограничения количества групп было отсутствие измерений КДО более 500 мл при ЭхоКГ. После перевода количественных данных в категориальные созданы таблицы сопряженности, на основании которых методом логистической регрессии произведен многофакторный анализ с вычислением отношения шансов. При сравнении количественных показателей статистическую значимость различий между группами, при нормальном распределении данных, оценивали по парному критерию Стьюдента. При ненормальном распределении использовался критерий Манна-Уитни. Различия считали статистически значимыми при значениях $p < 0,05$. Для оценки взаимосвязи величин использовали коэффициент корреляции Пирсона. Для оценки согласованности измерений использовали метод Бленда-Альтмана, созданный для сравнения результатов измерений, выполненных двумя методами, ни один из которых не является абсолютно надежным. Оценки межгруппового согласия измерений производили по таблицам сопряженности 2×2 . Для определения достоверности совпадений применялся анализ таблиц сопряженности, где оценивались статистическая значимость критерия согласия Пирсона Хи-квадрат. Оценку общего отношения шансов проводили методом Мантеля-Хенцеля. Для удобства межгруппового сравнения использовали логарифмический показатель оценки отношения шансов.

Результаты

Выборка пациентов с ишемической кардиомиопатией с ФВ менее 35%, составила 134 человек (88,8% мужчины), средний возраст $57,1 \pm 7,3$ лет (диапазон 38-74 лет). По данным ЭхоКГ КДО был $250,5 \pm 67,6$ мл, ФВ составила $29,4 \pm 5,0\%$. По данным МРТ КДО был $249,3 \pm 77,2$ мл, ФВ составил $29,9 \pm 6,4\%$. При анализе средних значений КДО и ФВ выявлено, что достоверность различий двух выборок была статистически незначимой ($p > 0,05$). Таким образом, ни один из методов не имел достоверных преимуществ в оценке КДО и ФВ (табл. 1). К тому же, медианное значение КДО при ЭхоКГ практически совпало с его значением при МРТ, и равнялось 238 мл. Дисперсионный анализ показал, что между данными отмечается средняя корреляция для ФВ ($r = 0,62$, $p < 0,001$), и высокая для КДО ($r = 0,81$; $p < 0,001$) (табл. 1). Метод Бленда-Альтмана выявил высокую межисследовательскую согласован-

ность в измерении КДО и ФВ. Для показателей КДО средняя разность между ЭхоКГ и МРТ составила всего 1,2 мл, а отклонение разности 56,15 мл. Для показателей ФВ средняя разность составила 0,57%, а отклонение разности 5,7% (табл. 1).

Для построения таблиц сопряженности, создали 8 парных групп по величине КДО определенной при ЭхоКГ, с шагом 50 мл, начиная с показателей меньше 150 мл и до КДО больше 450 мл (табл. 2). При интерпретации результатов оценки согласия измерений между группами установили, что математическая модель достоверна в группе с КДО меньше 150 мл и в группах с КДО больше 300 мл. В этих группах отмечались высокие показатели процента и вероятности согласия (табл. 2). При КДО меньше 150 мл согласие результатов отмечено в 95% измерений, вероятность согласия составила 93% ($p = 0,015$). При КДО 301-350 мл согласие результатов в 88% измерений, вероятность согласия 84% ($p = 0,001$). При КДО 351-400 мл согласие результатов в 94% измерений, вероятность согласия 91% ($p < 0,001$). При КДО 401-450 мл согласие результатов в 96% измерений, вероятность согласия 95% ($p = 0,002$). При КДО больше 450 мл согласие результатов в 98% измерений, вероятность согласия 95% ($p < 0,001$). В группах с КДО от 151 до 300 мл выявлены низкие показатели процента и вероятности согласия и в группах с КДО от 201 до 300 мл недостоверный уровень статистической значимости ($p > 0,05$) (табл. 2). При КДО 151-200 мл согласие результатов отмечено в 72% измерений, вероятность согласия составила 66% ($p = 0,039$). При КДО 201-250 мл согласие результатов в 60% измерений, вероятность согласия 53% ($p = 0,101$). При КДО 251-300 мл согласие результатов в 72% измерений, вероятность согласия 66% ($p = 0,057$).

По результатам логистического регрессионного анализа в группах с КДО больше 150 мл, но ниже 300 мл оценка отношения шансов показывала низкие шансы на точное измерение КДО при ЭхоКГ, и статистически незначимые ($p < 0,05$) (табл. 3). Так при КДО до 150 мл оценка отношения шансов была статистически значимой ($p < 0,05$) и показывала достаточные возможности ЭхоКГ в измерении объемов ЛЖ, по сравнению с МРТ (OR 2,5; 95% CI 0,30-5,1; $p = 0,005$), а при КДО 151-200 мл OR 0,95 (95% CI -0,03 - 1,9; $p = 0,043$), при КДО 201-250 мл OR 0,62 (95% CI -0,13 - 1,4; $p = 0,103$) и при КДО 251-300 мл OR 0,87 (95% CI -0,04-1,8; $p = 0,062$). Начиная с КДО больше 300 мл, отмечено нарастание оценки отношения шансов указывая на возрастание способности ЭхоКГ статистически значимо ($p < 0,05$) выявлять увеличенные объемы ЛЖ с точностью до 50 мл, по сравнению с МРТ (табл. 3). Так при КДО 301 - 350 мл OR 2,3 (95% CI 0,74 - 3,6; $p = 0,003$). При КДО 351-400 мл OR 2,7 (95% CI 0,77 - 4,7; $p = 0,006$). При КДО 401-450 мл OR 3,1 (95% CI 0,70 - 5,7; $p = 0,004$) и при КДО более 450 мл OR 4,2 (95% CI 1,1 - 7,3; $p = 0,008$).

Таблица 1.

Описательная статистика результатов измерений параметров ЛЖ полученных методами МРТ и ЭхоКГ

	ФВ, %	КДО, мл
ЭхоКГ	29,4 ± 5,0	250,5 ± 67,6
МРТ	29,9 ± 6,4	249,3 ± 77,2
уровень значимости t-критерия, p	0,420	0,894
коэффициент корреляции, r	0,62	0,81
уровень значимости корреляции, p	<0,001	<0,001
средняя разность Бленда – Альтмана	-0,57	1,2
отклонение разности Бленда – Альтмана	5,7	56,15

Таблица 2.

Результаты оценки согласованности результатов измерений КДО ЛЖ методами МРТ и ЭхоКГ

КДО, мл	процент согласия, %	вероятность согласия, %	уровень значимости критерия согласия, p
< 150	95	93	0,015
151 - 200	72	66	0,039
201 - 250	60	53	0,101
251 - 300	72	66	0,057
301 - 350	88	84	0,001
351 - 400	94	91	<0,001
401 - 450	96	95	0,002
> 450	98	95	<0,001

Таблица 3.

Результаты многофакторного анализа с оценкой отношения шансов

КДО, мл	оценка отношения шансов, OR	95% доверительный интервал, 95% CI	величина p
< 150	2,5	0,30 - 5,1	0,043
151 - 200	0,95	-0,03 - 1,9	0,053
201 - 250	0,62	-0,13 - 1,4	0,103
251 - 300	0,87	-0,04 - 1,8	0,062
301 - 350	2,3	0,74 - 3,6	0,003
351 - 400	2,7	0,77 - 4,7	0,006
401 - 450	3,1	0,70 - 5,7	0,024
> 450	4,2	1,1 - 7,3	0,008

Обсуждение

Геометрическая форма и состояние сократительной функции ЛЖ являются предикторами ранних и отдаленных результатов кардиохирургических вмешательств [1, 14]. Разработаны разнообразные методики для вычислений волюметрических показателей ЛЖ, общий принцип которых состоит в описании ЛЖ как удлиненного эллипса. Методика, оказавшаяся наиболее привлекательной, основана на формуле Симпсона, заключающейся в разделении объекта на сегменты известной толщины [15]. При ЭхоКГ используют модифицированный метод Симпсона метод суммации дисков, позволяющий определить в двухкамерной и четырехкамерной проекции площадь ЛЖ и с учетом толщины дисков вычислить его объем [8,15]. Это самый точный метод расчета объемов ЛЖ, так как в отличие от других методов, например метода «площадь-длина», он меньше зависит от геометриче-

ских данных, лучше отражает анатомию желудочка и на его результаты в меньшей степени влияет деформация ЛЖ [7,8]. При МРТ для этого используют срезы по короткой оси по ходу длинника сердца. Для каждого среза в конце систолы и диастолы объемы определяются путем умножения площади на толщину среза, затем данные суммируются для всего желудочка [6,16].

В исследованиях по сравнительному анализу результатов МРТ и ЭхоКГ в оценке объемных и функциональных параметров ЛЖ данные представлены неоднозначно. Некоторые исследователи отмечали переоценку объема ЛЖ при ЭхоКГ по сравнению с МРТ [11,12]. Другие авторы, напротив, указывали на недооценку КДО и ФВ при ЭхоКГ [4,10,13]. Сообщалось и о недооценке КДО и переоценке ФВ при ЭхоКГ по сравнению с МРТ [17]. Таким образом, результаты двухмерной ЭхоКГ и МРТ отличаются значительной изменчивостью у разных исследователей [7,8]. Вплоть до мнения, что КДО и ФВ

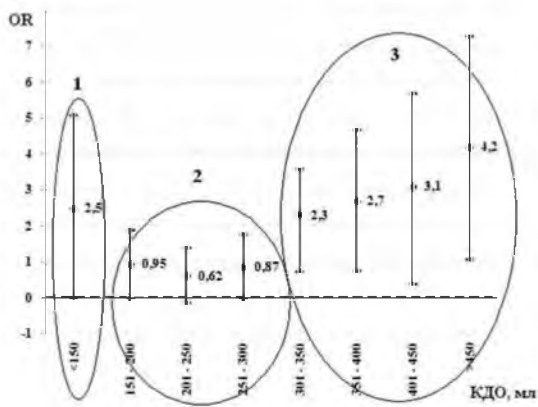


Рис. 1. График межгруппового распределения результатов логистического анализа. Значения отношения шансов (OR) указаны с 95% доверительным интервалом.

1. Сохраненная конусовидная форма ЛЖ.
2. Ремоделирование с неправильной геометрией ЛЖ.
3. Диффузная дилатация с прогрессированием сферической формы ЛЖ.

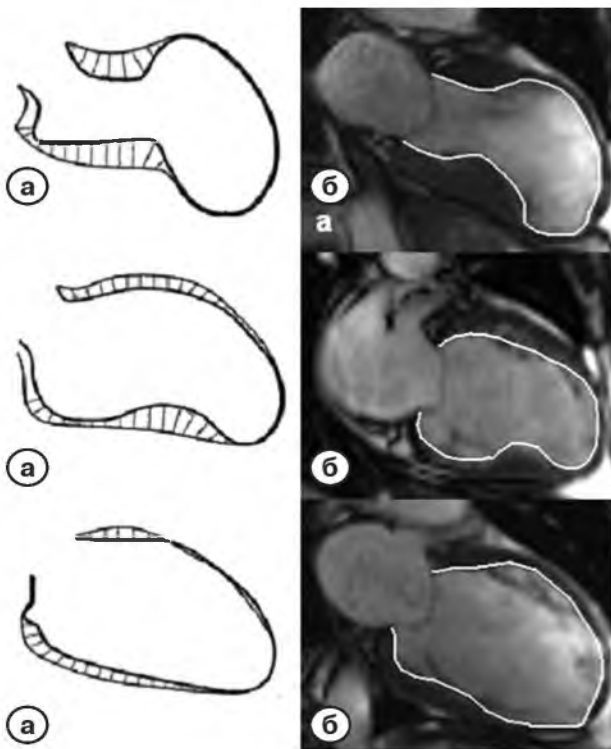


Рис. 2. Типы постинфарктных аневризм по Di Donato, 2009.

- а — Истинная аневризма — грушевидная форма ЛЖ;
- б — Промежуточная кардиомиопатия — бобовидная форма ЛЖ;
- в — Ишемическая дилатационная кардиомиопатия — овоидная форма ЛЖ.

измеренные при двухмерной ЭхоКГ и МРТ не являются взаимозаменяемыми и результаты исследований следует толковать в контексте конкретного метода [7, 13]. Хотя подобных утверждений не встречалось в статьях, сравнивающих результаты МРТ с данными контрастной ЭхоКГ или трехмерной ЭхоКГ. Авторы подобных исследований отмечают высокую согласованность этих методов в оценке волюметрических и функциональных показателей сердца [4, 18-21].

Данные нашего исследования сопоставимы с рядом зарубежных исследований. Особенностью нашей работы является сравнение этих методов в однородной группе пациентов с ишемической кардиомиопатией. В результате установлено, что величина ФВ и размер КДО статистически значимо не различались при измерениях, произведенных при ЭхоКГ и МРТ. Отмечена высокая межисследовательская согласованность при определении показателей как КДО, так и ФВ. Многомерный анализ с использованием поэтапного логистического регрессионного анализа показал, что у пациентов с низкой ФВ при КДО менее 150 мл и более 300 мл ЭхоКГ имело большие и статистически значимые шансы определить КДО с точностью до 50 мл по сравнению с МРТ (рис. 1). При КДО от 150 до 300 мл отмечались низкие шансы точно определить КДО при ЭхоКГ по сравнению с МРТ, что указывало на преобладание способности МРТ в оценке объемов ЛЖ (рис. 1). Мы обратили внимание, что низкая согласованность в оценке КДО при ЭхоКГ по сравнению с МРТ отмечалась у пациентов, чья полость ЛЖ имела неправильную геометрию с утратой эллипсоидности (рис. 1). Это наблюдалось при мешковидных вариантах постинфарктных аневризм, когда отмечалась потеря симметричности и полость ЛЖ приобретала грушевидную форму (аневризма 1 типа по Di Donato) или бобовидную (аневризма 2 типа по Di Donato) (рис. 2а, б). Хорошая согласованность ЭхоКГ и МРТ в оценке КДО отмечалась при КДО меньше 150 мл и больше 300 мл. В первом случае не наблюдалось полной утраты эллипсоидности и сохранялась конусовидность ЛЖ. Во втором случае нормальная эллиптификация ЛЖ по мере дилатации уменьшалась, и полость приобретала овоидную форму. Подобная трансформация отмечалась при диффузной аневризме ЛЖ (аневризма 3 типа по Di Donato) (рис. 2в).

Ремоделирование ЛЖ при постинфарктных аневризмах представляет собой динамический процесс, нарушающий правильную геометрию и являющийся важным аспектом снижения систолической функции [22]. Большинство авторов указывают на компенсаторный характер ремоделирования ЛЖ в начале повреждающего действия на миокард, и можно предположить, что существует некая переломная точка перехода из стадии компенсации в стадию декомпенсации, после которой уменьшается ударный объем [23]. Последующая дилатация ЛЖ сопровождается

постепенной утратой эллиптической формы с тенденцией к формированию сферической формы, что способствует прогрессирующему нарастанию систолической дисфункции ЛЖ [23]. Вследствие этого процесса развиваются постинфарктные аневризмы. Две основные формы постинфарктных аневризмы ЛЖ мешкообразные и диффузные, описали в 1997 г. Di Donato с соавт. [17]. Позже, в 2009 г., по форме сердца в двухкамерной проекции они уточнили типы постинфарктных аневризм [24]. Первый тип, истинная аневризма, когда визуализируются две систолические границы с резким изменением кривизны между истонченным рубцово-измененным и нормальным миокардом (**рис. 2а**). Второй тип, промежуточная кардиомиопатия, когда наблюдается только одна граница между истонченной и сохраненной стенками (**рис. 2б**). Третий тип, ишемическая дилатационная кардиомиопатия, когда искривление выравнивается по всему периметру желудочка и не наблюдается четкой границы между пораженным и сохранившимся миокардом (**рис. 2в**).

В нашем исследовании установлено, что тип аневризмы влияет на точность вычислений волюметрических и функциональных параметров пораженного ЛЖ при двухмерной ЭхоКГ. При КДО менее 150 мл, на стадии компенсированного ишемического ремоделирования, наблюдалась хорошая согласованность ЭхоКГ и МРТ в оценке КДО. Так как форма ЛЖ остается приближенной к эллипсу и ЭхоКГ имела возможность адекватно измерить и оценить его параметры. По мере нарастания дилатации, при развитии мешотчатых аневризм стала отмечаться низкая согласованность ЭхоКГ и МРТ в оценке КДО. Мы считаем, что это происходит, из-за того, что при расчетах объемных показателей ЛЖ на ЭхоКГ его полость условно принимается за эллипсоид. Но в процессе ремоделирования конфигурация сердца меняется не только на симметричную сферическую форму, но и приобретает неправильную несимметричную геометрию, которую не возможно адекватно оценить по методике Симпсона. К тому же, при нарушенной геометрии сердца его верхушка смещается и часто не удается получить адекватного изображения при ЭхоКГ в связи с непосредственной близостью датчика к исследуемой структуре [25]. Происходит недооценка КДО, вызванная техническими трудностями

визуализации верхушки сердца. А вот при МРТ расчет объемных показателей ЛЖ осуществляется путем поэтапного рассмотрения поперечных снимков сердца, что сводит погрешности в расчетах к минимальным. Кроме того, при выполнении МРТ имеется возможность оценки полости ЛЖ на всем протяжении, включая область верхушки [26].

Таким образом, при нарастании КДО более 150 мл, при неправильной геометрической форме ЛЖ, МРТ способно более достоверно измерить и оценить его показатели.

На основании вышеизложенного мы пришли к выводу, что измерения объема ЛЖ в зависимости от используемого метода не всегда являются взаимозаменяемыми. При КДО меньше 150 мл достаточно использования ЭхоКГ для оценки объемных и функциональных показателей ЛЖ. При дилатации ЛЖ больше 300 мл имеется достаточная способность ЭхоКГ измерять объемные параметры ЛЖ, и нет предпочтения от применения МРТ. Таким образом, нет необходимости дублировать эхокардиографические исследования при нормальном КДО и при дилатации ЛЖ больше 300 мл. Начиная с КДО 150 мл и до 300 мл для определения объемных показателей целесообразнее использовать МРТ, так как вычисления не зависят от геометрической формы ЛЖ, что особенно важно у больных с постинфарктными аневризмами.

Выводы

У пациентов с низкой ФВ при КДО менее 150 мл и более 300 мл имелись большие и статистически значимые шансы определить КДО с точностью до 50 мл при ЭхоКГ по сравнению с МРТ. Таким образом, при КДО до 150 мл и при дилатации левого желудочка больше 300 мл МРТ не имеет преимуществ по сравнению с ЭхоКГ. При таких показателях нет необходимости дублировать эхокардиографические исследования.

При КДО от 150 до 300 мл отмечались низкие шансы определить его с точностью до 50 мл при ЭхоКГ по сравнению с МРТ.

Таким образом, при КДО от 150 до 300 мл для определения объемных показателей предпочтительно использовать МРТ, так как вычисления не зависят от геометрической формы ЛЖ. ■

Список литературы/References

1. Brown M., Schaff N., Suri R. et al. Indexed Left Ventricular Dimensions Best Predict Survival After Aortic Valve Replacement in Patients With Aortic Valve Regurgitation. *Ann Thorac Surg.* 2009; 87: 1170-1176.
2. Grayburn P., Appleton C., DeMaria A. et al. Echocardiographic Predictors of Morbidity and Mortality in Patients With Advanced Heart Failure. The Beta-blocker Evaluation of Survival Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45: 1064-1071.
3. Klem I., Shah D., White R. et al. Prognostic Value of Routine Cardiac Magnetic Resonance Assessment of Left Ventricular Ejection Fraction and Myocardial Damage. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2011; 4: 610-619.
4. Malm S., Frigstad S., Sagberg E.; et al. Accurate and reproducible measurement of left ventricular volume and ejection fraction by contrast echocardiography a comparison with magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 44 (5): 1030-1035.
5. Bogaert J., Dymarkowski S., Taylor A. M. et al. Clinical Cardiac MRI. *Springer.* 2012; 721.
6. Kreitner, K-F, Sandstede J. Leitlinien für den Einsatz der MR-Tomographie in der Herzdiagnostik. *Fortschr Roentgenstr.* 2004; 176: 1185-1193.
7. Bellenger N.G., Burgess M.I., Ray S.G. Comparison of left ventricular ejection fraction and volumes in heart failure by echocardiography, radionuclide ventriculography and cardiovascular magnetic resonance. Are they interchangeable? *Eur Heart J.* 2000; 21: 1387-1396.
8. Bernard Y., Meneveau N., Boucher S. et al. Lack of agreement between left ventricular volumes and ejection fraction determined by two-dimensional echocardiography and contrast cineangiography in postinfarction patients. *Echocardiography.* 2001; 18: 113-122.
9. De Haan S., de Boer K., Commandeur J. et al. Assessment of left ventricular ejection fraction in patients eligible for ICD therapy: Discrepancy between cardiac magnetic resonance imaging and 2D echocardiography. *Neth Heart J.* 2014; 22 (10): 449-455.
10. Gardner B., Bingham S., Allen M. et al. Cardiac magnetic resonance versus transthoracic echocardiography for the assessment of cardiac volumes and regional function after myocardial infarction: an intrasubject comparison using simultaneous intrasubject recordings. *The J of Cardiovasc ultrasound.* 2009; 7: 38.
11. Bellenger N.G., Francis J.M., Davies L.C. et al. Establishment and performance of a magnetic resonance cardiac function clinic. *J Cardiovasc Magn Reson.* 1999; 1 (4): 323-330.
12. Darasz K.H., Underwood S.R., Bayliss J. et al. Measurement of left ventricular volume after anterior myocardial infarction: comparison of magnetic resonance imaging, echocardiography, and radionuclide ventriculography. *The Int J of Cardiovasc Imaging.* 2002; 18(2): 135-142.
13. Li C., Lossnitzer D., Katus H.A. et al. Comparison of left ventricular volumes and ejection fraction by monoplane cineventriculography, unenhanced echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2012; 28 (5): 1003-1010.
14. Duncan A.I., Lowe B.S., Garcia M.J. et al. Influence of concentric left ventricular remodeling on early mortality after aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 2008; 85 (6): 2030-2039.
15. Lang R., Bierig M., Devereux R. 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. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005; 18: 1440-1463.
16. Беленков Ю.Н., Терновой С.К., Синицын В.Е. Магнитно-резонансная томография сердца и сосудов. М.: Видар. 1997; 144.
Belenkov Ju.N., Ternovoj S.K., Sinicyu V.E. Magnitno-rezonsnaja tomografija serdca i sosudov [Cardiac and vessels MRI]. М.: Vidar. 1997; 144 [In Russ].
17. Di Donato M., Sabatier M., Dor V. Akinetic versus dyskinetic postinfarction scar: relation to surgical outcome in patients undergoing endoventricular circular patch plasty repair. *JACC.* 1997; 29: 1569-1575.
18. Hoffmann R., von Bardeleben S., ten Cate F., et al. Assessment of systolic left ventricular function: a multi-centre comparison of cineventriculography, cardiac magnetic resonance imaging, unenhanced and contrast-enhanced echocardiography. *Eur Heart J.* 2005; 26: 607-16.
19. Jenkins C., Moir S., Chan J. et al. Left ventricular volume measurement with echocardiography: a comparison of left ventricular opacification, three-dimensional echocardiography, or both with magnetic resonance imaging. *Eur Heart J.* 2009; 30: 98-106.
20. Lim T.K., Burden L., Janardhanan R., et al. Improved accuracy of low-power contrast echocardiography for the assessment of left ventricular remodeling compared with unenhanced harmonic echocardiography after acute myocardial infarction: comparison with cardiovascular magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005; 18: 1203-1207.
21. Thomson H.L., Basmdjian A., Rainbird A. et al. Contrast echocardiography improves the accuracy and reproducibility of left ventricular remodeling measurements: A prospective, randomly assigned, blinded study. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 38: 867-875.
22. Бузиашвили Ю.И., Ключников И.В., Мелконян А.М. и соавт. Ишемическое ремоделирование левого желудочка (определение, патогенез, диагностика, медикаментозная и хирургическая коррекция). *Кардиология.* 2002; 42 (10): 88-94.
Buziashvili Ju.I., Kljuchnikov I.V., Melkonjan A.M. i soavt. Ishemicheskoe remodelirovanie levogo zheludochka (opredelenie, patogenez, diagnostika, medikamentoznaja i hirur-

gicheskaja korrekcija) [Ischemic remodeling of left ventricle (determination, pathogenesis, diagnostics, drug and surgical correction)]. *Kardiologija*. 2002; 42 (10): 88-94 [In Russ].

23. Чернявский А.М., Карева Ю.Е., Денисова М.А. и соавт. Проблема предоперационного моделирования левого желудочка. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2015; 2: 4-7.

Chernjavskij A.M., Kareva Ju.E., Denisova M.A. i soavt. Problema predoperacionnogo modelirovanija levogo zheludochka [Problem of post-operative remodeling of left ventricle]. *Kardiologija i serdechno-sosudistaja hirurgija*. 2015; 2: 4-7 [In Russ].

24. Di Donato M., Castelvechio S., Kukulski T. et al. Surgical Ventricular Restoration: Left Ventricular Shape Influence on Cardiac Function, Clinical Status, and Survival. *Ann Thorac Surg*. 2009; 87 (2): 455-461.

25. Ahn H.S., Kim H.K., Park E.A. et al. Isolated, broad-based apical diverticulum: cardiac magnetic resonance is a «terminator» of cardiac imaging modality for the evaluation of cardiac apex. *Korean Circ J*. 2013; 43 (10): 702-704.

26. Lloyd S.G., Buckberg G.D. Use of cardiac magnetic resonance imaging in surgical ventricular restoration. *Eur J of Cardiothoracic Surg*. 2006; 216-222.