

**Сердечная недостаточность с сохранённой фракцией выброса левого желудочка: роль диастолического стресс-теста в алгоритмах диагностики**Павлюкова Е. Н.<sup>1</sup>, Кужель Д. А.<sup>2,3</sup>

Сердечная недостаточность (СН) с сохранённой фракцией выброса левого желудочка (ЛЖ) (СН-сФВ) в настоящее время является самой частой формой этого состояния, особенно, среди пожилых пациентов. Несмотря на сохранённую сократительную способность ЛЖ и умеренное повышение натрийуретического пептида, пациенты с СН-сФВ имеют такую же внегоспитальную смертность, как и лица с СН и сниженной фракцией выброса ЛЖ (СН-нФВ). Диагностика СН-сФВ затруднена по причине неспецифической симптоматики, необходимости использовать дорогостоящие биохимические тесты и сомнительных данных диастолической функции при выполнении эхокардиографии в покое. Кроме того, причиной слабой диагностики СН-сФВ в клинической практике может быть пожилой возраст и наличие сопутствующих заболеваний, которые также могут вызывать неспецифическую симптоматику умеренной хронической одышки, слабости и сердцебиения. Следствием этих причин является определение СН-сФВ только у каждого четвёртого пациента с острой или хронической формой этого состояния. Использование упрощённых протоколов клинической диагностики наряду с неинвазивным ультразвуковым стресс-тестом может помочь преодолеть существующие проблемы диагностики СН-сФВ.

**Ключевые слова:** сердечная недостаточность, диастолическая функция, эхокардиография, стресс-тест.

**Отношения и деятельность:** нет.

<sup>1</sup>НИИ кардиологии, Томский национальный медицинский исследовательский центр СО РАМН, Томск; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск; <sup>3</sup>КГБУЗ Красноярская краевая больница № 2, Красноярск, Россия.

Павлюкова Е. Н. — зав. отделением атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца научно-исследовательского института кардиологии, ORCID: 0000-0002-3081-9477, Кужель Д. А.\* — сотрудник кафедры кардиологии и функциональной диагностики, зав. отделением функциональной диагностики, ORCID: 0000-0002-0264-2686.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
dakushel@yandex.ru

ДД — диастолическая дисфункция, ЛЖ — левый желудочек, НУП — натрийуретический пептид, СН — сердечная недостаточность, СН-нФВ — сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса, СН-сФВ — сердечная недостаточность с сохранённой фракцией выброса, ТР — трикуспидальная регургитация, ФВ — фракция выброса, ФР — фактор риска, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЭхоКГ — эхокардиография, NYHA — Нью-Йоркская Ассоциация сердца.

**Рукопись получена** 16.10.2020

**Рецензия получена** 23.12.2020

**Принята к публикации** 04.02.2021



**Для цитирования:** Павлюкова Е. Н., Кужель Д. А. Сердечная недостаточность с сохранённой фракцией выброса левого желудочка: роль диастолического стресс-теста в алгоритмах диагностики. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(2):4147. doi:10.15829/1560-4071-2021-4147

**Heart failure with preserved ejection fraction: the role of diastolic stress test in diagnostic algorithms**Pavlyukova E. N.<sup>1</sup>, Kuzhel D. A.<sup>2,3</sup>

Heart failure (HF) with preserved ejection fraction (HFpEF) is currently the most common type of this condition, especially among elderly patients. Despite the preserved left ventricular (LV) and a moderate increase in natriuretic peptide, patients with HFpEF have the same out-of-hospital mortality as those with HF with reduced ejection fraction (HFrEF). Diagnosis of HFpEF is difficult due to nonspecific symptoms, expensive blood tests, and questionable rest echocardiographic data on diastolic function. In addition, the reason for poor diagnosis of HFpEF in clinical practice may be old age and comorbidities, which can also cause nonspecific symptoms of moderate chronic shortness of breath, weakness, and palpitations. The consequence is the detection of HFpEF only in every fourth patient with an acute or chronic heart failure. The use of simplified clinical diagnostic protocols along with a non-invasive ultrasound stress test can help overcome the existing problems in the diagnosis of HFpEF.

**Keywords:** heart failure, diastolic function, echocardiography, stress test.

**Relationships and Activities:** none.

<sup>1</sup>Cardiology Research Institute, Tomsk National Medical Research Center, Tomsk; <sup>2</sup>Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk; <sup>3</sup>Krasnoyarsk Regional Hospital № 2, Krasnoyarsk, Russia.

Pavlyukova E. N. ORCID: 0000-0002-3081-9477, Kuzhel D. A.\* ORCID: 0000-0002-0264-2686.

\*Corresponding author: dakushel@yandex.ru

**Received:** 16.10.2020 **Revision Received:** 23.12.2020 **Accepted:** 04.02.2021

**For citation:** Pavlyukova E. N., Kuzhel D. A. Heart failure with preserved ejection fraction: the role of diastolic stress test in diagnostic algorithms. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(2):4147. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4147

Сердечная недостаточность (СН) с сохранённой фракцией выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) (СН-сФВ) является самой частой формой этого состояния среди пациентов старше 65 лет. В настоящее время наблюдается увеличение распространённости СН-сФВ по причине старения населения и развития сопутствующих заболеваний [1-5]. Более того, в популяции пожилых женщин СН-сФВ составляет большинство всех случаев СН [1, 6]. Экономическая нагрузка на бюджет здравоохранения в связи с СН-сФВ является практически такой же, как и СН и сниженной ФВ (СН-нФВ), со сходной частотой госпитализаций и смертностью [7, 8].

Несмотря на недавно опубликованные клинические рекомендации [9, 10], диагностика СН-сФВ может быть затруднена по причине неспецифической симптоматики, низких показателей натрийуретического пептида (НУП) и сомнительных данных диастолической функции по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) в покое [11, 12]. По данным проведённого в 2020г Европейского регистра, только у 1/4 пациентов, госпитализированных по поводу острой СН, диагноз СН-сФВ был установлен согласно критериям, предложенным Европейским обществом кардиологов в 2016г. Отсутствие рестриктивного/псевдонормального типа диастолической дисфункции (ДД) при выполнении ЭхоКГ расценивалось как отсутствие СН, и симптоматика приписывалась обострению сопутствующих заболеваний [13].

Принимая во внимание высокую распространённость СН-сФВ в современном обществе и описанные трудности диагностики, разработка удобных для практического применения алгоритмов по выявлению этого заболевания представляется одной из наиболее важных задач [14].

#### **Факторы риска и причины развития СН-сФВ ЛЖ**

СН-сФВ как правило развивается на фоне сопутствующих заболеваний и факторов риска (ФР), которые включают пожилой возраст, женский пол, ожирение, наличие артериальной гипертензии, сахарного диабета, хронических заболеваний почек, железодефицитной анемии, хронической обструктивной болезни лёгких и обструктивного ночного апноэ [15, 16]. Количество сопутствующих заболеваний среди лиц с СН-сФВ коррелирует с числом госпитализаций и общей смертностью пациентов [17, 18].

Принято считать, что сопутствующие заболевания, особенно, ожирение, приводят к окислительному стрессу в эндотелии коронарных капилляров [19]. Результатом этих процессов является снижение накопления оксида азота, играющего важную роль в развитии эндотелий-зависимого расслабления гладкомышечных клеток и в регуляции метаболизма кальция в саркоплазматическом ретикулуме [20, 21]. Помимо этого, происходит уменьшение доступности циклического гуанозинмонофосфата (сGMP), нару-

шение фосфорилирования белка титина в кардиомиоцитах, капиллярная ишемия и фиброз с развитием концентрического ремоделирования ЛЖ и ДД [22].

Описанные процессы принципиально отличаются от тех, которые наблюдаются при СН-нФВ, когда прямое поражение кардиомиоцитов при острым инфаркте миокарда, инфекционном или токсическом воздействии приводят к некрозу и эксцентрическому ремоделированию ЛЖ, компенсаторной реакцией на которое является развитие нейроэндокринной активации и систолической дисфункции [19].

Диастолическая функция может ухудшаться через удлинение расслабления и/или через увеличение жёсткости ЛЖ. Нарушение этих двух параметров часто, но не всегда, происходит совместно. Один из важных механизмов развития ДД связан с изменениями в свойствах ЛЖ, когда развитие концентрического ремоделирования при старении или постельном режиме приводит к увеличению относительной толщины стенки и увеличению жёсткости ЛЖ без фактического изменения в свойствах миокарда. Однако изменения в жёсткости миокарда или нарушении расслабления ЛЖ не всегда ведут к увеличению конечного диастолического давления. Для того, чтобы это произошло, часто необходимы дополнительные факторы, такие как увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) при нарушении расслабления или перегрузка объёмом при увеличении жёсткости миокарда [23].

#### **Сложности и алгоритмы диагностики СН-сФВ ЛЖ**

Причиной появления клинической симптоматики у больных с СН является повышенное давление заполнения ЛЖ, которое представляет собой компенсаторный ответ для поддержки адекватного уровня сердечного выброса в покое или при физической нагрузке [9, 24]. Декомпенсированные пациенты с СН-сФВ могут иметь ортопноэ, а также признаки застоя при объективном осмотре и рентгенографии лёгких. В этой ситуации диагноз не представляет проблемы. Однако компенсированные пациенты, находящиеся в состоянии нормоволемии, обычно предъявляют жалобы на одышку при физической нагрузке II или III степени по классификации Нью-Йоркской Ассоциации сердца (НУНА). Эта симптоматика является очень чувствительной, но имеющей только 50% специфичность для СН-сФВ [25]. У пожилых пациентов с подозреваемой СН-сФВ может быть выполнен тест 6-минутной ходьбы. Пройденное расстояние  $\leq 300$  м можно расценить как снижение толерантности к нагрузке [26]. Однако причинами одышки также могут быть анемия, хроническая обструктивная болезнь лёгких, ишемическая болезнь сердца, клапанные пороки, болезни перикарда, которые должны быть исключены как первичная причина. Наконец, одышка может быть просто в результате снижения физической тренированности [9, 26, 27].

Таблица 1

Диагностическая система баллов “HFA-PEFF диагностический алгоритм” [14]

Критерии	Функциональные	Морфологические	Биохимические (синусовый ритм)	Биохимические (фибрилляция предсердий)
Большие (2 балла)	Септальный $e' < 7$ см/с Латеральный $e' < 10$ см/с или Усреднённый $E/e' \geq 15$ или Скорость ТР $> 2,8$ м/с (СДЛА $> 35$ мм рт.ст.)	Индекс объёма ЛП $> 34$ мл/м <sup>2</sup> или ИММЛЖ $\geq 149/122$ гр/м <sup>2</sup> (м/ж) и ОТС $> 0,42$	NT-proBNP $> 220$ pg/ml или BNP $> 80$ pg/ml	NT-proBNP $> 660$ pg/ml или BNP $> 240$ pg/ml
Малые (1 балл)	Усреднённый $E/e' 9-14$ или Глобальная продольная систолическая деформация ЛЖ $< -16\%$	Индекс объёма ЛП 29-34 мл/м <sup>2</sup> или ИММЛЖ $\geq 115/95$ гр/м <sup>2</sup> (м/ж) или ОТС $> 0,42$ или Толщина стенки ЛЖ $\geq 12$ мм	NT-proBNP 125-220 pg/ml или BNP 35-80 pg/ml	NT-proBNP 365-660 pg/ml или BNP 105-240 pg/ml

**Сокращения:** ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ОТС — относительная толщина стенки (удвоенная толщина задней стенки левого желудочка/конечный диастолический размер левого желудочка), СДЛА — систолическое давление в лёгочной артерии, ТР — трикуспидальная регургитация, BNP — мозговой натрийуретический пептид, NT-proBNP — мозговой N-терминальный натрийуретический пептид.

Современные клинические рекомендации для диагностики СН-сФВ предполагают наличие следующих условий: симптомов и клинических признаков СН-сФВ ЛЖ  $> 50\%$ , повышения плазменного уровня НУП, доказательства структурных изменений ЛЖ и/или расширения левого предсердия и/или ДД ЛЖ [9, 10].

Основным механизмом повышения уровня НУП является высокий конечно-диастолический стресс стенки ЛЖ, который обратно пропорционален его толщине. Многочисленные исследования показали, что уровни сыворотки  $< 125$  pg/mL (или ng/L) для мозгового N-терминального натрийуретического пептида или  $< 35$  pg/mL для мозгового натрийуретического пептида имеют высокое отрицательное прогностическое значение (95-99%) для исключения СН любой этиологии [14, 28]. Однако СН-сФВ развивается по типу концентрического ремоделирования, когда гипертрофия ЛЖ может нормализовать напряжение стенки. Поэтому превосходное отрицательное прогностическое значение НУП является полностью работающим для СН-нФВ с расширенным ЛЖ, но не обязательно для СН-сФВ, особенно, при наличии у пациента избыточного веса [29]. По опубликованным данным, 20-30% пациентов с инвазивно доказанной СН-сФВ имеют НУП ниже диагностических порогов [30]. Интерпретация показателей НУП также зависит от того, находится пациент в синусовом ритме или имеет фибрилляцию предсердий, при которой увеличиваются показатели даже в отсутствие СН [31].

Согласно определению, ДД представляет собой неспособность заполниться адекватным объёмом крови при низком давлении ЛЖ. ДД ЛЖ в отсутствие митрального стеноза может быть диагностирована инвазивным измерением повышенного лёгочного капиллярного давления заклинивания ( $> 12$  мм рт.ст.)

или конечного диастолического давления в ЛЖ ( $> 16$  мм рт.ст.) [32]. Поэтому “золотым” стандартом диагностики СН-сФВ считается катетеризация правых отделов сердца, сопровождаемая инвазивным тестом физической нагрузки, если в покое внутрисердечное давление остается нормальным. Однако инвазивная природа процедуры, её техническая сложность и стоимость делают этот тест малоприменимым для рутинной практики, оставляя его в качестве резервного в случае сомнительных результатов неинвазивного тестирования [20].

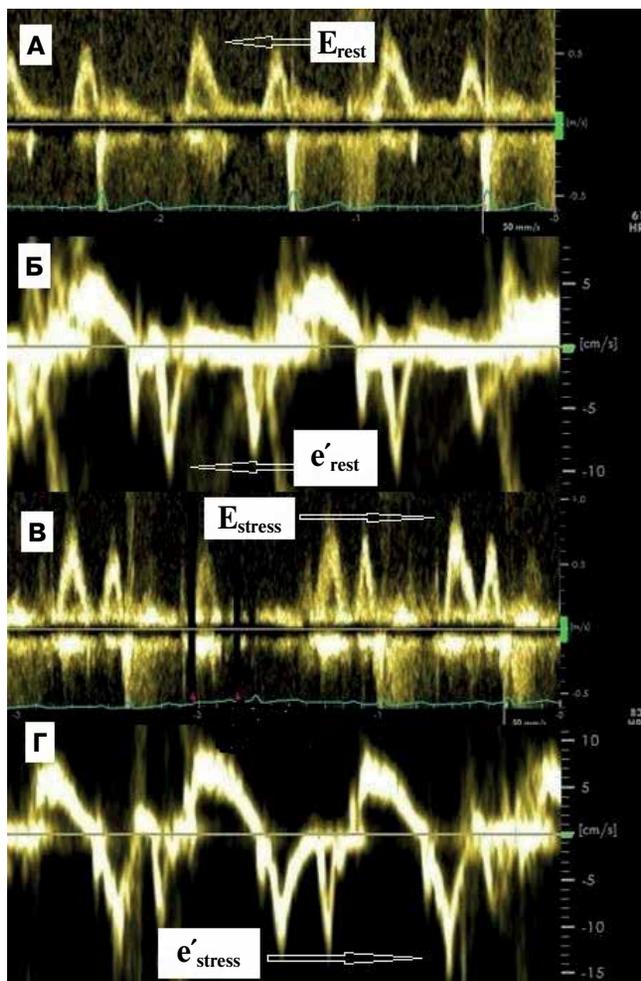
Как Европейские, так и Российские рекомендации для диагностики СН-сФВ требуют оценки давления заполнения ЛЖ посредством определения отношения максимальной скорости трансмитрального потока раннего наполнения (E) к усреднённой скорости движения миокарда в период раннего заполнения ЛЖ в режиме импульсно-волнового тканевого доплера ( $e'$ ). Отношение  $E/e' \geq 15$  в покое имеет высокую специфичность в определении повышенного среднего лёгочного капиллярного давления заклинивания в диагностике СН-сФВ [33]. Промежуточные значения  $E/e'$  в пределах диапазона 9-14 являются менее диагностически точными, в этих случаях принято рекомендовать выполнение диастолического стресс-теста [8, 9, 34, 35]. Однако проблема осложняется тем, что многие пациенты с СН-сФВ в покое имеют лишь лёгкую ДД, соответствующую I степени нарушения релаксации ЛЖ, и поэтому могут расцениваться как лица, не имеющие СН-сФВ [13, 36].

Таким образом, оценка давления заполнения ЛЖ и в целом СН-сФВ остаётся достаточно проблематичной у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ в отсутствие чётких клинических или рентгенологических признаков застоя [13, 37]. Поэтому для улучшения

Шкала бальной оценки H2FPEF [38]

	Клиническая переменная	Описание	Баллы
H2	Ожирение	Индекс массы тела $>30 \text{ кг/м}^2$	2 балла
	Гипертония	2 или более антигипертензивных препарата	1 балл
F	Мерцательная аритмия	Пароксизмальная или стойкая	3 балла
P	Лёгочная гипертензия	СДЛА по ЭхоКГ $>35 \text{ мм рт.ст.}$	1 балл
E	Возраст	$>60$ лет	1 балл
F	Давление наполнения	Отношение $E/e' >9$	1 балл

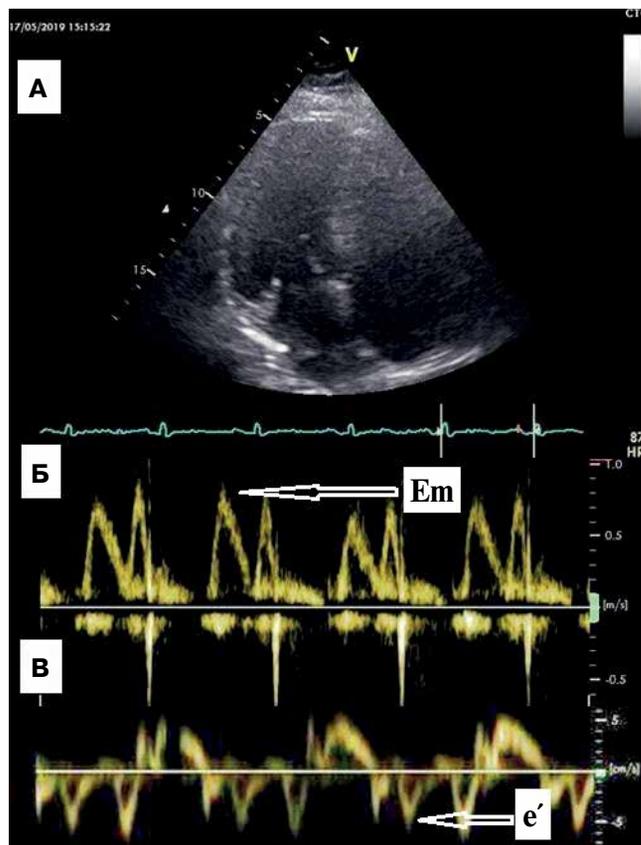
Сокращения: СДЛА — систолическое давление в лёгочной артерии, ЭхоКГ — эхокардиография.



**Рис. 1. А-Б.** Исследование диастолической функции в покое у пациента 54 лет с жалобами на одышку. Скорость пика  $E$  ( $E$  rest) в покое —  $63 \text{ см/с}$ , отношение  $E/A$  составляет  $1,14$ . Скорость пика  $e'$  ( $e'$  rest) базального сегмента межжелудочковой перегородки —  $10 \text{ см/с}$ , отношение  $E/e'$  составило  $6,3$ . **В-Г.** Исследование диастолической функции у того же пациента через 2 мин после физической нагрузки на велоэргометре мощностью  $100 \text{ Вт}$ . Скорость пика  $E$  ( $E$  stress) после нагрузочной пробы —  $96 \text{ см/с}$ , отношение  $E/A$  составляет  $1,29$ . Скорость пика  $e'$  ( $e'$  stress) базального сегмента межжелудочковой перегородки —  $14 \text{ см/с}$ , отношение  $E/e'$  составило  $6,8$ .

диагностики пациентов с СН-сФВ в настоящее время предлагается два алгоритма.

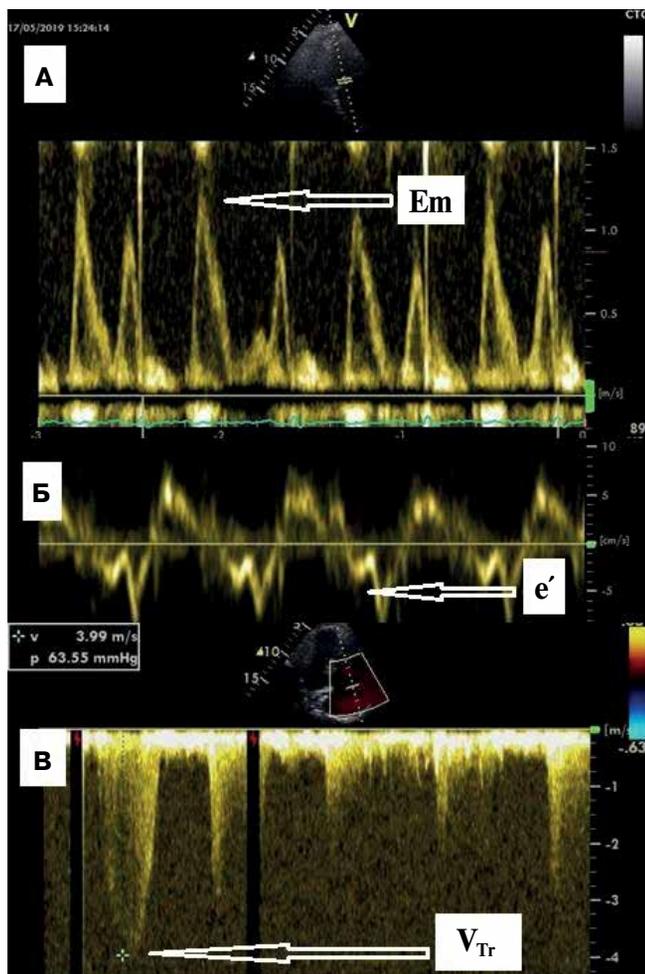
Ассоциацией сердечной недостаточности Европейского общества кардиологов (HFA ESC) предлагается пошаговая диагностика СН-сФВ (“HFA-PEFF



**Рис. 2.** Пациентка Ш. 48 лет, жалобы на одышку при небольшой физической нагрузке, индекс массы тела  $58 \text{ кг/м}^2$ . При осмотре дыхание везикулярное, хрипов нет, 22 в мин. Тоны сердца ритмичные, ЧСС —  $92 \text{ уд./мин}$ , шумы не определяются, артериальное давление —  $180/102 \text{ мм рт.ст.}$  Гипотензивных препаратов не принимает. Живот при пальпации безболезненный. Гемоглобин —  $146 \text{ г/л}$ . На рентгенографии лёгких очаговых теней не выявлено. **А.** Двухмерная ЭхоКГ, апикальный доступ позиция 4 камер. Систолическая функция ЛЖ не нарушена (ФВ  $68\%$ ), клапанной патологии не выявлено, гипертрофия миокарда (ИММЛЖ  $108,8 \text{ г/м}^2$ , ОТС —  $0,57$ ), расширение левого предсердия ( $37,1 \text{ мл/м}^2$ ), максимальная скорость ТР —  $2,8 \text{ м/с}$ . **Б.** Трансмитральный диастолический поток. Пик  $E$  ( $E_m$ ) —  $0,76 \text{ см/с}$ , отношение  $E/A$  —  $0,94$ . **В.** Импульсно-волновой тканевой доплер базального сегмента межжелудочковой перегородки. Скорость  $e'$  —  $6 \text{ см/с}$ , отношение  $E/e'$  —  $12,7$ . Сумма по шкале HFA-PEFF — 4 балла. Сумма по шкале H2FPEF — 3 балла.

диагностический алгоритм”), включающая следующие этапы.

1. Оценка симптоматики, клинических признаков СН, ФР (ожирение, гипертония, сахарный диабет, пожилой возраст, фибрилляция предсердий),



**Рис. 3.** После физической нагрузки на велоэргометре 50 Вт достигнута ЧСС 132 уд./мин. Нагрузка прекращена по причине усталости, нехватки воздуха. Нарушений локальной сократимости ЛЖ не выявлено, ФВ ЛЖ — 70%. **А.** Диастолический трансмитральный поток. Скорость пика E (Em) — 1,22 м/с, отношение E/A 1,35. **Б.** Импульсно-волновой тканевой доплер базального сегмента межжелудочковой перегородки. Скорость e' — 5 см/с, отношение E/e' — 21. **В.** Регистрация TR в режиме постоянно-волнового доплера. Максимальная скорость TR (VTr) — 3,99 м/с.

диагностические и лабораторные тесты (электрокардиография, ЭхоКГ и, по возможности, НУП). В отсутствии очевидных несердечных причин одышки, при наличии нормальной ФВ ЛЖ, по крайней мере, одного типичного ФР и отсутствии гемодинамически значимого клапанного порока или ишемической болезни сердца может быть заподозрена СН-сФВ. Повышение НУП поддерживает диагноз, но нормальные показатели не исключают СН-сФВ.

2. ЭхоКГ с оценкой давления заполнения ЛЖ, включая определение ранней диастолической скорости митрального кольца (e'), отношения E/e', индекса объёма левого предсердия, индекса массы миокарда ЛЖ, относительной толщины стенки ЛЖ, скорости трикуспидальной регургитации (ТР), глобальной продольной систолической деформации ЛЖ и определение сывороточного НУП. В за-

висимости от диагностического “веса” полученные показатели подразделяются на большие (2 балла) и малые (1 балл) критерии (табл. 1). Сумма баллов  $\geq 5$  подразумевает установленный диагноз СН-сФВ. Сумма баллов  $\leq 1$  практически исключает СН-сФВ. Наконец, промежуточная сумма баллов от 2 до 4 означает диагностическую неуверенность. В таких случаях переходят к следующему шагу.

3. Функциональный тест. Рекомендуется проведение стресс-теста с ультразвуковым (диастолическая стресс-ЭхоКГ) или инвазивным контролем гемодинамики. При наличии среднего отношения E/e' во время теста  $\geq 15$  добавляются 2 балла к исходному количеству. При наличии отношения E/e'  $\geq 15$  и пиковой скорости ТР  $> 3,4$  м/с можно добавить 3 балла. Если сумма баллов (исходно и при стресс-тесте)  $\geq 5$ , диагноз СН-сФВ считается установленным.

4. Определение этиологии СН-сФВ [14].

Несколько иной подход к диагностике СН-сФВ, разработанный в клинике Мейо (шкала баллов H2FPEF), предложен в США. Данный подход утверждён инвазивной оценкой гемодинамики при нагрузочном тестировании, подразумевает балльную оценку ФР, основывается на простых клинических и ультразвуковых переменных, которые позволяют эффективно отличать пациентов с СН-сФВ от лиц, имеющих несердечные причины одышки (табл. 2) [38].

Наличие суммы баллов от 6 до 9 позволяет с высокой вероятностью диагностировать СН-сФВ. Наличие количества баллов от 0 до 1 — исключить СН. Наконец, сумма баллов от 2 до 5 требует дополнительного тестирования, т.е. диастолического стресс-теста, выполняемого на велоэргометре с нагрузкой 25-50 Вт [38].

#### Стресс-ЭхоКГ при СН-сФВ ЛЖ

Нормальной реакцией на физическую нагрузку является увеличение скорости трансмитрального потока пиков E и A, а также увеличение скорости e' митрального кольца в раннюю диастолу (рис. 1). Поэтому отношения E/A и E/e' при физической нагрузке у здоровых лиц должны оставаться примерно такими же, как и в покое [39].

В случае нарушения диастолической функции у пациентов с СН-сФВ во время физической нагрузки на фоне увеличения венозного возврата в результате плохой растяжимости ЛЖ и снижения притока всасывания происходит неадекватное увеличение ударного объема и сердечного выброса. Следствием этого является увеличение давления заполнения ЛЖ. Клинически это проявляется одышкой и невозможностью выполнить данную физическую нагрузку [36, 40]. Поэтому для диагностики СН у лиц с одышкой и подозрением на СН-сФВ необходимо оценить давление заполнения ЛЖ сразу после физической нагрузки. Это тем более необходимо, поскольку речь

часто идёт о необходимости назначения мочегонных препаратов. Без подтверждения диагноза СН-сФВ такая терапия не будет эффективной [27].

Оптимальным для решения этой задачи считается неинвазивный диастолический стресс-тест (рис. 2, 3). В настоящее время рекомендуется субмаксимальный стресс-тест на велоэргометре в положении лёжа с приращениями 25 Вт. Также считается возможным выполнение нагрузочной пробы на тредмиле. Выполнение добутаминового стресс-теста для оценки давления заполнения ЛЖ не рекомендуется [41]. Отношение  $E/e'$  и пиковая скорость ТР должны быть оценены исходно, во время каждой ступени нагрузки, включая пиковую, во время субмаксимальной ЧСС перед слиянием митрального пика Е и А или в течение первых 2 мин фазы восстановления, когда пик Е и А разделяются, а давление заполнения ЛЖ остаётся повышенным [36, 40]. Анализ данных стресс-ЭхоКГ должен быть в первую очередь сфокусирован на определение нарушений локальной сократимости. Данные трансмитрального потока и тканевого доплера могут быть приняты вплоть до 3-5 мин после окончания нагрузочной пробы, поскольку считается, что высокое давление заполнения может сохраняться в течение этого интервала времени [28].

Признаком высокого давления заполнения ЛЖ, как было выше указано, является среднее отношение  $E/e' \geq 15$  (или отношение Е к септальному  $e' \geq 16$ ) с или без пиковой скорости ТР  $> 3,4$  м/с [36, 40]. Увеличение только пиковой скорости ТР не должно рассматриваться как критерий СН-сФВ, поскольку повышение систолического давления в лёгочной артерии может быть связано с нормальным гипердинамическим ответом на нагрузку и увеличенным лёгочным кровотоком в отсутствие ДД ЛЖ [14, 27].

Принято считать, что диастолический стресс-тест имеет высокую чувствительность (85%) и спе-

цифичность (100%). Все пациенты с отношением  $E/e' > 15$  во время нагрузочной пробы имели существенное повышение давления заклинивания лёгочной артерии ( $> 20$  мм рт.ст.) [42]. Однако, несмотря на доступность и простоту выполнения, по данным других авторов, диастолический стресс-тест имеет определённые ограничения. Так, отношение  $E/e'$  невозможно было измерить примерно у 10-20% лиц, подвергнутых субмаксимальной нагрузке, а скорость ТР — у 50%. Примерно 20% лиц группы контроля имели ложноположительные результаты. Поэтому стресс-ЭхоКГ не может полностью заменить инвазивное измерение гемодинамики, если данные неинвазивного исследования являются сомнительными [14, 27].

### Заключение

Дифференциальная диагностика СН-сФВ по-прежнему представляет сложный и неоднозначный процесс, особенно затруднённый у пожилых пациентов с сомнительной симптоматикой. Так как пациенты с СН-сФВ часто не показывают клинических признаков застоя, диагностика СН затрудняется в ещё большей степени. В клинической практике симптоматика умеренной одышки без наличия значимой патологии остаётся необъяснимой или просто приписывается возрасту. Поэтому применение упрощённых протоколов клинической диагностики без обязательного использования дорогостоящих биохимических маркеров высокого давления заполнения ЛЖ наряду с неинвазивным ультразвуковым стресс-тестом может помочь в преодолении существующих проблем диагностики этой формы СН.

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

### Литература/References

- Oktay AA, Rich JD, Shah SJ. The emerging epidemic of heart failure with preserved ejection fraction. *Curr Heart Fail Rep.* 2013;10:401-10. doi:10.1007/s11897-013-0155-7.
- Steinberg BA, Zhao X, Heidenreich PA, et al. Trends in patients hospitalized with heart failure and preserved left ventricular ejection fraction: prevalence, therapies, and outcomes. *Circulation.* 2012;126:65-75. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.111.080770.
- Bouthoorn S, Gohar A, Valstar G, et al. Prevalence of left ventricular systolic dysfunction and heart failure with reduced ejection fraction in men and women with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol.* 2018;17(1):58. doi:10.1186/s12933-018-0690-3
- Gohar A, Kievit RF, Valstar GB, et al. Opportunistic screening models for high-risk men and women to detect diastolic dysfunction and heart failure with preserved ejection fraction in the community. *Eur J Prev Cardiol.* 2019;26(6):613-23. doi:10.1177/2047487318816774.
- Oshchepkova EV, Lazarev NV, Satlykova DF, Tereschenko SN. The first results of the Russian Register of chronic heart failure. *Kardiologiya.* 2015;55(5):22-8. (In Russ.) Ощепкова Е. В., Лазарев Н. В., Сатлыкова Д. Ф., Терещенко С. Н. Первые результаты Российского регистра хронической сердечной недостаточности. *Кардиология.* 2015;55(5):22-8. doi:10.18565/cardio.2015.5.22-28.
- Dunlay SM, Roger VL, Redfield MM. Epidemiology of heart failure with preserved ejection fraction. *Nat Rev Cardiol.* 2017;14:591-602. doi:10.1038/nrcardio.2017.65.
- Chang PP, Wruck LM, Shahar E, et al. Trends in Hospitalizations and Survival of Acute Decompensated Heart Failure in Four US Communities (2005-2014). *Circulation.* 2018;138:12-24. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027551.
- Dunlay SM, Redfield MM, Weston SA, et al. Hospitalizations after heart failure diagnosis: a community perspective. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54:1695-702. doi:10.1016/j.jacc.2009.08.019.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 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 Heart J.* 2016;37:2129-200. doi:10.1093/eurheartj/ehw128.
- Russian Society of Cardiology (RSC) 2020 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology.* 2020;25(11):4083. (In Russ.) Российское кардиологическое общество. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2020;25(11):4083. doi:10.15829/29/1560-4071-2020-4083.
- Nagueh SF, Chang SM, Nabi F, et al. Cardiac imaging in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2017;10:e006547. doi:10.1161/CIRCIMAGING.117.006547.
- Drapkina OM, Dzhoieva ON. Modern echocardiographic criteria for heart failure with preserved ejection fraction: not only diastolic dysfunction. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020;19(2):2454. (In Russ.) Драпкина О. М., Джиоева О. Н. Современные эхокардиографические критерии сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: не только диастолическая дисфункция. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020;19(2):66-74. doi:10.15829/1728-8800-2020-2454.

13. Kaplon-Cieślicka A, Laroche C, Crespo-Leiro MG, et al. Is heart failure misdiagnosed in hospitalized patients with preserved ejection fraction? From the European Society of Cardiology — Heart Failure Association EURObservational Research Programme Heart Failure Long-Term Registry. *ESC Heart Failure*. 2020;2. doi:10.1002/ehf2.12817
14. Pieske B, Tschope 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;40:3297-317. doi:10.1093/eurheartj/ehz641
15. 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
16. 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
17. Ather S, Chan W, Bozkurt B, et al. Impact of noncardiac comorbidities on morbidity and mortality in a predominantly male population with heart failure and preserved versus reduced ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59:998-1005. doi:10.1016/j.jacc.2011.11.040
18. Upadhye B, Kitzman DW. Management of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. Current Challenges and Future Directions. *Am J Cardiovasc Drugs*. 2017;17(4):283-98. doi:10.1007/s40256-017-0219-2
19. Paulus W, Tschope C. A novel paradigm for heart failure with preserved ejection fraction: comorbidities drive myocardial dysfunction and remodeling through coronary microvascular endothelial inflammation. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:263-71. doi:10.1016/j.jacc.2013.02.092
20. Zakeri R, Cowie MR. Heart failure with preserved ejection fraction: controversies, challenges and future directions. *Heart*. 2018;104:377-84. doi:10.1136/heartjnl-2016-310790
21. Franssen C, Chen S, Hamdani N, Paulus WJ. From comorbidities to heart failure with preserved ejection fraction: a story of oxidative stress. *Heart*. 2016;102:320-30. doi:10.1136/heartjnl-2015-307787
22. Lam CSP, Lund LH. Microvascular endothelial dysfunction in heart failure with preserved ejection fraction. *Heart*. 2016;102(4):257-9. doi:10.1136/heartjnl-2015-308852
23. Popović ZB, Sato K, Desai MY. Is universal grading of diastolic function by echocardiography feasible? *Cardiovasc Diagn Ther*. 2018;8(1):18-28. doi:10.21037/cdt.2017.07.02
24. Reddy YNV, Olson TP, Obokata M, et al. Hemodynamic correlates and diagnostic role of cardiopulmonary exercise testing in heart failure with preserved ejection fraction. *JACC Heart Fail*. 2018;6:665-75. doi:10.1016/j.jchf.2018.03.003
25. Kasner M, Aleksandrov AS, Westermann D, et al. Functional iron deficiency and diastolic function in heart failure with preserved ejection fraction. *Int J Cardiol*. 2013;168:4652-7. doi:10.1016/j.ijcard.2013.07.185
26. Wolsk E, Kaye D, Borlaug BA, et al. Resting and exercise haemodynamics in relation to six-minute walk test in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2018;20:715-22. doi:10.1002/ehf.976
27. Prasad SB, Holland DJ, Atherton JJ. Diastolic stress echocardiography: from basic principles to clinical applications. *Heart*. 2018;104:1739-48. doi:10.1136/heartjnl-2017-312323
28. Chow SL, Maisel AS, Anand I, et al. Role of biomarkers for the prevention, assessment, and management of heart failure: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2017;135:e1054-e1091. doi:10.1161/CIR.0000000000000490
29. Buckley LF, Canada JM, Del Buono MG, et al. Low NT-proBNP levels in overweight and obese patients do not rule out a diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 2018;5:372-8. doi:10.1002/ehf2.12235
30. Meijers WC, Hoekstra T, Jaarsma T, et al. Patients with heart failure with preserved ejection fraction and low levels of natriuretic peptides. *Neth Heart J*. 2016;24:287-95. doi:10.1007/s12471-016-0816-8
31. 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
32. Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, 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
33. 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
34. Sharifov OF, Schiros CG, Aban I, et al. Diagnostic accuracy of tissue Doppler index E/e' for evaluating left ventricular filling pressure and diastolic dysfunction/heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016;5:e002530. doi:10.1161/JAHA.115.002530
35. Ovchinnikov AG, Ageev FT, Alekhin MN, et al. Diastolic transthoracic stress echocardiography with incremental workload in the evaluation of heart failure with preserved ejection fraction: indications, methodology, interpretation. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2020;2:60-90. (in Russ.) Овчинников А. Г., Агеев Ф. Т., Алехин М. Н. и др. Диастолическая трансторакальная стресс-эхокардиография с дозированной физической нагрузкой в диагностике сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: показания, методология, интерпретация результатов. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020;2:60-90. doi:10.24835/1607-0771-2020-2-60-90
36. Nagueh SF, Smiseth OF, 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. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29:277-314. doi:10.1016/j.echo.2016.01.011
37. Andersen OS, Smiseth OA, Dokainish H, et al. Estimating Left Ventricular Filling Pressure by Echocardiography. *JACC*. 2017;69(15):1937-48. doi:10.1016/j.jacc.2017.01.058
38. Reddy YNV, Carter RE, Obokata M, et al. A Simple, Evidence-Based Approach to Help Guide Diagnosis of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circulation*. 2018;138:861-70. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034646
39. Obokata M, Reddy YNV, Borlaug BA. Diastolic Dysfunction and Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Understanding Mechanisms by Using Noninvasive Methods. *JACC: Cardiovasc Imaging*. 2020;13:245-57. doi:10.1016/j.jcmg.2018.12.034
40. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W, et al. The clinical use of stress echocardiography in non-ischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17:1191-229. doi:10.1093/ehjci/jew190
41. Egstrup M, Gustafsson I, Andersen MJ, et al. Haemodynamic response during lowdose dobutamine infusion in patients with chronic systolic heart failure: comparison of echocardiographic and invasive measurements. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:659-67. doi:10.1093/ehjci/jes234
42. Talreja DR, Nishimura RA, Oh JK. Estimation of left ventricular filling pressure with exercise by Doppler echocardiography in patients with normal systolic function: a simultaneous echocardiographic-cardiac catheterization study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20:477-9. doi:10.1016/j.echo.2006.10.005