

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭХОКАРДИОГРАФИИ, МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И ПЕРФУЗИОННОЙ СЦИНТИГРАФИИ МИОКАРДА В ОЦЕНКЕ МАССЫ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Альберт Сарварович Галявич<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Рафиков<sup>2\*</sup>, Гузель Бариевна Сайфуллина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет,  
<sup>2</sup>Межрегиональный клинико-диагностический центр, г. Казань

### Реферат

**Цель.** Проведение сравнительного анализа данных мультиспиральной компьютерной томографии, эхокардиографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда в оценке массы миокарда левого желудочка.

**Методы.** Обследованы 44 человека в возрасте от 21 до 73 лет, средний возраст составил 55±11 лет (15 женщин и 29 мужчин). Томографический анализ массы миокарда левого желудочка проводили в ходе неинвазивной мультиспиральной компьютерной томографии-коронарографии. Исследование осуществляли на 64-спиральном компьютерном томографе «Aquillon 64» (Toshiba, Япония). Эхокардиографическое обследование пациентов проводили на аппарате «Vivid-7» (GE, США). Сцинтиграфические исследования были выполнены на односторонней гамма-камере «Millenium-MPR» (GE, США). Сцинтиграфический анализ массы левого желудочка проводили с помощью программы «4D MSPECT» (Университета мичиганского медицинского центра).

**Результаты.** При сравнительном анализе различия медиан значений массы миокарда левого желудочка были статистически значимы между всеми представленными методами. По методу Бленда-Альтмана различия методов в оценке массы миокарда левого желудочка составили: между данными мультиспиральной компьютерной томографии и эхокардиографии -32±41 г, между данными мультиспиральной компьютерной томографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда «4D MSPECT» 34±48 г.

**Вывод.** Мультиспиральная компьютерная томография, эхокардиография и перфузионная сцинтиграфия миокарда представляют разные данные о массе миокарда левого желудочка: минимальный показатель массы миокарда получен при перфузионной сцинтиграфии миокарда, максимальный — при эхокардиографии, промежуточные значения — при мультиспиральной компьютерной томографии.

**Ключевые слова:** мультиспиральная компьютерная томография, коронарография, эхокардиография, сцинтиграфия, масса миокарда левого желудочка, гипертрофия левого желудочка сердца, ишемическая болезнь сердца.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ECHOCARDIOGRAPHY, MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY, MYOCARDIAL PERFUSION SCINTIGRAPHY IN LEFT VENTRICULAR MASS EVALUATION** A.S. Galyavich<sup>1</sup>, A.Y. Rafikov<sup>2</sup>, G.B. Saifullina<sup>2</sup>. *Kazan State Medical University, Kazan, Russia, <sup>2</sup>Interregional Clinical and Diagnostic Center, Kazan, Russia.* **Aim.** To perform a comparative analysis of multispiral computed tomography, echocardiography and myocardial perfusion scintigraphy in the evaluation of left ventricular mass. **Methods.** The study included 44 patients (15 female, 29 male) aged of 21 to 73 years (mean age was 55±11 years). Left ventricular mass was assessed by noninvasive multispiral computed tomography coronary angiography using the 64slice «Aquillon 64» (Toshiba, Japan) scanner. Echocardiographic evaluation was performed on the «Vivid-7» (GE, USA) ultrasound system. Scintigraphic analysis of left ventricular mass was performed on the single-detector gamma camera «Millenium-MPR» (GE, USA) using the «4D MSPECT» (University of Michigan Medical Center) software. **Results.** A comparative analysis of left ventricular mass showed that the differences in median values were statistically significant between all the methods presented. The differences in left ventricular mass calculated using the Bland-Altman method were as follows: between multispiral computed tomography and echocardiography -32±41 gr, between multispiral computed tomography and myocardial perfusion scintigraphy «4D MSPECT» 34±48 gr. **Conclusion.** Multispiral computed tomography, echocardiography, myocardial perfusion scintigraphy assess left ventricular mass differently, with myocardial perfusion scintigraphy giving the lowest and echocardiography giving the highest mass. Results gained at multispiral computed tomography lies in between the myocardial perfusion scintigraphy and echocardiography. **Keywords:** 64slice multispiral computed tomography, coronary angiography, echocardiography, scintigraphy, left ventricular myocardial mass, left ventricular hypertrophy, coronary heart disease.

Гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) сердца — важный признак, указывающий на риск кардиоваскулярных осложнений (в том числе инфаркта миокарда), систолической дисфункции левого желудочка и сердечной недостаточности [4, 6, 7].

Существует несколько диагностических методов, позволяющих оценивать массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ). К таким методам относятся эхокардиография (ЭхоКГ), магнитно-резонансная томогра-

фия (МРТ), инвазивная вентрикулография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Мультиспиральная компьютерная томография-коронарография (МСКТ-коронарография) характеризуется высоким качеством изображения, сравнительной быстротой и лёгкостью получения данных, возможностью оценки функциональных параметров левого желудочка пациентов с кардиоваскулярной патологией.

Цель данного исследования — проведение сравнительного анализа данных МСКТ, ЭхоКГ и ОФЭКТ в оценке ММЛЖ.

Исследование проводили на 64-спиральном компьютерном томографе «Aquilion 64» (Toshiba, Япония). МСКТ-коронарографию проводили в два этапа: определение степени кальциноза венечных артерий сердца (кальциевого индекса) без контрастирования с использованием аксиальных срезов толщиной 3 мм и непосредственно неинвазивная коронарография. Последнюю проводили с использованием ретроспективного метода реконструкции при сканировании с толщиной среза 0,5 мм и шаге реконструкции 0,3 мм, с введением контрастного вещества [йогексол (омнипак 350) или йоверсол (оптирей 350)] в количестве 100 мл со скоростью 5,0–5,5 мл/с.

Томографический анализ ММЛЖ проводили в ходе неинвазивной коронарографии. Для расчёта ММЛЖ ретроспективно создавалась серия реконструкции сердечного цикла от 0 до 90% интервала R-R с шагом в 10%, с толщиной среза 2 мм и шагом реконструкции 1 мм. Из исследования исключали пациентов с нарушением сердечного ритма и аритмией интервала R-R более 10%. Расчёт ММЛЖ по данным МСКТ проводили на рабочей станции «Vitrea 4.0» при использовании программного обеспечения для автоматической трассировки эндокардиального и эпикардиального контуров левого желудочка с возможностью врачебной коррекции данных. ЭхоКГ проводили на аппарате «Vivid-7» (GE, США) с использованием секторного датчика с частотой 2–4 МГц. Согласно рекомендациям Американского общества ЭхоКГ, расчёт ММЛЖ осуществляли по формуле, учитывающей конечный диастолический размер левого желудочка (КДР), толщину межжелудочковой перегородки (ТМЖП), толщину задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ):

$$\text{ММЛЖ} = 0,8 \times [1,04 [(КДР + ТЗСЛЖ + ТМЖП)^3 - КДР^3]] + 0,6 [8].$$

Сцинтиграфические исследования были выполнены на однодетекторной гамма-камере «Millenium-MPR» (GE, США) с использованием высокоразрешающего параллельного коллиматора (LEHR — от англ. low energy high resolution) и настройкой гамма-камеры на энергетический фотопик 140 кэВ. Исследование осуществляли через 1 ч после внутривенного введения радиофармпрепарата из расчёта 7 МБк/кг массы тела пациента. Запись сцинтиграфического изображения проводили методом томографии с оборотом детектора на 180° в 64 проекциях. Время экспозиции на одну проекцию составляло 25 с.

Для последующей реконструкции последовательных стадий сердечного сокращения и оценки функций левого желудочка по усреднённому сердечному циклу проводили электрокардиографическую синхронизацию по зубцу R с дискриминацией по времени 20% средней длительности цикла и сегментацией интервала R-R на 8 кадров.

Анализ ММЛЖ проводили с помощью программы «4D MSPECT» (Университета мичиганского медицинского центра) с автоматическим контурированием стенки левого желудочка на последовательных изображениях сердечного цикла.

Реконструкция серий поперечных томографических срезов производилась методом обратной проекции с толщиной 1 пиксела 6,4 мм, для повышения коэффициента «сигнал/шум» был применён сглаживающий фильтр «Hamming» с частотой 0,7 цикла/см.

В исследование были включены 44 пациента с сочетанной сердечной патологией. У 29 (65,9%) человек была диагностирована ишемическая болезнь сердца, у 16 (36,4%) — постинфарктный кардиосклероз, у 1 (2,3%) — острый инфаркт миокарда. Гипертоническая болезнь I стадии была определена у 1 (2,3%) пациента, II стадии — у 10 (22,7%), III стадии — 25 (56,8%) пациентов.

По данным МСКТ-коронарографии признаки значимого (более 50%) стенозирования венечных артерий сердца отсутствовали у 19 (43,2%) пациентов, однососудистое стенозирование было выявлено у 5 (11,4%) пациентов, двухсосудистое — у 5 (11,4%), трёхсосудистое — у 6 (13,5%). 9 пациентов (20,5%) были направлены на МСКТ для оценки проходимости аортокоронарных и маммарокоронарных шунтов.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы «Статистика». Для оценки различий медиан значений применяли критерий Манна-Уитни. Различия считали статистически значимыми при значении  $p < 0,05$ .

Обследованы 44 человека в возрасте от 21 до 73 лет, средний возраст составил  $55 \pm 11$  лет (15 женщин, 29 мужчин). Частота сердечных сокращений при проведении МСКТ-коронарографии составляла от 42 до 71 в минуту (в среднем  $57 \pm 7$  в минуту). Масса тела пациентов была от 50 до 137 кг ( $82 \pm 21$  кг), рост от 150 до 190 см ( $168 \pm 10$  см), площадь поверхности тела от 1,4 до 2,5 м<sup>2</sup> ( $1,9 \pm 0,27$  м<sup>2</sup>).

При сравнительном анализе функциональных параметров левого желудочка зна-

чения ММЛЖ были следующими.

- МСКТ: минимальное значение 90 г, максимальное значение 352 г, среднее значение 187 г, стандартное отклонение 64 г, медиана 183 г.

- ЭхоКГ: минимальное значение 118 г, максимальное значение 417 г, среднее значение 220 г, стандартное отклонение 71 г, медиана 220 г.

- ОФЭКТ «4D MSPECT»: минимальное значение 83 г, максимальное значение 272 г, среднее значение 154 г, стандартное отклонение 45 г, медиана 155 г.

Различия медиан значений ММЛЖ были статистически значимы между всеми представленными методами.

По методу Бленда-Альтмана различия методов в оценке ММЛЖ составили: между МСКТ и ЭхоКГ  $-32 \pm 41$  г, между МСКТ и ОФЭКТ «4D MSPECT»  $34 \pm 48$  г.

Оценка ММЛЖ – важная диагностическая и прогностическая задача при обследовании кардиологических больных. Существует несколько диагностических методов, позволяющих проводить оценку ММЛЖ. К таким методам относятся ЭхоКГ, МРТ, инвазивная вентрикулография, ОФЭКТ. С развитием технологии мультиспирального сканирования к методам, позволяющим получать информацию о функциональных параметрах левого желудочка, также можно отнести компьютерную томографию. Уникальность МСКТ состоит в возможности одномоментной оценки в ходе исследования не только функциональных параметров левого желудочка, но и коронарной патологии.

Перфузионная скintiграфия миокарда служит общепризнанным методом оценки микроциркуляции миокарда. Она даёт клиницистам важную диагностическую и прогностическую информацию о пациентах с ишемической болезнью сердца. Внедрение в практику гамма-камер с электрокардиографической синхронизацией позволило выполнять исследование миокарда в разных стадиях сердечного цикла. Это в свою очередь дало возможность не только оценивать перфузионные параметры, но и проводить оценку функциональных параметров левого желудочка (фракция выброса, объём желудочков, ММЛЖ). [2] Методика характеризуется хорошей воспроизводимостью измерений, предоставляет данные в трёхмерном формате, результаты измерений в небольшой степени зависят от опыта исследователя.

Существуют данные о высокой корреля-

ции при оценке ММЛЖ, объёма и фракции выброса левого желудочка между данными ОФЭКТ и МРТ [1, 5]. Высокая корреляция между данными МСКТ и МРТ при оценке объёма, фракции выброса, ММЛЖ, нарушений локальной сократимости левого желудочка также была показана в нескольких исследованиях [3, 9, 10].

В нашем исследовании мы проводили сравнительный анализ данных МСКТ, ЭхоКГ и ОФЭКТ при оценке ММЛЖ. МСКТ, ЭхоКГ, ОФЭКТ предоставляют разные данные о ММЛЖ. При этом значения ОФЭКТ ММЛЖ являются наименьшими из представленных методов, а значения ЭхоКГ – наибольшими. Значения ММЛЖ по данным МСКТ занимают промежуточное положение между данными ОФЭКТ и ЭхоКГ.

Анализ данных МСКТ в сравнении с данными ЭхоКГ и ОФЭКТ по методу Бленда-Альтмана показал, что различия в парах МСКТ/ЭхоКГ и МСКТ/ОФЭКТ «4D MSPECT» приблизительно одинаковые, за исключением знака разницы измерений (на сколько ЭхоКГ переоценивает ММЛЖ в сравнении с МСКТ, на столько же ОФЭКТ недооценивает ММЛЖ в сравнении с МСКТ). Значения ММЛЖ по данным ЭхоКГ достоверно выше, чем по данным МСКТ, а значения ММЛЖ по данным ОФЭКТ достоверно ниже данных МСКТ.

Анализ доступной нам литературы показал, что количество работ по сравнительному анализу данных МСКТ, ЭхоКГ и ОФЭКТ является сравнительно небольшим, что и послужило основной для выполнения данного исследования.

В большинстве опубликованных работ проведено сравнение данных МСКТ с данными ЭхоКГ как наиболее доступного метода исследования. Так, P. Stolzmann и соавт. проводили сравнительный анализ данных МСКТ (двухтрубчатая система) и ЭхоКГ в оценке размеров левого желудочка и левого предсердия. В исследование вошли 100 пациентов. Исследователи не выявили достоверных различий в оценке фракции выброса, индекса систолического объёма левого желудочка (конечный систолический объём/площадь поверхности тела, мл/м<sup>2</sup>), индекса ММЛЖ (ММЛЖ/площадь поверхности тела, г/м<sup>2</sup>) [11].

Наиболее близко к нашей работе исследование М. Yamamoto и соавт., в котором проведена сравнительная оценка ЭхоКГ, ОФЭКТ, МРТ и МСКТ в оценке фракции

выброса, диастолического и систолического объёмов левого желудочка, ММЛЖ. В исследование были включены 50 пациентов. Основной упор исследования был сделан на анализ МСКТ и других диагностических методов в сравнении с данными МРТ. Результаты исследования показали, что измерения функциональных параметров левого желудочка при МСКТ являются высоковоспроизводимыми. Вариация измерений ММЛЖ у разных исследователей составила 9,3%. Ошибка измерения  $\pm$  стандартное отклонение фракции выброса, измеренной по данным МСКТ и по данным МРТ, составили  $-1,2 \pm 4,6\%$ ,  $r=0,96$ , при измерении КДО  $-0,35 \pm 15,2$  мл;  $r=0,97$ , при измерении ММЛЖ  $2,5 \pm 15,0$  мл,  $r=0,96$ . Стандартное отклонение разницы измерения фракции выброса при МРТ и МСКТ было значимо меньше, чем разница измерения при ЭхоКГ и МРТ, а также при ОФЭКТ и МРТ. Учитывая эти данные, авторы сделали вывод, что измерение функциональных параметров по данным МСКТ в наибольшей степени согласуется с данными МРТ и превосходит по точности измерения по данным ЭхоКГ и ОФЭКТ [12].

По результатам нашего исследования можно сделать вывод о том, что при измерении ММЛЖ тремя использованными методами результаты значительно отличаются друг от друга, и в клинической практике данные МСКТ, ЭхоКГ и ОФЭКТ о ММЛЖ не могут быть взаимозаменяемыми.

## ВЫВОДЫ

1. Мультиспиральная компьютерная томография, эхокардиография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография предоставляют разные данные о массе миокарда левого желудочка.

2. Значения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии массы миокарда являются наименьшими, значения эхокардиографии — наибольшими, а значения мультиспиральной компьютерной томографии занимают промежуточное положение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Bavelaar-Croon C., Kayser H., van der Wall E. et al.* Left ventricular function: correlation of quantitative gated SPECT and MR imaging over a wide range of values // *Radiology.* — 2000. — Vol. 217. — P. 572-575.
2. *Brindis R., Douglas P., Hendel R. et al.* ACCF/ASNC appropriateness criteria for single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging (SPECT MPI) // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2005. — Vol. 46. — P. 1587-1605.
3. *Dewey M., Müller M., Eddicks S. et al.* Evaluation of global and regional left ventricular function with 16-slice computed tomography, biplane cineventriculography, and two-dimensional transthoracic echocardiography comparison with magnetic resonance imaging // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2006. — Vol. 48. — P. 2034-2044.
4. *Drazner M., Rame E., Marino E.K. et al.* Increased left ventricular mass is a risk factor for the development of a depressed left ventricular ejection fraction within five years. The Cardiovascular Health Study // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2004. — Vol. 43. — P. 2207-2215.
5. *Faber T.L., Cooke C.D., Folks R.D. et al.* Left ventricular function and perfusion from gated SPECT perfusion images: an integrated method // *J. Nucl. Med.* — 1999. — Vol. 40, N 4. — P. 650-659.
6. *Gottdiener J., Arnold A., Aurigemma G.* Predictors of congestive heart failure in the elderly: the cardiovascular health study // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2000. — Vol. 35. — P. 1628-1637.
7. *Gupta S., Berry J., Ayers C.R. et al.* Left ventricular hypertrophy, aortic wall thickness, and lifetime predicted risk of cardiovascular disease. The Dallas Heart Study // *Am. Coll. Cardiol. Img.* — 2010. — Vol. 3. — P. 605-613.
8. *Lang R.M., 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. — Vol. 18. — P. 1440-1463.
9. *Mahnken A., Koos R., Katoh M. et al.* Sixteen-slice spiral CT versus MR imaging for the assessment of left ventricular function in acute myocardial infarction // *Eur. Radiol.* — 2005. — Vol. 15. — P. 714-720.
10. *Salm L.P., Schuijff J.D., de Roos A. et al.* Global and regional left ventricular function assessment with 16-detector row CT: comparison with echocardiography and cardiovascular magnetic resonance // *Eur. J. Echocardiogr.* — 2006. — Vol. 7. — P. 308-314.
11. *Stolzmann P., Scheffel H., Trindade P. et al.* Left ventricular and left atrial dimensions and volumes comparison between dual-source CT and echocardiography // *Invest. Radiol.* — 2008. — Vol. 43, N 5. — P. 284-289.
12. *Yamamuro M., Tadamura E., Kubo S. et al.* Cardiac functional analysis with multi-detector row CT and segmental reconstruction algorithm: comparison with echocardiography, SPECT, and MR imaging // *Radiology.* — 2005. — Vol. 234. — P. 381-390.