

Д.А. Андреев, А.А. Киш, С.М. Разинкин

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ СКРЫТОЙ ДИСФУНКЦИИ СЕРДЦА

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Киш Анна Андреевна: akish@yandex.ru

Резюме

Скрытая дисфункция сердца представляет собой доклинический этап миокардиального ремоделирования, при котором жалобы отсутствуют или неспецифичны, фракция выброса левого желудочка остаётся сохранной, а более чувствительные механические, диастолические, тканевые и биохимические маркеры уже указывают на снижение функционального резерва миокарда.

Цель работы: провести сравнительную оценку современных методов ранней диагностики скрытой дисфункции сердца у условно здоровых лиц и у пациентов с соматической патологией, а также определить место авторской методики расширенной эхокардиографии с нагрузочным тестированием в современной диагностической модели.

Материалы исследования: публикации января 2021 – февраля 2026 гг., отобранные по клинической значимости, а также данные авторской методики ранней диагностики скрытой дисфункции сердца у спортсменов, лиц с синдромом перетренированности, хроническим психоэмоциональным стрессом и у работников Крайнего Севера.

Результаты: установлено отсутствие универсального маркера раннего поражения миокарда. У лиц без установленной соматической патологии, но с высокой профессиональной или спортивной нагрузкой, наибольшую чувствительность демонстрируют глобальная продольная деформация левого желудочка, стандартизированная нагрузочная эхокардиография и многокамерная оценка правожелудочкового, предсердного и диастолического резерва. У пациентов с артериальной гипертензией, сахарным диабетом, ожирением, анамнезом предшествующей химиотерапии и другими соматическими состояниями наибольшую диагностическую ценность имеет комбинация GLS, оценка диастолической функции, натрийуретического пептида, высокочувствительного кардиального тропонина и магнитно-резонансной томографии сердца с контрастным усилением гадолинием в отсроченную фазу. Авторская методика позволяет выявлять скрытую дисфункцию даже при нормальных биомаркерах и сохранной фракции выброса за счёт анализа резервных реакций на субмаксимальную аэробную нагрузку.

Заключение. Наиболее перспективной является фенотип-ориентированная мультимодальная стратегия, в которой выбор метода определяется не только наличием симптомов, но и типом контингента, характером нагрузки и предполагаемым субстратом поражения.

Ключевые слова: скрытая дисфункция сердца; доклиническая сердечная недостаточность; глобальная продольная деформация; GLS; стресс-эхокардиография; кардиальная MPT; NT-proBNP; правожелудочковый резерв; предсердная функция

Для цитирования: Андреев Д.А., Киш А.А., Разинкин С.М. Методологические подходы к ранней диагностике скрытой дисфункции сердца //Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2026. №2. С. 51–58 DOI: 10.33266/2782-6430-2026-2-51-58

DOI: 10.33266/2782-6430-2026-2-51-58

D.A. Andreev, A.A. Kish, S.M. Razinkin

Methodological Approaches to Early Diagnostics of Hidden Heart Dysfunction

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Kish Anna Andreevna: akish@yandex.ru

Abstract

Objective: Occult cardiac dysfunction is a preclinical stage of myocardial remodeling in which symptoms are absent or nonspecific, left ventricular ejection fraction may remain preserved, while more sensitive mechanical, diastolic, tissue and biomarker signals already indicate impaired cardiac reserve. The aim of this paper was to provide an IMRAD-oriented review and comparative assessment of current methods for early detection of occult cardiac dysfunction in apparently healthy individuals and in patients with somatic disease, and to define the role of the author's expanded exercise echocardiography protocol within a contemporary diagnostic model.

Material and methods: the evidence base included clinically relevant publications from January 2021 to February 2026 and the author's diagnostic materials obtained in athletes, athletes with overtraining syndrome, individuals with chronic psychoemotional stress, and Arctic shift workers.

Results. No single marker was sufficient across phenotypes. In individuals without established somatic disease but exposed to high professional or sports load, the most sensitive tools were left ventricular global longitudinal strain, standardized exercise echocar-

diography, and multichamber assessment of right ventricular, atrial and diastolic reserve. In hypertension, type 2 diabetes, obesity, cardio-oncology and related somatic settings, the highest value was achieved by combining GLS, algorithmic diastolic assessment, natriuretic peptides, high-sensitivity troponins and cardiac magnetic resonance with T1/ECV mapping and feature tracking. The author's method identifies occult dysfunction even when biomarkers and ejection fraction remain normal by analyzing reserve responses to submaximal aerobic load. A phenotype-oriented multimodal strategy appears to be the most rational approach for timely identification and prevention of progression.

Keywords: *occult cardiac dysfunction; pre-heart failure; global longitudinal strain; exercise echocardiography; cardiac magnetic resonance; NT-proBNP; right ventricular reserve; atrial function*

For citation: Andreev DA, Kish AA, Razinkin SM. Methodological Approaches to Early Diagnostics of Hidden Heart Dysfunctionn. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2026.2:51-58. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2026-2-51-58

Введение

Ранняя диагностика скрытой дисфункции сердца в последние годы стала одной из ключевых задач клинической кардиологии. Современная концепция стадий сердечной недостаточности, закреплённая в рекомендациях АНА/ACC/HFSA и ESC, выделяет доклинический континуум от лиц с факторами риска до бессимптомных пациентов с первыми признаками поражения сердца [2, 6 – 8].

В рамках этой концепции под скрытой дисфункцией сердца целесообразно понимать совокупность субклинических нарушений, которые ещё не сопровождаются развёрнутой сердечной недостаточностью, но уже отражают снижение сократительного, диастолического, предсердного или правожелудочкового резерва. Важно, что такие изменения могут существовать при нормальной или квазинормальной фракции выброса левого желудочка, что ограничивает ценность традиционной парадигмы, основанной почти исключительно на показателе LVEF. Поэтому современный поиск сместился к более чувствительным маркерам – продольной деформации миокарда, нагрузочной гемодинамике, тканевой характеристике по данным кардиальной МРТ и мультимаркерной лабораторной стратификации [9 – 11].

Однако скрытая дисфункция сердца не является единым феноменом. У пациентов с артериальной гипертензией, сахарным диабетом 2 типа, ожирением, хронической болезнью почек, после кардиотоксической терапии или при ранних формах кардиомиопатий она чаще отражает структурно – метаболическое поражение миокарда: диффузный интерстициальный фиброз, нарушение релаксации, субэндокардиальное повреждение кардиомиоцитов, микроциркуляторную дисфункцию. У условно здоровых лиц – спортсменов, руководителей, специалистов экстремальных профессий, работников Севера – доклинические изменения часто проявляются иначе: в покое сердце может выглядеть формально сохранным, но в условиях физической нагрузки демонстрирует ограниченный, парадоксальный или дискоординированный резерв.

Стандартная эхокардиография сохраняет статус метода первой линии, но ее чувствительность к раннему поражению миокарда ограничена. В научном заявлении АНА 2025 года и ряде работ последних лет показано, что глобальная продольная деформа-

ция левого желудочка обладает большей чувствительностью к ранним изменениям механики миокарда, чем фракция выброса левого желудочка (LVEF), а референсные значения глобальной продольной деформации (GLS) должны интерпретироваться с учётом пола, возраста, метода постобработки и типа обследуемого контингента [2, 10, 12, 13]. Наряду с этим обновлённые рекомендации ASE 2025 года подчёркивают необходимость алгоритмической оценки диастолической функции, а обзоры 2024 года показывают, что оценка диастолической функции левого желудочка посредством стресс – эхокардиографии особенно полезно при скрытых фенотипах сердечной недостаточности с сохранённой фракцией выброса (HFpEF), которые в покое могут не проявляться при рутинной диагностике [11; 14; 15].

Кардиальная МРТ с T1 – картированием, расчётом внеклеточного объёма, контрастным усилением гадолинием в отсроченную фазу и определение параметров деформации миокарда по данным магнитно – резонансной томографии (МРТ), позволяет выявлять диффузный фиброз и субклиническое снижение миокардиальной функции у пациентов с гипертензией, диабетом, ожирением и анамнезом кардиотоксичной полихимиотерапии ещё до снижения фракции выброса [2; 16 – 19]. Дополнительный слой диагностики формируют NT – proBNP и высокочувствительный кардиальный тропонин, а также AI – усиленная ЭКГ, способная выполнять роль масштабируемого скринингового инструмента [9, 20, 21].

Диагностические подходы для условно здоровых лиц с функциональными расстройствами практически отсутствуют в литературе. В этом контексте представляют интерес материалы авторской методики ранней диагностики скрытой дисфункции сердца, основанной на расширенном протоколе эхокардиографии в покое и в течение первой минуты после стандартизированной аэробной нагрузки. Включение названного функционального модуля позволяет сопоставить два принципиально разных фенотипа ранней дисфункции – структурно-метаболический и резервно-нагрузочный.

Цель работы – провести сравнительную оценку современных методов ранней диагностики скрытой дисфункции сердца у условно здоровых лиц и у пациентов с соматической патологией, а также определить место авторской методики расширенной эхокардиографии с нагрузочным тестированием в

фенотип – ориентированном диагностическом алгоритме.

Материалы и методы

Работа выполнена как обзорно-аналитическое исследование, обобщающее и синтезирующее существующие исследования по ранней диагностике скрытой дисфункции сердца с элементами вторичного анализа авторских диагностических материалов. Поиск литературы проводили по публикациям 2021 – 2026 гг. с приоритетом для клинических рекомендаций, научных заявлений профессиональных обществ, систематических обзоров и оригинальных исследований, посвящённых доклинической сердечной недостаточности, скрытой миокардиальной дисфункции, GLS, диастолической функции, стресс – эхокардиографии, кардиальной МРТ, сердечным биомаркерам и AI – усиленной электрокардиографии [1, 2, 5 – 21].

В обзорную часть включали источники, удовлетворяющие следующим условиям: взрослые люди без развёрнутой сердечной недостаточности или с предполагаемой доклинической стадией заболевания; исследования, в которых оценивались методы выявления раннего поражения миокарда при сохранённой или пограничной LVEF; публикации, содержащие диагностические, стратификационные или прогностические данные. Исключали работы, посвящённые преимущественно уже сформированной сердечной недостаточности без отдельного анализа предсердечной недостаточности или субклинических стадий.

Во второй части анализа представлены материалы авторской методики ранней диагностики скрытой дисфункции сердца. Согласно приведённым данным, методика сформирована на основе комплексного обследования 204 мужчин, разделённых на пять групп: здоровые спортсмены группы «Спорт» (n = 52), спортсмены с синдромом перетренированности группы «OTS» (n = 51), лица с хроническим психоэмоциональным стрессом группы «Стресс» (n = 50), работники вахтового метода в начале работы в районах Крайнего Севера группы «Север» (n = 37) и группа сравнения постоянно работающих вахтовиков (n = 14).

Для исключения явной кардиальной патологии во всех группах выполнялись электрокардиография, суточное холтеровское мониторирование, магнитно-резонансная томография сердца с контрастным усилением гадолинием в отсроченную фазу и мультиспиральная компьютерная коронароангиография. Дополнительно проводились лабораторные исследования. По материалам авторской методики, уровень миоглобина, сердечного высокочувствительного тропонина и proBNP как до, так и после нагрузки оставался в референсных пределах, а клинически значимое повышение маркеров воспаления и электролитных нарушений не было выявлено.

Ключевым элементом методики являлась расширенная эхокардиография на ультразвуковом сканере экспертного класса GE LOGIQ E10 в покое и в течение первой минуты после стандартизированной аэробной нагрузки. Нагрузочный тест проводили на велоэргометре по ступенчатому протоколу 25

Вт/мин до достижения порога аэробного обмена с контролем лактата крови не выше 2 ммоль/л. В оценку включали показатели системной гемодинамики, левого желудочка, правого желудочка, обоих предсердий и диастолической функции: HR, CO, LVEDV, LVESV, LVSV, LVEF, GLS, RV FAC, S', TAPSE, LAVmin, LAEF, RAVmin, RAEF, E/A, e'm, e'l и ряд вспомогательных линейных параметров.

Статистический блок для авторской методики использовал те показатели и критерии значимости, которые были представлены в исходных материалах: внутригрупповые сравнения до и после нагрузки выполнялись с применением парного t-критерия, а межгрупповые различия профилей ответа на нагрузку оценивались по непарному t-критерию Welch. Основным аналитическим приёмом стала фенотип – ориентированная стратификация. Сравнение методов осуществляли по двум направлениям: а) тип обследуемого контингента – условно здоровые лица с высокой физической, психоэмоциональной и/или климатической нагрузкой и пациенты с соматической патологией; б) тип диагностического инструмента – стандартная эхокардиография, strain-визуализация, диастолическая и стресс – эхокардиография, биомаркеры, кардиальная МРТ и AI-ЭКГ. Такой подход позволял оценить не только общую чувствительность метода, но и то, в каком именно клиническом контексте его диагностическая ценность максимальна.

Результаты и обсуждение

Анализ литературы 2021 – 2026 гг. подтвердил, что ранняя диагностика скрытой дисфункции сердца не ограничивается снижением показателя фракции выброса левого желудочка. Современная диагностика опирается на выявление субклинических изменений механики миокарда, диастолической функции, резерва камер сердца и раннего интерстициального ремоделирования. При этом один и тот же метод демонстрирует разную чувствительность в разных фенотипах обследуемых, поэтому вопрос выбора метода становится не столько техническим, сколько клинически контекстным.

Для условно здоровых лиц главным ограничением традиционного обследования является низкая информативность результатов, полученных в состоянии покоя. Нормальная ЭКГ, отсутствие грубых структурных изменений и сохранная LVEF не исключают скрытого ограничения функционального резерва [1, 3]. В этих группах особое значение приобретают методы, способные уловить отклонение от физиологической нагрузки: GLS, стресс-эхокардиография, оценка ударного объёма и динамики сердечного выброса, а также правожелудочковый и предсердный резерв. У пациентов с соматической патологией, напротив, диагностический признак чаще появляется уже в покое и связан с хронической гемодинамической, метаболической или токсической перегрузкой миокарда, на которые указывают сочетания GLS, алгоритмической диастолической оценки, NT – proBNP, высокочувствительного сердечного тропонина и КМР (кардио – магнитно – резонансная томография) [9 – 19].

Сравнительная оценка методов показала, что стандартная эхокардиография и LVEF обязательны как входной уровень диагностики, но редко являются наиболее ранним маркером доклинического поражения. Продольная деформация левого желудочка остаётся наиболее универсальным функциональным индикатором: при риске развития сердечной недостаточности добавление GLS улучшает стратификацию пациентов стадии А и В, а референсные диапазоны, подтверждающие зависимость strain-показателей от характеристик обследуемого [10; 12; 13]. Вместе с тем показатель GLS при нормальной фракции выброса и пограничных диастолических изменениях, следует интерпретировать совместно с показателями наполнения, предсердной функции и, при необходимости, с нагрузочной пробой.

Оценка диастолической функции в покое сохраняет высокую значимость прежде всего у пациентов с соматической патологией. Обновлённые рекомендации ASE 2025 года предлагают современный алгоритм анализа E/A, e', параметров левого предсердия и признаков повышения давления наполнения [11]. Однако для условно здоровых лиц этого зачастую недостаточно: диастолические нарушения могут оставаться скрытыми в покое и проявляться только при физическом усилии. Поэтому обзоры 2024 года закономерно подчёркивают роль диастолической стресс-эхокардиографии, особенно при фенотипах ранней HFrEF и необъяснимой нагрузочной одышке [14, 15].

С точки зрения биомаркеров наибольшая информативность характерна для соматической патологии. Клинический консенсус HFA-ESC по NT-proBNP показал, что повышение натрийуретического пептида у бессимптомных пациентов с диабетом, гипертензией или коронарной болезнью может отражать раннее сердечное напряжение и предшествовать манифестной сердечной недостаточности [9]. Высокочувствительный кардиальный тропонин дополняют эту информацию как маркер раннего повреждения кардиомиоцитов. Однако в функционально перегруженных, но формально здоровых группах отрицательные биомаркеры не исключают скрытую дисфункцию, что особенно отчётливо продемонстрировали материалы авторской методики.

Кардиальная МРТ оказалась особенно ценной в фенотипах, где предполагается тканевой субстрат поражения. Систематический обзор 2025 года по популяциям с высоким риском развития сердечной недостаточности показал, что накопление гадолиния в отсроченную фазу, T1 (время релаксации миокарда) и ECV (фракция внеклеточного объёма) у бессимптомных лиц с факторами риска статистически выше, чем у контрольных групп, что отражает раннее интерстициальное расширение и фиброз [16]. Исследования при ранней гипертензии и при диабете 2 типа с ожирением продемонстрировали, что количественные методы МРТ сердца позволяют фиксировать субклиническое снижение функции ещё до падения LVEF [17; 18]. В кардиоонкологии аналогичную роль выполняет нативное T1-картирование как ранний индикатор доклинической кардиотоксичности [19].

AI-усиленная ЭКГ в настоящее время следует рассматривать не как замену визуализации, а как инструмент предскрининга. Специализированное программное решение для автоматизированного анализа УЗИ сердца EchoNext показала, что искусственный интеллект, обученный на большом массиве ЭКГ и эхокардиографических данных, способен выявлять ранее нераспознанную структурную патологию сердца и отбирать пациентов для последующего ЭхоКГ-обследования [21], что является полезным инструментом и фильтром для комплексных программ профосмотров.

Собственные авторские материалы позволили уточнить, какие именно признаки отличают физиологический резерв от скрытой дисфункции у внешне здоровых контингентов. В группе «Спорт» стандартизированная аэробная нагрузка сопровождалась трёхкратным увеличением сердечного выброса с $5,7 \pm 0,8$ до $17,8 \pm 2,2$ л/мин, ростом LVEDV с $174,6 \pm 28,1$ до $193,7 \pm 31,8$ мл, выраженным увеличением ударного объёма, повышением LVEF с $58,4 \pm 4,1$ до $73,3 \pm 4,7\%$ и усилением GLS с $-21,6 \pm 0,4$ до $-22,9 \pm 0,5$. Одновременно возрастали RV FAC, S', TAPSE, LAEF, RAEF и тканевые диастолические скорости. Такой профиль отражает полноценный систолический, правожелудочковый, предсердный и диастолический резерв.

В группе «OTS» профиль ответа оказался принципиально иным. После нагрузки LVEDV уменьшался с $146,5 \pm 33,5$ до $127,8 \pm 26,7$ мл, LVSV практически не возрастал, сердечный выброс увеличивался только примерно в 2 раза, главным образом за счёт тахикардии, а GLS ухудшался с $-17,8 \pm 1,1$ до $-16,1 \pm 1,7$. Одновременно снижались RV FAC, S', TAPSE, LAEF, RAEF, e'm и e'l. Межгрупповое сравнение с группой «Спорт» показало противоположную направленность изменений по большинству ключевых параметров, что позволяет рассматривать данный фенотип как модель скрытой дисфункции с отрицательным нагрузочным резервом.

В группе «Стресс» также был выявлен неблагоприятный функциональный профиль. Несмотря на рост LVEF с $63,6 \pm 6,5$ до $77,5 \pm 7,3\%$ и двукратное увеличение сердечного выброса, GLS ухудшался с $-17,6 \pm 1,7$ до $-16,2 \pm 2,0$, RV FAC снижался с $53,1$ до $31,1\%$, TAPSE – с $19,8$ до $16,0$ мм, LAEF – с $71,0$ до $54,5\%$, а тканевые диастолические скорости уменьшались. Это подтверждает, что нормальная или даже высокая фракция выброса после нагрузки не равна сохранной механике миокарда: за красивой цифрой может скрываться цена, которую платит резерв.

Особый интерес представляют данные группы «Север». У работников, приступавших к вахте в экстремальных климатических условиях, при повторной ЭхоКГ покоя LVEDV, LVSV и LVEF существенно не менялись, но GLS ухудшался с $-21,8 \pm 0,5$ до $-16,0 \pm 1,7$, RV FAC снижался с $44,6$ до $25,2\%$, TAPSE – с $23,0$ до $14,5$ мм, а показатели предсердной функции также демонстрировали неблагоприятную динамику. В группе сравнения длительно работающих вахтовиков значения GLS, RV FAC, TAPSE, LAEF и RAEF были существенно

Таблица

Сравнительная клиническая ценность методов ранней диагностики скрытой дисфункции сердца
Comparative clinical value of early diagnosis methods for latent cardiac dysfunction

Метод	Условно здоровые лица	Соматическая патология	Преимущества	Ограничения	Позиция в алгоритме
ЭКГ + стандартная ЭхоКГ и LVEF	Необходимый базовый фильтр, но часто нормальны при снижении резерва	Выявляют явные структурные и насосные изменения, но могут быть мало чувствительны на ранней стадии	Доступность, воспроизводимость, пригодность для массового скрининга	Низкая чувствительность к субклиническим изменениям	Первый шаг у всех пациентов
GLS левого желудочка	Один из самых чувствительных маркеров ранней дисфункции; информативен даже при нормальной LVEF	Высокая чувствительность к раннему субэндокардиальному повреждению и pre-HF	Универсальность, прогностическая значимость.	Зависимость от платформы, возраста, качества изображения	Обязательный компонент углублённой ЭхоКГ
Диастолическая оценка в покое	Может быть нормальной при скрытом дефиците резерва	Особенно информативна при гипертензии, диабете, ожирении и ранней HFpEF.	Помогает оценивать давление наполнения и скрытую HFpEF.	Часть параметров перекрывается с нормой, особенно у тренированных лиц	Второй шаг после стандартной ЭхоКГ
Стресс-эхокардиография	Наиболее информативна: выявляет отрицательный резерв, тахикардический профиль, скрытую правожелудочковую и предсердную дисфункцию	Полезна при ранней HFpEF и нагрузочных симптомах, но применяется более избирательно.	Фиксирует нарушения, не видимые в покое.	Требует стандартизации протокола и опытного оператора	Ключевой метод для функционально перегруженных контингентов
Оценка RV и предсердий	Высоко информативна для выявления раннего многокамерного дефицита резерва	Дополняет основную диагностику, особенно при HFpEF и лёгочной сосудистой нагрузке	Позволяет увидеть многокамерный характер ранней дисфункции.	Реже включается в рутинный подробный анализ	Обязательное дополнение к нагрузочной ЭхоКГ у внешне здоровых
NT-proBNP и hs-тропонин	Нередко остаются нормальными при функциональном стрессе и перетренированности	Высоко полезны для раннего выявления ИБС, кардиомиопатий и стратификации риска	Доступность и хорошая клиническая валидность	Меньшая чувствительность к чисто резервным нарушениям	Обязательны при соматической патологии
KMP: T1/ECV, движение миокарда, контрастное усиление гадолиний в отсроченную фазу	Используется при поиске тканевого субстрата или для исключения скрытой патологии	Один из лучших методов верификации диффузного фиброза, метаболического и токсического поражения	Тканевая характеристика и высокая чувствительность	Стоимость, меньшая доступность, не подходит для массового скрининга	Метод второй линии при соматических фенотипах
AI-ЭКГ	Перспективна для предскрининга больших групп	Полезна для маршрутизации пациентов на визуализацию	Масштабируемость и низкая стоимость на этапе отбора	Не заменяет ЭхоКГ и KMP	Предскрининг и сортировка
Авторская методика СДС	Максимально эффективна: выявляет скрытую дисфункцию при нормальных биомаркерах и сохранной LVEF за счёт анализа ответа на субмаксимальную нагрузку	Может применяться как углубляющий функциональный модуль, но не заменяет биомаркеры и KMP	Оценивает не только покой, но и резерв левого, правого желудочка, предсердий и диастолы	Необходима валидация на более широких выборках	Специализированный метод для лиц экстремальных профессий

Примечание: СДС-скрытая дисфункция сердца; RV FAC- fractional area change правого желудочка; hs -тропонин – высокочувствительный тропонин.

лучше, что позволяет трактовать эти различия как проявление адаптированного и неадаптированного резервного профиля.

На основании сопоставления литературных данных и авторских материалов были выделены ключевые критерии скрытой дисфункции сердца у условно здоровых и функционально перегруженных лиц: 1) ухудшение GLS в покое при сохранной LVEF и нормальном минутном объёме; 2) низкий LVEDV в покое и отсутствие его физиологического прироста на нагрузку; 3) тахикардический прирост CO при слабом или отрицательном приросте LVSV; 4) нагрузочно-индуцированное снижение RV FAC, S', TAPSE, LAEF и RAEF; 5) ухудшение $e'm$ и $e'l$ как признак скрытой диастолической дисфункции. Эти критерии легли в основу фенотип-ориентированного алгоритма, представленного на рисунке.

Обсуждение результатов

Полученные результаты показывают, что скрытая дисфункция сердца не может быть полноценно охарактеризована одним тестом и одной физиологической моделью. У пациентов с соматической патологией ведущим механизмом часто является хроническое структурно-метаболическое ремоделирование. Соответственно, у них диагностическая логика строится от покоя к верификации: сначала используются ЭхоКГ с GLS, алгоритм диастолической функции и биомаркеры, а затем, при необходимости, КМР для уточнения тканевого субстрата. У условно здоровых лиц с высокой нагрузкой ведущим механизмом нередко выступает ограничение резерва.

Основным преимуществом strain-эхокардиографии является её относительная универсальность. Показатель GLS чувствителен и при соматической

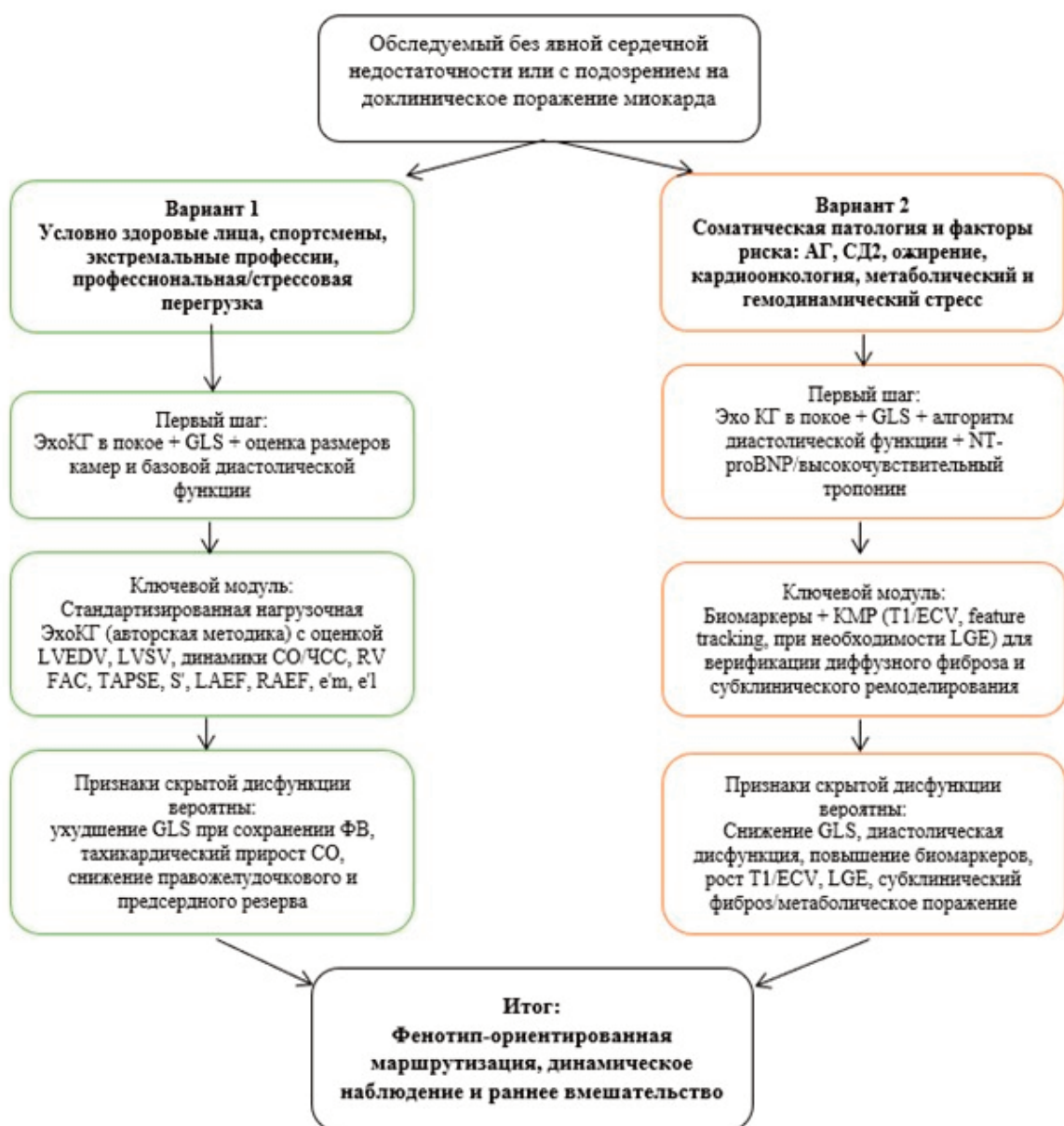


Рисунок. Фенотип-ориентированный алгоритм ранней диагностики скрытой дисфункции сердца

Figure. A phenotype-based algorithm for early diagnosis of latent cardiac dysfunction

патологии, и в профессионально перегруженных группах. Но его роль в этих фенотипах различна. В первом случае GLS часто является маркером уже начавшегося субэндокардиального повреждения и ремоделирования; во втором – индикатором того, что сердце даже в покое механически работает менее эффективно, чем должно работать у данного контингента. Поэтому интерпретация GLS без фенотипического контекста приводит либо к гипердиагностике, либо к пропуску значимых изменений.

Авторская методика не конкурирует с рекомендациями ASE, AHA или ESC, а дополняет их за счёт стандартизированной оценки резервных реакций, что важно для мониторинга спортсменов, лиц экстремальных профессий, руководителей с хроническим стрессом и работников Крайнего Севера. В этих группах биомаркеры могут оставаться нормальными, а явной структурной патологии ещё нет. В рамках представленных данных реализован тест, позволяющий через расширенную ЭхоКГ в покое и в течение первой минуты после аэробной нагрузки получить и оценить клинический профиль ответа на физическое усилие.

Отдельного внимания заслуживает правый желудочек и предсердия. В рутинной практике они часто оцениваются как второстепенные параметры, однако материалы авторской методики показывают, что именно RV FAC, TAPSE, S', LAEF и RAEF могут оказаться ранними и высокочувствительными признаками скрытой дисфункции в функционально перегруженных группах. Это согласуется с современными представлениями о сердечной дисфункции как о многокамерном процессе, в котором ранние нарушения координации и наполнения могут предшествовать явной левожелудочковой недостаточности.

У пациентов с соматической патологией наибольшую ценность, напротив, сохраняют методы, ориентированные на тканевую и биохимическую верификацию. Повышение NT-proBNP у бессимптомного пациента с диабетом или гипертензией, ухудшение GLS при сохранной LVEF, рост T1 и ECV на КМР, субклинические изменения при оценке механики и деформации миокарда – это разные отражения одного и того же процесса, а именно перехода от фактора риска к морфофункциональному поражению миокарда. Поэтому для таких пациентов оптимальна ступенчатая стратегия: клиническая стратификация, ЭхоКГ с GLS, биомаркеры и КМР при необходимости углублённой фенотипизации.

AI-ЭКГ, вероятно, будет играть все более важную роль в популяционном и профессиональном скрининге. Однако это скорее инструмент маршрутизации, а не диагностики, так как не заменяет анализ нагрузки, камерного резерва или диффузного фиброза. AI-ЭКГ может быть эффективна при большом потоке пациентов, и низком ресурсе экспертного ЭхоКГ.

С методологической точки зрения настоящая работа подчёркивает необходимость различать два уровня ранней кардиодиагностики. Первый уровень – универсальный, пригодный для широкой клинической практики: ЭхоКГ с GLS, диастолическая оценка, биомаркеры. Второй уровень – фенотип-специфический: нагрузочная многокамерная

эхокардиография для функционально перегруженных контингентов и КМР – отслеживание отклонений для соматических фенотипов с предполагаемым тканевым субстратом. Именно такая двухконтурная модель представляется наиболее реалистичной для систем здравоохранения, где нужно сочетать чувствительность, стоимость и воспроизводимость.

Таким образом, ранняя диагностика скрытой дисфункции сердца должна строиться с учётом фенотипа. Для пациентов с соматической патологией ключом становится раннее выявление структурно-метаболического ремоделирования; для условно здоровых лиц – раннее выявление дефицита резерва. Авторская методика представлена в виде вторично анализируемых материалов и преимущественно основана на мужских выборках, что требует дальнейшей валидации у женщин и в более широкой возрастной структуре. Кроме того, strain-показатели зависят от оборудования и программного обеспечения, а нагрузочные протоколы требуют стандартизации. В тоже время сочетание современной доказательной базы и функциональной авторской методики позволяет рассматривать её в системе клинически значимых методов ранней диагностики скрытой дисфункции сердца.

Заключение

Скрытая дисфункция сердца представляет собой гетерогенный доклинический синдром, который может проявляться нарушением продольной сократимости, диастолической релаксации, правожелудочкового и предсердного резерва при сохранной или малоизменённой фракции выброса. Наиболее универсальным методом первой линии является эхокардиография с оценкой GLS, однако её диагностическая ценность значительно возрастает при интерпретации в фенотипическом контексте и в сочетании с диастолическими и камерными параметрами. У пациентов с соматической патологией наибольшую информативность демонстрирует мультимодальная комбинация ЭхоКГ с GLS, алгоритмической оценки диастолической функции, NT-proBNP/высокочувствительных тропонинов и кардиальной МРТ с T1/ECV-картированием. У условно здоровых лиц с высокой профессиональной, спортивной или климатической нагрузкой наиболее чувствительным подходом является стандартизированная нагрузочная многокамерная эхокардиография, позволяющая выявлять отрицательный резерв даже при нормальных биомаркерах и сохранной LVEF.

Результаты сравнительной оценки свидетельствуют о целесообразности авторской методики ранней диагностики скрытой дисфункции сердца для скрининга и динамического наблюдения спортсменов и лиц экстремальных профессий, поскольку она выявляет сочетание ухудшения GLS, ограниченного прироста LVSV, тахикардического ответа, правожелудочковой, предсердной и диастолической дисфункции на нагрузку. Наиболее перспективной диагностической моделью является фенотип-ориентированная система, объединяющая первичный скрининг, углублённую эхокардиографию, биомаркеры, КМР и, при необходимости, AI-ЭКГ как инструмент первичной сортировки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Шарыкин А.С., Бадтиева В.А., Иванова Ю.М., Усманов Д.М. и др. Возможности эхокардиографического скрининга у спортсменов. Часть 2. Структурные изменения сердца // Спортивная медицина: наука и практика. 2023. Т.13. №1. С. 5-20 [Sharykin A.S., Badtieva V.A., Ivanova Yu.M., Usmanov D.M., et al. Possibilities of Echocardiographic Screening in Athletes. Part 2. Structural Changes in the Heart. *Sportivnaya Meditsina: Nauka i Praktika* = Sports Medicine: Science and Practice. 2023;13;1:5-20 (In Russ.)]. Doi: 10.47529/2223-2524.2023.1.11
2. Мацкеплишвили С.Т., Саидова М.А., Мироненко М.Ю., Сафарова А.Ф., Павлюкова Е.Н., Бощенко А.А., Ярославская Е.И., Ахундова С.Ю., Скидан В.И., Иртыга О.Б., Козленок А.В., Федорова Д.Н. Выполнение стандартной трансторакальной эхокардиографии: Методические рекомендации 2024 // Российский кардиологический журнал. 2025. Т.30. №2. С. 62-71 [Matskeplishvili S.T., Saidova M.A., Mironenko M.Yu., Safarova A.F., Pavlyukova E.N., Boshchenko A.A., Yaroslavskaya E.I., Akhunova S.Yu., Skidan V.I., Irtyuga O.B., Kozlenok A.V., Fedorova D.N. Standard Transthoracic Echocardiography. Guidelines 2024. *Rossiyskiy Kardiologicheskiy Zhurnal* = Russian Journal of Cardiology. 2025;30;2:62-71 (In Russ.)]. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6271.
3. Шарыкин А.С. и др. Сердце спортсмена: явные и скрытые угрозы // Российский кардиологический журнал. 2022. Т.27. №6S. С. 60-61 [Sharykin A.S., et al. The Athlete's Heart: Obvious and Hidden Threats. *Rossiyskiy Kardiologicheskiy Zhurnal* = Russian Journal of Cardiology. 2022;27;6S:60-61 (In Russ.)]. doi: 10.15829/1560-4071-2022-6S.
4. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена // Прикладная спортивная наука. 2015. №2. С. 115-125 [Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Heart Rate Variability in the Rapid Assessment of the Functional State of an Athlete. *Prikladnaya Sportivnaya Nauka* = Applied Sports Science. 2015;2:115-125 (In Russ.)].
5. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022;145(18):e895-e1032. doi:10.1161/CIR.0000000000001063.
6. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Eur Heart J*. 2021;42(36):3599-3726. doi:10.1093/eurheartj/ehab368.
7. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Eur Heart J*. 2023;44(37):3627-3639. doi:10.1093/eurheartj/ehad195.
8. Bayes-Genis A, Docherty KF, Petrie MC, et al. Practical Algorithms for Early Diagnosis of Heart Failure and Heart Stress Using Nt-Probnp: a Clinical Consensus Statement from the Heart Failure Association of the ESC. *Eur J Heart Fail*. 2023;25(10):1891-1898. doi:10.1002/ehfj.3036.
9. Mihos CG, et al. Speckle-Tracking Strain Echocardiography for the Assessment of Left Ventricular Structure and Function: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2025;152(10):e96-e109. doi:10.1161/CIR.0000000000001354.
10. Nagueh SF, Sanborn DY, Oh JK, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography and for Heart Failure with Preserved Ejection Fraction Diagnosis: an Update From the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2025;38(7):537-569. doi:10.1016/j.echo.2025.03.011.
11. Haji K, Huynh Q, Wong C, Stewart S, Carrington M, Marwick TH. Improving the Characterization of Stage A and B Heart Failure by Adding Global Longitudinal Strain. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(8):1380-1387. doi:10.1016/j.jcmg.2022.03.007.
12. Nyberg J, Jakobsen EO, Ostvik A, et al. Echocardiographic Reference Ranges of Global Longitudinal Strain for All Cardiac Chambers Using Guideline-Directed Dedicated Views. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023;16(12):1516-1531. doi:10.1016/j.jcmg.2023.08.011.
13. 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.
14. Laws JL, Ruiz Maya T, Gupta DK. Stress Echocardiography for Assessment of Diastolic Function. *Curr Cardiol Rep*. 2024;26(12):1461-1469. doi:10.1007/s11886-024-02142-2.
15. Yuasa N, Harada T, Kagami K, Ishii H, Obokata M. The Roles of Exercise Stress Echocardiography for the Evaluation of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction in the Heart Failure Pandemic Era. *J Med Ultrason* (2001). 2024;51(3):437-445. doi:10.1007/s10396-024-01468-2.
16. Doyle RS, Walsh R, Walsh J, Temperley HC, McCormick J, Giblin G. Systematic Review and Meta-Analysis of Cardiac MRI T1 and ECV Measurements in Pre-Heart Failure Populations. *Hearts*. 2025;6(3):22. doi:10.3390/hearts6030022.
17. Fang B, Liao W, Zhong J, Zhong J. Subclinical Myocardial Dysfunction Assessed by Cardiac Magnetic Resonance Feature Tracking Predicts Ventricular Arrhythmias in Early-Stage Hypertension. *Front Cardiovasc Med*. 2025;12:1632100. doi:10.3389/fcvm.2025.1632100.
18. Li XM, Jiang L, Liu X, et al. Myocardial Interstitial Fibrosis and Subclinical Left Ventricular Systolic Dysfunction in Type 2 Diabetes Mellitus Patients with Obesity: a 3.0 T MRI Study. *Cardiovasc Diabetol*. 2025;25(1):22. doi:10.1186/s12933-025-03025-8.
19. Mohamed AA, et al. Assessment of Native Myocardial T1 Mapping for Early Detection of Anthracycline-Induced Cardiotoxicity in Patients with Cancer: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Toxicol*. 2024;24(6):563-575. doi:10.1007/s12012-024-09866-1.
20. Poterucha TJ, Jing L, Pimentel Ricart R, et al. Detecting Structural Heart Disease from Electrocardiograms Using AI. *Nature*. 2025;644(8075):221-230. doi:10.1038/s41586-025-09227-0.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 12.04.2026. **Принята к публикации:** 05.05.2026.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 12.04.2026. **Accepted for publication:** 05.05.2026