

# Современные эхокардиографические критерии сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: не только диастолическая дисфункция

Драпкина О. М., Джигоева О. Н.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины»  
Минздрава России. Москва, Россия

Сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) является распространенным, но трудно диагностируемым заболеванием. СНсФВ ассоциирована с коморбидностью, поэтому симптомы не всегда специфичны, что часто обуславливает длительный диагностический поиск и невозможность лечения основного заболевания и профилактики его осложнений. Основным доступным и экономически выгодным визуализирующим методом диагностики СНсФВ является трансторакальная эхокардиография. Алгоритмы диагностики СНсФВ были впервые систематизированы, и опубликованы в 2019г, что позволит улучшить ведение пациентов и предупредить развитие серьезных осложнений.

**Ключевые слова:** сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, эхокардиография, давление наполнения левого желудочка, диастолическая дисфункция, геометрия левого желудочка.

**Отношения и деятельность:** нет.

Поступила 27/01-2020

Рецензия получена 05/03-2020

Принята к публикации 16/03-2020



**Для цитирования:** Драпкина О. М., Джигоева О. Н. Современные эхокардиографические критерии сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: не только диастолическая дисфункция. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020;19(2):2454. doi:10.15829/1728-8800-2020-2454

## Modern echocardiographic criteria for heart failure with preserved ejection fraction: not only diastolic dysfunction

Drapkina O. M., Dzhiyeva O. N.

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine. Moscow, Russia

Heart failure with preserved ejection fraction (CHpEF) is a common but difficult to diagnose disease. CHpEF is associated with comorbidity, therefore, the symptoms are not always specific, which often leads to a long-term diagnostic process and the inability to treat the underlying disease and prevent its complications. The most affordable and cost-effective imaging method for the CHpEF diagnosis is transthoracic echocardiography. Diagnosis algorithms for HFpEF were first systematized and published in 2019, which will improve patient management and prevent the serious complications.

**Key words:** heart failure with preserved ejection fraction, echocardiography, left ventricular filling pressure, diastolic dysfunction, left ventricular geometry.

**Relationships and Activities:** not.

Drapkina O. M. ORCID: 0000-0002-4453-8430, Dzhiyeva O. N. \* ORCID: 0000-0002-5384-3795.

\*Corresponding author:

dzhiyevaon@gmail.com, o.dzhiyeva@yandex.ru

**Received:** 27/01-2020

**Revision Received:** 05/03-2020

**Accepted:** 16/03-2020

**For citation:** Drapkina O. M., Dzhiyeva O. N. Modern echocardiographic criteria for heart failure with preserved ejection fraction: not only diastolic dysfunction. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020;19(2):2454. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2020-2454

ГЛЖ — гипертрофия ЛЖ, ЗС — задняя стенка, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИКСО — индекс конечно-систолического объема, ИММЛЖ — индекс массы миокарда ЛЖ, КДР — конечно-диастолический размер, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, МЖП — межжелудочковая перегородка, ММЛЖ — масса миокарда ЛЖ, ОТС — относительная толщина стенки, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, СН — сердечная недостаточность, СНсФВ — сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, ТД — тканевая доплерография, ТР — трикуспидальная регургитация, ТТ ЭхоКГ — трансторакальная эхокардиография, ФВ ЛЖ — фракция выброса ЛЖ, ФП — фибрилляция предсердий, ЭхоКГ — эхокардиография, эхокардиографическая(-ие), HFA (Heart Failure Association) — Ассоциация сердечной недостаточности, ESC (European Society of Cardiology) — Европейское общество кардиологов.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: dzhiyevaon@gmail.com, o.dzhiyeva@yandex.ru

Тел.: +7 (916) 614-18-21

[Драпкина О. М. — д.м.н., профессор, член-корр. РАН, руководитель отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения, ORCID: 0000-0002-4453-8430, Джигоева О. Н. — к.м.н., с.н.с. отдела, ORCID: 0000-0002-5384-3795].

Сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) является одним из самых распространенных заболеваний в России и Европе [1, 2]. Несмотря на современные достижения в диагностике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний, ожидается, что распространенность этого заболевания во всем мире будет увеличиваться. Это обусловлено увеличением продолжительности жизни, а также увеличением распространенности ожирения и сахарного диабета [3, 4]. СНсФВ неоднородна как по этиологии, так и по фенотипическим проявлениям, что значительно затрудняет диагностику данного состояния. В настоящее время госпитализация пациентов с СНсФВ составляет более половины всех случаев госпитализаций с декомпенсацией сердечной недостаточности (СН) [1]. К сожалению, до настоящего времени нет четких диагностических критериев СНсФВ, что затрудняет своевременную диагностику и выбор тактики лечения.

Ассоциация сердечной недостаточности (Heart Failure Association, HFA) Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology, ESC) в 2007г опубликовали заявление консенсуса обществ сердечной недостаточности и кардиовизуализации на тему “Как диагностировать диастолическую сердечную недостаточность” [5]. С тех пор дважды менялась терминология: от СН с нормальной фракцией выброса (ФВ) к текущему определению СН с сохраненной ФВ [4]. Однако до сих пор термин “диастолическая СН” является до конца не определенным и распространенным. Не вызывает сомнения, что патофизиология СНсФВ выходит далеко за пределы диастолической дисфункции. Доказано, что это заболевание чаще развивается у женщин, у лиц пожилого возраста, а также на фоне коморбидной патологии: ожирения, артериальной гипертензии, сахарного диабета, хронической болезни почек, анемии, дефицита железа, нарушений сна, а также хронической обструктивной болезни легких [6-8]. Важно понимать, что у пациентов с клапанными пороками и болезнями перикарда СН не является закономерным сопутствующим заболеванием или осложнением основного, следовательно, не всегда следует относить симптомы, возникающие при этих структурных поражениях сердца, к проявлениям СНсФВ. Это же относится и к симптомным пациентам с ишемической болезнью сердца (ИБС) или хроническим коронарным синдромом, у которых одышка может быть расценена как эквивалент стенокардии, а может быть признаком и СН. Ведущими морфофункциональными нарушениями при СНсФВ являются интерстициальный фиброз, воспаление, окислительный стресс, эндотелиальная дисфункция, нарушение микроциркуляции, которые в итоге формируют ремоделирование левого желудочка (ЛЖ), его систолическую

и диастолическую дисфункцию, которые можно диагностировать с помощью методов кардиовизуализации [9-12].

Эхокардиография (ЭхоКГ) играет ключевую роль в диагностике СНсФВ. Этот метод предоставляет необходимую информацию о структуре сердца и параметрах внутрисердечной гемодинамики, является экономически доступным, воспроизводимым и в настоящее время рекомендуется при диагностическом обследовании пациентов с одышкой неизвестной этиологии [4]. В современной классификации СН ключевую роль, согласно терминологии, играет ФВ ЛЖ, которая оценивает глобальную функцию, но не указывает объем ЛЖ или ударный объем [13]. Стоит отметить, что ФВ ЛЖ не является синонимом систолической функции ЛЖ. Несмотря на сохранную ФВ ЛЖ, пациенты с СНсФВ практически всегда имеют нарушение длинноосевой систолической функции, которую можно измерить с помощью митральной кольцевой систолической экскурсии или глобальной продольной деформации ЛЖ [14, 15]. Поэтому пациенты с СНсФВ имеют нарушенную систолическую функцию при сохраненной ФВ. Для анализа фазы диастолы в трансторакальной ЭхоКГ (ТТ ЭхоКГ) используются:

- Оценка трансмитрального кровотока импульсно-волновым доплеровским методом;
- Тканевая доплерография (ТД) митрального кольца;
- Определение кровотока в легочных венах импульсно-волновым доплеровским методом;
- Индекс конечно-систолического объема (ИКСО) левого предсердия (ЛП);
- Систолическая скорость трикуспидальной регургитации (ТР).

Описано дополнительное возможное использование маневра Вальсальвы для динамической оценки скорости потока митральной регургитации и времени изоволюметрической релаксации, однако в практике этот метод не получил широкого распространения из-за низкой воспроизводимости, особенно у пожилых пациентов.

Выделяют 4 типа соотношения пиков трансмитрального кровотока. Нормальная картина состоит из двух пиков (Е и А) в доплеровском диастолическом профиле, которые формируются вследствие градиента давления между ЛП и ЛЖ. Волна “Е” возникает на ранней стадии диастолы после открытия митрального клапана, когда давление в ЛЖ падает ниже давления ЛП, а волна “А” возникает в позднюю диастолу, когда систола предсердий увеличивает давление в ЛП выше давления в ЛЖ (рисунк 1). Как правило, отношение Е/А варьирует в норме от 0,8 до 2,0. У молодых людей нередко можно наблюдать отношение пиков >2,0, а значение 0,75 может считаться нормальным у пациентов >75 лет. До рекомендаций по оценке диастоличе-

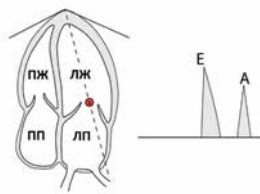


Рис. 1 Нормальный спектр трансмитрального потока при импульсно-волновом доплеровском исследовании [4].

Примечание: ПП — правое предсердие, ПЖ — правый желудочек, E — пик скорости фазы раннего диастолического наполнения, A — пик скорости фазы систолы предсердий.

ской функции 2016г [13] в ЭхоКГ рутинно использовалась оценка времени замедления раннего диастолического наполнения DTE. Первый вариант патологического наполнения ЛЖ называется “замедленная или нарушенная релаксация”. В этой ситуации снижается пиковая скорость раннего наполнения (из-за уменьшения градиента давления между ЛП и ЛЖ), а также увеличивается наполнение предсердий, что приводит к обратному соотношению  $E/A < 1$ . Эти изменения соответствуют I стадии диастолической дисфункции ЛЖ или неизменному наполнению ЛЖ. Модель “псевдо-нормализации” с отношением  $E/A > 1$  приводит к увеличению давления в ЛП. Укороченный DTE надежно предсказывает нарушение наполнения ЛЖ и ухудшение диастолической дисфункции.

Объем ЛП увеличивается с прогрессирующим ухудшением диастолической функции, увеличивается давление в ЛП, увеличивается давление наполнения ЛЖ. ТД является более чувствительным инструментом в оценке давления наполнения по сравнению с доплеровским диастолическим трансмитральным спектром и пиками кровотока в легочных венах. При этом методе ЭхоКГ оценки скорость движения миокарда обозначается как  $e'$  и  $a'$  и независима от преднагрузки. Отклонением от нормы принято считать ситуацию, если скорость движения миокарда латеральной части фиброзного митрального кольца ( $e'$  латеральный) составляет  $< 10$  см/с или скорость движения миокарда септальной части фиброзного митрального кольца ( $e'$  септальный)  $< 7$  см/с (рисунок 2).

Критерии, рекомендованные в международных рекомендациях для диагностики диастолической дисфункции, — это индекс объема ЛП  $> 34$  мл/м<sup>2</sup>, скорости ТР  $> 2,8$  м/с,  $E/e' > 14$ . Диастолическая функция ЛЖ является нормальной, если более половины доступных переменных не соответствуют патологическим значениям. Диастолическая дисфункция ЛЖ диагностируется, если более половины доступных параметров соответствуют этим значениям. Исследование неубедительно, если половина параметров не соответствует заявленным критериям (рисунок 3). Среднее значение индекса

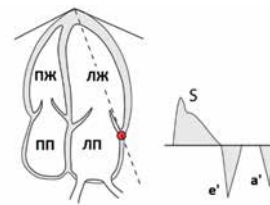


Рис. 2 Нормальный спектр тканевого доплеровского исследования [13].

Примечание: ПП — правое предсердие, ПЖ — правый желудочек, S — пик систолической миокардиальной скорости латеральной части фиброзного митрального кольца,  $e'$  — пик миокардиальной скорости раннего диастолического наполнения латеральной части фиброзного митрального кольца,  $a'$  — пик миокардиальной скорости позднего диастолического наполнения латеральной части фиброзного митрального кольца.

$E/e' > 15$  в состоянии покоя имеет достоверную диагностическую ценность для определения повышения давления наполнения ЛЖ, подтверждая вероятность СНсФВ, но соотношение  $E/e'$  в пределах так называемой “серой зоны” (9-14), хоть и определяет нарушение диастолического наполнения, но в качестве критерия СНсФВ является менее чувствительным параметром [13]. Но, к сожалению, ни один из описанных параметров не может быть четко рекомендован для широкого использования в рутинной практике.

В настоящее время не существует алгоритмизированных подходов к диагностике СНсФВ с помощью ТТ ЭхоКГ. Рекомендации Американского общества по эхокардиографии (American Society of Echocardiography, ASE) и Европейского общества по кардиовизуализации (European Society of CardioVascular Imaging, EACVI) определили критерии СН: повышенное давление наполнения ЛЖ у пациентов с признаками и симптомами СН и с нарушением геометрии ЛЖ [13, 16]. При таком определении пациенты с соотношением  $E/A \geq 2$ , или, как ранее называли, 2 стадией диастолической дисфункции, рассматриваются как лица, имеющие повышенное давление наполнения ЛЖ, и таким образом, при наличии симптомов одышки, слабости, утомляемости, снижении переносимости нагрузок им может быть установлен диагноз СНсФВ. У пациентов с митральным соотношением  $E/A$  от 0,8 до 1,9 для окончательного определения повышенного давления наполнения ЛЖ необходимо учитывать еще три критерия: ИКСО ЛП  $> 34$  мл/м<sup>2</sup>; пиковую скорость ТР  $> 2,8$  м/с; среднее отношение  $E/e' > 14$ . Если два из этих трех критериев выполнены, это подтверждает наличие повышенного давления наполнения ЛЖ и, соответственно, диагноз СНсФВ.

С другой стороны, у тех пациентов, у которых два из этих параметров отрицательны и отношение митрального  $E/A$  составляет 0,8-1,9, а также у пациентов с митральным  $E/A$  отношением  $< 0,8$  и скоростью митральной E-волны  $< 50$  см/с, для подтвер-

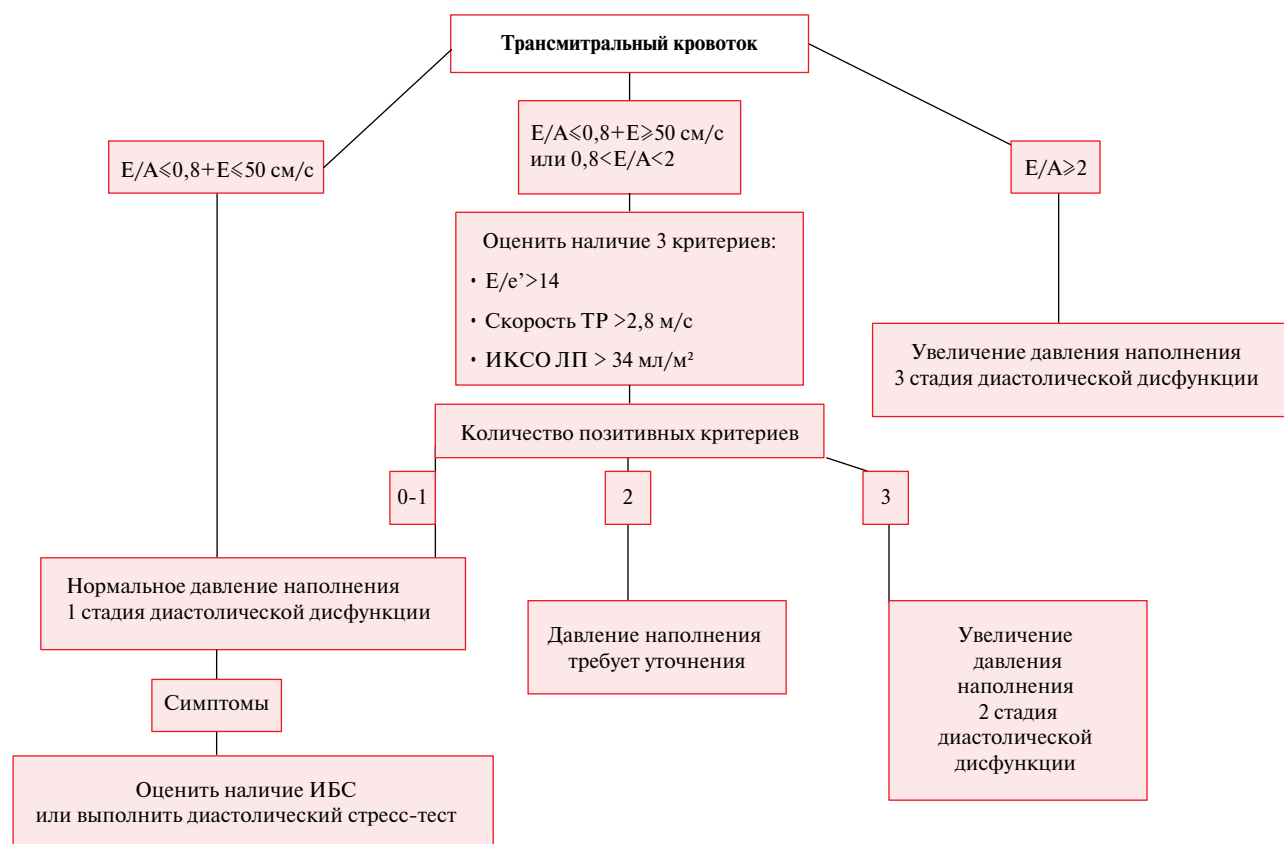


Рис. 3 Алгоритм диагностики диастолической дисфункции [13].

ждения диагноза СНсФВ следует рассмотреть возможность дальнейшей оценки с помощью диастолического стресс-теста. Этот подход надежен для пациентов с синусовым ритмом, но у пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП) этот метод не является достоверным. Кроме того, важно подчеркнуть, что у пациентов с кальцинозом митрального кольца, митральным стенозом или митральной регургитацией более чем умеренной степени тяжести, ресинхронизирующими устройствами, блокадами ветвей пучка Гиса этот подход не следует применять из-за неточности соотношения митрального  $E/e'$ .

В 2019г был выпущен новый рекомендательный документ, в котором предлагается принципиально новый алгоритм эхокардиографической диагностики СНсФВ [17]. Эти рекомендации дают очень важные разъяснения по особенностям ЭхоКГ диагностики СНсФВ, в частности, у пациентов с синусовым ритмом и при ФП. В этом документе впервые пошагово отражены критерии ЭхоКГ диагностики СНсФВ, что позволяет врачу, который проводит исследование, выполнить так называемый “сжатый экспертный протокол” — провести оценку параметров, необходимых для верификации СНсФВ. Согласно предложенной классификации, все крите-

рии, в т.ч. и ЭхоКГ, делятся на большие и малые. Следует отметить, что абсолютных нормальных значений при измерениях не существует. Все измерения важно не только индексировать по площади поверхности тела, но обязательно принимать во внимание и возраст пациента, а также учитывать, проводилось ли исследование на фоне синусового ритма или ФП [17].

Основной детерминантой  $e'$ , ранней диастолической скорости движения митрального кольца, является релаксация ЛЖ [18, 19]. Продольная скорость  $e'$  ЛЖ снижается с возрастом [20]. У лиц в возрасте <75 лет нарушением митральной кольцевой скорости раннего диастолического ( $e'$ ) считаются: септальный  $e' < 7$  см/сек или латеральный  $e' < 10$  см/сек. У лиц в возрасте >75 лет — септальный  $e' < 5$  см/сек или латеральный  $e' < 7$  см/сек. Следует подчеркнуть, что впервые в этом документе прозвучали новые пороговые значения для скоростей митрального кольца у лиц старшей возрастной категории. Отношение пиковой скорости митрального притока во время ранней диастолы (E) по данным импульсно-волновой доплерографии к средней скорости септального и латерального митрального кольцевого раннего диастолического пика ( $e'$ ), регистрируемой импульсной тканевой доплеро-

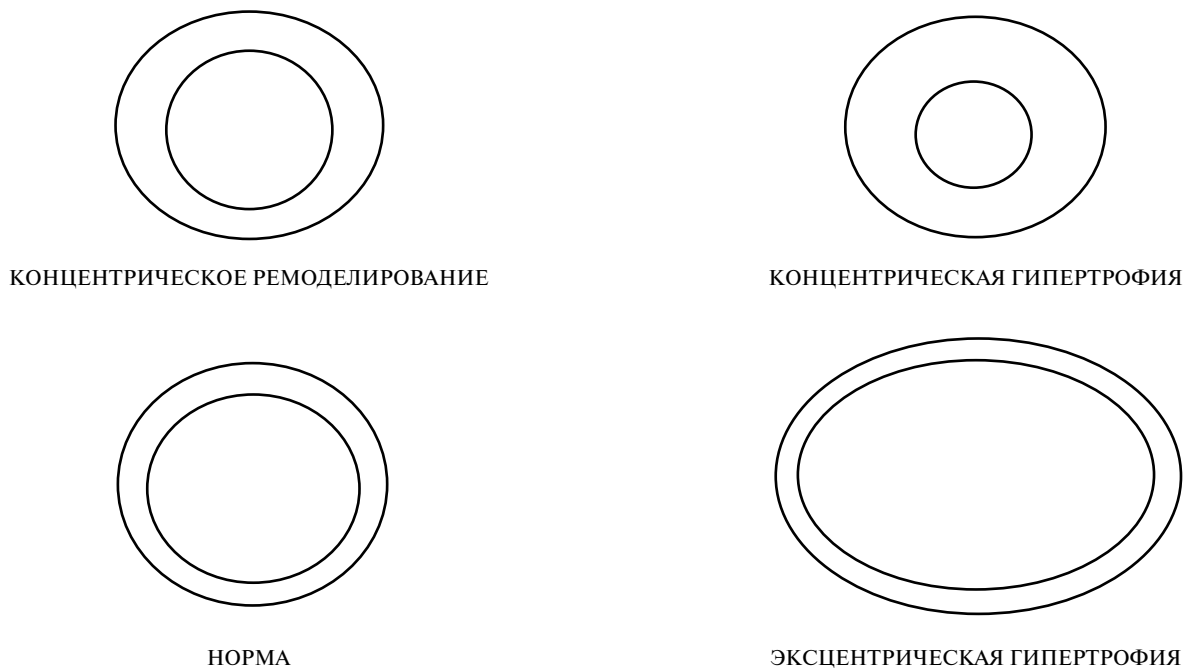


Рис. 4 Типы геометрии ЛЖ [47, 48].

графией, отражает давление наполнения ЛЖ [13]. Митральный индекс  $E/e'$  коррелирует с жесткостью ЛЖ и степенью фиброза, но менее зависит от возраста, чем  $e'$  [21-23]. На индекс  $E/e'$  мало влияют изменения объема, но на него влияет тяжесть гипертрофии ЛЖ (ГЛЖ) [24, 25]. Критерии патологических изменений  $E/e'$ , согласно критериям 2019г, выглядят следующим образом: большой критерий — соотношение  $E/e' > 15$ ; малый критерий — соотношение  $E/e'$  составляет 9-14 [17].

Систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) рассчитывается по модифицированному уравнению Бернулли как 4 пиковых скорости ТР плюс расчетное давление в правом предсердии. Повышенное СДЛА и снижение сократимости правого желудочка являются важными предикторами смерти при СНсФВ [26-29]. Даже умеренное увеличение СДЛА может привести к усилению межжелудочкового взаимодействия, т.к. смещение межжелудочковой перегородки (МЖП) влево препятствует наполнению ЛЖ [30]. Скорость ТР  $> 2,8$  м/с указывает на увеличение СДЛА и является косвенным маркером диастолической дисфункции ЛЖ [13]. Критерии патологических изменений следующие: большой критерий — пиковая скорость ТР  $> 2,8$  м/с и малый критерий — СДЛА  $> 35$  мм рт.ст. [17].

Параметры продольной деформации ЛЖ не зависят от угла сканирования, в отличие от скоростей миокарда, регистрируемых тканевой доплерографией. Продольная деформация оценивается с помощью спекл-трекинговой ЭхоКГ как среднее систолическое напряжение, полученное из всех сегментов ЛЖ в апикальном 4-камерном, апикальном

2-камерном доступах [15, 31]. Снижение продольного систолического напряжения ЛЖ и скорости раннего диастолического напряжения ЛЖ были выявлены у пациентов с СНсФВ [32]. Нарушение продольной деформации является предиктором госпитализации по поводу декомпенсации СН, сердечно-сосудистой смерти или остановки сердца [33]. Измененный продольный стрейн коррелирует также с параметрами жесткости ЛЖ, измеренными с помощью инвазивных методов, и с уровнями натрийуретических пептидов [34-36]. Все значения деформации являются безразмерными и выражаются в %. Для удобства использования в этих рекомендациях значение 16% предложено как нижняя граница нормы, а значение  $< 16\%$  рекомендуется в качестве малого критерия СНсФВ [17]. Таким образом, данные по продольной деформации включены в диагностические критерии впервые, но пока что в качестве второстепенного маркера.

Максимальный объем ЛП, измеренный в конце систолы и индексированный к площади поверхности тела ИКСО ЛП, является косвенным критерием давления наполнения ЛЖ [4]. Он более точен как маркер хронического ремоделирования ЛП [37, 38] и коррелирует с другими ЭхоКГ показателями диастолической функции ЛЖ [39]. ИКСО ЛП 29-34 мл/м<sup>2</sup> считается второстепенным критерием, поскольку он представляет собой верхнюю границу нормы у здоровых лиц [40, 41]. У пациентов без ФП или клапанного порока ИКСО ЛП  $> 34$  мл/м<sup>2</sup> независимо предсказывает смерть, СН, ФП и ишемический инсульт [42-44]. У пациентов с СНсФВ и постоянной ФП верхняя граница нормы ИКСО ЛП



увеличена, в среднем, на 35% по сравнению с пациентами с синусовым ритмом [45]. У пациентов с постоянной ФП может наблюдаться большой ИКСО ЛП, даже если у них нет диастолической дисфункции ЛЖ. Поэтому для пациентов с синусовым ритмом и ФП рекомендованы отдельные критерии дилатации левого предсердия [17]:

Большой критерий: ИКСО ЛП  $>34$  мл/м<sup>2</sup> при синусовом ритме.

Большой критерий: ИКСО ЛП  $>40$  мл/м<sup>2</sup> у пациентов с ФП.

Малый критерий: ИКСО ЛП  $=29-34$  мл/м<sup>2</sup> при синусовом ритме.

Малый критерий: ИКСО ЛП  $=34-40$  мл/м<sup>2</sup> у пациентов с ФП.

Впервые представлены количественные значения размеров ЛП у пациентов в зависимости от сердечного ритма в процессе ЭхоКГ исследования, и эти значения отличаются от приведенных в предыдущих рекомендациях [13].

Утолщение стенки ЛЖ при нормальном или уменьшенном конечном диастолическом размере (КДР) ЛЖ предполагает наличие у пациента нарушенной геометрии по концентрическому типу. Процесс утолщения миокарда начинается обычно в базальных сегментах МЖП, и толщина стенки  $>12$  мм в этом месте является распространенным явлением у пожилых людей [46]. Геометрия ЛЖ часто классифицируется с использованием относительной толщины стенки (ОТС), рассчитанной как удвоенная толщина задней стенки ЛЖ, деленная на КДР ЛЖ ( $3С \times 2/КДР$ ), и с использованием индекса массы ЛЖ (ИММЛЖ), нормализованного к площади поверхности тела. Для описания геометрии ЛЖ выделяют 4 типа (рисунок 4): нормальная (нормальный ИММЛЖ, ОТС  $<0,42$ ), концентрическое ремоделирование (нормальный ИММЛЖ, ОТС  $>0,42$ ), концентрическая гипертрофия (увеличение ИММЛЖ, ОТС  $>0,42$ ), эксцентрическая гипертрофия (увеличение ИММЛЖ, ОТС  $<0,42$ ) [47, 48].

У пациентов с СНсФВ можно наблюдать как концентрическую ГЛЖ, так и концентрическое ремоделирование. Отсутствие нарушения геометрии ЛЖ по типу гипертрофии по данным ЭхоКГ не исключает СН [49, 50]. Поэтому рекомендовано в качестве большого критерия выделять концентрическую гипертрофию (увеличение ИММЛЖ и увеличение ОТС), а в качестве малого критерия — любую из более низких градаций ГЛЖ, ОТС и конечной диастолической толщины стенки ЛЖ. Большим критерием считается: ИММЛЖ  $>149$  г/м<sup>2</sup> у мужчин и  $>122$  г/м<sup>2</sup> у женщин и ОТС  $>0,42$ . Малый критерий: ИММЛЖ  $>115$  г/м<sup>2</sup> у мужчин и  $>95$  г/м<sup>2</sup> у женщин и ОТС  $>0,42$  или конечно-диастолическая толщина стенки ЛЖ  $>12$  мм [17]. Важно подчеркнуть, что индекс массы миокарда в этом случае должен

оцениваться в совокупности с ОТС, поскольку диагностическое значение имеет именно концентрическая гипертрофия. Увеличение ИММЛЖ при нормальной ОТС в этом случае диагностически незначимо.

ЭхоКГ в покое остается важным методом для характеристики функциональных и структурных изменений при СНсФВ. Однако у некоторых пациентов с жалобами на одышку только во время физической нагрузки, часто ЭхоКГ параметры в покое не соответствуют критериям повышенного давления наполнения [4]. Симптомы, обусловленные СН, могут быть подтверждены, если зафиксированы гемодинамические нарушения, такие как снижение ударного объема, увеличение объема митральной регургитации и повышенное давление наполнения ЛЖ, которые обнаруживаются во время физической нагрузки. У типичного пожилого коморбидного пациента с сопутствующими заболеваниями наличие или отсутствие изолированных структурных и/или функциональных нарушений сердца в покое не всегда позволяет установить или исключить диагноз СНсФВ. Если эргометрическое тестирование выявляет повышенное давление наполнения ЛЖ в покое, то диагноз может быть подтвержден [13]. В ряде исследований было показано, что у некоторых пациентов с СНсФВ диастолические нарушения ЛЖ возникают только во время физической нагрузки [17]. Таким образом, добавление диастолического стресс-теста в стандартный алгоритм диагностики у симптомных пациентов без функциональных и структурных нарушений по данным ЭхоКГ покоя, может увеличить чувствительность диагностики СНсФВ [13, 17]. В действительности, согласно рекомендациям ASE/EACVI и ESC, диастолический стресс-тест может быть добавлен к ЭхоКГ подходу в состоянии покоя при подозрении на СНсФВ и неубедительных критериях с использованием стандартных измерений в состоянии покоя [16].

Пациенты с СН, которые находятся на динамическом “эхокардиографическом контроле”, имеют лучшую выживаемость благодаря активному контролю и модификации терапии [51]. Многие ЭхоКГ маркеры показали прогностическую ценность при СН [52]. ФВ ЛЖ, определяемая с помощью ЭхоКГ, широко используется в клинической практике и в настоящее время является ключевым параметром как в диагностике, так и в тактике ведения пациента при СН. Тем не менее, появились новые методы, такие как визуализация деформации и тканевая доплеровская визуализация. В частности, оценка деформации оказалась важной для выявления нарушений систолической функции при СНсФВ, несмотря на нормальные значения ФВ ЛЖ. А функциональные методы с физической нагрузкой, такие как диастолический стресс-тест,

Таблица 1

## ЭхоКГ критерии СНсФВ [17]

Критерии	Функциональные	Структурные
Большие	е'септальный <7 см/с или е'латеральный <10 см/с или Отношение E/e' >15 или Скорость TP >2,8 м/с	ИКСО ЛП >34 мл/м <sup>2</sup> или ИММЛЖ ≥149/122 мл/м <sup>2</sup> (м/ж) при ОТС >0,42
Малые	Отношение E/e' 9-14 или GLS <16%	ИКСО ЛП 29-34 мл/м <sup>2</sup> или ИММЛЖ >115/95 мл/м <sup>2</sup> (м/ж) или ОТС >0,42 или Толщина стенки ЛЖ ≥12 мм

Примечание: GLS — global longitudinal strain (продольная деформация).

позволяют выявлять латентные нарушения наполнения ЛЖ. Однако, даже при отсутствии технических возможностей оценки стрейна и тканевого доплера, алгоритм с использованием больших и малых критериев СНсФВ является важным достижением специалистов по изучению СН (таблица 1). Поэтому СНсФВ — это не только нарушения диастолической функции ЛЖ, а совокупность структурных и функциональных нарушений, которые можно диагностировать с помощью ТТ ЭхоКГ и вовремя определить дальнейшую тактику ведения пациента для профилактики серьезных сердечно-сосудистых осложнений.

### Заключение

Несмотря на совершенствование методик и технических возможностей в кардиовизуализации, ТТ ЭхоКГ продолжает оставаться основным

методом диагностики СН. Именно благодаря ЭхоКГ знаем, что СН — это не синоним сниженной ФВ ЛЖ. С помощью ультразвуковой оценки внутрисердечной гемодинамики были разработаны критерии оценки диастолической дисфункции и повышенного давления наполнения. С помощью новых технологий ТТ ЭхоКГ получены убедительные доказательства того, что систолическая функция ЛЖ — это не синоним ФВ ЛЖ, и у пациента с сохраненной может иметь место снижение систолической функции ЛЖ. Современный алгоритм инструментальной диагностики СН удобен и воспроизводим, что позволяет проводить качественную ЭхоКГ диагностику у пациентов с СН.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

### Литература/References

- Fomin IV. Chronic heart failure in russian federation: what we know today and what we should do. Russian Journal of Cardiology. 2016;(8):7-13. (In Russ.) Фомин И.В. Хроническая сердечная недостаточность в российской федерации: что сегодня мы знаем и что должны делать. Российский кардиологический журнал. 2016;(8):7-13. doi:10.15829/1560-4071-2016-8-7-13.
- Roger VL. Epidemiology of heart failure. Circulation Res. 2013;113(6):646-59. doi:10.1161/CIRCRESAHA.113.300268.
- Seferovic PM, Petrie MC, Filippatos GS, et al. Type 2 diabetes mellitus and heart failure: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. Eur J Heart Fail. 2018;20:853-72. doi:10.1002/ehf.1170.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. Document R.2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. Eur J Heart Fail. 2016;18:891-975. doi:10.1093/eurheartj/ehw128.
- Paulus WJ, Tschope C, Sanderson J, et al. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. Eur Heart J. 2007;28:2539-50. doi:10.1093/eurheartj/ehm037.
- Chioncel O, Lainscak M, Seferovic PM, et al. Epidemiology and one-year outcomes in patients with chronic heart failure and preserved, mid-range and reduced ejection fraction: an analysis of the ESC Heart Failure Long-Term Registry. Eur J Heart Fail. 2017;19:1574-85. doi:10.1002/ehf.813.
- Triposkiadis F, Giamouzis G, Parissis J, et al. Reframing the association and significance of comorbidities in heart failure. Eur J Heart Fail. 2016;18:744-58. doi:10.1016/j.ijcard.2018.04.001.
- Beale AL, Meyer P, Marwick TH, et al. Sex differences in cardiovascular pathophysiology: why women are overrepresented in heart failure with preserved ejection fraction. Circulation. 2018;138:198-205. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034271.
- Mohammed SF, Hussain S, Mirzoyev SA, et al. Coronary microvascular rarefaction and myocardial fibrosis in heart failure with preserved ejection fraction. Circulation. 2015;131:550-9. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.009625.
- Westermann D, Lindner D, Kasner M, et al. Cardiac inflammation contributes to changes in the extracellular matrix in patients with heart failure and normal ejection fraction. Circ Heart Fail. 2011;4:44-52. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.931451.
- Wang C, Fan F, Cao Q, et al. Mitochondrial aldehyde dehydrogenase 2 deficiency aggravates energy metabolism disturbance and diastolic dysfunction in diabetic mice. J Mol Med (Berl). 2016;94:1229-40. doi:10.1007/s00109-016-1449-5.
- Perseghin G, Ntali G, De Cobelli F, et al. Abnormal left ventricular energy metabolism in obese men with preserved systolic and diastolic functions is associated with insulin resistance. Diabetes Care. 2007;30:1520-6. doi:10.2337/dc06-2429.

13. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. 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. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17:1321-60. doi:10.1016/j.echo.2016.01.011.
14. Lundberg A, Johnson J, Hage C, et al. Left atrial strain improves estimation of filling pressures in heart failure: a simultaneous echocardiographic and invasive haemodynamic study. *Clin Res Cardiol*. 2018 Dec 10. doi:10.1007/s00392-018-1399-8.
15. Morris DA, Ma XX, Belyavskiy E, et al. Left ventricular longitudinal systolic function analysed by 2D speckle-tracking echocardiography in heart failure with preserved ejection fraction: a meta-analysis. *Open Heart*. 2017;4(2):e000630. Published online 2017 Sep 25. doi:10.1136/openhrt-2017000630.
16. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:e147-239. doi:10.1016/j.jacc.2013.05.019.
17. Pieske B, Tschöpe C, de Boer RA, et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2019;00:1-21 CLINICAL RESEARCH. doi:10.1093/eurheartj/ehz641.
18. Opdahl A, Remme EW, Helle-Valle T, et al. Determinants of left ventricular early-diastolic lengthening velocity: independent contributions from left ventricular relaxation, restoring forces, and lengthening load. *Circulation*. 2009;119:2578-86. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.791681.
19. Graham RJ, Gelman JS, Donelan L, et al. Effect of preload reduction by haemodialysis on new indices of diastolic function. *Clin Sci (Lond)*. 2003;105:499-506. doi:10.1042/CS20030059.
20. Von Bibra H, Paulus WJ, St John Sutton M, et al. Quantification of diastolic dysfunction via the age dependence of diastolic function—impact of insulin resistance with and without type 2 diabetes. *Int J Cardiol*. 2015;182:368-74. doi:10.1016/j.ijcard.2014.12.005.
21. Kasner M, Westermann D, Steendijk P, et al. Utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of diastolic function in heart failure with normal ejection fraction: a comparative Doppler-conductance catheterization study. *Circulation*. 2007;116:637-47. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.661983.
22. Kasner M, Westermann D, Lopez B, et al. Diastolic tissue Doppler indexes correlate with the degree of collagen expression and cross-linking in heart failure and normal ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:977-85. doi: 10.1016/j.jacc.2010.10.024.
23. Shah AM, Claggett B, Kitzman D, et al. Contemporary assessment of left ventricular diastolic function in older adults: the atherosclerosis risk in communities study. *Circulation*. 2017;135:426-39. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024825.
24. Donal E, Galli E, Fraser AG. Non-invasive estimation of left heart filling pressures: another nail in the coffin for E/e'? *Eur J Heart Fail*. 2017;19:1661-3. doi:10.1093/eurheartj/suz218.
25. Lam CS, Roger VL, Rodeheffer RJ, et al. Pulmonary hypertension in heart failure with preserved ejection fraction: a community-based study. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:1119-26. doi:10.1016/j.jacc.2008.11.051.
26. Al-Naamani N, Preston IR, Paulus JK, et al. Pulmonary arterial capacitance is an important predictor of mortality in heart failure with a preserved ejection fraction. *JACC Heart Fail*. 2015;3:467-74. doi:10.1016/j.jchf.2015.01.013.
27. Rosenkranz S, Gibbs JSR, Wachter R, et al. Left ventricular heart failure and pulmonary hypertension. *Eur Heart J*. 2016;37:942-54. doi:10.1093/eurheartj/ehv512.
28. Kasner M, Westermann D, Steendijk P, et al. Left ventricular dysfunction induced by non severe idiopathic pulmonary arterial hypertension: a pressure-volume relationship study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;186(2):181-9. doi:10.1164/rccm.201110-1860OC.
29. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2013;34:2949-3003. doi:10.1093/eurheartj/ehz296.
30. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/ Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:1-11. doi:10.1016/j.echo.2014.11.003.
31. Morris DA, Boldt LH, Eichstadt H, et al. Myocardial systolic and diastolic performance derived by 2-dimensional speckle tracking echocardiography in heart failure with normal left ventricular ejection fraction. *Circ Heart Fail*. 2012;5:610-20. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.112.966564.
32. Carluccio E, Biagioli P, Alunni G, et al. Advantages of deformation indices over systolic velocities in assessment of longitudinal systolic function in patients with heart failure and normal ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2011;13:292-302. doi:10.1093/eurjhf/hfq203.
33. Morris DA, Otani K, Bekfani T, et al. Multidirectional global left ventricular systolic function in normal subjects and patients with hypertension: multicenter evaluation. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27:493-500. doi:10.1016/j.echo.2014.01.017.
34. Menting ME, McGhie JS, Koopman LP, et al. Normal myocardial strain values using 2D speckle tracking echocardiography in healthy adults aged 20 to 72 years. *Echocardiography*. 2016;33:1665-75. doi:10.1016/j.echo.2017.07.010.
35. Sugimoto T, Dulgheru R, Bernard A, et al. Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular 2D strain: results from the EACVI NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:833-40. doi:10.1093/ehjci/jeu018.
36. Kocabay G, Muraru D, Peluso D, et al. Normal left ventricular mechanics by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Reference values in healthy adults. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2014;67:651-8. doi:10.1016/j.rec.2013.12.009.
37. Stefano GT, Zhao H, Schluchter M, et al. Assessment of echocardiographic left atrial size: accuracy of M-mode and two-dimensional methods and prediction of diastolic dysfunction. *Echocardiography*. 2012;29:37-84. doi:10.1111/j.1540-8175.2011.01643.x.
38. Moya-Mur J-L, García-Martín A, García-Lledó A, et al. Indexed left atrial volume is a more sensitive indicator of filling pressures and left heart function than is anteroposterior left atrial diameter. *Echocardiography*. 2010;27:1049-55. doi:10.1111/j.1540-8175.2010.01216.x.
39. Pritchett AM, Mahoney DW, Jacobsen SJ, et al. Diastolic dysfunction and left atrial volume: a population-based study. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:87-92. doi:10.1016/j.jacc.2004.09.054.
40. Lang RM, Nanda N, Franke A, et al. Live three-dimensional transthoracic echocardiography: case study world atlas. *Echocardiography*. 2005;22:95-8. doi:10.1111/j.0742-2822.2005.20041222.x.
41. Kou S, Caballero L, Dulgheru R, et al. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: results from the



- NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15:680-90. doi:10.1093/ehjci/jet284.
42. Abhayaratna WP, Seward JB, Appleton CP, et al. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:2357-63. doi:10.1016/j.jacc.2006.02.048.
43. Melenovsky V, Hwang SJ, Redfield MM, et al. Left atrial remodeling and function in advanced heart failure with preserved or reduced ejection fraction. *Circ Heart Fail*. 2015;8:295-303. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.114.001667.
44. Almeida P, Rodrigues J, Lourenco P, et al. Left atrial volume index is critical for the diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2018. doi:10.2459/JCM.0000000000000651.
45. Lam CS, Rienstra M, Tay WT, et al. Atrial fibrillation in heart failure with preserved ejection fraction: association with exercise capacity, left ventricular filling pressures, natriuretic peptides, and left atrial volume. *JACC Heart Fail*. 2017;5:92-8. doi:10.1016/j.jchf.2016.10.005.
46. Baltabaeva A, Marciniak M, Bijns B, et al. Regional left ventricular deformation and geometry analysis provides insights in myocardial remodeling in mild to moderate hypertension. *Eur J Echocardiogr*. 2008;9:501-8. doi:10.1016/j.euje.2007.08.004.
47. D'Andrea A, Radmilovic J, Ballo P, et al. Working Group on Echocardiography of the Italian Society of Cardiology. Left ventricular hypertrophy or storage disease? The incremental value of speckle tracking strain bull's-eye. *Echocardiography*. 2017;34:746-59. doi:10.1111/echo.13506.
48. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee, Task Force on Chamber Quantification, American College of Cardiology Echocardiography Committee, American Heart Association, European Association of Echocardiography, European Society of Cardiology. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr*. 2006;7:79-108. doi:10.1016/j.echo.2005.10.005.
49. Shah AM, Claggett B, Sweitzer NK, et al. Cardiac structure and function and prognosis in heart failure with preserved ejection fraction: findings from the echocardiographic study of the Treatment of Preserved Cardiac Function Heart Failure with an Aldosterone Antagonist (TOPCAT) Trial. *Circ Heart Failure*. 2014;7:740-51. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.113.000887.
50. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:233-70. doi:10.1016/j.echo.2014.10.003.
51. Tribouilloy C, Rusinaru D, Mahjoub H, et al. Impact of echocardiography in patients hospitalized for heart failure: a prospective observational study. *Arch Cardiovasc Dis*. 2008;101:465-73. doi:10.1016/j.acvd.2008.06.012.
52. Agha SA, Kalogeropoulos AP, Shih J, et al. Echocardiography and risk prediction in advanced heart failure: incremental value over clinical markers. *J Cardiac Fail*. 2009;15:586-92. doi:10.1016/j.cardfail.2009.03.002.