

DOI: 10.24835/1607-0771-2020-3-91-104

Диастолическая функция левого желудочка: значение глобальной продольной деформации левого предсердия

М.Н. Алехин^{1, 2}, А.О. Калинин^{3, 4}

¹ ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

² ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

³ Стационар “Гайльэзерс” Рижской Восточной клинической университетской больницы, г. Рига, Латвийская Республика

⁴ Рижский университет имени П. Страдыня, г. Рига, Латвийская Республика

Эхокардиография является методом выбора неинвазивной диагностики диастолической дисфункции левого желудочка сердца, несмотря на сложность трактовки у ряда пациентов, особенно при нормальном характере трансмитрального кровотока. Современные технологии, такие как спекл-трекинг эхокардиография, позволяют дополнить анализ диастолической функции левого желудочка оценкой глобальной продольной деформации левого предсердия. Глобальная продольная деформация левого предсердия отражает податливость камеры и может быть весьма эффективным индексом дисфункции левого предсердия и ранним маркером диастолической дисфункции левого желудочка.

В данном обзоре представлен анализ данных клинических исследований, посвященных значению продольной деформации левого предсердия у пациентов с диастолической дисфункцией левого желудочка.

Ключевые слова: эхокардиография, диастолическая функция, левый желудочек, глобальная продольная деформация, левое предсердие, спекл-трекинг.

Цитирование: Алехин М.Н., Калинин А.О. Диастолическая функция левого желудочка: значение глобальной продольной деформации левого предсердия // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020. № 3. С. 91–104.

DOI: 10.24835/1607-0771-2020-3-91-104.

М.Н. Алехин – д.м.н., заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва. А.О. Калинин – д.м.н., заведующий отделением функциональной диагностики стационара “Гайльэзерс” Рижской Восточной клинической университетской больницы; доцент кафедры внутренних болезней Рижского университета имени П. Страдыня, г. Рига, Латвийская Республика.

Контактная информация: 121359 г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 15, ФГБУ “ЦКБ с поликлиникой”, отделение функциональной диагностики. Алехин Михаил Николаевич. Тел.: +7 (495) 530-04-20. E-mail: amn@mail.ru

Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) является методом выбора неинвазивной диагностики диастолической дисфункции левого желудочка (ЛЖ) сердца, несмотря на ряд ограничений, среди которых следует прежде всего указать на сложность трактовки ЭхоКГ-данных у ряда пациентов при нормальном характере трансмитрального кровотока.

В апреле 2016 г. вышли обновленные совместные рекомендации Американского общества ЭхоКГ (*American Society of Echocardiography (ASE)*) и Европейского общества сердечно-сосудистой визуализации (*European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI)*) по оценке диастолической функции ЛЖ методом ЭхоКГ (*ASE/EACVI 2016*) [1]. Основной целью этого документа было упростить алгоритмы оценки диастолической функции ЛЖ с тем, чтобы оценка диастолической функции более широко использовалась в повседневной клинической практике. Как было отмечено выше, у ряда пациентов могут возникать трудности при трактовке данных ЭхоКГ-исследования при использовании вновь предложенного алгоритма, особенно при нормальном характере трансмитрального кровотока. Существовавшие ранее подходы и способы для дифференцировки псевдонормального трансмитрального кровотока от нормального требовали учета ряда обстоятельств для их использования и далеко не всегда приводили к определенным результатам [2]. Поэтому поиск новых способов оценки диастолической функции ЛЖ продолжается.

Современные технологии, такие как спеклтрекинг ЭхоКГ, представляющая собой недоплеровский метод оценки движения тканей, позволяют выполнять анализ не только деформации (или стрейна) ЛЖ, но и оценивать показатели деформации левого предсердия (ЛП). В последние несколько лет появились новые данные, указывающие на то, что оценка деформации ЛП может быть весьма полезной для оценки диастолической функции ЛЖ [3–9]. В связи с этим целью этой статьи является анализ данных о значении показателей продольной деформации ЛП для оценки диастолической функции ЛЖ.

Известно, что диастолическая дисфункция ЛЖ обусловлена несколькими взаимо-

связанными механизмами. Это и снижение релаксации ЛЖ, которое может сопровождаться как упругой деформацией с сохранением раннего диастолического подсаывающего эффекта, так и пластической деформацией, которая лишена этого эффекта всасывания крови из ЛП в раннюю диастолу. Это и увеличение жесткости ЛЖ. Наконец, когда дисфункция ЛЖ затрудняет его наполнение, закономерно увеличивается диастолическое давление ЛЖ для компенсации его диастолической дисфункции и поддержания адекватного ударного выброса. В связи с этим выявление увеличенного давления наполнения ЛЖ является очень важной целью при ЭхоКГ-оценке диастолической функции ЛЖ. Это особенно актуально, так как ранние симптомы сердечной недостаточности обычно неспецифичны. Прежде чем использовать приводимые далее алгоритмы оценки диастолической функции ЛЖ, необходимо принять во внимание клинические данные пациента; частоту сердечных сокращений; артериальное давление; результаты серошкального и доплеровского ЭхоКГ-исследования, особенно в отношении объемов ЛЖ и его массы, фракции выброса (ФВ) ЛЖ, объема ЛП; наличие и выраженность митрального порока; характер сердечного ритма. В следующих разделах представлены алгоритмы оценки диастолической функции ЛЖ в общей популяции пациентов, за исключением некоторых специфических заболеваний и нарушений ритма, при которых имеется специфика оценки диастолической функции ЛЖ. К таким заболеваниям и нарушениям ритма относятся следующие: гипертрофическая и рестриктивная кардиомиопатии, клапанные пороки сердца, трансплантированное сердце, фибрилляция предсердий, атрио-вентрикулярные блокады и кардиостимуляция [2].

Диастолическая функция у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ

В соответствии с *ASE/EACVI 2016* [1] у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ и не имеющих явных поражений миокарда для суждения о наличии диастолической дисфункции ЛЖ потребуется проанализировать четыре количественных признака (рис. 1):

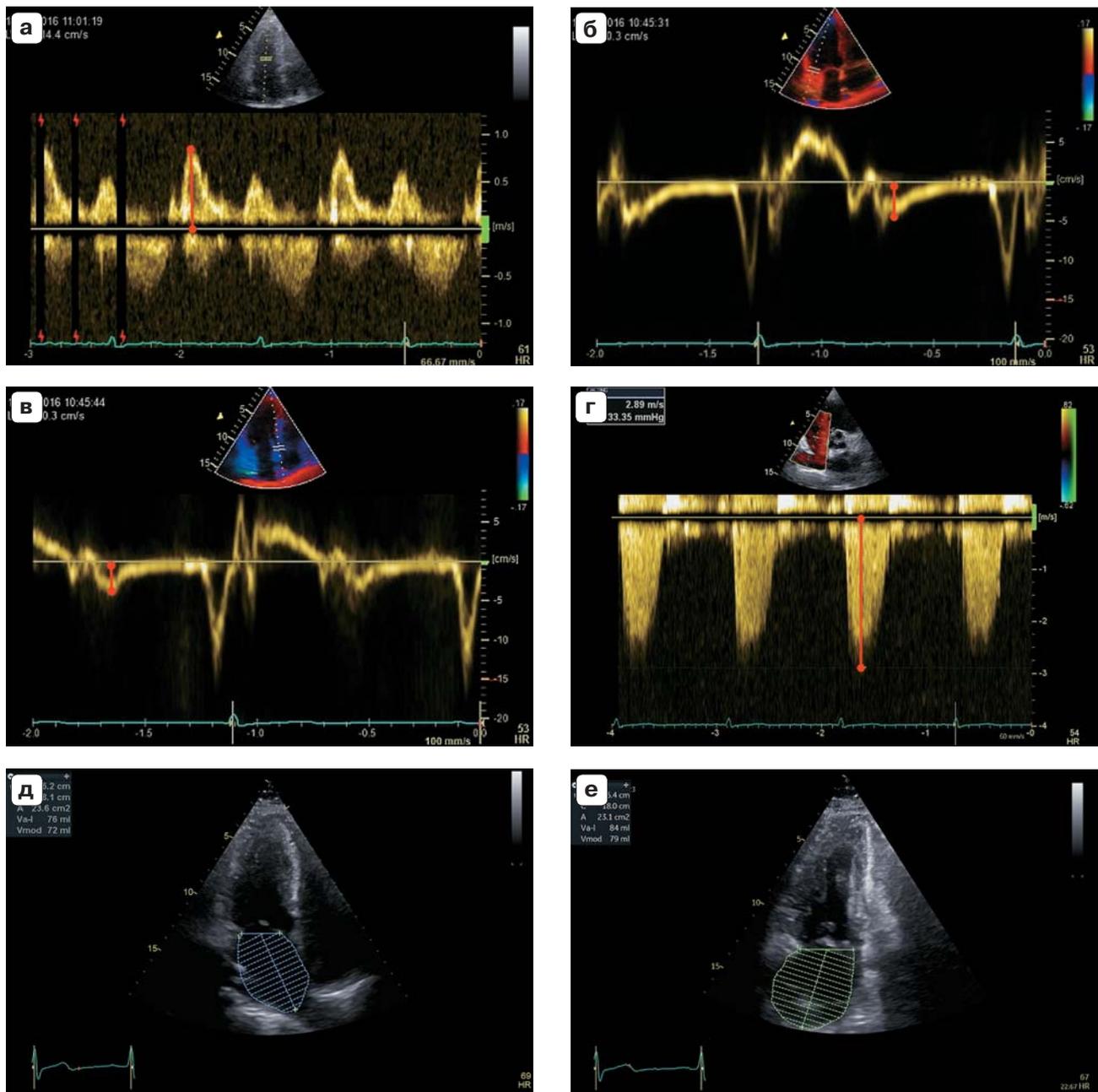


Рис. 1. Данные ЭхоКГ-исследования, необходимые для суждения о наличии диастолической дисфункции ЛЖ у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ и не имеющих явных поражений миокарда в соответствии с ASE/EACVI 2016 [1]. а – трансмитральный кровоток в импульсно-волновом доплеровском режиме из верхушечного доступа на 4 камеры (измерение E). б, в – спектрограммы движения латеральной (б) и медиальной (в) частей фиброзного кольца митрального клапана в импульсно-волновом режиме доплеровской визуализации тканей из верхушечного доступа на 4 камеры (измерение $e'_{лат.}$ и $e'_{мед.}$ соответственно). г – измерение максимальной систолической скорости трехстворчатой регургитации в непрерывно-волновом доплеровском режиме из парастерального доступа по короткой оси на уровне сосудов. д – измерение объема ЛП из верхушечного доступа на 4 камеры. е – измерение объема ЛП из верхушечного доступа на 2 камеры.

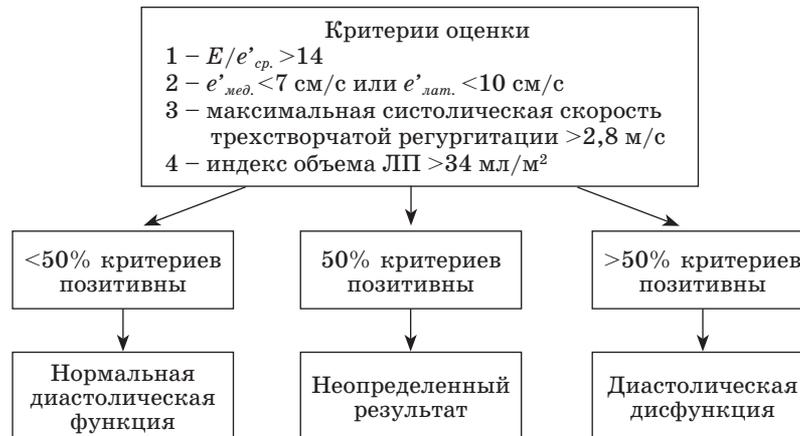


Рис. 2. Алгоритм выявления диастолической дисфункции ЛЖ у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ [1].

1) отношение максимальной скорости раннего наполнения ЛЖ (E) при импульсно-волновой доплерографии трансмитрального кровотока к среднему значению максимальной скорости движения латеральной и медиальной частей фиброзного кольца митрального клапана ($e'_{cp.}$) в импульсно-волновом режиме доплеровской визуализации тканей ($E/e'_{cp.} > 14$,

2) максимальная скорость медиальной части фиброзного кольца митрального клапана в импульсно-волновом режиме доплеровской визуализации тканей ($e'_{мед.} < 7$ см/с или латеральной части ($e'_{лат.} < 10$ см/с,

3) максимальная систолическая скорость трехстворчатой регургитации в непрерывно-волновом доплеровском режиме $> 2,8$ м/с,

4) индекс объема ЛП > 34 мл/м².

Если выявляются три и более из вышеперечисленных признаков, тогда имеется диастолическая дисфункция ЛЖ. Если выявляется только один признак, тогда мы вправе полагать, что диастолическая функция ЛЖ в норме. Если же выявляются два признака, тогда имеется неопределенный результат, не позволяющий однозначно судить о наличии или отсутствии диастолической дисфункции ЛЖ [1] (рис. 2).

Диастолическая функция у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ

В соответствии с ASE/EACVI 2016 [1] у больных со сниженной ФВ ЛЖ, а также при наличии явных структурных поражений миокарда прежде всего следует оценить трансмитральный кровоток при импульсно-волновой доплерографии. При значениях

отношения $E/A \geq 0,8$ (где A – максимальная скорость раннего наполнения ЛЖ) и скорости $E \leq 50$ см/с можно однозначно считать, что давление наполнения ЛЖ нормальное и имеется снижение податливости ЛЖ, то есть первая степень диастолической дисфункции. При значениях отношения $E/A \geq 2,0$ обычно имеются повышенное давление наполнения ЛЖ и рестриктивный характер наполнения ЛЖ [1].

Во всех остальных случаях следует оценить три критерия для дифференцировки псевдонормального трансмитрального кровотока [1]:

1) отношение $E/e'_{cp.} > 14$;

2) максимальная систолическая скорость трехстворчатой регургитации $> 2,8$ м/с,

3) индекс объема ЛП > 34 мл/м².

Если выявляются два или три из трех критериев, тогда имеются повышенное давление наполнения ЛЖ и вторая степень диастолической дисфункции ЛЖ. Если не выявляются два или три из трех критериев (выявляется только один), тогда имеют место нормальное давление наполнения ЛЖ и первая степень диастолической дисфункции ЛЖ. Если удастся оценить только два из трех критериев, тогда о второй степени будет свидетельствовать наличие двух критериев, а о первой степени – отсутствие обоих критериев. Если выявляется только один из двух критериев, тогда невозможно адекватно оценить давление в ЛП, давление наполнения ЛЖ и степень диастолической дисфункции ЛЖ (рис. 3).

Целесообразность и практическая значимость такого подхода были протестированы в двух больших многоцентровых исследо-

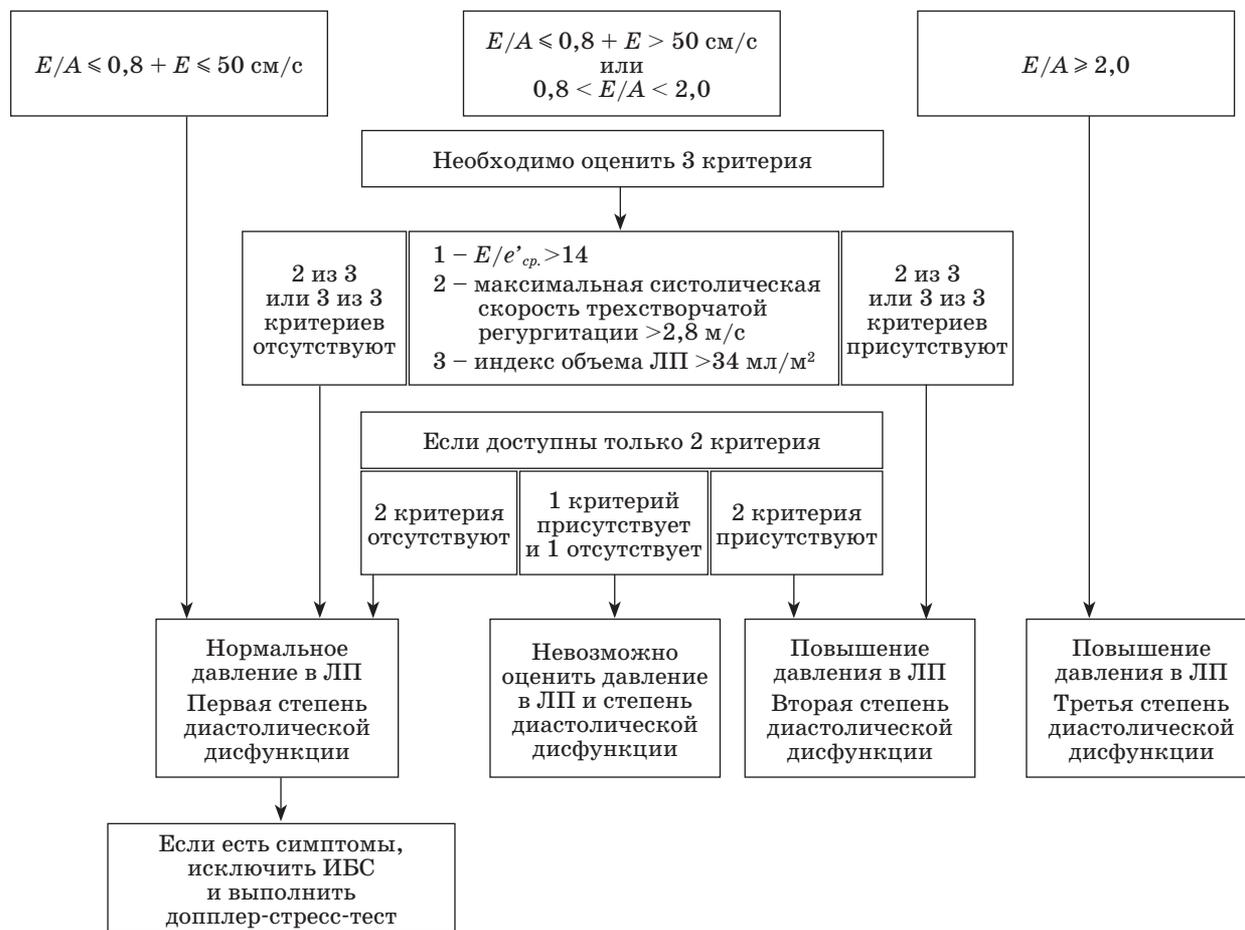


Рис. 3. Алгоритм оценки давления наполнения ЛЖ и степени диастолической дисфункции у больных со сниженной ФВ ЛЖ и у больных с поражениями миокарда с сохранной ФВ ЛЖ [1].

ваниях в Европе [10] и США [11], в которых использовалось инвазивное определение давления наполнения ЛЖ в качестве референтного метода. В европейское исследование [10] были включены 159 пациентов в 9 центрах с одновременными ЭхоКГ-оценкой давления наполнения ЛЖ и инвазивным определением конечного диастолического давления (КДД) в ЛЖ. Дополнительно авторы сопоставили критерии оценки диастолической дисфункции ЛЖ в соответствии с рекомендациями от 2009 г. [2] и ASE/EACVI 2016 [1]. В этом исследовании было показано, что ASE/EACVI 2016 [1] для неинвазивной оценки давления наполнения ЛЖ оказались не только надежными и клинически полезными, но и превосходили рекомендации 2009 г. [2] при сопоставлении с инвазивно рассчитанным КДД ЛЖ [10].

В американском исследовании [11] у 450 больных из 5 центров с подозрением

на диастолическую дисфункцию ЛЖ инвазивно определяли или давление заклинивания легочной артерии, или диастолическое давление в ЛЖ перед предсердным сокращением. Авторы пришли к выводу, что ASE/EACVI 2016 [1] могут быть использованы с высокой точностью в подавляющем большинстве случаев [11].

Многоцентровые исследования [10, 11] подтвердили, что ASE/EACVI 2016 [1] клинически значимы, достаточно точны и могут быть использованы для выявления и оценки диастолической дисфункции ЛЖ, особенно у больных со сниженной ФВ ЛЖ.

Необходимо отметить, что в соответствии с ASE/EACVI 2016 [1] существенно меняется частота выявления диастолической дисфункции ЛЖ как среди пациентов, так и среди лиц в общей популяции с сохранной ФВ ЛЖ [12–14]. Среди пациентов с сохранной ФВ ЛЖ, направленных на

ЭхоКГ-исследование, доля имеющих диастолическую дисфункцию ЛЖ при оценке алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1] составила 13% и была существенно меньше по сравнению с алгоритмом рекомендаций 2009 г. [2], в соответствии с которым диастолическая дисфункция ЛЖ выявлялась в 27% случаев [12]. В общей популяции частота выявления диастолической дисфункции ЛЖ в соответствии с новым алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1] также оказалась существенно меньше по сравнению с алгоритмом рекомендаций 2009 г. [2], составив 1,4% по сравнению с 38,1% соответственно в исследовании J.G. Almeida et al. [13] и 1,3% по сравнению с 5,9% соответственно в исследовании O. Nuttin et al. [14]. Таким образом, использование рекомендаций ASE/EACVI 2016 [1] приводит к существенно меньшему количеству пациентов с диагностированной диастолической дисфункцией ЛЖ, но специфичность такого подхода, вероятно, значительно выше за счет снижения чувствительности. Нельзя исключить, что незначительные степени диастолической дисфункции ЛЖ труднее выявить при использовании алгоритма ASE/EACVI 2016 [1], и значительная часть таких пациентов оказывается в группе с неопределенными результатами [15].

Продольная деформация ЛП для оценки диастолической функции ЛЖ

Таким образом, внедрение алгоритма ASE/EACVI 2016 [1] ставит новую задачу неинвазивной оценки давления наполнения ЛЖ у пациентов с неопределенными результатами. Особенно это актуально среди пациентов с сохранной ФВ ЛЖ. По данным ряда источников [3–5, 11, 12, 16, 17], для решения этой задачи может быть успешно использована оценка продольной деформации ЛП с использованием технологии двухмерной спекл-трекинг ЭхоКГ.

Механическую функцию ЛП в течение сердечного цикла можно разделить на три фазы [18]. Первая фаза накопления в течение систолы ЛЖ (при закрытом митральном клапане) и изоволюмического расслабления, представляющая собой резервуар (*reservoir*) для крови, поступающей из легочных вен. Вторая фаза протекания, во время ранней диастолы ЛЖ осуществляю-

щая функцию трубопровода (*conduit*) для переноса крови в ЛЖ после открытия митрального клапана за счет градиента давления между полостями. Третья фаза сокращения предсердия (контрактивная), отражающая собственно сокращение или систолу ЛП (*contractile*), во время которой происходит повышение внутрижелудочкового объема и давления, что является важным пусковым фактором для начала систолы ЛЖ [18] (рис. 4).

Стрейн определяется как деформация объекта (мышечное волокно) по отношению к его начальной форме и обозначается греческой буквой ϵ (эпсилон). Эта величина является изменением длины относительно исходной величины, и поэтому она выражается в процентах. Если происходит удлинение объекта, то деформация считается положительной величиной, если укорочение – отрицательной. С практической точки зрения для удобства рекомендовано пользоваться модулем деформации.

Существует несколько различных способов расчета деформации миокарда с помощью ультразвукового исследования:

1) доплеровская визуализация тканей (*tissue doppler imaging (TDI)*);

2) двухмерный стрейн, который основан на анализе серошкального двухмерного изображения с использованием технологии спекл-трекинг эхокардиографии (*two-dimensional speckle tracking echocardiography (2DSTE)*);

3) технология визуализации вектора скорости движения миокарда (*velocity vector imaging (VVI)*).

Последние две технологии относятся к недоплеровским методам оценки движения тканей. Наиболее изученной и распространенной как для научных исследований, так и для практической деятельности является технология, основанная на *speckle tracking*.

Стоит отметить, что анализ деформации миокарда предсердий имеет свои особенности в сравнении с миокардом желудочков. Миокард предсердий значительно тоньше, направление пучков миокарда не имеет строгой ориентации, определяются нечеткость и прерывистость контура эндокарда (легочные вены, ушко ЛП), неоднородность межпредсердной перегородки. В связи с этим оценка деформации рекомендована

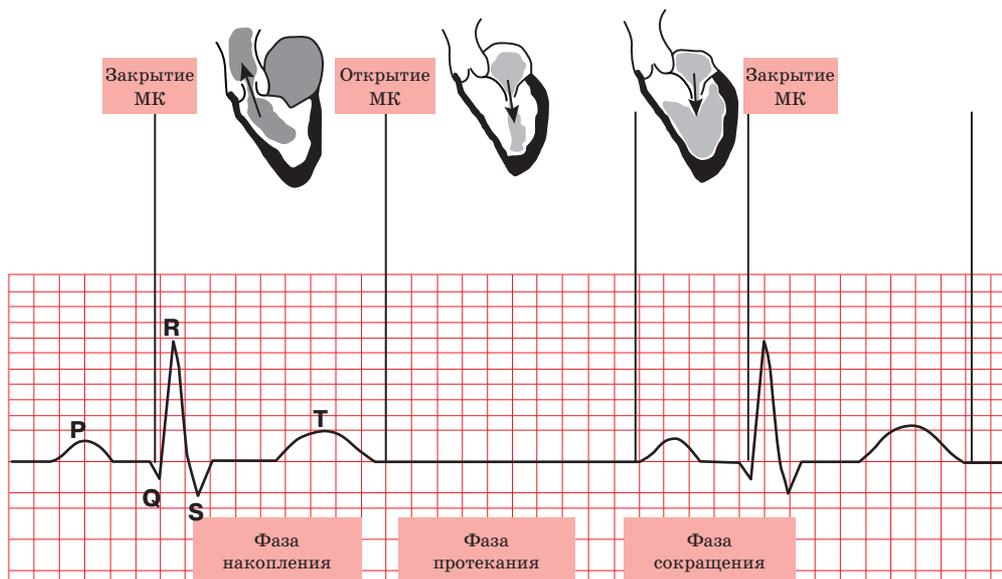


Рис. 4. Фазы механической функции ЛП. 1 – фаза накопления (*reservoir*), 2 – фаза протекания (*conduit*), 3 – фаза сокращения (*contractile*). МК – митральный клапан.

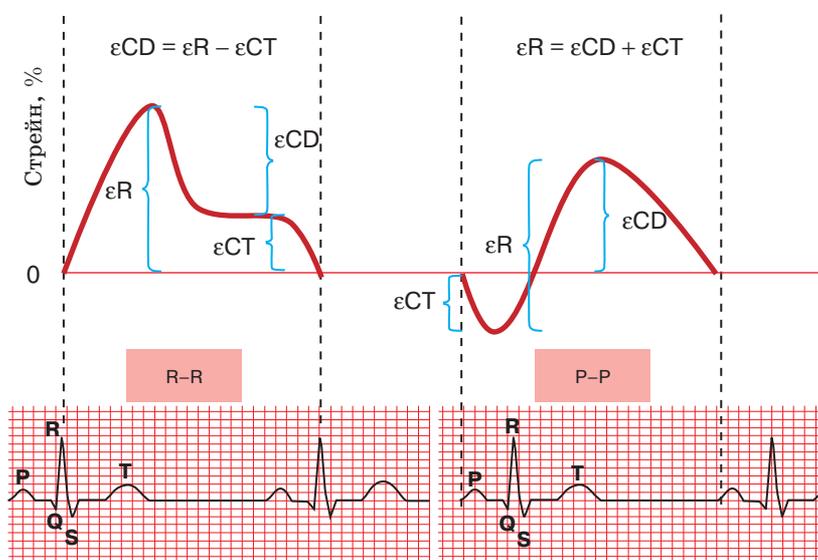


Рис. 5. Оценка деформации ЛП двумя разными методами: от R до R (R-R) и от P до P (P-P). ϵ_{CT} – стрейн в фазу сокращения (*ConTractile*); ϵ_{CD} – стрейн в фазу протекания (*ConDuit*); ϵ_R – стрейн в фазу накопления (*Reservoir*).

только в продольном направлении и без использования анализа деформации по отдельным сегментам. Основным параметр деформации ЛП – это глобальная продольная деформация ЛП [19]. В зависимости от того, какова фаза механической функции ЛП, можно говорить об удлинении в продольном направлении в фазу накопления и об укорочении в фазы протекания и сокращения.

Изменения деформации ЛП продемонстрированы на графических кривых (рис. 5). Существует 2 метода получения кривых продольной деформации ЛП, используя разные референтные точки (зубцы) на ЭКГ [19]:

1) от R до R – от зубца R до следующего зубца R,

2) от P до P – от начала зубца P до следующего начала зубца P.

В зависимости от выбора метода можно увидеть или только положительную деформацию (метод от R до R), или синусоидальную кривую с отрицательной и положительной деформациями (метод от P до P) [19].

В случае выбора метода от R до R можно выделить два пика на графической кривой. Первый пик максимальной положительной продольной деформации соответствует максимальному удлинению ЛП и отражает фазу накопления (ϵR). Этот пик наблюдается, как правило, после зубца T на ЭКГ или перед началом волны E на трансмитральном кровотоке, то есть перед самым открытием митрального клапана, когда ЛП максимально наполнено и готово для диастолического наполнения ЛЖ [18]. Второй пик положительной деформации отражает фазу сокращения (ϵCT), его можно увидеть непосредственно перед зубцом P или перед началом волны A на трансмитральном кровотоке. Разница между ϵR и ϵCT отражает фазу протекания (ϵCD) (см. рис. 5).

В настоящее время рекомендовано использовать метод от R до R [19], однако некоторые исследователи [18] по-прежнему отдают предпочтение методу от P до P из-за его физиологической очевидности. Важно отметить, что все три фазы механической функции ЛП, а следовательно, и его деформации в эти три фазы могут быть определены каждым из этих методов. Таким образом, пиковая глобальная продольная деформация ЛП является основным интегральным показателем, который может быть рассчитан разными методами и соответствует деформации ЛП в фазу накопления.

Этот показатель относится к одним из наиболее часто использующихся для характеристики и диастолической дисфункции ЛЖ, и давления наполнения ЛЖ. Так, пиковая глобальная продольная деформация ЛП менее 18% позволяет выявлять КДД ЛЖ выше 12 мм рт. ст. с максимальной диагностической точностью (AUC – 0,87, чувствительность – 96%, специфичность – 92%) [6]. У пациентов с сохранной ФВ ЛЖ (55% и более) (1) или с незначительным снижением ФВ ЛЖ (45–54%) (2) отношение E/e'_{cp} показало сильную корреляцию с КДД ЛЖ ($r_1 = 0,72$ при $P < 0,0001$ и $r_2 = 0,73$ при $P < 0,0001$ соответственно) [6]. Однако у пациентов с умеренной (1) и выраженной (2) систолической дисфунк-

цией ЛЖ (ФВ ЛЖ – 44% и меньше) корреляция между отношением E/e'_{cp} и КДД ЛЖ оказалась следующей: $r_1 = 0,47$ при $P = 0,01$ (слабая корреляция), $r_2 = 0,19$ при $P > 0,05$ (отсутствие корреляции) [6]. При этом глобальная пиковая предсердная продольная деформация показала сильную корреляцию с КДД ЛЖ независимо от значений ФВ ЛЖ, в том числе в группе с низкой ФВ ЛЖ ($r = -0,74$ – $-0,79$ при $P < 0,0001$) [6]. Наличие обратной связи между глобальной пиковой продольной деформацией ЛП и давлением наполнения ЛЖ может быть объяснено тем обстоятельством, что КДД ЛЖ является постнагрузкой для функции ЛП. Повышение КДД ЛЖ приводит к увеличению механического усилия ЛП, и, соответственно, его резервуарная функция снижается, приводя к прогрессирующей дилатации ЛП [7].

A. Brecht et al. [8] показали, что все три показателя деформации ЛП (деформация в фазу накопления, деформация в фазу протекания и деформация в фазу сокращения) характеризуются специфическими изменениями по мере прогрессирования диастолической дисфункции ЛЖ. При этом деформация ЛП в фазы накопления и протекания имела наибольшее значение в выявлении начальных степеней диастолической дисфункции ЛЖ по сравнению с индексом объема ЛП [8]. Деформация ЛП в фазу протекания показала ассоциацию с каждой из степеней диастолической дисфункции ЛЖ. U.A. Khan et al. [9] показали, что деформация ЛП в лучшей степени выступает в качестве маркера первой и второй степеней диастолической дисфункции ЛЖ. Исходя из относительной независимости снижения деформации ЛП от объема ЛП, авторы предположили, что снижение деформации указывает на снижение податливости ЛП [9]. В исследовании D.A. Morris et al. [17], выполненном у 517 пациентов с факторами риска развития диастолической дисфункции ЛЖ, деформация ЛП показала большую чувствительность по сравнению с индексом объема ЛП в выявлении пациентов с диастолической дисфункцией ЛЖ в соответствии с алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1]. Значение пиковой глобальной продольной деформации ЛП 23% позволяет с чувствительностью 73% и специфичностью 76% идентифицировать диастолическую дис-



Рис. 6. Модифицированный алгоритм выявления диастолической дисфункции ЛЖ у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ с использованием деформации ЛП при нормальном индексе объема ЛП.

функцию ЛЖ, и это почти вдвое превышает информативность увеличения индекса объема ЛП [17]. Это обстоятельство позволяет использовать деформацию ЛП в качестве дополнительного критерия к алгоритму ASE/EACVI 2016 [1] для выявления диастолической дисфункции ЛЖ у пациентов с нормальным индексом объема ЛП, которые нередко оказываются в группе с неопределенным результатом в соответствии с алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1] (рис. 6).

У пациентов с нормальной ФВ ЛЖ и неопределенным результатом при оценке диастолической дисфункции ЛЖ в соответствии с алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1] в случае нормального значения индекса объема ЛП (≤ 34 мл/м²) следует рассчитать показатель глобальной продольной деформации ЛП. При значениях глобальной продольной деформации ЛП $< 23\%$ следует считать, что имеется диастолическая дисфункция ЛЖ. При значениях глобальной продольной деформации ЛП $\geq 23\%$ диастолическая функция сохранена.

Наряду с таким точечным дополнительным использованием деформации ЛП накапливается все больше данных в пользу использования деформации ЛП в качестве единственного маркера диастолической дисфункции ЛЖ. У пациентов с начальной артериальной гипертензией и пароксизмальной формой фибрилляции предсердий, то есть с состояниями, предрасполагающими к развитию диастолической дисфункции ЛЖ, деформация ЛП в фазы протекания и накопления существенно снижается по

мере увеличения количества признаков, указывающих на диастолическую дисфункцию ЛЖ, даже до того момента, когда возможно установление диагноза “диастолическая дисфункция ЛЖ” в соответствии с алгоритмом ASE/EACVI 2016 [20]. Значительное количество пациентов со сниженной деформацией ЛП оказываются в группе с неопределенным результатом в соответствии с алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1]. Сократимость ЛП увеличивается при начальной диастолической дисфункции ЛЖ и снижается только при выраженной диастолической дисфункции ЛЖ [21].

Глобальная деформация ЛП ассоциирована с фиброзом миокарда предсердия (AUC 0,890), снижается еще до начала ремоделирования ЛП (с отрицательной корреляцией с диастолическим давлением) и потенциально позволяет выявлять раннее увеличение давления в ЛП [21–23].

A. Lundberg et al. [24], сопоставив данные ЭхоКГ с катетеризацией правых камер сердца у 164 пациентов с симптомами хронической сердечной недостаточности в покое и при нагрузке, показали, что глобальная продольная деформация ЛП может быть более точным диагностическим инструментом в качестве единственного критерия диастолической дисфункции ЛЖ (AUC 0,800), нежели алгоритм ASE/EACVI 2016 [1] (AUC 0,690) ($P < 0,001$), у пациентов со сниженной или сохранной ФВ ЛЖ. Таким образом, глобальная продольная деформация ЛП является достаточно точным маркером повышенного давления в ЛП.

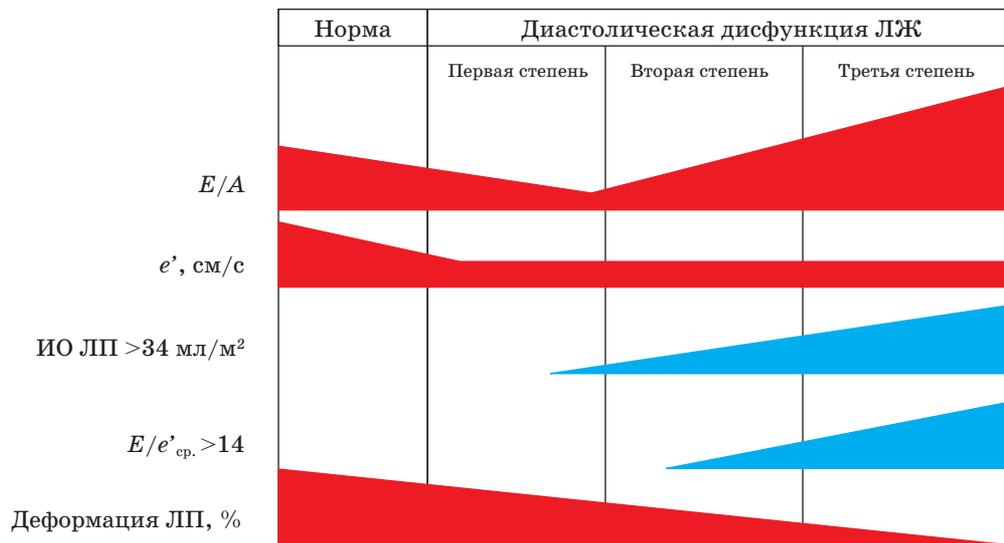


Рис. 7. Схема изменений некоторых показателей, используемых для оценки диастолической функции ЛЖ, по мере прогрессирования диастолической дисфункции ЛЖ. ИО ЛП – индекс объема ЛП. Изменения значений показателей условно обозначены красным цветом, изменения количества пациентов – синим цветом.

А. Singh et al. [3] показали возможность использования деформации ЛП для оценки выраженности диастолической дисфункции ЛЖ в ретроспективной работе у пациентов с сохранной ФВ ЛЖ. Значения деформации ЛП снижались по мере увеличения степени диастолической дисфункции ЛЖ, и наиболее информативная точка отсечения для деформации ЛП составила 35% ($>35\%$) для выявления пациентов без диастолической дисфункции с чувствительностью 90% и специфичностью всего 59%. Для дифференцировки пациентов без диастолической дисфункции ЛЖ или с начальной диастолической дисфункцией ЛЖ от пациентов со второй степенью диастолической дисфункции ЛЖ точка отсечения деформации ЛП составила 24% ($>24\%$) с чувствительностью 75% и специфичностью 92%. Наконец, для выявления пациентов с выраженной диастолической дисфункцией (третья степень) наиболее информативным параметром была деформация ЛП $\leq 19\%$ с чувствительностью 90% и специфичностью 95%. При этом другие параметры, такие как $E/e'_{\text{ср.}}$, E/A , время замедления потока раннего наполнения ЛЖ, $e'_{\text{лат.}}$ и $e'_{\text{мед.}}$, не показали существенных различий между степенями диастолической дисфункции ЛЖ [3].

В следующей работе А. Singh et al. [4] было выполнено сопоставление алгоритма

ASE/EACVI 2016 [1] с данными инвазивного исследования давления в ЛЖ и продольной деформацией ЛП у 76 пациентов. При этом было показано, что максимальная деформация ЛП $\leq 20\%$ позволяла оптимально выявить пациентов с повышенным диастолическим давлением в ЛЖ в момент перед сокращением ЛП с чувствительностью 64% и специфичностью 86%. Более того, максимальная продольная деформация ЛП показала больший процент совпадений с инвазивно полученными данными (81%) по сравнению с алгоритмом *ASE/EACVI 2016* [1] (72%). Наконец, добавление оценки максимальной продольной деформации ЛП к алгоритму *ASE/EACVI 2016* [1] было особенно эффективно у пациентов с сохранной ФВ ЛЖ, среди которых доля правильных решений достигала 91%. Эти данные позволили авторам сделать вывод, что использование максимальной продольной деформации при неинвазивной оценке диастолической функции ЛЖ может улучшить выявление увеличенного давления наполнения ЛЖ [4].

Конечно, с практической точки зрения очень привлекательной является идея линейной зависимости от степени диастолической дисфункции ЛЖ одного-единственного индикативного показателя, которым может оказаться деформация ЛП, как это представлено на рис. 7.

Несмотря на ряд работ [3, 24], содержащих аргументы в пользу возможности использования деформации ЛП в качестве такого единственного критерия диастолической дисфункции ЛЖ, мы полностью согласны с мнением G.E. Mandoli et al. [25], что необходимы более весомые доказательства и более масштабные исследования в пользу этой идеи.

Таким образом, глобальная продольная деформация ЛП отражает податливость камеры и может быть весьма эффективным индексом дисфункции ЛП и ранним маркером диастолической дисфункции ЛЖ, когда еще общепринятые ЭхоКГ-показатели диастолической дисфункции остаются в нормальных пределах. Учитывая это, а также относительную независимость деформации ЛП от структурного ремоделирования ЛП, деформация ЛП может помочь выявить диастолическую дисфункцию ЛЖ у тех пациентов, которые оказались в группе с неопределенным результатом по стандартным критериям диастолической дисфункции ЛЖ в соответствии с алгоритмом ASE/EACVI 2016 [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., Waggoner A.D. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016. V. 29. No. 4. P. 277–314. Doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
- Nagueh S.F., Appleton C.P., Gillebert T.C., Marino P.N., Oh J.K., Smiseth O.A., Waggoner A.D., Flachskampf F.A., Pellikka P.A., Evangelista A. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. V. 22. No. 2. P. 107–133. Doi: 10.1016/j.echo.2008.11.023.
- Singh A., Addetia K., Maffessanti F., Mor-Avi V., Lang R.M. LA strain for categorization of LV diastolic dysfunction // *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2017. V. 10. No. 7. P. 735–743. Doi: 10.1016/j.jcmg.2016.08.014.
- Singh A., Medvedofsky D., Mediratta A., Balaney B., Kruse E., Ciszek B., Shah A.P., Blair J.E., Maffessanti F., Addetia K., Mor-Avi V., Lang R.M. Peak left atrial strain as a single measure for the non-invasive assessment of left ventricular filling pressures // *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2019. V. 35. No. 1. P. 23–32. Doi: 10.1007/s10554-018-1425-y.
- Cameli M., Lisi M., Mondillo S., Padeletti M., Ballo P., Tsioulpas C., Bernazzali S., Maccherini M. Left atrial longitudinal strain by speckle tracking echocardiography correlates well with left ventricular filling pressures in patients with heart failure // *Cardiovasc. Ultrasound.* 2010. V. 8. P. 14. Doi: 10.1186/1476-7120-8-14.
- Cameli M., Sparla S., Losito M., Righini F.M., Menci D., Lisi M., D’Ascenzi F., Focardi M., Favilli R., Pierli C., Fineschi M., Mondillo S. Correlation of left atrial strain and Doppler measurements with invasive measurement of left ventricular end-diastolic pressure in patients stratified for different values of ejection fraction // *Echocardiography.* 2016. V. 33. No. 3. P. 398–405. Doi: 10.1111/echo.13094.
- Cameli M., Mandoli G.E., Loiacono F., Dini F.L., Henein M., Mondillo S. Left atrial strain: a new parameter for assessment of left ventricular filling pressure // *Heart Fail. Rev.* 2016. V. 21. No. 1. P. 65–76. Doi: 10.1007/s10741-015-9520-9.
- Brecht A., Oertelt-Prigione S., Seeland U., Rucke M., Hattasch R., Wagelohner T., Regitz-Zagrosek V., Baumann G., Knebel F., Stangl V. Left atrial function in preclinical diastolic dysfunction: two-dimensional speckle-tracking echocardiography-derived results from the BEFRI trial // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016. V. 29. No. 8. P. 750–758. Doi: 10.1016/j.echo.2016.03.013.
- Khan U.A., de Simone G., Hill J., Tighe D.A., Aurigemma G.P. Depressed atrial function in diastolic dysfunction: a speckle tracking imaging study // *Echocardiography.* 2013. V. 30. No. 3. P. 309–316. Doi: 10.1111/echo.
- Lancellotti P., Galderisi M., Edvardsen T., Donal E., Goliash G., Cardim N., Magne J., Laginha S., Hagendorff A., Haland T.F., Aaberge L., Martinez C., Rapacciuolo A., Santoro C., Ilardi F., Postolache A., Dulgheru R., Mateescu A.D., Beladan C.C., Deleanu D., Marchetta S., Auffret V., Schwammenthal E., Habib G., Popescu B.A. Echo-Doppler estimation of left ventricular filling pressure: results of the multicentre EACVI Euro-Filling study // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2017. V. 18. No. 9. P. 961–968. Doi: 10.1093/ehjci/jex067.
- Andersen O.S., Smiseth O.A., Dokainish H., Abudiyab M.M., Schutt R.C., Kumar A., Sato K., Harb S., Gude E., Remme E.W., Andreassen A.K., Ha J.W., Xu J., Klein A.L., Nagueh S.F. Estimating left ventricular filling pressure by echocardiography // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017. V. 69. No. 15. P. 1937–1948. Doi: 10.1016/j.jacc.2017.01.058.
- Алехин М.Н., Гришин А.М., Петрова О.А. Эхокардиографическая оценка диастолической функции левого желудочка сердца у пациентов с сохранной фракцией выброса // *Кардиология.* 2017. Т. 57. № 2. С. 40–45.
- Almeida J.G., Fontes-Carvalho R., Sampaio F., Ribeiro J., Bettencourt P., Flachskampf F.A., Leite-Moreira A., Azevedo A. Impact of the 2016 ASE/EACVI recommendations on the prevalence of diastolic dysfunction in the general population //

- Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging. 2018. V. 19. No. 4. P. 380–386. Doi: 10.1093/ehjci/jex252.
14. Huttin O., Fraser A.G., Coiro S., Bozec E., Selton-Suty C., Lamiral Z., Frikha Z., Rossignol P., Zannad F., Girerd N. Impact of changes in consensus diagnostic recommendations on the echocardiographic prevalence of diastolic dysfunction // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017. V. 69. No. 25. P. 3119–3121. Doi: 10.1016/j.jacc.2017.04.039.
 15. Edvardsen T., Smiseth O.A. Evaluation of diastolic function by echocardiography: important progression, but issues to be resolved // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2018. V. 19. No. 4. P. 387–388. Doi: 10.1093/ehjci/jex319.
 16. Fernandes R.M., Le Bihan D., Vilela A.A., Barretto R.B.M., Santos E.S., Assef J.E., Pedra S.R.F., Sousa A.G.M.R., Timerman A. Association between left atrial strain and left ventricular diastolic function in patients with acute coronary syndrome // *J. Echocardiogr.* 2019. V. 17. No. 3. P. 138–146. Doi: 10.1007/s12574-018-0403-7.
 17. Morris D.A., Belyavskiy E., Aravind-Kumar R., Kropf M., Frydas A., Braunauer K., Marquez E., Krisper M., Lindhorst R., Osmanoglou E., Boldt L.H., Blaschke F., Haverkamp W., Tschöpe C., Edelmann F., Pieske B., Pieske-Kraigher E. Potential usefulness and clinical relevance of adding left atrial strain to left atrial volume index in the detection of left ventricular diastolic dysfunction // *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2018. V. 11. No. 10. P. 1405–1415. Doi: 10.1016/j.jcmg.2017.07.029.
 18. Калинин А.О., Алексин М.Н., Бахс Г., Шипачов П.Н. Оценка состояния миокарда предсердий у здоровых лиц в режиме двухмерной серошкальной деформации // *Кардиология.* 2010. Т. 50. № 2. С. 62–68.
 19. Badano L.P., Koliass T.J., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardsen T., D’Hooge J., Donal E., Fraser A.G., Marwick T., Mertens L., Popescu B.A., Sengupta P.P., Lancellotti P., Thomas J.D., Voigt J.U.; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2018. V. 19. No. 6. P. 591–600. Doi: 10.1093/ehjci/jey042.
 20. Jarasunas J., Aidietis A., Aidietiene S. Left atrial strain – an early marker of left ventricular diastolic dysfunction in patients with hypertension and paroxysmal atrial fibrillation // *Cardiovasc. Ultrasound.* 2018. V. 16. No. 1. P. 29. Doi: 10.1186/s12947-018-0147-6.
 21. Cameli M., Lisi M., Righini F.M., Massoni A., Natali B.M., Focardi M., Tacchini D., Geyer A., Curci V., Di Tommaso C., Lisi G., Maccherini M., Chiavarelli M., Massetti M., Tanganelli P., Mondillo S. Usefulness of atrial deformation analysis to predict left atrial fibrosis and endocardial thickness in patients undergoing mitral valve operations for severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse // *Am. J. Cardiol.* 2013. V. 111. No. 4. P. 595–601. Doi: 10.1016/j.amjcard.2012.10.049.
 22. Wakami K., Ohte N., Asada K., Fukuta H., Goto T., Mukai S., Narita H., Kimura G. Correlation between left ventricular end-diastolic pressure and peak left atrial wall strain during left ventricular systole // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. V. 22. No. 7. P. 847–851. Doi: 10.1016/j.echo.2009.04.026.
 23. Pellicori P., Zhang J., Lukaschuk E., Joseph A.C., Bourantas C.V., Loh H., Bragadeesh T., Clark A.L., Cleland J.G. Left atrial function measured by cardiac magnetic resonance imaging in patients with heart failure: clinical associations and prognostic value // *Eur. Heart J.* 2015. V. 36. No. 12. P. 733–742. Doi: 10.1093/eurheartj/ehu405.
 24. Lundberg A., Johnson J., Hage C., Back M., Merkely B., Venkateshvaran A., Lund L.H., Nagy A.I., Manouras A. Left atrial strain improves estimation of filling pressures in heart failure: a simultaneous echocardiographic and invasive haemodynamic study // *Clin. Res. Cardiol.* 2019. V. 108. No. 6. P. 703–715. Doi: 10.1007/s00392-018-1399-8.
 25. Mandoli G.E., Sisti N., Mondillo S., Cameli M. Left atrial strain in left ventricular diastolic dysfunction: have we finally found the missing piece of the puzzle? // *Heart Fail. Rev.* 2020. V. 25. No. 3. P. 409–417. Doi: 10.1007/s10741-019-09889-9.

REFERENCES

1. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., Waggoner A.D. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016. V. 29. No. 4. P. 277–314. Doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
2. Nagueh S.F., Appleton C.P., Gillebert T.C., Marino P.N., Oh J.K., Smiseth O.A., Waggoner A.D., Flachskampf F.A., Pellicca P.A., Evangelista A. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. V. 22. No. 2. P. 107–133. Doi: 10.1016/j.echo.2008.11.023.
3. Singh A., Addetia K., Maffessanti F., Mor-Avi V., Lang R.M. LA strain for categorization of LV diastolic dysfunction // *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2017. V. 10. No. 7. P. 735–743. Doi: 10.1016/j.jcmg.2016.08.014.
4. Singh A., Medvedofsky D., Mediratta A., Balaney B., Kruse E., Ciszek B., Shah A.P., Blair J.E., Maffessanti F., Addetia K., Mor-Avi V., Lang R.M. Peak left atrial strain as a single measure for the non-invasive assessment of left ventricular filling pressures // *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2019. V. 35. No. 1. P. 23–32. Doi: 10.1007/s10554-018-1425-y.
5. Cameli M., Lisi M., Mondillo S., Padeletti M., Ballo P., Tsioulpas C., Bernazzali S., Maccherini M.

- Left atrial longitudinal strain by speckle tracking echocardiography correlates well with left ventricular filling pressures in patients with heart failure // *Cardiovasc. Ultrasound*. 2010. V. 8. P. 14. Doi: 10.1186/1476-7120-8-14.
6. Cameli M., Sparla S., Losito M., Righini F.M., Menci D., Lisi M., D'Ascenzi F., Focardi M., Favilli R., Pierli C., Fineschi M., Mondillo S. Correlation of left atrial strain and Doppler measurements with invasive measurement of left ventricular end-diastolic pressure in patients stratified for different values of ejection fraction // *Echocardiography*. 2016. V. 33. No. 3. P. 398–405. Doi: 10.1111/echo.13094.
 7. Cameli M., Mandoli G.E., Loiacono F., Dini F.L., Henein M., Mondillo S. Left atrial strain: a new parameter for assessment of left ventricular filling pressure // *Heart Fail. Rev.* 2016. V. 21. No. 1. P. 65–76. Doi: 10.1007/s10741-015-9520-9.
 8. Brecht A., Oertelt-Prigione S., Seeland U., Rucke M., Hattasch R., Waglehner T., Regitz-Zagrosek V., Baumann G., Knebel F., Stangl V. Left atrial function in preclinical diastolic dysfunction: two-dimensional speckle-tracking echocardiography-derived results from the BEFRI trial // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016. V. 29. No. 8. P. 750–758. Doi: 10.1016/j.echo.2016.03.013.
 9. Khan U.A., de Simone G., Hill J., Tighe D.A., Aurigemma G.P. Depressed atrial function in diastolic dysfunction: a speckle tracking imaging study // *Echocardiography*. 2013. V. 30. No. 3. P. 309–316. Doi: 10.1111/echo.
 10. Lancellotti P., Galderisi M., Edvardson T., Donal E., Golasch G., Cardim N., Magne J., Laginha S., Hagendorff A., Haland T.F., Aaberge L., Martinez C., Rapacciuolo A., Santoro C., Iardi F., Postolache A., Dulgheru R., Mateescu A.D., Beladan C.C., Deleanu D., Marchetta S., Auffret V., Schwammenthal E., Habib G., Popescu B.A. Echo-Doppler estimation of left ventricular filling pressure: results of the multicentre EACVI Euro-Filling study // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2017. V. 18. No. 9. P. 961–968. Doi: 10.1093/ehjci/jex067.
 11. Andersen O.S., Smiseth O.A., Dokainish H., Abudiab M.M., Schutt R.C., Kumar A., Sato K., Harb S., Gude E., Remme E.W., Andreassen A.K., Ha J.W., Xu J., Klein A.L., Nagueh S.F. Estimating left ventricular filling pressure by echocardiography // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017. V. 69. No. 15. P. 1937–1948. Doi: 10.1016/j.jacc.2017.01.058.
 12. Alekhin M.N., Grishin A.M., Petrova O.A. Evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography in patients with preserved ejection fraction // *Kardiologiia*. 2017. V. 57. No. 2. P. 40–45. (Article in Russian)
 13. Almeida J.G., Fontes-Carvalho R., Sampaio F., Ribeiro J., Bettencourt P., Flachskampf F.A., Leite-Moreira A., Azevedo A. Impact of the 2016 ASE/EACVI recommendations on the prevalence of diastolic dysfunction in the general population // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2018. V. 19. No. 4. P. 380–386. Doi: 10.1093/ehjci/jex252.
 14. Huttin O., Fraser A.G., Coiro S., Bozec E., Selton-Suty C., Lamiral Z., Frikha Z., Rossignol P., Zannad F., Girerd N. Impact of changes in consensus diagnostic recommendations on the echocardiographic prevalence of diastolic dysfunction // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017. V. 69. No. 25. P. 3119–3121. Doi: 10.1016/j.jacc.2017.04.039.
 15. Edvardson T., Smiseth O.A. Evaluation of diastolic function by echocardiography: important progression, but issues to be resolved // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2018. V. 19. No. 4. P. 387–388. Doi: 10.1093/ehjci/jex319.
 16. Fernandes R.M., Le Bihan D., Vilela A.A., Barretto R.B.M., Santos E.S., Assef J.E., Pedra S.R.F., Sousa A.G.M.R., Timerman A. Association between left atrial strain and left ventricular diastolic function in patients with acute coronary syndrome // *J. Echocardiogr.* 2019. V. 17. No. 3. P. 138–146. Doi: 10.1007/s12574-018-0403-7.
 17. Morris D.A., Belyavskiy E., Aravind-Kumar R., Kropf M., Frydas A., Braunauer K., Marquez E., Krisper M., Lindhorst R., Osmanoglou E., Boldt L.H., Blaschke F., Haverkamp W., Tschope C., Edelmann F., Pieske B., Pieske-Kraigher E. Potential usefulness and clinical relevance of adding left atrial strain to left atrial volume index in the detection of left ventricular diastolic dysfunction // *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2018. V. 11. No. 10. P. 1405–1415. Doi: 10.1016/j.jcmg.2017.07.029.
 18. Kalinin A.O., Alekhin M.N., Bakhs G., Shipatshov P.N. Atrial myocardial deformation in healthy individuals of two-dimensional strain // *Kardiologiia*. 2010. V. 50. No. 2. P. 62–68. (Article in Russian)
 19. Badano L.P., Koliakos T.J., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardson T., D'Hooge J., Donal E., Fraser A.G., Marwick T., Mertens L., Popescu B.A., Sengupta P.P., Lancellotti P., Thomas J.D., Voigt J.U.; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2018. V. 19. No. 6. P. 591–600. Doi: 10.1093/ehjci/jev042.
 20. Jarasunas J., Aidietis A., Aidietiene S. Left atrial strain – an early marker of left ventricular diastolic dysfunction in patients with hypertension and paroxysmal atrial fibrillation // *Cardiovasc. Ultrasound*. 2018. V. 16. No. 1. P. 29. Doi: 10.1186/s12947-018-0147-6.
 21. Cameli M., Lisi M., Righini F.M., Massoni A., Natali B.M., Focardi M., Tacchini D., Geyer A., Curci V., Di Tommaso C., Lisi G., Maccherini M., Chiavarelli M., Massetti M., Tanganelli P., Mondillo S. Usefulness of atrial deformation analysis to predict left atrial fibrosis and endocardial thickness in patients undergoing mitral valve operations for severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse // *Am. J. Cardiol.* 2013. V. 111. No. 4. P. 595–601. Doi: 10.1016/j.amjcard.2012.10.049.
 22. Wakami K., Ohte N., Asada K., Fukuta H., Goto T., Mukai S., Narita H., Kimura G.

- Correlation between left ventricular end-diastolic pressure and peak left atrial wall strain during left ventricular systole // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. V. 22. No. 7. P. 847–851. Doi: 10.1016/j.echo.2009.04.026.
23. Pellicori P., Zhang J., Lukaschuk E., Joseph A.C., Bourantas C.V., Loh H., Bragadeesh T., Clark A.L., Cleland J.G. Left atrial function measured by cardiac magnetic resonance imaging in patients with heart failure: clinical associations and prognostic value // *Eur. Heart J.* 2015. V. 36. No. 12. P. 733–742. Doi: 10.1093/eurheartj/ehu405.
24. Lundberg A., Johnson J., Hage C., Back M., Merkely B., Venkateshvaran A., Lund L.H., Nagy A.I., Manouras A. Left atrial strain improves estimation of filling pressures in heart failure: a simultaneous echocardiographic and invasive haemodynamic study // *Clin. Res. Cardiol.* 2019. V. 108. No. 6. P. 703–715. Doi: 10.1007/s00392-018-1399-8.
25. Mandoli G.E., Sisti N., Mondillo S., Cameli M. Left atrial strain in left ventricular diastolic dysfunction: have we finally found the missing piece of the puzzle? // *Heart Fail. Rev.* 2020. V. 25. No. 3. P. 409–417. Doi: 10.1007/s10741-019-09889-9.

Left ventricular diastolic function: value of left atrial global longitudinal strain

M.N. Alekhin^{1,2}, A.O. Kalinin^{3,4}

¹ *Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of Russian Federation, Moscow*

² *Central State Medical Academy of the Presidential Administration of Russian Federation, Moscow*

³ *Clinical Centre Gailezers, Riga East University Hospital, Riga, Republic of Latvia*

⁴ *Riga Stradins University, Riga, Republic of Latvia*

M.N. Alekhin – M.D., Ph.D., Head of Functional Diagnostics Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of Russian Federation; Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of Russian Federation, Moscow. A.O. Kalinin – M.D., Ph.D., Head of Functional Diagnostics Department, Clinical Centre Gailezers, Riga East University Hospital; Associate Professor, Division of Internal Diseases, Riga Stradins University, Riga, Republic of Latvia.

Echocardiography is the method of choice for non-invasive diagnosis of left ventricular diastolic dysfunction, despite the complexity of interpretation in a number of patients, especially with normal transmitral blood flow. Modern technologies, such as speckle tracking echocardiography, allow us to supplement the analysis of diastolic function of the left ventricle with an assessment of global longitudinal strain of the left atrium. Global longitudinal strain of the left atrium reflects the distensibility of the chamber and can be a highly effective index of left atrial dysfunction and an early marker of left ventricular diastolic dysfunction. This review presents an analysis of data from clinical studies on the value of left atrial longitudinal strain in patients with left ventricular diastolic dysfunction.

Key words: *echocardiography, diastolic function, left ventricle, global longitudinal strain, left atrium, speckle tracking.*

Citation: *Alekhin M.N., Kalinin A.O. Left ventricular diastolic function: value of left atrial global longitudinal strain // Ultrasound and Functional Diagnostics. 2020. No. 3. P. 91–104. DOI: 10.24835/1607-0771-2020-3-91-104. (Article in Russian)*