

Возможности тканевой доплер-эхокардиографии в оценке функционального состояния левого желудочка при артериальной гипертензии (по материалам XXII-XXV конгрессов Европейского общества кардиологов)

А.Б. Хадзегова, С.В. Иванова, Н.И. Герасимова, В.А. Сергеев, М.В. Копелева

Московский государственный медико-стоматологический университет. Москва, Россия

Tissue Doppler echocardiography: left ventricular function assessment in arterial hypertension (materials of XXII-XXV ESC Congresses)

A.B. Khadzegova, S.V. Ivanova, N.I. Gerasimova, V.A. Sergeev, M.V. Kopeleva

Moscow State Medico-Stomatological University. Moscow, Russia

Тканевая доплер-эхокардиография (ТДЭхоКГ) – новое перспективное направление в неинвазивной оценке систолической и диастолической функций левого желудочка (ЛЖ) при различных патологических состояниях сердца. По данным зарубежных авторов, представленным на последних конгрессах Европейского общества кардиологов, ТДЭхоКГ, в отличие от стандартной ДЭхоКГ трансмитрального кровотока, позволяет получить более чувствительные параметры сократительной функции миокарда, дифференцировать физиологическую и патологическую гипертрофии ЛЖ, а также обнаружить псевдонормализацию трансмитрального профиля на фоне скрытой диастолической дисфункции у больных артериальной гипертензией.

Ключевые слова: диастолическая дисфункция, артериальная гипертензия, тканевая доплер-эхокардиография.

Tissue Doppler echocardiography (TDEchoCG) is a new, promising method for non-invasive assessment of left ventricular (LV) systolic and diastolic function in various heart diseases. According to international data presented at recent European Society of Cardiology Congresses, TDEchoCG, in contrast with standard transmitral blood flow Doppler EchoCG, is more sensitive in assessment myocardial contractility, to differentiate physiological and pathological LV hypertrophy, to diagnose transmitral profile pseudo-normalization in arterial hypertension patients with asymptomatic diastolic dysfunction.

Key words: Diastolic dysfunction, arterial hypertension, tissue Doppler echocardiography.

Несмотря на большую распространенность артериальной гипертензии (АГ) вопросы, касающиеся оценки функционального состояния левого желудочка (ЛЖ) все еще далеки от разрешения. Данные литературы о влиянии артериального давления (АД) на показатели диастолической функции ЛЖ противоречивы, что вызвано ограничениями неинвазивных методов ее оценки, в частности, доплер-эхокардиографии (ДЭхоКГ) трансмитрального кровотока и кровотока в легочных венах. В последние годы появился новый, перспективный метод неинвазивной, количественной оцен-

ки глобальной и сегментарной функций миокарда – тканевая ДЭхоКГ (ТДЭхоКГ).

Метод ТДЭхоКГ основан на обработке высокоамплитудного, низкочастотного доплер-сигнала от движущихся структур сердца – клапанного аппарата, сосочковых мышц, стенок желудочков и предсердий. ТДЭхоКГ проводится в импульсном режиме, в режиме одномерного (M-mode) и двухмерного цветного доплеровского картирования, а также анализа деформации (strain) и скорости деформации (strain rate) миокарда. Этой, далеко еще не рутинной, методике оценки функционального

© Коллектив авторов, 2004

e-mail: gerat96@rol.ru

Тел.: (095) 126 44 41

состояния ЛЖ, посвящены работы, представленные в этом обзоре.

При сравнительной оценке возможности ДЭхоКГ трансмитрального кровотока и митрального кольца в диагностике диастолической дисфункции ЛЖ у больных АГ без гипертрофии ЛЖ (ГЛЖ) ДЭхоКГ трансмитрального кровотока не выявляла нарушений диастолической функции ЛЖ. По данным ТДЭхоКГ соотношение ранней и поздней диастолических скоростей было нарушено, что позволило признать ТДЭхоКГ в импульсном режиме более чувствительным методом в диагностике диастолической дисфункции ЛЖ [1].

Известно, что нарушенная релаксация может быть замаскирована повышенным давлением наполнения ЛЖ, приводя к псевдонормализации митрального потока. Это создает значительные трудности в дифференциации нормального, трансмитрального, диастолического спектра от псевдонормального. С целью уточнения возможности ТДЭхоКГ в неинвазивной диагностике псевдонормализации трансмитрального кровотока были обследованы 83 пациента с «нормальной» формой трансмитрального спектра [2]. Для диагностики диастолической дисфункции ЛЖ определялись пиковые трансмитральные скорости (Е, А) в покое и во время пробы Вальсальвы (Е_v, А_v), скорость диастолического заполнения ЛЖ (V_p) в режиме цветного доплеровского картирования, а также ранняя пиковая диастолическая скорость от латерального сегмента митрального кольца (Е_a), пиковый диастолический градиент миокардиальной скорости от заднебазальной стенки ЛЖ (MVG) и время релаксации миокарда по данным ТДЭхоКГ. Критериями псевдонормализации были соотношение Е/А > 1 и увеличение (> 14 мм рт.ст.) конечного диастолического давления в ЛЖ, определяемое инвазивно. Из 83 обследованных пациентов у 46 был обнаружен псевдонормальный тип диастолической дисфункции ЛЖ. При этом самым чувствительным маркером повышенного давления наполнения ЛЖ оказался MVG ($r=0,45$; $p<0,01$), тогда как время релаксации миокарда и индексы Е/V_p, Е/Е_a являются более быстрыми и надежными показателями псевдонормализации трансмитрального кровотока, чем проба Вальсальвы.

С внедрением ТДЭхоКГ появились данные о значимости нового показателя диастолической функции ЛЖ. Для оценки давления наполнения ЛЖ предложено использовать отношение трансмитрального пика раннего наполнения (Е) к ранней диастолической скорости митрального кольца (Е_a) в режиме импульсно-волновой ТДЭхоКГ. При оценке диастолической функции ЛЖ у здоровых субъектов, пациентов с АГ «белого халата» и больных АГ обнаружено, что показатели трансмитрального кровотока (Е, А, Е/А) в анализируемых группах не имеют достоверных отличий, и только интегральное отношение Е/Е_a выше у больных АГ — $5,7 \pm 1,3$ см/с vs $4,7 \pm 0,95$

см/с у пациентов с АГ «белого халата»; $p<0,03$ [3]. Подобной точки зрения придерживаются и другие исследователи [4]. По их данным давление наполнения ЛЖ в основном определяется эластичностью системных артерий, которая из всех параметров диастолической функции ЛЖ достоверно коррелирует только с величиной Е/Е_a ($r=-0,44$; $p=0,005$).

У 136 больных определяли предельные значения ранней диастолической волны, измеренной в септальном, латеральном, нижнем и переднем сегментах митрального кольца [5]. Скорость ранней диастолической волны в септальном сегменте составила $0,09 \text{ms}^{-1}$, латеральном — $0,12 \text{ms}^{-1}$, нижнем — $0,10 \text{ms}^{-1}$, переднем — $0,11 \text{ms}^{-1}$. Следовательно, по данным ТДЭхоКГ между скоростями движения сегментов ЛЖ на разных участках митрального кольца существуют значительные различия: самая низкая скорость ранней диастолической волны определяется в септальном сегменте митрального кольца, самая высокая — в латеральном.

Оценивали диастолическую функцию отдельно продольных и циркулярных волокон ЛЖ у больных АГ и сопутствующей ИБС в анамнезе [6]. Согласно полученным данным отношение ранней и поздней диастолических скоростей (Е_m/А_m) продольных и циркулярных волокон миокарда достоверно коррелирует со степенью стеноза соответствующей коронарной артерии, тогда как толщина гипертрофированных сегментов — только с Е_m/А_m циркулярных волокон. Это позволило сделать важный вывод: по данным ТДЭхоКГ диастолическая функция циркулярных волокон ухудшается вследствие ишемии и гипертрофии, продольных волокон — только ишемии, поскольку субэндокардиальные и субэпикардиальные слои миокарда находятся в наиболее неблагоприятных условиях коронарного кровоснабжения.

При АГ интерес к изучению диастолической функции ЛЖ обусловлен возможностью развития диастолической сердечной недостаточности (СН). Увеличение жесткости сосудов является основной причиной прогрессирования гипертонического сердца с развитием диастолической СН [4]. При этом эластичность системных артерий служит показателем функционального состояния ЛЖ и наиболее тесно связана с ранней диастолической скоростью ($r=0,46$; $p=0,004$), отношением Е/Е_m ($r=-0,44$; $p=0,005$) и систолической скоростью миокарда ЛЖ ($r=0,41$; $p=0,01$) по данным ТДЭхоКГ, а также с величиной систолического АД (САД) ($r=-0,70$; $p<0,01$) и возрастом больных ($r=-0,40$; $p=0,01$). При отсутствии нарушений диастолической функции ЛЖ эластичность системных артерий у больных АГ лучше коррелирует с систолической нагрузкой на миокард, уровнем предсердного натрий-уретического пептида и толерантностью к физической нагрузке (ФН).

Исследованию показателей ТДЭхоКГ при физиологической и патологической гипертрофии ЛЖ (ГЛЖ) посвящена работа [7]. Показано, что патологическая ГЛЖ характеризуется более низкими зна-

чениями пиковой систолической и ранней диастолической скоростей, соотношения E_m/A_m , а также увеличением времени релаксации миокарда. При этом у спортсменов наблюдается прямая корреляционная связь ранней диастолической скорости с конечным диастолическим размером ЛЖ ($\beta=0,59$, $p<0,01$), у больных АГ – между ранней диастолической скоростью и нагрузкой на миокард ЛЖ в конце систолы ($\beta=0,60$, $p<0,01$). У больных АГ увеличение постнагрузки приводит к нарушению диастолической функции ЛЖ, тогда как у спортсменов увеличение преднагрузки является компенсаторным.

При обследовании 28 спортсменов с различными протоколами тренировок было показано, что ТДЭхоКГ может идентифицировать различные механизмы, лежащие в основе ГЛЖ [8]. У спортсменов с динамическими нагрузками отмечаются более высокие значения пиковых систолической и диастолической скоростей, а также отношения E_m/A_m . При этом корреляционная взаимосвязь между ранним диастолическим пиком и конечным диастолическим объемом ЛЖ ($\beta=0,69$, $p<0,001$) при динамических нагрузках и между ранним систолическим пиком и суммарной толщиной стенок ($\beta=0,82$, $p<0,005$) при статических нагрузках свидетельствует о том, что увеличение преднагрузки способствует росту скорости раннего диастолического наполнения, тогда как увеличение толщины стенок – регионарной систолической функции миокарда ЛЖ.

У 74 больных проанализировали предикторное значение показателей ТДЭхоКГ в отношении ранней диагностики патологической ГЛЖ [9]. Чувствительность и специфичность времени изоволюметрического сокращения для заднебоковой стенки ЛЖ составили 70% и 78% соответственно, времени изоволюметрического расслабления для латеральной стенки митрального кольца – 75% и 80% соответственно, времени изоволюметрического сокращения для латеральной стенки трикуспидального кольца – 75% и 80% соответственно. При учете всех трех показателей, чувствительность ТДЭхоКГ в диагностике патологической ГЛЖ составила 93% , специфичность – 80%.

Для оценки функционального состояния ЛЖ использовали модифицированный Te_i индекс, полученный в режиме импульсно-волновой ТДЭхоКГ [10]. Индекс определялся как отношение разницы продолжительности интервала А-Е и систолической волны к длительности систолической волны. По сравнению с контрольной группой Te_i индекс значительно ($p<0,0001$) выше у больных АГ ($0,51\pm 0,17$ vs $0,33\pm 0,05$) независимо от массы миокарда ЛЖ, хотя ГЛЖ сопровождается более выраженным увеличением этого показателя. С учетом полученных данных пришли к выводу, что модифицированный Te_i индекс ухудшается при АГ еще до развития ГЛЖ и может служить ранним маркером систолической и диастолической дисфункций ЛЖ.

Количественная оценка скорости деформации миокарда является новой методикой, позволяющей получить в рамках ТДЭхоКГ достоверную информацию о сократимости миокарда ЛЖ.

Оценивали сегментарную систолическую функцию миокарда в режиме импульсной ТДЭхоКГ и результаты анализа скорости деформации миокарда в сравнении с эталонным методом магнитно-ядерного резонанса [11]. Результаты исследования свидетельствуют о том, что пиковые систолические скорости значительно увеличиваются от апикальных к базальным сегментам ЛЖ ($p<0,001$), в то время как скорость деформации миокарда, полученная различными методами, в наибольшей степени отражает истинную сократимость миокарда.

При обследовании 33 больных АГ с ГЛЖ, независимо от состояния диастолической функции ЛЖ, обнаружены более низкие, по сравнению с контрольной группой, показатели скорости деформации миокарда, свидетельствующие о систолической дисфункции ЛЖ [12]. По мнению авторов, уменьшение скорости деформации миокарда может служить ранним маркером гипертонического сердца.

ТДЭхоКГ может использоваться для оценки не только регионарной, но и глобальной систолической функции ЛЖ. Определяя действие ударного объема (УО) на скорости митрального кольца, обследовали пациентов с высоким ($>45\text{мл/м}^2$) и низким ($<25\text{мл/м}^2$) УО, индексированным к площади поверхности тела [13]. Полученные данные свидетельствуют о том, что УО воздействует на систолическую ($r=0,72$; $p<0,001$), раннюю ($r=0,75$; $p<0,001$) и позднюю ($r=0,40$; $p<0,01$) диастолические скорости митрального кольца, что необходимо учитывать при выполнении ТДЭхоКГ. Ранняя диастолическая скорость определяется характером наполнения ЛЖ [5]. Любое нарушение диастолической функции ЛЖ сопровождается снижением скорости ранней диастолической волны.

Интерес представляет исследование [14], в котором представлена экспериментальная модель, позволяющая изучить динамику наполнения ЛЖ по скорости движения левого предсердия (V_p) в М-режиме цветной ТДЭхоКГ. Показано, что V_p снижается ($p<0,05$) с уменьшением эластичности и нарушением процессов активной релаксации ЛЖ. Однако в пределах диапазонов давления, использованных во время эксперимента (6-12 мм рт.ст.), значительного влияния левого предсердия на динамику наполнения ЛЖ продемонстрировано не было.

Таким образом, показатели ТДЭхоКГ признаны более чувствительными индикаторами функционального состояния миокарда, чем данные стандартной ДЭхоКГ. ТДЭхоКГ позволяет исследовать регионарную функцию ЛЖ, диагностировать физиологическую и патологическую ГЛЖ, скрытую диастолическую дисфункцию ЛЖ еще до развития ГЛЖ, достоверно дифференцировать

псевдонормализацию трансмитрального профиля, а также оценивать давление наполнения ЛЖ. При помощи ТДЭхоКГ можно анализировать диастолическую и систолическую функции ле-

вого предсердия. С появлением метода ТДЭхоКГ возобновился интерес к изучению диастолической функции ЛЖ при различных патологических состояниях сердца.

Литература

1. Laradogitia E, Velasco S, Alarcon JA, et al. Evaluation of left ventricular relaxation abnormalities by Doppler tissue imaging in hypertensive patients. *Eur Heart J* 2001; 22(abstr.): 339.
2. Poerner T, Goebel B, Wolpert C, et al. Detection of a pseudonormal mitral inflow pattern using Doppler myocardial imaging. *Eur Heart J* 2002; 23(abstr.): 676.
3. Koutroulis G, Liosis K, Dawson D, et al. Evaluation of diastolic function of the left ventricle in white coat hypertension patients using tissue Doppler imaging. *Eur Heart J* 2002; 23(abstr.): 677.
4. Mottram PM, Haluska BA, Leano R, et al. Ventricular-arterial interaction in diastolic heart failure: relationship of arterial compliance with cardiac function, haemodynamics and workload. *Eur Heart J* 2003; 24(abstr.): 351.
5. Palek T, Linhart A, Aschermann M. Pulsed-wave Doppler echocardiography of various corners of mitral annulus in assessment of left ventricular diastolic function. *Eur Heart J* 2002; 23(abstr.): 677.
6. Kranidis A, Koulouris S, Filippatos G, et al. Assessment of regional functional left ventricular longitudinal and circumferential fibers by Doppler tissue imaging in patients with angina and hypertension. *Eur Heart J* 2001; 22(abstr.): 594.
7. Galderisi M, Caso P, D'Andrea A, et al. Pulsed tissue Doppler distinguishes physiologic from hypertensive determined left ventricular hypertrophy. *Eur Heart J* 2000; 21(abstr.): 485.
8. D'Andrea A, Caso P, Galderisi M, et al. Effects of different training protocol on left ventricular myocardial function in competitive athletes: a tissue Doppler study. *Eur Heart J* 2001; 22(abstr.): 344.
9. Almeria C, Zamorano J, Moreno R, et al. Usefulness of Doppler tissue imaging in the differentiation between physiologic and pathologic left ventricular hypertrophy. *Eur Heart J* 2001; 22(abstr.): 593.
10. Sezai Y, Kurtoglu N, Keser N, et al. Evaluation of left-ventricular function with modified TEI index in patients with essential hypertension. *Eur Heart J* 2003; 24(abstr.): 312.
11. Edvardsen T, Gerber B, Garot J, et al. Strain rate and strain measurements are more direct measures of LV regional function than Doppler velocities. *Eur Heart J* 2001; 22(abstr.): 584.
12. Satoshi Y, Short L, Marwick T. Can ultrasound tissue characterization and strain imaging detect myocardial abnormalities in hypertensive patients with and without left ventricular filling disturbance? *Eur Heart J* 2001; 22(abstr.): 345.
13. C.Bruch, M. Grude, R. Gradaus et al. Impact of stroke volume on mitral annular velocities derived from tissue Doppler imaging. *Eur Heart J* 2003; 24(abstr.): 105.
14. De Mey S, De Sutter J, Vandervoort PM, et al. A new model for the experimental validation of left ventricular filling with color Doppler M-mode. *Eur Heart J* 2000; 21(abstr.): 108.

Поступила 03/02-2004