

Функция левого предсердия у больных хронической сердечной недостаточностью

Перуцкий Д. Н.¹, Обрезан А. Г.², Осипова О. А.¹, Зарудский А. А.¹

¹ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». Белгород; ²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». Санкт-Петербург, Россия

Совершенствование методов лечения, диагностики гипертонической болезни и хронической сердечной недостаточности (ХСН), способствует увеличению продолжительности жизни населения и соответственно его старению. Проблема диагностики и прогнозирования ХСН с сохранной фракцией выброса (ХСНсФВ) в настоящее время является одной из актуальных проблем. Роль функции левого предсердия в развитии ХСН и возможное прогнозирование течения заболевания на основании параметров его функции являются предметом пристального научного изучения. Данный обзор отражает критический анализ научной литературы последних лет, посвященной функции левого предсердия у пациентов с ХСН.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, нарушение диастолической функции, левый желудочек, левое предсердие, деформация миокарда предсердия.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 04/04-2022

Рецензия получена 26/04-2022

Принята к публикации 09/05-2022



Для цитирования: Перуцкий Д. Н., Обрезан А. Г., Осипова О. А., Зарудский А. А. Функция левого предсердия у больных хронической сердечной недостаточностью. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(6):3265. doi:10.15829/1728-8800-2022-3265. EDN PAYWAR

Left atrial function in patients with heart failure

Perutsky D. N.¹, Obrezan A. G.², Osipova O. A.¹, Zarudsky A. A.¹

¹Belgorod National Research University, Belgorod; ²Saint Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

Improvement of the treatment and diagnosis of hypertension and heart failure (HF) contributes to an increase in life expectancy of the population and, accordingly, its aging. The problem of diagnosing and predicting HF with preserved ejection fraction (HFpEF) is currently one of the urgent problems. The role of left atrial function in the development and course prediction of HF are the subject of scientific study. This review provides an analysis of recent studies on left atrial function in HF patients.

Keywords: heart failure, diastolic dysfunction, left ventricle, left atrium, atrial myocardial strain.

Relationships and Activities: none.

Perutsky D. N. ORCID: 0000-0002-4406-0692, Obrezan A. G. ORCID: 0000-0001-6115-7923, Osipova O. A. * ORCID: 0000-0002-7321-6529, Zarudsky A. A. ORCID: 0000-0002-3480-5849.

*Corresponding author:

osipova@bsu.edu.ru

Received: 04/04-2022

Revision Received: 26/04-2022

Accepted: 09/05-2022

For citation: Perutsky D. N., Obrezan A. G., Osipova O. A., Zarudsky A. A. Left atrial function in patients with heart failure. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(6):3265. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2022-3265. EDN PAYWAR

ДФ — диастолическая функция, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ФВ — фракция выброса, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ХСНсФВ — ХСН с низкой ФВ ЛЖ, ХСНнФВ — ХСН с умеренно низкой ФВ ЛЖ, ХСНсФВ — ХСН с сохраненной ФВ ЛЖ, E/e' — отношение раннего диастолического трансмитрального потока к усредненной ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: osipova@bsu.edu.ru

Тел.: +7 (915) 575-89-69

[Перуцкий Д. Н. — доцент кафедры госпитальной терапии Медицинского института, ORCID: 0000-0002-4406-0692, Обрезан А. Г. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии медицинского факультета, ORCID: 0000-0001-6115-7923, Осипова О. А. * — д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии Медицинского института, Председатель Белгородского отделения РКО, член правления РКО, ORCID: 0000-0002-7321-6529, Зарудский А. А. — к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии Медицинского института, ORCID: 0000-0002-3480-5849].

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Результаты научных работ свидетельствуют о важности оценки функции левого предсердия в диагностике и прогнозировании хронической сердечной недостаточности.

Что добавляют

результаты анализа данных литературы?

- Работа показывает актуальность определения параметров деформации левого предсердия в прогнозировании хронической сердечной недостаточности.

Key messages

What is already known about the subject?

- The results of studies indicate the importance of assessing the left atrial function in the diagnosis and prognosis of heart failure.

What might this study add?

- The work shows the relevance of assessing the left atrial strain in predicting heart failure.

Введение

По данным российских эпидемиологических исследований распространенность хронической сердечной недостаточности (ХСН) в общей популяции составляет ~7%, из которых клинически выраженная ~4,5%. По степени снижения глобальной сократимости левого желудочка (ЛЖ) сердечную недостаточность классифицируют на ХСН с низкой фракцией выброса <40% (ХСНнФВ), ХСН с умеренно низкой ФВ — 40-49% (ХСНунФВ), ХСН с сохраненной ФВ ≥50% (ХСНсФВ) [1]. Изучению патогенетических механизмов развития и прогрессирования ХСН в последние годы посвящено достаточно много научных работ [2-5], однако проблема диагностики и прогнозирования развития ХСНсФВ является одной из актуальных проблем в настоящее время. Роль функции левого предсердия (ЛП) в развитии ХСН и возможное прогнозирование течения заболевания на основании параметров его функции являются предметом пристального научного изучения.

Методологические подходы

Для информационного поиска использовались данные библиографической базы данных medline, scopus, google scholar. Поисковые запросы включали в себя запросы heart failure, left atrium function, diastolic dysfunction, left atrium mechanics, left atrium strain. Анализировались доступные публикации за последние 5 лет, за исключением фундаментальных научных работ.

Результаты

Были проанализированы 28 концептуальных научных работ, посвященных проблеме функции ЛП у пациентов с ХСН. Акцентировалось внимание на современных методах диагностики и прогнозирования течения ХСН, методах диагностики механической функции ЛП.

Рассматривая эпидемиологию и патогенез заболевания пациентов с ХСНсФВ и ХСНнФВ, сле-

дует отметить, что в настоящее время достоверно изучены определенные принципиальные различия. Действительно, патогенетически в основе ХСНнФВ в 2/3 случаев лежит ишемическая болезнь сердца, в остальных случаях — это вирусные инфекции, злоупотребление алкоголем, химиотерапия и идиопатическая дилатационная кардиомиопатия [1, 2, 4, 5]. Пациенты с ХСНсФВ обычно более старшего возраста, среди них превалирует женский пол [3]. Патолофизиологически ХСНсФВ ассоциирована с нарушением диастолической функции ЛЖ, что, в свою очередь, регламентировано эластичностью, податливостью и жесткостью миокарда [1]. Остается много вопросов по взаимодействию патолофизиологических процессов, лежащих в основе ХСНсФВ, в частности нет четкого понимания значимости вклада механической функции ЛП, а также возможных методов ее оценки в свете имеющегося нарушения диастолической функции ЛЖ [1].

Принципиально вклад ЛП в эффективность функции ЛЖ определяется его функцией “резервуара” для венозного возврата во время систолы желудочка, “кондуита” для венозного кровотока во время ранней диастолы ЛЖ, а также “помпы”, которая дополняет наполнение ЛЖ в позднюю диастолу. Таким образом, формируется функциональная взаимосвязь работы ЛП с эффективностью ЛЖ во время сердечного цикла. Каждая функция ЛП во время наполнения ЛЖ отражает ряд физиологических состояний последнего. Так, функция резервуара свидетельствует о комплаентности ЛП во время систолы желудочка и зависит от движения основания ЛЖ во время систолы и, соответственно, конечно-систолического объема; функция кондуита тоже зависит от комплаентности ЛП, реципрочно связана с функцией резервуара, а также связана с релаксацией и комплаентностью ЛЖ.

Для оценки функции ЛП, как участника сердечного цикла, можно использовать волнометрические, доплеровские методы и методы оценки деформации миокарда ЛП.

Волюметрические методы позволяют оценить функцию резервуара, кондуита и сократительную функцию ЛП посредством анализа объема ЛП в 2D-режиме эхокардиографии. При этом фиксируется максимальный объем, минимальный объем и пре-А объем ЛП, т.е. непосредственно перед систолой предсердия (Р волной на электрокардиограмме) [6].

Спектральный доплер позволяет зафиксировать кровоток наполнения (кровоток легочных вен) и трансмитральный поток из ЛП в полость ЛЖ. Отношения интеграла линейной скорости (VTI) раннего и позднего трансмитрального кровотока, скорости и продолжительности легочного кровотока позволяют судить о давлении наполнения ЛЖ и сократительной способности ЛП. Показателем производительности ЛП может быть индекс кинетической энергии ЛП (LAKE), которые вычисляется по формуле: $1/2 \times AA-SV \times P \times V^2$, где AA-SV это активный ударный объем ЛП (преА объем ЛП — минимальный объем ЛП), $P=1,06 \text{ г/см}^3$ — плотность крови, V — максимальная скорость пика А трансмитрального кровотока [7]. Тем не менее, данные показатели имеют свои недостатки в оценке функции ЛП, такие как неспецифичность, а также зависимость от гемодинамического статуса и диастолической функции ЛЖ.

Тканевая доплерография с оценкой скорости движения кольца митрального клапана — пика a' , позволяет оценивать сократительную функцию ЛП в систолу. Значение пиков s' и e' — систолы и ранней диастолы желудочков косвенно характеризует функцию резервуара и кондуита ЛП. Недостатков в оценке работы ЛП данная методика не лишена: регистрируется зависимость от угла сканирования, движения сердца и подтягивания соседних сегментов.

Наиболее актуальные в настоящее время для оценки механики миокарда ЛЖ, как лишенные влияния пред- и постнагрузки, показатели деформации могут вычисляться и для миокарда стенки ЛП. Для оценки деформации предсердия в большинстве опубликованных исследований используется программное обеспечение для оценки деформации ЛЖ. Однако в течение последних 2 лет появилось программное обеспечение, разработанное для оценки именно деформации предсердий. Деформация ЛП должна быть получена из 4- и 2-камерных верхушечных позиций (12 сегментов), при этом допускается оценка изображений только из 4-камерной позиции (6 сегментов). 3-камерная верхушечная позиция не используется, т.к. близкое расположение аорты и аортального клапана может фальсифицировать результаты измерений. Особенно важным является достижение частоты кадров >60 в мин [8].

Известно, что кривые деформации могут быть получены с помощью тканевой доплерографии

или спекл-трекинга. В настоящее время одним из перспективных и многообещающих методов изучения функции ЛП является оценка деформации с помощью методики спекл-трекинга. В настоящее время эта методика валидирована, однако при интерпретации результатов, полученных с помощью различного программного обеспечения, требуется определенная осторожность [9]. Оценивая преимущества данной методики в получении деформационных кривых, необходимо отметить, что спекл-трекинг эхокардиография имеет явные преимущества по сравнению с доплеровской методикой. Во-первых, нет зависимости от угла ультразвукового луча, во-вторых, нет зависимости от эффекта “подтягивания” одних сегментов миокарда соседними. Тем не менее, существует ограничение в виде частичного смещения “спеклов” за пределы сканируемого участка [8]. Наиболее используемый для оценки параметр спекл-трекинга — это продольная глобальная деформация ЛП, которая описывает относительное изменение длины мышечного волокна видимых сегментов, т.е. деформация является изменением расстояния между двумя точками (спеклами) рисунка миокарда за сердечный цикл [9]. При оценке деформации ЛП в качестве референсной точки для старта обработки изображения допускается использование как комплекса QRS (точка на нисходящей кривой как конец диастолы), так и Р зубца. От выбора референсной точки зависит характеристика кривых и интерпретация полученного изображения [9]. Исследование MASCOT (Multicentric Atrial Strain COmparison between Two different modalities) показало, что обе методики обработки изображения с различными референсными точками обладают схожей воспроизводимостью, тем не менее, использование QRS комплекса как точки старта сопряжено с более коротким временем анализа [10]. Кривые деформации ЛП, сгенерированные с точкой старта на сегменте QRS, позволяют выделить деформацию фазы резервуара (LAS-r), которая наилучшим образом отражает глобальную функцию ЛП; деформацию фазы кондуита (LAS-cd); деформацию фазы сокращения (LAS-ct). Алгебраически значение деформации миокарда ЛП является позитивным и выражается в процентах (%) [11].

Глобальная продольная деформация, рассчитанная с точкой начала обработки у зубца Р, обозначается ϵ_{total} :

— пиковый негативный ϵ характеризует сократимость ЛП,

— пиковый позитивный ϵ характеризует фазу кондуита,

— тотальный ϵ отражает фазу резервуара [12].

Изучение деформационных кривых, позволяет получать из них некоторые производные показатели для оценки функции сердца. К данным

комплексным показателям, использующим как деформацию ЛП, так и другие характеристики, можно отнести индекс жесткости ЛП, отражающий снижение комплаентности предсердия. Данный индекс рассчитывается как коэффициент отношения E/e' (отношение раннего диастолического трансмитрального потока к усредненной ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца) к продольной деформации ЛП в фазу резервуара [6]. В комплексной оценке работы левых камер сердца может использоваться индекс атрио-вентрикулярной деформации, который вычисляется как абсолютная сумма продольной деформации ЛП в фазу резервуара и глобальной продольной деформации ЛЖ [13].

Прогностическая и диагностическая ценность деформации ЛП в настоящее время активно изучается. Нами проанализированы сообщения, свидетельствующие о возможности использования данного показателя как у пациентов с ХСНнФВ, так и у больных ХСНсФВ. У пациентов с острой сердечной недостаточностью снижение глобальной продольной деформации $<18\%$ свидетельствует о высоком риске выявления фибрилляции предсердий в течение 5 лет наблюдения. При этом в исследование были включены пациенты как с ХСНсФВ так и с ХСНнФВ [14]. Анализ биоптатов миокарда ЛП у пациентов с ХСНнФВ показал, что продольная деформация ЛП достоверно коррелирует со степенью фиброза в стенке предсердий [15].

Изменения деформации ЛП регистрируются у пациентов с острыми формами ИБС. У пациентов с острым инфарктом миокарда и нарушением диастолической функции ЛЖ было зарегистрировано снижение всех деформационных кривых ЛП. Также было подтверждено, что у пациентов с ненарушенной диастолической функцией ЛП продольная деформация ЛП в фазу резервуара составила порядка 39% , а у пациентов с нарушением — $<23\%$. Авторы показали прогрессивно снижающуюся продольную деформацию ЛП в фазу резервуара по мере ухудшения диастолической функции и продемонстрировали относительную независимость показателей деформации ЛП от нарушения систолической функции ЛЖ [16]. Схожие данные представили Fernandes RM, et al. (2019) [17], которые показали, что у пациентов с острым коронарным синдромом показатели деформации ЛП достоверно коррелируют со степенью нарушения диастолической функции (ДФ) ЛЖ. Авторами были получены цифры продольной деформации ЛП в фазу резервуара, соответствующие каждой степени нарушения ДФ ЛЖ. Для I ст. нарушения ДФ ЛЖ продольная деформация в фазу резервуара ЛП соответствует $27,7\%$, для II ст. деформации ДФ ЛЖ — $17,8\%$, а для III ст. — $9,5\%$. Были получены значения продольной деформации ЛП в фазу сокращения: для I ст.

нарушения ДФ ЛЖ составили $18,6\%$, для II — $8,2\%$ и $10,5\%$ для III.

При анализе исследований, посвященных функции ЛП у пациентов с ХСНсФВ, сравнение резервуарной функции ЛП у пациентов с ХСНсФВ и пациентов с гипертонической болезнью выявило следующие закономерности. Резервуарная функция ЛП у пациентов с ХСНсФВ была значительно снижена по сравнению с данной функцией у пациентов с гипертонической болезнью ($p=0,001$). Важным можно считать тот факт, что сравниваемые группы были фактически идентичны по таким параметрам, как объем ЛП и величина отношения E/e' ($p=0,414$ и $p=0,322$, соответственно), но неоднородны по среднему возрасту и массе миокарда ЛЖ ($p=0,016$ и $p=0,017$, соответственно) [18]. У больных ХСНсФВ продольная деформация предсердий позволяет оценить степень нарушения ДФ, что может стать важным компонентом диагностического поиска. Несмотря на то, что представлены алгоритмы нарушения ДФ ЛЖ и оценки степени диастолической дисфункции, описаны клинические случаи, которые не укладываются в диагностические рамки. Существуют пациенты, показатели нарушения ДФ которых не позволяют их четко соотносить с каким-либо типом диастолической дисфункции. В таких случаях лечащий врач вправе рассматривать дополнительные методики, которые пока не входят в перечень строго рекомендованных. Метаанализ Khan MS, et al. (2020) [18] показал, что у пациентов с ХСНсФВ только пиковая продольная деформация является параметром, который прогрессивно изменяется со степенью нарушения ДФ. Индексированный объем ЛП прогрессивно увеличивается у пациентов с I и II ст. деформации ДФ ЛЖ, у пациентов со II и III ст. деформации ДФ ЛЖ увеличение ЛП достигает плато. Аналогичная динамика прослеживалась относительно показателя E/e' , который достоверно увеличивался у пациентов от I ко II ст. деформации ДФ ЛЖ и терял значимость у пациентов с прогрессирующей деформацией ДФ ЛЖ. Напротив, значение глобальной продольной деформации имеет достоверное отличие у пациентов всех трех групп с различной степенью нарушения ДФ ЛЖ. Выводы исследования указывают, вероятно, на различные патофизиологические механизмы, лежащие в основе ХСНсФВ и ХСНнФВ. Разрыв между структурным ремоделированием ЛП (объем) и его дисфункцией (жесткостью) выражается в более выраженном волюметрическом изменении ЛП у пациентов с ХСНнФВ и более выраженном изменении жесткости ЛП у пациентов с ХСНсФВ. Данные закономерности подтверждаются 4-кратным увеличением частоты неблагоприятных исходов у пациентов с III ст. нарушения ДФ ЛЖ по сравнению с пациентами с I ст. Продольная деформация ЛП в фазу ре-

зервуара со значением $>35\%$ свидетельствует о нормальных показателях ДФ ЛП с точностью до 70% . Продольная деформация в фазу резервуара $<19\%$ с точностью до 95% свидетельствует о III ст. нарушения ДФ ЛЖ, а значение в 20% позволяет прогнозировать улучшение ДФ у пациентов с переходным типом деформации ДФ ЛЖ [18-20]. Схожие результаты представлены Kim J, et al. (2020) [21]. Авторы также пришли к выводу, что ступенчатое снижение пиковой продольной деформации ЛП происходит по мере ухудшения степени ДФ ЛП, т.е. данная методика позволяет дифференцировать степень нарушения ДФ. Напротив, результаты волюметрических измерений достоверно различаются только у пациентов с начальной степенью ДФ ЛЖ и выраженными изменениями, в то время как у пациентов с I-II и II-III ст. ДФ отличия не регистрируются. Более того, авторы показали, что деформационные кривые, полученные с помощью спекл-трекинг эхокардиографии сопоставимы с деформационными кривыми, полученными путем магнитно-резонансной томографии [21]. Полученные авторами результаты расцениваются нами, как континуум процессов ремоделирования ЛП, в котором первоначально происходит функциональное изменение ЛП, выражающееся в виде деформации миокарда ЛП с последующим изменением волюметрических параметров, отражающих структурные изменения. Помимо диастолических процессов ЛЖ, на продольную деформацию ЛП влияют сниженная глобальная ФВ, увеличенный объем ЛП и увеличенная масса миокарда ЛЖ. Обращает на себя внимание, что результаты оценки деформации ЛП сопоставимы вне зависимости от марки программного обеспечения. Оценка деформации с помощью магнитно-резонансной томографии также свидетельствует о диагностической достоверности деформации ЛП в фазу сокращения и резервуара. В своем исследовании Nguyen J, et al. (2021) [22] показали, что уменьшение деформации ЛП в фазу сокращения и резервуара прямо пропорционально ухудшению степени ДФ ЛП. Деформация ЛП в фазу сокращения и резервуара, наряду с волюметрическими показателями размеров ЛП, данными тканевой доплерографии обладает прогностической ценностью относительно развития неблагоприятных исходов у пациентов с нарушением ДФ ЛЖ.

Вопрос прогнозирования развития ХСН в настоящее время является весьма актуальным. По данным Potter EL, et al. [23] риск сердечной недостаточности увеличивается в 3 раза при диагностике предсердной деформации со значением $<24\%$. Напротив, по данным авторов не было зарегистрировано увеличения риска развития ХСН у пациентов со значением предсердной деформации в пределах $24-35\%$, т.е. соответствующей первому типу нарушения ДФ ЛЖ. Наиболее существенной

находкой авторов является тот факт, что замена в диагностическом алгоритме ХСНсФВ индексированного объема ЛП на продольную предсердную деформацию приводит к 75% -му уменьшению промежуточных результатов диагностики. По мнению авторов, данный результат связан с тем, что предсердная продольная деформация более точно отражает изменения ДФ, чем показатели, характеризующие структурные изменения ЛП (индексированный объем). В общей популяции включенных в исследование пациентов (67-74 года) дилатация ЛП была зафиксирована у 37% больных, тогда как только снижение деформации предсердий у $2,7\%$. Данные закономерности авторы объясняют особенностями процессов обратного ремоделирования ЛП, когда механико-энергетические процессы в стенке ЛП происходят раньше структурных изменений ЛП, т.е. изменения объемов предсердий [23]. Патологический механизм, лежащий в основе снижения продольной деформации предсердий, связан с увеличением давления в полости ЛП, что обусловлено ухудшением релаксации ЛЖ, фиброзом стенки ЛП. В исследовании Steele JM, et al. (2020) [24], у пациентов с ожирением и сахарным диабетом регистрируется уменьшение деформации в фазах резервуара, кондукта и сокращения ЛП при нормальных волюметрических значениях ЛП. Таким образом, анализ значения деформации у пациентов с имеющейся ХСН или высоким риском ее развития, позволяет прогнозировать дальнейшее течение заболевания и уточнить настоящее состояние ДФ ЛЖ.

Роль и прогностические значения пикового потребления кислорода сейчас широко изучены для пациентов со снижением глобальной ФВ ЛЖ вследствие ишемической болезни сердца, дилатационной кардиомиопатии. В то же время диагностическая и прогностическая роль пикового потребления кислорода, а также взаимосвязь данного показателя с деформацией ЛП у пациентов с ХСНсФВ в настоящее время освещена недостаточно и работы по данной проблеме являются единичными. У пациентов с сохранной и со сниженной сократительной способностью ЛЖ продольная деформация ЛП является независимым предиктором выполненной работы в метаболических эквивалентах во время нагрузочного тестирования [25]. Исследование, выполненное Maffei S, et al. (2021) [26], показало, что практически все традиционные параметры оценки ДФ ЛЖ и диастолического наполнения ЛЖ не позволяют стратифицировать пациентов с ХСНсФВ по уровню потребления кислорода, за исключением параметров деформации ЛП. Авторами выявлена достоверная корреляция между пиковым потреблением кислорода и значением деформации предсердий в фазу резервуара и систолы у пациентов с ХСНсФВ. С помощью метода логистической регрессии было показано, что

деформация ЛП в фазу резервуара достоверно ассоциирована с невозможностью пациентом достичь пикового потребления кислорода 14 мл/кг/мин, которое является критическим в стратификации риска развития неблагоприятных событий у пациентов с ХСН. При этом добавление дополнительных переменных в виде ФВ не влияет на результат регрессионного анализа. Помимо деформации ЛП в фазу резервуара, достоверно взаимосвязанными с пиковым потреблением кислорода оказались пиковая скорость движения кольца митрального клапана (s') и пиковая скорость трикуспидальной регургитации. Более того, деформация ЛП в фазу резервуара оказалась ассоциирована с пиковым потреблением кислорода независимо от указанных выше причин. Значение деформации ЛП в фазу резервуара, равное 22%, стало пороговым значением, демонстрирующим 93% чувствительность и 49% специфичность в прогнозировании недостижения пациентом величины пикового потребления кислорода в 14 мл/кг/мин. Напротив, корреляции между пиковым потреблением кислорода и глобальной продольной деформацией ЛЖ, ФВ ЛЖ, индексированным конечно-диастолическим объемом ЛЖ, массой миокарда ЛЖ, объемом ЛП выявлено не было [26].

Литература/References

- Ageev FT, Arutyunov GP, Begrambekova YL, et al. Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. Russian Journal of Cardiology. 2020;25(11):4083. (In Russ.) Ареев Ф.Т., Арутюнов Г.П., Беграмбекова Ю.Л. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2020;25(11):4083. doi:10.15829/1560-4071-2020-4083.
- Osipova OA, Vlasenko MA, Godlevskaya OM, et al. Cytokines in the development and progression of chronic heart failure. Bulletin of New Medical Technologies. 2012;19(2):322-7. (In Russ.) Осипова О.А., Власенко М.А., Годлевская О.М. и др. Цитокины в развитии и прогрессировании хронической сердечной недостаточности. Вестник новых медицинских технологий. 2012;19(2):322-7.
- Gosteva EV. Gender features of metabolic disorders in elderly patients with heart failure with mid-range ejection fraction. Research Results in Biomedicine. 2020;6(2):249-60. (In Russ.) Гостева Е.В. Гендерные особенности метаболических нарушений у пожилых больных с сердечной недостаточностью с промежуточной фракцией выброса. Научные результаты биомедицинских исследований. 2020;6(2):249-60. doi:10.18413/2658-6533-2020-6-2-0-9.
- Polonikov AV, Ushachev DV, Ivanov VP, et al. Altered erythrocyte membrane protein composition mirrors pleiotropic effects of hypertension susceptibility genes and disease pathogenesis. J Hypertens. 2015;33(11):2265-77. doi:10.1097/HJH.0000000000000699.
- Osipova OA, Vlasenko OA. Humoral mechanisms of chronic heart failure in patients with postinfarction cardiosclerosis. Scientific bulletin of Belgorod State University. Series: Medicine. Pharmacy. 2011;10(105):77-80. (In Russ.) Осипова О.А., Власенко О.А. Гуморальные механизмы хронической сердечной недостаточности у больных с постинфарктным кардиосклерозом. Научные ведомости Белгородского госу-

Заключение

Таким образом, дальнейшее изучение параметров деформации ЛП, возможно позволит минимизировать известные ограничения диагностической и прогностической ценности тканевой и импульсно-волновой доплерографии. Зачастую пациенты с нарушением ДФ ЛЖ и признаками ХСН попадают в “серую зону”, когда показатели исследуемых параметров не позволяют четко дифференцировать степень нарушения ДФ. Возникает клиническое затруднение в интерпретации результатов обследования у подобных больных и сопоставление его с клинической картиной. Включение в протокол эхокардиографии определения параметров деформации ЛП, возможно, позволит сократить количество промежуточных значений “серой зоны”, определить, на каком этапе развития болезни находится пациент в конкретный временной отрезок, и, соответственно, определить прогноз дальнейшего течения заболевания.

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

- дарственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2011;10(105):77-80.
- D'Ascenzi F, Pelliccia A, Natali BM, et al. Increased left atrial size is associated with reduced atrial stiffness and preserved reservoir function in athlete's heart. Int J Cardiovasc Imaging. 2015;31(4):699-705. doi:10.1007/s10554-015-0600-7.
 - Stefanadis C, Dernellis J, Lambrou S, et al. Left atrial energy in normal subjects, in patients with symptomatic mitral stenosis, and in patients with advanced. Heart Failure. 1998;82(10):1220-3.
 - Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2011;24(3):277-313. doi:10.1016/j.echo.2011.01.015.
 - Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. J Am Soc Echocardiogr. 2015;28(1):1-39. doi:10.1016/j.echo.2014.10.003.
 - Cameli M, Miglioranza MH, Magne J, et al. Multicentric atrial strain comparison between two different modalities: MASCOT HIT study. Diagnostics. 2020;10:946. doi:10.3390/diagnostics10110946.
 - Pastore M, Mandoli G, Santoro C, et al. Left atrial strain in cardiovascular diseases: An overview of clinical applications. Cardiologia Hungarica. 2021;51(1):11-7. doi:10.26430/CHUNGARICA.2021.51.1.11.
 - Saraiva RM, Demirkol S, Buakhamsri A, et al. Left atrial strain measured by two-dimensional speckle tracking represents a new tool to evaluate left atrial function. J Am Soc Echocardiogr. 2010;23(2):172-80. doi:10.1016/j.echo.2009.11.003.
 - Cameli M, Mandoli GE, Lisi E, et al. Left atrial, ventricular and atrio-ventricular strain in patients with subclinical heart

- dysfunction. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2019;35(2):249-58. doi:10.1007/s10554-018-1461-7.
14. Park JJ, Park JH, Hwang IC, et al. Left atrial strain as a predictor of new-onset atrial fibrillation in patients with heart failure. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(10):2071-81. doi:10.1016/j.jcmg.2020.04.031.
 15. Lisi M, Mandoli GE, Cameli M, et al. Left atrial strain by speckle tracking predicts atrial fibrosis in patients undergoing heart transplantation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(6):829-35. doi:10.1093/ehjci/jeab106.
 16. Miranda-Aquino T, Hernández-del RJE, Pérez-Topete SE, et al. Impact of the diastolic dysfunction in the left atrial strain in patients with ischemic heart disease. A cross-sectional study. *Cardiovasc Metab Sci*. 2021;32(4):170-8. doi:10.35366/102767.
 17. Fernandes RM, Le Bihan D, Vilela AA, et al. Association between left atrial strain and left ventricular diastolic function in patients with acute coronary syndrome. *J Echocardiogr*. 2019;17(3):138-46. doi:10.1007/s12574-018-0403-7.
 18. Khan MS, Memon MM, Murad MH, et al. Left atrial function in heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Heart Fail*. 2020;22(3):472-85. doi:10.1002/ejhf.1643.
 19. Cameli M, Mandoli GE, Mondillo S. Left atrium: the last bulwark before overt heart failure. *Heart Fail Rev*. 2017;22(1):123-31. doi:10.1007/s10741-016-9589-9.
 20. Singh A, Addetia K, Maffessanti F, et al. LA Strain for Categorization of LV Diastolic Dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(7):735-43. doi:10.1016/j.jcmg.2016.08.014.
 21. Kim J, Yum B, Palumbo MC, et al. Left Atrial Strain Impairment Precedes Geometric Remodeling as a Marker of Post-Myocardial Infarction Diastolic Dysfunction. *JACC: Cardiovasc Imaging*. 2020;13(10):2099-113. doi:10.1016/j.jcmg.2020.05.041.
 22. Nguyen J, Weber J, Hsu B, et al. Comparing left atrial indices by CMR in association with left ventricular diastolic dysfunction and adverse clinical outcomes. *Sci Rep*. 2021;11:213-31. doi:10.1038/s41598-021-00596-w.
 23. Potter EL, Ramkumar S, Kawakami H, et al. Association of asymptomatic diastolic dysfunction assessed by left atrial strain with incident heart failure. *JACC*. 2020;11:2316-26. doi:10.1016/j.jcmg.2020.04.028.
 24. Steele JM, Urbina EM, Mazur WM, et al. Left atrial strain and diastolic function abnormalities in obese and type 2 diabetic adolescents and young adults. *Cardiovasc Diabetol*. 2020;19(1):163. doi:10.1186/s12933-020-01139-9.
 25. D'Andrea A, Caso P, Romano S, et al. Association between left atrial myocardial function and exercise capacity in patients with either idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy: A two-dimensional speckle strain study. *Int J Cardiol*. 2009;132:354-63. doi:10.1016/j.ijcard.2007.11.102.
 26. Maffeis C, Morris DA, Belyavskiy E, et al. Left atrial function and maximal exercise capacity in heart failure with preserved and mid-range ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 2021;8(1):116-28. doi:10.1002/ehf2.13143.