

ОСОБЕННОСТИ МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ С КАРДИАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ И ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ИХ ИЗУЧЕНИЮ

С.С. Торосян, Л.В. Арутюнян, А.А. Пироженко, Э.Ш. Гусейнова, Н.В. Дроботя

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия

Левый желудочек закономерно является наиболее уязвимой структурой у больных с кардиальной патологией — артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и их частым сочетанием в клинической практике. Особенности его структурно-функциональных нарушений в настоящее время хорошо изучены и положены в основу патогенетической терапии. На этом фоне правый желудочек исследован явно недостаточно в связи с существовавшими ранее методическими сложностями в оценке его состояния. В то же время установлено, что дисфункция и ремоделирование правого желудочка у больных с кардиальной патологией может быть причиной развития сердечно-сосудистых осложнений вплоть до фатальных. В последнее время с внедрением новых ультразвуковых технологий расширяются возможности для оценки состояния обоих желудочков у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, что может в ближайшей перспективе способствовать уточнению их прогноза и повышению эффективности проводимой терапии.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, коморбидность, ремоделирование сердца, левый и правый желудочки, тканевая доплерография.

Для цитирования: Торосян С.С., Арутюнян Л.В., Пироженко А.А., Гусейнова Э.Ш., Дроботя Н.В. Особенности морфо-функционального состояния левого и правого желудочков сердца у больных с кардиальной патологией и основные подходы к их изучению. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2025;6(1):11-18. DOI: 10.21886/2712-8156-2025-6-1-11-18.

Контактное лицо: Сирапи Самвеловна Торосян, torosian.si@yandex.ru.

FEATURES OF THE MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL STATE OF THE LEFT AND RIGHT VENTRICLES OF THE HEART IN PATIENTS WITH CARDIAC PATHOLOGY AND THE MAIN APPROACHES TO THEIR STUDY

S.S. Torosyan, L.V. Arutyunyan, A.A. Pirozhenko, E.S. Huseynova, N.V. Drobotya

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

The left ventricle is naturally the most vulnerable structure in patients with cardiac pathology — arterial hypertension, coronary heart disease and their frequent combination in clinical practice. The features of its structural and functional disorders are currently well studied and form the basis of pathogenetic therapy. Against this background, the right ventricle has clearly not been studied sufficiently due to the previously existing methodological difficulties in assessing its condition. At the same time, it has been established that dysfunction and remodeling of the right ventricle in patients with cardiac pathology can cause the development of cardiovascular complications, up to fatal. Recently, with the introduction of new ultrasound technologies, the possibilities for assessing the condition of both ventricles in patients with cardiovascular diseases have been expanding, which may in the near future contribute to clarifying their prognosis and improving the effectiveness of therapy.

Keywords: arterial hypertension, coronary heart disease, comorbidity, cardiac remodeling, left and right ventricles, tissue dopplerography.

For citation: Torosyan S.S., Arutyunyan L.V., Pirozhenko A.A., Huseynova E.S., Drobotya N.V. Features of the morphological and functional state of the left and right ventricles of the heart in patients with cardiac pathology and the main approaches to their study. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2025;6(1):11-18. DOI: 10.21886/2712-8156-2025-6-1-11-18.

Corresponding author: Sirapi S. Torosyan, torosian.si@yandex.ru.

Введение

Патологии сердечно-сосудистой системы (ССС) занимают лидирующее место в структуре заболеваемости, инвалидизации и смертности в Российской Федерации. По данным Росстата, в последние годы в нашей стране наблюдается тенденция к снижению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), но, несмотря на определённые успехи в этом направлении, в 2022 г. смертность от ССЗ составила 831557 человек или 566,8 на 100 000 населения против 856127 человек или 583,1 на 100 000 населения в 2018 г.^[1] В структуре смертности от ССЗ ишемическая болезнь сердца (ИБС) и артериальная гипертензия (АГ) составляют 55,6 %. Таким образом, высокая распространённость ССЗ и смертность от них являются значимой медико-социальной проблемой, наносящей ощутимый урон и влияющей на ухудшение демографической ситуации в стране, требующей решения как на федеральном, так и на региональном уровнях [1].

Данные ряда европейских исследований свидетельствуют о том, что внедрение в практику дорогостоящих высокотехнологичных видов оказания медицинской помощи как средств первой линии борьбы с ССЗ, не оправдались, так как затраты на разработку новых технологий растут несоизмеримо со степенью повышения их эффективности [2].

В последние десятилетия в популяции накапливается всё больше лиц со множественными сочетанными хроническими неинфекционными заболеваниями, рассматриваемыми в контексте понятия «коморбидности» [3, 4]. Определение коморбидности было впервые дано в 1970 г. американским эпидемиологом А.Р. Feinstein Согласно данному определению, «коморбидность — это любая отдельная нозологическая форма/единица, существовавшая, существующая или которая может появиться в ходе клинического течения индексного (исследуемого) заболевания у пациента» [5]. В настоящее время коморбидность представляется серьёзной проблемой в силу целого ряда причин. Во-первых, совместно существующие заболевания в частности (такие как АГ и ИБС, АГ и сахарный диабет, АГ в структуре метаболического синдрома) существенно повышают риск сердечно-сосудистых осложнений (ССО) [6–9]. Кроме того, коморбидный пациент, как правило, принимает достаточно большое количество препаратов, в связи с чем повышается вероятность неблагоприятных лекарственных взаимодействий и снижается ком-

плайентность [9–12]. Социальная значимость проблемы связана также и с тем, что как глобально в мире, так и в нашей стране, имеется отчетливая тенденция к увеличению продолжительности жизни, что неизбежно увеличивает процент коморбидных пациентов.

Хорошо известно, что развитие и прогрессирование кардио-васкулярной патологии связано не только с дисфункцией структур ССС, но и с их ремоделированием. Эти структурно-функциональные нарушения касаются в первую очередь левого желудочка (ЛЖ) сердца. Они детально изучены в исследованиях и описаны в многочисленных научных источниках.

Так, у больных с изолированной АГ наиболее ранним признаком поражения ЛЖ как органа-мишени является его гипертрофия (ГЛЖ), которая рассматривается как мощный независимый предиктор неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов у данной категории пациентов, способствующих развитию ХСН, желудочковых аритмий, мерцательной аритмии, инфаркта миокарда. В многочисленных исследованиях показано, что в условиях развития ГЛЖ происходят изменения геометрии и массы миокарда ЛЖ [13–15].

Увеличение массы миокарда ЛЖ происходит двумя способами: за счёт утолщения стенок или за счёт увеличения размера полости. Выделяют два вида гипертрофии ЛЖ — концентрическую и эксцентрическую. В условиях развития концентрической гипертрофии при прогрессировании АГ ЛЖ преодолевает высокую нагрузку «на выходе», что достигается за счёт равномерного утолщения его стенок. Несмотря на утолщение стенок миокарда, объём ЛЖ остается по-прежнему неизменным. Кардиомиоциты, находясь в постоянной перегрузке давлением, также утолщаются [13, 16].

При продолжительной перегрузке объёмом происходит не увеличение, а удлинение кардиомиоцитов, что приводит к развитию эксцентрической гипертрофии и расширению ЛЖ. Известно, что при АГ ГЛЖ изначально формируется исключительно по концентрическому типу [13, 16].

В реальной клинической практике выявление ГЛЖ базируется на оценке комплекса основных эхокардиографических показателей, таких как индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ), индекс относительной толщины стенок (ОТСЛЖ), толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП), толщина задней стенки ЛЖ (ТЗСЛЖ).

Хорошо известно также, что ГЛЖ ассоциируется с развитием диастолической дисфункции (ДДЛЖ) как у больных АГ, так и у пациентов с ИБС. Нарушение диастолической функции ЛЖ присутствует абсолютно у всех больных АГ с ГЛЖ, и чем тяжелее гипертрофия, тем более

1 Здравоохранение в России. 2023 : статистический сборник : официальное издание / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – Москва : Росстат, 2023. – 179 с

выражены диастолические нарушения [17, 18]. При длительном течении заболевания ДДЛЖ становится столь значимой, что приводит к повышению давления наполнения ЛЖ и в конечном итоге — к развитию сердечной недостаточности. У больных с гипертоническим сердцем ДДЛЖ формируется двумя путями: через замедление расслабления и за счёт повышения жесткости миокарда [19, 20]. Релаксационные нарушения миокарда ЛЖ относятся к ранним диастолическим событиям, которые возможно корректировать эффективной кардиопротективной терапией [21]. Что же касается жесткости миокарда, то её прогрессирование обуславливает последующее фиброзирование миокарда ЛЖ, осложняющее течение основного заболевания и приводящее к формированию СН с сохраненной фракцией выброса (ФВ) [22].

В клинической практике для диагностики ДДЛЖ используют комплекс таких показателей, как отношение трансмитрального кровотока (E/A), время замедления (DTE), пиковая скорость раннего диастолического движения септальной части митрального фиброзного кольца (e'septal), индекс раннего диастолического наполнения ЛЖ (E/e'septal) [23].

В силу актуальности проблемы лидирующих позиций болезней системы кровообращения в общей структуре смертности населения закономерно, что в современной литературе имеется значительное количество работ, посвящённых изучению влияния хронической ишемии на структурно-функциональное состояние ЛЖ у больных ИБС [24, 25]. Известно, что данное состояние обуславливает выраженную гетерогенность миокарда, которая проявляется одновременным наличием как участков нежизнеспособного миокарда, характеризующегося необратимыми изменениями, так и наличием ишемизированного, но потенциально жизнеспособного миокарда, на которого и должно быть направлено терапевтическое воздействие [26].

В первую очередь в ответ на воздействие ишемии возникает перераспределение кровотока на уровне микроциркуляции, что приводит в свою очередь к метаболическим изменениям. В последующем развиваются диастолическая дисфункция и нарушение сократительной способности миокарда. Следует подчеркнуть, что на данных этапах патофизиологических изменений миокарда ни ЭКГ покоя, ни дозированные ЭКГ-пробы с физической нагрузкой, традиционно используемые в рутинной клинической практике, не являются достаточно информативными для выявления «ишемических знаков», в связи с чем в современных клинических рекомендациях «диагностические предпочтения» отдаются визуализирующим методам исследования [27].

Ремоделирование миокарда при ИБС включает также гипертрофию и дилатацию ЛЖ с изменением его геометрии и нарушением сократимости. Установлено, что по мере возрастания тяжести стенокардии и частоты перенесённого инфаркта миокарда объёмные и линейные показатели, ИММЛЖ, индекс сферичности прогрессивно увеличивались [28]. При тяжёлом течении ИБС с частыми приступами стенокардии и постинфарктным кардиосклерозом развивается дезадаптивная форма ремоделирования и формируется эксцентрическая гипертрофия ЛЖ, а относительно лёгкое течение ИБС проявляется адаптивной формой ремоделирования миокарда и протекает без значимых нарушений систолической функции ЛЖ [29].

В кинической практике на эхокардиографии (ЭхоКГ) частыми проявлениями ремоделирования ЛЖ при ИБС являются изменения его конечно-систолического и диастолического объёмов и размеров; снижение функции ЛЖ отражается в отрицательной динамике показателей глобальной и региональной сократимости миокарда, приводя к снижению ФВ по мере прогрессирования заболевания.

Одним из методов визуализации, который позволяет оценить как структурные так и функциональные параметры сердца является стресс-ЭхоКГ, его использование в диагностике кардиальной патологии считается наиболее доступным и безопасным. В процессе исследования записывают видеоизображения одного или нескольких сердечных циклов ЛЖ в стандартных ультразвуковых позициях в покое, а в качестве стресс-агентов используются физические нагрузки на велоэргометре, тредмиле, введение фармакологических препаратов. Полученные изображения одинаковых позиций на различных этапах исследования сравниваются и проводится посегментный анализ сократимости. Ухудшение сократимости на фоне стресс-теста при исходной нормокинезии может указывать на наличие ишемии миокарда. Одним из недостатков стресс-ЭхоКГ является полуколичественный подход к оценке локальной сократимости миокарда. На результаты исследования также оказывает влияние субъективный фактор опыта и внимания врача его выполняющего [30].

В последние годы спекл-трекинг ЭхоКГ стал новым методом для диагностики, прогнозирования и оценки эффективности лечения ИБС и ХСН, находясь на стадии накопления данных. Его преимущества заключаются не только в высокой диагностической информативности, но и в значимости для прогноза и терапевтической ценности. Многочисленные оригинальные исследования и обзоры подтверждают, что снижение продольной деформации предшествует уменьшению ФВ

ЛЖ, локальной сократимости, что указывает на ранние нарушения сократительной функции миокарда ЛЖ при ИБС и ХСН [31].

Официальные протоколы по диагностике дисфункции ЛЖ не включают анализ деформации по спекл-трекинг технологии. Основным препятствием для активного внедрения данной методики в повседневную клиническую практику, вероятно, является недостаточное количество стандартизованных клинических наблюдений, нехватка статистически обобщенных данных, и сложности в интерпретации результатов [32].

Таким образом, в настоящее время расширяется спектр диагностических подходов для оценки сократительной функции ЛЖ, что принципиально важно для последующего обоснования тактики ведения больных с ишемией миокарда. Традиционно проявлением глобальной систолической дисфункции ЛЖ считается снижение интегрального показателя (ФВ), однако современные методы к оценке систолической функции и использование новых информативных показателей позволяют выявлять её на сравнительно более ранних этапах. Хотелось бы дополнительно подчеркнуть, что дисфункция и ремоделирование ЛЖ закономерно и существенно повышают риск ССО вплоть до фатальных [33].

С позиций многокамерности сердца человека анатомические, гемодинамические и функциональные связи ЛЖ и ПЖ предполагают вовлечённость последнего в патологический процесс у больных с кардиальной патологией. В доступной литературе существует значительное количество экспериментальных исследований разных лет, подтверждающих морфо-функциональное единство желудочков сердца.

Межжелудочковое взаимодействие выражается во взаимном влиянии сократимости, пост- и преднагрузки обоих желудочков, их взаимозависимости во время фаз систолы и диастолы как в норме, так и при патологии. Анатомически объединённые системой кровоснабжения, фиброзно-мышечным аппаратом, общей перегородкой, перикардом и внутригрудным давлением, желудочки сердца подвержены тесному механическому и функциональному взаимодействию, что позволяет рассматривать сердце как единое механическое целое [34].

Показано, что возникающая при ИБС систолическая дисфункция миокарда ЛЖ зачастую приводит к нарушению функции ПЖ [35], а нарушение напряжения одного из желудочков во время диастолы при объёмной нагрузке изменяет давление, объём и геометрию другого желудочка [36].

Однако в течение длительного времени состояние ПЖ у больных с АГ и ИБС практически не оценивалось ввиду отсутствия адекватных

методических подходов. Одной из причин такого положения дел являются особенности строения ПЖ, обуславливающие сложности его визуализации (неправильная треугольная форма, более выраженная трабекулярность, пространственное разобщение атриовентрикулярного клапана и клапана легочной артерии).

С другой стороны, результаты клинических наблюдений, отражённые в литературе последних лет, позволяют предположить, что дисфункция и ремоделирование «недооценённого» ПЖ может явиться причиной различных осложнений у больных с кардиальной патологией. С внедрением в практику тканевого доплерографического исследования стало возможным получить подробную информацию о структурно-функциональном состоянии не только левых, но и правых отделов сердца [37].

Для оценки систолической функции ПЖ разработаны несколько ультразвуковых методов. Первый из них — анализ параметров камер правых отделов сердца с помощью М-режима. Для анализа сократимости ПЖ применяют формулу Тейхольца, которая позволяет быстро произвести расчёты [38, 39]. Но при неудовлетворительной визуализации ПЖ часто возникают ошибки измерения [40]. Другим методом оценки систолической функции ПЖ является изучение экскурсии правого фиброзного кольца [39, 41]. Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца (TAPSE) в М-режиме — это метод, который позволяет определить амплитуду систолического движения латерального трикуспидального кольца [39, 42–45]. Показано, что систолическая экскурсия кольца трёхстворчатого клапана хорошо коррелирует с ФВ ПЖ [46]. Также для оценки систолической функции ПЖ используют измерение скорости движения кольца трёхстворчатого клапана с помощью тканевого доплера (S') [47–49]. Показатель скорости движения кольца трикуспидального клапана в систолу, по данным тканевой доплерографии, легко воспроизводим при оценке систолической функции ПЖ.

Изучение состояния правых отделов сердца и особенностей их ремоделирования при ССЗ представляет большой научный и практический интерес. В доступной литературе имеются убедительные данные о том, что одной из ведущих причин дисфункции ПЖ является ИБС. Так, трансмуральный ИМ ЛЖ нижней локализации нередко сопровождается развитием ИМ ПЖ, что подчеркивает тесную связь обоих желудочков не только в норме, но и при патологии. Показано, в частности, что примерно у 30% пациентов с нижним инфарктом ЛЖ в той или иной степени поражается и ПЖ. Часто обширный ИМ ЛЖ приводит к тяжёлой правожелудочковой недостаточности. При этом правожелудочковая дис-

функция — один из самых мощных независимых предикторов неблагоприятного прогноза после ИМ ЛЖ даже в отсутствие ИМ ПЖ [50].

Таким образом, ремоделирование ПЖ, правожелудочковая дисфункция и недостаточность имеют важное клиническое и прогностическое значение. Дисфункция ПЖ является сильным независимым предиктором летальности и неблагоприятных исходов не только при бронхолегочных заболеваниях и лёгочной гипертензии, вовлекающих в патологический процесс ПЖ, но и при заболеваниях, в первую очередь затрагивающих ЛЖ [51].

Вплоть до настоящего времени исследование функции ПЖ проводится рутинно, однако, несомненно, что оценка его параметров имеет существенное прогностическое значение как при изолированной АГ и ИБС, так и при их сочетании, с учётом, как отмечалось выше, всё увеличивающегося количества больных с коморбидной кардиальной патологией. Степень снижения функции ПЖ — важный показатель истощения компенсаторного резерва миокарда, который является предиктором неблагоприятного прогноза у данной категории пациентов.

Тканевой метод ЭхоКГ является наиболее привлекательным для характеристики состояния правых отделов сердца ввиду доступности и воспроизводимости, а также возможности оценки функции ПЖ в динамике.

С учётом всемирной тенденции к старению населения и, соответственно, увеличению количества коморбидных пациентов, несомненный перспективный интерес представляет изучение морфо-функционального состояния как ЛЖ, так и ПЖ у больных не только с изолированной, но и сочетанной кардиальной патологией. Подобные сведения в современной литературе единичны и разрознены. Важной задачей, представляющей несомненный практический интерес, является также стратификация риска у пациентов с дисфункцией и ремоделированием обоих желудочков и подбор эффективной медикаментозной терапии, позволяющей обеспечить бивентрикулярную кардиопротекцию.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Косолапов В.П., Ярмонова М.В. Анализ высокой сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности взрослого населения как медико-социальной проблемы и поиск путей ее решения. *Уральский медицинский журнал*. 2021;20(1):58-64. Kosolapov V.P., Yarmonova M.V. The analysis of high cardiovascular morbidity and mortality in the adult population as a medical and social problem and the search for ways to solve it. *Ural medical journal*. 2021;20(1):58-64. (In Russ.) DOI: 10.52420/2071-5943-2021-20-1-58-64
2. Heuschmann P.U., Grieve A.P., Toschke A.M., Rudd A.G., Wolfe C.D. Ethnic group disparities in 10-year trends in stroke incidence and vascular risk factors: the South London Stroke Register (SLSR). *Stroke*. 2008;39(8):2204-2210. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.507285
3. Оганов Р.Г., Симаненков В.И., Бакулин И.Г., Бакулина Н.В., Барбараш О.Л., Бойцов С.А., и др. Коморбидная патология в клинической практике. Алгоритмы диагностики и лечения. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2019;18(1):5-66. Oganov R.G., Simanenkova V.I., Bakulin I.G., Bakulina N.V., Barbarash O.L., Boytsov S.A., et al. Comorbidities in clinical practice. Algorithms for diagnostics and treatment. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2019;18(1):5-66. (In Russ.) DOI: 10.15829/1728-8800-2019-1-5-66
4. Skou S.T., Mair F.S., Fortin M., Guthrie B., Nunes B.P., Miranda J.J., et al. Multimorbidity. *Nature reviews. Disease primers*. 2022;8(1):48. DOI: 10.1038/s41572-022-00376-4
5. Feinstein A.R. The Pre-therapeutic classification of comorbidity in chronic diseases. *Journal Chronic Diseases*. 1970; 23(7): 455-468. DOI: 10.1016/0021-9681(70)90054-8
6. Оганов Р.Г., Денисов И.Н., Симаненков В.И., Бакулин И.Г., Бакулина Н.В., Болдуева С.А., и др. Коморбидная патология в клинической практике. Клинические рекомендации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2017;16(6):5-56. Oganov R.G., Denisov I.N., Simanenkova V.I., Bakulin I.G., Bakulina N.V., Boldueva S.A., et al. Comorbidities in practice. Clinical guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2017;16(6):5-56. (In Russ.) DOI: 10.15829/1728-8800-2017-6-5-56
7. Драпкина О.М., Концевая А.В., Калинина А.М., Авдеев С.Н., Агальцов М.В., Алексеева Л.И., и др. Коморбидность пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями в практике врача-терапевта. Евразийское руководство. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(3):3696. Drapkina O.M., Kontsevaya A.V., Kalinina A.M., Avdeev S.N., Agaltsov M.V., Alekseeva L.I., et al. Comorbidity of patients with noncommunicable diseases in general practice. Eurasian guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(3):3696. (In Russ.) DOI: 10.15829/1728-8800-2024-3996
7. Севостьянова Е.В., Николаев Ю.А., Митрофанов И.М., Поляков В.Я. Особенности полиморбидности у больных артериальной гипертензией. *Артериальная гипертензия*. 2019;25(2):200-208. Sevostyanova E.V., Nikolaev Yu.A., Mitrofanov I.M., Polyakov V.Ya. Polymorbidity in hypertensive patients. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2019;25(2):200-208. (In Russ.) DOI:10.18705/1607-419X-2019-25-2-200-208
8. Остроумова О.Д., Кочетков А.И., Гусева Т.Ф. Вариабельность артериального давления при артериальной гипертензии в сочетании с ишемической болезнью сердца: прогностическая значимость и возможности коррекции в реальной клинической практике. *Артериальная гипертензия*. 2018;24 (2):246-256.

- Ostroumova O.D., Kochetkov A.I., Guseva T.F. Blood pressure variability in hypertension associated with coronary heart disease: prognostic value and management approaches. *Arterial Hypertension*. 2018;24(2):246-256. (In Russ.) DOI: 10.18705/1607-419X-2018-24-246-256
9. Мальчикова С.В., Максимчук-Колобова Н.С., Казаковцева М.В. Влияние полиморбидности у пожилых больных с фибрилляцией предсердий на «стоимость болезни». *Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2019;12(3):191-199. Malchikova S.V., Maksimchuk-Kolobova N.S., Kazakovtseva M.V. Comorbidity in elderly patients with atrial fibrillation affects the “cost of illness”. *Farmakoeconomika. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology*. 2019;12(3):191-199. (In Russ.) DOI: 10.17749/2070-4909.2019.12.3.191-199
10. Чазова И.Е. Артериальная гипертония в свете современных рекомендаций. *Терапевтический архив*. 2018;90(9):4-7. Chazova I.E. Arterial hypertension in the light of current recommendations. *Terapevticheskii arkhiv*. 2018;90(9):4-7. (In Russ.) DOI: 10.26442/terarkh20189094-7
11. Полякова Е.А., Конради А.О., Баранова Е.И., Галявич А.С., Ионин В.А., Остроумова О.Д., и др. Актуальные подходы к терапии пациентов с артериальной гипертензией в свете современных рекомендаций. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(8):4140. Polyakova E.A., Konradi A.O., Baranova E.I., Galyavich A.S., Ionin V.A., Ostroumova O.D., et al. Current approaches to the treatment of hypertensive patients in view of modern guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(8):4140. (In Russ.) DOI: 10.15829/1728-8800-2024-4140
12. Ожерельева М.В., Овчинников А.Г. Особенности ремоделирования левого желудочка при гипертонической болезни. *Медицинский вестник Юга России*. 2017;8(4):14-22. Ozhereljeva M.V., Ovchinnikov A.G. Special aspects of remodeling of the left ventricle in hypertensive disease. *Medical Herald of the South of Russia*. 2017;8(4):14-22. (In Russ.) DOI: 10.21886/2219-8075-2017-8-4-14-22
13. Чазова И.Е., Солнцева Т.Д., Сивакова О.А., Агеев Ф.Т., Фофанова Т.В., Брагина А.Е., и др. Консенсус экспертов Российского медицинского общества по артериальной гипертонии. Артериальная гипертония и приверженность к антигипертензивной терапии. *Системные гипертензии*. 2024;21(2):7-17. Chazova I.E., Solntseva T.D., Sivakova O.A., Ageev F.T., Fofanova T.V., Bragina A.E., et al. Russian Medical Society for Arterial Hypertension expert consensus. Arterial hypertension and adherence to antihypertensive therapy. *Systemic Hypertension*. 2024;21(2):7-17. (In Russ.) DOI: 10.38109/2075-082X-2024-2-5-15
14. Schwartzberg S., Redfield M.M., From A.M., Sorajja P., Nishimura R.A., Borlaug B.A. Effects of vasodilation in heart failure with preserved or reduced ejection fraction implications of distinct pathophysiologies on response to therapy. *Journal of the American College of Cardiology*. 2012;59(5):442-451. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.09.062
15. Levy D., Garrison R., Savage D., Kannel W.B., Castelli W.P. Left ventricular mass and incidence of coronary heart disease in an elderly cohort: the Framingham Heart Study. *Annals of internal medicine*. 1989;110(2):101-107. DOI: 10.7326/0003-4819-110-2-101
16. Овчинников А.Г., Потехина А.В., Ожерельева М.В., Агеев Ф.Т. Дисфункция левого желудочка при гипертоническом сердце: современный взгляд на патогенез и лечение. *Кардиология*. 2017;57(52):367-382. Ovchinnikov A.G., Potekhina A.V., Ozhereljeva M.V., Ageev F.T. Left ventricular dysfunction in hypertensive heart: Current view of the pathogenesis and treatment. *Kardiologiya*. 2017;57(52):367-382. (In Russ.) DOI: 10.18087/cardio.2393
17. Mann DL, Felker GM. *Heart failure: a companion to Braunwald's heart disease*. 3-d ed ed. Elsevier; 2016.
18. Spinale F.G. Myocardial matrix remodeling and the matrix metalloproteinases: influence on cardiac form and function. *Physiological Reviews*. 2007;87(4):1285-1342. DOI: 10.1152/physrev.00012.2007
19. Lopez B, Gonzalez A, Querejeta R, Larman M, Díez J. Alterations in the pattern of collagen deposition may contribute to the deterioration of systolic function in hypertensive patients with heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006;48(1):89-96. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.01.077
20. Агеев Ф.Т., Овчинников А.Г. Диастолическая сердечная недостаточность: 20 лет спустя. Актуальные вопросы патогенеза, диагностики и лечения сердечной недостаточности с сохраненной ФВ ЛЖ. *Кардиология*. 2023;63(3):3-12. Ageev F.T., Ovchinnikov A.G. Diastolic heart failure: 20 years later. Current issues of pathogenesis, diagnosis and treatment of heart failure with preserved LVEF. *Kardiologiya*. 2023;63(3):3-12. (In Russ.) DOI: 10.18087/cardio.2023.3.n2376
21. Tschope C., Van Linthout S. New insights in (inter) cellular mechanisms by heart failure with preserved ejection fraction. *Current heart failure reports*. 2014;11(4):436-444. DOI: 10.1007/s11897-014-0219-3
22. Жерко О.М. Эхокардиографические критерии диастолической дисфункции левого желудочка и их диагностическая надежность. *Вестник ВГМУ*. 2020;19(3):87-95. Zherko O.M. Echocardiographic criteria of diastolic dysfunction of the left ventricle and their diagnostic reliability. *Vestnik VGMU*. 2020;19(3):87-95. (In Russ.) DOI: 10.22263/2312-4156.2020.3.87
23. Попов М.А., Шумаков Д.В., Гуревич Л.Е., Федоров Д.Н., Зыбин Д.И., Ашевская В.Е., и др. Оценка функциональных свойств гибернирующего миокарда. *Клиническая и экспериментальная морфология*. 2023;12(1):59-67. Popov M.A., Shumakov D.V., Gurevich L.E., Fedorov D.N., Zybin D.I., Ashevskaya V.E., et al. Assessment of the functional properties of the hibernating myocardium. *Clinical and experimental morphology*. 2023;12(1):59-67. (In Russ.) DOI: 10.31088/CEM2023.12.1.59-67
24. Никифоров В.С. Выявление жизнеспособного миокарда при ишемической дисфункции миокарда: современные возможности и практическое значение. *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний*. 2016; 4(12):18-26. Nikiforov V.S. Identification of viable myocardium in ischemic myocardial dysfunction: modern possibilities and practical significance. *International Journal of Heart and Vascular Diseases*. 2016;4(12):18-26. (In Russ.) eLIBRARY ID: 28407704 EDN: XXQUHZ
25. Немков А.С., Яковлев Д.А., Борисов А.И., Белый С.А. Гибернация и станнинг - особые формы существования миокарда при ишемической болезни сердца. Часть 1. Гибернация. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2011;10(2):5-12. Nemkov A.S., Yakovlev D.A., Borisov A.I., Bely S.A. Hibernation and stanning are special forms of myocardial existence in coronary heart disease. Part 1. Hibernation. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2011;10(2):5-12. (In Russ.) DOI: 10.24884/1682-6655-2011-10-2-5-12
26. Барбараш О.Л., Карпов Ю.А., Панов А.В., Акчурин Р.С., и др. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клиниче-

- ские рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(9):6110.
- Barbarash O. L., Karpov Yu. A., Panov A. V., Akchurin R. S., et al. 2024 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(9):6110. (In Russ.)
DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6110
27. Закирова А.Н., Оганов Р.Г., Закирова Н.Э., Ключкова Г.Р., Мусина Ф.С. Ремоделирование миокарда при ишемической болезни сердца. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2009;5(1):42-45.
Zakirova A.N., Oganov R.G., Zakirova N.E., Klochkova G.R., Musina F.S. Myocardial remodeling in ischemic heart disease. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2009;5(1):42-45. (In Russ.)
DOI: 10.20996/1819-6446-2009-5-1-42-45
 28. Жерко О.М., Михайлов А.Н., Шкребнева Е.И. Новый алгоритм определения ремоделирования сердца при хронической сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса. *Вестник ВГМУ*. 2022;21(1):75-87.
Zherko O.M., Mikhaylov A.N., Shkrebneva E.I. New algorithm for determining the remodelling of the heart in chronic heart failure with preserved ejection fraction. *Vestnik VGMU*. 2022;21(1):75-87. (In Russ.)
DOI: 10.22263/2312-4156.2022.1.75
 29. Никифоров В.С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике ишемической болезни сердца. *Consilium Medicum*. 2017;19(1):18-24.
Nikiforov V.S. Methods of cardiovascular imaging for the detection of ischemic heart disease. *Consilium Medicum*. 2017;19(1):18-24. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 29366326; EDN: YSQFCT
 30. Stoichescu-Hogea G., Buleu F.N., Christodorescu R., Sosdean R., Tudor A., Ember A., et al. Contribution of global and regional longitudinal strain for clinical assessment of HFpEF in coronary and hypertensive patients. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(12):1372.
DOI: 10.3390/medicina57121372
 31. Акрамова Э.Г. Клиническая значимость продольной деформации левого желудочка при ишемической болезни сердца и некоронарогенной патологии. *Казанский медицинский журнал*. 2019;100(2):295-302.
Akramova E.G. Clinical significance of left ventricular longitudinal deformation in coronary heart disease and non-coronary pathology. *Kazan medical journal*. 2019;100(2):295-302. (In Russ.)
DOI: 10.17816/KMJ2019-295
 32. Капустина А. Ю., Минушкина Л. О., Алёхин М. Н., Селезнева Н. Д., Сафарян В. И., Бразжник В. А., и др. Индекс глобальной функции левого желудочка в качестве прогностического фактора сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с острым коронарным синдромом. *Кардиология*. 2021;61(8):23-31.
Kapustina A. Yu., Minushkina L. O., Alekhin M. N., Selezneva N. D., Safaryan V. I., Brazhnik V. A., et al. Left Ventricular Global Function Index as a Predictor of Adverse Cardiovascular Events in Patients With Acute Coronary Syndrome. *Kardiologiia*. 2021;61(8):23-31. (In Russ.)
DOI: 10.18087/cardio.2021.8.n1508
 33. Нарциссова Г.П. Роль правого желудочка в патологии сердечно-сосудистой системы. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2014;18(1):32-36.
Narcisoyva G.P. The role of the right ventricle in the pathology of the cardiovascular system. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery*. 2014;18(1):32-36 (In Russ.)
eLIBRARY ID: 21350124 EDN: RZFIGD
 34. Бусленко Н.С., Бузиашвили Ю.И., Кокшенева И.В., Асымбекова Э.У., Шерстянникова О.М. Ремоделирование правых отделов сердца у больных ишемической болезнью сердца: клинико-патофизиологические корреляции. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2005;4(5):23-31.
Buslenko N.S., Buziashvili Yu.I., Koksheneva I.V., Asymbekova E.U., Sherstyannikova O.M. Right heart remodeling in coronary heart disease: clinico-pathophysiological correlations. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2005;4(5):23-31. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 10367302 EDN: ISWOLV
 35. Laster S.B., Shelton T.J., Barzilai B., Goldstein J.A. Determinants of the recovery of right ventricular performance following experimental chronic right coronary artery occlusion. *Circulation*. 1993;88(2):696-708.
DOI: 10.1161/01.cir.88.2.696
 36. Сокольская Н.О., Копылова Н.С. Современные возможности тканевой доплерографии. *Клиническая физиология кровообращения*. 2015;2:16-25
Sokolskaya N.O., Kopylova N.S., Modern possibilities of tissue dopplerography. *Clinical physiology of blood circulation*. 2015;2:16-25. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 24915545 EDN: UZFXDX
 37. Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л. Сравнение эхографических методик Тейхольца и Симпсона в оценке систолической функции левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца. *Лучевая диагностика и терапия*. 2015;(1):76-81.
Babukov R.M., Bartosh F.L. Comparison of echographic techniques of Teicholz and Simpson in the assessment of systolic function of the left ventricle in patients with coronary heart disease. *Radiation diagnostics and therapy*. 2015;(1):76-81. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 23187846 EDN: TNKXMH
 38. Мирзоян Е.С., Неласов Н.Ю., Бабаев М.В., Волков Г.П., Арзуманян Э.А., Железняк Е.И. Новая простая методика оценки диастолической функции левого желудочка сердца с помощью стандартной импульсно-волновой доплерографии. *Медицинский вестник Юга России*. 2015;(4):63-68.
Mirzoyan E.S., Nelasov N.Yu., Babaev M.V., Volkov G.P., Arzumanyan E.A., Zheleznyak E. And A new simple method for assessing the left ventricular diastolic function using standard pulse-wave Dopplerography. *Medical Herald of the South of Russia*. 2015;(4):63-68. (In Russ.)
DOI: 10.21886/2219-8075-2015-4-63-68
 39. Белевская А.А., Дадачева З.Х., Саидова М.А., Мартынюк Т.В., Чазова И.Е. Возможности эхокардиографии в диагностике легочной гипертензии и оценке ремоделирования сердца. *Лечебное дело*. 2015;1:111-121.
Belevskaya A.A., Dadacheva Z.Kh., Saidova M.A., Martynyuk T.V., Chazova I.E. The Role of Echocardiography in Diagnosis of Pulmonary Hypertension and Assessment of Heart Remodeling. *The journal of general medicine*. 2015;1:111-121. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 23925283; EDN: UDOMHX
 40. Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В. Ультразвуковые исследования в пульмонологии. *Атмосфера. Пульмонология и аллергология*. 2012;3:56-61.
Naumenko Zh.K., Neklyudova G.V. Ultrasound examinations in pulmonology. *Atmosphere. Pulmonology and allergology*. 2012;3:56-61. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 18167419; EDN: PHOMUV
 41. La Gerche A., Jurcut R., Voigt J.U. Right ventricular function by strain echocardiography. *Current opinion in cardiology*. 2010;25(5):430-436.
DOI: 10.1097/HCO.0b013e32833b5f94
 42. Tousignant C., Kim H., Papa F., Mazer C.D. Evaluation of TAPSE as a measure of right ventricular output. *Canadian journal of anaesthesia*. 2012;59(4):376-383.
DOI: 10.1007/s12630-011-9659-3
 43. Hatam N., Aljalloud A., Mischke K., Karfis E.A., Autschbach R., Hoffmann R., et al. Interatrial conduction disturbance

- in postoperative atrial fibrillation: a comparative study of P-wave dispersion and Doppler myocardial imaging in cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2014;9:114.
DOI: 10.1186/1749-8090-9-114
44. Саидова М.А., Шитов В.Н., Яковлев С.А. Роль эхокардиографии при остром коронарном синдроме. Часть I. Диагностика и дифференциальная диагностика острого коронарного синдрома, неинвазивная оценка параметров центральной гемодинамики. *Неотложная кардиология*. 2015;2:13-24.
Saidova M.A., Shitov V.N., Yakovlev S.A. Role of echocardiography in acute coronary syndrome. Part I. Diagnosis and differential diagnosis of acute coronary syndrome. Noninvasive evaluation of central hemodynamics. *Emergency Cardiology*. 2015;2:13-24. (In Russ.)
eLIBRARY ID: 30054329; EDN: ZHRQRH
45. Agasthi P, Chao C, Siegel RJ et al. Comparison of echocardiographic parameters with cardiac magnetic resonance imaging in the assessment of right ventricular function. *Echocardiography*. 2020;37(11):1792–802.
DOI: 10.1111/echo.14877
46. Fichet J., Sztrymf B., Jacobs F.M. Echographic evaluation of ICU patients with tissue Doppler imaging: more studies and more consensus are still needed. *Critical Care*. 2012;16(3):433.
DOI:10.1186/cc11377
47. Aneq M.A., Engvall J., Brudin L., Nylander E. Evaluation of right and left ventricular function using speckle tracking echocardiography in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and their first degree relatives. *Cardiovascular Ultrasound*. 2012;10:37.
DOI: 10.1186/1476-7120-10-37
48. Mada R.O., Duchenne J., Voigt J.U. Tissue Doppler, Strain and Strain Rate in ischemic heart disease “How I do it”. *Cardiovascular Ultrasound*. 2014;12:38.
DOI: 10.1186/1476-7120-12-38
49. Kannappan S. Echocardiographic assessment of right ventricular function in post thrombolysed acute inferior wall infarction patients with angiographic correlation. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*. 2021;10(31):2406-2411.
DOI: 10.14260/jemds/2021/493
50. Архипов О.Г., Сумин А.Н. Диастолическая дисфункция правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(3):37-45.
Arkhipov O.G., Sumin A.N. Diastolic dysfunction of the right ventricle in coronary heart disease patients. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(3):37-45. (In Russ.)
DOI: 10.15829/1560-4071-2017-3-37-45
51. Авдеев С. Н., Барбараш О. Л., Валиева З. С., Волков А. В., Веселова Т. Н., Галявич А. С., и др. Легочная гипертензия, в том числе хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(11):6161.
Avdeev S. N., Barbarash O. L., Valieva Z. S., Volkov A. V., Veselova T. N., Galyavich A. S., et al. 2024 Clinical practice guidelines for Pulmonary hypertension, including chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(11):6161. (In Russ.)
DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6161

Информация об авторах

Торосян Сирарпи Самвеловна, аспирант кафедры, кардиологии, ревматологии и функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия, ORCID 0000-0001-5838-2935, torosian.si@yandex.ru.

Арутюнян Лиана Варужановна, ассистент кафедры, кардиологии, ревматологии и функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия, ORCID 0000-0001-6245-0427, arutyunyan-1983@bk.ru.

Пироженко Анна Александровна, доцент кафедры терапии ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия, ORCID 0000-0002-2571-4988, pirozhenkoanna85@gmail.com.

Гусейнова Эльвира Шамильевна, ассистент кафедры кардиологии, ревматологии и функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия, guseynova.elvira@gmail.com.

Дроботя Наталья Викторовна, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой кардиологии, ревматологии и функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия, ORCID 0000-0002-6373-1615, drobotya@yandex.ru.

Information about the authors

Sirarpi S. Torosyan, postgraduate student, Department of Cardiology, Rheumatology and Functional Diagnostics, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, ORCID 0000-0001-5838-2935, torosian.si@yandex.ru.

Liana V. Arutyunyan, Assistant, Department of Cardiology, Rheumatology and Functional Diagnostics, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, ORCID 0000-0001-6245-0427, arutyunyan-1983@bk.ru.

Anna A. Pirozhenko, Associate Professor of the Department of Therapy, Rostov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia, ORCID 0000-0002-2571-4988, pirozhenkoanna85@gmail.com.

Elvira Sh. Guseynova, Assistant of the Department of Cardiology, Rheumatology and Functional Diagnostics of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Rostov State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia, guseynova.elvira@gmail.com.

Natalya V. Drobotya, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Cardiology, Rheumatology and Functional Diagnostics of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Rostov State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia, ORCID 0000-0002-6373-1615, drobotya@yandex.ru.

Получено / Received: 28.02.2025

Принято к печати / Accepted: 07.03.2025