

# Значение показателей продольной деформации левого предсердия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью

**М. Н. Алёхин**, д.м.н., заслуженный врач РФ, профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии<sup>1</sup>, заведующий отделением функциональной диагностики<sup>2</sup>

**А. О. Калинин**, д.м.н., доцент кафедры внутренних болезней<sup>3</sup> заведующий отделением функциональной диагностики<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ

<sup>3</sup>Рижский Университет имени П. Страдыня

<sup>4</sup>Рижская Восточная Университетская Клиническая больница, стационар «Гайлезерс», Рига, Латвия

## Value of indicators of longitudinal deformation of the left atrium in patients with chronic heart failure

M. N. Alekhin<sup>1,2</sup>, A. O. Kalinin<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs

<sup>2</sup>Central Clinical Hospital with Out-patient Clinic of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Rīga Stradiņš University

<sup>4</sup>Riga Eastern Clinical University Hospital, the hospital 'Gailezers'

### Резюме

Современные технологии оценки деформации миокарда с помощью спекл-трекинг эхокардиографии позволяют анализировать не только желудочки сердца, но и левое предсердие (ЛП). Оценка показателей деформации ЛП у больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) может быть полезной в диагностическом плане у пациентов с впервые возникшими симптомами, которые могут указывать на дебют сердечной недостаточности с сохранной фракцией выброса левого желудочка. У пациентов с ХСН деформация ЛП может быть важна для оценки прогноза. Оценка динамики деформации ЛП у пациентов с сердечной недостаточностью может указывать на течение ХСН и эффективность проводимой терапии. Целью этой статьи является анализ данных о значении показателей продольной деформации ЛП для диагностики и ведения пациентов с ХСН.

Ключевые слова: эхокардиография, сердечная недостаточность, левый желудочек, деформация миокарда, левое предсердие, спекл-трекинг.

### Summary

Modern technologies for assessing myocardial strain by means of speckle-tracking echocardiography allow to analyze not only the ventricles of the heart, but also the left atrium (LA). Evaluation of LA strain in patients with chronic heart failure (CHF) can be useful in the terms of diagnostic in patients with first-time symptoms that may indicate the onset of heart failure with a preserved left ventricular ejection fraction. In patients with CHF, LA strain may be important for evaluating the prognosis. Assessment of the dynamics of LA strain in patients with heart failure may indicate the course of CHF and the effectiveness of therapy. The purpose of this article is to analyze the data on the significance of LA longitudinal strain indicators for the diagnosis and management of patients with CHF.

Keywords: echocardiography, heart failure, left ventricle, myocardial strain, left atrium, speckle tracking.

Оценка функции левого предсердия (ЛП) и, в частности, показателей деформации ЛП у больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) может быть чрезвычайно полезной с нескольких позиций. Прежде всего снижение показателей продольной деформации ЛП может иметь диагностическое значение у пациентов с впервые возникшими симптомами, которые могут указывать на дебют сердечной недостаточности с сохранной фракцией выброса левого желудочка (ЛЖ). У пациентов ХСН независимо от фракции выброса ЛЖ оценка деформации ЛП важна для оценки прогноза у этих пациентов.

Наконец, имеются основания предполагать, что оценка динамики деформации ЛП у пациентов с сердечной недостаточностью может указывать на течение ХСН и эффективность проводимой терапии. Например, у больных с транскатетерной имплантацией аортального клапана наблюдалось существенное увеличение показателей деформации ЛП на протяжении 3-х месячного наблюдения, подтверждая обратное ремоделирование ЛП [1, 2].

Целью этой статьи является анализ данных о значении показателей продольной деформации левого предсердия для диагностики и ведения пациентов с ХСН.

Прежде чем обратиться к собственно теме статьи представим основные данные, посвященные оценке механической функции ЛП.

Принято выделять три фазы механической функции ЛП на протяжении сердечного цикла. Первая фаза накопления или «резервуара» продолжается от момента закрытия митрального клапана до момента его открытия и, соответственно, включает в себя три периода: период изоволюмического сокращения ЛЖ, собственно сокращение ЛЖ и период изоволюмического расслабления ЛЖ. На протяжении этой фазы накопления происходит заполнение ЛП кровью, поступающей из ле-

гочных вен. Вторая фаза протекания или «трубопровода» продолжается от момента открытия митрального клапана до начала сокращения ЛП и, соответственно включает в себя два периода: раннего или быстрого наполнения ЛЖ и диастазис или период медленного наполнения ЛЖ. На протяжении этой фазы протекания происходит перенос крови в ЛЖ за счёт градиента давления между ЛП и легочными венами с одной стороны и ЛЖ с другой. Третья фаза сокращения предсердия продолжается от начала сокращения ЛП до момента закрытия митрального клапана и соответствует собственно сокращению или систоле ЛП. На протяжении этой фазы происходит повышение внутрижелудочкового объёма и давления за счет сокращения предсердия [17] (рис. 1).

В последние годы для оценки механической функции ЛП все чаще используются ультразвуковые технологии оценки деформации (strain) миокарда. Стрейн миокарда представляет собой изменение длины или толщины миокарда на протяжении сердечного цикла по отношению к его начальной длине или толщине. Стрейн выражается в процентах, так как изменение длины или толщины миокарда соотносится с исходной длиной или толщиной и обозначается греческой буквой  $\epsilon$ . При увеличении длины или толщины анализируемого участка миокарда деформация считается положительной величиной. При уменьшении длины или толщины анализируемого участка миокарда деформация считается отрицательной величиной. Для удобства возможно использовать модуль деформации.

Хотя существует несколько способов расчета деформации миокарда с помощью ультразвука, наиболее распространенной и востребованной с практической точки зрения является технология двухмерной спекл-трекинг эхокардиографии в продольном направлении из верхушечного доступа на 4 камеры с оценкой глобальной продольной деформации ЛП [3]. В этой позиции в продольном направлении в фазу накопления происходит увеличение длины предсердия, а в фазы протекания и сокращения происходит уменьшение длины предсердия.

В зависимости от исходной точки анализа данных существует 2 способа построения кривых деформации миокарда ЛП (рис. 2). Первый способ основан на анализе от зубца R электрокардиограммы до следующего зубца R. При этом способе построение кривой деформации на протяжении сердечного цикла будет принимать положительные значения. Максимальное значение положительной продольной деформации соответствует максимальному удлинению ЛП и отражает фазу накопления ( $\epsilon_R$ , 'reservoir'). Этот пик формируется в момент максимального наполнения ЛП перед открытием митрального клапана и соответствует окончанию Т зубца на ЭКГ или началу волны Е трансмитрального кровотока. Второй пик положительной деформации отражает

течения ( $\epsilon_{CD}$ , 'conduit'). Сумма значений в фазу сокращения ( $\epsilon_{CT}$ ) и в фазу протекания ( $\epsilon_{CD}$ ) будет равна значению деформации в фазу накопления ( $\epsilon_R$ , 'reservoir') (рис. 2).

Таким образом независимо от того, какой способ используется возможно рассчитать деформацию во все 3 фазы механической функции предсердия, а пиковая глобальная продольная деформация ЛП является наиболее важным интегральным показателем деформации ЛП в фазу накопления и он может быть рассчитан разными способами.

Хотя рекомендованным способом оценки деформации ЛП является первый способ от зубца R до R [3], однако нередко используется и второй способ от зубца P до P.

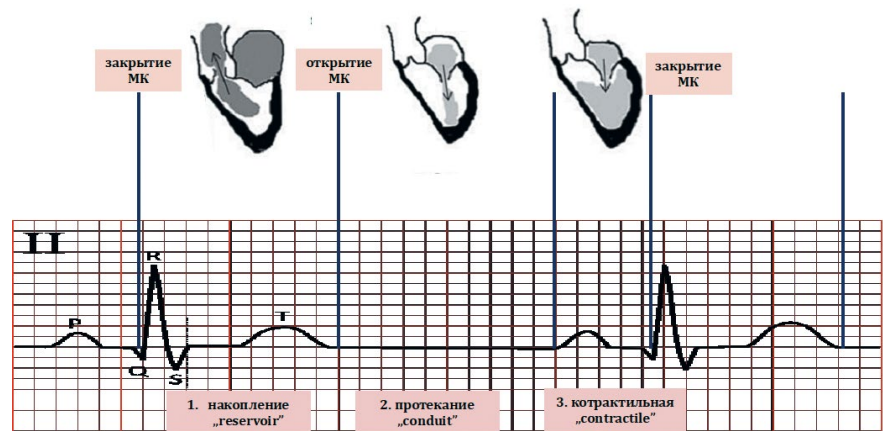


Рисунок 1. Фазы механической функции левого предсердия: 1. в систолу желудочков: фаза накопления — 'reservoir'; 2. после открытия митрального клапана пассивное наполнение левого желудочка: фаза протекания — 'conduit'; 3. в систолу предсердий активное наполнение левого желудочка: фаза сокращения — 'contractile'. МК — митральный клапан.

контракционную фазу ( $\epsilon_{CT}$ , 'contractile') и он регистрируется непосредственно перед зубцом P или перед началом A волны на трансмитральном кровотоке. Разница между  $\epsilon_R$  и  $\epsilon_{CT}$  отражает фазу протекания ( $\epsilon_{CD}$ , 'conduit').

Второй способ основан на анализе от зубца P электрокардиограммы до следующего зубца P. При этом способе построение кривой деформации на протяжении сердечного цикла будет принимать как отрицательные, так и положительные значения. Максимальный отрицательный пик соответствует деформации в фазу сокращения предсердия ( $\epsilon_{CT}$ , 'contractile'), а максимальный положительный пик соответствует деформации в фазу про-

На рис. 3 и 4, соответственно, приводится пример расчета основных показателей деформации миокарда ЛП вышеописанными способами у одного и того же пациента.

Как представлено на рис. 3 и рис. 4 при расчете показателей деформации ЛП разными способами их значения практически совпадают.

Нормальные значения показателей деформации ЛП были неоднократно представлены различными исследователями. Так в мета-анализе 2017 года Pathan и др. [4] продемонстрировали результаты 40 исследований (2542 пациента). Нормальные значения стрейна в контрактильную фазу ( $\epsilon_{CT}$ ) составили 17,4% (95% CI,

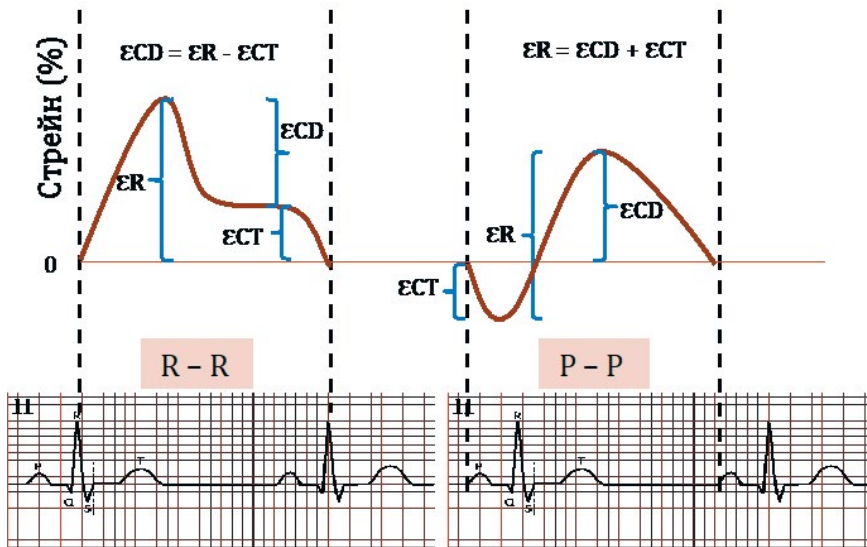


Рисунок 2. Оценка деформации левого предсердия: А) от зубца R ЭКГ до R; Б) от зубца P ЭКГ до P.  $\epsilon$ CT — стрейн в контрактильную фазу;  $\epsilon$ CD — стрейн в фазу протекания;  $\epsilon$ R — стрейн в фазу накопления.

16,0–19,0); стрейна в фазу накопления ( $\epsilon$ R) — 39,4% (95% CI, 38,0–40,8) и стрейна в фазу протекания ( $\epsilon$ CD) — 23,0% (95% CI, 20,7–25,2).

### Хроническая сердечная недостаточность с сохранной ФВ ЛЖ (ХСНсФВ)

Диагностическое значение показателей деформации ЛП у пациентов ХСНсФВ

Если проанализировать показатели деформации ЛП с точки зрения диагностики ХСНсФВ, то здесь можно привести ряд работ, которые выполнялись у пациентов с впервые возникшими симптомами сердечной недостаточности и как правило в амбулаторных условиях. Так по данным Aung и др. [5]

в небольшой группе амбулаторных пациентов с симптомами ХСН глобальная продольная деформация ЛП в фазу накопления менее 17,5% позволяла выявлять ХСНсФВ с чувствительностью 89% и специфичностью 55%. В исследовании с использованием доплеровской визуализации тканей было показано, что снижение деформации ЛП позволяет дифференцировать пациентов с ДД ЛЖ от тех пациентов, которые уже страдают хронической сердечной недостаточностью с сохранной ФВ [6]. Более того, было показано, что у пациентов с появляющимися симптомами сердечной недостаточности нередко присутствует дисфункция ЛП, которая может быть самым первым объективным признаком клинической

манифестации сердечной недостаточности с сохранной ФВ [7] (рис. 5).

Здесь уместно привести данные о том, что глобальная продольная деформация ЛП в фазу накопления коррелирует с давлением заклинивания легочной артерии в большей степени по сравнению с такими широко используемыми эхокардиографическими показателями, как E/A, E/e' и ИОЛП у пациентов ХСН с ФВ ЛЖ  $\geq 45\%$  с подозрением на легочную гипертензию, которым выполнялось инвазивное исследование [8]. В свете этого следует указать на данные об ассоциации толерантности к физической нагрузке с показателями деформации ЛП в фазы протекания и накопления у пациентов с ХСНсФВ по данным МРТ исследования [9]. При этом значения деформации ЛП в фазу сокращения оставались соответствующими значениям в контрольной группе. Неожиданно наиболее высокая корреляция с максимальным потреблением кислорода ( $VO_2$ ) оказалась для деформации ЛП в фазу протекания ( $r=0,80$ ;  $p<0,01$ ). Следует особо отметить, что эта корреляция не зависела от показателей жесткости и релаксации ЛЖ. Таким образом, не только снижение деформации ЛП в фазу накопления, как это отмечалось выше неоднократно, но и снижение деформации ЛП в фазу протекания может быть важным у пациентов с ХСНсФВ. По мнению Buggey и Noit [10] это частично можно объяснить более ранним снижением деформации ЛП именно в фазу протекания (еще до начала симптомов, расширения ЛП и увеличения давления наполнения

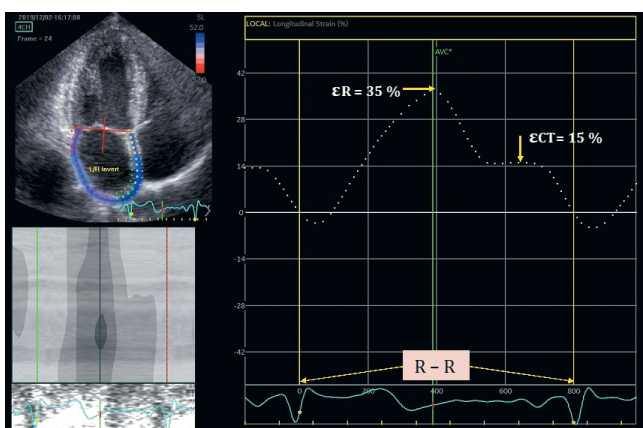


Рисунок 3. Оценка деформации левого предсердия от зубца R ЭКГ до зубца R у пациента А, 42 лет.  $\epsilon$ CT 15% — стрейн в контрактильную фазу;  $\epsilon$ R 35% — стрейн в фазу накопления.  $\epsilon$ CD 20% — стрейн в фазу протекания (рассчитывается как разница между  $\epsilon$ R и  $\epsilon$ CT).

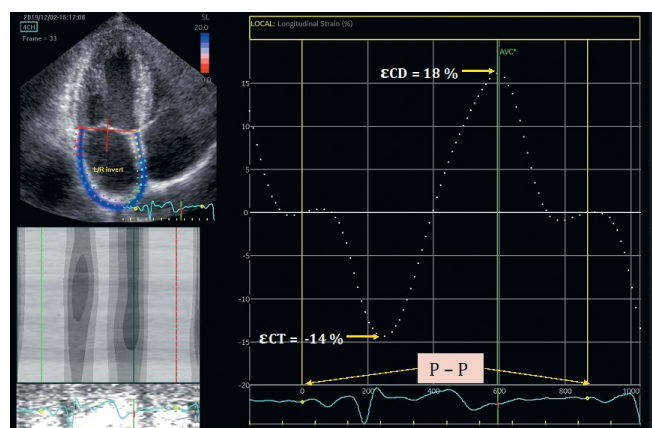


Рисунок 4. Оценка деформации левого предсердия от зубца P ЭКГ до зубца P у того же пациента А, 42 лет, что и на рисунке 3.  $\epsilon$ CT — 14% — стрейн в контрактильную фазу;  $\epsilon$ CD 18% — стрейн в фазу протекания;  $\epsilon$ R 32% — стрейн в фазу накопления (рассчитывается как сумма абсолютных значений между  $\epsilon$ CD и  $\epsilon$ CT).



ЛЖ) [11]. Косвенным подтверждением этого мнения может быть то обстоятельство, что в исследованиях, где была показана значимая роль снижения деформации ЛП в фазу протекания популяция пациентов была более легкая, это были амбулаторные пациенты без предшествующих госпитализаций по поводу СН [6].

В связи с этим оценка деформации ЛП у пациентов с впервые или вновь появляющейся одышкой может быть очень полезной для корректного диагноза сердечной недостаточности и для последующего мониторинга потенциально обратимых изменений под воздействием терапии.

В настоящее время предложено множество алгоритмов диагностики ХСНсФВ, каждый из которых имеет своих сторонников. Некоторые алгоритмы включают только функциональные ЭхоКГ показатели, как например предложенный Reddy и др. [12]. Предложенный в 2019 и обновленный совсем недавно алгоритм Ассоциации сердечной недостаточности Европейского общества кардиологов включает наряду с функциональными и анатомические показатели [13, 14]. Следует отметить, что вышеизложенные данные о диагностическом потенциале показателей деформации ЛП также нашли свое отражение в одном из предложенных алгоритмов диагностики ХСНсФВ, который мы приводим с любезного разрешения авторов на рисунке 6 [15].

В задачу этой статьи не входит детальный анализ существующих и предложенных алгоритмов диагностики ХСНсФВ, тем более, что это возможно только на основе клинической практики. Однако, включение в один из алгоритмов диагностики ХСНсФВ не только анатомической, но и функциональной составляющей ЛП в виде показателей его деформации нам представляется чрезвычайно важным, так как открывает новые перспективы для клинического применения показателей деформации ЛП.

#### *Прогностическое значение показателей деформации ЛП у пациентов ХСНсФВ*

Известно, что продольная деформация ЛЖ относится к независимым предикторам неблагоприятных клиниче-

ских исходов у пациентов с СНсФВ [16]. Снижение показателей деформации ЛП нередко наблюдается среди пациентов с СНсФВ. Так в исследовании TOPCAT среди 357 пациентов с СНсФВ в 52% случаев наблюдалось снижение глобальной деформации ЛП в фазу накопления со средним значением  $25,9 \pm 7,7\%$  [17]. Закономерно, что у пациентов СНсФВ при увеличении ЛП чаще регистрируется снижение деформации ЛП. В этом же исследовании у пациентов СНсФВ при увеличении ЛП деформация ЛП

внезапной смерти, с благоприятным исходом [4].

Важнейшим исследованием, показавшем прогностическое значение деформации ЛП у пациентов с СНсФВ явилось исследование Freed и др. В этом исследовании у 308 пациентов с СНсФВ, из которых у 67% пациентов с СНсФВ, из которых у 67% пациентов имелось увеличение ЛП более  $28 \text{ мл/м}^2$  и 56% пациентов имели сниженную деформацию ЛП, показатели деформации в фазу накопления, протекания и сокращения предсердия были ассоциированы

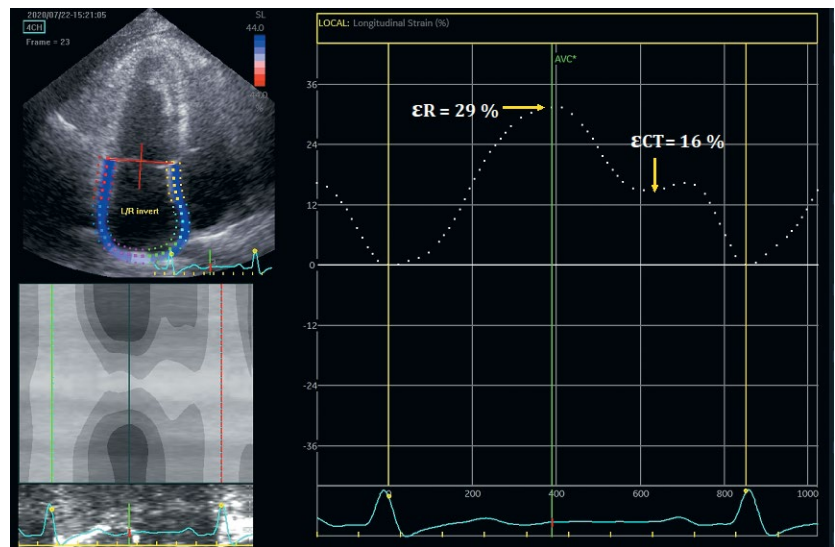


Рисунок 5. Пример сниженной глобальной продольной деформации ЛП у пациента 55 лет с жалобами на одышку при нагрузке с нормальной ФВ ЛЖ 57% с небольшим увеличением ЛП (ИОЛП  $36 \text{ мл/м}^2$ ,  $E/e' 12$ ,  $e'$  перегородки  $8 \text{ см/с}$ ), что заставляет предполагать наличие ХСНсФВ. Метод регистрации от зубца R ЭКГ до зубца R:  $\epsilon \text{CT} 16\%$  — стрейн в контрактильную фазу;  $\epsilon \text{R} 29\%$  — стрейн в фазу накопления;  $\epsilon \text{CD} 13\%$  — стрейн в фазу протекания (рассчитывается как разница между  $\epsilon \text{R}$  и  $\epsilon \text{CT}$ ).

оказалась сниженной в 71% случаев, а среди пациентов СНсФВ с нормальным объемом ЛП, деформация ЛП была снижена почти у каждого второго пациента (48%). Снижение деформации ЛП было ассоциировано с возрастом, большей частотой фибрилляции предсердий и гипертрофией ЛЖ, систолической дисфункцией левого и правого желудочка и степенью ДД ЛЖ. При этом не было показано зависимости деформации ЛП от ФК СН по NYHA. Деформация ЛП также оказалась ассоциированной с более высокой частотой госпитализаций из-за сердечной недостаточности. При однофакторном анализе наблюдалась ассоциация и с первичной конечной точкой, которая включала сердечно-сосудистую смерть, госпитализации из-за сердечной недостаточности и случаи

с неблагоприятными исходами, которые включали госпитализации вследствие сердечно-сосудистых причин или летальные исходы. Деформация ЛП в фазу накопления обладала наиболее мощным как прогностическим, так и диагностическим потенциалом при сравнении с деформацией ЛЖ. Кроме этого, снижение деформации ЛП в фазу накопления ассоциировалось с такими факторами, как увеличенный объем ЛП, масса миокарда ЛЖ, сниженный сердечный выброс, давление в легочной артерии и легочное сосудистое сопротивление, сниженное максимальное потребление кислорода ( $\text{VO}_2$ ), увеличенный мозговой натрийуретический пептид.

Особый интерес представляют данные у пациентов с СНсФВ

и нормальным объемом ЛП. В исследовании Morris и др. [18] было показано, что среди пациентов с нормальным индексом объема ЛП, но сниженной деформацией ЛП чаще регистрировался III или IV ФК по NYHA или госпитализации из-за декомпенсации ХСН на протяжении 2-х летнего наблюдения.

В недавно вышедшем систематическом обзоре и мета-анализе 22 исследований, включившем 1974 пациента с ХСНсФВ и 751 пациента контроль-

мации ЛП позволяет оценивать прогноз. Например, у больных ИМ без подъема сегмента ST оценка деформации ЛП является более ценным предиктором сердечно-сосудистых событий по сравнению с традиционными эхокардиографическими показателями [20]. У 405 пациентов со стабильной ХСНпФВ и синусовым ритмом продольная деформация ЛП в фазу накопления показала наибольшую предсказательную ценность по сравнению с другими па-

ров наблюдалось дальнейшее снижение при годичном наблюдении [22].

### Хроническая сердечная недостаточность с промежуточной ФВ ЛЖ (ХСНпФВ)

Выделение этой формы ХСН в самостоятельную в 2016 году несомненно стимулировало проведение ряда исследований в этой категории пациентов, которая определенное время расценивалась как «серая» зона ХСН со сниженной ФВ.

Так в исследовании Saikhan и др. было показано, что у пациентов с ХСНпФВ наблюдалось достоверное снижение показателей продольной деформации ЛП как по сравнению с контрольной группой, так и по сравнению с пациентами с ХСНсФВ [23]. Это наблюдалось для всех проанализированных фаз деформации ЛП: для общей продольной деформации ЛП в фазу накопления (PALS), для деформации в фазу сокращения ЛП (PACS) и для деформации в фазу протекания, как разница между PALS и PACS. Имеет ли это значение для прогноза у пациентов с ХСНпФВ? Возможное прогностическое значение этого факта еще только предстоит установить. Хотя в недавно опубликованном исследовании Park и др. уже было показано прогностическое значение оценки продольной деформации ЛП (PALS) в достаточно большой группе пациентов ХСН (n=3818), госпитализированных в связи с обострением сердечной недостаточности, причем независимо от фенотипа ХСН по ФВ ЛЖ, то есть в том числе и среди пациентов с ХСНпФВ [24]. При многофакторном анализе среди пациентов с наименьшим тертилем продольной деформации ЛП была наибольшая смертность от всех причин и частота повторных госпитализаций из-за сердечной недостаточности (ОР 1,576, 95% ДИ 1,219–2,038; P<0,001). Конечно, эти данные являются только косвенным свидетельством в пользу прогностического значения снижения показателей продольной деформации ЛП у пациентов с ХСНпФВ.



Рисунок 6. Алгоритм диагностики ХСНсФВ у пациентов с симптомами и/или признаками, подозрительными на наличие сердечной недостаточности [15]. ФВ — фракция выброса, PALS — Публикуется с любезного разрешения автора.

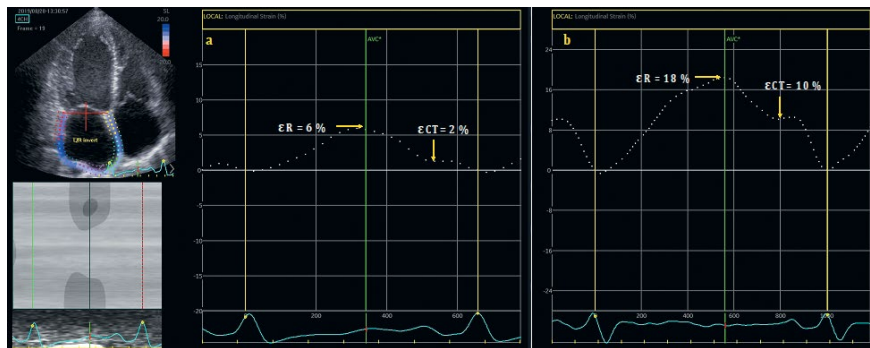


Рисунок 7. Пример глобальной продольной деформации ЛП у пациента 62 лет с низкой ФВ ЛЖ 33% в динамике на фоне лечения ХСН: до начала лечения (а) и после 3 месяцев (б). Метод регистрации от зубца R ЭКГ до зубца R: εCT — стрейн в контрактильную фазу; εR — стрейн в фазу накопления; εCD — стрейн в фазу протекания (рассчитывается как разница между εR и εCT).

ной группы, сниженная деформация ЛП в фазу накопления (ОР 1,24 (1,02–1,50); p=0,03) была связана с риском смерти от всех причин или госпитализаций из-за сердечной недостаточности [19].

### Хроническая сердечная недостаточность с низкой ФВ ЛЖ (ХСНнФВ)

Применительно к пациентам с ХСНнФВ важно подчеркнуть два обстоятельства. Во-первых, оценка дефор-

раметрами на протяжении 30 месячного наблюдения, независимо от объема ЛП и продольной сократимости ЛЖ [21].

Во-вторых, успешное лечение сопровождается и соответствующей динамикой показателей деформации ЛП (рис. 7). Например, у пациентов с ХСН после сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ) деформация ЛП существенно увеличивалась только у респондеров, в то время как у нереспонде-

### Заключение

Анализ данных литературы и собственный опыт повседневного использования показателей деформации ЛП

Таблица

Значение показателей деформации ЛП при различных формах ХСН

Форма ХСН	Диагноз	Прогноз	Оценка лечения
ХСНсФВ ЛЖ	+	+	+
ХСНпФВ ЛЖ		+?	+?
ХСНнФВ ЛЖ		+	+

у пациентов с ХСН позволяет предложить читателю таблицу, в которой представлено значение показателей деформации ЛП при различных формах ХСН.

Вопросительные знаки в табл. в строке, относящейся к ХСНпФВ вполне очевидны, так как значение показателей деформации ЛП в этой форме ХСН еще только предстоит выяснить. Однако, авторам представляется, что именно в этой группе пациентов будут сосредоточены и усилия исследователей и будет расширяться практика использования показателей деформации ЛП.

Таким образом, оценка деформации ЛП представляет собой еще один инструмент в арсенале современной эхокардиографии, который может быть успешно использован у пациентов с имеющейся или подозреваемой сердечной недостаточностью. Истинная ценность этого инструмента может быть установлена только при условии повседневного и широкого его использования, к чему и призывают авторы этой статьи практических врачей.

#### Список литературы:

- D'Ascenzi F., Cameli M., Henein M., Iadanza A., Reccia R., Lisi M., Curci V., Sinicropi G., Torrisi A., Pierli C., Mondillo S. Left atrial remodeling in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: a speckle-tracking prospective, longitudinal study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013 Dec;29(8):1717–24. doi: 10.1007/s10554-013-0265-z.
- D'Andrea A., Padalino R., Cocchia R., DiPalma E., Riegler L., Scarafite R., Rossi G., Bianchi R., Tartaglione D., Cappelli Gigazzi M., Calabrò P., Citro R., Bossoni E., Calabrò R., Russo M.G. Effects of transcatheter aortic valve implantation on left ventricular and left atrial morphology and function. *Echocardiography*. 2015 Jun;32(6):928–36. doi: 10.1111/echo.12808.
- Badano L.P., Kholia T.J., Muraru D., et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J*. 2018;39(19):591–600.
- Pathan F., D'Elia N., Nolan M.T., Marwick T.H., Negishi K. Normal Ranges of Left Atrial Strain by Speckle-Tracking Echocardiography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30(1):59–70.e8. doi:10.1016/j.echo.2016.09.007
- Aung S.M., Güler A., Güler Y., Huraibat A., Karabay C.Y., Akdemir I. Left atrial strain in heart failure with preserved ejection fraction. *Herz*. 2017 Apr;42(2):194–199. doi: 10.1007/s00059-016-4456-y.
- Kurt M., Wang J., Torre-Amione G., Nagueh S.F. Left atrial function in diastolic heart failure. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2009 Jan;2(1):10–5. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.108.813071.
- Sanchis L., Gabrielli L., Andrea R., Falces C., Duchateau N., Perez-Villa F., Bijens B., Sitges M. Left atrial dysfunction relates to symptom onset in patients with heart failure and preserved left ventricular ejection fraction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015 Jan;16(1):62–7. doi: 10.1093/ehjci/jeu165.
- Hummel Y.M., Liu L.C.Y., Lam C.S.P., Fonseca-Munoz D.F., Damman K., Rienstra M., van der Meer P., Rosenkranz S., van Veldhuisen D.J., Voors A.A., Hoendermis E.S. Echocardiographic estimation of left ventricular and pulmonary pressures in patients with heart failure and preserved ejection fraction: a study utilizing simultaneous echocardiography and invasive measurements. *Eur J Heart Fail*. 2017 Dec;19(12):1651–1660. doi: 10.1002/ehfj.957.
- von Roeder M., Rommel K.P., Kowallick J.T., Blazek S., Besler C., Fengler K., Lotz J., Hasenfuß G., Lücke C., Gutberlet M., Schuler G., Schuster A., Lurz P. Influence of Left Atrial Function on Exercise Capacity and Left Ventricular Function in Patients With Heart Failure and Preserved Ejection Fraction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2017 Apr;10(4). pii: e005467. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005467.
- Buggey J., Hoit B.D. Left atrial strain: measurement and clinical application. *Curr Opin Cardiol*. 2018 Sep;33(5):479–485. doi: 10.1097/HCO.0000000000000537.
- Brecht A., Oertel-Prigione S., Seeland U., Rütke M., Hättasch R., Wägelöhner T., Regitz-Zagrosek V., Baumann G., Knebel F., Stangl V. Left Atrial Function in Preclinical Diastolic Dysfunction: Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography-Derived Results from the BEFRI Trial. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016 Aug;29(8):750–758. doi: 10.1016/j.echo.2016.03.013.
- 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 Aug 28;138(9):861–870. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034646.
- Pieske B., Tschöpe C., de Boer R.A., Fraser A.G., Anker S.D., Donal E., Edelmann F., Fu M., Guazzi M., Lam C.S.P., Lancellotti P., Melenovsky V., Morris D.A., Nagel E., Pieske-Kraigher E., Ponikowski P., Solomon S.D., Vasan R.S., Ruffen F.H., Voors A.A., Ruschitzka F., Paulus W.J., Seferovic P., Filipatos G. 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 Oct 21;40(40):3297–3317. doi: 10.1093/eurheartj/ehz641.
- Pieske B., Tschöpe C., de Boer R.A., Fraser A.G., Anker S.D., Donal E., Edelmann F., Fu M., Guazzi M., Lam C.S.P., Lancellotti P., Melenovsky V., Morris D.A., Nagel E., Pieske-Kraigher E., Ponikowski P., Solomon S.D., Vasan R.S., Ruffen F.H., Voors A.A., Ruschitzka F., Paulus W.J., Seferovic P., Filipatos G. 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 Oct 21;40(40):3297–3317. doi: 10.1093/eurheartj/ehz641.
- Mandoli G.E., Sisti N., Mondillo S., Cameli M. Left atrial strain in left ventricular diastolic dysfunction: have we finally found the missing piece of the puzzle? *Heart Fail Rev*. 2020 May;25(3):409–417. doi: 10.1007/s10741-019-09889-9.
- Shah A.M., Claggett B., Sweitzer N.K., et al. Prognostic Importance of Impaired Systolic Function in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction and the Impact of Spironolactone. *Circulation*. 2015;132(5):402–414. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015884.
- Santos A.B., Roca G.Q., Claggett B., et al. Prognostic Relevance of Left Atrial Dysfunction in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circ Heart Fail*. 2016;9(4): e002763. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.115.002763.
- Morris D.A., Belyavskiy E., Aravind-Kumar R., et al. Potential Usefulness and Clinical Relevance of Adding Left Atrial Strain to Left Atrial Volume Index in the Detection of Left Ventricular Diastolic Dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(10):1405–1415. doi:10.1016/j.jcmg.2017.07.029.
- Khan M.S., Memon M.M., Murad M.H., Vaduganathan M., Greene S.J., Hall M., Triposkiadis F., Lam C.S.P., Shah A.M., Butler J., Shah S.J. Left atrial function in heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Heart Fail*. 2020 Mar;22(3):472–485. doi: 10.1002/ehfj.1643.
- Shao C., Zhu J., Chen J., Xu W. Independent prognostic value of left atrial function by two-dimensional speckle tracking imaging in patients with non-ST-segment-elevation acute myocardial infarction. *BMC Cardiovasc Disord*. 2015 Nov 4;15:145. doi: 10.1186/s12872-015-0135-9.
- Carluccio E., Biagioli P., Mengoni A., Francesca Cerasa M., Lauciello R., Zuchi C., Bardelli G., Alunni G., Coiro S., Gronda E.G., Ambrosio G. Left Atrial Reservoir Function and Outcome in Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018 Nov;11(11): e007696. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.118.007696.
- Valzania C., Gadler F., Boriani G., Rapezzi C., Eriksson M.J. Effect of Cardiac Resynchronization Therapy on Left Atrial Size and Function as Expressed by Speckle Tracking 2-Dimensional Strain. *Am J Cardiol*. 2016 Jul 15;118(2):237–43. doi: 10.1016/j.amjcard.2016.04.042.
- Al Saikhan L., Hughes A.D., Chung W.S., Alsharqi M., Nihoyannopoulos P. Left atrial function in heart failure with mid-range ejection fraction differs from that of heart failure with preserved ejection fraction: a 2D speckle-tracking echocardiographic study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019 Mar 1;20(3):279–290. doi: 10.1093/ehjci/jez171.
- Park J.H., Hwang I.C., Park J.J., Park J.B., Cho G.Y. Prognostic power of left atrial strain in patients with acute heart failure. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020 Feb 7. pii: jeaa013. doi: 10.1093/ehjci/jeaa013.

**Для цитирования:** Алехин М.Н., Калинин А.О. Значение показателей продольной деформации левого предсердия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Медицинский алфавит*. 2020; (32):24–29. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-32-24-29>

**For citation:** Alekhin M.N., Kalinin A.O. Value of indicators of longitudinal deformation of the left atrium in patients with chronic heart failure. *Medical alphabet*. 2020; (32):24–29. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-32-24-29>