

Стресс-эхокардиография как инструмент для диагностики атеросклеротических изменений коронарных артерий у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца

О.В. Сурнина^{1, 2}, И.А. Пономарева¹, Д.С. Зайцев¹, М.Ю. Сметанин¹, М.С. Сосновских¹,
И.Е. Ламонова¹, А.М. Седельников¹, Ю.Д. Ефремова², Д.Р. Осипов²

¹ Бюджетное учреждение здравоохранения Удмуртской Республики
«Республиканский клинико-диагностический центр МЗ УР»
426067, г. Ижевск, ул. Труда, 17

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ижевская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
426034, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281

Аннотация

Цель исследования: оценка потенциала стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) в прогнозировании наличия гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий. **Материал и методы.** В исследование 2024 г. было включено 1529 человек со стабильным течением ишемической болезни сердца (ИБС). Всем пациентам выполнена стресс-ЭхоКГ с фармакологической (добутамин) или физической (велозергометр (ВЭМ), тредмил) нагрузкой для оценки состояния миокарда, перед началом исследования каждому пациенту проведено измерение уровня артериального давления с целью определения наличия гипертензии, 1212 из них (79,27 %) проведена коронарография. **Результаты.** У 53,83 % обследованных выявлена артериальная гипертензия разной степени. По результатам проведения стресс-ЭхоКГ, у 996 (65,17 %) пациентов получена положительная проба (отсутствие прироста сократимости), у 530 (53,21 %) из них были обнаружены стенозы коронарных артерий более 50 %. У большинства также наблюдалась диастолическая дисфункция левого желудочка (98,41 %). Нормальная диастолическая функция выявлена у 1,59 % обследованных, только 12 из них проведена коронарография, по результатам которой обнаружен стеноз передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ). На основании ROC-анализа точность метода составила 92,72 %, чувствительность – 93,81 %, специфичность – 72,02 %. **Выводы.** Стресс-эхокардиография продемонстрировала достаточно высокий уровень достоверности, чувствительности и специфичности, что свидетельствует о необходимости проведения данной процедуры всем пациентам с подозрением на ИБС со средней и высокой предтестовой вероятностью, чтобы снизить количество коронарографических исследований.

Ключевые слова: стресс-эхокардиография, коронарография, ишемическая болезнь сердца, стеноз.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки. Ефремова Ю.Д., e-mail: julia_efremova99@mail.ru

Для цитирования. Сурнина О.В., Пономарева И.А., Зайцев Д.С., Сметанин М.Ю., Сосновских М.С., Ламонова И.Е., Седельников А.М., Ефремова Ю.Д., Осипов Д.Р. Стресс-эхокардиография как инструмент для диагностики атеросклеротических изменений коронарных артерий у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. *Атеросклероз*, 2025; 21 (3): 288–295. doi: 10.52727/2078-256X2025-21-3-289-295

Stress echocardiography as a tool for diagnosing atherosclerotic changes in the coronary arteries in patients with stable coronary heart disease

O.V. Surnina^{1, 2}, I.A. Ponomareva¹, D.S. Zaitsev¹, M.Yu. Smetanin¹, M.S. Sosnovskikh¹,
I.E. Lamonova¹, A.M. Sedelnikov¹, Yu.D. Efremova², D.R. Osipov²

© Сурнина О.В., Пономарева И.А., Зайцев Д.С., Сметанин М.Ю., Сосновских М.С., Ламонова И.Е., Седельников А.М., Ефремова Ю.Д., Осипов Д.Р., 2025

¹ The Republican Clinical Diagnostic Center of the Ministry of Health of the Udmurt Republic
17, Truda st., Izhevsk, 426067, Russia

² Izhevsk State Medical Academy
281, Kommunarov st., Izhevsk, 426034, Russia

Abstract

Evaluation of the capabilities of stress echocardiography (stress EchoCG) in predicting the presence of hemodynamically significant coronary artery stenoses. **Materials and methods.** The study included 1529 people with stable coronary heart disease (CHD). All patients underwent stress echocardiography with pharmacological (dobutamine) or physical (bicycle ergometer (BEM), treadmill) load to assess the condition of the myocardium, before the study, each patient had their blood pressure measured to determine the presence of hypertension. Some patients – 1212 (79.27 %) underwent coronary angiography. **Results.** Arterial hypertension of varying degrees was detected in 53.83 % of the examined patients. According to the results of stress echocardiography, 996 (65.17 %) patients had a positive test (no increase in contractility), coronary artery stenosis of more than 50% was detected in 530 (53.21 %) of them. The majority also had diastolic dysfunction of the left ventricle (98.41 %). Normal diastolic function was detected in 1.59 % of the examined patients, only twelve of them underwent coronary angiography, according to the results of which stenosis of the anterior interventricular branch was detected. The accuracy of the method was 92.72 %, sensitivity – 93.81 %, specificity – 72.02 %. **Conclusions.** Stress echocardiography has demonstrated a fairly high level of accuracy, sensitivity and specificity, which indicates the need to perform this procedure in all patients with suspected coronary heart disease with an average and high pre-test probability in order to reduce the number of coronary angiographic studies.

Keywords: stress echocardiography, coronary angiography, coronary heart disease, stenosis.

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

Correspondence. Efremova Yu.D., e-mail: julia_efremova99@mail.ru

Citation. Surnina O.V., Ponomareva I.A., Zaitsev D.S., Smetanin M.Yu., Sosnovskikh M.S., Lamonova I.E., Sedelnikov A.M., Efremova Yu.D., Osipov D.R. Stress echocardiography as a tool for diagnosing atherosclerotic changes in the coronary arteries in patients with stable coronary heart disease. *Atherosclerosis*, 2025; 21 (3): 289–295. doi: 10.52727/2078-256X-2024-21-3-289-295

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) в настоящее время остается крайне распространенной патологией как в России, так и во всем мире. В немалой степени ее развитию способствует широкая заболеваемость атеросклерозом, который является основным предиктором развития ИБС ввиду сужения просвета сосудов при данном заболевании, в том числе коронарных артерий, что ведет к нарушению кровоснабжения миокарда. По данным Росстата, число умерших от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) россиян в 2021 г. составило 933 986 человек, или 640,3 на 100 тыс. населения (38 % всех случаев смерти), причем из них на ИБС приходится больше половины (54,4 %) [1].

Столь высокий уровень заболеваемости ставит перед врачом важнейшую задачу – своевременное выявление пациентов со стабильной ИБС, а это в свою очередь обуславливает необходимость и актуальность разработки более совершенных методов диагностики [2, 3].

Одним из таких уникальных методов диагностики является стресс-эхокардиография, позволяющая одновременно проводить оценку работы сердца и регистрировать характер гемодинамических изменений, возникающих во время нагрузки (физической или фармакологической) без осуществления инвазивных процедур [4, 5].

Стресс-эхокардиография – метод диагностики, пользующийся успехом в кардиологических отделениях всего мира, в основном используемый для выявления скрытых ишемических изменений [4, 6, 7].

Одно из главных достоинств стресс-ЭхоКГ – это неинвазивность процедуры, которая позволяет данному методу обладать значительным преимуществом по отношению к коронарографии. Также широкому внедрению такого способа диагностики способствуют приемлемая стоимость исследования, безопасность, точность и сравнительно малое количество противопоказаний к проведению процедуры [1, 2, 5].

Цель исследования: оценка потенциала стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) в про-

гнозировании наличия гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий.

Материал и методы

Исследование проведено в 2024 г. на базе медицинских организаций Министерства здравоохранения Удмуртской Республики: отделений ультразвуковой и функциональной диагностики БУЗ УР «Республиканский клинико-диагностический центр МЗ УР», г. Ижевск; БУЗ УР «Первая Республиканская клиническая больница МЗ УР», г. Ижевск; БУЗ УР «Сарапульская районная больница МЗ УР», г. Сарапул; БУЗ УР «Воткинская районная больница МЗ УР», г. Воткинск; БУЗ УР «Можгинская районная больница МЗ УР», г. Можга; БУЗ УР «Игринская районная больница МЗ УР», пос. Игра; БУЗ УР «Увинская районная больница МЗ УР», пос. Ува. В него были включены 1529 пациентов в возрасте от 34 до 82 лет, из них 826 человек (54 %) – мужчины, 703 (46 %) – женщины. Все пациенты прошли стресс-эхокардиографию, 1212 (79,27 %) из них была проведена коронарография. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Ижевской государственной медицинской академии (протокол № 790 от 22.09.2024). Перед началом исследования все пациенты подписали информированное добровольное согласие на проведение указанных видов вмешательств. Средний возраст обследованных составил 62 года. Данные о пациентах представлены в табл. 1. Все пациенты были разделены на группы по возрасту: 30–40 лет

(1,37 %), 40–50 лет (9,03 %), 50–60 лет (23,81 %), 60–70 лет (47,54 %), 70–80 лет (17,92 %) и 80–90 лет (0,33 %).

Перед началом исследования каждому пациенту проведено измерение уровня артериального давления. Артериальная гипертензия является одним из наиболее значимых факторов риска для возникновения атеросклероза, способствующего стенозированию артерий и, как следствие, появлению ИБС [8]. У 53,83 % исследуемых пациентов была обнаружена артериальная гипертензия разной степени (табл. 2).

Стресс-эхокардиография с нагрузкой

При проведении исследования врачи строго придерживались рекомендаций Европейской эхокардиографической ассоциации по стресс-эхокардиографии [9]. Пациентам проводилась стресс-ЭхоКГ с использованием одного из двух видов нагрузки: 348 человек (22,76 %) получили фармакологическую нагрузку (добутамин), 1181 человек (77,24 %) – физическую (ВЭМ или тредмил). Предпочтение отдавалось физической нагрузке ввиду ее физиологичности и хорошей переносимости пациентами [9]. Однако недостатком явилось снижение качества визуализации в связи с гипервентиляцией на пике пробы. Фармакологическая нагрузка была дана пациентам, имеющим помимо ИБС иные заболевания: ортопедические, неврологические, сосудистые и т.д., ставшие препятствием для выполнения пробы с физической нагрузкой.

Таблица 1

Возраст пациентов, прошедших стресс-ЭхоКГ и коронарографию

Table 1

Age of patients who underwent stress echocardiography and coronary angiography

Возраст, лет / Age, years	Количество прошедших стресс-эхокардиографию / Number of patients who underwent stress echocardiography, n	Количество прошедших коронарографию / Number of patients who underwent coronary angiography, n (%)
30–40	21	11 (52,38)
40–50	138	76 (55,07)
50–60	364	278 (76,37)
60–70	727	647 (89,00)
70–80	274	195 (71,17)
80–90	5	5 (100)
Итого:	1529	1212 (79,27)

Таблица 2

Количество пациентов с артериальной гипертензией по классификации уровней артериального давления, n (%)

Table 2

Number of patients with arterial hypertension according to classification of arterial pressure levels n (%)

Классификация уровней артериального давления / Classification of blood pressure levels	Количество чел. / Number of people, n (%)
Оптимальное / Optimal	116 (7,58)
Нормальное / Normal	290 (18,97)
Высокое нормальное / High normal	300 (19,65)
АГ 1-й степени / Grade 1 hypertension	422 (27,59)
АГ 2-й степени / Grade 2 hypertension	137 (8,97)
АГ 3-й степени / Grade 3 hypertension	0 (0)
Изолированная систолическая АГ / Isolated systolic hypertension	264 (17,24)

Недостатком для такого вида нагрузки является более высокий риск развития осложнений.

Исследование на вертикальном велоэргометре проводилось со ступенчатым увеличением нагрузки и одновременным выполнением стресс-ЭхоКГ. Каждая ступень длилась 3 минуты, по истечении которых производилось увеличение нагрузки на 25 Ватт.

При выполнении тредмил-теста имело место затруднение мониторингования, в связи с чем ЭхоКГ проводилась сразу после прекращения нагрузки (не позднее одной минуты после ее окончания). Такая методика обследования становится возможной благодаря длительному сохранению нарушений локальной сократимости после окончания нагрузки [9].

В ходе проведения пробы с добутамином пациенту непрерывно вводился препарат, начиная с 5 мкг/кг/мин и увеличением его дозы через каждые 3 минуты (до 10, 20, 30, 40 мкг/кг/мин).

Измерения проводились на разных ступенях нагрузки: через 1 ступень было проведено 526 человек (34,39 %), 2 — 380 человек (24,87 %), 3 — 574 человека (37,57 %), 4 — 49 человек (3,17 %).

Для визуализации сократимости левого желудочка применялись ультразвуковые системы SIEMENS ACUSON SC2000 с секторным фазированным датчиком 4P1 на частоте 1–4 МГц, SIEMENS ACUSON CV70 с широкополосным секторным датчиком P4-2 на частоте 2–4 МГц, PHILIPS EPIQ 7 с секторным фазированным датчиком S5-1 на частоте 1–5 МГц. Регистрировались изображения в парастернальных позициях по длинной и короткой осям, в апикальной двух- и четырехкамерной.

Результаты

Результаты исследования оценивались по трем критериям: клиническому, электрокар-

диографическому и эхокардиографическому. Клиническим критерием положительной пробы является типичный приступ стенокардии, электрокардиографическим — депрессия сегмента ST ≥ 1 мм, эхокардиографическим — возникновение или усиление нарушений локальной сократимости миокарда левого желудочка более чем в двух сегментах. По результатам проведения стресс-эхокардиографии у 996 пациентов (65,17 % обследованных) получена положительная проба, что свидетельствует о наличии переходящей ишемии миокарда. При этом коронарографию прошли только 79,27 % из всех исследуемых, у части из них обнаружены стенозы коронарных артерий более 50 %.

Группа пациентов была разделена на подгруппы с положительной пробой (отсутствие прироста сократимости) — 996 человек (65,15 %, 95 % ДИ) и с отрицательной пробой — 533 человека (34,85 %, 95 % ДИ). В ходе проведения исследования серьезных осложнений ни у кого из пациентов не возникло.

Сопоставление данных стресс-эхокардиографии и коронарографии

1212 пациентам (79,27 %) была проведена селективная коронароангиография радиальным доступом. Всем пациентам с положительным ишемическим тестом была проведена коронарография, у большинства из них обнаружены стенозы коронарных артерий (КА) (более 50 %). Из пациентов, имевших отрицательную пробу, коронарография была проведена 501 пациенту (94 %), у 35 из них (7 %) обнаружены стенозы КА более 50 %. Результаты коронарографии представлены в табл. 3.

У 1505 пациентов (98,41 %) в ходе проведения стресс-ЭхоКГ была обнаружена диастолическая дисфункция левого желудочка (ДДЛЖ) (табл. 4). В норме скорость трансмитрального

Таблица 3

Наличие стенозов коронарных артерий у пациентов с положительной пробой по стресс-ЭхоКГ

Table 3

Presence of coronary artery stenosis in patients with a positive stress echocardiography test

Положительная проба с коронарографией / Positive test and coronary angiography	Количество чел. / Number of people, n (%)
Стенозирование более 50 % / Stenosis more than 50 %	530 (53,21)
Менее 50 % / Less than 50 %	181 (18,17)

Таблица 4

Оценка диастолической функции левого желудочка при стресс-ЭхоКГ

Table 4

Assessment of diastolic function of the left ventricle during stress echocardiography

Диастолическая функция левого желудочка / Left ventricular diastolic function	Количество чел. / Number of people, n (%)
Диастолическая дисфункция левого желудочка / Left ventricular diastolic dysfunction	1505 (98,41)
Нормальная диастолическая функция левого желудочка / Normal left ventricular diastolic function	24 (1,59)

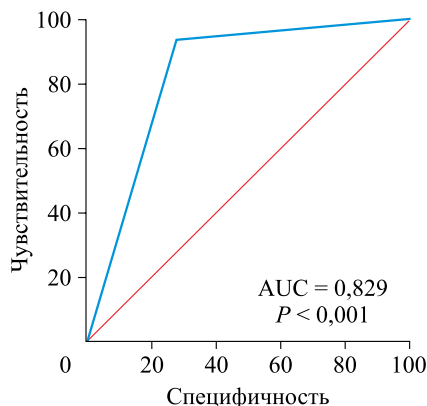
потока (Е) и скорость движения фиброзного кольца митрального клапана (е') увеличиваются пропорционально, поэтому отношение E/e' остается < 15 в покое и при нагрузке. Критерием ДДЛЖ является доплеровское соотношение $E/e' \geq 15$ на любой ступени нагрузки. Точность диагностики существенно возрастает, если одновременно с этим максимальная скорость трикуспидальной регургитации превышает 3,4 м/с [10, 11]. Нормальная диастолическая функция выявлена лишь у 1,59 % обследованных. При этом только 12 из этих пациентов прошли коронарографию, по результатам которой у них обнаружены стенозы ПМЖВ.

Для обработки данных использована программа MedCalc (v. 22.005-64bit). Статистический анализ включал в себя расчет 95%-х доверительных интервалов (ДИ) для статистически значимых коэффициентов. Для определения диагностической значимости стресс-ЭхоКГ в оценке стеноза коронарных артерий применен ROC-анализ с определением чувствительности и специфичности использованного метода, а также площади под кривой (AUC) с 95 % ДИ.

При проведении ROC-анализа с целью выявления чувствительности и специфичности стресс-эхокардиографии в отношении оценки стеноза КА установлено, что достоверность метода составляет 92,72 %, чувствительность – 93,81 %, специфичность – 72,02 %, $p < 0,001$ (рисунок).

Обсуждение

Исследование показало, что стресс-эхокардиография демонстрирует достаточно вы-



Кривая ROC-анализа для оценки чувствительности и специфичности стресс-ЭхоКГ

ROC analysis curve for assessing the sensitivity and specificity of stress echocardiography

сокую диагностическую точность в выявлении стенозов коронарных артерий у пациентов со стабильной ИБС. Это доказывает целесообразность использования стресс-ЭхоКГ в качестве первого неинвазивного визуализирующего метода при диагностике ИБС, что соответствует современным клиническим рекомендациям по ведению пациентов с данной патологией [7]. У некоторых пациентов с отрицательной пробой при проведении коронароангиографии были обнаружены гемодинамически значимые стенозы, однако их доля составила всего 7 %, при этом стоит учитывать, что некоторые факторы, например ожирение и заболевания легких, могут снижать точность исследования путем затруднения визуализации [9, 10]. Исходя из этого, можно сказать, что проведение инвазивных методов исследования пациентам с отрицательной нагрузочной пробой в большинстве случаев не является целесообразным и лишь подвергает пациента дополнительному риску, связанному с возможными осложнениями [13, 14].

У части исследуемых была обнаружена диастолическая дисфункция левого желудочка. Одним из главных провоцирующих факторов для развития ДДЛЖ является наличие артериальной гипертензии [10]. У таких больных диастолическая дисфункция формируется несколькими путями: через замедление расслабления, за счет повышения остаточного напряжения кардиомиоцитов, через фиброз миокарда [11]. Всего обследованных, страдающих разными формами АГ, 823 (53,83 %), при этом все они входят в группу пациентов, имеющих ДДЛЖ.

В целом, стресс-эхокардиография является высокоинформативным, недорогим и безопасным методом, который заслуживает широкого внедрения при диагностике ИБС у всех пациентов, не имеющих противопоказаний к данному виду исследований.

Заключение

У большинства пациентов со стенозом коронарных артерий более 50 % была получена положительная проба по стресс-ЭхоКГ (нарушение прироста сократимости), по которой можно сделать вывод о переходящем нарушении кровоснабжения миокарда. Высокие показатели достоверности (92,72 %), чувствительности (93,81 %) и специфичности (72,02 %) стресс-эхокардиографического исследования с нагрузкой свидетельствуют о необходимости проведения данной процедуры всем пациентам с подозрением на ишемическую болезнь сердца со средней и высокой предтестовой вероятностью, чтобы снизить количество коронарографических

исследований, так как данный вид процедур, в отличие от стресс-ЭхоКГ, является инвазивным и сопровождается осложнениями, в том числе жизнеопасными. Согласно результатам исследования, проведение стресс-ЭхоКГ может уменьшить количество проводимых коронароангиографических исследований.

Список литературы / References

1. Каландаров Д.М. Современные возможности стресс-эхокардиографии в обследовании пациентов с ишемической болезнью сердца. *Экономика и социум*, 2021; 6: 78–96. doi: 10.18087/cardio.2019.3.10244 [Kalandarov D.M. Modern possibilities of stress echocardiography in examination of patients with ischemic heart disease. *Economy and Society*, 2021; 6: 78–96. (In Russ.)]. doi: 10.18087/cardio.2019.3.10244
2. Donal E., Panis V., Kosmala W. Exercise stress echocardiography: a great tool that can be adapted to the clinical question? *Open Heart*, 2021; 8 (1): 1–2. doi: 10.1136/openhrt-2021-001641
3. Иванов С.И., Алехин М.Н. Практическое применение неинвазивных функциональных показателей левого желудочка при стресс-эхокардиографии в диагностике стабильной ишемической болезни сердца. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*, 2023; 16 (1): 12–16. doi: 10.17116/kardio20231601112 [Ivanov S.I., Alekhin M.N. Practical application of non-invasive left ventricular functional parameters in diagnosis of stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*, 2023; 16 (1): 12–16. (In Russ.)]. doi: 10.17116/kardio20231601112
4. Cotrim C.A., Cafê H., João I., Cotrim N., Guardado J., Cordeiro P., Cotrim H., Baquero L. Exercise stress echocardiography: Where are we now? *World J. Cardiol.*, 2022; 14 (2): 64–82. doi: 10.4330/wjc.v14.i2.64
5. Елканова М.М., Шитов В.Н., Ботвина Ю.В., Лопухова В.В., Саидова М.А., Карпов Ю.А. Стресс-эхокардиография в оценке отдаленных исходов после чрескожных коронарных вмешательств у больных со стабильной ишемической болезнью сердца. *Кардиология*, 2017; 57 (7): 13–19. doi: 10.18087/cardio.2017.7.10001 [Elkanova M.M., Shitov V.N., Botvina U.V., Lopukhova V.V., Saidova M.A., Karpov Yu.A. Stress echocardiography in the assessment of long-term outcomes after percutaneous coronary intervention in patients with stable coronary heart disease. *Cardiology*, 2017; 57 (7): 13–19. (In Russ.)]. doi: 10.18087/cardio.2017.7.10001
6. Hirasawa K., Izumo M., Akashi Y.J. Stress echocardiography in valvular heart disease. *Front. Cardiovasc. Med.*, 2023; 10: 1233924. doi: 10.3389/fcvm.2023.1233924
7. Клинические рекомендации «Стабильная ишемическая болезнь сердца». 2024. Режим доступа: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/view/6110> [Clinical practice guidelines “Stable coronary artery disease”. Available at: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/view/6110> (In Russ.)].
8. Dong L., Liu J., Qin Y., Yang W.J., Nie L., Liu H.N., Hu Q.H., Sun Y., Cao W.Y. Relationship between ambulatory arterial stiffness index and the severity of angiographic atherosclerosis in patients with H-type hypertension and coronary artery disease. *Clin. Exp. Hypertens.*, 2023; 45 (1): 2228517. doi: 10.1080/10641963.2023.2228517
9. Клинические рекомендации «Стресс-эхокардиография: согласованное мнение экспертов ЕЭА». 2013. Режим доступа: https://scardio.ru/content/Guidelines/stress_aeho_2013.pdf [Clinical practice guidelines “Stress echocardiography: the agreed opinion of the EEA experts”. Available at: https://scardio.ru/content/Guidelines/stress_aeho_2013.pdf (In Russ.)].
10. Овчинников А.Г., Агеев Ф.Т., Алехин М.Н., Беленков Ю.Н., Васюк Ю.А., Галевич А.С., Гиларевский С.Р., Лопатин Ю.М., Мареев В.Ю., Мареев Ю.В., Митьков В.В., Потехина А.В., Простакова Т.С., Рыбакова М.К., Саидова М.А., Хадзегова А.Б., Чернов М.Ю., Юшук Е.Н., Бойцов С.А. Диастолическая трансторакальная стресс-эхокардиография с дозированной физической нагрузкой в диагностике сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: показания, методология, интерпретация результатов. Согласованное мнение экспертов,работанное под эгидой ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» МЗ РФ, Общества специалистов по сердечной недостаточности (ОССН) и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ). *Кардиология*, 2020; 60 (12): 48–63. doi: 10.18087/cardio.2020.12.n1219 [Ovchinnikov A.G., Ageev F.T., Alekhin M.N., Belenkov Yu.N., Vasyuk Yu.A., Galyavich A.S., Gilyarevskiy S.R., Lopatin Yu.M., Mareev V.Yu., Mareev Yu.V., Mitkov V.V., Potekhina A.V., Prostakova T.S., Rybakova M.K., Saidova M.A., Khadzegova A.B., Chernov M.Yu., Yuschuk E.N., Boytsov S.A. The role of diastolic transthoracic stress echocardiography with incremental workload in the evaluation of heart failure with preserved ejection fraction: indications, methodology, interpretation. Expert consensus developed under the auspices of the National Medical Research Center of Cardiology, Society of Experts in Heart Failure (SEHF), and Russian Association of Experts in Ultrasound Diagnosis in Medicine (RE-UDM). *Cardiology*, 2020; 60 (12): 48–63. (In Russ.)]. doi: 10.18087/cardio.2020.12.n1219
11. Galderisi M. Diastolic dysfunction and diastolic heart failure: diagnostic, prognostic and therapeutic aspects. *Cardiovasc. Ultrasound*, 2005; 3: 9. doi: 10.1186/1476-7120-3-9
12. 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 (S2): 367–382. doi: 10.18087/cardio.2393 [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. *Cardiology*, 2017; 57 (S2): 367–382. (In Russ.)]. doi: 10.18087/cardio.2393

13. Dehghani P., Culig J., Patel D., Kraushaar G., Schulte P. Arteriovenous fistula as a complication of transradial coronary angiography: a case report. *J. Med. Case Reports*, 2013; 7 (21): 1–4. doi: 10.1186/1752-1947-7-21
14. Ситько И.Г., Базанов И.С., Молохоев Е.Б., Руденко Б.А., Локшина М.В., Закарян Н.В., Ардашев В.Н. Осложнения в месте доступа после чрескожных коронарных вмешательств: сравнение мануальной компрессии и клиппирующих закрывающих устройств для достижения гемостаза. *Клин. медицина*, 2020; 98 (5): 349–355. doi: 10.30629/0023-2149-2020-98-5-349-355 [Sitko I.G., Bazanov I.S., Molokhiov E.B., Rudenko B.A., Lokshina M.V., Zakaryan N.V., Ardashev V.N. Complications in places of percutaneous coronary interventions: comparison of manual compression and clip application devices to achieve hemostasis. *Clinical Medicine*, 2020; 98 (5): 349–355. (In Russ.)]. doi: 10.30629/0023-2149-2020-98-5-349-355

Сведения об авторах:

Ольга Владимировна Сурнина, д-р мед. наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, врач ультразвуковой диагностики, зав. отделением ультразвуковой диагностики, Ижевск, Россия, ORCID: 0000-0002-9538-1808

Инга Альгимантасовна Пономарева, врач ультразвуковой диагностики, Ижевск, Россия

Дмитрий Сергеевич Зайцев, врач ультразвуковой диагностики, Ижевск, Россия

Михаил Юрьевич Сметанин, канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики, Ижевск, Россия

Максим Станиславович Сосновских, врач функциональной диагностики, Ижевск, Россия

Ирина Евгеньевна Ламонова, врач функциональной диагностики, Ижевск, Россия

Александр Михайлович Седельников, врач функциональной диагностики, Ижевск, Россия

Юлия Дмитриевна Ефремова, студент факультета лечебное дело, Ижевск, Россия, ORCID: 0009-0000-2313-8289, e-mail: julia_efremova99@mail.ru

Даниил Русланович Осипов, студент факультета лечебное дело, Ижевск, Россия, ORCID: 0009-0006-4489-2970

Information about the authors:

Olga V. Surnina, doctor of medical sciences, associate professor of the department of topographic anatomy and operative surgery, ultrasound diagnostic doctor, head of ultrasound diagnostic department, Izhevsk, Russia, ORCID: 0000-0002-9538-1808

Inga A. Ponomareva, ultrasound diagnostic doctor, Izhevsk, Russia

Dmitry S. Zaitsev, ultrasound diagnostic doctor, Izhevsk, Russia

Mikhail Yu. Smetanin, candidate of medical sciences, ultrasound diagnostic doctor, Izhevsk, Russia

Maksim S. Sosnovskikh, functional diagnostic doctor, Izhevsk, Russia

Irina E. Lamonova, functional diagnostic doctor, Izhevsk, Russia

Aleksandr M. Sedelnikov, functional diagnostic doctor, Izhevsk, Russia

Yulia D. Efremova, student of the faculty of general medicine, Izhevsk, Russia, ORCID: 0009-0000-2313-8289, e-mail: julia_efremova99@mail.ru

Daniil R. Osipov, student of the faculty of general medicine, Izhevsk, Russia, ORCID: 0009-0006-4489-2970

Статья поступила 23.07.2025

После доработки 20.08.2025

Принята к печати 14.09.2025

Received 23.07.2025

Revision received 20.08.2025

Accepted 14.09.2025

