

Фазовая деформация левого предсердия у волонтеров мужского пола молодого и среднего возраста без сердечно-сосудистых заболеваний

Широков Н. Е., Самойлова Е. П., Ярославская Е. И., Кушматов А. Ю., Гапон Л. И.

Тюменский кардиологический научный центр — филиал ФГБНУ "Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук". Тюмень, Россия

Цель. Исследовать взаимосвязь компонентов фазовой деформации левого предсердия (ЛП) при использовании метода отслеживания движения пятен (speckle tracking echo, STE), традиционных показателей диастолической функции левого желудочка и возраста у волонтеров мужского пола без сердечно-сосудистых заболеваний.

Материал и методы. Осуществлен анализ данных 331 волонтера мужского пола. В исследование включены 167 волонтеров (средний возраст $40,7 \pm 7,9$ года) без сердечно-сосудистых заболеваний и ожирения. Группу I ($n=86$) составили лица в возрасте ≤ 40 лет; группу II ($n=81$) >40 лет. Метод STE использован для оценки деформации резервуарной фазы ЛП LASr (left atrial reservoir strain).

Результаты. По данным корреляционного анализа в общей группе были выявлены связи между возрастом и деформацией фазы резервуара ЛП LASr ($r=-0,243$; $p=0,002$), возрастом и деформацией фазы кондукта ЛП (left atrial conduit strain, LAScd) ($r=-0,455$; $p<0,001$), возрастом и деформацией контрактильной фазы ЛП ($r=0,293$; $p<0,001$), возрастом и давлением наполнения левого желудочка (E/e') ($r=0,310$; $p<0,001$). По данным логистической регрессии комплекс из LAScd (отношение шансов (OR — odds ratio) 0,917; 95% доверительный интервал (ДИ): 0,863-0,974; $p=0,005$), ранней диастолической скорости движения септальной части кольца митрального клапана (OR 0,747; 95% ДИ: 0,620-0,900; $p=0,002$) и скорости пика А трансмитрального потока (OR 1,043; 95% ДИ: 1,011-1,076; $p=0,008$) был независимо связан с возрастом >40 лет. При проведении ROC-анализа чувствительность и специфичность

модели составили 76,5 и 70,9%, соответственно (площадь под ROC-кривой (AUC) =0,783; $p<0,001$).

Заключение. У волонтеров мужского пола без сердечно-сосудистых заболеваний обнаружена связь традиционных и современных показателей диастолической функции с возрастом. Медиана нормальных значений LASr для возраста 18-60 лет составляет 37,1%, возраста ≤ 40 лет — 38,5%, возраста >40 лет — 36,2%.

Ключевые слова: левое предсердие, диастолическая дисфункция, сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, эхокардиография.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 09/07-2025

Рецензия получена 29/07-2025

Принята к публикации 25/08-2025



Для цитирования: Широков Н. Е., Самойлова Е. П., Ярославская Е. И., Кушматов А. Ю., Гапон Л. И. Фазовая деформация левого предсердия у волонтеров мужского пола молодого и среднего возраста без сердечно-сосудистых заболеваний. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2026;25(2):4501. doi: 10.15829/1728-8800-2026-4501. EDN: HXXXKA

Phase left atrial strain in young and middle-aged male volunteers without cardiovascular disease

Shirokov N. E., Samoylova E. P., Yaroslavskaya E. I., Kushmatov A. Yu., Gapon L. I.

Tyumen Cardiology Research Center — Branch of the Tomsk National Research Medical Center. Tyumen, Russia

Aim. To investigate the relationship between phase left atrial (LA) strain components using the speckle tracking echocardiography (STE), traditional parameters of left ventricular diastolic function, and age in male volunteers without cardiovascular disease.

Material and methods. Data from 331 male volunteers was analyzed. The study included 167 volunteers (mean age $40,7 \pm 7,9$ years) without cardiovascular disease or obesity. Group I ($n=86$) included individuals

aged ≤ 40 years; group II ($n=81$) >40 years. STE was used to assess left atrial reservoir strain (LASr).

Results. According to the correlation analysis, in the general group, relationships were found between age and LASr ($r=-0,243$; $p=0,002$), age and left atrial conduit strain (LAScd) ($r=-0,455$; $p<0,001$), age and left atrial contractile strain ($r=0,293$; $p<0,001$), and age and left ventricular filling pressure (E/e') ($r=0,310$; $p<0,001$). According to

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: shirokov.ne@mail.ru

[Широков Н. Е.* — к.м.н., с.н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, врач ультразвуковой диагностики, ORCID: 0000-0002-4325-2633, Самойлова Е. П. — к.м.н., врач-кардиолог, н.с. отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-5479-0859, Ярославская Е. И. — д.м.н., в.н.с., зав. лабораторией инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-1436-8853, Кушматов А. Ю. — лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0009-0000-4496-3069, Гапон Л. И. — д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, зав. научным отделом клинической кардиологии, научный руководитель отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности, ORCID: 0000-0003-1795-9595].

Адреса организаций авторов: Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН, ул. Мельникайте, д. 111, Тюмень, 625026, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Tyumen Cardiology Research Center, Branch of the Tomsk National Research Medical Center, Melnikaita str., 111, Tyumen, 625026, Russia.

logistic regression, the complex of LAScd (odds ratio (OR) 0,917; 95% confidence interval (CI): 0,863-0,974; $p=0,005$), early diastolic velocity of the septal part of the mitral annulus (OR 0,747; 95% CI: 0,620-0,900; $p=0,002$) and peak transmitral flow velocity A (OR 1,043; 95% CI: 1,011-1,076; $p=0,008$) was independently associated with age >40 years. In the ROC analysis, the sensitivity and specificity of the model were 76,5 and 70,9%, respectively (area under the ROC curve (AUC) =0,783; $p<0,001$).

Conclusion. In male volunteers without cardiovascular disease, an association between traditional and modern measures of diastolic function and age was found. The median normal LASr values for ages 18-60 years was 37,1%, for ages ≤ 40 years — 38,5%, and for ages >40 years — 36,2%.

Keywords: left atrium, diastolic dysfunction, heart failure with preserved ejection fraction, echocardiography.

Relationships and Activities: none.

Shirokov N. E.* ORCID: 0000-0002-4325-2633, Samoylova E. P. ORCID: 0000-0002-5479-0859, Yaroslavskaya E. I. ORCID: 0000-0003-1436-8853, Kushmatov A. Yu. ORCID: 0009-0000-4496-3069, Gapon L. I. ORCID: 0000-0003-1795-9595.

*Corresponding author:
shirokov.ne@mail.ru

Received: 09/07-2025

Revision Received: 29/07-2025

Accepted: 25/08-2025

For citation: Shirokov N. E., Samoylova E. P., Yaroslavskaya E. I., Kushmatov A. Yu., Gapon L. I. Phase left atrial strain in young and middle-aged male volunteers without cardiovascular disease. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2026;25(2):4501. doi: 10.15829/1728-8800-2026-4501. EDN: HXXKKA

ДД — диастолическая дисфункция, ДИ — доверительный интервал, ДФ — диастолическая функция, ИМТ — индекс массы тела, иоЛП — объем левого предсердия, индексированный по площади поверхности тела, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, СНсФВ — сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ЭхоКГ — эхокардиография, E/e' — усредненное отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока (E) к ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e')/давление наполнения ЛЖ, LAScd — Left Atrial conduit Strain (деформация кондуктивной фазы ЛП), LASct — Left Atrial contraction Strain (деформация контрактильной фазы ЛП), LASr — Left Atrial reservoir Strain (деформация резервуарной фазы ЛП), NT-proBNP — N-terminal pro-brain natriuretic peptide (N-концевой промозговой натрийуретический пептид), OR — odds ratio (отношение шансов), STE — Speckle Tracking Echo (метод отслеживания движения пятен), TDI — tissue Doppler imaging, TDI e' lat — left ventricular annular velocity assessed by TDI, peak e' lateral (ранняя диастолическая скорость движения латеральной части кольца митрального клапана), TDI e' sept — left ventricular annular velocity assessed by TDI, peak e' septal (ранняя диастолическая скорость движения септальной части кольца митрального клапана).

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Ранее были получены противоречивые результаты в отношении связи между деформацией резервуарной фазы левого предсердия (LASr), показателями диастолической функции (ДФ) левого желудочка (ЛЖ) и возрастом среди здоровых волонтеров.

Что добавляют результаты исследования?

- Составляющие ДФ — ранняя диастолическая скорость движения кольца митрального клапана, компоненты фазовой деформации левого предсердия (ЛП) и трансмитральная скорость потоков крови — подвергаются последовательному изменению при увеличении возраста (от молодого к среднему), при сохранении нормальной ДФ ЛЖ могут считаться физиологической закономерностью.
- Медиана нормальных значений LASr для возраста 18-60 лет составила 37,1%, возраста ≤ 40 лет — 38,5%, возраста >40 лет — 36,2%.

Key messages

What is already known about the subject?

- Previously, conflicting results were obtained regarding the association between left atrial reservoir strain (LASr), left ventricular (LV) diastolic function, and age in healthy volunteers.

What might this study add?

- The components of DF — early diastolic mitral annular velocity, components of left atrial (LA) phase strain and transmitral flow velocity — undergo consistent changes with increasing age (from young to middle-aged), while in case of maintaining a normal LV diastolic function, they can be considered a physiological pattern.
- The median of normal LASr values for ages 18-60 years was 37,1%, ages ≤ 40 years — 38,5%, ages >40 years — 36,2%.

Введение

Диастолическая дисфункция (ДД) левого желудочка (ЛЖ) с повышением давления наполнения ЛЖ (E/e'), где E — ранняя диастолическая скорость трансмитрального потока, e' — ранняя диастолическая скорость движения фиброзного кольца митрального клапана, является ведущей причиной угнетения резервуарной функции левого предсердия (ЛП) и его последующей дилатации (при отсутствии клапанных пороков сердца).

В реальном клинико-диагностическом процессе при проведении традиционной эхокардиографии (ЭхоКГ) внимание исследователя в большей мере сфокусировано на морфологическом ремоделировании ЛП, основной метрикой расширения полости ЛП служит индекс объема ЛП (иоЛП) [1]. Однако интерпретация иоЛП основана на статическом измерении, поэтому показатель имеет ограничения в отношении функционального статуса ЛП.

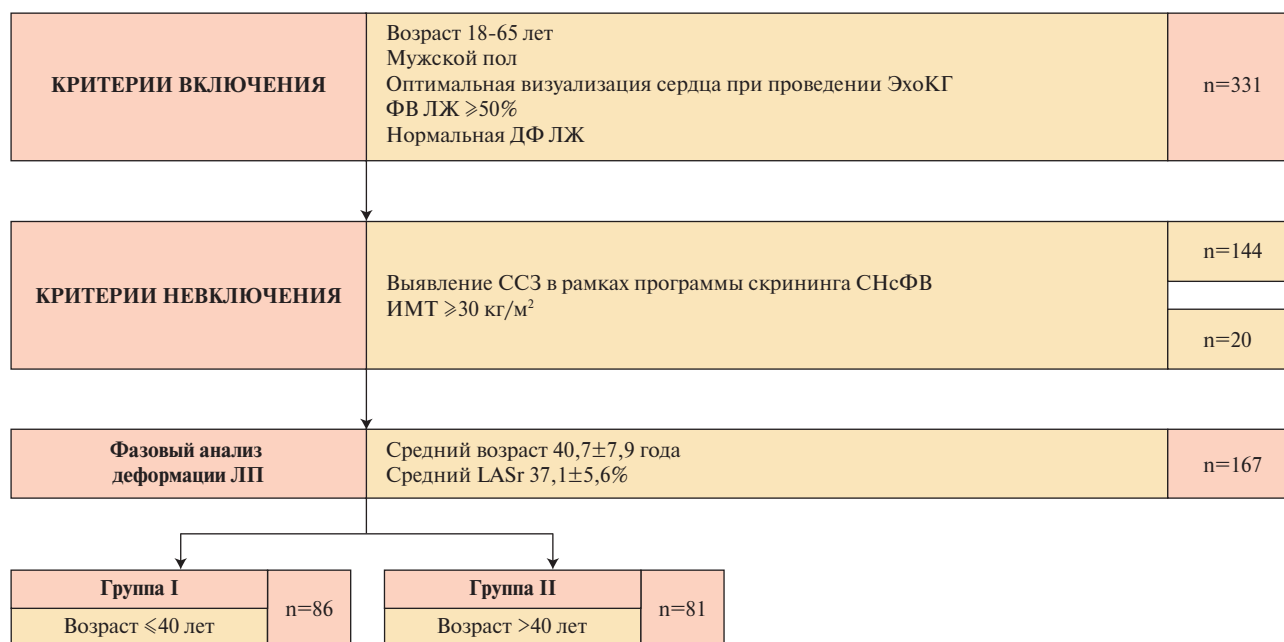


Рис. 1 Дизайн исследования.

Примечание: ДФ — диастолическая функция, ИМТ — индекс массы тела, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, СНсФВ — сердечная недостаточность с сохраненной ФВ, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ФВ — фракция выброса, ЭхоКГ — эхокардиография, LASr — left atrial reservoir strain (деформация фазы резервуара левого предсердия).

Угнетение резервуарной функции ЛП (наряду с функцией кондукта и сокращения) происходит при различных сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ). В современном алгоритме оценки степени тяжести ДД ЛЖ применяется фазовый анализ деформации ЛП при использовании метода отслеживания движения пятен (Speckle Tracking Echo, STE) [2]. В настоящее время предложены референсные значения деформации резервуарной фазы ЛП (Left Atrial Strain reservoir, LASr) и ее производных для диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) [2, 3]. Известно, что значимое для выявления СНсФВ угнетение LASr происходит раньше появления дилатации ЛП [3]. В то же время, Nagueh SF, et al. (2023) при обзоре современного состояния проблемы описывают некоторые ограничения применения LASr. Во-первых, ввиду ряда причин, ее не следует использовать независимо от других показателей ДД ЛЖ. Во-вторых, для LASr отмечается широкий диапазон значений нормы [4].

У волонтеров без ССЗ средние значения LASr варьируют от 35,1 до 39,7% [5-8]. Согласно данным множества публикаций, отмечается корреляция между LASr, показателями диастолической функции (ДФ) ЛЖ и возрастом здоровых волонтеров [5-8]. В представленных исследованиях указаны различия резервуарной функции ЛП по полу: у мужчин LASr был значимо ниже [6, 7]. Однако метаанализ, проведенный D'Ascenzi F, et al. (2019), не выявил связи LASr с возрастом среди волонте-

ров без ССЗ [9]. Это противоречие требует значительного внимания в контексте реализации современных программ скрининга СНсФВ.

Цель — исследовать взаимосвязь компонентов фазовой деформации ЛП при использовании метода STE, традиционных показателей ДФ ЛЖ и возраста у волонтеров мужского пола без ССЗ.

Материал и методы

Проведено одномоментное исследование, соответствующее стандартам надлежащей клинической практики и положениям Хельсинкской декларации; протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом (№ 183 от 06.02.2023). Информированное согласие получено от всех пациентов, включенных в исследование.

Критерии включения: возраст 18-60 лет; мужской пол волонтера; оптимальная визуализация сердца при проведении ЭхоКГ; фракция выброса ЛЖ $\geq 50\%$; нормальная ДФ ЛЖ без снижения ранней диастолической скорости движения кольца митрального клапана, оцененной при помощи тканевой доплерографии (tissue Doppler imaging, TDI) [1].

Критерии не включения: в рамках программы скрининга СНсФВ выявление ССЗ и ожирения при осуществлении сбора анамнеза и жалоб, проведении физикального осмотра, проведении и интерпретации данных электрокардиографии, суточного мониторинга артериального давления (по показаниям) и ЭхоКГ (рисунок 1) [10]. Отсутствовали критерии досрочного исключения.

Осуществлен анализ данных 331 волонтера мужского пола (рисунок 1). В исследование включены 167 волонтеров (средний возраст $40,7 \pm 7,9$ года). Группу I (n=86) составили лица в возрасте ≤ 40 лет (молодой возраст); группу II

Таблица 1

Клинико-функциональная характеристика волонтеров мужского пола без ССЗ (n=167)

Показатель	Общая группа (n=167)	Группа I (n=86)	Группа II (n=81)	p
Возраст, лет, Ме [Q25;Q75]	40,0 [36,0;46,0]	36,0 [31,0;38,3]	46,0 [43,0;50,0]	<0,001
Рост, см ² , М±SD	176,3±6,6	176,8±7,0	175,7±6,2	0,264
Вес, кг, М±SD	80,5±9,7	79,0±10,8	82,1±8,1	0,025
ИМТ, кг/м ² , Ме [Q25;Q75]	26,8 [24,5;29,0]	25,8 [23,8;27,8]	27,7 [25,5;29,4]	0,001
Стандартная ЭхоКГ, М±SD				
Аорта, мм	33,4±2,9	33,0±2,7	33,8±3,1	0,196
МЖП, мм	10,0±1,0	9,8±0,9	10,2±1,0	0,021
ЗС ЛЖ, мм	9,5±0,7	9,3±0,7	9,6±0,7	0,019
Переднезадний размер ЛП, мм	36,3±3,0	35,6±3,2	37,1±2,7	0,003
Объем ЛП, мл	51,7±10,7	51,2±10,7	52,1±10,7	0,818
иоЛП, мл/м ²	26,2±5,0	26,1±4,8	26,4±5,4	0,958
Объем ПП, мл	45,1±11,6	45,4±11,3	44,9±11,9	0,662
иоПП, мл/м ²	22,5±5,4	23,0±5,2	22,2±5,5	0,411
КДР ЛЖ, мм	48,8±2,9	48,9±2,9	48,7±3,0	0,585
КДО ЛЖ, мл	105,4±17,5	105,5±18,5	105,2±16,6	0,908
КДО ЛЖ индекс, мл/м ²	53,5±8,2	53,9±8,3	53,2±8,1	0,676
Размер ПЖ, мм	26,0±3,0	26,0±3,1	26,0±3,0	0,744
ФВ ЛЖ, %	65,5±3,4	65,1±3,5	65,8±3,1	0,243
СДЛА, мм рт.ст.	19,6±4,6	19,6±4,7	19,6±4,5	0,922
Функциональные показатели ДФ левых отделов сердца				
Пик E, см/с, М±SD	77,8±12,8	78,5±12,3	77,2±13,4	0,559
Пик A, см/с, Ме [Q25;Q75]	56,0 [48,0;66,0]	52,0 [45,0;61,3]	60,0 [52,0;68,0]	<0,001
E/A, Ме [Q25;Q75]	1,4 [1,2;1,6]	1,5 [1,3;1,7]	1,3 [1,1;1,5]	<0,001
e' sept, см/с, Ме [Q25;Q75]	12,0 [10,0;13,0]	12,0 [11,0;14,0]	11,0 [9,0;12,0]	<0,001
e' lat, см/с, Ме [Q25;Q75]	15,0 [14,0;17,0]	16,0 [15,0;19,0]	14,0 [13,0;16,0]	<0,001
E/e', Ме [Q25;Q75]	5,7 [5,0;6,6]	5,4 [4,8;6,1]	6,0 [5,4;7,0]	<0,001
LASr, %, Ме [Q25;Q75]	37,1 [33,4;41,1]	38,5 [34,2;44,1]	36,2 [33,0;39,8]	0,005
LAScd, %, Ме [Q25;Q75]	26,3 [21,8;29,7]	28,2 [24,6;31,7]	23,2 [18,0;27,7]	<0,001
LASct, %, Ме [Q25;Q75]	11,6 [8,4;15,4]	10,7 [7,7;14,0]	12,5 [9,8;16,3]	0,001
Комплаентность ЛП, Ме [Q25;Q75]	6,6 [5,6;7,8]	7,2 [6,2;8,3]	6,2 [5,3;7,1]	<0,001

Примечание: ДФ — диастолическая функция, ЗС — задняя стенка, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ио — индекс объема, КДО — конечно-диастолический объем, КДР — конечно-диастолический размер, МЖП — межжелудочковая перегородка, ПЖ — правый желудочек, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление легочной артерии, ФВ — фракция выброса; E/e' — усредненное отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока (E) к ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e'), LASr — left atrial reservoir strain (деформация фазы резервуара ЛП), LAScd — left atrial conduit strain (деформация фазы кондукта ЛП), LASct — left atrial contraction strain (деформация контрактильной фазы ЛП), e' lat — left ventricular annular velocity assessed by tissue Doppler imaging, peak e' lateral (ранняя диастолическая скорость движения латеральной части кольца митрального клапана), e' sept — left ventricular annular velocity assessed by tissue Doppler imaging, peak e' septal (ранняя диастолическая скорость движения септальной части кольца митрального клапана).

(n=81) >40 лет (средний возраст) (рисунок 1). Клинико-функциональная характеристика обследованных представлена в таблице 1.

Использованы ультразвуковой портативный аппарат экспертного класса General Electric (GE) Vivid iQ с матричным датчиком M5S-D (1,5-4,6 МГц). Данные сохранялись в формате DICOM. Интерпретация изображений, кинопетель осуществлялась на рабочей станции IntelliSpace Cardiovascular, платформе TomTec (Philips, США) в соответствии с действующими методическими рекомендациями [1]. Метод STE применен для фазового анализа деформации ЛП.

Статистический анализ полученных данных проведен при помощи пакета программ IBM SPSS Statistics 23.0. Для определения нормальности распределения использовали

критерий Колмогорова-Смирнова. Анализ количественных величин несвязанных групп при их нормальном распределении выполняли с помощью критерия t-Стьюдента; результаты представлены в виде М±SD (М — среднее арифметическое, SD — стандартное отклонение). Для анализа количественных величин при распределении, отличном от нормального, использовали критерий Манна-Уитни; результаты представлены в виде медианы (Ме) и интерквартильного размаха [Q25;Q75]. Для определения выраженности связей проводили корреляционный анализ Спирмена. Для выявления независимой связи использовали логистический регрессионный анализ, пошаговое включение. Для оценки диагностической значимости полученных в регрессии показателей использовался ROC-анализ. Статистически значимыми считали различия переменных при p<0,05.

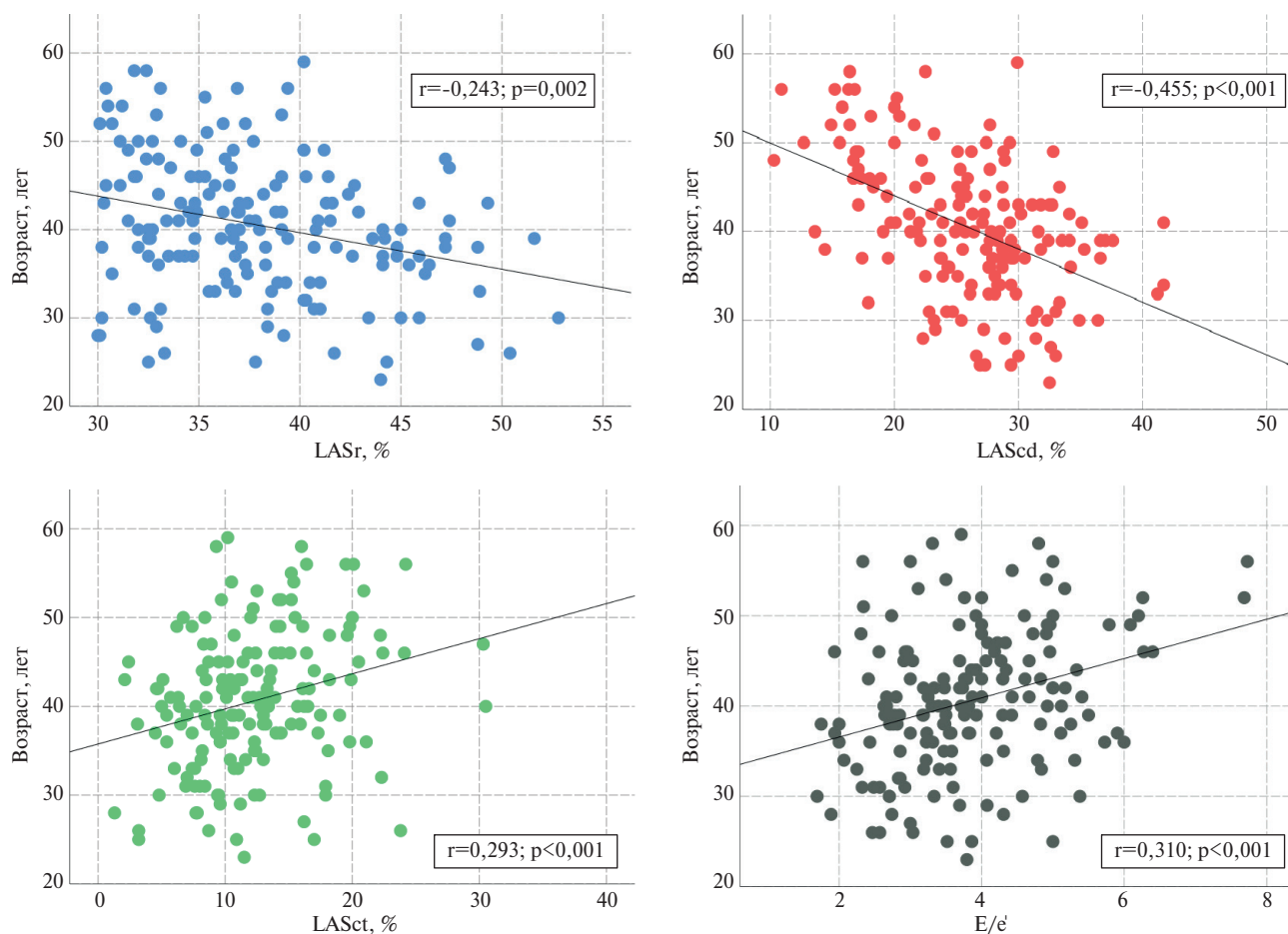


Рис. 2 Корреляции компонентов фазового анализа ЛП, давления наполнения ЛЖ и возраста в общей группе волонтеров без ССЗ в возрасте 18-60 лет.

Примечание: ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, E/e' — усредненное отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока (E) к ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e'), LASr — left atrial reservoir strain (деформация фазы резервуара ЛП), LAScd — left atrial conduit strain (деформация фазы кондуита ЛП), LASct — left atrial contraction strain (деформация контрактильной фазы ЛП).

Результаты

При анализе традиционных показателей ЭхоКГ в группе I в сравнении с группой II были выявлены достоверные различия по толщине межжелудочковой перегородки и задней стенке ЛЖ, переднезаднему размеру ЛП и параметрам комплексной характеристики ДФ ЛЖ: ранней диастолической скорости движения кольца митрального клапана (e') (в области межжелудочковой перегородки и боковой стенки ЛЖ), скорости пика А трансмитрального потока, E/e' и отношению ранней и поздней скоростей трансмитрального потока (E/A) (таблица 1).

При анализе результатов применения метода STE в группе I в сравнении с группой II были выявлены достоверно более высокие значения LASr, деформации фазы кондуита левого предсердия (left atrial conduit strain, LAScd) и комплаентности ЛП, более низкие значения деформации контрактильной фазы левого предсердия (left atrial contraction strain, LASct) (таблица 1).

Таким образом, были обнаружены статистически значимые различия между группами I и II по всем показателям ДФ ЛЖ, описывающим функциональный статус левых отделов сердца. Также стоит отметить достоверные различия по весу и индексу массы тела между группами при отсутствии лиц с индексом массы тела (ИМТ) ≥ 30 кг/м² (таблица 1).

По данным корреляционного анализа в общей группе, группе I и группе II было выявлено множество связей слабой силы между компонентами фазового анализа деформации ЛП, показателями ДФ ЛЖ и ИМТ (таблица 2). Стоит указать на сохраняющуюся отрицательную связь умеренной силы между LAScd и возрастом в общей группе и группе II (возраст >40 лет), на положительную связь умеренной силы между LAScd и ранней диастолической скоростью движения латеральной части кольца митрального клапана TDI e' lat — в общей группе (таблица 2, рисунок 2). Кроме того, в общей

Таблица 2

Корреляции ДФ ЛЖ (n=167)

Показатель	LASr		LAScd		LASct	
	r	p	r	p	r	p
Общая группа (n=167)						
Возраст	-0,243	0,002	-0,455	<0,001	0,293	<0,001
ИМТ	-0,108	0,166	-0,298	<0,001	0,211	0,006
Размер ЛП	-0,079	0,313	-0,276	<0,001	0,237	<0,001
иоЛП	-0,166	0,032	-0,122	0,116	-0,127	0,727
Пик E	0,190	0,014	0,240	0,002	-0,151	0,051
Пик A	0,013	0,870	-0,238	0,002	0,262	0,001
e' sept	0,214	0,006	0,378	<0,001	-0,232	0,003
e' lat	0,173	0,025	0,411	<0,001	-0,349	<0,001
E/e'	0,031	0,694	-0,106	0,172	0,105	0,178
Группа I (n=86)						
Возраст	-0,003	0,979	-0,095	0,383	0,137	0,209
ИМТ	-0,153	0,159	-0,390	<0,001	0,184	0,090
Размер ЛП	0,030	0,785	-0,331	0,002	0,372	<0,001
иоЛП	-0,186	0,087	-0,161	0,138	-0,035	0,750
Пик E	0,195	0,071	0,273	0,011	-0,101	0,355
Пик A	0,088	0,418	-0,113	0,300	0,196	0,071
e' sept	0,176	0,105	0,265	0,014	-0,187	0,426
e' lat	0,037	0,735	0,349	0,001	-0,315	0,003
E/e'	0,080	0,462	-0,054	0,622	0,105	0,337
Группа II (n=81)						
Возраст	-0,262	0,018	-0,484	<0,001	0,351	0,001
ИМТ	0,108	0,338	-0,098	0,383	0,169	0,131
Размер ЛП	-0,079	0,483	-0,093	0,411	0,007	0,952
иоЛП	-0,138	0,218	-0,121	0,280	-0,030	0,791
Пик E	0,185	0,098	0,245	0,028	-0,195	0,080
Пик A	0,069	0,543	-0,220	0,048	0,285	0,010
e' sept	0,160	0,154	0,300	0,006	-0,232	0,037
e' lat	0,178	0,111	0,312	0,005	-0,254	0,022
E/e'	0,084	0,453	0,018	0,876	-0,003	0,976

Примечание: ДФ — диастолическая функция, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ИМТ — индекс массы тела, иоЛП — индекс объема ЛП, E/e' — усредненное отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока (E) к ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e'), LASr — left atrial reservoir strain (деформация фазы резервуара ЛП), LAScd — left atrial conduit strain (деформация фазы кондукта ЛП), LASct — left atrial contraction strain (деформация контрактильной фазы ЛП), e' lat — left ventricular annular velocity assessed by tissue Doppler imaging, peak e' lateral (ранняя диастолическая скорость движения латеральной части кольца митрального клапана), e' sept — left ventricular annular velocity assessed by tissue Doppler imaging, peak e' septal (ранняя диастолическая скорость движения септальной части кольца митрального клапана).

группе была обнаружена связь слабой силы между возрастом и E/e' (r=0,310; p<0,001); между возрастом и иоЛП достоверной связи выявлено не было (r=0,083; p=0,289).

По данным логистической регрессии комплекс из LAScd (odds ratio (отношение шансов) (OR) 0,917; 95% доверительный интервал (ДИ): 0,863-0,974; p=0,005), ранней диастолической скорости движения септальной части кольца митрального клапана (OR 0,747; 95% ДИ: 0,620-0,900; p=0,002) и скорости пика A трансмитрального потока (OR 1,043; 95% ДИ: 1,011-1,076; p=0,008) был независимо связан с возрастом >40 лет. При проведении ROC-анализа чувствительность и специфичность модели состави-

ли 76,5 и 70,9%, соответственно. Площадь под кривой (AUC) была равной 0,783; p<0,001, что соответствует хорошему качеству модели.

Обсуждение

Текущие клинические рекомендации по профилактике ССЗ от Европейского общества кардиологов (2021) предлагают оценку риска развития ССЗ в общей популяции у мужчин старше 40 лет (класс рекомендаций IIb, уровень доказательности C) [10]. Национальные клинические рекомендации по нарушению липидного обмена (2023) содержат критерии качества оказания медицинской помощи, где указан скрининг всех бессимптомных взрослых

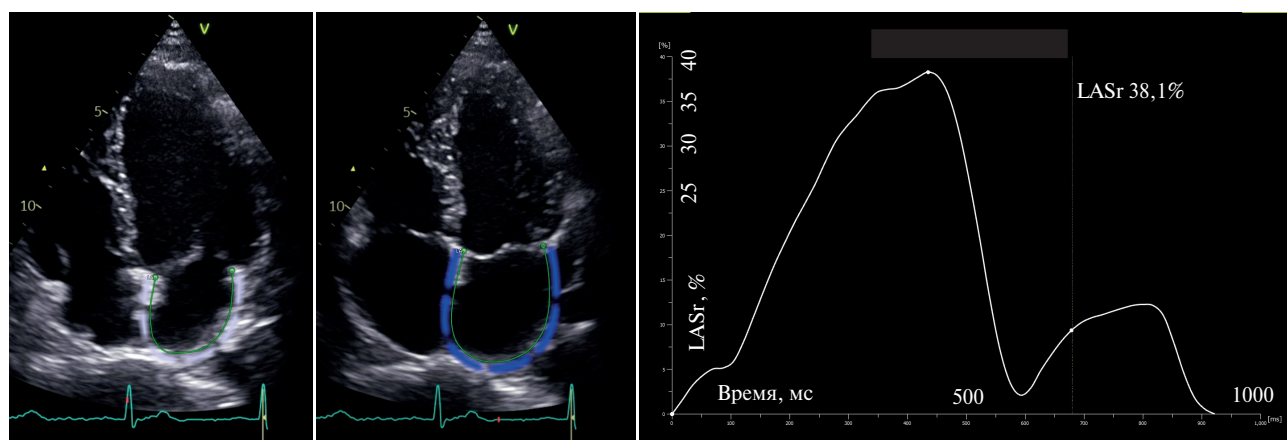


Рис. 3 Оценка деформации фазы резервуара ЛП. Слева: 4-камерная позиция апикального доступа, начало изоволюметрического сокращения ЛЖ. В центре: 4-камерная позиция апикального доступа, начало раннего диастолического наполнения ЛЖ. Справа: кривая деформации ЛП: рост деформации до первого максимального пика выше изолинии отражает резервуарную функцию ЛП.

Примечание: ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, LASr — left atrial reservoir strain (деформация фазы резервуара ЛП). Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

>40 лет без ССЗ, сахарного диабета 2 типа и хронической болезни почек с использованием шкалы SCORE2 (Systematic Coronary Risk Evaluation2, обновленная шкала "Систематическая оценка коронарного риска") для оценки общего риска (класс рекомендаций I, уровень доказательности C) [11]. Принимая во внимание возможное влияние возраста на субклиническое угнетение резервуарной функции ЛП, нами была определена медиана LASr у волонтеров мужского пола 18-60 лет без ССЗ, которая составила 37,1%. С учетом обнаруженной зависимости LASr от возраста были предложены значения медианы LASr для возраста ≤ 40 лет — 38,5% (молодой возраст) и для возраста >40 лет — 36,2% (средний возраст).

Частота обнаружения диагнозов СНсФВ в различных регионах России варьирует от 2,0 до 76,5% [12]. Вероятно, это связано с различной доступностью методов выявления СНсФВ: анализа N-концевого промозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP), диастолического стресс-теста в рамках стресс-ЭхоКГ с дозированной физической нагрузкой и фазового анализа деформации ЛП при проведении STE. Оценка ДД ЛЖ с измерением LASr может быть осуществима как рутинное исследование не только в федеральных/региональных/областных центрах, но и в удаленных районах страны. Накопленные данные при отсутствии опции для фазового анализа деформации ЛП на ультразвуковом аппарате возможно передать для дальнейшей постобработки в экспертный центр и использовать для клинического применения (рисунок 3).

Включение LASr в ЭхоКГ первой линии у лиц с нормальной сократительной функцией ЛЖ улучшило как классификацию тяжести ДД ЛЖ, так и стратификацию риска СНсФВ (совокупность рис-

ка смерти от всех причин и госпитализации по поводу сердечной недостаточности) [13]. Кроме того, анализ результатов программы скрининга в общей популяции показал связь угнетения LASr с повышением концентрации NT-proBNP [14]. Таким образом, программы современного скрининга при применении ЭхоКГ могут улучшить диагностику СНсФВ, позволят выявлять пациентов с риском СНсФВ и предстадий СНсФВ [15]. Для таких программ, в числе прочего, необходимы как референсные значения LASr, выявляющие значимую ДД ЛЖ, так и средние нормальные значения компонентов фазового анализа деформации ЛП.

При различных ССЗ даже без структурного поражения сердца (по данным ЭхоКГ) старение и иоЛП независимо связаны с LASr (средний возраст пациентов 58 лет) [16]. При этом, у волонтеров без ССЗ иоЛП не был связан с LASr (средний возраст 54 года) [5]. Следует отметить, что в таких случаях иоЛП не увеличивается с возрастом (индексация по площади поверхности тела) [8]. Согласно результатам настоящего исследования, обнаружена связь слабой выраженности только между LASr и иоЛП в общей группе, LAScd, LASct и переднезадним размером ЛП в общей группе и у пациентов ≤ 40 лет. В то же время, в контексте физиологии диастолы более значима связь диастолического движения кольца митрального клапана (как причина), кондуктивной и резервуарной функций ЛП и трансмитральной скорости изгнания потока крови из предсердия (как следствие). В настоящей работе выявлены множественные связи между указанными показателями ДФ ЛЖ.

Таким образом, компоненты фазовой деформации ЛП подвергаются изменению при увеличении возраста (от молодого к среднему), при сохра-

нении нормальной ДФ ЛЖ могут считаться физиологической закономерностью. Это подчеркивает важность учета изменений, связанных с возрастом, при интерпретации результатов комплексного анализа ДФ ЛЖ.

Ограничения исследования. Такие провоспалительные заболевания, как ожирение и сахарный диабет 2 типа, ассоциированы со снижением LASg и показателей ДФ ЛЖ даже у молодых людей [17, 18]. Учитывая изложенное, для исключения влияния метаболического синдрома, в исследование не включались волонтеры с повышением ИМТ

≥30 кг/м², что могло затруднить использование полученных нормальных значений LASg для общей популяции.

Заключение

У волонтеров мужского пола без ССЗ обнаружена связь традиционных и современных признаков ДФ с возрастом.

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

Литература/References

- Matskeplishvili ST, Saidova MA, Mironenko MYu, et al. Standard transthoracic echocardiography. Guidelines 2024. Russian Journal of Cardiology. 2025;30(2):6271. (In Russ.) Мацкеплишвили С.Т., Саидова М.А., Мироненко М.Ю. др. Выполнение стандартной трансторакальной эхокардиографии. Методические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2025;30(2):6271. doi:10.15829/1560-4071-2025-6271.
- Robinson S, Ring L, Oxborough D, et al. The assessment of left ventricular diastolic function: Guidance and recommendations from the British Society of Echocardiography. Echo Res Pract. 2024; 11(1):16. doi:10.1186/s44156-024-00051-2.
- Shirokov NE, Yaroslavskaya EI, Krinochkin DV, et al. Diagnostic value of left atrial compliance in determining heart failure with preserved ejection fraction. Rus Open Med J. 2024;13:e0409. doi:10.15275/rusomj.2024.0409.
- Nagueh SF, Khan SU. Left Atrial Strain for Assessment of Left Ventricular Diastolic Function: Focus on Populations With Normal LVEF. JACC Cardiovasc Imaging. 2023;16(5):691-707. doi:10.1016/j.jcmg.2022.10.011.
- Forteza-Albertí JF, Rico Y, Leiva A, et al. Left atrial strain in patients without cardiovascular disease: uncovering influencing and related factors. Cardiovasc Ultrasound. 2024;22(1):15. doi:10.1186/s12947-024-00334-y.
- Sun BJ, Park JH, Lee M, et al. Normal Reference Values for Left Atrial Strain and Its Determinants from a Large Korean Multicenter Registry. J Cardiovasc Imaging. 2020;28(3):186-98. doi:10.4250/jcvi.2020.0043.
- Nielsen AB, Skaarup KG, Hauser R, et al. Normal values and reference ranges for left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: the Copenhagen City Heart Study. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2021;23(1):42-51. doi:10.1093/ehjci/jeab201.
- van Grootel RWJ, Strachinaru M, Menting ME, et al. In-depth echocardiographic analysis of left atrial function in healthy adults using speckle tracking echocardiography and volumetric analysis. Echocardiography. 2018;35(12):1956-65. doi:10.1111/echo.14174.
- D'Ascenzi F, Piu P, Capone V, et al. Reference values of left atrial size and function according to age: should we redefine the normal upper limits? Int J Cardiovasc Imaging. 2019;35(1):41-8. doi:10.1007/s10554-018-1427-9.
- Vissers FLJ, Mach F, Smulders YM, et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Eur J Prev Cardiol. 2022;29(1):5-115. doi:10.1093/eurjpc/zwab154.
- Ezhov MV, Kukharchuk VV, Sergienko IV, et al. Disorders of lipid metabolism. Clinical Guidelines 2023. Russian Journal of Cardiology. 2023;28(5):5471. (In Russ.) Ежов М.В., Кухарчук В.В., Сергиенко И.В. и др. Нарушения липидного обмена. Клинические рекомендации 2023. Российский кардиологический журнал. 2023;28(5):5471.
- Boytsov SA, Blankova ZN, Svirida ON, et al. The first results of advanced medical care for chronic heart failure in different regions of the Russian Federation. Part I. Organization of care for chronic heart failure and prevalence of disease with reduced and preserved left ventricular ejection fraction. Russian Cardiology Bulletin. 2023;18(2):19-28. (In Russ.) Бойцов С.А., Бланкова З.Н., Свирида О.Н. и др. Первые результаты мероприятий по совершенствованию оказания медицинской помощи пациентам с хронической сердечной недостаточностью в разных регионах Российской Федерации. Часть I. Организация помощи при хронической сердечной недостаточности и распространенность заболевания с низкой и сохраненной фракцией выброса левого желудочка. Кардиологический вестник. 2023;18(2):19-28. doi:10.17116/Cardiobulletin20231802119. EDN: WVJSBW.
- Tolvaj M, Zhubi Bakija F, Fábrián A, et al. Integrating Left Atrial Reservoir Strain into the First-line Assessment of Diastolic Function: Prognostic Implications in a Community-Based Cohort With Normal Left Ventricular Systolic Function. J Am Soc Echocardiogr. 2025;38(7):570-582. doi: 10.1016/j.echo.2025.03.012.
- Rösner A, Kornev M, Caglayan HA, et al. Atrial Strain and Strain Rate in a General Population: Do These Measures Improve the Assessment of Elevated NT-proBNP Levels? Cardiol Res Pract. 2024; 2024:1546629. doi:10.1155/2024/1546629.
- Galyavich AS, Tereshchenko SN, Uskach TM, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(11):6162. (In Russ.) Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(11):6162. doi:10.15829/1560-4071-2024-6162.
- Abou R, Leung M, Tonsbeek AM, et al. Effect of Aging on Left Atrial Compliance and Electromechanical Properties in Subjects Without Structural Heart Disease. Am J Cardiol. 2017;120(1):140-7. doi:10.1016/j.amjcard.2017.03.243.
- Dzhioeva ON, Maksimova OA, Rogozhkina EA, Drapkina OM. Aspects of transthoracic echocardiography protocol in obese patients. Russian Journal of Cardiology. 2022;27(12):5243. (In Russ.) Джиоева О.Н., Максимова О.А., Рогожкина Е.А., Драпкина О.М. Особенности протокола трансторакального эхокардиографического исследования у пациентов с ожирением. Российский кардиологический журнал. 2022;27(12):5243. doi:10.15829/1560-4071-2022-5243.
- 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.