



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-6-118-129

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПАТОФИЗИОЛОГИИ И ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ С СОХРАНЕННОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Д.П. Параскевова, А.В. Минаев, Т.О. Астраханцева, М.А. Керен

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Рублевское шоссе, 135, Москва, Российская Федерация, 121552

Основные положения

- Патопфизиология сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса отличается от сердечной недостаточности с низкой фракцией выброса.
- Такие современные шкалы, как HFA-PEFF и H2FPEF, позволяют оценить вероятность наличия сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса.
- Чувствительность и специфичность обеих шкал недостаточны, поэтому необходимо проведение дальнейших исследований.

Резюме

Сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) представляет собой распространенное заболевание с неблагоприятным прогнозом, обусловленным сложностью медикаментозной модификации течения и высокой смертностью. В статье описаны современные представления о патофизиологии СНсФВ с акцентом на причинах ремоделирования миокарда, а также представлены актуальные алгоритмы диагностики данного заболевания. Показано, что триггерами развития СНсФВ являются активация нейроэндокринной системы, низкоинтенсивное воспаление и миокардиальный фиброз. Гетерогенность этиологии и сложность патофизиологии СНсФВ способствуют пересмотру существующих диагностических подходов. На сегодняшний день для выявления больных СНсФВ предлагаются новые шкалы риска – HFA-PEFF и H2FPEF, эффективность которых пока до конца изучена. Совместное применение методов визуализации и лабораторной диагностики обеспечивает комплексный анализ морфологического и функционального ремоделирования сердца, что способствует более эффективному выявлению СНсФВ. Однако низкий уровень согласованности этих шкал подчеркивает необходимость дальнейшего изучения лиц с СНсФВ с учетом их фенотипирования, что может способствовать разработке более упрощенных диагностических алгоритмов.

Ключевые слова

Сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса • Диастолическая дисфункция • Натрийуретический пептид

Поступила в редакцию: 31.10.2025; поступила после доработки: 18.11.2025; принята к печати: 06.12.2025

MODERN ASPECTS OF PATHOPHYSIOLOGY AND DIAGNOSTICS OF HEART FAILURE WITH PRESERVED LEFT VENTRICULAR EJECTION FRACTION

D.P. Paraskevova, A.V. Minaev, T.O. Astrakhantseva, M.A. Keren

Federal State Budgetary Institution "A.N. Bakulev Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 135, Rublyovskoye Hwy., Moscow, Russian Federation, 121552

Highlights

- The pathophysiology of heart failure with preserved ejection fraction differs from heart failure with low ejection fraction.
- There are modern scales (HFA-PEFF and H2FPEF) that show the probability of heart failure with preserved ejection fraction.
- The sensitivity and specificity of both scales are insufficient. Further research is needed.

Для корреспонденции: Диана Павловна Параскевова, diana.paraskevova@mail.ru; адрес: ул. Рублевское шоссе, 135, Москва, Российская Федерация, 121552

Corresponding author: Diana P. Paraskevova, diana.paraskevova@mail.ru; address: 135, Rublyovskoye Hwy., Moscow, Russian Federation, 121552

Abstract

HFpEF is a widespread disease with a poor prognosis due to high mortality rates and complex drug treatments. The article describes a modern view of HFpEF's pathophysiology, focusing on the causes of myocardial remodeling, and presents new algorithms for diagnosing HFpEF. The triggers for HFpEF are activation of the neuroendocrine system, low-level inflammation, and myocardial fibrosis. The causes and mechanisms of HFpEF are complex, therefore researchers should revise current diagnostic methods. New risk scales, HFA-PEFF and H₂FPEF that aim to identify HFpEF patients are still being studied. Using both imaging and laboratory tests gives specialists a complete view of changes in the heart, helping to detect HFpEF with greater accuracy. The inconsistency between these scales reveals a necessity for further study of HFpEF patients, given their phenotyping, because it can help develop simpler diagnostic algorithms.

Keywords

Heart failure with preserved ejection fraction • Diastolic dysfunction • Natriuretic peptide

Received: 31.10.2025; received in revised form: 18.11.2025; accepted: 06.12.2025

Список сокращений

иММЛЖ	– индекс массы миокарда левого желудочка	ФВ ЛЖ	– фракция выброса левого желудочка
ЛП	– левое предсердие	ФП	– фибрилляция предсердий
НУП	– натрийуретический пептид	ЭхоКГ	– эхокардиография
ОТС	– относительная толщина стенок	BNP	– мозговой натрийуретический пептид
СНнФВ	– сердечная недостаточность с низкой фракцией выброса	NT-proBNP	– предшественник мозгового натрийуретического пептида
СНсФВ	– сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса		

Введение

Распространенность хронической сердечной недостаточности в общей популяции развитых стран составляет 1–5%, среди лиц старше 70 лет – более 10% [1–4]. По данным регистра Global Health Data Exchange, в 2023 г. было диагностировано 64,3 млн случаев данного заболевания. В США хронической сердечной недостаточностью страдают примерно 6,5 млн взрослых людей, причем около половины из них – пациенты с сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ). В Европе СНсФВ выявлена у 4,9% лиц старше 60 лет, что соответствует нескольким миллионам больных [4, 5]. В России распространенность хронической сердечной недостаточности в 2020 г. составила 7%, при этом в половине случаев (53%) пациенты имели сохраненную фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Ожидается, что количество пациентов с СНсФВ будет неуклонно расти, что обусловлено увеличением продолжительности жизни населения и нарастающим бременем факторов риска развития данной патологии [6–8].

Сопутствующие заболевания и их комбинации играют важную роль в развитии СНсФВ и ее прогнозе. При этом отмечено, что факторы риска, способствующие развитию СНсФВ и СН с низкой ФВ (СНнФВ) различаются. Для боль-

ных СНсФВ, как правило, характерны пожилой возраст и женский пол, наличие ожирения, артериальной гипертензии, сахарного диабета, почечной дисфункции, железодефицитной анемии, хронической обструктивной болезни легких, а также пороков сердца и нарушений ритма [2, 4]. У больных СНнФВ фоновым заболеванием чаще является ишемическая болезнь сердца [9]. Ремоделирование миокарда, формирующееся на фоне артериальной гипертензии или ишемической болезни сердца, усугубляется при таких факторах риска, как инсулинорезистентность или сахарный диабет, которые провоцируют и поддерживают низкоинтенсивное хроническое неинфекционное воспаление, что, в свою очередь, ухудшает прогноз заболевания [6, 9]. Пятилетняя смертность при СНсФВ составляет 13%, а основными причинами смертности являются развитие острой СН, внезапная сердечная смерть, а также некардиальные причины [1, 10–12].

Методология

Работа представляет собой литературный обзор. Поиск литературы выполнен по ключевым словам, а также перекрестным ссылкам в базах данных PubMed и Google Scholar. Найдена и проанализирована 41 работа, большинство из которых – оригинальные исследования.

Патофизиология СНсФВ

За последние десятилетия выявлено, что функция кардиомиоцитов, структура миокарда и их взаимосвязь меняются при наличии СНсФВ. В связи с этим W.J. Paulus и соавт. предложена новая концепция развития СНсФВ, которая определяет повышенный уровень маркеров воспаления, индуцированный сопутствующими заболеваниями, как ключевую причину структурных и функциональных изменений миокарда [13]. Нарушение диастолической функции наблюдается у всех пациентов с СНсФВ. Артериальная гипертензия, как уже указывалось выше, является частым сопутствующим заболеванием и приводит к замедлению расслабления ЛЖ и впоследствии к его гипертрофии. В свою очередь замедление расслабления ЛЖ возникает на фоне увеличения постнагрузки, при которой восприимчивость тропонина I к протеинкиназе А снижается и первый переходит в дефосфорилированное состояние. Вследствие этого взаимодействие белков актина и миозина длится дольше и расслабление желудочка замедляется. Также важную роль в данном процессе играет белок титин, который является белком саркомеров кардиомиоцитов и отвечает за эластические свойства миокарда. Нарушение податливости белка титина приводит в первую очередь к нарушению расслабления. Данная концепция предполагает следующую последовательность событий при СНсФВ:

1) наличие сопутствующих заболеваний (избыточный вес/ожирение, сахарный диабет, хроническая обструктивная болезнь легких, артериальная гипертензия) вызывает системное провоспалительное состояние;

2) в ответ на это эндотелиальные клетки коронарных микрососудов вырабатывают реактивные формы кислорода, молекулы адгезии сосудистых клеток (VCAM) и E-селектин;

3) реактивные формы кислорода стимулируют образование пероксинитрита (ONOO) и снижают биодоступность оксида азота (NO), что приводит к снижению активности растворимой гуанилатциклазы;

4) экспрессия молекул адгезии (VCAM) и E-селектина в эндотелиальных клетках способствует миграции в субэндотелий моноцитов. Эти моноциты выделяют трансформирующий фактор роста бета. Он стимулирует преобразование фибробластов в миофибробласты, которые откладывают коллаген в интерстициальном пространстве;

5) снижение активности растворимой гуанилатциклазы уменьшает концентрацию циклического гуанозинмонофосфата и активность протеинкиназы G;

6) низкая активность протеинкиназы G увеличивает напряжение покоя кардиомиоцитов из-за гипофосфорилирования титина и устраняет тормоз

для прогипертрофических стимулов, вызывая тем самым гипертрофию кардиомиоцитов;

7) ригидные кардиомиоциты и интерстициальный фиброз способствуют высокой диастолической жесткости ЛЖ и развитию СН [13, 14].

Данный механизм возникновения СНсФВ переносит акцент с избыточной постнагрузки на ЛЖ на воспаление коронарных микрососудов. Это подчеркивает разницу причин ремоделирования миокарда при СНсФВ и СНнФВ, для которой характерна потеря кардиомиоцитов. Новое понимание патофизиологии СНсФВ приводит к необходимости включения в диагностические алгоритмы сопутствующих заболеваний, плазменных маркеров воспаления и ориентировано на необходимость восстановления активности протеинкиназы G в миокарде [13].

Помимо более выраженной полиморбидности больные СНсФВ могут демонстрировать дополнительное ухудшение состояния за счет механизмов активации нейроэндокринной системы. В исследовании K. Bishu и соавт., включившем оценку влияния уровня натрийуретического пептида (НУП) на долгосрочный прогноз у больных с диагностированной СНсФВ, показано, что при нормальном НУП данные пациенты демонстрируют легкую диастолическую дисфункцию и сохраненный кардиопульмональный резерв во время нагрузки. При этом, несмотря на относительно сопоставимые клинические результаты в сравнении с высоким НУП, больные СНсФВ с нормальным НУП имеют повышенный риск смерти или повторных госпитализаций по поводу декомпенсации СН по сравнению с пациентами без СН, что подчеркивает важность этого фенотипа [15]. Подобные результаты получены и в других исследованиях [16, 17].

Повышение уровня концентрации маркеров воспаления в крови служит независимым фактором риска развития СНсФВ. В исследовании A. Kalogeropoulos и соавт. была оценена связь между воспалением и риском СН у 2 610 пожилых пациентов без признаков СН. За время наблюдения (в среднем 9 лет) СН развилась у 311 лиц, из которых СНсФВ была определена у 105 пациентов с сохраненной ФВ ЛЖ. Повышение уровней интерлейкина 6 и фактора некроза опухоли были достоверно связаны с развитием СНсФВ. Авторы пришли к выводу, что рост данных показателей в крови влечет за собой ремоделирование и гипертрофию ЛЖ, что влияет на сократительную способность кардиомиоцитов [18].

Диагностика СНсФВ

Несмотря на широкое внедрение современных методов диагностики СН, определение СНсФВ остается сложно реализуемой на практике задачей [19]. Предположение о наличии СНсФВ, как правило, основывается на фиксации изменений, свидетель-

ствующих о диастолической дисфункции ЛЖ или повышенном давлении заполнения ЛЖ у больных с ФВ ЛЖ $\geq 50\%$.

Исследования последнего десятилетия показали, что помимо диастолической дисфункции развитию синдрома СНсФВ способствуют относительная систолическая дисфункция ЛЖ (несмотря на сохраненную ФВ ЛЖ), ухудшение функции левого предсердия (ЛП), дисфункция и ремоделирование правого желудочка, легочная гипертензия, повышение жесткости сосудов, коронарная и периферическая микрососудистая дисфункция и хронотропная некомпетентность. Снижение ударного объема может быть опосредовано не столько нарушением расслабления желудочка, сколько неспособностью уменьшить конечный систолический объем [20–22]. Таким образом, происходит поэтапное функциональное и морфологическое ремоделирование сначала левых отделов сердца, а затем и правых [23].

В 2018 г. в Клинике Мейо была разработана шкала H₂FPEF, которая позволяет отличить СН от несердечных причин одышки и оценить вероятность наличия СНсФВ. Шкала позволяет оценить в баллах значимость клинических характеристик пациента в сочетании с диастолической дисфункцией ЛЖ, выявленной по данным эхокардиографии (ЭхоКГ). Вероятность СНсФВ возрастает с увеличением баллов (максимум – 9) (табл. 1). При сумме баллов от 0 до 1 – наличие СНсФВ исключено, от 2 до 5 – требуется проведение инвазивной оценки гемодинамики и/или неинвазивных или инвазивных нагрузочных испытаний, от 6 до 9 – высокая степень достоверности СНсФВ. Вероятность СНсФВ возрастает в 1,98 раза при любом дополнительном 1 балле по шкале (ОШ 1,98; 95% ДИ 1,74–2,30; $p < 0,0001$) [24].

В исследовании D. Sueta и соавт. оценена прогностическая ценность шкалы H₂FPEF у 404 больных СНсФВ, наблюдавшихся в течение 50 мес. Анализ данных показал, что шкала H₂FPEF предсказывает сердечно-сосудистые события (AUC 0,626; 95% ДИ 0,557–0,693; $p < 0,001$) и события, связанные с СН (AUC 0,680; 95% ДИ 0,600–0,759; $p < 0,001$). Так, пороговый балл для идентификации сердечно-сосудистых событий составил 5,5. Полученные результаты позволяют рассматривать шкалу H₂FPEF как потенциально полезный инструмент для прогнозирования сердечно-сосудистых и связанных с СН событий у пациентов с СНсФВ [25].

В 2019 г. Европейским обществом кардиологов был предложен новый пошаговый алгоритм диагностики СНсФВ – HFA-PEFF: *Heart Failure Association* – Ассоциация специалистов по сердечной недостаточности, *P* – предтестовая вероятность (pretest assessment), *E* – оценка ЭхоКГ и НУП (echocardiographic), *F* – функциональные тестиро-

вания (functional testing), *F* – определение этиологии (final aetiology) (табл. 2) [4].

Первым этапом (Step 1 (P): Pretest Assessment) проводятся оценка симптомов и признаков СН, типичных клинико-демографических характеристик (ожирение, артериальная гипертензия, сахарный диабет, пожилой возраст, фибрилляция предсердий (ФП)), а также диагностические лабораторные тесты, электрокардиография и стандартная ЭхоКГ. Целью является исключение иных патологий, таких как СНнФВ, патология клапанов сердца, ишемическая болезнь сердца, аритмия, анемия, заболевания легких. По данным электрокардиографии у пациентов с СНсФВ могут выявляться признаки гипертрофии ЛЖ. Среди лабораторных показателей следует оценить общий анализ крови, натрий, калий, мочевины и креатинин (с оценкой скорости клубочковой фильтрации), функцию печени, уровни гликированного гемоглобина и тиреотропного гормона. Анемия, выявляемая при СНсФВ, усугубляет симптомы и непереносимость нагрузок. Проведение стресс-ЭхоКГ с медикаментозной нагрузкой, сцинтиграфии миокарда или инвазивной ангиографии позволяет выявить ишемическую болезнь сердца, которая ассоциирована с увеличением смертности

Таблица 1. H₂FPEF – шкала оценки вероятности наличия сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса
Table 1. H₂FPEF – heart failure with preserved ejection fraction probability score

	Клиническая характеристика / Clinical characteristics	Параметр / Parameter	Баллы / Points
H ₂	Ожирение / Obesity	ИМТ / BMI > 30 кг/м ² / kg/m ²	2
	Артериальная гипертензия / arterial hypertension	Два и более антигипертензивных препарата / Two or more antihypertensive drugs	1
F	Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation	Пароксизмальная или персистирующая / Paroxysmal or persistent	3
P	Легочная гипертензия / Pulmonary hypertension	Давление в ЛА по данным ЭхоКГ более 35 мм рт. ст. / PA pressure according to echoCG is more than 35 mm Hg	1
E	Пожилые пациенты / Elderly patients	Возраст более 60 лет / Age over 60 years	1
F	Давление наполнения ЛЖ / LV filling pressure	E/e' > 9	1
Сумма баллов / Total points			0–9

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ЛА – легочная артерия; ЛЖ – левый желудочек; ЭхоКГ – эхокардиография.
Note: BMI – body mass index; echoCG – echocardiography; LV – left ventricle; PA – pulmonary artery.

и ухудшением сократительной функции миокарда ЛЖ в данной группе пациентов [4, 26, 27].

Преимущества теста 6-минутной ходьбы заключаются в его простоте и доступности, однако влияние на результат экстракардиальных факторов снижает его значимость. Кардиореспираторный тест в сочетании с измерением сердечного выброса является золотым стандартом определения толерантности к физической нагрузке. Пиковое потребление кислорода (VO_2) зависит от взаимодействия таких факторов, как содержание кислорода во вдыхаемом воздухе, альвеолярная вентиляция, активность доставки кислорода к клеткам за счет сердечного выброса, уровень гемоглобина крови, от процесса диффузии O_2 из капилляров в клетки и от активности комплексов дыхательной цепи митохондрий в скелетных мышцах. При показателе пикового $VO_2 < 14$ мл/кг/мин вероятность наличия у пациента СНсФВ крайне высока, тогда как при $VO_2 > 20$ мл/кг/мин данный диагноз маловероятен. В случае получения результата VO_2 в диапазоне 14–20 мл/кг/мин требуется выполнение дополнительных нагрузочных тестов [28].

Вторым этапом (*Step 2 (E): Echocardiography and Natriuretic Peptide Score*) производится оценка детальных эхокардиографических показателей диастолической дисфункции ЛЖ и уровня НУП, если они не были определены ранее. Диастолическая дисфункция занимает главное место в патофизиологии СНсФВ, однако стоит учитывать и роль других факторов, приводящих к снижению релаксации и податливости миокарда ЛЖ по мере взросления пациента или появления сопутствующих кардиометаболических заболеваний [20].

Для более точной диагностики СНсФВ выявляют большие и малые критерии, которые были определены в зависимости от их чувствительности и специфичности (табл. 3). Диагностический алгоритм сфокусирован на оценке выраженности изменения функциональных и морфологических кри-

териев, а также оценке биомаркеров. При наличии больших критериев начисляется 2 балла, при наличии малых критериев – 1 балл. Большие и малые критерии не суммируются в одной области. Повышение уровня НУП подтверждает диагноз СНсФВ, но нормальный уровень не исключает его [4]. При сумме баллов ≥ 5 диагностируется СНсФВ, 2–4 балла – диагностическая неопределенность, показан диастолический стресс-тест или инвазивная оценка гемодинамики, ≤ 1 – СНсФВ маловероятна. Высокий балл по HFA-PEFF диагностирует СНсФВ с высокой специфичностью (93%), низкий балл – СНсФВ с чувствительностью 99% [29].

Существует несколько эхокардиографических критериев определения диастолической дисфункции. Ранняя диастолическая скорость движения митрального кольца (e') является основным показателем расслабления ЛЖ. Он отражает удлинение миокарда ЛЖ в продольном направлении и зависит от преднагрузки. Стоит учитывать, что продольная скорость e' ЛЖ уменьшается с возрастом. К диагностическим критериям СНсФВ у пациентов до 75 лет относят e' межжелудочковой перегородки < 7 см/с, e' боковой стенки ЛЖ < 10 см/с; у пациентов старше 75 лет данные показатели составляют < 5 и < 7 см/с соответственно.

Отношение ранней диастолической скорости потока митрального клапана (E) к значению e' отражает среднее давление заклинивания легочных артерий. Средний индекс $E/e' \geq 15$ в покое имеет хорошую диагностическую ценность для выявления высокого среднего давления заклинивания легочных артерий, что подтверждает вероятность СНсФВ, тогда как отношение E/e' в промежуточном диапазоне (9–14) менее значимо. В результате многофакторной логистической регрессии только две эхокардиографические переменные оставались значимыми предикторами СНсФВ: $E/e' > 9$ и систолическое давление легочной артерии > 35 мм рт. ст. [14]. Также к эхо-признакам диасто-

Таблица 2. Алгоритм HFA-PEFF
Table 2. Algorithm HFA-PEFF

P	Шаг 1: Предтестовая вероятность / Step 1: Pretest assessment	Оценка симптомов и признаков СН, сопутствующей патологии. ЭКГ, ЭхоКГ, НУП, ТШХ/ВЭМ или КРТ / Assessment of symptoms and signs of HF, concomitant pathology. ECG, echoCG, NP, 6-minute walk test/VEM or CRT
E	Шаг 2: ЭхоКГ (оценка ЭхоКГ и НУП) / Step 2: Echocardiographic (EchoCG and NP assessment)	ЭхоКГ с оценкой ДД, оценка НУП / EchoCG with DD assessment, NP assessment
F1	Шаг 3: Функциональные тестирования / Step 3: Functional testing	Диастолический стресс-тест, инвазивные измерения / Diastolic stress test, invasive measurements
F2	Шаг 4: Определение этиологии / Step 4: Final etiology	МРТ, сцинтиграфия/КТ/ПЭТ, генетический анализ / MRI, scintigraphy/CT/PET, genetic analysis

Примечание: ВЭМ – велоэргометрия; ДД – диастолическая дисфункция; КРТ – кардиореспираторный тест; КТ – компьютерная томография; МРТ – магнитно-резонансная томография; НУП – натрийуретический пептид; ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография; СН – сердечная недостаточность; ТШХ – тест 6-минутной ходьбы; ЭКГ – электрокардиография; ЭхоКГ – эхокардиография.
Note: 6MWT – 6-minute walk test; CRT – cardiorespiratory test; CT – computed tomography; DD – diastolic dysfunction; ECG – electrocardiography; echoCG – echocardiography; HF – heart failure; MRI – magnetic resonance imaging; NP – natriuretic peptide; PET – positron emission tomography; VEM – bicycle ergometry.

лической дисфункции относятся повышение пиковой скорости трикуспидальной регургитации > 2,8 м/с и систолическая дисфункция правого желудочка. Систолическую функцию правого желудочка можно оценить по систолической экскурсии плоскости трикуспидального кольца (TAPSE) и фракционному изменению площади правого желудочка. Дисфункция правого желудочка при СНсФВ опосредована в основном наличием легочной гипертензии, но также может существовать на фоне ФП, ишемической болезни сердца, ожирения, врожденных и приобретенных пороков сердца [4, 20, 24].

Следующим диагностическим показателем СНсФВ является снижение продольной систолической деформации (global longitudinal strain, GLS) миокарда ЛЖ. Известно, что в сокращении миокарда участвуют три компонента: циркулярная, радиальная и продольная деформация. Ухудшение сокращения продольных миокардиальных волокон (обусловленное их субэндокардиальным расположением, из-за чего они более восприимчивы к ишемии, фиброзу и гипертрофии) у пациентов с СНсФВ сопровождается развитием систолической дисфункции. Однако благодаря сохранной функции циркулярных и радиальных волокон ФВ ЛЖ остается в пределах нормальных значений. При этом в условиях повышенной физической

активности компенсаторные механизмы неповрежденных волокон миокарда не в состоянии поддерживать ударный объем и сердечный выброс на уровне здоровых людей. Продольная систолическая деформация < 16% увеличивает риски госпитализации по поводу СН или сердечно-сосудистой смерти, а также коррелирует с повышением уровня NT-proBNP [30–32].

У взрослых пациентов с СНсФВ (в том числе на фоне ишемической болезни сердца или пороков сердца) частой сопутствующей патологией является ФП, при которой невозможно достоверно оценить диастолическую функцию ЛЖ с помощью стандартной ЭхоКГ, необходимо проведение спекл-трекинг ЭхоКГ. В исследовании A. Ben-Arzi и соавт. определено, что у пациентов с СНсФВ на фоне ФП ФВ ЛЖ, продольная систолическая деформация и функциональные параметры ЛП достоверно были ниже, а объемы ЛП выше, чем у пациентов с синусовым ритмом [33].

Индексированный объем ЛП является более точным маркером хронического ремоделирования ЛП, чем площадь или диаметр ЛП. Диагностическим критерием СНсФВ является показатель индексированного объема ЛП > 34 мл/м² у пациентов без ФП и без патологии клапанов сердца и индексированного объема ЛП > 40 мл/м² у пациентов с постоянной формой ФП. Также при E/e' ≥ 13 ин-

Таблица 3. Диагностический алгоритм HFA-PEFF Table 3. HFA-PEFF diagnostic algorithm				
	Функциональные критерии / Functional criteria	Морфологические критерии / Morphological criteria	Биомаркеры (синусовый ритм) / Biomarkers (sinus rhythm)	Биомаркеры (ФП) / Biomarkers (AF)
Большие – 2 балла / Large – 2 points	Перегородочный e' / Medial e' < 7 см/сек / cm/sec; латеральный e' / lateral e' < 10 см/сек / cm/sec; или / or среднее / medium E/e' ≥ 15 или / or скорость TP / TR velocity > 2,8 м/сек / m/sec (СДЛА / PASP > 35 мм рт. ст. / mmHg)	ИОЛП / LAVI > 34 мл/м ² / mL/m ² или / or ИММЛЖ / LVMI ≥ 149/122 г/м ² / g/m ² (м/ж / m/w) и / and OTC / RWT > 0,42	NTproBNP > 220 пг/мл / pg/mL или / or BNP > 80 пг/мл / pg/mL	NTproBNP > 660 пг/мл / pg/mL или / or BNP > 240 пг/ мл / pg/mL
Малые – 1 балл / Small – 1 point	Среднее / Medium E/e' 9–14 или / or GLS < 16%	ИОЛП / LAVI 29–34 мл/м ² / Lm ² или / or ИММЛЖ / LVMI ≥ 115/95 г/м ² / g/m ² (м/ж / m/w) или / or OTC / RWT > 0,42 или / or толщина стенки ЛЖ / LV wall thickness ≥ 12 мм	NTproBNP 125– 220 пг/мл / pg/mL или / or BNP 35–80 пг/мл / pg/mL	NTproBNP 365–660 пг/мл / pg/mL или / or BNP 105–240 пг/мл / pg/mL
Интерпретация: 2–4 балла: диастолический стресс-тест или инвазивные измерения; ≥ 5 баллов: ХСНсФВ / Interpretation: 2–4 points: diastolic stress test or invasive measurements; ≥ 5 points: HFpEF				
Примечание: ИММЛЖ – индекс массы миокарда ЛЖ; ИОЛП – индексированный объем левого предсердия; ЛЖ – левый желудочек; ОТС – относительная толщина стенок ЛЖ; СДЛА – систолическое давление легочной артерии; TP – трикуспидальная регургитация; ФП – фибрилляция предсердий; ХСНсФВ – хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса; BNP – мозговой натрийуретический пептид; GLS – глобальный продольный стрейн; NTproBNP – N-терминальный фрагмент мозгового натрийуретического пептида. Note: AF – atrial fibrillation; BNP – brain natriuretic peptide; GLS – global longitudinal strain; HFpEF – chronic heart failure with preserved ejection fraction; LAVI – left atrial volume index; LV – left ventricular; LVMI – left ventricular mass index; NTproBNP – N-terminal pro-B-type natriuretic peptide; PASP – pulmonary artery systolic pressure; RWT – relative wall thickness; TR – tricuspid regurgitation.				

дексированный объем ЛП коррелирует с уровнем NT-proBNP [4, 33, 34].

Геометрия ЛЖ, оцененная по показателям относительной толщины стенок ЛЖ (ОТСлж) и индекса массы миокарда ЛЖ (иММЛЖ), классифицируется как нормальная (норма иММЛЖ 70–95 г/м², ОТСлж ≤ 0,42), концентрическое ремоделирование (норма иММЛЖ, ОТСлж > 0,42), концентрическая гипертрофия (иММЛЖ ≥ 149 г/м² у мужчин или ≥ 122 г/м² у женщин, ОТСлж > 0,42) и эксцентрическая гипертрофия (увеличение иММЛЖ, ОТСлж ≤ 0,42) [4].

У пациентов с СНсФВ может наблюдаться как концентрическая гипертрофия ЛЖ, так и концентрическое ремоделирование, а отсутствие гипертрофии по данным ЭхоКГ не исключает наличие СНсФВ. Таким образом, обнаружение концентрической гипертрофии (увеличение иММЛЖ и ОТС) рекомендуется в качестве основного критерия, а более низкие значения иММЛЖ и ОТС могут быть дополнительным критерием [4].

Крайне важным аспектом диагностики СНсФВ является определение концентрации НУП крови (мозговой натрийуретический пептид (BNP) и/или NT-proBNP), которые выделяются в ответ на растяжение кардиомиоцитов предсердий. По данным европейских рекомендаций, до 20% пациентов с подтвержденной СНсФВ имеют уровень НУП в пределах нормальных значений. При этом продемонстрировано, что все пациенты с диагностированной СНсФВ независимо от уровня NT-proBNP имели более высокий риск смерти и повторных госпитализаций, чем в контрольной группе без СН. Также стоит учитывать наличие ФП, которая повышает уровень НУП, даже при отсутствии СН. Для постановки диагноза СНсФВ рекомендуется установление значений NT-proBNP > 220 пг/мл, BNP > 80 пг/мл у пациентов с синусовым ритмом и NT-proBNP > 660 пг/мл, BNP > 240 пг/мл у пациентов с ФП. Объединение результатов E/e' и NT-proBNP может повысить их прогностическую ценность, в частности чувствительность для диагностики СНсФВ [4, 15].

Третьим этапом (Step 3 (F1): Functional testing). Проводятся функциональные пробы. Диагноз СНсФВ может быть подтвержден, если при катетеризации полости сердца и сосудов в покое определяется конечное диастолическое давление ЛЖ ≥ 16 мм рт. ст., а давление заклинивания легочных артерий ≥ 15 мм рт. ст. У многих пациентов диастолическая дисфункция возникает только при физической нагрузке, давление наполнения ЛЖ может быть нормальным в состоянии покоя, но при нагрузке сердечный выброс не может поддерживаться на нужном уровне без увеличения таких показателей, как конечное диастолическое давление ЛЖ, давление заклинивания легочных артерий. Также

существует инвазивный диастолический стресс-тест, но выполнять всем пациентам с клиникой СН и подозрением на СНсФВ инвазивную диагностику нецелесообразно. В сомнительных случаях и при невозможности выполнения инвазивной диагностики необходимо проведение неинвазивного диастолического стресс-теста. Общепринятых протоколов тестирования не существует, рекомендуется проведение теста на велотренажере лежа на спине, при этом рабочая нагрузка начинается с 25 Вт и увеличивается на 25 Вт каждые 3 мин. Также возможно выполнить оценку диастолических показателей с помощью тредмил-теста или велоэргометрии, однако преимущественно тест выполняется лежа на велотренажере, поскольку все показатели рекомендуется оценивать исходно, во время нагрузки и сразу после нее. Оцениваемыми параметрами являются E/e', сердечный выброс, пиковая скорость трикуспидальной регургитации и давление в ЛА. У здоровых людей отношение E/e' практически не повышается при физической нагрузке из-за пропорционального увеличения обоих показателей. Диагноз подтверждается, если при пиковой нагрузке E/e' увеличивается до ≥ 15 (с или без увеличения пиковой скорости трикуспидальной регургитации до > 3,4 м/с), что также соответствует повышенному давлению заклинивания легочных артерий. Высокий уровень данного показателя, измеряемого с помощью инвазивной диагностики во время пиковой нагрузки (≥ 25 мм рт. ст.), также указывает на наличие диастолической дисфункции и СНсФВ. Десятилетняя смертность составила 6,6% при давлении заклинивания легочных артерий ≤ 12 мм рт. ст. в покое и < 25 мм рт. ст. при нагрузке; 28,2% при нормальном давлении заклинивания легочных артерий в покое и повышенным при нагрузке; 35,2% с давлением ≥ 25 мм рт. ст. в покое и при нагрузке [4, 35].

Заключительным, **четвертым шагом (Step 4 (F2): Final aetiology)** является определение вероятной этиологии с помощью различных методов обследования (например, стресс-тест с физической нагрузкой для выявления ишемии миокарда, нарушений ритма, аномальной реакции со стороны артериального давления). Определение этиологии заболевания может помочь в назначении терапии, но стоит учитывать существование немиокардиальных причин, которые могут имитировать клиническую картину СНсФВ [4, 10, 36–38].

Диагностические возможности обеих шкал HFA-PEFF и H2FPEF были протестированы на участниках исследований TOPCAT и RELAX. Так, показана высокая диагностическая точность обеих шкал в исключении СНсФВ при количестве баллов ≤ 1 и в подтверждении СНсФВ при количестве баллов ≥ 5–6 [39]. В другом исследовании определено, что оба алгоритма обладают высокой специ-

фичностью в постановке диагноза СНсФВ, но американская шкала H2FPEF обладает более высокой чувствительностью и лучшей диагностической точностью по сравнению с европейской шкалой HFA-PEFF [24]. Оценка по представленным алгоритмам может осуществляться только при условии получения данных всех параметров, заложенных в обе шкалы. Отсутствие какого-либо параметра приведет к искажению результата и, соответственно, неправильной диагностике СНсФВ [19]. При этом важно отметить, что ряд авторов указывают на значительную дискордантность шкал [40, 41], что, по их мнению, ограничивает их широкую клиническую применимость и демонстрирует диагностическую неопределенность в отношении СНсФВ.

Важно подчеркнуть, что обе шкалы предусматривают расширенный протокол ультразвукового исследования сердца с применением тканевой доплер-ЭхоКГ, что значительно ограничивает их широкую доступность в клинической практике [19].

Заключение

Несмотря на значительные достижения в понимании патофизиологии СНсФВ, диагностика дан-

ного заболевания остается сложной задачей. Алгоритмы H2FPEF и HFA-PEFF признаны надежными диагностическими инструментами выявления больных СНсФВ, однако чувствительность и специфичность каждой из шкал остаются недостаточными, поэтому для повышения диагностической точности рекомендовано их комбинированное применение. Дальнейшие исследования с фенотипированием больных СНсФВ могут способствовать разработке более упрощенных диагностических алгоритмов.

Конфликт интересов

Д.П. Параскевова заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Минаев заявляет об отсутствии конфликта интересов. Т.О. Астраханцева заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.А. Керен заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке гранта Московского центра инновационных технологий в здравоохранении № 2002-25/23.

Информация об авторах

Параскевова Диана Павловна, врач-кардиолог, младший научный сотрудник отделения хирургии детей старшего возраста с ВПС (кардиохирургическое отделение № 6) федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0002-7723-9872

Минаев Антон Владимирович, доктор медицинских наук старший научный сотрудник отделения хирургии детей старшего возраста с ВПС (кардиохирургическое отделение № 6) федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-6456-1905

Астраханцева Татьяна Олеговна, доктор медицинских наук главный научный сотрудник отделения хирургии детей старшего возраста с ВПС (кардиохирургическое отделение № 6) федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-8393-0275

Керен Милена Абрековна, доктор медицинских наук старший научный сотрудник отделения хирургии сочетанных заболеваний коронарных и магистральных артерий (кардиохирургическое отделение № 3) федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-2428-1559

Author Information Form

Paraskevova Diana P., Cardiologist, Junior Researcher at the Department of Surgery for Older Children with CHD (Cardiac Surgery Department No. 6), Federal State Budgetary Institution "A.N. Bakulev Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0002-7723-9872

Minaev Anton V., PhD in Medical Sciences, Senior Researcher at the Department of Surgery for Older Children with CHD (Cardiac Surgery Department No. 6), Federal State Budgetary Institution "A.N. Bakulev Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-6456-1905

Astrakhantseva Tatyana O., PhD in Medical Sciences, Chief Researcher, Department of Surgery for Older Children with CHD (Cardiac Surgery Department No. 6), Federal State Budgetary Institution "A.N. Bakulev Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-8393-0275

Keren Milena A., PhD in Medical Sciences, Senior Researcher, Department of Surgery for Combined Coronary and Major Artery Diseases (Cardiac Surgery Department No. 3), Federal State Budgetary Institution "A.N. Bakulev Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-2428-1559

Вклад авторов в статью

ПДП – получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

МАВ – интерпретация данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

АТО – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

КМА – интерпретация данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

PDP – data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

MAV – data interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ATO – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

KMA – data interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- McDonagh T., Metra M. 2021 Рекомендации ESC по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности. Российский кардиологический журнал. 2023;28(1):5168. doi:10.15829/1560-4071-2023-5168.
- Malik A, Brito D, Vaqar S, Chhabra L. Congestive Heart Failure. 2023 Nov 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 28613623.
- Bozkurt B., Coats A.J., Tsutsui H., Abdelhamid M., Adamopoulos S., Albert N., Anker S.D., Atherton J., et al. Universal Definition and Classification of Heart Failure: A Report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure. J Card Fail. 2021;S1071-9164(21)00050-6. doi: 10.1016/j.cardfail.2021.01.022.
- Pieske B., Tschöpe C., de Boer R.A., Fraser A.G., Anker S.D., Donal E., Edelmann F., Fu M., 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(40):3297-3317. doi: 10.1093/eurheartj/ehz641
- Špinar J., Špinarová L., Vitovec J. Pathophysiology, causes and epidemiology of chronic heart failure. Vnitr Lek. 2018 Fall;64(9):834-838.
- Ларина В.Н., Ойроткинова О.Ш., Ларин В.Г., Лунев В.И., Мацкепишвили С.Т., Гусаренко С.А. Сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса левого желудочка: комплексный фенотип-ориентированный подход к диагностике и коррекции. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2022;15(6):627-636. doi:10.17116/kardio202215061627.
- Nair N. Epidemiology and pathogenesis of heart failure with preserved ejection fraction. Rev Cardiovasc Med. 2020;21(4):531-540. doi: 10.31083/j.rcm.2020.04.154.
- Клинические рекомендации МЗ РФ Хроническая сердечная недостаточность 2020. Режим доступа: https://old.scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic_rekom_HSN-unlocked.pdf (дата обращения 10.10.2025)
- Li P., Zhao H., Zhang J., Ning Y., Tu Y., Xu D., Zeng Q. Similarities and Differences Between HFmrEF and HFpEF. Front Cardiovasc Med. 2021;8:678614. doi: 10.3389/fcvm.2021.678614.
- Мрикаев Д.В. Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с сердечной недостаточностью. Креативная кардиология. 2017; 11 (2): 145–58. doi: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158
- Cho JH, Choe WS, Cho HJ, Lee HY, Jang J, Lee SE, Choi JO, Jeon ES, et al. Comparison of Characteristics and 3-Year Outcomes in Patients With Acute Heart Failure With Preserved, Mid-Range, and Reduced Ejection Fraction. Circ J. 2019;83(2):347-356. doi: 10.1253/circj.CJ-18-0543.
- Широков Н.Е., Ярославская Е.И., Криночкин Д.В., Мусихина Н.А., Гизатулина Т.П., Енина Т.Н., Петелина Т.И., Солдатова А.М., Самойлова Е.П., Погорелов Н.О., Гапон Л.И. Принципы диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса. Российский кардиологический журнал. 2023;28(3S):5448. doi:10.15829/1560-4071-2023-5448.
- Paulus W.J., Tschöpe 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(4):263-71. doi: 10.1016/j.jacc.2013.02.092.
- Овчинников А.Г., Потехина А.В., Ожерельева М.В., Агеев Ф.Т. Дисфункция левого желудочка при гипертоническом сердце: современный взгляд на патогенез и лечение. Кардиология. 2017;57(2S):367-382. doi:10.18087/cardio.2393.
- Verbrugge F.H., Omote K., Reddy Y.N.V., Sorimachi H., Obokata M., Borlaug B.A. Heart failure with preserved ejection fraction in patients with normal natriuretic peptide levels is associated with increased morbidity and mortality. Eur Heart J. 2022;43(20):1941-1951. doi: 10.1093/eurheartj/ehab911.
- Fonarow G.C., Stough W.G., Abraham W.T., Albert N.M., Gheorghiade M., Greenberg B.H., O'Connor C.M., Sun J.L., Yancy C.W., Young J.B.; OPTIMIZE-HF Investigators and Hospitals. Characteristics, treatments, and outcomes of patients with preserved systolic function hospitalized for heart failure: a report from the OPTIMIZE-HF Registry. J Am Coll Cardiol. 2007;50(8):768-77. doi: 10.1016/j.jacc.2007.04.064.
- Sweitzer N.K., Lopatin M., Yancy C.W., Mills R.M., Stevenson L.W. Comparison of clinical features and outcomes of patients hospitalized with heart failure and normal ejection fraction (N or = 55%) versus those with mildly reduced (40% to 55%) and moderately to severely reduced (<40%) fractions. Am J Cardiol 2008;101(8):1151-6. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.12.014.
- Kalogeropoulos A., Georgiopoulou V., Psaty B.M., Rodondi N., Smith A.L., Harrison D.G., Liu Y., Hoffmann U., et al.; Health ABC Study Investigators. Inflammatory markers and incident heart failure risk in older adults: the Health ABC (Health, Aging, and Body Composition) study. J Am Coll Cardiol. 2010;55(19):2129-37. doi: 10.1016/j.jacc.2009.12.045.
- Агеев Ф.Т., Яровая Е.Б., Овчинников А.Г. К вопросу о возможности использования европейского (HFA-PEFF) и американского (H2FPEF) алгоритмов диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка в условиях реальной российской клинической практики. Кардиология. 2022;62(12):410. doi:10.18087/cardio.2022.12.n2280.
- Obokata M., Reddy Y.N.V., Borlaug B.A. Diastolic

Dysfunction and Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Understanding Mechanisms by Using Noninvasive Methods. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(1 Pt 2):245-257. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.034. .

21. Клышко Н.К., Щава С.П., Борисова М.Г., Шуматов В.Б., Сорокин В.А. Периоперационное ведение больных сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса в кардиохирургии: патофизиология и предоперационная диагностика (часть 1). *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020; 5 (62): 382-389. doi: 10.24022/0236-2791-2020-62-5-382-389.

22. Клышко Н.К., Фургал А.А., Сергеев Е.А., Шуматов В.Б., Сорокин В.А. Периоперационное ведение больных с сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса в кардиохирургии: интраоперационное ведение, защита миокарда и послеоперационный период (часть 2). *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020; 6 (62): 506-512. doi: 10.24022/0236-2791-2020-62-6-506-512.

23. Shah A.M., Cikes M., Prasad N.L., Li G., Getchevski S., Claggett B., Rizkala A., Lukashevich I., et al. Echocardiographic features of patients with heart failure and preserved left ventricular ejection fraction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;74(23):2858-73. doi:10.1016/j.jacc.2019.09.063.

24. Reddy Y.N.V., Carter R.E., Obokata M., Redfield M.M., Borlaug B.A. A Simple, Evidence-Based Approach to Help Guide Diagnosis of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circulation*. 2018;138(9):861-870. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034646.

25. Sueta D., Yamamoto .E, Nishihara T., Tokitsu T., Fujisue K., Oike .F, Takae M., Usuku H., et al. H2FPEF score as a prognostic value in HFpEF patients. *Am J Hypertens*. 2019;32(11):1082-90. doi:10.1093/ajh/hpz108

26. Bekfani T., Pellicori P., Morris D., Ebner N., Valentova M., Sandek A., Doehner W., Cleland J.G., et al. Iron deficiency in patients with heart failure with preserved ejection fraction and its association with reduced exercise capacity, muscle strength and quality of life. *Clin Res Cardiol*. 2019;108(2):203-211. doi: 10.1007/s00392-018-1344-x.

27. Hwang S.J., Melenovsky V., Borlaug B.A. Implications of coronary artery disease in heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(25 Pt A):2817-27. doi: 10.1016/j.jacc.2014.03.034.

28. Guazzi M., Wilhelm M., Halle M., Van Craenenbroeck E., Kemps H., de Boer R.A., Coats A.J.S., Lund L., et al. Exercise testing in heart failure with preserved ejection fraction: an appraisal through diagnosis, pathophysiology and therapy - A clinical consensus statement of the Heart Failure Association and European Association of Preventive Cardiology of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2022;24(8):1327-1345. doi: 10.1002/ehf2.2601

29. Pieske B., Tschope C., De Boer R.A., Fraser A.G., Anker S.D., Donal E., Edelmann F., Fu M., Guazzi M., 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). *European heart journal*. 2019;40(40):3297-17. doi: 10.1093/eurheartj/ehz641.

30. Tschöpe C., Senni M. Usefulness and clinical relevance of left ventricular global longitudinal systolic strain in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Heart Fail Rev*. 2020;25(1):67-73. doi: 10.1007/s10741-019-09853-7.

31. Morris D.A., Ma X.X., Belyavskiy E., Aravind Kumar R., Kropf M., Kraft R., Frydas A., Osmanoglou 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. doi: 10.1136/openhrt-2017-000630.

32. Сережина Е.К., Обрезан А.Г. Новые визуализирующие методики в диагностике сердечной недостаточности с сохранной фракцией выброса. *РМЖ (Русский медицинский журнал)* 2019;1(II):52–56.

33. Ben-Arzi A., Hazanov E., Ghanim D., Rozen G., Marai I., Grosman-Rimon L., Kachel E., Amir O., Carasso S. Left atrial minimal volume: association with diastolic dysfunction and heart failure in patients in sinus rhythm or atrial fibrillation with preserved ejection fraction. *BMC Med Imaging*. 2021;21(1):76. doi: 10.1186/s12880-021-00606-3.

34. Almeida P., Rodrigues J., Lourenço P., Maciel M.J., Bettencourt P. Left atrial volume index is critical for the diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2018;19(6):304-309. doi: 10.2459/JCM.0000000000000651.

35. Ha J.W., Andersen O.S., Smiseth O.A. Diastolic Stress Test: Invasive and Noninvasive Testing. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(1 Pt 2):272-282. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.01.037.

36. Бердибеков Б.Ш., Александрова С.А., Голухова Е.З. Количественная оценка миокардиального фиброза с применением магнитно-резонансной томографии с отсроченным контрастированием при некоронарогенных желудочковых аритмиях. *Креативная кардиология*. 2021; 15 (3): 342–53. doi: 10.24022/1997-3187-2021-15-3-342-353.

37. Голухова Е.З., Александрова С.А., Бердибеков Б.Ш. Прогностическая роль количественной оценки миокардиального фиброза по данным магнитно-резонансной томографии с отсроченным контрастированием при неишемических дилатационных кардиомиопатиях: систематический обзор и метаанализ. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(12):4776. doi:10.15829/1560-4071-2021-4776

38. Самойлова Е.В., Фатова М.А., Миндзаев Д.Р., Житарева И.В., Жиров И.В., Насонова С.Н., Терещенко С.Н., Коротаева А.А. Разделение пациентов с хронической сердечной недостаточностью по группам в зависимости от этиологии заболевания. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2021;10(1):6-15. doi:10.17802/2306-1278-2021-10-1-6-15.

39. Parcha V., Malla G., Kalra R., Patel N., Sanders-van Wijk S., Pandey A., Shah S.J., Arora G., Arora P. Diagnostic and prognostic implications of heart failure with preserved ejection fraction scoring systems. *ESC Heart Fail*. 2021;8(3):2089-2102. doi: 10.1002/ehf2.13288.

40. Sanders-van Wijk S., Barandiarán Aizpurua A., Brunner-La Rocca H.P., Henkens M.T.H.M., Weerts J., Knackstedt C., Uszko-Lencer N., Heymans S., van Empel V. The HFA-PEFF and H2 LPEFF scores largely disagree in classifying patients with suspected heart failure with preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2021;23(5):838-840. doi: 10.1002/ehf2.2019.

41. Selvaraj S., Myhre P.L., Vaduganathan M., Claggett B.L., Matsushita K., Kitzman D.W., Borlaug B.A., Shah A.M., Solomon S.D. Application of Diagnostic Algorithms for Heart Failure With Preserved Ejection Fraction to the Community. *JACC Heart Fail*. 2020;8(8):640-653. doi: 10.1016/j.jchf.2020.03.013.

REFERENCES

1. McDonagh T., Metra M. 2021 Рекомендации ESC по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(1):5168. doi:10.15829/1560-4071-2023-5168. [McDonagh T., Metra M. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Russian*

Journal of Cardiology. 2023;28(1):5168. doi:10.15829/1560-4071-2023-5168. (In Russian)]

2. Malik A, Brito D, Vaqar S, Chhabra L. Congestive Heart Failure. 2023 Nov 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 28613623.

3. Bozkurt B., Coats A.J., Tsutsui H., Abdelhamid M.,

- Adamopoulos S., Albert N., Anker S.D., Atherton J., et al. Universal Definition and Classification of Heart Failure: A Report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure. *J Card Fail.* 2021;S1071-9164(21)00050-6. doi: 10.1016/j.cardfail.2021.01.022.
4. Pieske B., Tschöpe C., de Boer R.A., Fraser A.G., Anker S.D., Donal E., Edelmann F., Fu M., 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(40):3297-3317. doi: 10.1093/eurheartj/ehz641
5. Špinar J., Špinarová L., Vítovec J. Pathophysiology, causes and epidemiology of chronic heart failure. *Vnitr Lek.* 2018 Fall;64(9):834-838.
6. Larina VN, Oynotkinova OSh, Larin VG, Lunev VI, Matskeplishvili ST, Gusarenko SA. Heart failure with preserved left ventricular ejection fraction: a comprehensive phenotype-based approach to diagnosis and treatment. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2022;15(6):627-636. doi:10.17116/kardio202215061627 (In Russian)
7. Nair N. Epidemiology and pathogenesis of heart failure with preserved ejection fraction. *Rev Cardiovasc Med.* 2020;21(4):531-540. doi: 10.31083/j.rcm.2020.04.154.
8. Klinicheskie rekomendacii MZ RF Hronicheskaya serdechnaya nedostatochnost' 2020. Rezhim dostupa: https://old.scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic_rekom_HSN-unlocked.pdf (data obrashcheniya 10.10.2025) (In Russian)
9. Li P., Zhao H., Zhang J., Ning Y., Tu Y., Xu D., Zeng Q. Similarities and Differences Between HFmrEF and HFpEF. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:678614. doi: 10.3389/fcvm.2021.678614.
10. Mrikaev D.V. Diastolicheskaya disfunktsia levogo zheludochka u bolnih s serdechnoi nedostatochnosti 2017; 11 (2): 145-58. doi: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158 (In Russian)
11. Cho JH, Choe WS, Cho HJ, Lee HY, Jang J, Lee SE, Choi JO, Jeon ES, et al. Comparison of Characteristics and 3-Year Outcomes in Patients With Acute Heart Failure With Preserved, Mid-Range, and Reduced Ejection Fraction. *Circ J.* 2019;83(2):347-356. doi: 10.1253/circj.CJ-18-0543.
12. Shirokov N.E., Yaroslavskaya E.I., Krinochkin D.V., Musikhina N.A., Gizatulina T.P., Enina T.N., Petelina T.I., Soldatova A.M., Samoilova E.P., Pogorelov N.O., Gapon L.I. Principles for diagnosing heart failure with preserved ejection fraction. *Russian Journal of Cardiology.* 2023;28(3S):5448. doi:10.15829/1560-4071-2023-5448. (In Russian)
13. Paulus W.J., Tschöpe 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(4):263-71. doi: 10.1016/j.jacc.2013.02.092.
14. Ovchinnikov A.G., Potekhina A.V., Ozhereljeva M.V., Ageev F.T. Left ventricular dysfunction in hypertensive heart: Current view of the pathogenesis and treatment. *Kardiologiya.* 2017;57(2S):367-382. doi:10.18087/cardio.2393. (In Russian)
15. Verbrugge F.H., Omote K., Reddy Y.N.V., Sorimachi H., Obokata M., Borlaug B.A. Heart failure with preserved ejection fraction in patients with normal natriuretic peptide levels is associated with increased morbidity and mortality. *Eur Heart J.* 2022;43(20):1941-1951. doi: 10.1093/eurheartj/ehab911.
16. Fonarow G.C., Stough W.G., Abraham W.T., Albert N.M., Gheorghiade M., Greenberg B.H., O'Connor C.M., Sun J.L., Yancy C.W., Young J.B.; OPTIMIZE-HF Investigators and Hospitals. Characteristics, treatments, and outcomes of patients with preserved systolic function hospitalized for heart failure: a report from the OPTIMIZE-HF Registry. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50(8):768-77. doi: 10.1016/j.jacc.2007.04.064.
17. Sweitzer N.K., Lopatin M., Yancy C.W., Mills R.M., Stevenson L.W. Comparison of clinical features and outcomes of patients hospitalized with heart failure and normal ejection fraction (N or = 55%) versus those with mildly reduced (40% to 55%) and moderately to severely reduced (<40%) fractions. *Am J Cardiol.* 2008;101(8):1151-6. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.12.014.
18. Kalogeropoulos A., Georgiopoulou V., Psaty B.M., Rodondi N., Smith A.L., Harrison D.G., Liu Y., Hoffmann U., et al.; Health ABC Study Investigators. Inflammatory markers and incident heart failure risk in older adults: the Health ABC (Health, Aging, and Body Composition) study. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(19):2129-37. doi: 10.1016/j.jacc.2009.12.045.
19. Ageev F.T., Yarovaya E.B., Ovchinnikov A.G. Possibility of using European (HFA-PEFF) and American (H2FPEF) algorithms for diagnosing heart failure with preserved ejection fraction in Russian clinical practice. *Kardiologiya.* 2022;62(12):410. doi:10.18087/cardio.2022.12.n2280 (In Russian)
20. Obokata M., Reddy Y.N.V., Borlaug B.A. Diastolic Dysfunction and Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Understanding Mechanisms by Using Noninvasive Methods. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020;13(1 Pt 2):245-257. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.034. .
21. Klyshko N.K., Shhava S.P., Borisova M.G., Shumatov V.B., Sorokin V.A. Perioperacionnoe vedenie bol'nyh serdechnoj nedostatochnost'ju s sohranenoj frakciej vybrosa v kardiokirurgii: patofiziologiya i predoperacionnaja diagnostika (chast' 1). *Grudnaja i serdechno-sosudistaja hirurgija.* 2020; 5 (62): 382-389. doi: 10.24022/0236-2791-2020-62-5-382-389. (In Russian)
22. Klyshko N.K., Furgal A.A., Sergeev E.A., Shumatov V.B., Sorokin V.A. Perioperacionnoe vedenie bol'nyh c serdechnoj nedostatochnost'ju s sohranenoj frakciej vybrosa v kardiokirurgii: intraoperacionnoe vedenie, zashhita miokarda i posleoperacionnyj period (chast' 2). *Grudnaja i serdechno-sosudistaja hirurgija.* 2020; 6 (62): 506-512. doi: 10.24022/0236-2791-2020-62-6-506-512. (In Russian)
23. Shah A.M., Cikes M., Prasad N.L., Li G., Getchevski S., Claggett B., Rizkala A., Lukashevich I., et al. Echocardiographic features of patients with heart failure and preserved left ventricular ejection fraction. *Journal of the American College of Cardiology.* 2019;74(23):2858-73. doi:10.1016/j.jacc.2019.09.063.
24. Reddy Y.N.V., Carter R.E., Obokata M., Redfield M.M., Borlaug B.A. A Simple, Evidence-Based Approach to Help Guide Diagnosis of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circulation.* 2018;138(9):861-870. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034646.
25. Sueta D., Yamamoto .E, Nishihara T., Tokitsu T., Fujisue K., Oike .F, Takae M., Usuku H., et al. H2FPEF score as a prognostic value in HFpEF patients. *Am J Hypertens.* 2019;32(11):1082-90. doi:10.1093/ajh/hpz108
26. Bekfani T., Pellicori P., Morris D., Ebner N., Valentova M., Sandek A., Doehner W., Cleland J.G., et al. Iron deficiency in patients with heart failure with preserved ejection fraction and its association with reduced exercise capacity, muscle strength and quality of life. *Clin Res Cardiol.* 2019;108(2):203-211. doi: 10.1007/s00392-018-1344-x.
27. Hwang S.J., Melenovsky V., Borlaug B.A. Implications of coronary artery disease in heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(25 Pt A):2817-27. doi: 10.1016/j.jacc.2014.03.034.
28. Guazzi M., Wilhelm M., Halle M., Van Craenenbroeck E., Kemps H., de Boer R.A., Coats A.J.S., Lund L., et al. Exercise testing in heart failure with preserved ejection fraction: an appraisal through diagnosis, pathophysiology and therapy - A clinical consensus statement of the Heart Failure Association and European Association of Preventive Cardiology of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2022;24(8):1327-1345. doi: 10.1002/ehf.2601
29. Pieske B., Tschöpe C., De Boer R.A., Fraser A.G., Anker

- S.D., Donal E., Edelmann F., Fu M., Guazzi M., 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). *European heart journal*. 2019;40(40):3297-17. doi: 10.1093/eurheartj/ehz641.
30. Tschöpe C, Senni M. Usefulness and clinical relevance of left ventricular global longitudinal systolic strain in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Heart Fail Rev*. 2020;25(1):67-73. doi: 10.1007/s10741-019-09853-7. .
31. Morris D.A., Ma X.X., Belyavskiy E., Aravind Kumar R., Kropf M., Kraft R., Frydas A., Osmanoglou 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. doi: 10.1136/openhrt-2017-000630.
32. Serezhina E.K., Obrezan A.G. New imaging techniques in the diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *RMJ. Medical Review*. 2019;1(II):52–56. (In Russian)
33. Ben-Arzi A., Hazanov E., Ghanim D., Rozen G., Marai I., Grosman-Rimon L., Kachel E., Amir O., Carasso S. Left atrial minimal volume: association with diastolic dysfunction and heart failure in patients in sinus rhythm or atrial fibrillation with preserved ejection fraction. *BMC Med Imaging*. 2021;21(1):76. doi: 10.1186/s12880-021-00606-3.
34. Almeida P., Rodrigues J., Lourenço P., Maciel M.J., Bettencourt P. Left atrial volume index is critical for the diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2018;19(6):304-309. doi: 10.2459/JCM.0000000000000651.
35. Ha J.W., Andersen O.S., Smiseth O.A. Diastolic Stress Test: Invasive and Noninvasive Testing. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(1 Pt 2):272-282. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.01.037.
36. Berdibekov B.Sh., Aleksandrova S.A., Golukhova E.Z. Quantification of myocardial fibrosis in patients with a nonischemic ventricular arrhythmias by late gadolinium-enhanced magnetic resonance. *Creative Cardiology*. 2021; 15 (3): 342–53. doi: 10.24022/1997-3187-2021-15-3-342-353. (in Russian)
37. Golukhova E.Z., Aleksandrova S.A., Berdibekov B.Sh. Predictive role of quantification of myocardial fibrosis using delayed contrast-enhanced magnetic resonance imaging in nonischemic dilated cardiomyopathies: a systematic review and meta-analysis. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(12):4776. doi:10.15829/1560-4071-2021-4776. (In Russian)
38. Samoilova E.V., Fatova M.A., Mindzaev D.R., Zhitareva I.V., Zhironov I.V., Nasonova C.N., Tereschenko C.N., Korotaeva A.A. Diagnostic prediction models of stratifying chronic heart failure patients based on the underlying disease. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2021;10(1):6-15. doi:10.17802/2306-1278-2021-10-1-6-15.. (In Russian)
39. Parcha V., Malla G., Kalra R., Patel N., Sanders-van Wijk S., Pandey A., Shah S.J., Arora G., Arora P. Diagnostic and prognostic implications of heart failure with preserved ejection fraction scoring systems. *ESC Heart Fail*. 2021;8(3):2089-2102. doi: 10.1002/ehf2.13288.
40. Sanders-van Wijk S., Barandiarán Aizpurua A., Brunner-La Rocca H.P., Henkens M.T.H.M., Weerts J., Knackstedt C., Uszko-Lencer N., Heymans S., van Empel V. The HFA-PEFF and H2 FPEF scores largely disagree in classifying patients with suspected heart failure with preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2021;23(5):838-840. doi: 10.1002/ejhf.2019.
41. Selvaraj S., Myhre P.L., Vaduganathan M., Claggett B.L., Matsushita K., Kitzman D.W., Borlaug B.A., Shah A.M., Solomon S.D. Application of Diagnostic Algorithms for Heart Failure With Preserved Ejection Fraction to the Community. *JACC Heart Fail*. 2020;8(8):640-653. doi: 10.1016/j.jchf.2020.03.013.

Для цитирования: Параскевова Д.П., Минаев А.В., Астраханцева Т.О., Керен М.А. Современные аспекты патофизиологии и диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2025;14(6): 118-129. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-6-118-129

To cite: Paraskevova D.P., Minaev A.V., Astrakhanseva T.O., Keren M.A. Modern aspects of pathophysiology and diagnostics of heart failure with preserved left ventricular ejection fraction. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2025;14(6): 118-129. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-6-118-129