

1	101 (39,6)	101 (32,8)	36 (35,6)	50 (31,1)	50 (24,4)	19 (38,0)
2	72 (28,2)	144 (46,8)	49 (34,0)	55 (34,2)	110 (53,7)	41 (37,3)
3	17 (6,7)	51 (16,6)	21 (41,2)	11 (6,8)	33 (16,1)	12 (36,4)
4	3 (1,2)	12 (3,9)	7 (53,3)	3 (1,9)	12 (5,9)	4 (33,3)
5	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
≥6	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Итого	255 (100,0)	308 (100,0)	113 (36,7)	161 (100,0)	205 (100,0)	76 (37,1)

Результаты нашего исследования свидетельствуют, что в ранней стадии нижнего ОИМ с вовлечением правого желудочка регистрируется достоверно более частая и продолжительная транзиторная ишемия миокарда и БИМ во время ХМ, чем без вовлечения ПЖ. В течение первого года после ОИМ продолжительность и частота транзиторной ишемии более выражено снижаются при наличии ОИМ ПЖ за счет уменьшения БИМ.

#### Литература

1. Ahmed A.H., Shankar K.J., Eftekhari H. Silent myocardial ischemia: Current perspectives and future directions // Exp Clin Cardiol. – 2007. Vol. 12, №4. – P. 189-196.
2. Gottlieb S.O., Gottlieb S.H., Achuff S.C. Silent ischemia on Holter monitoring predicts mortality in high-risk postinfarction patients // JAMA. – 1988. Vol. 259, № 7. – P. 1030-1035.
3. Crawford M. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the Guidelines for Ambulatory Electrocardiography) developed in collaboration with the North American Society for Pacing and Electrophysiology// J Am Coll Cardiol. – 1999. Vol. 34, № 3. – P. 912-948.
4. Bjerregaard P. ST segment analysis by Holter Monitoring: methodological considerations // Ann Noninvasive Electrocardiol. – 2003. Vol. 8, № 3. – P. 200-207

Айрапетян Г.Г.<sup>1</sup>, Адамян К.Г.<sup>2</sup>, Аракелян И.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Доцент, кандидат медицинских наук, Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци, МЦ “Эребуни” г. Еревана, <sup>2</sup>Академик, профессор, доктор медицинских наук, Институт Кардиологии

<sup>3</sup>Врач-кардиолог, МЦ “Эребуни” г. Еревана

#### ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ИНФАРКТА МИОКАРДА ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

*Аннотация*

*В настоящем обзоре описаны соответствующие проекции двухмерной эхокардиографии для исследования правого желудочка и его структуры, диагностики инфаркта миокарда правого желудочка. Представлен ряд параметров для количественной оценки глобальной функции правого желудочка.*

**Ключевые слова:** правый желудочек, эхокардиография, инфаркт миокарда.

Hayrapetyan H.G.<sup>1</sup>, Adamyan K.G.<sup>2</sup>, Arakelyan I.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor, MD, PhD, Yerevan State Medical University n.a. M. Heratsi, “Erebouni” MC, Yerevan

<sup>2</sup> Academic, Professor, PhD, Institute of Cardiology

<sup>3</sup> Cardiologist, “Erebouni” MC, Yerevan

#### ECHOCARDIOGRAPHIC DIAGNOSTICS OF RIGHT VENTRICULAR MYOCARDIAL INFARCTION

*Abstract*

*In this review all required projections of two-dimensional echocardiography are described for investigation of right ventricle and its structure and for diagnostics of right ventricular infarction. A set of parameters of quantitative assessment of global function of right ventricle is explained.*

**Keywords:** right ventricle, echocardiography, myocardial infarction.

Литературные данные частоты ИМ ПЖ колеблются в широких пределах. По данным патологоанатомических исследований, вовлечение миокарда ПЖ имеет место в 24-90 % случаев ИМ нижней стенки [1, 2]. Клинические проявления ИМ ПЖ наблюдаются у 15-20 %, выраженное поражение ПЖ – у 3-8 % этих больных [3]. ЭхоКГ-ческие исследования показали, что в 40 % случаев у больных ИМ нижней стенки вовлекается ПЖ [4]. Истинная частота изолированного ИМ ПЖ неизвестна.

Эхокардиография (ЭхоКГ), как неинвазивный, доступный, относительно недорогой и без побочных эффектов метод, является средством выбора при исследовании морфологии и функции ПЖ, хотя нередко ее проведение затруднено из-за сложной геометрии и трабекуляции ПЖ, его расположения в грудной клетке [5]. Практические протоколы ЭхоКГ часто включают ограниченное количество изображений ПЖ и редко - количественную оценку или региональный анализ функции ПЖ [6, 7]. Практическое руководство Американского общества эхокардиографии (American Society of Echocardiography (ASE)) по ЭхоКГ-ческой оценке ПЖ у взрослых рекомендует исследовать ПЖ используя множественные Эхо-КГ-ческие окна и сечения [8]. По этим рекомендациям ЭхоКГ-ческое заключение должно отражать оценку, основанную на качественных и количественных параметрах, включая размеры ПЖ, правого предсердия (ПП), хотя бы один из показателей систолической функции ПЖ, систолическое давление в легочной артерии (ЛА), давление в ПП. В определенных случаях бывает необходимо также определение дополнительных параметров, таких как диастолическое давление в ЛА, оценка диастолической функции ПЖ.

Эхокардиографы долгое время применяли качественный (визуальный) подход для начальной оценки глобальной и региональной функций ЛЖ. Несмотря на определенные ограничения, этот подход позволял диагностировать ИМ ЛЖ с высокой степенью достоверности. Существует высокая корреляция между региональным нарушением сократимости стенки и локализацией коронарной окклюзии. Это основа 17-сегментной модели ЛЖ, адаптированной для ультразвукового исследования сердца [9]. Качественная оценка ЛЖ подразумевает использование множественных ЭхоКГ-ческих окон, что позволяет визуализировать каждый сегмент больше, чем в одном сечении [10-12]. Регистрация нарушения региональной сократимости стенки больше чем в одной проекции увеличивает достоверность диагностики региональной дисфункции.

Такой же подход может быть применен и к ПЖ. К сожалению, во многих ЭхоКГ-ческих исследованиях оценка ПЖ ограничивается четырехкамерной верхушечной проекцией. Однако по рекомендациям ASE рутинное двухмерное ЭхоКГ-ческое исследование ПЖ должно включать указанные в таблице и рисунке проекции:

Таблица 1 - Рекомендуемые ЭхоКГ-ческие сечения для оценки ПЖ

ЭхоКГ-ческое сечение	Рекомендуемые измерения
Парастернальное сечение по длинной оси	КДД ВТПЖ
Парастернальное сечение приносящего тракта ПЖ (модифицированная длинная ось)	Анатомия и функция ТК (задняя и передняя створки)
Проекция выносящего тракта ПЖ	Клапан легочной артерии
Парастернальное сечение по короткой оси на различных уровнях	КДД и КСД ВТПЖ, фракция укорочения ВТПЖ, индекс эксцентричности ЛЖ
Апикальное четырехкамерное сечение	Диаметры ПЖ по короткой и длинной оси, ССТК, ФИПС, ТК (передняя и септальная створки)
Субкостальные сечения (четырёхкамерное и по короткой оси)	Толщина свободной стенки ПЖ

**Примечание:** КДД – конечно-диастолический диаметр, КСД – конечно-систолический диаметр, ВТПЖ – выносящий тракт правого желудочка, ТК – трикуспидальный клапан, ССТК – систолическое смещение трикуспидального кольца, ФИПС - фракция изменения площади сечения.

Сегментарный подход к ПЖ важен особенно, когда наряду с нарушением глобальной сократимости имеет место также нарушение региональной сократимости. Определено четыре сегмента ПЖ: выносящий тракт ПЖ (в типичных случаях кровоснабжается ветвями левой передней нисходящей артерии) и передняя, боковая и нижняя (диафрагмальная) свободные стенки (все кровоснабжаются из системы правой коронарной артерии: передняя и боковая стенки – по ветви острого края, нижняя стенка – по задней нисходящей артерии). Однако нет стандартизированной дифференциации сегментов на апикальные и базальные.

Парастернальное сечение приносящего тракта демонстрирует переднюю и нижнюю стенки ПЖ и переднюю и заднюю створки трикуспидального клапана. Существует множество вариаций этого сечения, при которых межжелудочковая перегородка визуализируется лучше нижней стенки ПЖ. Парастернальное сечение по длинной оси показывает выносящий тракт ПЖ, тогда как парастернальное и субкостальное сечения по короткой оси - переднюю, боковую и нижнюю стенки ПЖ. Апикальное четырехкамерное сечение демонстрирует боковую стенку, а субкостальное четырехкамерное сечение – нижнюю стенку ПЖ.

Таким образом, субкостальное четырехкамерное сечение не идентично апикальному четырехкамерному. Сегментарный подход к ПЖ важен также потому, что объем пораженного миокарда при ИМ ПЖ зависит от уровня окклюзии правой коронарной артерии.

Для количественной оценки глобальной функции ПЖ предложено несколько методов.

**1. Фракция укорочения выносящего тракта (ФУВТ) ПЖ** (Outflow tract shortening fraction): определяется в парастернальном сечении по короткой оси на уровне основания сердца. ФУВТ просчитывается по формуле:

$$\text{ФУВТ (\%)} = (\text{КДДВТ} - \text{КСДВТ}) / \text{КДДВТ}$$

КДДВТ – конечно-диастолический диаметр выносящего тракта ПЖ

КСДВТ – конечно-систолический диаметр выносящего тракта ПЖ

По данным Lindqvist et al. ФУВТ хорошо коррелирует с продольной функцией, градиентом легочного давления и градиентом давления ПЖ/правое предсердие [13]. Однако требуется большая аккуратность при измерениях, от чего зависит достоверность результата.

**2. Фракция изменения площади сечения (ФИПС) ПЖ** (Fractional area change): этот показатель легко определяется в апикальном четырехкамерном сечении. В конце систолы и диастолы в плоскости трикуспидального кольца проводится прямая линия, от которой очерчивается граница эндокарда. ФИПС просчитывается по формуле:

$$\text{ФИПС (\%)} = (\text{КДП} - \text{КСП}) / \text{КДП}$$

КДП – конечно-диастолическая площадь

КСП – конечно-систолическая площадь.

По рекомендациям ASE ФИПС < 30% указывает на систолическую дисфункцию ПЖ [8]. ФИПС имеет хорошую корреляцию с фракцией выброса ПЖ, определенной МРТ и имеет прогностическое значение для больных с ИМ и легочной гипертензией [14-16]. Основное ограничение связано с необходимостью иметь хорошее очертание границ эндокарда, что может быть затруднено при трабекуляции ПЖ.

**3. Систолическое смещение трикуспидального кольца (ССТК)** (Tricuspid annular plane systolic excursion – TAPSE): показано, что это хороший показатель для оценки продольной функции ПЖ и показывает степень систолического движения латеральной части трехстворчатого кольца к верхушке [2]. Его можно легко определять при апикальном четырехкамерном сечении, используя двухмерный или М-режимы. При М-режиме курсор направляется от верхушки к латеральной части трикуспидального кольца. В норме его смещение в сторону верхушки превышает 2 см [17]. По рекомендациям ASE ССТК < 16мм ассоциируется с систолической дисфункцией ПЖ [8]. При остром ИМ ПЖ оно снижается и может служить маркером плохого прогноза [18, 19]. По нашим данным ССТК ≤ 14мм при остром ИМ ЛЖ нижней локализации ассоциируется с увеличением госпитальной смертности [20]. ССТК - простой при применении метод, но он имеет свои ограничения: оценка ограничена продольной функцией свободной стенки ПЖ, не учитывая вклад межжелудочковой перегородки и выносящего тракта ПЖ [21]. ASE рекомендует применять ССТК рутинно как простой метод оценки функции ПЖ.

**4. Индекс производительности миокарда (ИПМ)** (the myocardial performance index): этот показатель отличается от предыдущих тем, что характеризует больше физиологические, чем структурные особенности и является параметром оценки глобальной функции, отражающий как систолу, так и диастолу. Индекс просчитывается при импульсно-волновой доплер-ЭхоКГ по следующей формуле:

$$\text{Индекс Tei} = (\text{ВИС} + \text{ВИР}) / \text{ВВ}$$

ВИС – время изоволюметрического сокращения

ВИР – время изоволюметрического расслабления, ВВ – время выброса

В отличие от левых отделов сердца, где эти временные интервалы можно определять в течение одного сердечного цикла из-за возможности локализовать митральный и аортальный клапаны в одной и той же проекции, для определения индекса Tei ПЖ необходимы два разных сердечных цикла. Так как обычно, ввиду диспозиции трехстворчатого клапана и клапана легочной артерии трудно одновременно записывать трикуспидальный приток и легочный отток, практикуется последовательная запись кровотоков на обоих клапанах. ВВ можно определять в парастернальном сечении по короткой оси на уровне клапана легочной артерии, а ВИС и ВИР – на основании кровотока на трикуспидальном клапане. Для взрослых значение индекса Tei ≤ 0.3 считается

нормой, а увеличивается при патологиях, приводящих к дисфункции ПЖ [22]. По рекомендациям ASE ИПМ ПЖ  $>0.4$  при импульсноволновой доплер-ЭхоКГ и  $>0.55$  при тканевой доплерографии говорит о снижении глобальной функции ПЖ [8]. При ИМ ПЖ индекс повышается до 0,5 и выше [23-25]. По нашим данным высокое значение индекса Tei ПЖ при остром ИМ ЛЖ нижней локализации ассоциируется с достоверным увеличением госпитальной смертности [26]. По данным литературы индекс хорошо коррелирует с легочными давлениями [27]. Применение этого параметра ограничено при псевдонормализации индекса при повышении давления в правом предсердии [8, 22]. Повышенное давление в правом предсердии приводит к укорочению ВПР, что в свою очередь – к снижению индекса Tei.

В клинической практике зачастую пропускается диагностика ИМ ПЖ из-за его недостаточного исследования. ЭхоКГ является неинвазивным методом выбора для исследования ПЖ при остром ИМ, но практические протоколы ЭхоКГ часто включают ограниченное количество изображений ПЖ и редко – количественную оценку. Функцию ПЖ можно оценивать только после его исследования в множественных проекциях. Предложен ряд параметров М- и двухмерной ЭхоКГ для количественной оценки глобальной функции миокарда ПЖ. В клинической практике применяется комбинация этих параметров, поскольку каждый из них дает частичную информацию о состоянии ПЖ. Новейшие, в том числе 3D ЭхоКГ-ческие показатели могут улучшить исследование ПЖ и увеличить информацию о его структурно-функциональном состоянии.

#### Литература

1. Anderson H.R. Right ventricular infarction: frequency, size, and topography in coronary heart disease: a prospective study comprising 107 consecutive autopsies from a coronary care unit // *J Am Coll Cardiol.* – 1987. Vol. 10, № 6. – P. 1223-1232.
2. Isner J.M. Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to coronary artery disease. Frequency, location, associated findings and significance from analysis of 236 necropsy patients with acute or healed myocardial infarction // *Am J Cardiol.* – 1978. Vol. 42, № 6. – P. 885-894.
3. Kinch J.W. Right ventricular infarction // *N Engl J Med.* – 1994. Vol. 330, № 17. – P. 1211-1217.
4. D'Arcy B. Twodimensional echocardiographic features of right ventricular infarction // *Circulation.* – 1982. Vol. 65–P. 167-173.
5. Greil G.F., Razavi R., Miller O. Imaging the right ventricle: non-invasive imaging // *Heart.* – 2008. Vol. 94–P. 803-8.
6. Herzog E., Chaudhry F. Echocardiography in acute coronary syndrome: diagnosis treatment and prevention. – 2009. ISBN: 978-1-84882-026-5 (Print) 978-1-84882-027-2 (Online)
7. Lindqvist P, C.A., Henein M, Echocardiography in the assessment of right heart function // *Eur J Echocardiogr.* – 2008. Vol. 9, № 2. – P. 225-34.
8. Rudski L.G. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography // *J Am Soc Echocardiogr.* – 2010. Vol. 23, № 7. – P. 685-713.
9. Cerqueira MD, W.N., Dilsizian V, et al, 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 // *Circulation.* – 2002. Vol. 105, № 4. – P. 539-542.
10. Foale R, N.P., McKenna W, Kleinebenne A, Nadazdin A, Rowland E, et al, Echocardiographic measurement of the normal adult right ventricle // *Br Heart J.* – 1986. Vol. 56. – P. 33-44.
11. Ho SY, N.P., Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions // *Heart.* – 2006 Vol. 92. – P. i2-i13.
12. Lang R.M. Recommendations for chamber quantification // *Eur J Echocardiogr.* – 2006. Vol. 7. – P. 79-108.
13. Lindqvist P. Right ventricular outflow-tract fractional shortening: an applicable measure of right ventricular systolic function // *Eur J Echocardiogr.* – 2003. Vol. 4. – P. 29-35.
14. Anavekar N.S. Two dimensional assessment of right ventricular function: an echocardiographic-MRI correlative study // *Echocardiography.* – 2007. Vol. 24. – P. 452-56.
15. Anavekar N.S. Usefulness of right ventricular fractional area change to predict death, heart failure, and stroke following myocardial infarction (from the VALIANT ECHO study) // *Am J Cardiol.* – 2008. Vol. 101. – P. 607-12.
16. Zornoff L. Right ventricular dysfunction and risk of heart failure and mortality after myocardial infarction // *J Am Coll Cardiol.* – 2002. Vol. 39. – P. 1450-5.
17. Ryding A. Essential echocardiography // Elsevier Health Sciences. – 2010
18. Alam M. Right ventricular function in patients with first inferior myocardial infarction: assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity // *Am Heart J.* – 2000. Vol. 139. – P. 710-715.
19. Samad B.A. Prognostic impact of right ventricular involvement as assessed by tricuspid annular motion in patients with acute myocardial infarction // *Am J Cardiol.* – 2002. Vol. 90, № 7. – P. 778-781.
20. Айрапетян Г.Г., Адамян К.Г. Систолическое смещение трикуспидального кольца при остром нижнем инфаркте миокарда левого желудочка с элевацией сегмента ST: прогностическое значение и влияние на эргометрические параметры // *Медицинская Наука Армении НАН РА.* – 2011. – № 4. – С. 80-87.
21. Coghlan J.G. How should we assess right ventricular function in 2008? // *Eur Heart J Suppl.* – 2007. Vol. 9.– P. H22-8.
22. Tei C. Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function // *J Am Soc Echocardiogr.* – 1996. Vol. 9.– P. 838-47.
23. Chockalingam A. Myocardial performance index in evaluation of acute right ventricular myocardial infarction // *Echocardiography.* – 2004. Vol. 21.– P. 487-494.
24. Møller J. Serial Doppler echocardiographic assessment of left and right ventricular performance after a first myocardial infarction // *J Am Soc Echocardiogr.* – 2001. Vol. 14, № 4.– P. 249-55.
25. Yoshifuku S. Pseudonormalized Doppler total ejection isovolume (Tei) index in patients with right ventricular acute myocardial infarction // *Am J Cardiol.* – 2003. Vol. 91.– P. 527-31.
26. Айрапетян ГГ, Суммарный индекс Tei обоих желудочков как маркер прогноза при остром инфаркте миокарда левого желудочка нижней локализации с элевацией сегмента ST // *Медицинская Наука Армении НАН РА.* – 2011. – № 2. – С. 91-100.
27. Vonk M.C. Right ventricle Tei-index: A tool to increase the accuracy of non-invasive detection of pulmonary arterial hypertension in connective tissue diseases // *Eur J Echocardiogr.* – 2007. Vol. 8, № 5.– P. 317-21