



Диагностическая значимость стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST низкого риска

Абраменко Е. Е., Рябова Т. Р., Ёлгин И. И., Рябов В. В.

Цель. Оценить диагностическую точность стресс-эхокардиографии (ЭхоКГ) с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре для выявления обструктивной коронарной болезни сердца (обКБС) у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST (ОКСбпST) низкого риска.

Материал и методы. В исследование включено 95 пациентов, возраст 53 (46; 63) года, 58% мужчин, госпитализированных в отделение регионального сосудистого центра с диагнозом ОКСбпST, с низким риском. Не включались больные с известной ишемической болезнью сердца, нарушением сократимости левого желудочка в покое. В течение госпитализации им проведена стресс-ЭхоКГ на горизонтальном велоэргометре согласно стандартной методике проведения и интерпретации и инвазивная или неинвазивная коронарная ангиография (КАГ). Все значения коронарной обструкции $\geq 70\%$ верифицированы методом инвазивной КАГ. Оценка ревааскуляризации миокарда носила наблюдательный характер.

Результаты. Все пациенты имели нормальные структурно-функциональные показатели сердца в покое. Нежелательные явления при проведении тестов не регистрировались. Результат стресс-ЭхоКГ по критерию нарушенной локальной сократимости (НЛС) был положительным у 9 (16%), отрицательным — у 28 (49%), незавершенным симптом-лимитированным — у 20 (35%) больных. Стеноз коронарных артерий $\geq 50\%$ выявлен в 78/78 случаях в подгруппе с положительным результатом, у 29/11% — с отрицательным, 30/10% — с недиагностическим. Связь НЛС со стенозированием $\geq 70\%$ была выше — отношение шансов 30,1 (4,9; 186,5) vs 8,5 (1,6; 46,1) для стенозов $\geq 50\%$. Показатели диагностической точности определены для стенозов $\geq 70\%$: чувствительность 70%, специфичность 93%, предсказательное значение положительного результата 78%, отрицательного — 89%, общая точность 86%.

Заключение. Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре у пациентов с ОКСбпST низкого риска безопасна и выполнима. Метод имеет умеренную чувствительность и положительное предсказательное значение и высокие показатели специфичности, отрицательного предсказательного значения и общей точности для выявления анатомически значимых стенозов коронарных артерий. В структуре результатов существенна доля (35%) незавершенных по частоте сердечных сокращений симптом-лимитированных тестов, характеризующихся наименьшей частотой обструктивного атеросклероза.

Ключевые слова: стресс-эхокардиография, острый коронарный синдром, острый коронарный синдром без подъема сегмента ST.

Отношения и деятельность: нет.

Благодарности. Авторский коллектив выражает благодарность заведующему отделением неотложной кардиологии № 1, НИИ Кардиологии Томского НИМЦ

Демьянову Сергею Витальевичу за вклад в систематизацию количественных показателей работы отделения, характеризующих структуру совокупности госпитализированных пациентов.

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН, Томск, Россия.

Абраменко Е. Е.* — м.н.с., отделение неотложной кардиологии, ORCID: 0000-0003-3763-945X, Рябова Т. Р. — с.н.с., лаборатория ультразвуковых и функциональных методов исследования, ORCID: 0000-0001-8573-5695, Ёлгин И. И. — врач функциональной диагностики, отделение неотложной кардиологии, ORCID: 0009-0006-6793-9831, Рябов В. В. — зам. директора по научной и лечебной работе, руководитель отделения неотложной кардиологии, ORCID: 0000-0002-4358-7329.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
lennyaltay@gmail.com

АД — артериальное давление, ИБС — ишемическая болезнь сердца, иКАГ — инвазивная коронарная ангиография, КАГ — коронарная ангиография, КТ-КАГ — неинвазивная компьютерная коронарная ангиография, ЛЖ — левый желудочек, НЛС — нарушение локальной сократимости, обКБС — обструктивная коронарная болезнь сердца, ОКС — острый коронарный синдром, ОКСбпST — острый коронарный синдром без подъема сегмента ST, САД — систолическое артериальное давление, ФВ — фракция выброса, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЭКГ — электрокардиограмма, ЭхоКГ — эхокардиография.

Рукопись получена 23.03.2023

Рецензия получена 05.06.2023

Принята к публикации 25.06.2023



Для цитирования: Абраменко Е. Е., Рябова Т. Р., Ёлгин И. И., Рябов В. В. Диагностическая значимость стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST низкого риска. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(8):5409. doi:10.15829/1560-4071-2023-5409. EDN WQBIRS

Diagnostic value of exercise stress echocardiography on a horizontal cycle ergometer in patients with low-risk non-ST elevation acute coronary syndrome

Abramenko E. E., Ryabova T. R., Yolgin I. I., Ryabov V. V.

Aim. To evaluate the diagnostic accuracy of exercise stress echocardiography on a horizontal cycle ergometer for the detection of obstructive coronary artery disease (CAD) in patients with low-risk non-ST-elevation acute coronary syndrome (NSTE-ACS).

Material and methods. The study included 95 patients aged 53 (46; 63) years (men, 58%), hospitalized in the regional vascular center with low-risk NSTE-ACS. Patients with known CAD, impaired resting left ventricular contractility were not

included. During hospitalization, standard stress echocardiography on a horizontal cycle ergometer and invasive or non-invasive coronary angiography (CAG) were performed. All values of coronary obstruction $\geq 70\%$ were verified by invasive CAG. The assessment of myocardial revascularization was observational.

Results. All patients had normal structural and functional cardiac parameters at rest. No adverse events were recorded during the tests. The result of stress echocardiography according to impaired local contractility (ILC) criterion was

positive in 9 (16%), negative in 28 (49%), incomplete symptom-limited in 20 (35%) patients. Coronary artery stenosis $\geq 50\%$ / $\geq 70\%$ was detected in 78/78% of cases in the subgroup with a positive result, in 29/11% — with a negative result, 30/10% — with a non-diagnostic result. The association of ILC with stenosis $\geq 70\%$ was higher, with an odds ratio of 30,1 (4,9; 186,5) vs 8,5 (1,6; 46,1) for stenosis $\geq 50\%$. There were following diagnostic accuracy for stenosis $\geq 70\%$: sensitivity — 70%, specificity — 93%, positive predictive value — 78%, negative predictive value — 89%, overall accuracy — 86%.

Conclusion. Exercise stress echocardiography on a horizontal cycle ergometer in patients with low-risk NSTEMI-ACS patients is safe and feasible. The method has moderate sensitivity and positive predictive value and high specificity, negative predictive value and overall accuracy for the detection of anatomically significant coronary artery stenosis. In the structure of results, there is a significant proportion (35%) of symptom-limited tests incomplete due to heart rate, characterized by the lowest incidence of obstructive atherosclerosis.

Keywords: stress echocardiography, acute coronary syndrome, non-ST-elevation acute coronary syndrome.

Relationships and Activities: none.

Acknowledgements. The team of authors are grateful to Sergey Vitalievich Demyanov, Head of the Department of Emergency Cardiology № 1 (Cardiology

Research Institute, Tomsk National Research Medical Center) for contribution to the systematization of quantitative information of the department's work that characterize the structure of hospitalized patients.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Abramenko E. E. * ORCID: 0000-0003-3763-945X, Ryabova T. R. ORCID: 0000-0001-8573-5695, Yolgina I. I. ORCID: 0009-0006-6793-9831, Ryabov V. V. ORCID: 0000-0002-4358-7329.

*Corresponding author: lennyaltay@gmail.com

Received: 23.03.2023 **Revision Received:** 05.06.2023 **Accepted:** 25.06.2023

For citation: Abramenko E. E., Ryabova T. R., Yolgina I. I., Ryabov V. V. Diagnostic value of exercise stress echocardiography on a horizontal cycle ergometer in patients with low-risk non-ST elevation acute coronary syndrome. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(8):5409. doi:10.15829/1560-4071-2023-5409. EDN WQBIRS

Ключевые моменты

- При остром коронарном синдроме без подъема сегмента ST низкого риска и ранее не верифицированной ишемической болезни сердца отмечается невысокая частота обструктивного коронарного атеросклероза.
- В трети случаев стенозы коронарных артерий ($\geq 70\%$) функционально незначимы по данным оценки нарушений локальной сократимости стресс-теста. Стресс-эхокардиография с высокой диагностической точностью позволяет исключить обструктивную коронарную болезнь сердца.

Стресс-эхокардиография (ЭхоКГ) показана для визуализации ишемии миокарда у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) без подъема сегмента ST (ОКСбпST) низкого риска и отбора пациентов для проведения инвазивной коронарной ангиографии (иКАГ) [1]. Положительный результат стресс-теста по критерию индуцированного нарушения локальной сократимости (НЛС) миокарда имеет достаточную чувствительность (80%) и специфичность (83%) для выявления обструктивной коронарной болезни сердца (обКБС), однако данные значения получены для пациентов с хроническим коронарным синдромом [2, 3]. Опыт применения стресс-ЭхоКГ при ОКСбпST ограничен небольшим количеством зарубежных исследований [4-10]. Авторы публикаций выбирали цели, придерживаясь селективной инвазивной стратегии, поэтому исследования были направлены в основном на определе-

Key messages

- In non-ST elevation acute coronary syndrome of low risk and previously unverified coronary artery disease (CAD), there is a low incidence of obstructive CAD.
- In a third of cases, coronary artery stenosis ($\geq 70\%$) are functionally insignificant according local contractility stress assessment. Stress echocardiography makes it possible to rule out obstructive CAD with high diagnostic accuracy.

ние эффективности исключения ишемии миокарда у больных ОКС. Анализ тематических статей показывает, что не всем пациентам с положительным результатом стресс-теста проводилась иКАГ, а процент больных с верифицированной обКБС, которым выполнялась реваскуляризация, еще ниже.

Исследования, представляющие полную аналитическую характеристику диагностической эффективности метода, отличаются малым числом участников, неоднородностью критериев включения и значительным разбросом полученных значений. К примеру, Durand E, et al. сообщают о низкой специфичности (47%) и предсказательной ценности как положительного, так и отрицательного результата для обКБС (50% и 52%), что лишает значимости метод как инструмент отбора больных для проведения реваскуляризации [9]. С другой стороны, по данным Heitner JF, et al., специфичность и отрицательное предсказательное значение превышали 90% [4].

Кроме того, тесты с физической нагрузкой обычно выполнялись на тредмиле и имели методические

особенности в виде необходимости быстрой (в течение 1 мин после прекращения нагрузки) оценки НЛС. Тесты с добутином, как правило, проводились пациентам, неспособным выполнить физическую нагрузку, что отражает тяжесть их состояния. Эффективность стресс-ЭхоКГ на горизонтальном велоэргометре (стресс-агент, освобождающий от указанных выше ограничений) при ОКСбпСТ низкого риска не определена.

Цель — оценить диагностическую точность стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре для выявления обКБС у пациентов с ОКСбпСТ низкого риска.

Материал и методы

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом (протокол № 222 от 21.12.2021). До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Пациенты. В двунаправленное сплошное исследование включены пациенты, госпитализированные с диагнозом ОКСбпСТ в отделение неотложной кардиологии регионального сосудистого центра в период с декабря 2020 по декабрь 2022гг. Выборку составили пациенты с острой болью в груди (класс IV или IIIB по Braunwald), нормальной или недиагностической электрокардиограммой (ЭКГ), нормальным уровнем тропонина I, стратифицированные в группу низкого риска [1]. В срок до проведения стресс-теста у пациентов не рецидивировала боль в груди, не регистрировались динамические изменения на ЭКГ и превышение верхнего предела уровня тропонина I. Критерии невключения в исследование: известная ишемическая болезнь сердца (ИБС) (перенесенный инфаркт миокарда, реваскуляризация, известный атеросклероз коронарных артерий по данным иКАГ/мультиспиральной компьютерной томографии-КАГ или положительный результат ранее выполнявшегося стресс-теста на ишемию миокарда), НЛС или снижение фракции выброса (ФВ) в покое, плохое акустическое окно, несинусовый ритм, атриовентрикулярная блокада II/III степени, желудочковая тахикардия, тяжелые клапанные пороки, хрупкость пациента и ограничение подвижности суставов.

Стресс-ЭхоКГ. Стресс-ЭхоКГ на горизонтальном велоэргометре проводилась на ультразвуковом аппарате Phillips Affinity 70 (США) и стресс-системе CASE (США) в режиме нагрузки со стартом с 25 Вт и ступенями величиной 25 Вт с длительностью по 2 мин [2]. На каждой ступени нагрузки выполнялась запись серии ультразвуковых видеоизображений и измерение артериального давления (АД).

Мониторинг ЭКГ в 12 отведениях был непрерывным. Тест завершался при выявлении зон НЛС или достижении стандартных критериев прекращения: субмаксимальная частота сердечных сокращений (ЧСС) (85% от максимальной ЧСС, определявшейся как 220 — возраст, лет), неадекватный прирост АД (систолическое АД (САД) ≥ 230 мм рт.ст., диастолическое АД ≥ 110 мм рт.ст.), провокация желудочковой аритмии или гемодинамически нестабильной наджелудочковой тахикардии, депрессия ≥ 2 мм или подъем сегмента ST ЭКГ, лимитирующие симптомы (боль в груди или одышка).

Проводилась визуальная полуколичественная оценка НЛС со стандартной градацией (1 балл — нормокинез, 2 — гипокинез, 3 — акинез, 4 — дискинез) в 16-сегментной модели миокарда левого желудочка (ЛЖ). Объемы ЛЖ оценивались в В-режиме методом Симпсона. Амплитуда отклонения сегмента ST измерялась на расстоянии 80 мс (на фоне тахикардии — 60 мс) от точки J, места перехода зубца S в сегмент ST [2].

Результат стресс-теста расценивался как положительный при появлении НЛС ≥ 2 смежных сегментов миокарда, отрицательный — при достижении субмаксимальной ЧСС и отсутствии НЛС. В остальных случаях — как незавершенный симптом-лимитированный. Результаты тестов, завершенных досрочно по причинам мышечной усталости и отказа продолжать нагрузку, были исключены из дальнейшего анализа.

Коронарная ангиография. Всем пациентам выполнялась оценка коронарной анатомии. При проспективном формировании выборки (с января 2022г по декабрь 2022г) метод анатомической визуализации выбирался в соответствии с результатом стресс-ЭхоКГ и данными динамического наблюдения. При выявлении НЛС — иКАГ, в отсутствие НЛС, по решению лечащего врача, иКАГ или компьютерная томографическая коронарная ангиография (КТ-КАГ). Известно, что КТ-КАГ характеризуется высоким отрицательным предсказательным значением для обКБС [9], поэтому исключение стенозирующего поражения сосудов по КТ-КАГ допускалось соответствующим оценке методом иКАГ. В рамках ретроспективного набора (2020–2021гг) в исследование включены больные, которым в индексную госпитализацию проводилась стресс-ЭхоКГ и иКАГ/КТ-КАГ в любой последовательности.

Реваскуляризация. Оценка реваскуляризации миокарда у больных носила наблюдательный характер, поэтому отражает рутинную практику специализированного сосудистого центра, модифицированную внедрением в алгоритм диагностики стресс-ЭхоКГ. Тактика лечения КБС, включая выбор метода — стентирование (чрескожное коронарное вмешательство) или коронарное шунтирование (аорто-

Таблица 1

Клиническая и инструментальная характеристика пациентов

Показатель	Все пациенты	Результат стресс-теста		
		Положительный	Отрицательный	Симптом-лимитированный
Количество	57	9 (16%)	28 (49%)	20 (35%)
Возраст, лет	53 (46; 62)	53 (52; 59)	51 (47; 62)	51 (43; 64)
Мужской пол	33 (58%)	6 (67%)	18 (64%)	9 (45%)
Индекс массы тела, кг/м ² *	29 (25; 32)	25 (24; 27)	28 (24; 30)	29 (28; 33)
Курение сейчас или <5 лет назад	25 (44%)	4 (44%)	14 (50%)	7 (35%)
Дислипидемия	45 (79%)	8 (89%)	20 (71%)	17 (85%)
Сахарный диабет	5 (9%)	1 (11%)	2 (7%)	2 (10%)
Гипертоническая болезнь	50 (88%)	7 (78%)	23 (82%)	20 (100%)
Риск GRACE, баллов	90 (73; 110)	90 (79; 106)	91 (71; 115)	90 (70; 101)
ПТВ ИБС, %	22 (16; 32)	32 (16; 32)	22 (16; 32)	22 (15; 28)
Время нагрузки, мин	8,1 (5,6; 11,2)	6,4 (5,5; 7,2)	10,1 (5,9; 11,3)	8,1 (5,9; 11,3)
ЧСС в покое, уд./мин	68 (60; 75)	63 (61; 75)	72 (61; 81)	66 (60; 73)
ЧСС пик, уд./мин*	133 (122; 142)	130 (120; 136)	143 (135; 148)	125 (111; 132)
САД в покое, мм рт.ст.	125 (119; 136)	125 (106; 126)	125 (118; 132)	130 (122; 139)
САД, пик, мм рт.ст.	193 (174; 213)	187 (162; 201)	190 (176; 198)	220 (176; 238)
КДИ ЛЖ в покое, мл/м ²	47 (44; 53)	47 (45; 53)	47 (43; 56)	50 (46; 54)
ФВ ЛЖ в покое, %*	63 (58; 66)	62 (59; 64)	64 (62; 68)	58 (56; 61)
Δ ФВ ЛЖ, %*	6 (1; 12)	0 (-9; 4)	6 (1; 11)	11 (4; 13)
Δ иНЛС	—	0,31 (0,12; 0,50)	—	—
Депрессия сегмента ST ≥1 мм*	27 (47%)	8 (89%)	14 (50%)	5 (25%)
Индукированная стенокардия*	18 (32%)	9 (100%)	5 (18%)	5 (25%)
Стеноз КА ≥50%*	21 (37%)	7 (78%)	8 (29%)	6 (30%)
Стеноз КА ≥70%*	12 (21%)	7 (78%)	3 (11%)	2 (10%)
иКАГ	21 (37%)	9 (100%)	7 (25%)	5 (25%)
Реваскуляризация	13 (23%)	7 (78%)	4 (14%)	2 (10%)

Примечание: * — статистически значимое различие, $p < 0,05$.

Сокращения: иКАГ — инвазивная коронарная ангиография, КА — коронарные артерии, КДИ ЛЖ — конечно-диастолический индекс левого желудочка, ПТВ ИБС — предтестовая вероятность ишемической болезни сердца по шкале "CAD clinical", САД — систолическое артериальное давление, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ЧСС — частота сердечных сокращений, GRACE — Global Registry of Acute Coronary Events, Δ ФВ ЛЖ изменение фракции выброса левого желудочка, Δ иНЛС — изменение индекса нарушений локальной сократимости.

коронарное шунтирование — маммарокоронарное шунтирование — определялась кардиокомандой, состоявшей из лечащего врача и ангиохирурга/сосудистого хирурга.

Статистический анализ. Статистический анализ проводился с использованием программы JASP. Различия в 3 независимых подгруппах определялись по критерию Краскела-Уоллиса. Параметры диагностической эффективности: чувствительность, специфичность, предсказательные значения и общая точность рассчитывались с помощью кросс-табуляции. Оценка силы взаимосвязи величин выражена отношением шансов. Пороговый уровень значимости для статистических выводов — 0,05. Данные представлены в виде медианы и межквартирного интервала — Ме (25-й перцентиль; 75-й перцентиль) или абсолютного числа (%), для отношения шансов — в виде значения и границ 95% доверительного интервала.

Результаты

Схема исследования представлена на рисунке 1.

Нежелательных явлений при проведении стресс-ЭхоКГ выявлено не было. По причине мышечной усталости и отказа продолжать нагрузку завершено 28 (29%) тестов. Другими лимитирующими нагрузку симптомами и признаками были достижение верхнего предела САД (44%), одышка (22%), депрессия сегмента ST ≥2 мм (17%), некардиальные симптомы (11%), индуцированная аритмия (6%). В окончательный анализ стресс-ЭхоКГ включено 57 пациентов, 11 (19%) из них были отобраны ретроспективно (табл. 1).

У больных с истинно-положительным результатом стресс-ЭхоКГ визуализировано НЛС от 3 до 7 сегментов миокарда ЛЖ, их локализация соответствовала бассейну кровоснабжения пораженных артерий. В 100% случаев у этих больных регистрировался недостаточный прирост или снижение ФВ ЛЖ, индуцирована депрессия сегмента ST ≥1 мм и стенокардия.

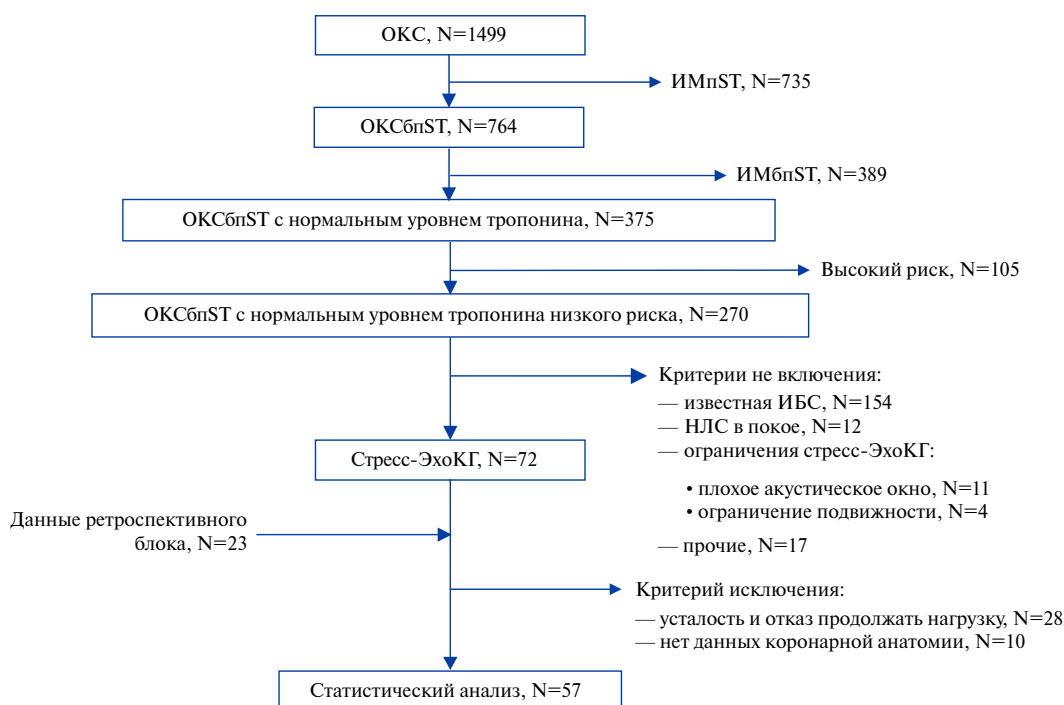


Рис. 1. Диаграмма исследования.

Сокращения: ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМбпST — инфаркт миокарда без подъема сегмента ST, ИМнST — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, НЛС — нарушение локальной сократимости, ОКС — острый коронарный синдром, ОКСбпST — острый коронарный синдром без подъема сегмента ST, стресс-ЭхоКГ — стресс-эхокардиография.

У 2 (22%) пациентов с положительным результатом стресс-теста методом иКАГ верифицировано отсутствие коронарного атеросклероза. Случаи характеризовались более низким пиковым индексом НЛС — 1,12 на фоне гипокинеза 2 сегментов верхушки ЛЖ, отсутствием связанных с нагрузкой изменений сегмента ST (в одном случае) и боли в груди (в другом случае).

Пограничные стенозы артерий (50-69%) не проявлялись НЛС и в целом характеризовались более низкими показателями силы связи с традиционными критериями ишемии миокарда, хотя оказались теснее связаны с индуцированной стенокардией (табл. 2).

Все значения коронарной обструкции $\geq 70\%$ верифицированы методом иКАГ. Параметры диагностической эффективности оценивались на основании данных подгрупп с положительным и отрицательным результатом стресс-теста по критерию НЛС (табл. 3).

Обсуждение

Анализ показателей диагностической значимости метода позволяет оценить его вклад в принятие клинических решений, главным из которых в случае ОКС является необходимость проведения иКАГ. В этом отношении ведение пациента с ОКСбпST низкого риска требует от врача соблюдения баланса вероятностей получения краткосрочных и отсроченных осложнений оперативного вмешательства и последствий не проведенной или несвоевременной реваскуляриза-

Таблица 2

Связь критериев ишемии с обструктивным поражением магистральных коронарных артерий и их крупных ветвей в зависимости от степени стенозирования, отношение шансов (95% доверительный интервал)

Критерий	Стеноз коронарных артерий	
	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$
НЛС	8,5 (1,6; 46,1)	30,1 (4,9; 186,5)
Стенокардия	22,7 (4,3; 120,1)	20,0 (3,7; 107,8)
Депрессия ST ≥ 1 мм	2,5 (0,8; 7,5)*	9,1 (1,8; 46,5)

Примечание: * — статистически не значимый результат.

Сокращение: НЛС — нарушения локальной сократимости.

Таблица 3

Анализ диагностической значимости стресс-ЭхоКГ по критерию НЛС для выявления анатомически значимых ($\geq 70\%$) стенозов коронарных артерий

Стресс-ЭхоКГ	иКАГ/КТ-КАГ	Всего	Чувствительность	70
	+	-	Специфичность	93
+	7	2	Положительное предсказательное значение	78
-	3	25	Отрицательное предсказательное значение	89
Всего	10	27	Общая точность	86

Примечание: "+" — положительный результат, "-" — отрицательный результат.

Сокращения: иКАГ — инвазивная коронарная ангиография, КТ-КАГ — неинвазивная компьютерная коронарная ангиография, стресс-ЭхоКГ — стресс-эхокардиография.

ции [11]. Проблема масштабируется с учетом ее распространенности: ежегодная численность пациентов, госпитализированных с диагнозом ОКСбпСТ низкого риска, в 2016–2020 гг в России составляла 169–267 тыс. человек и занимала ведущее место в общей структуре — около половины всех случаев ОКС [12]. По нашим данным, в специализированном сосудистом центре доля их несколько меньше — 18%, это показывает, что данная проблема стоит, в большей степени, перед врачами учреждений первичного звена.

К задаче прогнозирования наличия обКБС при ОКСбпСТ с нормальным уровнем тропонина для пациентов, не стратифицированных по группам риска, подходили Циванюк М. М. и др. В числе прочих, они анализировали предиктивный потенциал показателей ЭКГ и ЭхоКГ покоя. В зависимости от наличия/отсутствия обКБС ($n=351/174$) не выявлены значимые различия для наличия/отсутствия депрессии сегмента ST и инверсии зубца T, что, в определенной степени, подтверждает современную концепцию недифференцированного подхода к оценке исходной ЭКГ при ОКСбпСТ. Различия параметров общей сократимости у авторов вошли в итоговую прогностическую модель, при этом напрямую наличие (новых) НЛС не оценивалось [13]. В нашем исследовании все пациенты имели нормальные структурно-функциональные показатели сердца в покое. По клинко-демографической характеристике, встречаемости традиционных факторов риска ИБС и сумме баллов по шкале GRACE подгруппы также не различались.

Частота положительных результатов стресс-ЭхоКГ, по нашим данным, составила 16%. Другие исследования со схожим дизайном у пациентов с ранее не верифицированной ИБС демонстрировали более низкий процент выявления индуцированных НЛС. Так, Heitner JF, et al. получили 8% положительных тестов у пациентов с типичной стенокардией, при этом выборка ($n=60$) характеризовалась более низкой встречаемостью некоторых факторов риска (мужской пол, курение, дислипидемия, гипертоническая болезнь) [4]. В исследовании Jasani G, et al. ($n=116$) 5% положительных результатов зарегистрированы у лиц с заведомо более низкой предтестовой вероятностью ИБС [5]. Чаще проводились неселективные сплошные исследования, включающие пациентов с известной ИБС, которая может служить вмешивающимся фактором. НЛС в покое, вероятно, усложняет визуальную сравнительную оценку кинеза сегментов на фоне нагрузки, а установленная ИБС ассоциирована с наличием и распространенностью коронарного атеросклероза. В ряду таких исследований доля положительных результатов достигала 35% [8].

Нарушение систолической функции связано, как правило, с обструктивным поражением крупных эпикардиальных артерий, однако в нашем исследовании 2 положительных результата стресс-теста за-

регистрированы у пациентов в отсутствие коронарного атеросклероза. В более масштабном ($n=802$) исследовании Shah BN, et al. среди 82 (10%) больных с индуцированным НЛС выявлялась схожая частота ложноположительных тестов на тредмиле и с добутамином — 30% [6]. Высокое предсказательное значение положительного результата (95%) получено при проведении стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом в исследовании Bedetti G, et al. [7]. Стоит отметить, что Rachwan R, et al. продемонстрировали значительный процент НЛС без обструкции коронарных артерий при стабильной ИБС (53%) и показали, что пациенты с истинно- и ложноположительными результатами имели схожие значения общей летальности в течение 1 года и 3 лет [14]. Это позволяет предположить наличие субстрата ишемии миокарда морфологического (за рамками разрешающей способности КАГ) или функционального (преходящего) характера [15], хотя не исключает также ошибки интерпретации. Структурно-функциональные нарушения кровотока на уровне микроциркуляции могут объяснять и более тесную связь индуцированной стенокардии со стенозированием коронарных артерий $\geq 50\%$ (vs $\geq 70\%$), в то время как для критерия НЛС отмечается закономерная противоположная тенденция.

Функционально незначимые, но анатомически значимые стенозы ограничивают значение чувствительности метода, которое в нашем исследовании составило 70%. При выборе границы значимости стенозов от 50% (формальный критерий обКБС) чувствительность снижалась до 47%. Такое значение согласуется с немногочисленными данными других исследователей, у Pálinkás A, et al. — 59%, Durand E, et al. — 52%, Heitner JF, et al. — 38% (и 63% при повторной ретроспективной оценке) [4, 8, 9]. Это определяет порог чувствительности нарушения систолической функции миокарда и характеризует метод как инструмент отбора пациентов для проведения лечебно-диагностической иКАГ.

Только диагностическая иКАГ (без проведения чрескожного коронарного вмешательства или принятия решения о аортокоронарном шунтировании — маммарокоронарном шунтировании) проведена 8 пациентам, что составило 38% от общего числа иКАГ. В 7 случаях она выполнялась после получения результата стресс-ЭхоКГ, из них только в 2 имелись (ложно-)положительные результаты по критерию НЛС. Пациенты с отрицательным или не диагностическим результатом направлялись на иКАГ при выявлении депрессии сегмента ST ≥ 1 мм (имеющей не высокую специфичность для обКБС) и/или индуцированной стенокардии.

Наше исследование подтверждает высокую специфичность и предсказательную ценность отрицательного результата. Это важно, потому что отрицательные результаты ассоциированы с хорошим долгосрочным прогнозом относительно крупных кардиальных

событий и более длительным сроком до наступления такого события в отдаленном периоде [10].

В структуре результатов стресс-ЭхоКГ на велоэргометре присутствует значительная доля пациентов с незавершенными симптом-лимитированными тестами — 35%. Чаще тесты завершались при достижении верхнего предела САД, а значительный прирост системного АД является отличительной чертой тестов с физической нагрузкой. Ограничение выполнимости прослеживается и в других похожих исследованиях, так, Flores-Blanco PJ, et al. получили 29% недостаточных для диагностики результатов стресс-ЭхоКГ на тредмиле [10]. Тем не менее частота обКБС в данной подгруппе была наименьшей, при этом отмечался более высокий темп прироста ФВ ЛЖ на фоне нагрузки.

Ограничения исследования. Данные НЛС получены из рутинной клинической практики, исследования были выполнены тремя занятыми в отделении врачами функциональной диагностики с опытом работы 15 лет, 3 года и 1 год, "ослепленная" экспертная оценка не проводилась. Оценка коронарной анатомии по данным МСКТ-КАГ может оказывать влияние на достоверность статистических выводов. Малое количество пациентов с индуцированным НЛС вследствие небольшого размера выборки может влиять на репрезентативность характеристик.

Заключение

Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре у пациентов с ОКСбпСТ низкого риска безопасна и выполнима. Метод имеет умеренную чувствительность (70%) и положительное предсказательное значение (78%), но высокие показатели специфичности (93%), отрицательного предсказательного значения (89%) и общей точности (86%) для выявления анатомически значимых стенозов коронарных артерий. В структуре результатов существенна доля (35%) незавершенных по ЧСС симптом-лимитированных тестов, характеризующихся наименьшей частотой обструктивного атеросклероза, что обосновывает у них поиск дополнительных факторов, объясняющих симптомы.

Благодарности. Авторский коллектив выражает благодарность заведующему отделением неотложной кардиологии № 1, НИИ Кардиологии Томского НИМЦ Демьянову Сергею Витальевичу за вклад в систематизацию количественных показателей работы отделения, характеризующих структуру совокупности госпитализированных пациентов.

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

Литература/References

- Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289-367. doi:10.1093/eurheartj/ehaa575.
- Boshchenko AA, Vrublevsky AV, Karpov RS. Coronary flow reserve in the left anterior and posterior descending arteries as an additional option to dipyridamole stress echocardiography for detection of stenosis. *Kardiologiya*. 2021;56(4):55-63. (In Russ.) Бошченко А. А., Врублевский А. В., Карпов Р. С. Коронарный резерв в передней нисходящей и задней межжелудочковой коронарных артериях как дополнение к стандартной стресс-эхокардиографии с дипиридамолом. *Кардиология*. 2016;56(4):54-63. doi:10.18565/cardio.2016.4.54-63.
- Pellikka PA, Arruda-Olson A, Chaudhry FA, et al. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(1):1-41.e8. doi:10.1016/j.echo.2019.07.001.
- Heitner JF, Klem I, Rasheed D, et al. Stress cardiac MR imaging compared with stress echocardiography in the early evaluation of patients who present to the emergency department with intermediate-risk chest pain. *Radiology*. 2014;271(1):56-64. doi:10.1148/radiol.13130557.
- Jasani G, Papas M, Patel AJ, et al. Immediate Stress Echocardiography for Low-Risk Chest Pain Patients in the Emergency Department: A Prospective Observational Cohort Study. *J Emerg Med*. 2018;54(2):156-64. doi:10.1016/j.jemermed.2017.10.019.
- Shah BN, Balaji G, Alhajiri A, et al. Incremental diagnostic and prognostic value of contemporary stress echocardiography in a chest pain unit: mortality and morbidity outcomes from a real-world setting. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013;6(2):202-9. doi:10.1161/CIRCIMAGING.112.980797.
- Bedetti G, Pasanisi EM, Tintori G, et al. Stress echo in chest pain unit: the SPEED trial. *Int J Cardiol*. 2005;102(3):461-7. doi:10.1016/j.ijcard.2004.05.058.
- Pálkás A, Tóth E, Anyot R, et al. The value of ECG and echocardiography during stress testing for identifying systemic endothelial dysfunction and epicardial artery stenosis. *Eur Heart J*. 2002;23(20):1587-95. doi:10.1053/ehj.2002.3170.
- Durand E, Bauer F, Mansencal N, et al. Head-to-head comparison of the diagnostic performance of coronary computed tomography angiography and dobutamine-stress echocardiography in the evaluation of acute chest pain with normal ECG findings and negative troponin tests: A prospective multicenter study. *Int J Cardiol*. 2017;241:463-9. doi:10.1016/j.ijcard.2017.02.129.
- Flores-Blanco PJ, Cambroner F, García-Navarro M, et al. Inconclusive Exercise Stress Echocardiography in Patients With Chest Pain: Prevalence and Clinical Determinants. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2018;71(5):406-8. English, Spanish. doi:10.1016/j.rec.2017.02.042.
- Ryabov VV, Gombozhapova AE, Demyanov SV. Profile of a patient with non-ST segment elevation myocardial infarction in actual clinical practice. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(2):4071. (In Russ.) Рябов В. В., Гомбожапова А. Э., Демьянов С. В. Портрет пациента с инфарктом миокарда без подъема сегмента ST в реальной клинической практике. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(2):4071. doi:10.15829/1560-4071-2021-4071.
- Alekyan BG, Boytsov SA, Manoshkina EM, et al. Myocardial revascularization in Russian Federation for acute coronary syndrome in 2016-2020. *Kardiologiya*. 2021;61(12):4-15. (In Russ.) Алякян Б. Г., Бойцов С. А., Маношкина Е. М. и др. Реваскуляризация миокарда в Российской Федерации при остром коронарном синдроме в 2016-2020 гг. *Кардиология*. 2021;61(12):4-15. doi:10.18087/cardio.2021.12.n1879.
- Tsivanyuk MM, Geltser BI, Shakhgeldyan KI, et al. Electrocardiographic, echocardiographic and lipid parameters in predicting obstructive coronary artery disease in patients with non-ST elevation acute coronary syndrome. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(6):5036. (In Russ.) Циванюк М. М., Гельцер Б. И., Шахгельдян К. И. и др. Электрокардиографические, эхокардиографические и липидные показатели в прогнозировании обструктивного поражения коронарных артерий у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(6):5036. doi:10.15829/1560-4071-2022-5036.
- Rachwan RJ, Mshelbwala FS, Dardari Z, et al. False-positive stress echocardiograms: Predictors and prognostic relevance. *Int J Cardiol*. 2019;296:157-63. doi:10.1016/j.ijcard.2019.08.037.
- Ryabov VV, Vyshlov EV, Alekseeva YaV, et al. Fundamental and clinical problems of acute myocardial infarction. *Tomsk: Cardiology Research Institute, National Research Medical Center Russian Academy of Science*, 2021. p. 170. (In Russ.) Рябов В. В., Вышлов Е. В., Алексеева Я. В. и др. Фундаментальные и клинические проблемы острого инфаркта миокарда. *Томск: Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН*, 2021. с. 170. ISBN: 978-5-6042745-9-0.