



КАРДИОЛОГИЯ CARDIOLOGY

УДК 616.12-07:616.12-009.72

DOI 10.52575/2687-0940-2025-48-2-156-165

EDN CYUNET

Оригинальное исследование

Объемная фракция интерстициального коллагена миокарда у пациентов со стабильной стенокардией напряжения: связь с состоянием коронарного русла и глобальной продольной деформацией левого желудочка

Мясоедова Е.И. ¹ , Степанов М.М. ² , Масленникова О.М. ¹ ,
Воронина Л.П. ³ , Егорова Л.А. ¹

¹⁾ Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации,

Россия, 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а;

²⁾ Клиническая больница № 1 (Волынская) Управления делами Президента Российской Федерации,
Россия, 121352, г. Москва, ул. Староволынская, д. 10;

³⁾ Астраханский государственный медицинский университет,
Россия, 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

E-mail: k.kopnina@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – оценить объемную фракцию интерстициального коллагена миокарда у пациентов со стабильной стенокардией напряжения в зависимости от состояния коронарного русла и изучить связь с показателем глобальной продольной деформации левого желудочка. Обследовано 63 мужчины с ишемической болезнью сердца: стабильной стенокардией напряжения и сохраненной систолической функцией левого желудочка (фракция выброса левого желудочка более 50 % (метод Симпсона)). На момент исследования у всех пациентов регистрировался синусовый ритм сердца. Коронарография проводилась по стандартной методике. Показатель глобальной продольной деформации левого желудочка оценивался с использованием технологии спекл-трекинг при эхокардиографии. На основании показателя массы миокарда левого желудочка, показателя общего вольтажа комплексов QRS в двенадцати стандартных отведениях электрокардиографии и показателя роста пациента производился расчёт объемной фракции интерстициального коллагена миокарда левого желудочка. Установлено, что у пациентов с ишемической болезнью сердца: стабильной стенокардией напряжения и сохраненной систолической функцией левого желудочка степень интерстициального фиброзирования миокарда левого желудочка, оцененная по показателю объемной фракции интерстициального коллагена миокарда, зависит от степени стеноза коронарных артерий. В группе пациентов с умеренным атеросклеротическим поражением коронарных артерий (стеноз 21–70 %) установлена прямая статистически значимая средней силы корреляционная связь ($r = 0,56$, $p = 0,039$) между этими показателями, в группе пациентов с выраженным поражением коронарных артерий (стеноз ≥ 71 %) выявлена еще более тесная статистически значимая корреляционная связь ($r = 0,63$, $p = 0,031$). При прогрессировании атеросклеротического процесса в коронарных артериях степень фиброзирования миокарда левого желудочка увеличивается, что ассоциируется с усилением нарушения глобальной продольной систолической деформации левого желудочка.

© Мясоедова Е.И., Степанов М.М.,
Масленникова О.М., Воронина Л.П., Егорова Л.А., 2025

Ключевые слова: стабильная стенокардия напряжения, объемная фракция интерстициального коллагена миокарда левого желудочка, глобальная продольная деформация левого желудочка, коронарография, стеноз коронарных артерий

Для цитирования: Мясоедова Е.И., Степанов М.М., Масленникова О.М., Воронина Л.П., Егорова Л.А. 2025. Объемная фракция интерстициального коллагена миокарда у пациентов со стабильной стенокардией напряжения: связь с состоянием коронарного русла и глобальной продольной деформацией левого желудочка. *Актуальные проблемы медицины*, 48(2): 156–165. DOI: 10.52575/2687-0940-2025-48-2-156-165. EDN: CYUNET

Финансирование: работа выполнена без внешних источников финансирования.

Volume Fraction of Myocardial Interstitial Collagen in Patients with Stable Angina: Relationship with the State of the Coronary Bed and Global Longitudinal Deformation of the Left Ventricle

Ekaterina I. Myasoedova ¹ , Maksim M. Stepanov ² , Olga M. Maslennikova ¹ ,
Ludmila P. Voronina ³ , Larisa A. Egorova ¹ 

¹⁾ Central State Medical Academy of the Administration of the President of the Russian Federation, 19 building 1a Marshal Timoshenko St., Moscow 121359, Russia;

²⁾ Clinical Hospital No. 1 (Volynskaya) of the Administration of the President of the Russian Federation, 10 Starovolynskaya St., Moscow 121352, Russia;

³⁾ Astrakhan State Medical University,
121 Bakinskaya St., Astrakhan 414000, Russia

E-mail: k.kopnina@yandex.ru

Abstract. The aim of the study was to evaluate the volume fraction of interstitial myocardial collagen in patients with stable angina pectoris depending on the state of the coronary bed and to analyze the relationship with the index of global longitudinal deformation of the left ventricle. The medical examination included 63 men with coronary artery disease: stable angina pectoris and preserved systolic function of the left ventricle (left ventricular ejection fraction greater than 50 % (Simpson's method)). At the time of the study, all patients had a sinus rhythm of the heart. Coronary angiography was performed according to the standard procedure. The index of global longitudinal deformation of the left ventricle was evaluated using speckle tracking technology in echocardiography. Based on the left ventricular myocardial mass index, the total voltage of QRS complexes in twelve standard electrocardiography leads, and the patient's height index, the volume fraction of interstitial collagen of the left ventricular myocardium was calculated. It was found that in patients with coronary artery disease: stable angina pectoris and preserved systolic function of the left ventricle, the degree of interstitial fibrosis of the left ventricle, estimated by the volume fraction of interstitial myocardial collagen, depends on the degree of coronary artery stenosis. In the group of patients with moderate atherosclerotic coronary artery disease (stenosis 21–70 %), a direct statistically significant moderate correlation between these indicators was established ($r = 0.56$, $p = 0.039$), while in the group of patients with severe coronary artery disease (stenosis ≥ 71 %), an even closer statistically significant correlation was revealed ($r = 0.63$, $p = 0.031$). With the progression of the atherosclerotic process in the coronary arteries, the degree of fibrosis of the left ventricular myocardium increases, which is associated with increased impairment of the global longitudinal systolic deformation of the left ventricle.

Keywords: stable exertional angina, volume fraction of interstitial collagen of the left ventricular myocardium, global longitudinal deformity of the left ventricle, coronary angiography, coronary artery stenosis

For citation: Myasoedova E.I., Stepanov M.M., Maslennikova O.M., Voronina L.P., Egorova L.A. 2025. Volume Fraction of Myocardial Interstitial Collagen in Patients with Stable Angina: Relationship with the State of the Coronary Bed and Global Longitudinal Deformation of the Left Ventricle. *Challenges in Modern Medicine*, 48(2): 156–165 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2025-48-2-156-165 EDN: CYUNET

Funding: The work was carried out without external sources of funding.



Введение

Распространенность ишемической болезни сердца (ИБС) и ее осложнений, несмотря на некоторое снижение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в последние годы, остается высокой. Самой частой формой ИБС в популяции является стенокардия, причем с возрастом частота ее встречаемости увеличивается [Усачева и др., 2021; Бойцов, 2022].

В последние годы при изучении патофизиологических процессов ремоделирования миокарда вектор интересов сместился с изучения кардиомиоцитов на исследование внеклеточного матрикса, что инициировало активное проведение научных изысканий в этом направлении. Показано, что в перестройке внеклеточного матрикса центральным звеном является нарушение баланса обмена коллагена. Причем для хронических форм ИБС более характерен диффузный фиброз, который формируется в интерстициальном или периваскулярном пространстве миокарда, потерей количества функционирующих клеток миокарда это не сопровождается, но все же оказывает на них негативное воздействие [Гордеева и др., 2022; Schimmel et al., 2022]. Установлено, что фиброзирование внеклеточного матрикса миокарда может изменять контрактильность и биофизические свойства миокарда, которые можно оценить различными методами инструментальной диагностики, не прибегая к инвазивным методикам [Тарасова и др., 2023; Пономарева, Смирнова, 2024; Fan et al., 2020].

Представляет интерес уточнение степени выраженности фиброзных изменений у пациентов с ИБС в зависимости от состояния коронарного русла и выявление возможных статистически значимых связей с показателями инструментальных методов обследования. В связи с этим целью исследования стала оценка объемной фракции интерстициального коллагена миокарда у пациентов со стабильной стенокардией напряжения в зависимости от состояния коронарного русла и изучение связи с показателем глобальной продольной деформации левого желудочка.

Материалы и методы

На базе 2 кардиологического отделения ФГБУ «Клиническая больница № 1» УДП РФ обследовано 63 пациента-мужчины с ишемической болезнью сердца: стабильной стенокардией напряжения и сохраненной систолической функцией левого желудочка (фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) более 50 % (метод Симпсона)). На момент исследования у всех пациентов регистрировался синусовый ритм сердца. Критериями исключения из исследования были возраст старше 65 лет, инфаркт миокарда в анамнезе, нестабильная стенокардия давностью менее 6 месяцев, кардиохирургическое лечение в анамнезе, врожденные пороки сердца, степень стенозирования коронарных артерий менее 20 % по данным коронарографии, злокачественные новообразования, острые инфекционные и воспалительные процессы и/или хронические воспалительные процессы в стадии обострения, эндокринная патология (в стадии декомпенсации, прием глюкокортикоидов), заболевания почек с нарушением их функции (снижение скорости клубочковой фильтрации менее 60 мл/мин / 1,73 м²); заболевания печени с нарушением ее функций (повышение уровней печеночных ферментов в 3 раза и более), аутоиммунные заболевания, системные заболевания соединительной ткани.

Диагноз устанавливался в соответствии с клиническими рекомендациями «Стабильная ишемическая болезнь сердца» (2024 год) Министерства здравоохранения Российской Федерации и формулировался по Международной классификации болезней (МКБ-10, Женева, 1992 год). Функциональный класс стенокардии устанавливался по классификации Канадского кардиологического общества (1976 год). Диагноз ХСН устанавливался в соответствии с клиническими рекомендациями «Хроническая сердечная недостаточность» (2024 год) Министерства здравоохранения Российской Федерации. С использованием классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов (New York Heart Association) (1994 год) оценивали тяжесть хронической сердечной недостаточности.

Все пациенты давали информированное добровольное согласие на включение в исследование.

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинской Декларации, протокол исследования был одобрен Этическим комитетом.

Коронарография проводилась на установке Siemens Artis Zee (Германия) по стандартной методике [Абдрахманова и др., 2020; Миронова и др., 2023]. За 1 день до коронарографии проводилась эхокардиография (ЭХОКГ) по стандартной методике на аппарате Philips EPIQ 7 (США), с использованием технологии спекл-трекинг оценивался показатель глобальной продольной деформации левого желудочка (GLS) [Мухаметгареева и др., 2020].

Расчёт объемной фракции интерстициального коллагена в миокарде (ОФИК) производился по формуле, разработанной Shirani J. и соавторами, с использованием показателя массы миокарда левого желудочка (расчёт по формуле Penn Convention по данным ЭХОКГ), показателя общего вольтажа комплексов QRS в двенадцати стандартных отведениях (по данным ЭКГ) и показателя роста пациента:

$$\text{ОФИК (\%)} = \left(1 - 1,3 \times \frac{\text{общий QRS(мм)} \times \text{рост (м)}}{\text{ММЛЖ (г)}} \right) \times 100,$$

где ОФИК – объемная фракция интерстициального коллагена, ММЛЖ – масса миокарда ЛЖ. Референсный диапазон ОФИК составил 2–6 % [Shirani et al., 1992].

Программа STATISTICA 12.0. применялась для статистической обработки данных. В виде значения медианы (Me) и интерквартильного размаха (от 5 перцентиля до 95 перцентиля) в результатах исследования приводились полученные в исследовании показатели. Проверка статистических гипотез при сравнении числовых данных двух несвязанных групп производилась с использованием критерия Манна – Уитни (U-критерий). Расчет рангового коэффициента корреляции Спирмена (r) позволял определить интенсивность корреляционной связи. Сравнение качественных показателей в группах производилось при помощи расчета хи-квадрата (χ^2) Пирсона.

Результаты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели все пациенты в зависимости от степени стеноза коронарных артерий были разделены на две группы: 24 пациента (1 группа) с умеренным атеросклеротическим поражением коронарных артерий (стеноз 21–70 %) и 39 пациентов (2 группа) с выраженным поражением коронарных артерий (стеноз ≥ 71 %). В таблице 1 представлена краткая сравнительная клиническая характеристика групп пациентов. Приведенные в таблице 1 данные демонстрируют отсутствие статистически значимых различий по сравниваемым показателям.

Таблица 1
Table 1

Клиническая характеристика пациентов исследуемых групп
Clinical characteristics of patients in the study groups

Показатель	1 группа n = 24	2 группа n = 39
Возраст, годы	56,4 [48; 63]	57,8 [48; 64] $p_1 = 0,801$
Длительность анамнеза ИБС, годы	3,5 [2; 5]	3,8 [2; 6] $p_1 = 0,832$
ФК стенокардии		
2, n (%)	21 (87,5 %)	27 (69 %) $\chi^2 = 0,36; df = 1; p_1 = 0,547$



Окончание табл. 1

Показатель	1 группа n = 24	2 группа n = 39
3, n (%)	3 (12,5 %)	12 (31 %) $\chi^2 = 1,75,06; df = 1; p_1 = 0,185$
Стадия ХСН		
I–II А, n (%)*	20 (95 %)	36 (92 %) $\chi^2 = 0,01; df = 1; p_1 = 0,931$
II Б–III, n (%)	1 (5 %)	3 (8 %) $\chi^2 = 0,17; df = 1; p_1 = 0,682$
ФК ХСН (NYHA)		
II, n (%)	19 (90 %)	32 (82 %) $\chi^2 = 0,06; df = 1; p_1 = 0,805$
III, n (%)	2 (10 %)	6 (18 %) $\chi^2 = 0,32; df = 1; p_1 = 0,574$

Примечание: p_1 – уровень статистической значимости различий с 1 группой.

Представленные в таблице 2 данные демонстрируют статистически значимую разницу по показателю ОФИК в сравниваемых группах. В группе пациентов с выраженным поражением коронарных артерий показатель ОФИК был статистически значимо выше, чем в группе пациентов с умеренным атеросклеротическим поражением коронарных артерий ($p = 0,019$). При этом в обеих группах он превышал референсные значения (2–6 %), что свидетельствует об активации процессов фиброобразования во внеклеточном матриксе миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца: стабильной стенокардией напряжения и сохраненной систолической функцией левого желудочка. Этот процесс на микроуровне представляется следующим образом. Чем больше степень стеноза коронарных артерий, тем больше гипоксические изменения и окислительный стресс. Накопление продуктов окисления в миокарде, снижение адаптационных механизмов приводит к активации иммунной системы с развитием провоспалительного и профибротического состояний, которые вызывают структурные, а затем и функциональные изменения миокарда. В этих изменениях ключевую роль играет семейство факторов роста фибробластов, способствуя гипертрофии и фиброзу миокарда через стимуляцию митогенактивируемых протеинкиназ и регуляцию активности α -Klotho (независимого от α -Klotho кальцинуринов/ядерного фактора активированных Т-клеток), который ингибирует фиброзирование внеклеточного матрикса миокарда, индуцированный ангиотензином II, трансформирующим фактором роста- $\beta 1$ и гиперфосфатемией [Мясоедова, 2017; Калинкина и др., 2021; Frangogiannis, 2021]. Полученные нами результаты говорят о том, что чем больше стеноз коронарных артерий, тем активнее протекает процесс фиброирования внеклеточного матрикса миокарда.

Таблица 2
Table 2

Показатели объёмной фракции интерстициального коллагена миокарда в сравниваемых группах
Indicators of the volume fraction of interstitial myocardial collagen in the compared groups

Показатель/ Группа	1 группа n=24	2 группа n=39
ОФИК, %	7,9 [6,8; 10,1]	9,8 [7,4; 11,6] $p_1 = 0,019$

Примечание: p_1 – уровень статистической значимости различий с 1 группой.

Важным аспектом изучения фиброирования миокарда является не только оценка его наличия и степени выраженности, но и рассмотрение взаимосвязи со структурно-

функциональными показателями сердца. Известно, что нарушение баланса обмена коллагена во внеклеточном матриксе миокарда вызывает нарушение электрофизиологических механизмов в кардиомиоцитах, приводит к развитию диастолической дисфункции левого желудочка, а при прогрессировании процесса – и к систолической дисфункции [Шевченко, Ульбашев, 2022; Zhu et al., 2022]. Согласно клиническим рекомендациям по лечению и диагностике пациентов с ХСН, помимо изучения по данным ЭХОКГ диастолической функции и систолической функции ЛЖ путем расчёта ФВ ЛЖ, предлагается производить с использованием спекл-трекинг технологии оценку глобальной продольной систолической деформации ЛЖ, так как этот показатель на ранних стадиях позволяет оценить формирующиеся контрактильные и гемодинамические изменения миокарда. Это обусловлено тем, что наиболее чувствительны к ишемии субэндокардиальные продольно расположенные мышечные волокна ЛЖ, следовательно, с них и начинается продольное деформационное ремоделирование ЛЖ [Гриценко и др., 2021; Базилевич и др., 2022].

Оценка показателя GLS в сравниваемых группах показала, что во 2 группе пациентов изучаемый показатель статистически значимо отличался от группы пациентов с умеренным атеросклеротическим поражением коронарных артерий ($p = 0,016$) (табл. 3). При этом в 1 группе пациентов Me показателя GLS находилась в пределах референсных значений [Фозилов и др., 2021; Пономаренко и др., 2023].

Таблица 3

Table 3

Показатель GLS в сравниваемых группах
The GLS indicator in the compared groups

Показатель/ Группа	1 группа n = 24	2 группа n = 39
GLS, %	-19,2 [-16,1; -23,6]	-15,3 [-11,3; -17,7] $p_1 = 0,016$

Примечание: p_1 – уровень статистической значимости различий с 1 группой.

Показатель ОФИК и показатель GLS в обеих группах пациентов имели прямые статистически значимые связи, при этом в группе пациентов с выраженным поражением коронарных артерий она была сильнее ($r=0,63$, $p=0,031$), чем в группе пациентов с умеренным атеросклеротическим поражением коронарных артерий ($r=0,56$, $p=0,039$). То есть, чем больше показатель ОФИК, а, следовательно, и интерстициальный фиброз миокарда левого желудочка, тем более значимо нарушается глобальная продольная систолическая деформация ЛЖ.

Заключение

У пациентов с ишемической болезнью сердца: стабильной стенокардией напряжения и сохраненной систолической функцией ЛЖ показатель степень интерстициального фиброзирования миокарда ЛЖ, оцененная по показателю ОФИК, зависит от степени стеноза коронарных артерий. При прогрессировании атеросклеротического процесса в коронарных артериях степень фиброзирования миокарда ЛЖ увеличивается, что ассоциируется с усилением нарушения глобальной продольной систолической деформации ЛЖ.

Список литературы

Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Цибулькин Н.А., Кашапов Л.Р., Ослопова Ю.В., Хабибуллин И.М., Горнаева Л.И., Галимзянова Л.А. 2020. Возможности коронароангиографии в диагностике поражения коронарных артерий у пациентов с безболевогой ишемией миокарда. Современные проблемы науки и образования. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30058> (дата обращения: 21.01.2025).



- Базилевич А.В., Неласов Н.Ю., Сидоров Р.В., Долтмурзиева Н.С., Борщев Г.Г., Поспелов Д.Ю., Оврулова М.М. 2022. Современные возможности эхокардиографии при хирургическом лечении больных ИБС. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 17: 78–81. doi: 10.25881/20728255-2022-17-2-78
- Бойцов С.А. 2022. Хроническая сердечная недостаточность: эволюция этиологии, распространенности и смертности за последние 20 лет. Терапевтический архив. 94(1): 5–8. doi: 10.26442/00403660.2022.01.201317
- Гордеева М.С., Пармон Е.В., Карлина В.А., Рыжкова Д.В. 2022. Фрагментация QRS-комплекса как маркер фиброза миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца. Наука и инновации в медицине. 2: 95–102. doi: 10.35693/2500-1388-2022-7-2-95-102
- Гриценко О.В., Чумакова Г.А., Трубина Е.В. 2021. Возможности speckle-tracking эхокардиографии для диагностики дисфункции миокарда. CardioСоматика. 12(1): 5–10. doi: 10.26442/22217185.2021.1.200756
- Калинкина Т.В., Ларева Н.В., Чистякова М.В., Стенькина В.К., Пунцокдашина Т.Б. 2021. Опыт применения расчета объемной фракции интерстициального коллагена у больных артериальной гипертонией. Сибирское медицинское обозрение. 1: 90–95. doi: 10.20333/2500136-2021-1-90-95
- Миронова О.Ю., Исаев Г.О., Бердышева М.В., Шахнович Р.М., Фомин В.В. 2023. Современные методики оценки физиологической значимости стенозирующих поражений коронарных артерий. Терапевтический архив. 95(4): 341–346. doi: 10.26442/00403660.2023.04.202169
- Мухаметгареева А.В., Кашталап В.В., Молчанов А.Н., Воробьев А.С., Урванцева И.А., Ромашкин В.В., Коваленко Л.В. 2020. Возможности использования ультразвуковой оценки деформации миокарда левого желудочка в кардиологии. Ульяновский медико-биологический журнал. 3: 28–43. doi: 10.34014/2227-1848-2020-3-28-43
- Мясоедова Е.И. 2017. Фракция фиброза миокарда и структурное ремоделирование левых отделов сердца у пациентов с ишемической кардиомиопатией. Астраханский медицинский журнал. 2017. 12(2): 98–103.
- Пономарева О.В., Смирнова Е.А. 2024. Современный взгляд на роль фиброза миокарда и его биохимических маркеров в диагностике хронической сердечной недостаточности. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 12(2): 303–316. doi: 10.23888/HMJ2024122303-316
- Пономаренко И.В., Сукманова И.А., Санаева А.К., Трубина Е.В., Наренкова С.О. 2023. Возможности speckle-tracking-эхокардиографии в диагностике субклинической дисфункции левого желудочка. Кардиология: новости, мнения, обучение. 11(2): 22–29. doi:10.33029/2309-1908-2023-11-2-22-29
- Тарасова И.В., Вёрткин А.Л., Кожушков В.А., Кожушков И.А., Чеботарь Н.Е., Гейдарова Э.М. 2023. Обзор визуализирующих методов исследования, применяемых в диагностике стабильной ишемической болезни сердца. Лечащий Врач. 4(26): 48–55. doi: 10.51793/OS.2023.26.4.007
- Усачева Е.В., Нелидова А.В., Куликова О.М., Флянку И.П. 2021. Смертность трудоспособного населения России от сердечно-сосудистых заболеваний. Гигиена и санитария. 100(2): 159–165. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-159-165
- Фозилов Х.Г., Шек А.Б., Бекметова Ф.М., Алиева Р.Б., Мухамедова М.Г., Муллабаева Г.У., Дониеров Ш.Н., Илхомова Л.Т., Бекметова С.И., Хотамова М.Н. 2021. Особенности деформационных свойств левого желудочка у больных с поражением коронарных артерий. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 9(3): 118–124. doi: 10.33029/2308-1198-2021-9-3-118-124
- Шевченко Ю.Л., Ульбашев Д.С. 2022. Иммобилизирующий интерстициальный фиброз сердца. Часть 1. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2: 4–10. doi: 10.25881/20728255-2022-17-2-4
- Fan J.L., Su B., Zhao X., Zhou B.Y., Ma C.S., Wang H.P., Hu, S.D., Zhou Y.F., Ju, Y.J., Wang M.H. 2020. Correlation of Left Atrial Strain with Left Ventricular End-Diastolic Pressure in Patients with Normal Left Ventricular Ejection Fraction. Int. J. Cardiovasc. Imaging. 36: 1659–1666. doi: 10.1007/s10554-020-01869-7
- Frangogiannis N.G. 2021. Cardiac Fibrosis. Cardiovasc. Res. 117(6): 1450–1488. doi: 10.1093/cvr/cvaa324
- Schimmel K., Ichimura K., Reddy S., Haddad F., Spiekerkoetter E. 2022. Cardiac Fibrosis in the Pressure Overloaded Left and Right Ventricle as a Therapeutic Target. Front. Cardiovasc. Med. 9: 886553. doi: 10.3389/fcvm.2022.886553

- Shirani J., Pick R., Quo Y. 1992. Usefulness of the Electrocardiogram and Echocardiogram in Predicting the Amount of Patients with Chronic Heart Failure. *Am. J. Cardiol.* 69: 1502.
- Zhu L., Wang Y., Zhao S., Lu M. 2022. Detection of Myocardial Fibrosis: Where We Stand. *Front. Cardiovasc. Med.* 9: 926378. doi: 10.3389/fcvm.2022.926378

References

- Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B., Tsibul'kin N.A., Kashapov L.R., Oslopova Yu.V., Khabibullin I.M., Gornaeva L.I., Galimzyanova L.A. 2020. Vozmozhnosti koronarografiy v diagnostike porazheniya koronarnykh arteriy u patsientov s bezbolevoy ishemiei miokarda [Possibilities of Coronary Angiography in the Diagnosis of Coronary Artery Disease in Patients with Painless Myocardial Ischemia]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30058> (data obrashcheniya: 21.08.2023).
- Bazilevich A.V., Nelasov N.Ju., Sidorov R.V., Doltmurzieva N.S., Borshhev G.G., Pospelov D.Ju., Ovrulova M.M. 2022. Sovremennye vozmozhnosti jehokardiografii pri hirurgicheskom lechenii bol'nyh IBS [Modern Possibilities of Echocardiography in Surgical Treatment of Patients with Coronary Heart Disease]. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova*. 17: 78–81. doi: 10.25881/20728255-2022-17-2-78
- Bojcov S.A. 2022. Hronicheskaja serdechnaja nedostatochnost': jevoljucija jetiologii, rasprostranennosti i smertnosti za poslednie 20 let [Chronic Heart Failure: Evolution of Etiology, Prevalence and Mortality over the Past 20 Years]. *Terapevticheskij arhiv*. 94(1): 5–8. doi: 10.26442/00403660.2022.01.201317
- Gordeeva M.S., Parmon E.V., Karlina V.A., Ryzhkova D.V. 2022. Fragmentacija QRS-kompleksa kak marker fibroza miokarda u pacientov s ishemicheskoy bolezn'ju serdca [Fragmentation of the QRS Complex as a Marker of Myocardial Fibrosis in Patients with Ischemic Heart Disease. *Science and Innovation in Medicine*. Nauka i innovacii v medicine. 2: 95–102. doi: 10.35693/2500-1388-2022-7-2-95-102
- Gritsenko O.V., Chumakova G.A., Trubina E.V. 2021. Vozmozhnosti speckle-tracking ehkardiografii dlya diagnostiki disfunktsii miokarda [Possibilities of Speckle-Tracking Echocardiography for Diagnosing Myocardial Dysfunction]. *CardioSomatika*. 12(1): 5–10. doi: 10.26442/22217185.2021.1.200756
- Kalinkina T.V., Lareva N.V., Chistjakova M.V., Sten'kina V.K., Puncokdashina T.B. 2021. Opyt primeneniya rascheta ob'emnoj frakcii interstitsial'nogo kollagena u bol'nyh arterial'noj gipertoniej [Experience of Using the Calculation of the Volume Fraction of Interstitial Collagen in Patients with Arterial Hypertension]. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie*. 1: 90–95. doi: 10.20333/2500136-2021-1-90-95
- Mironova O.Ju., Isaev G.O., Berdysheva M.V., Shahnovich R.M., Fomin V.V. 2023. Sovremennye metodiki ocenki fiziologicheskoy znachimosti stenozirujushhih porazhenij koronarnykh arterij [Modern Methods for Assessing the Physiological Significance of Stenotic Lesions of the Coronary Arteries]. *Terapevticheskij arhiv*. 95(4): 341–346. doi: 10.26442/00403660.2023.04.202169
- Muhametgareeva A.V., Kashtalap V.V., Molchanov A.N., Vorob'ev A.S., Urvanceva I.A., Romashkin V.V., Kovalenko L.V. 2020. Vozmozhnosti ispol'zovaniya ul'trazvukovoj ocenki deformacii miokarda levogo zheludochka v kardiologii [Possibilities of Using Ultrasound Assessment of Left Ventricular Myocardial Deformation in Cardiology]. *Ul'janovskij mediko-biologicheskij zhurnal*. 3: 28–43. doi: 10.34014/2227-1848-2020-3-28-43
- Myasoedova E.I. 2017. Fraktsiya fibroza miokarda i strukturnoe remodelirovanie levykh otdelov serdtsa u patsientov s ishemicheskoy kardiomiopatiej [Myocardial Fibrosis Fraction and Structural Remodeling of the Left Heart in Patients with Ischemic Cardiomyopathy]. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2017. 12(2): 98–103.
- Ponomareva O.V., Smirnova E.A. 2024. Sovremennyy vzglyad na rol' fibroza miokarda i ego biokhimicheskikh markerov v diagnostike khronicheskoy serdechnoy nedostatochnosti [A Modern View on the Role of Myocardial Fibrosis and its Biochemical Markers in the Diagnosis of Chronic Heart Failure]. *Nauka molodykh (Eruditio Juvenium)*. 12(2): 303–316. doi: 10.23888/HMJ2024122303-316
- Ponomarenko I.V., Sukmanova I.A., Sanaeva A.K., Trubina E.V., Narenkova S.O. 2023. Vozmozhnosti speckle-tracking-jehokardiografii v diagnostike subklinicheskoy disfunkcii levogo zheludochka [The Potential of Speckle-Tracking Echocardiography in the Diagnosis of Subclinical Left Ventricular Dysfunction]. *Kardiologija: novosti, mnenija, obuchenie*. 11(2): 22–29. doi:10.33029/2309-1908-2023-11-2-22-29
- Tarasova I.V., Vertkin A.L., Kozhushkov V.A., Kozhushkov I.A., Chebotar' N.E., Geydarova E.M. 2023. Obzor vizualiziruyushchikh metodov issledovaniya, primenyaemykh v diagnostike stabil'noy



- ishemicheskoy bolezni serdtsa [A Review of Imaging Research Methods Used in the Diagnosis of Stable Coronary Heart Disease]. *Lechashchiy Vrach*. 4(26): 48–55. doi: 10.51793/OS.2023.26.4.007
- Usacheva E.V., Nelidova A.V., Kulikova O.M., Fljanku I.P. 2021. Smertnost' trudosposobnogo naselenija Rossii ot serdechno-sosudistyh zabolevanij [Mortality of the Working-Age Population of Russia from Cardiovascular Diseases]. *Gigiena i sanitarija*. 100(2): 159–165. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-159-165
- Fozilov Kh.G., Shek A.B., Bekmetova F.M., Alieva R.B., Mukhamedova M.G., Mullabaeva G.U., Donierov Sh.N., Ilkhomova L.T., Bekmetova S.I., Khotamova M.N. 2021. Osobennosti deformatsionnykh svoystv levogo zheludochka u bol'nykh s porazheniem koronarnykh arteriy [Features of the Deformation Properties of the Left Ventricle in Patients with Lesions of the Coronary Arteries]. *Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya. Zhurnal imeni akademika B.V. Petrovskogo*. 9(3): S. 118–124. doi: 10.33029/2308-1198-2021-9-3-118-124
- Shevchenko Ju.L., Ul'bashev D.S. 2022. Immobilizirujushhij intersticial'nyj fibroz serdca. Chast' 1 [Immobilizing Interstitial Fibrosis of the Heart. Part 1]. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova*. 2: 4–10. doi: 10.25881/20728255-2022-17-2-4
- Fan J.L., Su B., Zhao X., Zhou B.Y., Ma C.S., Wang H.P., Hu, S.D., Zhou Y.F., Ju, Y.J., Wang M.H. 2020. Correlation of Left Atrial Strain with Left Ventricular End-Diastolic Pressure in Patients with Normal Left Ventricular Ejection Fraction. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 36: 1659–1666. doi: 10.1007/s10554-020-01869-7
- Frangogiannis N.G. 2021. Cardiac Fibrosis. *Cardiovasc. Res*. 117(6): 1450–1488. doi: 10.1093/cvr/cvaa324
- Schimmel K., Ichimura K., Reddy S., Haddad F., Spiekerkoetter E. 2022. Cardiac Fibrosis in the Pressure Overloaded Left and Right Ventricle as a Therapeutic Target. *Front. Cardiovasc. Med*. 9: 886553. doi: 10.3389/fcvm.2022.886553
- Shirani J., Pick R., Quo Y. 1992. Usefulness of the Electrocardiogram and Echocardiogram in Predicting the Amount of Patients with Chronic Heart Failure. *Am. J. Cardiol*. 69: 1502.
- Zhu L., Wang Y., Zhao S., Lu M. 2022. Detection of Myocardial Fibrosis: Where We Stand. *Front. Cardiovasc. Med*. 9: 926378. doi: 10.3389/fcvm.2022.926378

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 27.02.2025

Поступила после рецензирования 18.03.2025

Принята к публикации 15.04.2025

Received February 27, 2025

Revised March 18, 2025

Accepted April 15, 2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мясоедова Екатерина Игоревна, доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней и профилактической медицины, Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия

 [ORCID: 0000-0001-6820-733X](https://orcid.org/0000-0001-6820-733X)

Степанов Максим Маркович, кандидат медицинских наук, заведующий 2 кардиологическим отделением, Клиническая больница № 1 Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия

 [ORCID: 0000-0003-4698-5143](https://orcid.org/0000-0003-4698-5143)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina I. Myasoedova, Doctor of Sciences in Medicine, Professor of the Department of Internal Diseases and Preventive Medicine, Central State Medical Academy of the Administration of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

Maksim M. Stepanov, Candidate of Sciences in Medicine, Head of the 2nd Cardiology Department, Clinical Hospital No. 1 of the Administration of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

Масленникова Ольга Михайловна, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой внутренних болезней и профилактической медицины, Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия

 [ORCID: 0000-0001-9599-7381](https://orcid.org/0000-0001-9599-7381)

Воронина Людмила Петровна, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой клинической иммунологии с курсом последипломного образования, Астраханский государственный медицинский университет, г. Астрахань, Россия

 [ORCID:0000-0002-2395-745X](https://orcid.org/0000-0002-2395-745X)

Егорова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры внутренних болезней и профилактической медицины, Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия

 [ORCID:0000-0001-9777-3832](https://orcid.org/0000-0001-9777-3832)

Olga M. Maslennikova, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor, Head of the Department of Internal Diseases and Preventive Medicine, Central State Medical Academy of the Administration of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

Lyudmila P. Voronina, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Clinical Immunology with a Postgraduate Course, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

Larisa A. Egorova, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor, Professor of the Department of Internal Diseases and Preventive Medicine, Central State Medical Academy of the Administration of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia