

Деформация левого предсердия как дополнительный параметр оценки диастолической дисфункции у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом

С.Ю. Бартош-Зеленая¹, В.И. Новиков¹, В.В. Степанова^{1, 2}, Н.Е. Павлова², О.П. Мамаева², С.Г. Щербак^{2, 3}

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова», Санкт-Петербург, г. Сестрорецк, Российская Федерация

² СПб ГБУЗ, «Городская больница № 40 Курортного района», Санкт-Петербург, г. Сестрорецк, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Целью этой статьи является оценка параметров деформации левого предсердия (ЛП) в 2D и 4D-режиме и выявление ранних маркеров диастолической дисфункции у лиц молодого возраста (от 18 до 44 лет) с впервые установленным клинико-лабораторным диагнозом метаболический синдром (МС) согласно критериям Международной федерации диабетологов (IDF). Всем обследуемым для исследования структурно-функциональных изменений миокарда проводилась трансторакальная ЭхоКГ с оценкой деформации ЛП в 2D- и 4D-режиме. В работе определяли маркеры дисфункции ЛП с помощью технологии Speckle tracking, а также исследовали взаимосвязи между основными компонентами МС и эхокардиографическими показателями. С помощью сравнительного анализа в основной группе были выявлены статистически более низкие значения деформации ЛП во время резервуарной и кондуктивной фазы в 2D-режиме по сравнению с группой контроля. Деформация ЛП во время резервуарной фазы (LASr) в 2D в сочетании со стандартными параметрами диастолической функции левого желудочка, такими как LASr/(VE/e'сред.), VE/LASr также имели значимые различия у лиц с МС. Такие компоненты МС, как ожирение (индекс массы тела, окружность талии), артериальная гипертензия (повышенное систолическое артериальное давление), дислипидемия (гипертриглицеридемия) и гликемия имели умеренные отрицательные корреляционные связи с LASr ЛП в 2D при выделении группы пациентов с деформацией ЛП во время резервуарной фазы менее 43,5%, полученной на основании нижнего квартиля здоровых лиц.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метаболический синдром, эхокардиография, спекл-трекинг-эхокардиография, диастолическая дисфункция, деформация левого предсердия во время резервуарной фазы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Left atrial strain as an additional parameter for assessing diastolic dysfunction in young adults with metabolic syndrome

S.Y. Bartosh-Zelenaya¹, V.I. Novikov¹, V.V. Stepanova^{1, 2}, N.E. Pavlova², O.P. Mamaeva², S.G. Scherbak^{2, 3}

¹ North-Western State Medical University by I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

² State hospital № 40, Saint Petersburg, Russian Federation

³ St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

SUMMARY

The aim of this article is to evaluate the parameters of left atrial (LA) strain in 2D and 4D modes and to identify early markers of diastolic dysfunction in young subjects (aged 18 to 44) with the first clinical and laboratory diagnosis of metabolic syndrome (MS) according to the criteria of the International Federation of Diabetologists (IDF). All subjects underwent transthoracic echocardiography (EchoCG) to study structural and functional changes in the myocardium, with an assessment of LA strain in 2D and 4D modes. In the work we determined markers of LV dysfunction using Speckle tracking technology, and also investigated correlations between the main components of MS and echocardiographic parameters. Using comparative analysis, the main group showed statistically lower values of LA strain during reservoir and conduit phases in 2D-mode compared to the control group. LA strain during the reservoir phase (LASr) in 2D combined with standard parameters of left ventricular diastolic function such as LASr/(VE/e'mean), VE/LASr also had significant differences in subjects with MS. Components of MS such as obesity (body mass index, waist circumference), arterial hypertension (elevated systolic blood pressure), dyslipidemia (hypertriglyceridemia) and glycemia had moderate negative correlations with LASr in 2D when identifying a group of patients with LA strain during the reservoir phase of less than 43.5%, based on the lower quartile of healthy individuals.

KEYWORDS: metabolic syndrome, echocardiography, speckle-tracking echocardiography, diastolic dysfunction, left atrium strain during reservoir phase.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

В настоящее время неинвазивная оценка сократимости мышцы сердца при различной патологии может быть выполнена с помощью Speckle tracking эхокардиографии (STE) или метода оценки деформации миокарда по технологии «отслеживания пятен». Метод основан на анализе пространственного отслеживания

однородных акустических маркеров (так называемых спеклов или пятен), генерируемых взаимодействием между ультразвуком и волокнами миокарда, в серошкальном изображении во время сердечного цикла в трех пространственных направлениях: продольном, радиальном и циркулярном [1]. Возможности STE позволяют не только оценивать движения желудочков, но так-

же измерять параметры деформации предсердий [2, 4]. Однако есть ряд особенностей исследования предсердий методом STE по сравнению с оценкой желудочков, которые связаны с различиями в строении этих камер сердца. Для левого предсердия (ЛП) характерна меньшая толщина миокарда, отсутствие строгой ориентации пучков, контур эндокарда нечеткий и прерывистый, межпредсердная перегородка неоднородная [2]. По этой причине рекомендуется оценивать деформацию предсердий только в продольном направлении без анализа по сегментам.

Основным параметром деформации ЛП является глобальная продольная деформация [4]. Ее значение изменяется в связи с механической функцией ЛП. Фаза резервуара (англ. *reservoir phase, reservoir strain*), начинается в конце диастолы желудочков с закрытия митрального клапана и продолжается до его открытия. Затем наступает фаза кондукта (англ. *conduit phase conduit strain*), длящаяся от момента открытия митрального клапана до начала сокращения ЛП при синусовом ритме. Последующую фазу называют фазой сокращения (англ. *contraction phase, pump strain*), она начинается с начала сокращения ЛП до начала диастолы желудочков. В большинстве случаев определяют пиковую глобальную продольную деформацию ЛП, соответствующую деформации во время резервуарной фазы (LASr) [2, 4]. По последним данным исследователи склоняются к тому, что LASr следует рассматривать как дополнительный параметр при оценке диастолической функции левого желудочка у пациентов с сохранной фракцией выброса (ФВ) [13, 16].

Трехмерная эхокардиография является сравнительно более недавней и менее изученной технологией. Данный метод позволяет проводить одновременную оценку всех трех параметров деформации ЛП.

Метаболический синдром по критериям Международной федерации диабетологов (IDF), имеет одна четверть взрослого населения мира и его называют одной из актуальных проблем человечества. Согласно современным представлениям, каждый из компонентов МС является фактором риска атеросклероза и сахарного диабета 2 типа. Таким образом, в основе выделения МС лежит принцип первичной профилактики его последствий. В связи с этим возникает необходимость исследования современных клинико-функциональных показателей сердца, в том числе, левого предсердия у лиц молодого возраста с МС с целью совершенствования методов раннего выявления маркеров диастолической дисфункции с помощью технологии Speckle Tracking.

Цель настоящего исследования: оценка параметров деформации левого предсердия в 2D- и 4D-режиме и выявление ранних маркеров диастолической дисфункции у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом.

Материалы и методы

В исследование были включены лица молодого возраста (от 18 до 44 лет), из них основная группа – 98 человек (53 мужчины и 45 женщин), средний возраст которых $31,5 \pm 4,1$ года (22; 41) с впервые установленным клинико-лабораторным диагнозом метаболический синдром,

согласно критериям международной диабетической федерации (IDF, 2006) и здоровые лица – 25 человек в возрасте $30 \pm 5,5$ лет (20; 41), из них 13 мужчин и 12 женщин. Статистически значимых различий по возрасту ($p=0,4$) и полу ($p=0,814$) в группах выявлено не было.

Критериями исключения являлись: сопутствующая патология (ишемическая болезнь сердца, перенесенные сосудистые события в анамнезе, пациенты с хронической сердечной недостаточностью и сниженной ФВ, онкологические заболевания, не синусовый ритм, гемодинамически значимые нарушения ритма и проводимости, тяжелая почечная и печеночная недостаточность, амилоидоз, саркоидоз и другие инфильтративные поражения сердца, гипер- и гипотиреоз, гиперпаратиреоз, анемии, болезнь Иценко-Кушинга, феохромоцитомы, морбидное ожирение). Исключались пациенты, недавно перенесшие в тяжелой форме инфекционное заболевание, а также беременность, период грудного вскармливания.

Всем пациентам проводилась оценка антропометрических данных: рост (см), масса тела (кг), ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$), окружность талии (ОТ, см). Измерение АД производилось после 5-минутного отдыха по методу Короткова с помощью сфигмоманометра в положении сидя, трижды с помощью механического тонометра, с определением систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД), с интервалом 3 минуты на правой руке. В анализ включили среднее арифметическое значение измеренных величин.

Исследование липидного спектра включало определение общего холестерина (ОХ), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеинов высокой и низкой плотности (ХС ЛПВП и ХС ЛПНП). Исследование выполнялось ферментативно-колориметрическим способом на оборудовании Cobas 6000, Roche Diagnostics, Швейцария. Измерение уровня глюкозы осуществлялось натошак ферментативным УФ (гексокиназным) методом (Cobas 6000, Roche Diagnostics, Швейцария).

Для исследования структурно-функциональных изменений миокарда выполняли трансторакальную ЭхоКГ на ультразвуковой системе Vivid E95 с использованием матричного датчика M5S (1,5–4,6 МГц) и датчика 4VD (1,5–4 МГц). Анализ полученных изображений проводился с помощью программного обеспечения EchoPAC версии 204 (GE Healthcare, США). Для оценки показателей трансторакальной ЭхоКГ, в том числе диастолической функции, использовались рекомендации Американского общества эхокардиографии и Европейской ассоциации по сердечно-сосудистой визуализации, ASE/EACVI (2016), EACVI (2017).

Оценка деформации ЛП в 2D-режиме проводилась на рабочей станции (EchoPAC, GE Healthcare) с использованием программного обеспечения для автоматического отслеживания спеклов в специальном режиме с частотой кадров ультразвуковых изображений не менее 50 кадров/с. Оценивали деформацию ЛП во время резервуарной (left atrium strain during reservoir phase, LASr), кондуктной (left atrium strain during conduit phase, LAScd) и сократительной (left atrium strain during contraction phase, LASct) фазы.

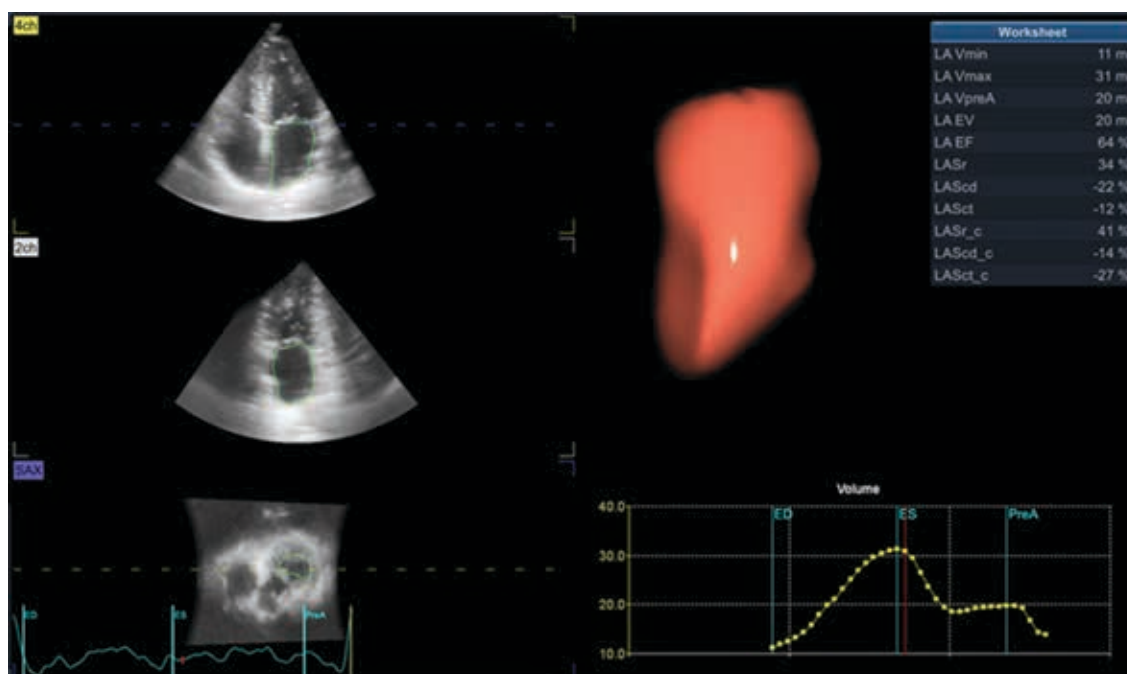


Рисунок 1. Модель ЛП в 4D-режиме с автоматическим подсчетом показателей (обозначения показателей представлены в тексте)

Измерение выполнялось с использованием оптимизированных апикальных четырех- и двухкамерных сечений, автоматически определялись границы эндокарда и эпикарда, при необходимости выполнялась ручная корректировка. Анализ биомеханики ЛП проводился в соответствии с рекомендациями EACVI/ASE [4]. По данным мета-анализа F. Pathan и соавт. (2017) референтные диапазоны средних значений показателей деформации ЛП у здоровых лиц следующие: LASr – 39% (95% ДИ 38–40%), LASct – 17% (95% ДИ 16–19%), LAScd – 23,0% (95% ДИ 21–25%). По данным исследования A.B. Nielsen et al. (2021) средние значения показателей деформации ЛП у здоровых лиц для LASr – 39,4% (23,0–67,6%), LASct – 15,5% (6,4–28,0%), LAScd – 23,7% (8,8–44,8%).

Для оценки деформации ЛП в 4D-режиме запись изображения осуществлялась, как и для ЛЖ в 4D, только с фокусировкой на предсердие. Для обработки зарегистрированного видеоряда проводился количественный анализ на рабочей станции «EchoPAC» с использованием программы 4DAutoLAQ. Полуавтоматически регулировали положение и угол изображения так, чтобы вертикальная линия пересекала центр кольца митрального клапана и верхушку ЛП, далее определялась граница эндокарда ЛП с последующей (по необходимости) корректировкой контура. В результате получали три значения для продольной деформации – во время резервуарной, кондуктивной и сократительной фазы. Также с помощью 4D-модели ЛП определяются следующие показатели: LA Vmin (минимальный объем предсердия), LA Vmax (максимальный объем предсердия), LA VpreA (объем в начале сокращения предсердия), LA EV (доля выброса (LA Vmax – LA Vmin)), LA EF (emptying fraction, фракция опорожнения (LA EV / LA Vmax)) (рисунок 1).

Во избежание недоразумений при оценке, статистическом анализе и последующем описании полученных

результатов, значения деформаций ЛП в исследуемых группах условно принимались в виде модульных величин без знака «-».

Статистический анализ полученных данных был проведен с помощью программы Statistica (версия 10.0). При анализе данных использовались стандартные расчеты статистики: среднеарифметическая средняя (M), стандартное отклонение (σ). Нормальность распределения оценивали по критерию Шапиро – Уилкса. Для сравнения независимых переменных при отсутствии признаков нормального распределения данных использовался U-критерий Манна – Уитни. Оценка взаимосвязи параметров глобальной функции камер сердца и компонентов метаболического синдрома проводилась с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты

Обследуемые из основной и контрольной групп достоверно различались по антропометрическим (масса тела, ИМТ, ОТ) данным ($p < 0,001$) и лабораторным показателям (уровень глюкозы, ОХ, ТГ, ХС ЛПВП и ХС ЛПНП ($p < 0,05$)). По САД и ДАД достоверных различий между группами не было выявлено ($p > 0,05$) (табл. 1). Однако при выделении в основной группе лиц (60 человек) с повышенным нормальным давлением и артериальной гипертензией (136,5±6,5), были выявлены достоверные различия с группой контроля ($p < 0,05$).

Фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) в 2D- и 4D-режимах в группах не различалась и составила в основной группе 2D 63,3±5,3% / 4D 58,1±4,3% и 2D 62±4,4 / 4D 57±6,8% в контрольной группе. При этом ФВ в обеих группах находилась в пределах нормативных значений, на основании данных, представленных в рекомендациях ASE/EACVI (2015) и EACVI (2017).

Таблица 1
Клинико-лабораторная характеристика показателей у лиц молодого возраста в группах

Показатели	Основная группа M±SD	Контрольная группа M±SD	p
Возраст	31,5±4,4	28,9±5,6	нз
Рост, см	174±7,4	173,7±9	нз
Масса тела, кг	100,5±12,9	68,5±12,7	<0,001
ИМТ, кг/м ²	33,1±3,7	22,5±2,3	<0,001
ОТ, см	105,2±12,9	75±10,1	<0,001
САД, мм рт. ст.	128,3±10,6	123,7±7,9	нз
ДАД, мм рт. ст.	83,1±7,1	81,1±7,9	нз
ХС, ммоль/л	5,1±0,89	4,2±0,52	<0,001
ТГ, ммоль/л	1,53±0,28	1,33±0,21	0,001
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,19±0,25	1,39±0,12	<0,001
ХС ЛПНП, ммоль/л	2,8±0,72	2,34±0,39	0,003
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,68	4,24±0,54	<0,001

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ОТ – окружность талии, САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление, ТГ – триглицериды, ОХ – общий холестерин, ХС ЛПВП и ХС ЛПНП – холестерин липопротеинов высокой и низкой плотности, нз – различия статистически незначимы ($p > 0,05$), p – уровень значимости различий между показателями основной и контрольной группы.

Эхокардиографические показатели ЛП в группах представлены в таблице 2. Средние показатели ЛП в М-режиме, индекс ЛП в М-режиме в продольном парастермальном сечении, продольный и поперечный размер ЛП в четырех камерном сечении, статистически значимо различались в группах и были больше в группе пациентов с метаболическим синдромом, чем у здоровых лиц.

Объем ЛП в 2D, LA Vmax, LA Vmin и VpreA в 4D основной группе был больше, чем в контрольной ($p > 0,05$), в то время как индекс объема ЛП в 2D, в основной и контрольной группах достоверно не различались. LA EF в 4D в группах также не различалась. Все показатели в обеих группах находились в пределах нормативных значений.

Таблица 2
Сравнительная характеристика линейных, объемных показателей и показателей сократительной способности ЛП в группах

Показатели	Основная группа M±SD	Контрольная группа M±SD	p
ЛП (М-режим), мм	38±3,1	33,4±3,6	<0,001
Индекс ЛП (М-режим), мм	18,5±1,4	17,2±1,8	0,007
Продольный размер ЛП, мм	52,5±5,6	46,2±8,5	0,006
Поперечный размер ЛП, мм	38,4±4,2	33,2±5,6	0,001
Объем ЛП, мл	49,9±9,3	44,2±9,8	0,03
Индекс объема ЛП, мл/м ²	23,8±4,9	24,1±5,6	нз
LA Vmax 4D, мл	45,4±9,3	39,1±12,4	0,03
LA Vmin в 4D, мл	21,4±6,6	16,1±4,1	0,006
LA EF 4D, %	54±4,0	58±4,7	нз
VpreA, мл	27,6±8,7	23,7±7	0,02
LASr 4D, %	36,5±7,9	38,5±7,4	нз
LAScd 4D, %	19,7±6,7	22,3±6,6	нз
LASct 4D, %	16,8±6,5	16,2±3,7	нз
LASr 2D, %	38,5±7,5	44,7±4	0,01
LAScd 2D, %	23,3±6,9	28,7±2,04	0,01
LASct 2D, %	15,3±3,4	16±3,5	нз

Примечание: 2D и 4D – двухмерный и трехмерный режим, LASr – деформация во время резервуарной фазы, LAScd – деформация во время кондуктивной фазы, LASct – деформация во время сократительной фазы (LASct), LA Vmax и LA Vmin – минимальный и максимальный объемы левого предсердия, VpreA – объем в начале сокращения предсердия, LA EF – фракция опорожнения левого предсердия.

Достоверных различий деформаций левого предсердия в 4D между основной и контрольной группой не выявлено (таблица 2). Показатели деформации ЛП, такие как LASr и LAScd в 2D были значительно ниже в основной группе ($p=0,01$), при этом оставаясь в пределах нормальных значений согласно результатам мета-анализов [12, 15]. На примере (рисунок 2), продемонстрировано снижение деформации левого предсердия в 2D-режиме во время ре-

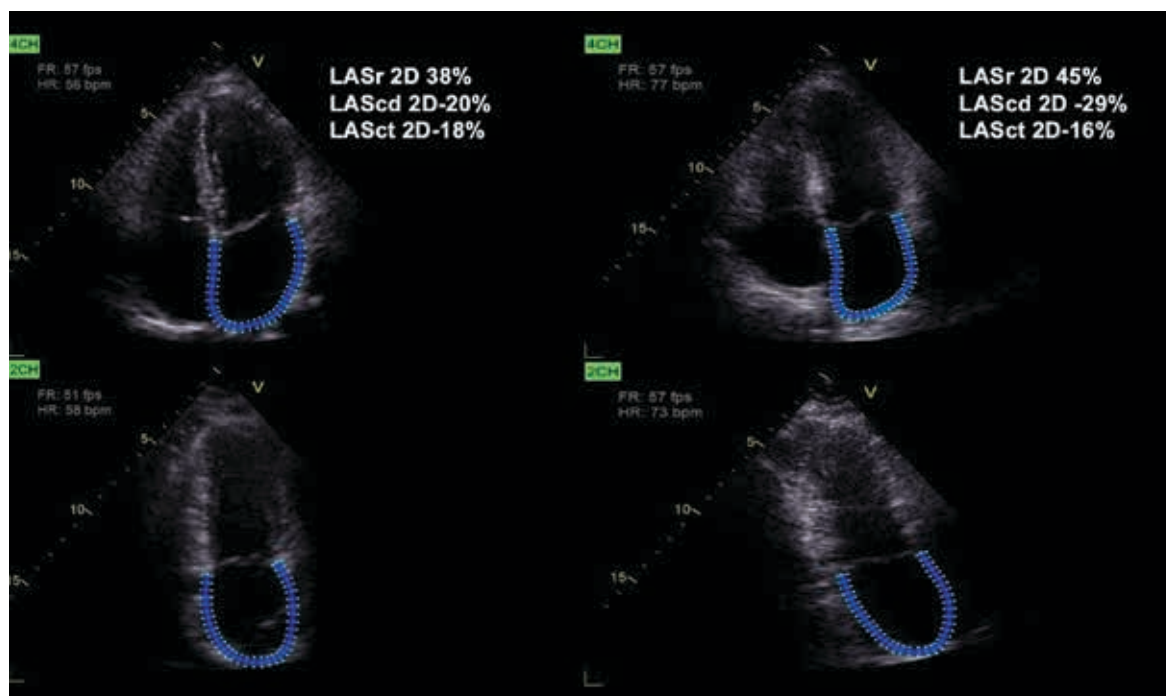


Рисунок 2. Пример оценки деформации левого предсердия в 2D-режиме у пациента с метаболическим синдромом (слева) и здорового добровольца (справа)

зервуарной (LASr) и кондуктивной (LAScd) фазы у пациента из основной группы с МС по сравнению с обследуемым из группы контроля.

В нашем исследовании, нижний квартиль в контрольной группе для LASr 2D составил 43,5%, а LAScd 2D – 25%, что послужило нижней границей нормы у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом в исследуемой группе и было снижено для 61 и 43% соответственно.

В таблице 3 среди параметров, характеризующих диастолическую функцию (VE и VA, Tdec, VE/VA, e'лат., e'септ. и e'сред., E/e'сред., VTR) различий в группах не было выявлено ($p>0,05$). Стандартные показатели диастолической функции в сочетании с LASr в 2D-режиме, такие как LASr/(VE/e'сред.), LASr/(VE/e'лат.), LASr/(VE/e'септ.) были значительно ниже в основной группе, чем в контрольной ($p<0,05$), а такой показатель как VE/LASr был выше в основной группе ($p=0,021$).

Таким образом, стандартные показатели диастолической функции левого желудочка, такие как максимальная скорость позднего и раннего диастолического наполнения левого желудочка (VE и VA), VE/VA, время замедления кровотока раннего диастолического потока (Tdec), а также e'лат., e'септ. и VE/e'сред. не различались у пациентов с МС и группой здоровых лиц, в то время как такой показатель, как деформация ЛП во время резервуарной фазы в 2D в сочетании со стандартными параметрами диастолической функции (LASr/(VE/e'сред.)), были ниже у лиц с МС, а показатель VE/LASr был выше в основной группе, что позволяет их рассматривать как дополнительные параметры при оценке диастолической функции у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом.

Такие компоненты МС, как повышение концентрации триглицеридов, ХС ЛПНП и глюкозы, снижение ХС ЛПВП не имели корреляционной связи с показателями деформации левого предсердия в 2D и 4D. Однако, при выделении группы пациентов с деформацией ЛП в фазу резервуара менее 43,5%, полученной на основании нижнего квартиля здоровых лиц, были выявлены умеренные отрицательные корреляционные связи LASr 2D с массой тела ($r=-0,50$, $p<0,001$), ОТ ($r=-0,40$, $p<0,001$), ИМТ ($r=-0,49$, $p<0,001$), ТГ ($r=-0,49$, $p<0,001$), и глюкозой ($r=-0,42$, $p<0,001$).

Отмечалась умеренная отрицательная корреляция между САД и деформациями ЛП – LASr 2D ($r=-0,65$, $p<0,001$) и LAScd 2D ($r=-0,61$, $p<0,001$), при этом при выделении в основной группе лиц с повышенным нормальным давлением и артериальной гипертензией установлена сильная отрицательная корреляционная связь САД с LASr 2D ($r=-0,71$, $p<0,001$) и умеренная отрицательная с LAScd 2D ($r=-0,55$, $p<0,001$). У лиц молодого возраста с МС наблюдалась умеренная отрицательная корреляция САД с такими показателями как LASr/(VE/e'септ.) ($r=-0,50$, $p<0,001$), LASr/(VE/e'лат.) ($r=-0,51$, $p<0,001$), LASr/(VE/e'сред.) ($r=-0,53$, $p<0,001$), и умеренная положительная корреляционная связь с VE/LASr ($r=0,57$, $p<0,001$) (таблица 4).

Таблица 3
Средние значения показателей диастолической функции, деформаций ЛП и их соотношение со стандартными параметрами диастолической функции

Показатели	Основная группа M±SD	Контрольная группа M±SD	p
VE (см/с)	83±9,6	86±7,8	н3
VA (см/с)	64,7±8,4	67±11,1	н3
Tdec, мс	185,7±28,2	180,2±25,2	н3
VE/VA	1,29±0,17	1,31±0,21	н3
e'лат. (см/с)	13,6±2,82	14,5±2,2	н3
e'септ. (см/с)	11,16±2,4	11,3±2,03	н3
e'сред. (см/с)	12,37±2,17	12,9±1,98	н3
VE/e'сред.	6,9±1,61	6,8±1,2	н3
VE/e'лат.	6,38±1,6	6,05±1,06	н3
VE/e'септ.	7,78±1,9	7,8±1,2	н3
VTR (м/с)	2,1±1,11	2,1±1,12	н3
LASr4D/(VE/e'лат.)	6,46±2,3	6,38±1,55	н3
LASr2D/(VE/e'лат.)	6,72±2,33 6,75±2,24 (м) 6,88±2,45 (ж)	8,3±1,86 7,98±1,23 (м) 8,63±2,4 (ж)	0,014 0,0027 0,02
LASr4D/(VE/e'септ.)	5,33±2,06	4,98±1,09	н3
LASr2D/(VE/e'септ.)	5,54±1,99 5,53±2,02 (м) 5,76±2,13 (ж)	6,43±1,46 6,27±1,12 (м) 6,61±1,78 (ж)	0,018 0,008 0,043
LASr4D/(VE/e'сред.)	5,89±2,04	5,63±1,3	н3
LASr2D/(VE/e'сред.)	6,13±2,03 6,14±2,01 (м) 6,32±2,19 (ж)	7,45±1,53 7,12±1,12 (м) 7,62±2,02 (ж)	0,002 0,03 0,03
VE/LASr4D	2,25±0,53	2,38±0,49	н3
VE/LASr2D	2,16±0,54 2,16±0,54 (м) 2,09±0,58 (ж)	1,79±0,29 1,77±0,21 (м) 1,82±0,36 (ж)	0,021 0,0007 0,013

Примечание: VA – максимальная скорость позднего диастолического наполнения левого желудочка, VE – максимальная скорость раннего наполнения левого желудочка, Tdec – время замедления кровотока раннего диастолического потока, e' – движение фиброзного кольца митрального клапана в фазу раннего наполнения, VTR – пиковая скорость струи трикуспидальной регургитации, LASr – деформация левого предсердия во время резервуарной фазы.

Таблица 4
Взаимосвязь систолического артериального давления с деформацией ЛП 2D у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом

Показатели	Группа 1		Группа 2	
	r	p	r	p
САД&LASr	-0,65	<0,001	-0,71	<0,001
САД&LAScd	-0,61	<0,001	-0,55	<0,001
САД&LASct	-0,27	<0,001	-0,52	<0,001
САД&LASr/(VE/e'септ.)	-0,50	<0,001	-0,54	<0,001
САД&LASr/(VE/e'лат.)	-0,51	<0,001	-0,54	<0,001
САД&LASr/(VE/e'сред.)	-0,53	<0,001	-0,56	<0,001
САД&(VE/LASr)	0,57	<0,001	0,67	<0,001

Примечание: группа 1 – общая группа молодых лиц с метаболическим синдромом, группа 2 – при выделении в основной группе лиц с повышенным нормальным давлением и артериальной гипертензией.

Обсуждение

Анализ глобальной продольной деформации ЛП, в частности, определение деформации ЛП во время резервуарной фазы (LASr) может дать ценную диагностическую информацию для оценки изменений диастолической функции ЛЖ [5, 7, 11]. A. Lundberg et al., (2019) показали, что глобальная продольная деформация ЛП может служить единственным критерием нарушения

диастолической функции у пациентов с сохранной ФВ ЛЖ. В нашем исследовании деформация ЛП во время резервуарной и кондуктивной фазы были снижены у пациентов с МС ($p>0,05$), при этом стандартные показатели диастолической функции ЛЖ находились в пределах нормы и не различались в обеих группах.

В исследовании D.A. Morris et al., (2018), у 517 пациентов были выявлены факторы риска диастолической дисфункции ЛЖ, где обнаружено что индекс объема ЛП, являющийся одним из четырех критериев для диагностики диастолической дисфункции ЛЖ рекомендованный ASE/EACVI в 2016 году, имеет меньшую чувствительность, чем показатель деформации ЛП. В нашем исследовании рутинные показатели диастолической функции левого желудочка в группах находились в пределах нормы согласно рекомендациям ASE/EACVI (2016) и статистически значимо не различались у лиц с метаболическим синдромом и группой здоровых добровольцев. По полученным данным можно сделать ложный вывод об отсутствии дисфункции сердца у лиц молодого возраста с МС на основе стандартных показателей, что мотивирует к поиску дополнительных параметров в оценке диастолической функции.

В своем исследовании J. Cai et al., (2023) по изучению больных с АГ показали, что показатели деформации ЛП, такие как LASr, LAScd и LASr/(VE/e'септ.) в группе лиц с гипертензией были ниже, чем в контрольной группе, а VE/LASr было выше, при этом не было выявлено различий в группах по индексу объема левого предсердия ($p>0,05$). По данным нашего исследования получены схожие данные, а именно, LASr, LAScd, LASr/(VE/e'сред.), LASr/(VE/e'лат.), LASr/(VE/e'септ.) в группе молодых лиц с метаболическим синдромом были также значительно ниже, чем в контрольной группе ($p>0,05$), в то время как VE/LASr был выше у лиц с артериальной гипертензией в составе МС ($p=0,021$). Вероятно, повышение САД прежде всего влияет на изменение функции левого предсердия посредством деформации у пациентов с МС, еще до наступления явных проявлений нарушения диастолической функции, представленных в рекомендациях ASE/EACVI (2016). Следовательно, деформация ЛП во время резервуарной фазы менее 43,5%, полученная на основании нижнего квартиля здоровых лиц, и его комбинация со стандартными параметрами диастолической функции в 2D-режиме LASr/(VE/e'сред.), LASr/(VE/e'лат.), LASr/(VE/e'септ.), VE/LASr имеют потенциальную прикладную ценность у пациентов с систолической артериальной гипертензией в составе МС, что позволяет их использовать как дополнительные параметры при оценке диастолической функции левого желудочка у пациентов с метаболическим синдромом.

Заслуживает внимания и тот факт, что такие компоненты МС, как повышение концентрации триглицеридов, ХС ЛПНП и глюкозы, снижение ХС ЛПВП и не имели корреляционной связи с показателями деформации левого предсердия в 2D и 4D. Однако, при выделении группы пациентов с LASr менее 43,5%, полученной на основании нижнего квартиля здоровых лиц, также были выявлены

умеренные отрицательные корреляционные связи LASr 2D с показателями ожирения (массой тела, $r=-0,50$, $p<0,001$; ОТ, $r=-0,40$, $p<0,001$; ИМТ, $r=-0,49$, $p<0,001$), нарушениями липидного обмена в виде гипертриглицеридемии ($r=-0,49$, $p<0,001$), и уровнем глюкозы крови ($r=-0,42$, $p<0,001$).

Таким образом, применение технологии Speckle Tracking в обследовании пациентов с МС позволяет выявить ранние маркеры диастолической дисфункции ЛЖ, что может способствовать заблаговременному выявлению структурно-функциональных нарушений со стороны сердца у молодых лиц, до развития явных клинических проявлений, и в последующем, приводить к снижению частоты осложнений, связанных с высоким сердечно-сосудистым риском.

Выводы

Функция левого предсердия у молодых пациентов с систолической артериальной гипертензией в составе МС снижается за счет деформации во время резервуарной (LASr) и кондуктивной (LAScd) фазы раньше, чем происходит увеличение объема левого предсердия.

Деформацию левого предсердия во время резервуарной фазы (LASr) в 2D в сочетании со стандартными параметрами диастолической функции левого желудочка, такими как LASr/(VE/e'сред.), VE/LASr следует рассматривать как дополнительные параметры при оценке диастолической функции у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом.

Снижение показателей деформации левого предсердия в 2D-режиме, таких как LASr менее 43,5% и LAScd менее 25% у пациентов с систолической артериальной гипертензией в составе МС представляют собой потенциальные наиболее ранние маркеры диастолической дисфункции миокарда.

Такие компоненты МС, как ожирение (индекс массы тела, окружность талии), артериальная гипертензия (повышенное систолическое артериальное давление), дислипидемия (гипертриглицеридемия) и гликемия имели умеренные отрицательные корреляционные связи с LASr в 2D-режиме, что подвигает к необходимости дальнейшего исследования параметров деформации в качестве ранних маркеров кардиальной дисфункции.

Список литературы / References

1. Алехин М.Н. Двухмерная спекл-трекинг-эхокардиография для оценки деформации миокарда и камер сердца / Алехин М.Н. / Учебное пособие. Издательский дом Видар. – М., 2022. – 112 с.
Alekhin M.N. Two-dimensional speckle-tracking echocardiography for assessment of myocardial strain and heart chambers / Alekhin M.N. / A textbook. Vidar Publishing House. – M., 2022. – 112 s. (in Russ.)
2. Алехин М.Н., Калинин А.О. Диастолическая функция левого желудочка: значение глобальной продольной деформации левого предсердия // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020. № 3. С. 91–104. doi: 10.24835/1607-0771-2020-3-91-104.
Alekhin M.N., Kalinin A.O. Left ventricular diastolic function: value of left atrial global longitudinal strain. Ultrasound and functional diagnostics. 2020;(3):91–104 (in Russ.) DOI:10.24835/1607-0771-2020-3-91-104.
3. Alberti, K. G. M. M., Zimmet, P., Shaw, J. (2006). Metabolic syndrome – a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. Diabetic Medicine: a Journal of the British Diabetic Association, 23(5), 469–480. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01858.x>.
4. Badano, L. P., Kolias, T. J., Muraru, D., Abraham, T. P., Aurigemma, G., Edvardsson, T., D'Hooge, J., Donal, E., Fraser, A. G., Marwick, T., Mertens, L., Popescu, B. A.,

- Sengupta, P. P., Lancellotti, P., Thomas, J. D., Voigt, J.-U., Industry representatives, Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. [2018]. 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. *European Heart Journal. Cardiovascular Imaging*, 19(6), 591–600. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jej042>.
5. Brecht A., Oertelt-Prigione, S., Seeland, U., Rücke, M., Hättasch, R., Wagelöhner, T., Regitz-Zagrosek, V., Baumann, G., Knebel, F., Stangl, V. (2016). Left Atrial Function in Preclinical Diastolic Dysfunction: Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography-Derived Results from the BEFRI Trial. *Journal of the American Society of Echocardiography: Official Publication of the American Society of Echocardiography*, 29(8), 750–758. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.03.013>.
 6. Cai J., Liang Z., Feng W., Long H. Correlation between left atrial strain and left ventricular diastolic function in hypertensive patients. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2023 Jun 28;48(6):846–851. English, Chinese. doi:10.11817/j.issn.1672-7347.2023.020301. PMID: 37587069; PMCID: PMC10930438.
 7. Cameli, M., Sparla, S., Losito, M., Righini, F. M., Menci, D., Lisi, M., D'Ascenzi, F., Focardi, M., Favilli, R., Pierli, C., Fineschi, M., Mondillo, S. (2016). Correlation of Left Atrial Strain and Doppler Measurements with Invasive Measurement of Left Ventricular End-Diastolic Pressure in Patients Stratified for Different Values of Ejection Fraction. *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*, 33(3), 398–405. <https://doi.org/10.1111/echo.13094>.
 8. Galderisi, M., Cosyns, B., Edvardsen, T., Cardim, N., Delgado, V., Di Salvo, G., Donal, E., Sade, L. E., Ernande, L., Garbi, M., Grapsa, J., Hagendorff, A., Kamp, O., Magne, J., Santoro, C., Stefanidis, A., Lancellotti, P., Popescu, B., Habib, G., 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. (2017). Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: An expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal. Cardiovascular Imaging*, 18(12), 1301–1310. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jej244>.
 9. Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F. A., Foster, E., Goldstein, S. A., Kuznetsova, T., Lancellotti, P., Muraru, D., Picard, M. H., Rietzschel, E. R., Rudski, L., Spencer, K. T., Tsang, W., Voigt, J.-U. (2015). Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography: Official Publication of the American Society of Echocardiography*, 28(1), 1–39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>.
 10. Lundberg, A., Johnson, J., Hage, C., Bäck, M., Merkely, B., Venkateshvaran, A., Lund, L. H., Nagy, A. I., Manouras, A. (2019). Left atrial strain improves estimation of filling pressures in heart failure: A simultaneous echocardiographic and invasive haemodynamic study. *Clinical Research in Cardiology: Official Journal of the German Cardiac Society*, 108(6), 703–715. <https://doi.org/10.1007/s00392-018-1399-8>.
 11. Morris, D. A., Belyavskiy, E., Aravind-Kumar, R., Kropf, M., Frydas, A., Braunauer, K., Marquez, E., Krisper, M., Lindhorst, R., Osmanoglou, E., Boldt, L.-H., Blaschke, F., Haverkamp, W., Tschöpe, C., Edelmann, F., Pieske, B., Pieske-Kraigher, E. (2018). Potential Usefulness and Clinical Relevance of Adding Left Atrial Strain to Left Atrial Volume Index in the Detection of Left Ventricular Diastolic Dysfunction. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 11(10), 1405–1415. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.07.029>.
 12. Nielsen A.B., Skaarup K.G., Hauser R., Johansen N.D., Lassen M.C.H., Jensen G.B., Schnohr P., Mogelvang R., Biering-Sorensen T. Normal values and reference ranges for left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: the Copenhagen City Heart Study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021 Dec 18;23(11):42–51. doi: 10.1093/ehjci/jeab201. PMID: 34632487.
 13. Nagueh S.F., Khan S.U. Left Atrial Strain for Assessment of Left Ventricular Diastolic Function: Focus on Populations With Normal LVEF. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023 May;16(5):691–707. doi: 10.1016/j.jcmg.2022.10.011. Epub 2023 Jan 11. PMID: 36752445.
 14. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., Waggoner A.D. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016 Apr;29(4):277–314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011. PMID: 27037982.
 15. Pathan, F., D'Elia, N., Nolan, M. T., Marwick, T. H., Negishi, K. (2017). Normal Ranges of Left Atrial Strain by Speckle-Tracking Echocardiography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography: Official Publication of the American Society of Echocardiography*, 30(1), 59–70. e8. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.09.007>.
 16. Robinson S., Ring L., Oxborough D., Harkness A., Bennett S., Rana B., Sutaria N., Lo Giudice F., Shun-Shin M., Paton M., Duncan R., Willis J., Colebourne C., Bassindale G., Gatenby K., Belham M., Cole G., Augustine D., Smiseth O.A. The assessment of left ventricular diastolic function: guidance and recommendations from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract*. 2024 Jun 3;11(1):16. doi: 10.1186/s44156-024-00051-2. PMID: 38825710; PMCID: PMC11145885.

Статья поступила / Received 20.02.2025
Получена после рецензирования / Revised 21.02.2025
Принята в печать / Accepted 21.02.2025

Информация об авторах

Бартош-Зеленая Светлана Юрьевна¹, д.м.н., профессор, профессор кафедры функциональной диагностики

E-mail: S.Bartosh-Zelenaya@szgmu.ru. ORCID: 0000-0001-7300-1942

Новиков Владимир Игоревич¹, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой функциональной диагностики

E-mail: vladimir.novikov@szgmu.ru. ORCID: 0000-0002-2493-6300

Степанова Виктория Викторовна², врач отделения функциональной диагностики, аспирант 4-го года кафедры функциональной диагностики

E-mail: vikkistepanova16@yandex.ru. ORCID ID: 0009-0006-7141-0586

Павлова Наталья Евгеньевна², врач отделения функциональной диагностики

E-mail: pavlovane@yandex.com. ORCID ID: 0000-0003-4443-5797

Мамаева Ольга Петровна², к.м.н., заведующая отделением функциональной диагностики

E-mail: mopetrovna@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-4722-6950

Шербак Сергей Григорьевич³, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой последипломного образования Медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета, главный врач

E-mail: b40@zdrav.spb.ru. ORCID ID: 0000-0001-5047-2792

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова», Санкт-Петербург, г. Сестрорецк, Российская Федерация

² СПб ГБУЗ, «Городская больница № 40 Курортного района», Санкт-Петербург, г. Сестрорецк, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Контактная информация:

Степанова Виктория Викторовна. E-mail: vikkistepanova16@yandex.ru

Author information

Svetlana Bartosh-Zelenaya¹, DMedSci, Professor

E-mail: S.Bartosh-Zelenaya@szgmu.ru. ORCID: 0000-0001-7300-1942

Vladimir Novikov¹, DMedSci, Professor, head of the Department of Functional Diagnostics

E-mail: vladimir.novikov@szgmu.ru. ORCID: 0000-0002-2493-6300

Victoria Stepanova², specialist of functional diagnostics department, Graduate student of Functional Diagnostics

E-mail: vikkistepanova16@yandex.ru. ORCID ID: 0009-0006-7141-0586

Nataliya Pavlova², specialist of functional diagnostics department

E-mail: pavlovane@yandex.com. ORCID ID: 0000-0003-4443-5797

Olga Mamaeva², Candidate of Medical Sciences, chief of functional diagnostics department

E-mail: mopetrovna@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-4722-6950

Sergei Sherbak³, MD, PhD, DMedSci, Professor, head of Postgraduate Medical education, chief physician

E-mail: b40@zdrav.spb.ru. ORCID ID: 0000-0001-5047-2792

¹ North-Western State Medical University by I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

² State hospital № 40, Saint Petersburg, Russian Federation

³ St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

Contact information

Victoria Stepanova. E-mail: vikkistepanova16@yandex.ru

Для цитирования: Бартош-Зеленая С.Ю., Новиков В.И., Степанова В.В., Павлова Н.Е., Мамаева О.П., Шербак С.Г. Деформация левого предсердия как дополнительный параметр оценки диастолической дисфункции у лиц молодого возраста с метаболическим синдромом. *Медицинский алфавит*. 2025;(4):34–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-34-40>

For citation: Bartosh-Zelenaya S.Y., Novikov V.I., Stepanova V.V., Pavlova N.E., Mamaeva O.P., Sherbak S.G. Left atrial strain as an additional parameter for assessing diastolic dysfunction in young adults with metabolic syndrome. *Medical alphabet*. 2025;(4):34–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-34-40>

