

Верхневолжский медицинский журнал. 2025; 24(4): 3-8
Upper Volga Medical Journal. 2025; 24(4): 3-8
УДК 616.12-005.4-073.43

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПРОДОЛЬНОГО СТРЕЙНА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРЕСС-ЭХОКАРДИОГРАФИИ ПАЦИЕНТАМ С УМЕРЕННОЙ ПРЕДТЕСТОВОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

¹Татьяна Олеговна Николаева, ²Вера Вячеславовна Мазур, ²Евгений Станиславович Мазур

¹Кафедра пропедевтики внутренних болезней,

²Кафедра госпитальной терапии и профессиональных болезней

ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, г. Тверь, Россия

Аннотация. Цель – оценить целесообразность определения глобального продольного стрейна (ГПС) левого желудочка при проведении стресс-эхокардиографического исследования (стресс-ЭхоКГ) пациентам с умеренной предтестовой вероятностью ишемической болезни сердца (ИБС). Материалы и методы. В исследование включено 79 пациентов (медиана возраста 62,0 года, мужчин 65,8%) с умеренной предтестовой вероятностью ИБС, которым была выполнена стресс-ЭхоКГ и не позже, чем через три месяца после этого – инвазивная коронарная ангиография, при которой гемодинамически значимый коронарный стеноз был выявлен у 53 (67,1 %) пациентов. Результаты. Значения ГПС у пациентов с коронарным стенозом и без такового в покое составили 18,8 [16,1; 20,6] и 21,9 [19,3; 22,8] % ($p=0,0003$), после нагрузки – 20,3 [14,6; 24,1] и 24,3 [22,3; 27,6] % ($p=0,0001$). Площадь под кривой ошибок равнялись соответственно 0,751 (0,641–0,842) и 0,767 (0,658–0,855), отрезные точки – 21,7 % (чувствительность 86,8 %, специфичность 53,8 %) и 22,9 % (чувствительность 67,9 %, специфичность 61,5 %). Заключение. Показатели ГПС, определяемые в покое и после физической нагрузки, обладают одинаковой дискриминирующей способностью в отношении гемодинамически значимого коронарного стеноза, что указывает на нецелесообразность определения ГПС при проведении стресс-ЭхоКГ пациентам с умеренной предтестовой вероятностью ИБС.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, стресс-эхокардиография, нарушение локальной сократимости, глобальный продольный стрейн левого желудочка, коронарная ангиография, гемодинамически значимый коронарный стеноз

Для цитирования: Николаева Т.О., Мазур В.В., Мазур Е.С. О целесообразности определения глобального продольного стрейна левого желудочка при проведении стресс-эхокардиографии пациентам с умеренной предтестовой вероятностью ишемической болезни сердца. Верхневолжский медицинский журнал. 2025; 24(4): 3-8.

ON THE EXPEDIENCY OF DETERMINING THE GLOBAL LONGITUDINAL STRAIN OF THE LEFT VENTRICLE DURING STRESS ECHOCARDIOGRAPHY IN PATIENTS WITH A MODERATE PRE-TEST PROBABILITY OF CORONARY ARTERY DISEASE

T. O. Nikolaeva, V. V. Mazur, E. S. Mazur

Tver State Medical University, Tver, Russia

Abstract. The aim was to evaluate the expediency of determining the global longitudinal strain (GLS) of the left ventricle during stress echocardiography (stress EchoCG) in patients with a moderate pre-test probability of coronary artery disease (CAD). Material and methods. The study included 79 patients (median age 62,0 years, men 65,8 %) with a moderate pre-test probability of CAD, who underwent stress EchoCG and invasive coronary angiography no later than three months after that, in which flow-limiting atherosclerotic stenosis was detected in 53 (67,1 %) patients. Results. The GLS values in patients with and without coronary stenosis at rest were 18,8 [16,1; 20,6] and 21,9 [19,3; 22,8] % ($p = 0,0003$), after exercise – 20,3 [14,6; 24,1] and 24,3 [22,3; 27,6] % ($p = 0,0001$). The area under the error curve was 0,751 (0,641-0,842) and 0,767 (0,658-0,855), respectively, the cut-off points were 21,7 % (sensitivity 86,8 %, specificity 53,8 %) and 22,9 % (sensitivity 67,9 %, specificity 61,5 %). Conclusion. The GLS value at rest and after physical activity, have the same discriminating ability in relation to flow-limiting atherosclerotic stenosis, which indicates the inexpediency of GLS during stress EchoCG in patients with moderate pre-test probability of coronary artery disease.

Key words: coronary artery disease, stress echocardiography, regional wall motion abnormalities, global longitudinal strain of the left ventricle, coronary angiography, flow-limiting atherosclerotic stenosis

For citation: Nikolaeva T.O., Mazur V.V., Mazur E.S. On the expediency of determining the global longitudinal strain of the left ventricle during stress echocardiography in patients with moderate pre-test probability of coronary artery disease. Upper Volga Medical Journal. 2025; 24(4): 3-8.

Введение

В нашей стране основным методом определения показаний к выполнению коронарной ангиографии (КАГ) пациентам с умеренной предтестовой вероятностью (ПТВ) ишемической болезни сердца (ИБС) служит проба с физической нагрузкой под эхокардиографическим контролем (стресс-ЭхоКГ) [1]. Недостатком этого метода является субъективизм оценки изменений сократительной способности различных сегментов миокарда левого желудочка после физической нагрузки [2]. Между тем методы объективной оценки сократительной способности миокарда не только существуют, но и достаточно широко применяются в клинической практике [3-6].

В частности, технология спекл-трекинг-эхокардиографии (ЭхоКГ) позволит определить продольную деформацию (продольный стрейн) миокарда при его сокращении. Количественной мерой деформации служит процентное отношение изменения расстояния между двумя близлежащими точками миокарда при его сокращении к расстоянию между этими точками в период диастолы.

Продольный систолический стрейн определяют в каждом из 17 сегментов миокарда левого желудочка и отображают полученные значения на цветовой полярной карте различными цветами: от насыщенного красного, соответствующего высокой сократительной способности миокарда, до насыщенного синего, соответствующего ее полной утрате (рис. 1).

Для оценки общей сократительной способности миокарда левого желудочка рассчитывают глобальный продольный стрейн (ГПС), равный среднему значению продольного систолического стрейна во всех 17 сегментах левого желудочка (ЛЖ). ГПС дает практически ту же самую информацию, что и фрак-

ция выброса, но обладает значительно большей чувствительностью в отношении ранних нарушений систолической функции ЛЖ. В связи с этим определение ГПС рекомендовано для контроля за побочным кардиотоксическим действием лекарственных препаратов, используемых при лечении злокачественных новообразований [7].

В литературе представлены результаты большого числа исследований, посвященных изучению возможностей использования ГПС для диагностики ИБС, точнее, для оценки вероятности выявления при КАГ гемодинамически значимого атеросклероза, служащего морфологическим субстратом ИБС. Результаты этих исследований достаточно противоречивы [8], что стало поводом для проведения собственного исследования, посвященного изучению данного вопроса.

Цель исследования – оценить целесообразность определения ГПС ЛЖ при проведении стресс-ЭхоКГ пациентам с умеренной предтестовой вероятностью ИБС.

Материал и методы исследования

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России. Все пациенты подписали информированное согласие на использование результатов их обследования в научных целях.

В исследование включались пациенты с умеренной ПТВ ИБС, которым была исходно выполнена стресс-ЭхоКГ и не позднее чем через три месяца – инвазивная КАГ. В период с марта 2023 г.

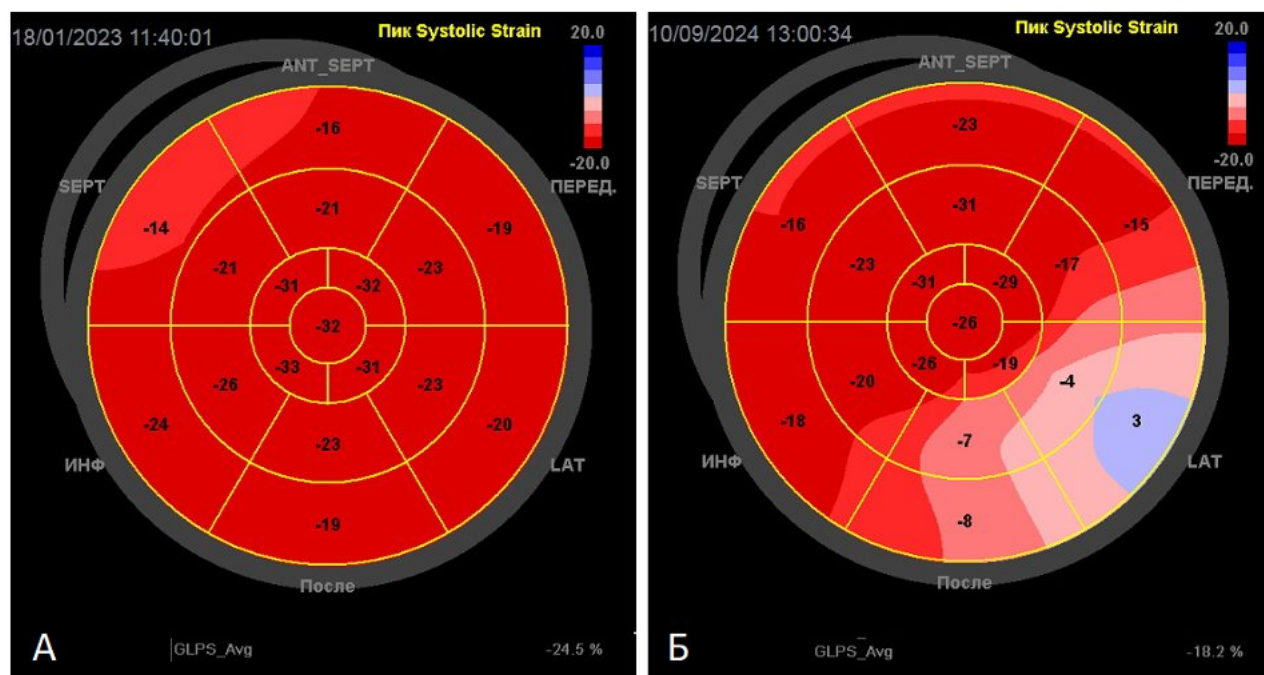


Рис. 1. Цветовые полярные карты продольного систолического стрейна в условиях физического покоя у пациента без гемодинамически значимых коронарных стенозов (А) и пациента со стенозом огибающей ветви левой коронарной артерии (Б)

Fig. 1. Color polar maps of longitudinal systolic strain under conditions of physical rest in a patient without flow-limiting coronary stenosis (A) and a patient with stenosis of the circumflex branch of the left coronary artery (B)

по июнь 2025 г. в клинике ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России 257 пациентам с умеренной ПТВ ИБС была выполнена стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой на велоэргометре, у 78 (30,4 %) из них нагрузочная проба оказалась положительной. После проведения КАГ все эти пациенты были включены в исследование. Кроме того, в исследование были включены 19 пациентов с отрицательным результатом нагрузочной пробы, которым КАГ была выполнена после проведения мультиспиральной компьютерной томографии, не позволившей исключить наличие коронарного атеросклероза. Из исследования были исключены 11 пациентов с гемодинамически значимыми стенозами в 2-х или 3-х коронарных артериях, а также 7 пациентов, у которых файлы с записью спекл-трекинг ЭхоКГ, выполнявшейся до и после нагрузочной пробы, оказались не пригодными для анализа. В итоге в исследование вошли 79 пациентов.

Учитывались пол и возраст пациентов, наличие сопутствующих артериальной гипертензии, сахарного диабета и ожирения, а также атеросклероза брахиоцефальных и/или периферических артерий по данным ультразвукового сканирования.

Стресс-ЭхоКГ проводилась в соответствии с действующими российскими и международными рекомендациями на ультразвуковой системе Vivid S70 (GE, США). Физическая нагрузка воспроизводилась с использованием велоэргометрии в положении сидя с начальной нагрузкой в 25 Вт в течение 3 минут с последующим приростом на 25 Вт каждые 3 минуты до достижения целевой ЧСС (85 % от максимальной) или появления критериев прекращения физической нагрузки. Критерием положительного результата стресс-ЭхоКГ было обнаружение нарушения локальной сократимости (НЛС) миокарда ЛЖ.

До начала и в течение не более 2 мин после завершения нагрузки на велоэргометре выполнялось ЭхоКГ исследование с частотой смены кадров не менее 60 в секунду с последующим анализом продольной деформации миокарда ЛЖ. Продольную деформацию ЛЖ измеряли в апикальных двухкамерной, четырехкамерной позициях и апикальной позиции по длинной оси левого желудочка путем отслеживания эндокардиальной границы ЛЖ в конце систолы. Для этого видеоклипы, полученные в этих позициях, автоматически останавливались в конце систолы, и проводилось оконтуривание границ эндокарда с формированием региона интереса ЛЖ. При необхо-

димости для улучшения качества оценки оператором вручную корректировался выбор границы эндокарда и общая ширина региона интереса. На основании анализа показателей сегментарной продольной деформации миокарда ЛЖ в трех упомянутых проекциях автоматически рассчитывался ГПС.

Ангиографическое исследование коронарных артерий выполнялось после стресс-ЭхоКГ. КАГ проводилась на ангиографической системе Philips Allura Xper. При анализе результатов КАГ учитывалось сужение артерий по площади, стеноз считали анатомически значимым при сужении ≥ 70 % (обструктивное поражение). Гемодинамически значимый коронарный атеросклероз при КАГ был выявлен у 53 из 79 включенных в исследование пациентов: у 23 (43,4 %) – стеноз передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии, у 16 (30,2 %) – огибающей ветви левой коронарной артерии и у 14 (26,4 %) – правой коронарной артерии.

Статистический анализ проводился с помощью программы MedCalc® Statistical Software version 20.106 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium). Для количественных переменных определялись медианы и межквартильные интервалы, для качественных – абсолютное число и доля их носителей, выраженная в процентах. Межгрупповые различия оценивались по критериям Манна – Уитни и χ^2 -критерий. Для изучения взаимосвязи между значениями ГПС и вероятностью выявления коронарного стеноза проводился ROC-анализ. Определялись площади под кривыми ошибок (AUC), значения отрезных точек, их чувствительность, специфичность и отношение правдоподобия для положительного и отрицательного результата. Результаты признавались статистически значимыми при вероятности нулевой гипотезы менее 5 % ($p < 0,05$).

Результаты

Как следует из данных, представленных в таблице 1, пациенты с гемодинамически значимым коронарным стенозом и без такового были сопоставимы по возрасту, половому составу, распространенности ожирения и некоронарного атеросклероза. При этом артериальная гипертензия и сахарный диабет у пациентов с коронарным стенозом встречались значительно чаще, чем в альтернативной группе, что лишний раз подтверждает важнейшую роль этих заболеваний в развитии ИБС.

Таблица 1. Сравнительная характеристика пациентов с гемодинамически значимым коронарным стенозом и без такового

Table 1. Comparative characteristics of patients with and without flow-limiting coronary stenosis

Показатель	Гемодинамически значимый коронарный стеноз		p
	Нет (n = 26)	Есть (n = 53)	
Мужчины, n (%)	14 (53,8%)	38 (71,7%)	0,1183
Возраст, лет	59,0 [56,0; 68,0]	63,0 [57,0; 66,0]	0,4905
АГ, n (%)	18 (69,2%)	48 (90,6%)	0,0241
Сахарный диабет, n (%)	2 (7,7%)	17 (32,1%)	0,0236
Ожирение, n (%)	6 (23,1%)	16 (30,2%)	0,5103
Некоронарный Ас, n (%)	10 (38,5%)	31 (58,5%)	0,0962
НЛС после нагрузки, n (%)	10 (38,5%)	50 (94,3%)	<0,0001
ГПС в покое, %	21,9 [19,3; 22,8]	18,8 [16,1; 20,6]	0,0003
ГПС после нагрузки, %	24,3 [22,3; 27,6]	20,3 [14,6; 24,1]	0,0001

Примечание: данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала – Ме [Q1; Q3] или абсолютного и относительно числа носителей признака – n (%). АГ – артериальная гипертензия, Ас – атеросклероз, ГПС – глобальный продольный стрейн, НЛС – нарушения локальной сократимости.

После физической нагрузки НЛС у пациентов с коронарным стенозом и без такового были выявлены соответственно в 50 (94,3 %) и 10 (38,5 %) случаях. Таким образом, стресс-ЭхоКГ, как метод выявления гемодинамически значимых коронарных стенозов, в настоящем исследовании продемонстрировала весьма высокую чувствительность (94,3 %), но недостаточно высокую специфичность (61,5 %).

У пациентов с гемодинамически значимым коронарным стенозом ГПС как в покое, так и после физической нагрузки в среднем был ниже, чем у пациентов альтернативной группы, что подтверждает возможность использования этих показателей в качестве предикторов гемодинамически значимого коронарного стеноза.

Кривые ошибок, представленные на рисунке 2, свидетельствуют, что дискриминирующая способность ГПС в отношении гемодинамически значимого коронарного стеноза сопоставима с дискриминирующей способностью визуальной оценки НЛС после физической нагрузки, то есть с результатами стресс-ЭхоКГ. Об этом же говорят и данные, представленные в таблице 2.

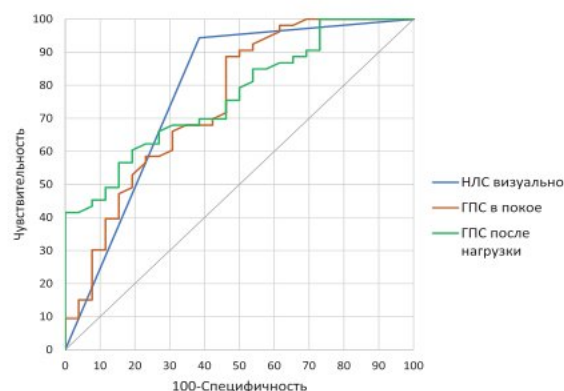


Рис. 2. ROC-кривые для визуально выявляемых нарушений локальной сократимости (НЛС), глобального продольного стрейна (ГПС) в покое и после физической нагрузки как предикторов выявления гемодинамически значимого коронарного стеноза

Fig. 2. ROC curves for visually detectable local contractility disturbances (LCD), global longitudinal strain (GLS) at rest and after physical activity as predictors of detection of flow-limiting coronary stenosis

Таблица 2. Прогностические характеристики эхокардиографических критериев выявления гемодинамически значимого коронарного стеноза

Table 2. Prognostic characteristics of echocardiographic criteria for detection of flow-limiting coronary stenosis

Критерий	AUC (95% ДИ)	Se (95% ДИ)	Sp (95% ДИ)	+LR	-LR
НЛС после нагрузки	0,779 (0,672–0,865)	94,3 (84,3–98,8)	61,5 (40,6–79,8)	2,45	0,092
ГПС в покое ≤21,7%	0,751 (0,641–0,842)	86,8 (74,7–94,5)	53,8 (33,4–73,4)	1,88	0,25
ГПС после нагрузки ≤22,9%	0,767 (0,658–0,855)	67,9 (53,7–80,1)	61,5 (40,6–79,8)	1,77	0,52
НЛС после нагрузки и ГПС в покое ≤21,7%	0,848 (0,750–0,919)	81,1 (68,0–90,6)	88,6 (69,8–97,6)	7,03	0,21
НЛС после нагрузки и ГПС после нагрузки ≤22,9%	0,734 (0,623–0,828)	62,3 (47,9–75,2)	84,6 (65,1–95,6)	4,05	0,45

Примечание: ГПС – глобальный продольный стрейн, AUC – площадь под кривой ошибок, Se – чувствительность, Sp – специфичность, ДИ – доверительный интервал, +LR – отношение правдоподобия для положительного результата исследования, –LR – отношение правдоподобия для отрицательного результата.

Следует подчеркнуть, что прогностические возможности ГПС после физической нагрузки такие же, как и в покое, что указывает на нецелесообразность определения этого показателя при проведении пробы с физической нагрузкой.

На рисунке 3 представлены кривые ошибок для комбинированных критериев, то есть для сочетания визуально выявляемых НЛС с ГПС, не превышающим 21,7 % в покое или 22,9 % после физической нагрузки. При использовании первого критерия AUC возрастает до 0,898, что выше значения этого показателя для каждого из признаков, входящих в комбинированный критерий (табл. 2). При этом чувствительность данного комбинированного критерия превышает 80 %, а специфичность приближается к 90 %, что позволяет использовать его как для диагностики, так и для исключения гемодинамически значимого коронарного стеноза.

Дискриминирующая способность комбинации НЛС с уровнем ГПС после нагрузки, не превышающим 22,9 %, ниже дискриминирующей способности каждого из входящих в критерий признаков и не улучшает их прогностические характеристики (табл. 2), что подтверждает сделанный выше вывод о нецелесообразности определения ГПС при проведении пробы с физической нагрузкой.

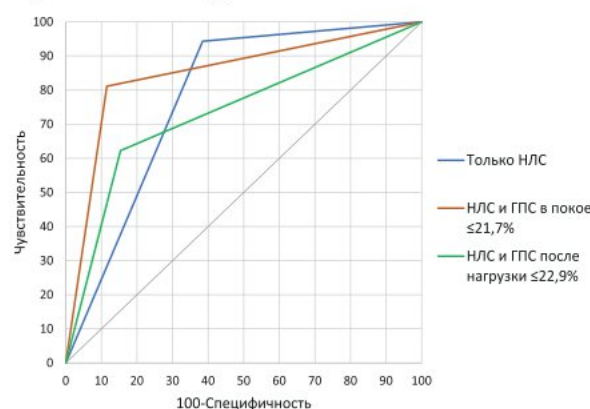


Рис. 3. ROC-кривые для визуально выявляемых нарушений локальной сократимости (НЛС) и сочетания НЛС со снижением глобального продольного стрейна (ГПС) в покое и после физической нагрузки

Fig. 3. ROC curves for visually detectable local contractility disorders (LCD) and a combination of LCD with a decrease in global longitudinal strain (GLS) at rest and after physical activity

Обсуждение

Результаты настоящего исследования в основном совпадают с результатами ранее выполненных работ, доказавших наличие связи между значениями ГПС у пациентов с умеренной ПТВ ИБС и вероятностью выявления у них гемодинамически значимого коронарного стеноза при КАГ. Систематический обзор этих работ показал, что различия ГПС в покое между больными со стенозом ($n = 397$) и без такового ($n = 381$) составляют 2 процентных пункта ($17,2 \pm 2,6$ против $19,2 \pm 2,8$ %, $p < 0,0001$), AUC варьирует в пределах 0,68–0,80, а пороговый уровень для прогнозирования гемодинамически значимого стеноза – в пределах 17,4–19,7 % с чувствительностью 51–81 % и специфичностью 58–81 % [8]. Примерно такие же результаты были получены и в настоящем исследовании.

Как по данным литературы, так и по результатам настоящего исследования, критерии диагностики гемодинамически значимого коронарного стеноза, базирующиеся на значениях ГПС, обладают достаточно высокой чувствительностью, но низкой специфичностью, что позволяет использовать высокие значения ГПС для исключения гемодинамически значимого коронарного стеноза, но не позволяет использовать низкие значения ГПС для его диагностики [9].

Причиной такого положения вещей служит высокая чувствительность ГПС к субклиническим нарушениям систолической функции левого желудочка, которые далеко не всегда связаны с коронарной недостаточностью. Так, в исследовании M.J. Mansour et al. [9] было показано, что более низкие значения ГПС в покое и при нагрузке отмечаются не только у лиц с выраженным коронарным атеросклерозом, но и у лиц с сопутствующими заболеваниями (цереброваскулярные болезни, сахарный диабет, артериальная гипертензия) и факторами сердечно-сосудистого риска (курение и дислипидемия). Нормальные значения ГПС исключают все эти факторы, в том числе и транзиторную ишемию миокарда, а низкие значения указывают на наличие таких причин, но не позволяют выявить, какая из них привела к нарушению систолической функции.

В настоящем исследовании, в отличие от ряда ранее выполненных работ, не выявлено различий дискриминирующей способности показателей ГПС, определяемых в покое и после физической нагрузки, в отношении гемодинамически значимого коронарного стеноза. Между тем, в исследовании T. Biering-Soerensen et al. [10] AUC для ГПС в покое и после нагрузки составила соответственно 0,67 (0,60-0,73) и 0,78 (0,72-0,84), а в исследовании А.И. Степановой и соавт. [11] – 0,63 (0,47-0,73) и 0,76 (0,63-0,89). Вопрос о наличии различий дискриминирующей способности показателей ГПС, определяемых в покое и

после физической нагрузки, несомненно, заслуживает дальнейшего изучения, поскольку отсутствие таких различий однозначно указывает на нецелесообразность определения ГПС при проведении стресс-ЭхоКГ.

О нецелесообразности определения ГПС после физической нагрузки при проведении стресс-ЭхоКГ говорит и тот факт, что информативность нагрузочной пробы не возрастает при оценке ее результатов с помощью комбинированного критерия, то есть сочетания визуально выявленных НЛС с низким значением ГПС. Напротив, оценка результатов стресс-ЭхоКГ по сочетанию НЛС с низким значением ГПС в покое существенно улучшает прогностические характеристики исследования, в первую очередь, за счет возрастания специфичности результатов исследования.

Иллюстрацией к вышесказанному может служить рисунок 4, на котором представлены цветные полярные карты продольного систолического стрейна, полученные при проведении стресс-ЭхоКГ пациенту, у которого позже при КАГ был выявлен гемодинамически значимый стеноз передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии. В покое НЛС не отмечалось, но в бассейне стенозированной артерии была зарегистрирована обширная зона с резко сниженным продольным стрейном (рис. 4 А). При этом ГПС был снижен до 11,5 %. После физической нагрузки в бассейне стенозированной артерии появились НЛС, однако зона с резко выраженным снижением продольного стрейна существенно уменьшилась, а значение ГПС увеличилось до 14,5 % (рис. 4 Б). Отметим, что в сегментах, не входящих в бассейн стенозированной артерии, значения стрейна после физической нагрузки увеличились, указывая на возрастание их сократительной активности. Следствием этого стало как возрастание ГПС, так и уменьшение зоны резко сниженного стрейна за счет вовлечения несокращаю-

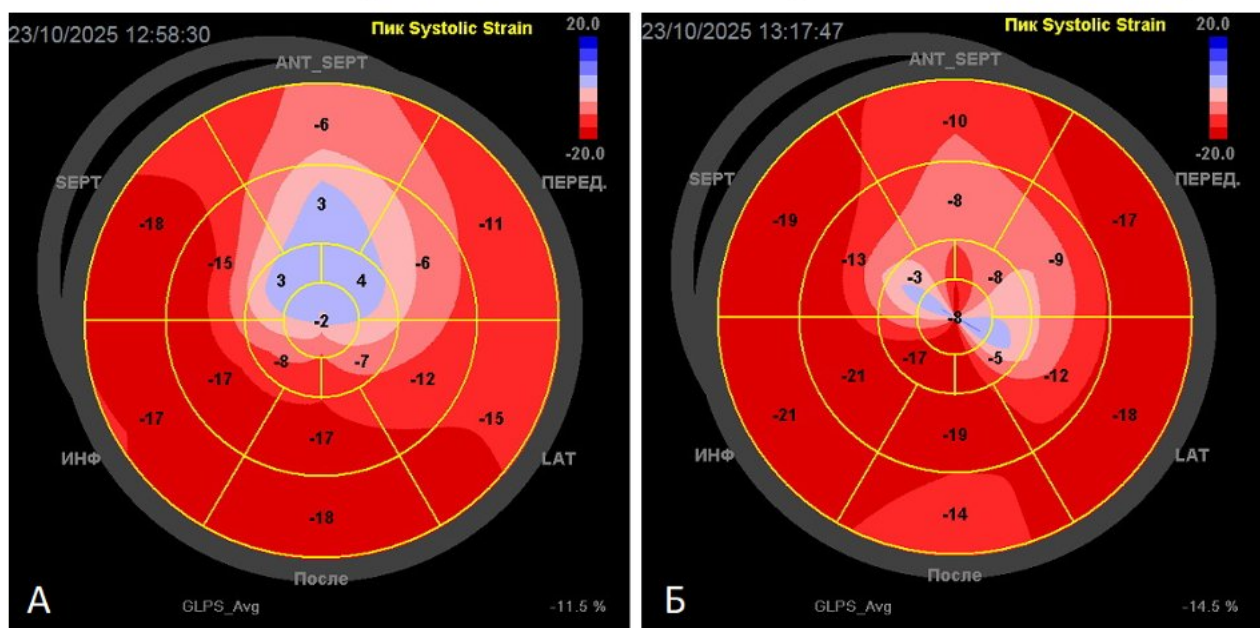


Рис. 4. Цветовые полярные карты продольного систолического стрейна в покое (А) и после физической нагрузки (Б) у пациента с гемодинамически значимым коронарным стенозом (объяснение в тексте)
Fig. 4. Color polar maps of longitudinal systolic strain at rest (A) and after physical activity (B) in a patient with flow-limiting coronary stenosis (explanation in text)

щихся сегментов миокарда в движение активно сокращающихся соседних сегментов.

Таким образом, судя по результатам настоящего исследования, определение ГПС после физической нагрузки при выполнении стресс-ЭхоКГ пациентам с промежуточной предтестовой вероятностью ИБС представляется нецелесообразным, в то время как ГПС в покое (в рамках рутинной ЭхоКГ или перед выполнением стресс-ЭхоКГ) следует считать весьма желательным в силу двух обстоятельств. Во-первых, высокие значения ГПС в покое указывают на низкую вероятность выявления коронарного стеноза при КАГ, что позволяет уточнить клинической оценку ПТВ ИБС в сторону ее снижения. Во-вторых, сочетание низких значений ГПС в покое с появлением НЛС при физической нагрузке существенно повышает специфичность результатов стресс-ЭхоКГ и обоснованность проведения КАГ.

Заключение

Показатели ГПС, определяемые в покое и после физической нагрузки, обладают одинаковой дискриминирующей способностью в отношении гемодинамически значимого коронарного стеноза, что указывает на нецелесообразность определения ГПС при проведении стресс-ЭхоКГ пациентам с умеренной ПТВ ИБС.

Список источников

1. Барбараш О. Л., Карпов Ю. А., Панов А. В. ... [и др.]. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024; 29(9): 6110. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6110.
2. Николаева Т.О., Мазур В.В., Мазур Е.С. Возможности и перспективы эхокардиографической диагностики нарушений локальной сократимости миокарда левого желудочка при хронической ишемической болезни сердца. Наука и инновации в медицине. 2025; 10(3): 201-210. doi: 10.35693/SIM688475
3. Степанова А.И., Алехин М.Н. Возможности и ограничения спекл-трекинг стресс-эхокардиографии. Сибирский медицинский журнал. 2019; 34(1): 10-17. doi: 10.29001/2073-8552-2019-34-1-10-17
4. Алехин М.Н., Степанова А.И. Эхокардиография в оценке постсистолического укорочения миокарда левого желудочка сердца. Кардиология. 2020; 60(12): 110-116. doi: 10.18087/cardio.2020.12.n1087.
5. Олейников В.Э., Смирнов Ю.Г., Галимская В.А., Гундарев Е.А., Бурко Н.В. Новые возможности оценки сократимости левого желудочка методом двухмерной speckle tracking эхокардиографии. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2020; 35(3): 79-85. doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-3-79-85
6. Тюрина Л.Г., Хамидова Л.Т., Рыбалко Н.В., Газарян Г.А., Попугаев К.А. Роль спекл-трекинг – эхокардиографии в современной диагностике и прогнозе при коронарной недостаточности. Медицинский алфавит 2023; 16: 7-18. doi: 10.33667/2078-5631-2023-16-7-18
7. Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М. ... [и др.]. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024; 29(11): 6162. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6162
8. Norum I.B., Ruddox V., Edvardsen T., Otterstad J.E. Diagnostic accuracy of left ventricular longitudinal function by speckle tracking echocardiography to predict significant coronary artery stenosis. A systematic review. BMC Med Imaging. 2015; 15:25. doi: 10.1186/s12880-015-0067-y
9. Mansour M.J., AlJaroudi W., Hamoui O., Chaaban S., Chammas E. Multimodality imaging for evaluation of chest pain using strain analysis at rest and peak exercise. Echocardiography. 2018; 35(8): 1157-1163. doi: 10.1111/echo.13885
10. Biering-Sorensen T., Hoffmann S., Mogelvang R., Zeeberg Iversen A., Galatius S., Fritz-Hansen T., Bech J., Jensen J.S. Myocardial strain analysis by 2-dimensional speckle tracking echocardiography improves diagnostics of coronary artery stenosis in stable angina pectoris. Circ Cardiovasc Imaging. 2014; 7(1): 58-65. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.113.000989
11. Степанова А.И., Радова Н.Ф., Алехин М.Н. Спекл-трекинг стресс-эхокардиография с использованием тредмил-теста в оценке функциональной значимости степени стеноза коронарных артерий. Кардиология. 2021; 61(3): 4-11. doi: 10.18087/cardio.2021.3.n1462

Николаева Татьяна Олеговна (контактное лицо) – канд. мед. наук, доцент, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России; 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4; nikolaevato@mail.ru

Поступила в редакцию / The article received 20.09.2025.

Принята к публикации / Was accepted for publication 09.12.2025.