

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗНАЧЕНИЙ ОБЪЕМОВ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДА ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Ярошук Н. А.<sup>1</sup>, Кочмашева В. В.<sup>2</sup>, Дитятев В. П.<sup>3</sup>

**Цель.** Изучить показатели систолической функции у больных острым инфарктом миокарда с зубцом Q, полученных в двухмерном режиме (2D ЭхоКГ), в сравнении с результатами, полученными при трехмерной визуализации в режиме реального времени (3D ЭхоКГ) и с помощью верифицирующих методик (компьютерной томографии). Исследовать показатели диссинхронии, возникающей при остром инфаркте из-за механической неоднородности миокарда.

**Материал и методы.** Обследовано 82 больных (61 мужчина и 21 женщина) в первые 6 дней ОИМ. Возраст пациентов составил 52±21 лет. Группа сравнения состояла из 65 человек, сопоставимых по возрасту и полу, без клинических проявлений сердечно-сосудистой патологии. Всем пациентам проводились стандартные исследования, электрокардиография, суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиография, ангиография, компьютерная томография (КТ). Механическая диссинхрония оценивалась по степени дисперсии во времени достижения минимального объема 16 сегментов, данный показатель определяли как индекс диссинхронии (SDI).

**Результаты.** Различия данных конечно-диастолического объема (КДО) в режиме 2D в сравнении с 3D), КДО в режиме 2D с КДО КТ было достоверным ( $p=0,014$ ,  $p<0,005$ ). Показатели ФВ и ИЛС были достоверно различны для режимов 2D и 3D ( $p=0,0002$  и  $p<0,005$ ). Значения ФВ при 3D и КТ достоверно не различались ( $p=0,3$ ). SDI в группе больных ОИМ составил 6,8±2,7%, в группе сравнения – 2,9±1,6%. Различия показателей достоверно ( $p<0,001$ ).

При переднем ИМ различия были определены между 1-сосудистым и 2-сосудистым, между 1-сосудистым и 3-сосудистым поражениями ( $p<0,05$  и  $p<0,005$ ). Различий SDI при 2-сосудистом и 3-сосудистом поражениях не получено. Для больных с нижним инфарктом различия в значениях SDI были незначимы. У больных со значением SDI свыше 5,1 клинические осложнения (отек легких, ФЖ, атриовентрикулярная блокада высокой степени) наблюдались на 55% чаще ( $p<0,05$   $r=0,35$ ). Отмечена связь между SDI и желудочковыми аритмиями высоких градаций ( $p<0,005$ ,  $r=0,48$ ).

Нарушение систолической функции признано сегодня одним из важных факторов, влияющих на прогноз и смертность больных инфарктом миокарда (ИМ). Наиболее известные и широко применяемые параметры систолической функции – такие, как ударный объем (УО), фракция выброса (ФВ) рассчитываются на основании значений объемов левого желудочка (ЛЖ) в систолу и диастолу. Поэтому корректное определение объемов ЛЖ в различные фазы сердечного цикла является важным этапом в обследовании больного ИМ [1, 2].

Для измерения объемов ЛЖ сегодня можно использовать целый ряд технологий. Это методики, использующие ионизирующее излучение: вентрикулография (ВГ), компьютерная томография (КТ), накопление радионуклеидных веществ (позитронно-эмиссионная томография, сцинтиграфия), магниторезонансная томография (МРТ) и традиционная методика с использованием ультразвука – эхокардиография (ЭхоКГ) [3].

Каждая из технологий обладает не только определенными преимуществами, но и имеет ряд ограничен-

**Заключение.** Трехмерная визуализация обеспечивает более точную оценку показателей систолической функции. Выявлена зависимость SDI от количества пораженных сосудов. Достоверность различий зависела от локализации инфаркта. SDI может характеризовать степень механической неоднородности при ОИМ, возможные клинические и аритмические осложнения.

Российский кардиологический журнал 2012, 5 (97): 30-33.

**Ключевые слова:** инфаркт миокарда, систолическая функция, эхокардиография, индекс систолической диссинхронии.

<sup>1</sup> ГБУЗ СО Городская больница № 3, Каменск-Уральский; <sup>2</sup> ГБУЗ СО Свердловская областная клиническая больница № 1, Екатеринбург; <sup>3</sup> ФПК и ПП ГОУ ВПО Уральская государственная медицинская академия, Екатеринбург, Россия.

Ярошук Н. А.\* – заведующая отделением функциональной диагностики, Кочмашева В. В. – д. м. н. заведующая отделением ультразвуковой диагностики, Дитятев В. П. – д. м. н., профессор кафедры терапии с курсом кардиологии.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): natalijayaroshchuk@mail.ru

ИМ – инфаркт миокарда, ЛЖ – левый желудочек, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, УО – ударный объем, ФВ – фракция выброса, КТ – компьютерная томография, ВГ – вентрикулография, МРТ – магниторезонансная томография, ЭхоКГ – эхокардиография, 2D ЭхоКГ – эхокардиография в двухмерном режиме, 3D ЭхоКГ – эхокардиография в трехмерном режиме в реальном времени, Me – медиана, me – стандартное отклонение.

Рукопись получена 14.06.2012

Принята к публикации 10.09.2012

ний. Как результаты данных методик коррелируют между собой и с данными рутинной ЭхоКГ, широко используемой в клинической практике? Какие возможности появляются при использовании новых ультразвуковых технологий – таких, как трехмерная эхокардиография в реальном времени? Это является сегодня актуальной проблемой и широко обсуждается в печати [4–6].

Представлен целый ряд работ, посвященных сопоставлению результатов 2D ЭхоКГ и 3D ЭхоКГ с результатами магниторезонансной томографии (МРТ), являющейся «золотым стандартом» в определении объемов левого желудочка [7–9]. Но число работ, посвященных сравнению данных новых методов ультразвукового исследования с результатами КТ и ВГ невелико. Малоизученными остаются характер изменения объемов и точность их измерений в группе больных, где эти результаты особенно важны – у пациентов с ИМ.

Целью настоящего исследования было сопоставление значений конечно-систолического (КСО) и конечно-диастолического (КДО) объемов ЛЖ, рас-

считанных с применением различных технологий: КТ, ВГ и различных режимов ЭхоКГ (трехмерной и двумерной визуализации).

### Материалы и методы

Обследовано 65 пациентов (41 мужчина и 24 женщины) с диагнозом ОИМ. Возраст пациентов составил  $52 \pm 21$  лет.

Всем пациентам были проведены стандартные исследования: общеклинические лабораторные исследования, включающие определение ферментов (КФК МВ, ЛДГ, АСТ, АСТ), количественный и качественный анализ тропонина, липидограмму; электрокардиография в 12 стандартных отведениях.

ЭхоКГ выполнялась на аппарате IE 33 (Philips) с использованием матричного датчика X-3.1 по стандартной методике, рекомендованной Американской Ассоциацией Эхокардиографии (ASE). Использовались следующие проекции: по длинной и короткой осям на различных уровнях: митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки; в апикальной – в позиции двух и четырехкамерных изображений с определением линейных размеров, объемов полостей сердца в систолу и диастолу. Фракцию выброса определяли по методу Simpson. Допплерография осуществлялась в импульсном и постоянно-волновом режимах с оценкой клапанной регургитации. Оценка объемов при трехмерной визуализации проводилась в режиме «Full Volume» с последующей обработкой данных при помощи программного обеспечения Qlab 3DQ Advanced (Philips).

Многопроекционная селективная коронарография выполнялась на ангиографическом комплексе (Siemens), с использованием программного обеспечения ACOM.PC Lite 2.0. Оценивали локализацию, протяженность и степень стеноза венечных артерий. На ВГ анализировали регионарную сократительную функцию, линейные и объемные размеры полостей ЛЖ, рассчитывался УО и ВФ.

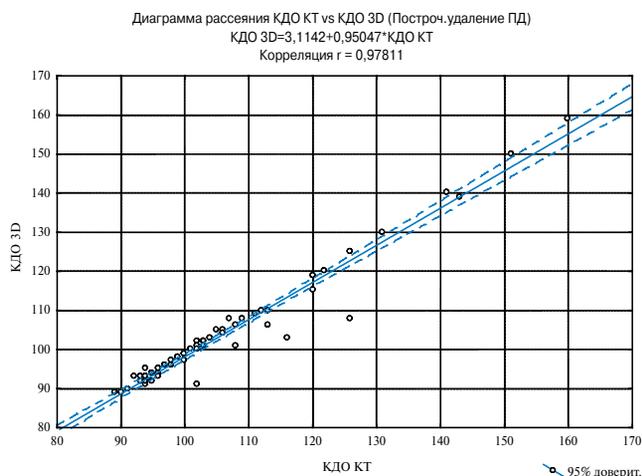


Рис. 1. Диаграмма рассеяния значений КДО ЭхоКГ и КТ.

Таблица 1  
Значение показателей КДО и КСО

	Me±m	Me±m
2D ЭхоКГ	92,±14,7* (87–99)	46,1±12,8** (38–49)
3D ЭхоКГ	99,0±14,3*** (94–106)	49,6±13,6 (40–55)
Компьютерная томография	101,0±14,7 (95–108)	49,0±13,7 (40–50)
Вентрикулография	103,5±15,1 (98–110)	55,0±13,7 (48–56)

Примечание: \*достоверное различие между 2D и КТ ( $p=0,0003$ ), \*\* достоверное различие между 2D и ВГ ( $p<0,0005$ ), \*\*\* достоверное различие между 3D и ВГ ( $p<0,05$ ).

КТ была проведена на мультиспиральном 16-срезовом компьютерном томографе Brilliance CT (Philips), с использованием рентгенконтрастного вещества (Omniraque). Полученное изображение обрабатывалось с использованием пакета просмотра кардиологических исследований. Анализировали общую и региональную функции ЛЖ, определяли объемы ЛЖ в систолу и диастолу, ФВ, сокращение различных сегментов миокарда.

В исследование не включены больные с неудовлетворительной визуализацией сердца, с ХСН II и выше по классификации NYHA, с клапанными пороками сердца, нарушением проводимости, фибрилляцией предсердий и имплантированными ЭКС.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы «Statistica 6.1» (StatSoft, USA). Для нормально распределенных показателей данные представлены в виде  $Me \pm me$ , где Me – медиана, me – стандартное отклонение. Количественные показатели с негауссовским распределением представлены в виде медианы (Me) и перцентилей (25-й и 75-й

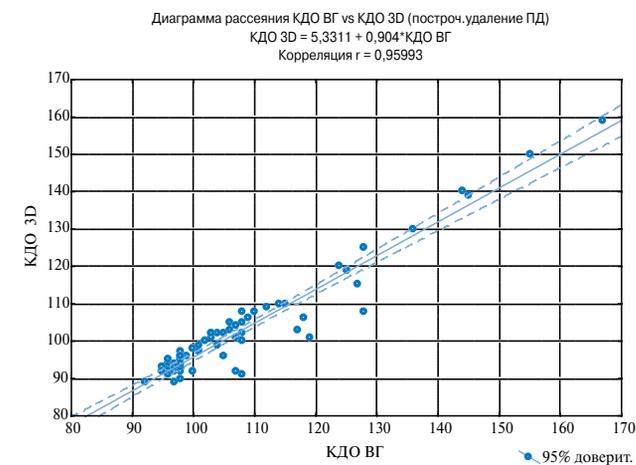


Рис. 2. Диаграмма рассеяния значений КДО ЭхоКГ и ВГ.

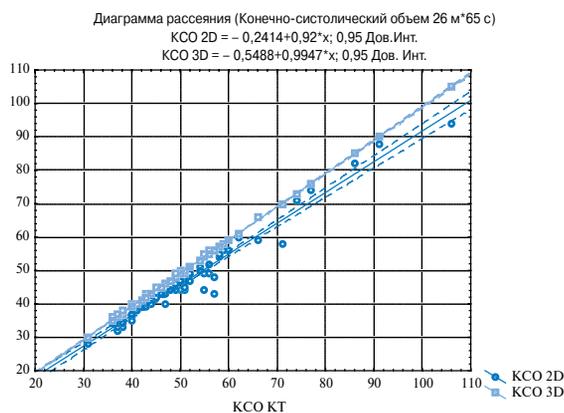


Рис. 3. Диаграмма рассеяния значений КСО ЭхоКГ и КТ.

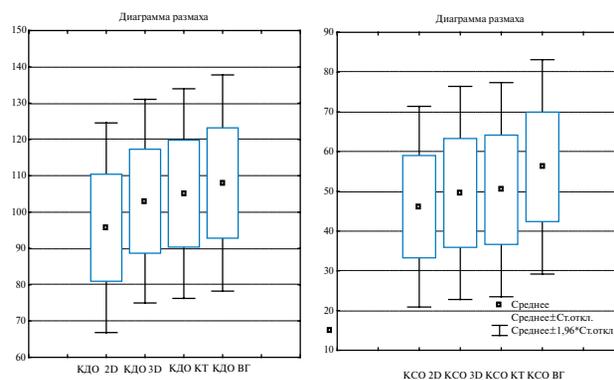


Рис. 4. Диаграмма размаха значений КДО и КСО.

процентиль). Для оценки различий между двумя выборками по уровню количественного признака использован U-критерий Манна-Уитни. Для выявления связей между сопоставляемыми показателями применялся метод рангового корреляционного анализа Спирмена. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Во время исследования были установлены следующие значения объемов ЛЖ (мл) (табл. 1).

Получена достоверная разница между значениями КДО в 2D ЭхоКГ и КТ ( $p = 0,0003$ ). Значения КДО 3D ЭхоКГ и КТ достоверно не различались ( $p = 0,4$ ) (рис. 1).

Получена достоверная разница значений КДО 2D ЭхоКГ, 3D ЭхоКГ и ВГ ( $p = 0,000007$  и  $p < 0,05$ ). Между значениями КТ и ВГ достоверного различия не получено ( $p = 0,26$ ) (рис. 2).

Отмечена высокая корреляция между значениями 3D ЭхоКГ и ВГ и 3D ЭхоКГ и КТ.

Результаты КСО для КТ и 2D достоверно различны ( $p < 0,05$ ). Для 3D ЭхоКГ и КТ показатели КСО достоверно не различались ( $p = 0,7$ ) (рис. 3).

В сравнении с ВГ достоверное различие КСО получено для 2D ЭхоКГ и 3D ЭхоКГ ( $p = 0,00003$  и  $p = 0,007$ ). Также достоверными были различия в результатах КСО КТ и ВГ ( $p = 0,001$ ).

Представленные данные свидетельствуют о более высокой корреляции значений, полученных с применением трехмерной визуализации со значениями инвазивной методики и в большей степени — с результатами КТ. В отличие от результатов трехмерной эхокардиографии, данные стандартного двухмерного исследования имели достоверное различие с результатами КТ, что объясняется целым рядом допущений при расчетах объемов в двухмерном режиме и увеличением погрешности в случае сложной геометрической формы ЛЖ, как это может быть при ИМ.

Высокая корреляция установлена между данными

КДО и КСО в режиме 3D ЭхоКГ и данными компьютерной томографии ( $r = 0,99$  и  $r = 0,98$ ). Данный факт можно объяснить отсутствием геометрических допущений при оценке объемов камер сердца в трехмерном режиме, улучшением визуализации верхушки благодаря возможности расширения угла сканирования. Важным представляется тот факт, что для измерения объемов при КТ используются те же позиции, что и в эхокардиографическом исследовании (так называемый режим «Echo View»).

При проведении КТ применяют контрастное вещество, которое позволяет наиболее точно определить границу эндокарда и получить наиболее приближенное к реальности значение объемов ЛЖ и в дальнейшем рассчитать ФВ [9]. Но преимущественно использования контрастного вещества одновременно являются и препятствием к его широкому использованию, учитывая его высокую стоимость, и делают невозможным его использование у пациентов с аллергической реакцией на йодсодержащие вещества, проявлениями почечной недостаточности.

Наиболее высокие значения объемов левого желудочка были получены при использовании ВГ (рис. 4).

### Заключение

Полученные значения объемов имели достоверное различие с результатами ультразвукового исследования и превышали значения объемов КТ. Возможно, данный факт обусловлен тем, что расчеты в представленных технологиях проводятся в различных плоскостях. При ВГ проводится двухпроекционная оценка: в правой передней косой проекции и левой косой проекции, тогда как проекции при КТ и ЭхоКГ совпадают. Необходимо учитывать тот факт, что электронно-оптический преобразователь, используемый при ВГ, увеличивает контуры левого желудочка.

Главной проблемой в корректном определении объема является точное определение границы «эндокард-кровь» [10–13]. Технологии, использующие

контрастное вещество, с одной стороны успешно справляются с данной проблемой, с другой стороны, из-за неправильной идентификации трабекул получаются завышенные значения. Остается проблемой правильное отображение сердца в четырехкамерной позиции при трансторакальном исследовании [14, 15]. Происходит искажение и укорочение изображения по длинной оси. Наиболее значимо данная проблема проявляется в двухмерном эхокардиографическом режиме.

### Литература

1. Camm J., Luscher T., Serruys P. The ESC Textbook of Cardiovascular Medicine second edition. M. of.: GEOTAR-Media, 2011; p. 82–93. Russian (Кэм Д., Люшер Т.Ф., Серруис П. Болезни сердца и сосудов. Руководство Европейского общества кардиологов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011; с 82–93).
2. Ciampi Q., Villari B. Role of echocardiography in diagnosis and risk stratification in heart failure with left ventricular systolic dysfunction Cardiovasc Ultrasound 2007; 5:34.
3. Belenkov Yu.N. Thernovoy S.K. The function diagnostics of cardiovascular diseases. M.: GEOTAR-media 2007; p. 355–412. Russian (Беленков Ю.Н. Терновой С.К. Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний. М.: ГЭОТАР-Медиа 2007; с. 355–412).
4. Lang R.M., Dent J.M. Three-Dimensional Echocardiography: Is it ready for Everyday Clinical Use? J Am Coll Cardiol Img 2009; 2:114–7.
5. Soliman O.I.I., Van Dalen B.M., Geleijnse M. Semi-automated left ventricular function assessment by real-time three-dimensional echocardiography is ready for prime time. European Heart Journal 2009; 30 (Abstract Supplement):342.
6. Alonso L. Hari P., Pidlaon P. Acute myocarditis: can novel echocardiographic techniques assist with diagnosis? European Journal of Echocardiography 2010; 11 (3):125–30.
7. Jenkins C. Bricknell K., Chan Comparison of two- and three-dimensional echocardiography with segmental magnetic resonance imaging for evaluating left ventricular volume and ejection fraction over time in patients with healed myocardial infarction J. Am J Cardiol 2007; Feb. 1: 99–101.
8. Nesser H.J. Sugeng L., Corsi C. et al. Volumetric analysis of regional left ventricular function with real-time three-dimensional echocardiography: validation by magnetic resonance and clinical utility testing. Heart 2007; 93: 572–78.
9. De Castro S., Faletra F., Di Angelantonio E. et al. Tomographic Left Ventricular Volumetric Emptying Analysis by Real-Time 3-Dimensional Echocardiography Influence of Left Ventricular dysfunction With and Without Electrical Dyssynchrony. Circulation: Cardiovascular Imaging 2008; 1:41–8.
10. Costa R., Reiber J. et al. Cardiovascular imaging 2010 in the International Journal of Cardiovascular Imaging J Cardiovasc Imaging 2011; March 27 (3): 309–19.
11. Jenkins C., Chan J., Hanekom L., Marwick T.H. Accuracy and feasibility of online 3-dimensional echocardiography for measurement of left ventricular parameters. J Am Soc Echocardiogr 2006; 19 (9):1119–28.
12. Corsi C., Lang R.M., Veronesi F. et al. Volumetric Quantification of Global and Regional Left Ventricular Function from Real-Time Three-Dimensional Echocardiographic Images, Circulation 2005; 112:1161–70.
13. Sugeng L., Mor-Avi V., Lang R.M. Three-dimensional echocardiography: coming of age. Heart 2008; 94:1123–5.
14. Leung K. Bosch J.G. Automated border detection in three-dimensional echocardiography: principles and promises. European Journal of Echocardiography 2010; 11 (2):97–1084.
15. Muraru D., Badano L.P., Piccoli G. Validation of a novel automated border-detection algorithm for rapid and accurate quantitation of left ventricular volumes based on three-dimensional echocardiography. European Journal of Echocardiography 2010; 11 (4):359–68.

## Comparative analysis of left ventricular volume parameters by visualisation method in patients with myocardial infarction

Yaroshchuk N.A.<sup>1</sup>, Kochmasheva V.V.<sup>2</sup>, Dityatev V.P.<sup>3</sup>

**Aim.** To investigate the parameters of systolic function in patients with acute Q-wave myocardial infarction (AMI), comparing the results of two-dimensional echocardiography (2D EchoCG), three-dimensional real-time EchoCG (3D EchoCG), and computed tomography (CT) as a verification method. To study the parameters of dyssynchrony, which develops due to mechanic myocardial heterogeneity in AMI patients.

**Material and methods.** In total, 82 patients (61 men and 21 women; mean age 52±21 years) were examined within the first 6 days of AMI. The comparison group, comparable by age and sex, included 65 individuals without clinically manifested cardiovascular pathology. All participants underwent standard examinations, electrocardiography (ECG), 24-hour ECG monitoring, EchoCG, angiography, and CT. Mechanic dyssynchrony was assessed by dispersion of the time to the minimal volume of 16 segments (strain dyssynchrony index, SDI).

**Results.** The difference for end-diastolic volume (EDV; 2D vs. 3D EchoCG and 2D EchoCG vs. CT) was statistically significant (respective p-values 0,014 and <0,005). Ejection fraction (EF) and local contractility index (LCI) were significantly different for 2D vs. 3D EchoCG (p=0,0002 and <0,005, respectively). EF values were similar for 3D EchoCG and CT (p=0,3). SDI values in AMI patients were significantly higher than in the comparison group participants (6,8±2,7% vs. 2,9±1,6%; p<0,001). In patients with anterior AMI, the SDI differences were observed for one vs. two-vessel (p<0,05)

Как показали приведенные данные, 3D ЭхоКГ позволяет получить объективное и точное представление об объемах левого желудочка в различные фазы сердечного цикла. Полученные показатели были сравнимы со значениями, определяемыми при использовании КТ, и превосходили по точности результаты традиционных методик. В то же время определение объемов ЛЖ в режиме 3D ЭхоКГ, в отличие от КТ, более доступно и приемлемо для многократного динамического наблюдения пациентов с ИМ.

and one vs. three-vessel pathology (p<0,005), but not for two vs. three-vessel pathology.

Patients with inferior AMI did not demonstrate any marked differences in SDI values. Among patients with SDI >5,1, the incidence of clinical complications (pulmonary oedema, ventricular fibrillation, high-grade atrioventricular block) was higher by 55% (p<0,05; r=0,35). SDI was also associated with high-grade ventricular arrhythmias (p<0,005; r=0,48).

**Conclusion.** Three-dimensional visualization provides an opportunity to assess systolic function parameters more accurately. SDI values were linked to the number of affected coronary vessels. The significance of the observed differences was related to AMI localization. SDI could be regarded as a determinant of both mechanical myocardial heterogeneity and the risk of clinical and arrhythmic complications in AMI.

Russ J Cardiol 2012, 5 (97): 30-33.

**Key words:** myocardial infarction, systolic function, echocardiography, index of systolic dyssynchrony.

<sup>1</sup>City Clinical Hospital No. 3, Kamensk-Uralsky; <sup>2</sup>Sverdlovsk Region Clinical Hospital № 1, Yekaterinburg; <sup>3</sup>Ural State Medical Academy, Yekaterinburg, Russia.