

УДК 616.12-005.4:616.127-005.8:616.124.2-07]-089

## СРАВНЕНИЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДИК ТЕЙХОЛЬЦА И СИМПСОНА В ОЦЕНКЕ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

*Р. М. Бабуков, Ф. Л. Бартош*

Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, г. Пенза, Россия

## COMPARISON OF ECHOCARDIOGRAPHIC TECHNIQUES TEICHHOLZ AND SIMPSON IN ASSESSING LEFT VENTRICULAR SYSTOLIC FUNCTION IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

*R. M. Babukov, F. L. Bartosh*

Federation National Center of Cardiovascular Surgery, Penza, Russia

© Р. М. Бабуков, Ф. Л. Бартош, 2015 г.

У пациентов с ишемической болезнью сердца с помощью методик Тейхольца и Симпсона определены объемы и фракция выброса (ФВ%) левого желудочка (ЛЖ). В соответствии с рекомендациями ASE, у пациентов с наличием зон нарушений локальной сократимости (НЛС) ЛЖ методика Тейхольца не должна применяться. Установлено, что у пациентов без зон НЛС или 1–2 зонами акинеза методики Симпсона и Тейхольца хорошо согласуются между собой. У пациентов с тремя зонами акинеза и более результаты измерений объемов ЛЖ и ФВ% не согласуются друг с другом.

**Ключевые слова:** согласованность измерений, Тейхольц, Симпсон.

In patients with coronary artery disease using techniques Teichholz and Simpson defined volumes and ejection fraction of the left ventricle (LV). In accordance with the recommendations of the ASE, in patients with the presence of zones of local contractility disturbances (NLS) LV. Teyholtza technique should not be used is established that in patients without DL zones or 1–2 zones akinesia techniques Simpson Teichholz good agreement. Patients with three zones akinesia and more measurements of LV volumes and EF % do not agree with each other.

**Key words:** coherence measurements, Teichholz, Simpson.

**Введение.** Согласно мнению многих авторов, на сегодняшний день не рекомендуется определять объемные показатели левого желудочка (ЛЖ) и фракцию выброса (ФВ) по методу Тейхольца. Считается, что метод Симпсона является наиболее информативным для измерения как объемных показателей, так и ФВ [1–3]. Однако методика Тейхольца имеет хорошую воспроизводимость, низкую межисследовательскую вариабельность и быстроту измерения в процессе определения КДО и ФВ ЛЖ при повседневной работе, что не позволяет полностью прекратить применение данной методики как в России, так и за рубежом [4]. При проведении в России крупного исследования по эпидемиологии хронической сердечной недостаточности оценка ФВ в ряде регионов производилась только по методу Тейхольца [5]. По нашему мнению, в России в педиатрической практике М-режим применяется более чем в 90% случаев, что требует определенного обоснования. Более того, общепри-

нятые показания к применению той или иной методики не соблюдаются.

**Цель исследования:** сравнение двух эхокардиографических методик Тейхольца и Симпсона в оценке систолической функции левого желудочка у больных с наличием или отсутствием зон нарушений локальной сократимости.

**Материалы и методы исследования.** В исследование включены все пациенты с ишемической болезнью сердца (ИБС), обследованные и находившиеся на лечении в ФГБУ «ФЦССХ Минздрава России» (г. Пензы) с сентября 2013 по октябрь 2013 г. (217 человек). Критерием исключения явилось низкое качество визуализации, не позволяющее адекватно определить границу эндокарда. Больные ретроспективно были разделены на три группы.

Распределение пациентов по группам производилось согласно следующим критериям: 1-я группа — отсутствие зон нарушения локальной сократимости (НЛС); 2-я — наличие зон акинеза в одном, двух

сегментах на одной из стенок ЛЖ, и 3-я с наличием зон акинеза более чем в двух сегментах ЛЖ. В 1-ю группу включены 79 пациентов, из них мужчин — 64 (81,0%), средний возраст больных  $58 \pm 9,4$  года. Во 2-ю группу включены 69 пациентов, из них мужчин — 57 (82,6%); средний возраст больных  $55 \pm 8,7$  года. В 3-ю группу включены 69 пациентов, из них мужчин — 55 (79,7%); средний возраст больных  $56 \pm 9,1$  года.

Всем пациентам проводилось вычисление КДО и ФВ согласно рекомендациям Американского общества эхокардиографистов (ASE) с помощью двух эхокардиографических методик Тейхольца и Симпсона.

С помощью методики Тейхольца проводились измерения конечного диастолического и конечного систолического размера ЛЖ в базальной части ЛЖ на уровне кончиков створок МК, после чего аппарат с помощью формулы Тейхольца вычислял конечный диастолический объем и конечно систолический объем ЛЖ:  $V = \{7 / (2,4 \pm D)\} \times D^3$ ; где D-диаметр левого желудочка в диастолу или в систолу. Далее с помощью формулы ФВ = (КДО - КСО) / КДО  $\times 100\%$  производилось вычисление фракции выброса, где ФВ — фракция выброса, КДО — конечный диастолический объем ЛЖ, КСО — конечный систолический объем ЛЖ [6].

Измерение объемов ЛЖ с помощью методики Симпсона производилось путем сложения объемов ряда дисков, полученных в апикальных четырех- и двух камерных проекциях. Особо следует подчеркнуть, что апикальные проекции считались полученными правильно, когда длинные оси ЛЖ не различаются более чем на 5 мм. Далее производился расчет ФВ по аналогичной формуле, описанной выше [7].

Для количественной оценки нарушений локальной сократимости (НЛС) миокарда определяли

Эхокардиографические измерения производились с использованием ультразвуковых диагностических систем (General Electric) Vivid 9, Vivid 7 Dimenshin, Vivid 7 Pro, с изменяемой частотой датчиков от 1,5/3, до 2,3/4,6 МГц — для торакальных исследований.

**Статистика.** База данных составлялась в виде электронных таблиц в программе Microsoft Office Excel 2007. Обработка данных производилась в SPSS Statistics 21 (Statistical Package for the Social Sciences) (2012).

Для сравнения трех групп применялся однофакторный дисперсионный анализ, с последующими множественными сравнениями методом Стьюдента с поправкой Бонферрони, перед этим проводилась проверка параметров в группах на характер распределения.

Результаты представлены в виде  $M \pm SD$ , где M — среднее значение, SD — стандартное отклонение. Статистически значимыми считали различия при уровне  $p < 0,05$ .

Для сравнения двух способов измерения объемов и ФВ ЛЖ мы применяли описательный метод согласованности измерений Блэнда—Алтмана и коэффициент корреляции Пирсона [9, 10]. Для каждой пары измерений вычислялась разность, средняя величина разности ( $M_{\text{разн}}$ ) с указанием 95% доверительного интервала (95% CI) и стандартное отклонение разности ( $SD_{\text{разн}}$ ) с последующей проверкой гипотезы отличия  $M_{\text{разн}}$  от 0. Для этого использовался критерий Стьюдента сравнения выборочной средней с гипотетической генеральной средней. Кроме этого, определяли коэффициент вариации (V), лимит (L), ранг (Ra).

Лимит определялся равным  $\pm 4SD_{\text{разн}}$ , а Ra — как сумма модулей крайних значений лимита. Коэффициент вариации (V) представляет собой

Таблица 1

Эхокардиографическая характеристика больных по группам

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	p1-2	p1-3	p2-3
КДОт	122,9 $\pm$ 21,1	130,5 $\pm$ 20,9	143,2 $\pm$ 23,0	0,10	<0,001	0,02
КДОс	122,2 $\pm$ 21,3	130,3 $\pm$ 20,1	150,2 $\pm$ 21,7	0,064	<0,001	<0,001
ФВт	62,9 $\pm$ 5,9	57,3 $\pm$ 6,6	47,5 $\pm$ 6,2	0,064	<0,001	<0,001
ФВс	62,6 $\pm$ 5,3	56,0 $\pm$ 6,4	52,9 $\pm$ 7,4	<0,001	<0,001	0,014
ИНЛС	1,0 $\pm$ 0	1,3 $\pm$ 0,1	1,56 $\pm$ 0,14	<0,001	<0,001	<0,001

индекс сократимости миокарда ЛЖ. Индекс сократимости = сумме индексов / число сегментов. Левый желудочек условно делился на 17 сегментов (в соответствии с рекомендациями ASE 2002 г.), каждому из которых присваивалось численное значение от 1 до 4, в зависимости от наличия и степени нарушения локальной сократимости: 1 — норма; 2 — гипокинез; 3 — акинез; 4 — дискинез/аневризма. Баллы суммировались и делились на число визуализированных сегментов миокарда [8].

относительную меру рассеивания, выраженную в процентах. Он вычисляется по формуле:  $V = SD / M \times 100\%$ . Если значения V меньше 10%, то изменчивость признака незначительная, 10–20% изменчивость признака считается средней и более 20% — значительная [11].

**Результаты исследования.** В табл. 1 продемонстрированы показатели, отражающие КДО, ИНЛС и ФВ ЛЖ у пациентов трех групп. Оценка объема и функции ЛЖ, которая осуществлялась по методу

Тейхольца на уровне базальных отделов, а также КДО, определяемое по методу Симпсона, статистически не различались у пациентов 1-й и 2-й групп ( $p=0,064$ ). Остальные измерения, проводимые с учетом конфигурации всего ЛЖ, различались во всех трех группах.

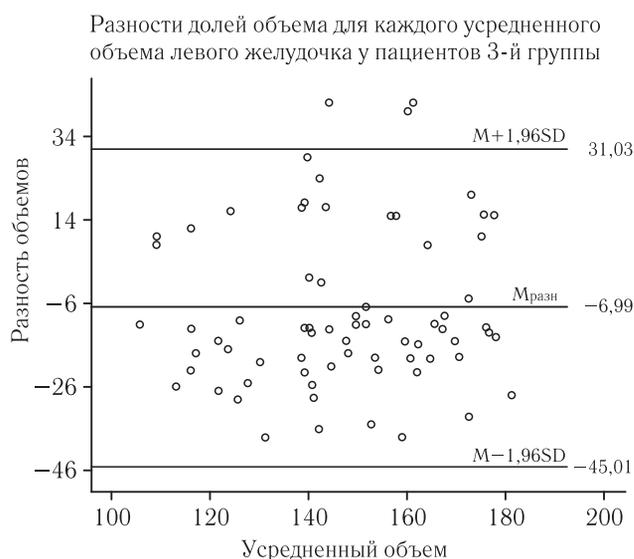
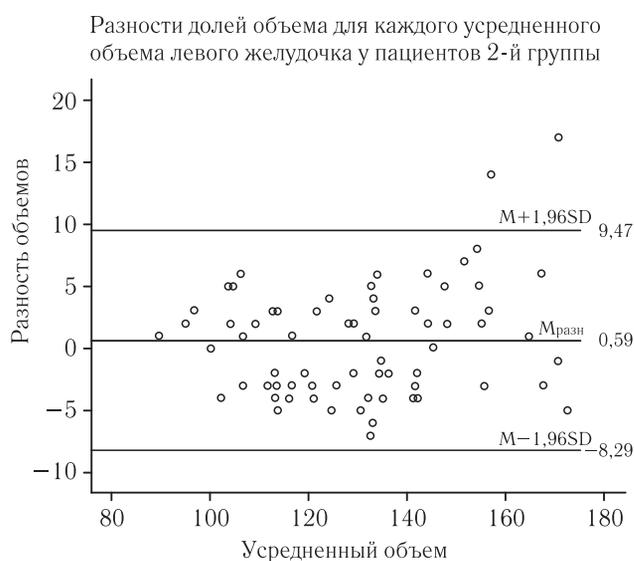
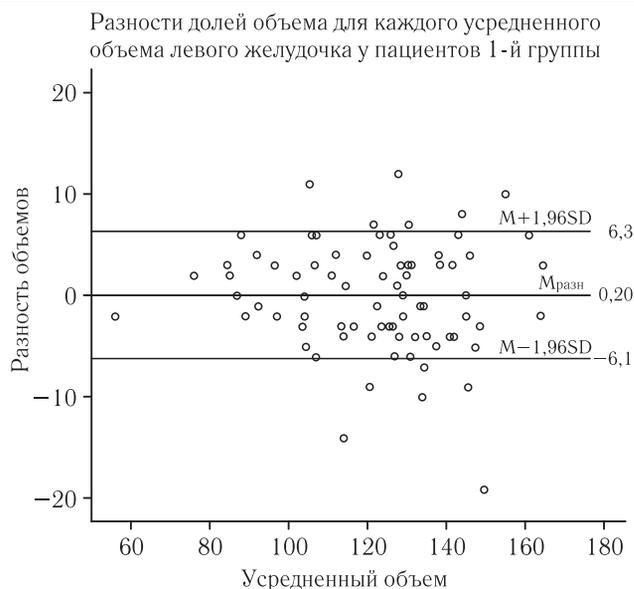
Для сравнения двух способов измерения объемов и ФВ ЛЖ мы применяли описательный метод согласованности измерений Блэнд-Алтмана с графической визуализацией данных. На рис. 1 представлены соотношения разницы между измерениями КДО и среднеарифметическим этих измерений. У пациентов 1-й группы средняя разница между измерениями равна  $0,20 \pm 3,12$  мл. При сравнения выборочной средней с гипотетической генеральной средней  $p=0,758$ , что говорит об отсутствии систематического расхождения. Близкие к этим цифрам получены значения и у пациентов 2-й группы. Таким образом, измерения, полученные обоими способами, хорошо согласуются друг с другом. У пациентов 3-й группы средняя разница между измерениями равна  $-6,99 \pm 19,01$  мл. При сравнения выборочной средней с гипотетической генеральной средней  $p < 0,001$ , что говорит об отсутствии систематического расхождения. Таким образом, измерения, полученные обоими способами, плохо согласуются друг с другом.

На рис. 2 представлены соотношения разницы между измерениями ФВ и среднеарифметическим этих измерений. У пациентов 1-й группы средняя разница между измерениями составляла  $0,35 \pm 3,11\%$  ( $p=0,3$ ), и у пациентов 2-й группы  $0,59 \pm 5,32$  ( $p=0,16$ ), что говорит об отсутствии систематического расхождения и о наличии согласия между измерениями, выполненными двумя способами. В 3-й группе  $M_{\text{разн}}$  составила  $-5,37 \pm 8,07\%$   $p=0,03$ . Таким образом, измерения, полученные обоими способами, плохо согласуются друг с другом.

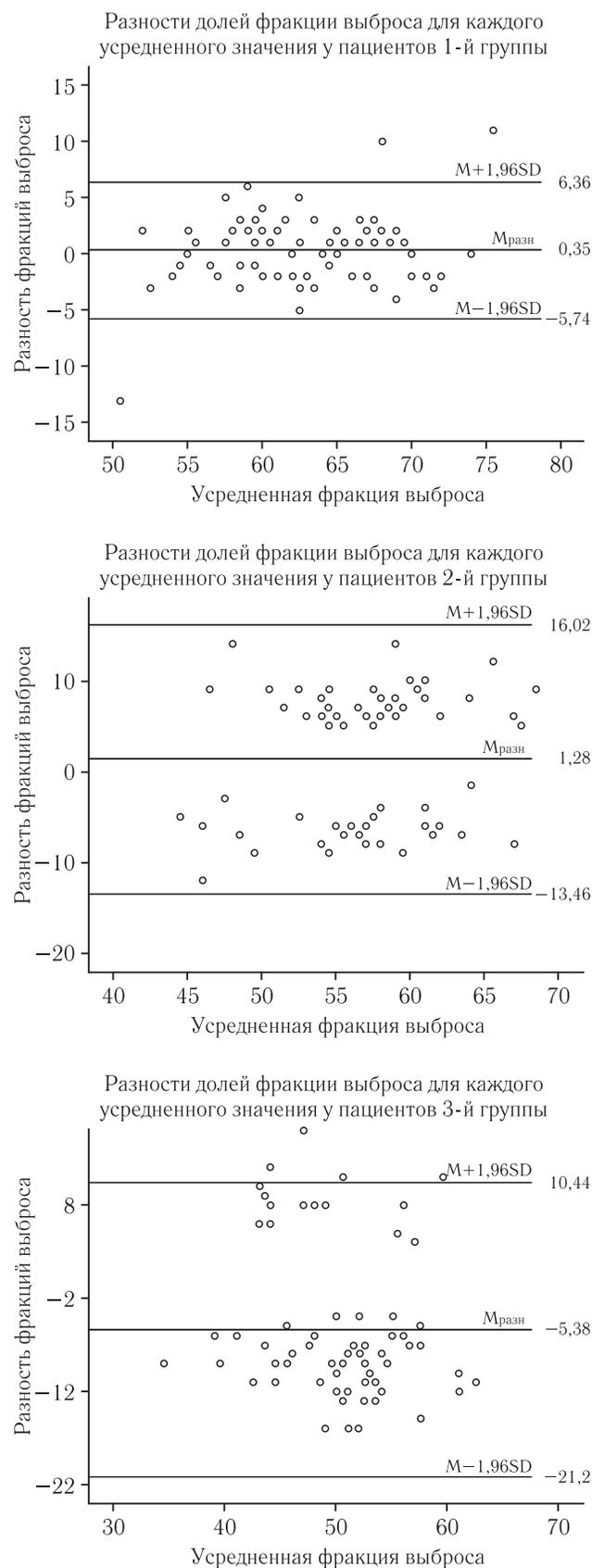
В табл. 2 представлены результаты корреляционного анализа Пирсона; Блэнд-Алтмана  $M_{\text{разн}}$  (95% CI), V, L, Ra КДО и ФВ ЛЖ, определяемых двумя способами в каждой группе. Между всеми измерениями КДО и для ФВ в 1-й группе была высокая достоверная положительная корреляционная связь. Колебания между измерениями, проведенными в 3-й группе, были широкими, и составили для КДО 80 мл, и для ФВ — 32%. Пределы согласия у этой группы пациентов составили для КДО — 12,95%, для ФВ — 16,11%; тогда как у пациентов 1-й и 2-й групп для КДО и ФВ выявлена согласованность измерений.

**Обсуждение результатов.** На сегодняшний день все больше эхокардиографических лабораторий в мире отказываются от устаревшего метода Тейхольца, отдавая предпочтение методике Симпсона [12].

При анализе результатов выявлена статистически значимая корреляционная связь между показателями, измеренными разными способами. Такой результат часто становится предметом ошибок и неправильных выводов при оценке согласия



**Рис. 1.** График Блэнд-Алтмана соотношения между КДО ЛЖ, измеренными двумя способами у пациентов по группам. между измерениями, так как корреляция показывает силу связи, а не согласие между измерениями и не клиническую значимость различий измерений.



**Рис. 2.** График Бленд-Алмана соотношения между показателями ФВ ЛЖ, измеренными двумя способами у пациентов по группам.

Определение объемов и ФВ ЛЖ по методике Тейхольца осуществляется измерением линейных размеров на уровне базальных отделов ЛЖ, с последую-

щим геометрическим преобразованием. Полученные результаты могут быть неточными в связи с преобразованием линейных измерений в объемы [6, 13]. Определить количественно суммарную погрешность измерений и вычислений ударного объема сложно. Однако если считать среднюю погрешность измерения диаметров полости желудочка равной 1 мм, при значении конечно-диастолического размера в 60 мм, погрешность вычисления его объема составит порядка 5%. Такую же погрешность для конечно-систолического диаметра в 4 см будет иметь конечно-систолический объем. Погрешность ударного объема будет равна сумме погрешностей конечно-диастолического и конечно-систолического объемов. Это уже величина порядка 10%. Погрешность ФВ возможно будет еще больше, а именно, около 40% [14].

Кроме этого, при наличии зон НЛС в апикальных и средних отделах геометрия левого желудочка нарушается, что не учитывает формула Тейхольца [15]. Об этом свидетельствует отсутствие согласованности между измерениями, проводимыми в третьей группе. Так, показатель  $M_{разн}$  между измерениями для КДО составляет  $-6,9 \pm 19,01$  мл, а у ФВ  $-5,37 \pm 8,07\%$  соответственно. N. G. Bellenger и соавт. приводят следующие значения средней разности между измерениями у пациентов с ИБС при наличии зон акинеза для ФВ  $8,5 \pm 11,8\%$  [16].

В отдельных случаях, а именно, при наличии зон акинезии в двух сегментах, т. е. при наличии небольшой рубцовой зоны, нарушении геометрии ЛЖ в диастолу может и не быть, тогда расчетные показатели Тейхольца и Симпсона совпадают и об этом свидетельствует согласованность КДО. В систолу геометрия левого желудочка уже не может быть описана методикой Тейхольца, об этом свидетельствует отсутствие согласованности фракции выброса у пациентов 2-й группы.

При отсутствии зон НЛС, когда нет нарушений геометрии ЛЖ как в диастолу, так и в систолу, отмечается согласие методов Тейхольца и Симпсона в измерении ЛЖ. Так, у пациентов 1-й группы  $M_{разн}$  между измерениями для КДО составила  $0,20 \pm 20,9$  мл, а для ФВ  $-0,35 \pm 3,11\%$ . Учитывая столь малые показатели отклонения, по сравнению с самими значениями, можно говорить о согласованности вычислений, выполненных с помощью двух способов.

К сожалению, методика Симпсона имеет один существенный недостаток — зависимость выполненного измерения от качества полученного изображения [17]. Один из основных факторов, влияющих на качество изображения — масса тела пациента. Так в исследовании STICH у 27,2% пациентов измерения по методу Симпсона не смогли быть выполнены из-за низкого качества визуализации при трансторакальном исследовании [18]. В основном, это были пациенты с индексом массы тела более  $28 \text{ кг/м}^2$ . Подобные цифры демонстрируют N. G. Bellenger и соавт. (2000), так расчет ФВ

Таблица 2

Коэффициент корреляции Пирсона, Бленд-Алتمان средняя величина разности и ее 95% доверительный интервал, коэффициент вариации измерений, лимит и ранг КДО и ФВ ЛЖ больных по группам

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Мразн КДО, мл (95% CI)	0,2 (-1,10; 1,50)	0,59 (-0,49; 1,68)	-6,98 (-11,55; -2,41)
Мразн ФВ, % (95% CI)	0,35 (-0,34; 1,05)	1,27 (-0,53; 3,08)	-5,37 (-7,31; -3,43)
R КДО, мл	0,96	0,97	0,64
R ФВ, %	0,85	0,34	0,31
V КДО, %	4,7	3,4	12,95
V ФВ, %	5,0	13,28	16,11
L КДО, мл	-19 до 20	-7 до 17	-38 до 42
L ФВ, %	-13 до 11	-12 до 14	-16 до 16
Ra КДО, мл	39	24	80
Ra ФВ, %	24	26	32

в двухмерном режиме невозможен в 14–31% случаев [16]. Вариабельность ФВ ЛЖ между исследователями зависит от качества изображения. Так, по данным И. В. Персианова-Дуброва и соавт., коэффициент межисследовательской вариабельности ФВ при оптимальной визуализации сердца составил 15%; при субоптимальной — 20%; при плохой — 26% [19].

Таким образом, мы считаем, что методика Тейхольца имеет право на существование при отсутствии зон НЛС, несмотря на критику некоторых исследователей [18].

### Выводы.

1. В повседневной клинической практике при определении КДО и ФВ ЛЖ методика Тейхольца не должна терять свою актуальность, при отсутствии зон НЛС, так как имеет хорошую согласованность в результатах с методом Симпсона.

2. У пациентов с ИБС при наличии акинезов ЛЖ в трех сегментах и более результаты измерения ЛЖ методами Симпсона и Тейхольца не согласуются друг с другом и соответственно для оценки КДО и ФВ необходимо использовать метод Симпсона, согласно рекомендациям ASE.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Lang R. M. 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 / R. M. Lang, M. Bierig, B. Richard et al. // J. Amer. Society of Echocardiography. — 2005. — Vol. 18, № 12.
2. Ilercil A. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: the Strong Heart Study / A. Ilercil, M. J. O'Grady, M. J. Roman et al. // J. Am Soc Echocardiogr. — 2001. — Vol. 14. — P. 601–11.
3. ВНОК И ОССН по диагностике и лечению ХСН (третий пересмотр) Утверждены конференцией ОССН 15 декабря 2009 года. Комитет по подготовке текста: Мареев В. Ю., Агеев Ф. Т., Арутюнов Г. П. и др. // Сердечная недостаточность. — 2010. — Т. 11, № 1 (57).
4. Palmieri V. Reliability of echocardiographic assessment of left ventricular structure and function: the PRESERVE study: Prospective Randomized Study Evaluating Regression of Ventricular Enlargement / V. Palmieri, B. Dahlof, V. DeQuattro et al. // J. Am Coll Cardiol. — 1999. — Vol. 34. — P. 1625–1632.
5. Богданова С. М. Изучение эпидемиологии хронической сердечной недостаточности и вклада артериальной гипертензии в ее развитие в Чувашской республике: автореф. дис. ... канд. мед. наук / С. М. Богданова. — 2005.
6. Teichholz L. E. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence of absence of asynergy / L. E. Teichholz T. Kreulen, M. V. Herman et al. // Am J. Cardiol. — 1976. — Vol. 37. — P. 7–11.
7. Lang R. M. Recommendations on the quantification of the structure and function of the heart chambers / R. M. Lang, B. Michelle, B. Richard et al. // Eur. J. Echocardiography. — 2006. — Vol. 7. — P. 79–108.
8. Cerqueira M. D. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association / M. D. Cerqueira, N. J. Weissman, V. Dilsizian et al. // Circulation. — 2002. — Vol. 105. — P. 539–42.
9. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. — М.: Практика, 1998. — 270 с.
10. Bland J. M. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement / J. M. Bland, D. G. Altman // Lancet. — 1986. — Vol. 1. — P. 307–310.
11. Васнев С. А. Статистика: учебное пособие / С. А. Васнев. — М.: МГУП, 2001. — 170 с.
12. Reichek N. Anatomic validation of left ventricular mass estimates from clinical two-dimensional echocardiography: initial results / N. Reichek, J. Helak, T. Plappert, M. S. Sutton et al. // Circulation. — 1983. — Vol. 67. — P. 348–352.

13. *Quinones M. A.* A new, simplified and accurate method for determining ejection fraction with two-dimensional echocardiography / M. A. Quinones, A. D. Waggoner, L. A. Reduto et al. // *Circulation*. — 1981. — Vol. 64. — P. 744–753.
14. *Stolzmann P.* Left Ventricular and Left Atrial Dimensions and Volumes Comparison Between Dual-Source CT and Echocardiography / P. Stolzmann, H. Scheffel, P. Trindade et al. // *Investigative Radiology*. — 2008. — № 43. — P. 5.
15. *Райдинг Р.* Эхокардиография. Практическое руководство / Р. Райдинг. — 2-е изд. — 2012. — С. 230–231.
16. *Bellenger N. G.* Comparison of left ventricular ejection fraction and volumes in heart failure by echocardiography, radionuclide ventriculography and cardiovascular magnetic resonance Are they interchangeable? / N. G. Bellenger, M. I. Burgess, S. G. Ray et al. // *Europ. Heart J.* — 2000. — Vol. 21. — P. 1387–1396.
17. *Pluim B. M.* Comparison of echocardiography with magnetic resonance in the assessment of the athlete's heart / B. M. Pluim, H. P. Beyerbacht, J. C. Chin et al. // *Eur. Heart J.* — 1997. — Vol. 18. — P. 1505–1513.
18. Core Lab Analysis of Baseline Echocardiographic Studies in the STICH Trial and Recommendation for Use of Echocardiography in Future Clinical Trials // *J. Amer. Society of Echocardiography*. — 2012. — Vol. 25, № 3. — P. 334.
19. *Персиянов-Дубров И. В.* Изучение воспроизводимости измерения объемов и функции левого желудочка методом двумерной эхокардиографии у пациентов после перенесенного инфаркта миокарда / И. В. Персиянов-Дубров, С. А. Сучкова Е. В. Никоненко и др. // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. — 2004. — № 2. — С. 107–111.
20. *Фейгенбаум Х.* Эхокардиография: пер. с англ. / Х. Фейгенбаум; под ред. В. В. Митькова — М.: Видар, 1999. — 379 с.
21. *Wahr D. W.* Left ventricular volumes determined by two-dimensional echocardiography in a normal adult population / D. W. Wahr, Y. S. Wang, N. B. Schiller // *J. Am Coll Cardiol*. — 1983. — Vol. 1. — P. 863–868.

Поступила в редакцию: 12.12.2014 г.

Контакт: Бартош Федор Леонидович, [fbartosh@km.ru](mailto:fbartosh@km.ru)

### Дорогие друзья!

Впервые в Санкт Петербурге пройдет Школа по нейрорадиологии Европейского общества радиологов:



**ESOR Galen Foundation Course 2015**  
**Neuroradiology**  
 June 25–27, Saint Petersburg/Russia

Среди приглашенных лекторов проф. P. Parizel, P. Sundgren, P. Vilela, M. Thurnher, Y. Özsunar, S. Karampekios, L. Van den Hauwe, R. Gasparotti, M. Argyropoulou.

Россию представляют проф. И. Пронин, Н. Ананьева, Т. Трофимова.

Дополнительную информацию можно получить по e mail: [voschieva@gmail.com](mailto:voschieva@gmail.com)