

Эхокардиографическая оценка правого желудочка при остром инфаркте миокарда

Г.Г. Айрапетян

*Отделение неотложной кардиологии МЦ “Эребуни”
0087, Ереван, ул. Титоградян, 14*

Ключевые слова: эхокардиография, инфаркт миокарда, правый желудочек, оценка функции, прогноз

Эхокардиография (ЭхоКГ), как неинвазивный, доступный, относительно недорогой и без побочных эффектов метод, является средством выбора при исследовании морфологии и функции правого желудочка (ПЖ), хотя нередко ее проведение затруднено из-за сложной геометрии и трабекуляции ПЖ, его расположения в грудной клетке [16,20]. В клинической практике нередко пропускается диагностика инфаркта миокарда (ИМ) ПЖ из-за недостаточного внимания к исследованию ПЖ. Практические протоколы ЭхоКГ часто включают ограниченное количество изображений ПЖ и редко – количественную оценку или региональный анализ функции ПЖ [17,24].

Кровоснабжение правого желудочка

ПЖ полностью кровоснабжается из системы правой коронарной артерии. Передняя межжелудочковая или нисходящая артерия дает маленькие проксимальные ветви к выносящему тракту ПЖ и верхушечной части ПЖ. У большинства людей (около 60%) правая коронарная артерия кровоснабжает также нижнюю часть межжелудочковой перегородки и нижнезаднюю стенку левого желудочка через заднюю нисходящую артерию и заднебоковые левожелудочковые ветви. Этот тип коронарного кровообращения называется правый доминантный. Приблизительно в 25% случаев эти участки кровоснабжаются огибающей коронарной артерией (левый доминантный тип). В остальных 15% кровоснабжение вышеуказанных участков осуществляется кодоминантно огибающей и правой коронарной артериями. Поэтому ИМ ПЖ вследствие окклюзии правой

коронарной артерии, как правило, сопровождается ИМ нижней стенки левого желудочка. Изолированная окклюзия недоминантной правой коронарной артерии приводит к изолированному ИМ ПЖ. Однако этот феномен клинически редко распознается, скорее всего, из-за отсутствия рутинного применения правогрудных отведений и несущественного повышения уровня сердечных ферментов в крови ввиду маленькой массы пораженного миокарда ПЖ. Истинная частота изолированного ИМ ПЖ неизвестна. Вовлечение миокарда ПЖ (верхушка и/или выносящий тракт) может иметь место также при окклюзии передней межжелудочковой артерии, но оно очень редко бывает клинически значимым. ИМ нижней стенки, обусловленный окклюзией огибающей артерии, не поражает ПЖ.

Литературные данные относительно частоты ИМ ПЖ колеблются в широких пределах. По данным патологоанатомических исследований, вовлечение миокарда ПЖ имеет место при 24-90% случаев ИМ нижней стенки [6,19]. Клинические проявления ИМ ПЖ наблюдаются у 15-20%, выраженное поражение ПЖ – у 3-8% этих больных [22]. ЭхоКГ исследования показали, что у 40% больных ИМ нижней стенки вовлекается ПЖ [10]. Принято считать, что при наличии гипертрофии миокарда ПЖ более подвержен ишемизации.

ЭхоКГ ИМ ПЖ

Эхокардиографисты долгое время применяли качественный (визуальный) подход для начальной оценки глобальной и региональной функций левого желудочка (ЛЖ). Несмотря на определенные ограничения этот подход позволял диагностировать ИМ ЛЖ с высокой степенью достоверности. Более того, существует высокая корреляция между региональным нарушением сократимости стенки и локализацией коронарной окклюзии. Это основа 17-сегментной модели ЛЖ, адаптированной для ультразвукового исследования сердца [7]. Качественная оценка ЛЖ подразумевает использование множественных ЭхоКГ окон, что позволяет визуализировать каждый сегмент больше, чем в одном сечении [13,18,23]. Регистрация нарушения региональной сократимости стенки больше чем в одной проекции увеличивает достоверность диагностики региональной дисфункции.

Такой же подход может быть применен к ПЖ. ПЖ должен изучаться в множественных проекциях и только в таком случае можно оценивать функцию ПЖ. К сожалению, во многих ЭхоКГ исследованиях оценка ПЖ ограничивается четырехкамерной проекцией

из верхушки. Однако рутинное двухмерное ЭхоКГ исследование ПЖ включает указанные в таблице и рисунке проекции.

Таблица

Рекомендуемые ЭхоКГ сечения для оценки ПЖ

ЭхоКГ 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

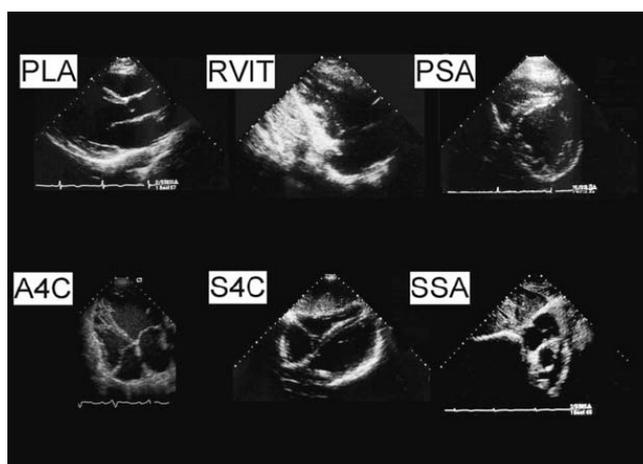


Рисунок. Стандартные сечения для двухмерной ЭхоКГ оценки ПЖ: PLA – парастернальное сечение по длинной оси, RVIT – приносящий тракт ПЖ, PSA – парастернальное сечение по короткой оси, A4C – апикальное

четырёхкамерное сечение, S4C – субкостальное четырёхкамерное сечение, SSA – субкостальное сечение по короткой оси

Сегментарный подход к ПЖ важен, особенно когда наряду с нарушением глобальной сократимости имеет место также нарушение региональной сократимости, что характерно, например, для ИМ ПЖ и аритмогенной правожелудочковой дисплазии. При этом 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.

Парастеральное сечение приносящего тракта демонстрирует переднюю и нижнюю стенки ПЖ и переднюю и заднюю створки трикуспидального клапана. Существует множество вариаций этого сечения, при котором межжелудочковая перегородка визуализируется лучше нижней стенки ПЖ. Парастеральное сечение по длинной оси показывает выносящий тракт ПЖ, тогда как парастеральное и субкостальное сечения по короткой оси – переднюю, боковую и нижнюю стенки ПЖ. Апикальное четырёхкамерное сечение демонстрирует боковую стенку, а субкостальное четырёхкамерное сечение – нижнюю стенку ПЖ. Таким образом, субкостальное четырёхкамерное сечение не идентично апикальному четырёхкамерному сечению. Сегментарный подход к ПЖ важен также потому, что объём пораженного миокарда при ИМ ПЖ зависит от уровня окклюзии правой коронарной артерии. По данным Gemayel S.Y. et al., выраженная дисфункция ПЖ (с нарушением сократимости переднего, нижнего и бокового сегментов) в подавляющем большинстве случаев обусловлена окклюзией проксимальнее первой ветви острого края [14]. При дисфункции с вовлечением переднего и нижнего сегментов окклюзия обычно располагается проксимальнее второй маргинальной ветви, тогда как при вовлечении только нижнего сегмента – проксимальнее или дистальнее третьей маргинальной ветви. При отсутствии дисфункции ПЖ обструкция обычно дистальнее третьей маргинальной ветви. Не описана изолированная дисфункция выносящего тракта ПЖ или передней, или боковой стенок. Таким образом, нижняя стенка ПЖ кровоснабжается от дистальной части системы правой коронарной артерии и поражается как при

проксимальной, так и дистальной окклюзии, тогда как передняя стенка – только при проксимальной окклюзии правой коронарной артерии. Этот факт имеет важное значение для ЭхоКГ диагностики ИМ ПЖ. Например, при ограничении ЭхоКГ исследования апикальным четырехкамерным сечением лоцируется только боковая стенка ПЖ и можно не обнаружить ИМ ПЖ, когда инфарктзависимая окклюзия располагается дистально и нарушение сократимости ограничивается нижней стенкой. Поскольку трудно лоцировать нижнюю стенку в сечениях по короткой оси, субкостальное четырехкамерное сечение приносящего тракта ПЖ обязательно для исследования ПЖ.

Количественная оценка ПЖ

Предложено несколько методов для количественной оценки глобальной функции ПЖ, однако ни один из них не пользуется широко-масштабным клиническим применением. В настоящее время применяются следующие методы двухмерной ЭхоКГ для оценки ПЖ:

1. 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:

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

где КДП – конечно-диастолическая площадь, КСП – конечно-систолическая площадь.

Нормальная величина больше 35%. ФИПС имеет хорошую корреляцию с фракцией выброса ПЖ, определенной МРТ, и имеет прогностическое значение для больных с ИМ и легочной гипертензией [4,5,32]. Основное ограничение связано с необходимостью иметь хорошее очерчивание границ эндокарда, что может быть затруднено при трабекуляции ПЖ.

2. Систолическое смещение трикуспидального кольца (ССТК) (Tricuspid annular plane systolic excursion – TAPSE): показано, что оно хороший показатель для оценки продольной функции ПЖ и показывает степень систолического движения латеральной части трехстворчатого кольца к верхушке [20]. По данным литературы, ССТК имеет хорошую корреляцию с ФВ ПЖ, определенной сцинтиграфией [21]. Его можно легко определять при апикальном четырехкамерном сечении, используя М- или двухмерный режим. При М-режиме курсор

направляется от верхушки к латеральной части трикуспидального кольца. В норме его смещение в сторону верхушки превышает 2см [27]. При остром ИМ ПЖ оно снижается и может служить маркером плохого прогноза [3,28]. По нашим данным, ССТК ≤ 14 мм при остром ИМ ЛЖ нижней локализации ассоциируется с увеличением госпитальной смертности [1]. ССТК простой при применении, но имеет свои ограничения: оценка ограничена продольной функцией свободной стенки ПЖ без учета вклада межжелудочковой перегородки и выходящего тракта ПЖ [9]. Так как на значение ССТК влияет положение трансдюсера и функциональное состояние ЛЖ, осторожность должна быть проявлена при интерпретации этого показателя у больных, прошедших процедуры, которые влияют на глобальную функцию сердца (операция сердца) [15].

3. Индекс производительности миокарда (the myocardial performance index) или индекс Tei первоначально описанный для ЛЖ может быть адаптирован также для ПЖ. Этот показатель отличается от предыдущих тем, что характеризует больше физиологические, чем структурные особенности и является параметром глобальной функции, отражающий как систолу, так и диастолу. Индекс просчитывается по следующей формуле:

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

где 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 лоцировать 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 [29]. При ИМ ПЖ индекс повышается до 0,5 и выше [8,25,26,31]. По нашим данным, высокое значение индекса

Tei ПЖ при остром ИМ ЛЖ нижней локализации ассоциируется с достоверным увеличением госпитальной смертности [2]. По данным литературы, индекс хорошо коррелирует с легочными давлениями [30]. Его можно использовать для идентификации ранней дисфункции ПЖ при ИБС и других патологиях [11,12]. Применение этого параметра ограничено в случаях, когда при нормальном ПЖ отсутствуют изоволюметрические периоды, а также при псевдонормализации индекса при повышении давления в правом предсердии [31]. Повышенное давление в правом предсердии приводит к укорочению ВИР, что в свою очередь – к снижению индекса Tei.

Осложнения ИМ ПЖ

ЭхоКГ является лучшим методом диагностики таких осложнений ИМ ПЖ, как дефект межжелудочковой перегородки, образование право-левого шунта через овальное окно вследствие повышения давления в правых отделах и дилатации левого предсердия, внутривенный тромб, разрыв свободной стенки ПЖ, трикуспидальная регургитация и легочная гипертензия.

Поступила 03.02.12

Աջ փորոքի էխոսրտագրական գնահատումը սրտամկանի սուր ինֆարկտի ժամանակ

Հ.Գ. Հայրապետյան

Նկարագրված են աջ փորոքի հետազոտման երկչափ էխոսրտագրության անհրաժեշտ հատումները և նրանցում արտացոլվող աջ փորոքի ստրուկտուրաները: Աջ փորոքի գլոբալ ֆունկցիայի քանակական գնահատման համար ներկայացված են էխոսրտագրական հետևյալ ցուցանիշները. աջ փորոքի մակերեսի փոփոխման ֆրակցիան, եռփեղկ փականի օղի սիստոլիկ էքսկուրսիան, Tei ինդեքսը: Տրված են այս ցուցանիշների որոշման մեթոդները, առավելությունները և սահմանափակումները:

Echocardiographic assessment of the right ventricle in acute myocardial infarction

H.G. Hayrapetyan

All required views of two-dimensional (2D) echocardiographic assessment of right ventricle and its inside elements are described. To evaluate in quantitative terms global functions of the right ventricle the following EchoCG parameters are reviewed: right ventricle fractional area change, tricuspid annular plane systolic excursion and Tei index. Methods of determination of above parameters as well as their advantages and limitations are discussed.

Литература

1. *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. Мед. наука Армении НАН РА, 2011, т. LI, 1, с.80-87.
2. *Айрапетян Г.Г.* Суммарный индекс Tei обоих желудочков как маркер прогноза при остром инфаркте миокарда левого желудочка нижней локализации с элевацией сегмента ST. Мед. наука Армении НАН РА, 2011, т. LI, 2, с.91-100.
3. *Alam M., Wardell J., Andersson E., Samad B.A., Nordlander R.* Right ventricular function in patients with first inferior myocardial infarction: assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity. *Am. Heart. J.*, 2000, 139:710–715.
4. *Anavekar N.S., Gerson D., Skali H., et al.* Two dimensional assessment of right ventricular function: an echocardiographic-MRI correlative study. *Echocardiography*, 2007;24:452-56
5. *Anavekar N.S., Skali H., Bourgoun M., et al.* 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; 101:607-12.
6. *Anderson H.R., Falk E., Nielsen D.* 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; 10(6):1223–1232.
7. *Cerqueira M.D., Weissman N.J., 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;105(4):539–542.
8. *Chockalingam A., Gnanavelu G., Alagesan R., Subramanian T.* Myocardial performance index in evaluation of acute right ventricular myocardial infarction. *Echocardiography*, 2004; 21:487–494.
9. *Coghlan JG, Davar J.* How should we assess right ventricular function in 2008?, *Eur. Heart J., Suppl*, 2007; 9:H22-8.
10. *D'Arcy B., Nanda N.C.* Two dimensional echocardiographic features of right ventricular infarction. *Circulation*, 1982; 65:167–173.

11. *Eidem B.W., O'Leary P.W., Tei C., Seward J.B.* Usefulness of the myocardial performance index for assessing right ventricular function in congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.*, 2000; 86:654-8.
12. *Eidem B.W., Tei C., O'Leary P.W. et al.* Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normal children and patients with Ebstein anomaly. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 1998; 11:849-56.
13. *Foale R., Nihoyannopoulos P., McKenna W. et al.* Echocardiographic measurement of the normal adult right ventricle. *Br. Heart J.*, 1986; 56:33-44.
14. *Gemayel C.Y., Fram D.B., Fowler L.A. et al.* In vivo correlation of the site of right coronary artery occlusion and echocardiographically defined right ventricular infarction. *Circulation*, 2000; 102: II-542.
15. *Giusca S., Dambrauskaite V., Scheurwegs C. et al.* Deformation imaging describes RV function better than longitudinal displacement of the tricuspid ring (TAPSE). *Heart*, 2010; doi:10.1136/hrt.2009.171728.
16. *Greil G.F., Beerbaum .P., Razavi R., Miller O.* Imaging the right ventricle: non-invasive imaging. *Heart*, 2008; 94:803-8.
17. *Herzog E., Chaudhry F.* Echocardiography in acute coronary syndrome: diagnosis treatment and prevention. 2009.
18. *Ho S.Y., Nihoyannopoulos P.* Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions. *Heart*, 2006; 92:i2-i13.
19. *Isner J.M., Roberts W.C.* 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;42(6):885 -894.
20. *Jurcut R., Giusca S., La Gerche A., et al.* The echocardiographic assessment of the right ventricle: what to do in 2010? *Eur. J. Echocardiogr.*, 2010; 11:81-96
21. *Kaul S., Tei C., Hopkins J.M., Shah P.M.* Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am. Heart. J.*, 1984; 107:526-31.
22. *Kinch J.W., Ryan T.J.* Right ventricular infarction. *N. Engl. J. Med.*, 1994; 330(17):1211-1217.
23. *Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., et al.* Recommendations for chamber quantification. *Eur. J. Echocardiogr.*, 2006; 7:79-108.
24. [Lindqvist P.](#), [Calcuttea A.](#), [Henein M.](#) Echocardiography in the assessment of right heart function [Eur. J. Echocardiogr.](#), 2008 Mar;9(2):225-34.
25. [Müller J.](#), [Sündergaard E.](#), [Poulsen S.H.](#), et al. Serial Doppler echocardiographic assessment of left and right ventricular performance after a first myocardial infarction. [J. Am. Soc. Echocardiogr.](#), 2001, Apr;14(4):249-55.
26. [Ramzy I.](#), [O'Sullivan C.](#), [Lam Y.](#), et al. Right ventricular stunning in inferior myocardial infarction. [Int. J. Cardiol.](#), 2009 Aug 21; 136(3):294-9.
27. *Ryding A.* Essential echocardiography. 2010.
28. *Samad B.A., Alam M., Jensen-Urstad K.* Prognostic impact of right ventricular involvement as assessed by tricuspid annular motion in patients with acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, 2002; 90(7):778-781.
29. *Tei C., Dujardin K.S., Hodge D.O., et al.* Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 1996;9:838-47.
30. *Vonk M.C., Sander M.H., van den Hoogen F.H., et al.* 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.*, 2006. July 14 [Epub ahead of print].

31. *Yoshifuku S., Otsuji Y., Takasaki K., et al.* Pseudonormalized Doppler total ejection isovolume (Tei) index in patients with right ventricular acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, 2003; 91:527-31.
32. *Zornoff L.A.M., Skali H., Pfeffer M.A. et al.* Right ventricular dysfunction and risk of heart failure and mortality after myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2002; 39:1450-5.