

Эхокардиографическая оценка деформации миокарда левого желудочка методом автоматического функционального изображения у больных гипертонической болезнью

М.Н.Алехин, Л.В.Зверева, Т.Ю.Полякова

ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД Президента РФ

Использован новый метод автоматического функционального изображения для оценки максимальной систолической продольной деформации миокарда ЛЖ у пациентов, страдающих гипертонической болезнью (ГБ) и имеющих нормальные значения фракции выброса левого желудочка (ЛЖ). Сопоставлены значения максимальной систолической продольной деформации у 31 больного ГБ с контрольной группой из 17 здоровых лиц. У больных ГБ показатели глобальной систолической максимальной деформации миокарда ЛЖ снижены, несмотря на нормальную фракцию выброса ЛЖ. Обнаружена достоверная корреляция показателей глобальной максимальной деформации миокарда ЛЖ в систолу с массой миокарда ЛЖ ($r=0,46$, $p<0,001$).

Ключевые слова. эхокардиография, деформация миокарда, гипертоническая болезнь, левый желудочек, автоматическое функциональное изображение.

A new technique for automatic functional imaging was used for assessing a maximal systolic longitudinal deformation of the myocardium in patients suffering from hypertensive disease (HD) and having normal values of left ventricular ejection fraction. Maximal values of systolic longitudinal deformation in 31 hypertensive patient were compared with that in 17 healthy individuals (a control group). In patients with normal ejection fraction the parameters of global systolic maximal deformation of the myocardium were decreased despite a normal ejection fraction of the left ventricle (LV). A reliable correlation between parameters of global maximal deformation of LV myocardium into the systole and myocardial mass ($r = 0.46$, $p < 0.001$) has been found out.

Key words. echocardiography, myocardial deformation, hypertensive disease, left ventricle, automatic functional imaging.

Автоматическое функциональное изображение (АФИ) — это относительно новый метод в эхокардиографии, позволяющий количественно оценить степень изменения длины, или деформацию миокарда во время сердечного цикла, и, соответственно, дать характеристику механической функции миокарда. Метод основан на двухмерном серошкальном стрейне (2D стрейн) и в отличие от тканевого доплера и смежных с ним методик, не зависит от угла сканирования. В основе метода лежит отслеживание движения эхогенных участков миокарда и оценка общей интерференционной картины в пределах ультразвукового окна. Двухмерное изображение миокарда состоит из множества различных по эхогенности участков, образующих характерную «пятнистость», и обладающих уникальными или практически уникальными ультразвуковыми характеристиками, позволяющими дифференцировать отдельные сегменты левого желудочка (ЛЖ) между собой. В основе 2D стрейна лежит алгоритм, отслеживающий движение каждого отдельного эхогенного пятна на протяжении всего сердечного цикла, что позволяет оценить направление и скорость движения сегментов миокарда, включающих в себя анализируемые пятна.

Деформация миокарда, особенно в продольном направлении, меняется при ряде патологических состояний и нередко, это происходит до момента наступления нарушений систолической функции ЛЖ и снижения его фракции выброса [1, 2, 3]. Это наблюдается и у больных

артериальной гипертензией по данным доплеровской визуализации тканей и по результатам двухмерного серошкального стрейна [4, 5]. Однако, в доступной нам литературе нам не удалось найти работ, в которых использовался метод АФИ для оценки продольной систолической деформации миокарда ЛЖ у больных гипертонической болезнью (ГБ).

Целью нашей работы была оценка выполняемости метода АФИ и определение значений максимальной систолической деформации миокарда ЛЖ у пациентов страдающих ГБ и имеющих нормальные значения фракции выброса ЛЖ.

Материал и методы

В исследование включен 31 больной, страдающий ГБ 1–3 стадии, степень артериальной гипертензии I–II (17 мужчин и 14 женщин, средний возраст 64 ± 11 лет), направленных на эхокардиографическое обследование. Все пациенты находились на гипотензивной терапии в момент обследования. Наряду с ГБ у 22 больных имела место ишемическая болезнь сердца со стенокардией напряжения I–II ФК, из которых 6 пациентов перенесли ранее инфаркты миокарда. Сахарным диабетом II типа страдали 6 человек. У всех больных систолическая функция ЛЖ была нормальной и клинические признаки сердечной недостаточности на момент обследования отсутствовали.

Критерии включения пациентов в исследование были следующими:

1) нормальные значения фракции выброса ЛЖ (фракция выброса составляла 60% и выше), рассчитанные методом дисков, при текущем эхокардиографическом исследовании,

2) выполненный расчет деформации миокарда ЛЖ методом АФИ.

Критерии исключения: больные с неоптимальной визуализацией сердца при ЭхоКГ исследовании; пациенты с нарушениями ритма и проводимости (мерцательная аритмия, частая экстрасистолия, атрио-вентрикулярные блокады II–III степени, выраженная синусовая аритмия); пациенты с выраженным поражением клапанного аппарата сердца (выраженная недостаточность (4-й степени) и стенозы клапанов).

Группа сравнения включала в себя 17 практически здоровых взрослых лиц (12 мужчин и 5 женщин, средний возраст 33 ± 13 лет). Обследованные лица не предъявляли жалоб, не имели «кардиологического анамнеза», хронических и системных заболеваний, не употребляли медикаментов, не курили. Все имели нормальные биохимические показатели крови (глюкоза, липидный спектр), нормальное артериальное давление. На электрокардиограмме у всех был зарегистрирован синусовый ритм, патологических изменений выявлено не было.

Трансторакальная ЭхоКГ проводилась всем пациентам по стандартной методике (В-режим, М-режим, импульсно-волновая, непрерывно-волновая и цветовая доплерЭхоКГ), в положении пациентов на левом боку. Все ЭхоКГ исследования были выполнены на ультразвуковом сканере GE Vivid7 Dimension (GE Medical Systems, Horten, Norway), используя М4S (1.5–4.3 МГц) матричный датчик. Двухмерная ЭхоКГ и доплер-ЭхоКГ выполнялись по стандартной методике в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии [6].

Для количественной оценки общей сократимости ЛЖ у всех пациентов в двухмерном режиме регистрировалась кинопетля из верхушечного доступа в позиции на 4-е камеры, которая использовалась для расчетов диастолического и систолического объемов ЛЖ методом дисков для одноплановой модели (модифицированный алгоритм Симпсона). Расчет объемов ЛЖ проводился в конце диастолы для конечного диастолического объема и в конце систолы для конечного систолического объема, соответственно фазам сердечного цикла на мониторном отведении ЭКГ. Трассировка эндокарда проводилась по границе эндокарда с кровью, обводя контуры по поверхности эндокарда. Фракция выброса ЛЖ рассчитывалась как отношение изменения объема ЛЖ к диастолическому объему в процентах по формуле:

$$\text{Фракция выброса ЛЖ} = (\text{КДО} - \text{КСО}) / \text{КДО} \times 100\%,$$

где КДО — конечный диастолический объем ЛЖ, КСО — конечный систолический объем ЛЖ. Масса миокарда ЛЖ рассчитывалась на основании его длины и толщины по длинной оси из парастернального доступа по формуле «Penn-Cube»:

$$1,04 \{ [\text{КДР} + \text{ТМЖП} + \text{ТЗСЛЖ}]^3 - \text{КДР}^3 \} + 0,6,$$

где КДР — конечный диастолический размер ЛЖ, ТМЖП — толщина межжелудочковой перегородки в диастолу, ТЗСЛЖ — толщина задней стенки левого желудочка в диастолу.

Всем больным и пациентам группы сравнения выполняли расчет деформации миокарда ЛЖ методом АФИ. Выполнялась запись цифровой кинопетли в верхушечных позициях на 4 камеры, на 2 камеры и по длинной оси. Регистрация данных проводилась при одной и той же частоте сердечных сокращений. Для получения оптимального результата двухмерное гармоническое изображение регистрировали с частотой кадров 70–100 в секунду. Дальнейший анализ проводился на основе выбранных врачом опорных точек для оконтуривания миокарда ЛЖ и расчета показателей деформации миокарда в каждой из 3 позиций, следуя инструкциям программы, появляющимся на экране. Начало комплекса QRS ЭКГ считалось началом систолы. Адекватность выполненной обводки проверялась в режиме реального времени. Система автоматически генерировала контур с указанием неадекватных для выполнения анализа сегментов. По результатам анализа рассчитывали максимальные значения деформации миокарда для каждого из 17 сегментов ЛЖ, средние значения максимальной деформации для каждой из 3 верхушечных позиций и среднее значение деформации для всего ЛЖ.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0 for Windows. Данные представляли в виде средних значений \pm стандартное отклонение. Достоверность различий средних величин определяли по парному критерию t Стьюдента или по критерию Вилкоксона, в зависимости от того подчинялся количественный признак нормальному распределению или нет. Корреляционный анализ выполняли с использованием коэффициента линейной корреляции Пирсона. Уровень значимости р составлял 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Мы проанализировали частоту адекватного выполнения анализа деформации миокарда ЛЖ методом АФИ в сегментах миокарда ЛЖ. По результатам анализа пригодными для расчета максимальных значений деформации миокарда оказались 776 (95%) сегментов ЛЖ из 816. Частота и доля непригодных для анализа деформации сегментов миокарда ЛЖ представлена в табл. 1.

Как представлено в табл. 1, с наибольшей частотой непригодными для анализа деформации оказались базальные передние и боковые сегменты и верхушечные сегменты. Однако частота непригодных для анализа деформации сегментов была относительно небольшой (максимально в 17% случаев для передне-бокового сегмента) и все же позволяла провести анализ деформации миокарда как для отдельных позиций, так и в целом для ЛЖ.

В табл. 2 представлены результаты сравнения эхокардиографических показателей между 2 группами.

Как представлено в табл. 2 в группе больных с ГБ имели место ожидаемые большее значение ММЛЖ, достоверно большие размер и объем левого предсердия и отсутствовали различия фракции выброса ЛЖ. Глобальная максимальная деформация миокарда ЛЖ оказалась достоверно меньше как для всего ЛЖ, так и в позициях на 2 камеры и по длинной оси.

В результате проведенного корреляционного анализа была выявлена достоверная корреляционная связь глобальной максимальной деформации миокарда ЛЖ в

Таблица 1

Количество и процент непригодных для анализа деформации сегментов миокарда

Сегменты ЛЖ	Количество	Процент
базальный передне-перегородочный	0	0
базальный передний	7	15
базальный передне-боковой	8	17
базальный задне-боковой	6	13
базальный задний	1	2
базальный задне-перегородочный	0	0
средний передне-перегородочный	0	0
средний передний	2	4
средний передне-боковой	0	0
средний задне-боковой	1	2
средний задний	0	0
средний задне-перегородочный	0	0
верушечный перегородочный	3	6
верушечный передний	5	11
верушечный боковой	3	6
верушечный задний	3	6
верушечный	1	2

систолю с массой миокарда ЛЖ ($r=0,46$, $p<0,001$), с толщиной стенок ЛЖ ($r=0,47$, $p<0,001$) с размером ($r=0,45$, $p<0,01$) и объемом левого предсердия ($r=0,38$, $p<0,01$).

По нашим данным анализ деформации миокарда ЛЖ методом АФИ удалось выполнить в 95% зарегистрированных сегментов миокарда у пациентов с оптимальной визуализацией ЛЖ. То есть даже при оптимальной визуализации небольшое количество сегментов миокарда может оказаться непригодным для анализа деформации, однако, это все равно позволяет выполнить анализ деформации миокарда как для отдельных позиций, так и в целом для ЛЖ. Таким образом, анализ деформации миокарда ЛЖ методом АФИ может быть использован в рутинной клинической практике.

В анализируемой нами группе больных ГБ глобальная продольная деформация миокарда ЛЖ была снижена по сравнению с контрольной группой. По данным литературы продольная деформация миокарда ЛЖ уменьшается у больных артериальной гипертензией, что обусловлено изменениями коллагена, содержащегося в миокарде [5]. Ранее это было показано только для глобальной продольной деформации миокарда ЛЖ в позиции на 4 камеры [5]. S.J.Kang и соавт. [5] использовали только одну позицию на 4 камеры для характеристики глобальной продольной деформации миокарда ЛЖ. По нашим данным у больных ГБ глобальная продольная деформация оказалась достоверно меньше соответствующих показателей в контрольной группе как в целом для ЛЖ ($-19,5\pm 2,3\%$ по сравнению с $-21,5\pm 2,2\%$, $p<0,01$), так и

Таблица 2

Эхокардиографические показатели обследованных групп здоровых лиц и больных ГБ (M±s)

Показатели	Здоровые лица (n=17)	Больные ГБ (n=31)	p
Возраст (лет)	33±13	65±11	< 0,001
ЧСС (уд./мин.)	67±9	61±10	нд
Масса миокарда ЛЖ, г	139±48	219±61	<0,001
Фракция выброса ЛЖ, %	62±3	62±3	нд
КДД ЛЖ, мм	4,7±0,4	4,9±0,4	нд
КДО ЛЖ, мл	89±10	83±18	нд
Переднее-задний размер ЛП, см	3,0±0,4	3,7±0,4	<0,001
Объем ЛП, мл	40±11	55±14	<0,001
Объем ПП, мл	39±11	44±13	нд
ГМДМЛЖ LAX, %	-21,3±1,9	-18,8±3,6	<0,05
ГМДМЛЖ A4C, %	-20,6±2,9	-19,3±2,8	нд
ГМДМЛЖ A2C, %	-22,5±3,0	-20,3±3,0	<0,05
ГМДМЛЖ, %	-21,5±2,2	-19,5±2,3	<0,01

Примечание. КДД – конечный диастолический диаметр, КДО – конечный диастолический объем, ЛП – левое предсердие, ПП – правое предсердие, ГМДМЛЖ – глобальная максимальная деформация миокарда ЛЖ, LAX – верушечная позиция продольной оси ЛЖ, A4C – верушечная позиция на 4 камеры, A2C – верушечная позиция на 2 камеры.

для позиций на 2 камеры ($-20,3\pm 3,0\%$ по сравнению с $-22,5\pm 3,0\%$, $p<0,05$) и по длинной оси ($-18,8\pm 3,6\%$ по сравнению с $-21,3\pm 1,9\%$, $p<0,05$). В нашем исследовании глобальная продольная деформация миокарда ЛЖ в позиции на 4 камеры у больных ГБ также оказалась меньше по сравнению с контрольной группой, хотя и не достигала достоверных различий ($-19,3\pm 2,8\%$ по сравнению с $-20,6\pm 2,9\%$, $p>0,05$).

Ограничением нашего исследования может быть тот факт, что контрольная и основная группы не были сопоставимы по возрасту обследованных. В связи с этим следует указать на два обстоятельства. Во-первых, по данным T.T.Phan и соавт. продольная систолическая деформация миокарда ЛЖ не зависит от возраста [7]. Во-вторых, нами была обнаружена достоверная корреляция показателей глобальной максимальной деформации миокарда ЛЖ в систолу с массой миокарда ЛЖ ($r=0,32$, $p<0,05$). Эти обстоятельства указывают на то, что снижение глобальной максимальной деформации миокарда ЛЖ обусловлено гипертрофией ЛЖ, а не различным возрастом обследованных нами пациентов.

Выводы

У пациентов с оптимальной визуализацией сердца при эхокардиографическом исследовании анализ деформации миокарда левого желудочка методом автоматического функционального изображения удается выполнить в 95% зарегистрированных сегментов миокарда.

У больных гипертонической болезнью с нормальной фракцией выброса левого желудочка регистрируется

снижение показателей глобальной систолической максимальной деформации миокарда левого желудочка.

Снижение показателей глобальной систолической максимальной деформации миокарда левого желудочка у больных гипертонической болезнью обусловлено гипертрофией миокарда левого желудочка.

Литература

1. Choi J.O., Cho S.W., Song Y.B. et al. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr.* — 2009. — Vol. 10. — P. 695–701.

2. Carasso S., Yang H., Woo A. et al. Systolic myocardial mechanics in hypertrophic cardiomyopathy: novel concepts and implications for clinical status. *JAmSoc Echocardiogr.* — 2008. — Vol. 21. — P. 675–683.

3. Nakai H., Takeuchi M., Nishikage T., Lang RM., Otsuji Y. Subclinical left ventricular dysfunction in asymptomatic diabetic patients assessed by two-dimensional speckle tracking

echocardiography: correlation with diabetic duration. Eur J Echocardiogr. — 2009. — Vol. 10. — P. 926–932.

4. Chen J., Cao T., Duan Y., Yuan L., Wang Z. Velocity vector imaging in assessing myocardial systolic function of hypertensive patients with left ventricular hypertrophy. *Can J Cardiol.* — 2007. — Vol. 23. — P. 957–961.

5. Kang S.J., Lim H.S., Choi B.J. et al. Longitudinal strain and torsion assessed by two-dimensional speckle tracking correlate with the serum level of tissue inhibitor of matrix metalloproteinase-1, a marker of myocardial fibrosis, in patients with hypertension. *J Am Soc Echocardiogr.* — 2008. — Vol. 21. — P. 907–911.

6. Schiller N.B., Shah P.M., Crawford M. et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiography.* — 1989. Vol. 2. — P. 358–367.

7. Phan T.T., Shivu G.N., Abozguia K. et al. Left ventricular torsion and strain patterns in heart failure with normal ejection fraction are similar to age-related changes. *European Journal of Echocardiography.* — 2009. — Vol. 10. — P. 793–800.

Визуальная ультразвуковая диагностика развивающейся тромбоэмболии легочной артерии

Д.А. Авилов, Г.Е. Гогин, М.Г. Ерохина, М.Н. Алехин

ФГУ "Центральная Клиническая больница с поликлиникой" УД Президента РФ

Приводится описание клинического случая диагностики тромбоэмболии легочной артерии у пациента с тромбозом глубоких вен обеих нижних конечностей. Впервые представлена динамика визуальных ультразвуковых данных, свидетельствующая о кратковременной задержке крупного тромбоза в правых отделах сердца с последующей его миграцией в легочную артерию, что было немедленно подтверждено результатами ангиопульмонографии. Учитывая кратковременность самого эмболического события, полученные данные свидетельствуют о возможности значительных изменений эхокардиографической картины за короткий промежуток времени у пациентов с развивающейся массивной тромбоэмболией легочной артерии.

Ключевые слова: тромбоэмболия легочной артерии, инструментальная диагностика, эхокардиография, цветное дуплексное сканирование, тромбоз глубоких вен, миграция тромбоза, правое предсердие.

A clinical case of diagnosing the pulmonary artery thromboembolism in a patient with deep vein thrombosis in both extremities is presented in the article. For the first time the dynamics of visual sonographic signs indicating a short-term retention of a large thromboembolus in right cardiac parts with the following migration into the pulmonary artery has been presented. This diagnosis was immediately confirmed at the angiopulmonographic examination. While keeping in mind a short duration of the embolic event our observations show that considerable changes in echocardiographic picture within a short period of time may take place in a patient with developing massive thromboembolism in the pulmonary artery.

Key words: pulmonary artery thromboembolism, instrumental diagnostics, echocardiography, colour duplex scanning, deep vein thrombosis, embolus migration, right atrium.

Выявление возможного источника тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) остается на сегодняшний день одной из важнейших клинических задач, поскольку это непосредственно влияет на тактику лечения пациента. Современные ультразвуковые методы исследования достаточно точны, неинвазивны и позволяют быстро поставить диагноз. В практической работе врач ультразвуковой диагностики может встретиться с ситуацией, когда тромбоэмболическое событие уже произошло, либо клинически ТЭЛА отсутствует, но имеется эмбоопасный тромбоз сосудов системы нижней полой вены или правых отделов сердца. Зафиксировать же непосредственный момент эмболии ввиду его кратковременности практически никогда не удастся. В литературе

нам не удалось найти ни одного описания зарегистрированного ультразвуковым методом случая прохождения тромбоза по сосудам системы нижней полой вены и правым отделам сердца (с последующей верификацией ТЭЛА методом рентгеноконтрастной ангиопульмонографии). Вероятно, это объясняется, как уже говорилось, кратковременностью собственно эмболического события, и организационной сложностью экстренного проведения комплекса инструментальных исследований у таких пациентов.

Мы представляем описание клинического случая: пациент К., 59 лет, страдающий ИБС, атеросклеротическим кардиосклерозом, постоянной формой мерцательной аритмии, сахарным диабетом II типа, ожирением