

Влияние типа реакции артериального давления на результаты ABCDE стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой

Т.М. Тимофеева^{1,2}, А.Ф. Сафарова^{1,2}, В.П. Ефимова^{1,2}, Е.М. Озова^{1,2}

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Медицинский институт, кафедра внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики имени академика В.С. Моисеева, Москва, Россия

² Университетская клиническая больница имени В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель. Оценить частоту гипертонической реакции артериального давления (АД) на физическую нагрузку (ГРН) при проведении стресс-эхокардиографии (СЭ) у пациентов с известной или подозреваемой ишемической болезнью сердца и влияние ГРН на результаты ABCDE-СЭ.

Материалы и методы. В одноцентровое исследование включено 193 пациента, которым была выполнена ABCDE-СЭ (оценка нарушений локальной сократимости, В-линий, резервов сократительного (СР), коронарного, хронотропного) с традиционной оценкой реакции АД. Были изучены частота возникновения ГРН в ходе СЭ и взаимосвязь ГРН с положительными результатами СЭ. **Результаты.** Распространенность ГРН составила 36,3% (70 пациентов). Пациенты с ГРН чаще имели низкую толерантность к физической нагрузке ($p=0,013$); скорость кровотока в коронарной артерии в покое и на нагрузке, величина СР были выше у пациентов с ГРН ($p=0,009$, $p=0,008$ и $p=0,002$). Среди пациентов с ГРН снижение СР встречалось реже, чем среди пациентов с адекватной реакцией АД: 45 (64,3%) против 99 (80,5%) ($p=0,013$).

Заключение. Чрезмерное повышение АД во время СЭ может быть ограничивающим признаком, приводящим к преждевременному прерыванию тестирования, что означает худшую переносимость физической нагрузки по сравнению с нормотензивными пациентами. Имеется взаимосвязь между реакцией АД на нагрузку и результатами ABCDE-СЭ, в частности влияние пикового АД на СР. Взаимосвязь между реакцией АД на нагрузку и шагами СЭ, а также ее прогностическая значимость требуют дальнейшего изучения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ABCDE стресс-эхокардиография, гипертоническая реакция на нагрузку.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Effect of blood pressure response type on ABCDE stress echocardiography results

T.M. Timofeeva^{1,2}, A.F. Safarova^{1,2}, V.P. Efimova^{1,2}, E.M. Ozova^{1,2}

¹ Department of Internal Medicine with the subspecialty of cardiology and functional diagnostics named after V.S. Moiseev, Institute of Medicine, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia

² Vinogradov University Clinical Hospital (branch) of the RUDN University, Moscow, Russia

SUMMARY

Objective. To assess the incidence of hypertensive response of arterial pressure (BP) to exercise (HRE) during stress echocardiography (SE) in patients with known or suspected coronary artery disease and the effect of HRE on the results of ABCDE-SE. **Materials and methods.** The single-center study included 193 patients who underwent ABCDE-SE (evaluation of wall motion abnormalities, B-lines, contractile reserve (CR), coronary, chronotropic) with traditional assessment of BP response. The incidence of HRE during SE and the relationship of HRE with positive SE results were studied. **Results.** The prevalence of HRE was 36.3% (70 patients). Patients with HRE more often had low exercise tolerance ($p=0.013$); coronary artery blood flow velocity at rest and under load, CR value were higher in patients with HRE ($p=0.009$, $p=0.008$ and $p=0.002$). Among patients with HRE CR decrease was less common than among patients with adequate BP response: 45 (64.3%) versus 99 (80.5%) ($p=0.013$). **Conclusion.** Excessive BP increase during SE may be a limiting feature leading to premature termination of testing, which means worse exercise tolerance compared to normotensive patients. There is a relationship between BP response to load and ABCDE-SE results, in particular the effect of peak BP on CR. The relationship between BP response to load and SE steps, as well as its prognostic significance, require further study.

KEYWORDS: ABCDE stress echocardiography, hypertensive response to exercise.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Список сокращений

АГ – артериальная гипертензия

АД – артериальное давление

ВЭМ – велоэргометр

ГРН – гипертоническая реакция АД на нагрузку

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИНЛС – индекс нарушения локальной сократимости

КАГ – коронароангиография

ЛЖ – левый желудочек

НЛС – нарушение локальной сократимости

НРН – нормотоническая реакция АД на нагрузку

ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь

САД – систолическое АД

СР – сократительный резерв

СЭ – стресс-эхокардиография

ТМ – тредмил

ЧСС – частота сердечных сокращений

Введение

Современное функциональное тестирование с помощью стресс-эхокардиографии (СЭ) включает не только реакции движения стенки во время стресса. СЭ ABCDE дает представление о пяти функциональных резервах: эпикардиальном кровотоке (А – от англ. Asynergy); диастолическом (В – от англ. B-lines), сократительном (от англ. left ventricular Contractile reserve), коронарном микроциркуляторном (D – от англ. Doppler coronary flow velocity reserve) и хронотропном резервах (Е – от англ. ECG-heart rate reserve) [1].

Наряду с новыми параметрами стресс-тестирования не теряют своей актуальности и традиционные показатели, такие как оценка ЭКГ-динамики, реакции артериального давления (АД) на нагрузку.

Многоступенчатый протокол СЭ рекомендован широкому кругу пациентов с предполагаемой и известной ИБС [2, 3]. Диагностическое и прогностическое значение гипертонической реакции АД на физическую нагрузку (ГРН) продолжает оставаться противоречивым вопросом широких дискуссий [4, 5]. Исследований о связи между реакцией АД на физическую нагрузку и положительными результатами многоступенчатого протокола СЭ недостаточно. Мы стремились определить влияние гипертонической реакции АД во время ABCDE-СЭ на результаты стресс-теста.

Материалы и методы

В одноцентровое исследование включено 193 пациента старше 18 лет с жалобами на боли в грудной клетке и/или одышку с умеренной и низкой (при наличии других факторов сердечно-сосудистого риска) предтестовой вероятностью ишемической болезни сердца (ИБС). Критериями включения были: способность выполнять физическую нагрузку в рамках СЭ, отсутствие тяжелых клапанных пороков, значимых нарушений ритма, тяжелой сопутствующей патологии, ограничивающей ожидаемую продолжительность жизни. Более половины исследуемой группы составили мужчины (n=111, 57,5%), средний возраст $61,8 \pm 10,1$ лет. Большая часть пациентов имели сопутствующие заболевания и/или дополнительные факторы риска. Наиболее часто пациенты страдали гипертонической болезнью (90,2%), ишемической болезнью сердца (59,6%). Основные характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1
Клинико-демографическая характеристика пациентов

Показатель	Значение
Ожирение, n (%)	69 (35,8)
Гипертоническая болезнь в анамнезе, n (%)	174 (90,2)
ИБС/ИМ в анамнезе, n (%)	117 (59,6)/60 (31,1)
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	51 (26,5)
Шкала SCORE (M $\pm$ SD)	4,4 $\pm$ 4,1
По данным КАГ нет поражения КА, n (%)	22 (11,4)
однососудистое поражение КА, n (%)	23 (11,9)
многососудистое поражение КА, n (%)	63 (32,6)

Примечание: ИБС – ишемическая болезнь сердца; ИМ – инфаркт миокарда; КАГ – коронароангиография; КА – коронарная артерия

Все пациенты получали терапию в соответствии с рекомендациями при наличии установленного диагноза (таблица 2).

Таблица 2
Характеристика медикаментозной терапии

Группа препаратов	Частота назначения, n (%)
ББ	121 (62,7)
БКК	58 (30,1)
иАПФ/БРА	91 (47,2)/54 (28,0)
Статины	151 (78,2)
Антиагреганты	113 (58,2)
Нитраты	10 (5,2)
АМКР	12 (6,2)
Диуретики	44 (22,8)
ПОАК	20 (10,4)
АРНИ	7 (3,6)
ИНГЛТ2	9 (4,7)

Примечание: ББ – б-блокаторы, БКК – блокаторы кальциевых каналов, иАПФ – ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, БРА – блокаторы рецепторов ангиотензина, АМКР – антагонисты минералокортикоидных рецепторов, ПОАК – пероральные антикоагулянты, АРНИ – ингибиторы рецепторов ангиотензина и неприлизина, ИНГЛТ 2 – ингибиторы натрий-глюкозного ко-транспортера 2 типа

Всем пациентам проводилось стандартное общеклиническое обследование; лабораторные исследования, эхокардиографическое исследование, коронароангиография (КАГ) по показаниям; СЭ с физической нагрузкой по протоколу ABCDE [1, 6]. Физическая нагрузка выполнялась на тредмиле (ТМ) или на горизонтальном велоэргометре (ВЭМ). У подавляющего большинства пациентов стресс-тест на ТМ проводился по стандартному протоколу Bruce, на ВЭМ – по протоколу 50–25–25; при этом измерение систолического (САД) и диастолического АД производилось автоматическим тонометром, как правило, на правой руке в покое, на каждой ступени нагрузки и в восстановительном периоде.

ABCDE-протокол представлял последовательную оценку следующих параметров в покое и на пике нагрузки: нарушения локальной сократимости (НЛС) и индекса НЛС (ИНЛС) по 4-балльной шкале в 16-сегментной модели ЛЖ на шаге А (рисунок 1); сумма В-линий при УЗ-сканировании легких в 4 точках на шаге В (рисунок 2); сократительный резерв (СР) как соотношение силы левого желудочка (ЛЖ) на нагрузке к силе ЛЖ в покое (за силу ЛЖ принято соотношение САД/конечный систолический объем ЛЖ) на шаге С (рисунок 3); коронарный резерв на шаге D по коронарному потоку дистальной части ПМЖВ (рисунок 4); хронотропный резерв – соотношение частоты сердечных сокращений (ЧСС) нагрузки к ЧСС в покое – на шаге Е (рисунок 5).

Критерий А считался положительным при наличии индуцируемого нарушения локальной сократимости. Шаг В считался положительным при нарастании ≥ 2 В-линий, шаг С – при значении $< 2,0$, шаг D – при нарастании скорости кровотока в ПМЖВ на нагрузке менее чем в 2,0 раза, шаг Е – при нарастании ЧСС $< 1,80$. Все исследования были разделены на тесты с нормотонической реакцией

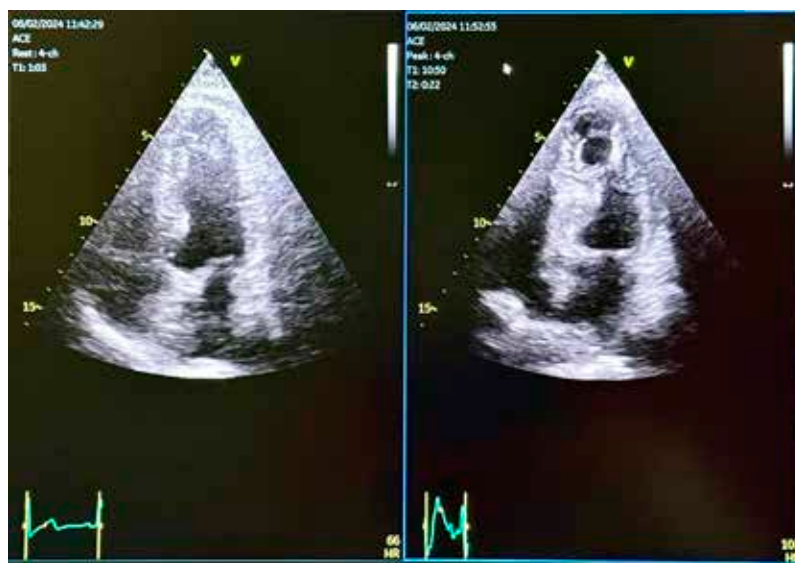


Рисунок 1. Шаг А ABCDE-СЭ – оценка зон нарушения локальной сократимости в покое и на пике нагрузки



Рисунок 2. Шаг В ABCDE-СЭ – оценка количества В-линий при УЗИ легких в покое и на пике нагрузки

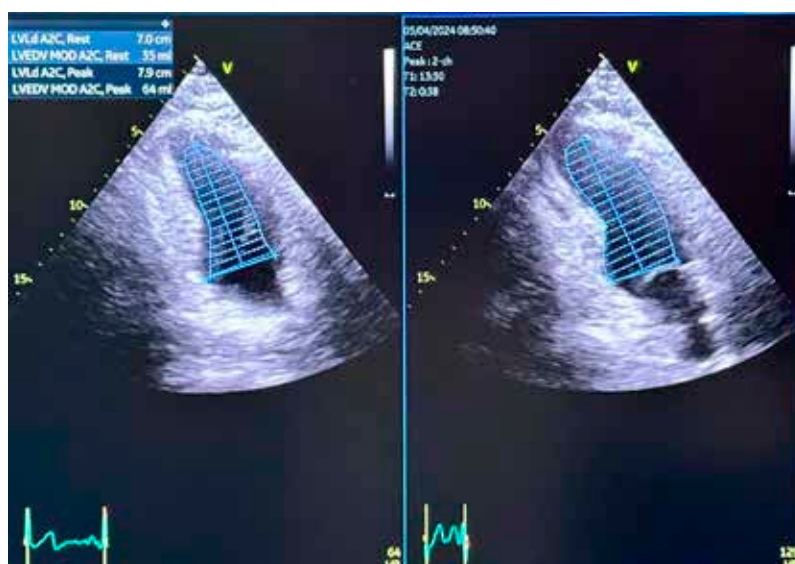


Рисунок 3. Шаг С ABCDE-СЭ – оценка силы ЛЖ (отношение систолического артериального давления к конечно-систолическому объему левого желудочка) в покое и на пике нагрузки для расчета сократительного резерва левого желудочка

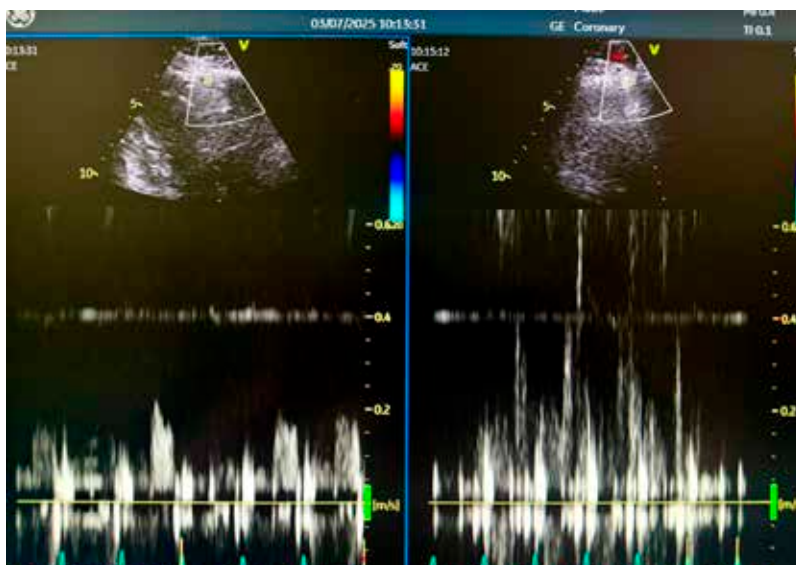


Рисунок 4. Шаг D ABCDE-СЭ – оценка пиковой диастолической скорости кровотока в передней нисходящей артерии в покое и на пике нагрузки для оценки коронарного резерва левого желудочка

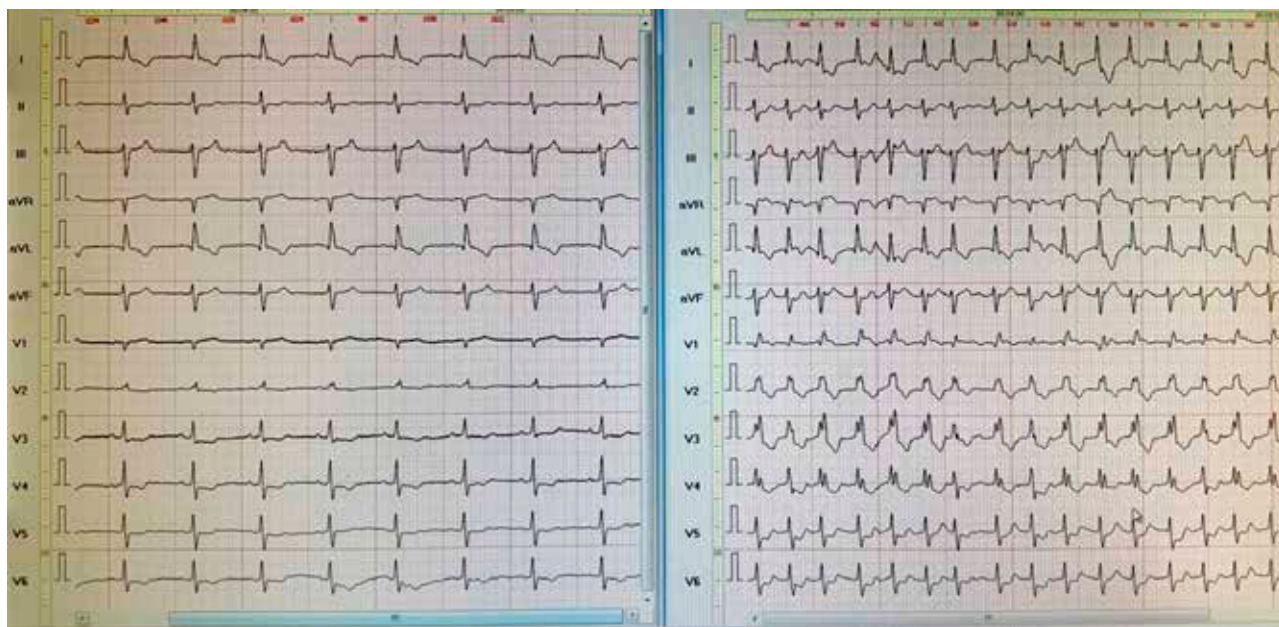


Рисунок 4. Шаг D ABCDE-СЭ – оценка пиковой диастолической скорости кровотока в передней нисходящей артерии в покое и на пике нагрузки для оценки коронарного резерва левого желудочка

(НРН) и с ГРН. Реакция АД оценивалась как гипертоническая при соблюдении одного из условий: повышение систолического АД (САД) ≥ 190 мм рт. ст. у женщин и ≥ 210 мм рт. ст. у мужчин [7]; повышение САД ≥ 180 мм рт. ст. на второй ступени теста [8] (на ТМ), повышение САД у мужчин ≥ 220 мм рт. ст., у женщин ≥ 200 мм рт. ст. [9, 10, 11] (на ВЭМ); подъем САД по отношению к исходному у мужчин ≥ 60 мм рт. ст., у женщин ≥ 50 мм рт. ст. [12].

Исследование соответствует этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической

практики в Российской Федерации». Все лица, участвующие в исследовании, дали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено Комитетом по Этике Медицинского института РУДН.

Статистический анализ результатов исследования. Расчет объема выборки произведен по методу К.А. Отдельной (заданная мощность исследования 80%; уровень значимости 0,05). Для статистической обработки данных использовали программное обеспечение SPSS (версия 22.0). Количественные переменные описывали как среднее арифметическое значение (M) и стандартное отклонение среднего значения (SD) (при нормальном распределении) или как медиана (Me) и интерквартильный размах (IQR) (при асимметричном распределении). До-

стоверность различий между двумя группами оценивали при помощи U-критерия Манна – Уитни, t-критерия Стьюдента; хи-квадрата Пирсона (χ^2) / точного критерия Фишера. Значимым считали $p < 0,05$. Зависимость бинарных показателей от количественных и категориальных выявлялась методом бинарной логистической регрессии (одно- и многофакторный анализ) с определением отношения шансов.

Результаты

Сократительная способность ЛЖ в покое была удовлетворительной в 90,7% случаев. СЭ проводилась преимущественно на горизонтальном ВЭМ (71,5%). Толерантность к физической нагрузке расценена как низкая у 9,8% пациентов, средняя – у 37,3%, высокая – у 43,5%, очень высокая – у 9,3% пациентов. Повышение АД в физиологически допустимых пределах продемонстрировали 56,0% исследованных, высокий стартовый прирост зарегистрирован у 5,2%, гипертоническую реакцию показали 31,1%, дистоническая и гипотоническая реакция АД зафиксирована у 7,8%.

Наиболее частым положительным шагом стало снижение СР ЛЖ (75,6%), ишемический ответ выявлен у 17,6% пациентов (рисунок 6).

Нами была сопоставлена частота ГРН в зависимости от типа физической нагрузки. Оказалось, что пациенты на ТМ реже имели ГРН, чем пациенты на ВЭМ (25,5% и 40,6% соответственно, $p=0,027$).

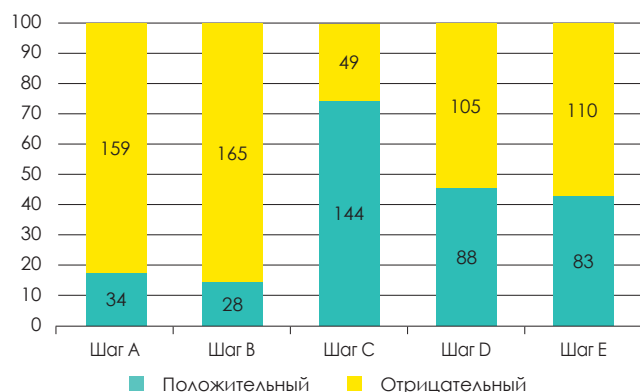


Рисунок 6. Частота положительных шагов 5-ступенчатой СЭ в общей группе ($n = 193$), %

Статистически значимых отличий при оценке влияния степени поражения коронарного русла по данным КАГ ($p=0,191$), наличия и клинического варианта ИБС ($p=0,169$), а также наличия сахарного диабета ($p=0,724$) на частоту возникновения ГРН выявлено не было.

Учитывая отсутствие различий в частоте ГРН в зависимости от сопутствующих заболеваний, тип реакции АД анализировался в общей группе пациентов. Для сравнения пациенты с ГРН были объединены с пациентами с высоким стартовым приростом АД на нагрузку, пациенты с нормотонической реакцией (НРН) были объединены с пациентами с гипо- и дистонической реакцией. Группу ГРН составили 70 пациентов, группу с НРН – 123 пациента.

При сравнении клинико-демографических, эхокардиографических параметров, терапии, результатов нагрузочного тестирования статистически значимых отличий по большинству параметров между группами получено не было. Кроме параметров, в расчете которых принимает участие САД, значимо различались толерантность к физической нагрузке, ИНЛС на пике нагрузки и скорость в ПМЖВ в покое и на нагрузке. Выявленные отличия представлены в таблице 3.

При сравнении уровня толерантности к физической нагрузке в зависимости от типа реакции АД были получены статистически значимые различия ($p=0,004$). Выявленные различия были обусловлены более высокой частотой низкой толерантности к физической нагрузке среди пациентов с ГРН по сравнению пациентами с НРН ($p=0,004$) и более высокой частотой средней, высокой и очень высокой толерантности к физической нагрузке у пациентов с НРН по сравнению с пациентами с ГРН ($p=0,004$).

Была сопоставлена частота положительных шагов протокола СЭ в зависимости от наличия гипертонической реакции на стресс (рисунок 2). В соответствии с полученными данными частота положительного шага С (снижение СР) была статистически значимо выше в группе пациентов с НРН по сравнению с пациентами с ГРН ($p=0,013$). Шанс снижения СР у пациентов с НРН в 2,3 раза выше, чем у пациентов с гипертонической реакцией на стресс.

При сравнении частоты остальных положительных шагов ABCDE-СЭ статистически значимые различия отсутствовали.

Таблица 3
Сравнение пациентов с ГРН и пациентов с НРН

Показатель	ГРН ($n=70$)	НРН ($n=123$)	p
ЧСС покой, уд./мин. ($M \pm SD$)	74 ± 14	77 ± 13	0,073
ОТС ($M \pm SD$)	$0,49 \pm 0,10$	$0,46 \pm 0,10$	0,070
Достигнутая предустановленная нагрузка, % ($M \pm SD$)	$82,5 \pm 34,1$	$93,7 \pm 36,5$	0,035
САД нагрузка, мм рт. ст. ($M \pm SD$)	205 ± 23	180 ± 21	<0,001
ДАД нагрузка, мм рт. ст. ($M \pm SD$)	99 ± 9	93 ± 12	<0,001
Прирост САД на нагрузке, мм рт. ст. ($M \pm SD$)	$76,9 \pm 15,3$	$50,7 \pm 18,2$	<0,001
Двойное произведение ($САД_{\max} \times ЧСС_{\max} / 1000$) ($M \pm SD$)	$27,3 \pm 4,1$	$24,8 \pm 4,4$	<0,001
ИНЛС нагрузка ($M \pm SD$)	$1,06 \pm 0,20$	$1,13 \pm 0,26$	0,050
Сократительный резерв ($M \pm SD$)	$1,8 \pm 0,5$	$1,6 \pm 0,5$	0,002
$V_{ПМЖВ}$ покой, см/с ($M \pm SD$)	$27,2 \pm 8,4$	$23,7 \pm 7,0$	0,009
$V_{ПМЖВ}$ нагрузка, см/с ($M \pm SD$)	$48,9 \pm 16,4$	$42,6 \pm 13,0$	0,008

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений, ОТС – относительная толщина стенок, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ИНЛС – индекс нарушения локальной сократимости, $V_{ПМЖВ}$ – скорость кровотока в передней межжелудочковой ветви.

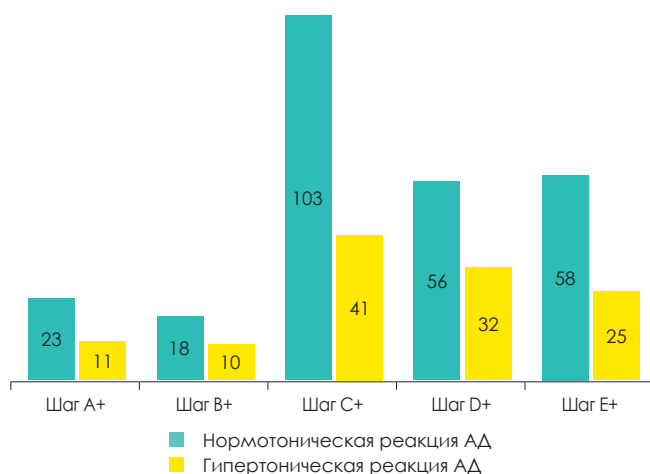


Рисунок 7. Частота положительных шагов ABCDE-C3 в зависимости от типа реакции АД на нагрузку

Обсуждение

В литературе представлены противоречивые данные о наличии негативной прогностической роли ГРН [4, 5]. Выявлена связь между ГРН и наличием ишемии миокарда [5]. Интенсивное повышение АД во время физических упражнений может вызвать увеличение потребления кислорода миокардом и, как следствие, субэндокардиальную ишемию, даже при отсутствии значительных коронарных стенозов [13–17]. Таким образом, ГРН может быть связана с увеличением частоты сердечно-сосудистых событий, независимо от кардиореспираторной выносливости [13]. Чрезмерное повышение АД может быть ограничивающим признаком, приводящим к преждевременному прерыванию тестирования, как у 17,6% пациентов в нашем исследовании, но оно также связано со значительно более низким риском смертности и серьезных неблагоприятных сердечных событий, вероятно, как выражение увеличенного СР ЛЖ, рассчитанного как резерв силы (САД/конечный систолический объем) [18], что согласуется с нашими результатами (СР в группе ГРН был выше, чем в группе с НРН, $p=0,002$).

Согласно описанным критериям, ГРН в нашем исследовании наблюдалась почти у каждого третьего пациента ($n=70$, 36%), что коррелирует с данными других крупных исследований. Так в исследовании Е.А. Карева и соавт. были проанализированы результаты 3434 СЭ тестов, выполненных в амбулаторном порядке в течение периода 1 месяца (21.01–21.02) каждого года за период с 2007 до 2020 года. Оказалось, что распространенность ГРН составила от 8,6% до 41,5% (в среднем за 14 лет – 23,2%) [15].

По результатам другого исследования этого же автора [16] были проанализированы результаты стресс-тестов 94 пациентов без значимого поражения коронарного русла по данным КАГ или МСКТ. Было получено, что ГРН имел 41 пациент, у них зафиксированы в том числе большие значения индексированных показателей массы миокарда ЛЖ ($p<0,001$), худшая толерантность к нагрузке ($p<0,001$).

Относительно сократительной способности нами получено, что пациенты с НРН имели значимо больший ИНЛС на нагрузке, чем пациенты с ГРН ($1,13\pm0,26$ и $1,06\pm0,20$ соотв., $p=0,050$), что согласуется с результатами Lauer MS и соавт [19]. Их проспективное исследование включало 594 пациента с подозрением на ИБС. Оказалось, что тяжелая ИБС встречалась реже у пациентов с гипертензией при физической нагрузке (14% против 25%, ОШ 0,51, 95% ДИ от 0,32 до 0,81, $p=0,004$). ГРН ассоциировалась с более низким уровнем тяжелой ИБС даже после поправки на гипертензию в состоянии покоя, возраст, пол, способность к физической нагрузке и другие возможные факторы, влияющие на результат. В исследовании Bouzas-Mosquera С. и соавт. [18] проведен ретроспективный анализ 10 047 пациентов с известной или подозреваемой ИБС, направленных на нагрузочную эхокардиографию. Всего у 402 пациентов развилась ГРН. Частота стенокардии и появление новых зон НЛС по данным СЭ среди этих пациентов была достоверно реже, чем у пациентов с НРН ($p=0,001$, $p=0,032$). По результатам многофакторного анализа ГРН ассоциировалась с меньшей вероятностью стенокардии, вызванной физической нагрузкой (ОШ, 0,44; 95% ДИ 0,30–0,65; $p<0,001$) и появлением новых зон НЛС (ОШ, 0,63; 95% ДИ 0,48–0,83; $p=0,001$). А в исследовании Карева Е.А. с 3434 пациентами получено, что при проведении СЭ с физической нагрузкой у пациентов с ГРН наблюдаются транзиторные нарушения как глобальной, так и регионарной сократимости ЛЖ в виде меньшего прироста ФВ [15]. Все это свидетельствует о неоднозначной диагностической роли ГРН.

Представляют интерес наши результаты относительно влияния ГРН на шаги ABCDE-C3.

Частота появления новых зон НЛС (положительный шаг А), ухудшения сократительной функции ЛЖ значимо не отличалась в группах с ГРН и НРН ($p=0,601$), так же как в исследовании Jutens TL [20]. По их данным (анализ 7015 пациентов, из них 3225 пациентов без истории АГ или ИБС, из них у 3098 с НРН на нагрузку) пациенты с ГРН с такой же вероятностью имели нормальные результаты эхокардиографии при нагрузке, как и те, у кого была НРН (85% против 83%, $P>0,99$). В подгруппе из 508 пациентов была проведена КАГ. Частота ложноположительных результатов была одинаковой для пациентов, у которых была преувеличенная реакция АД, и у тех, у кого была нормальная реакция АД. Частота ложноположительных результатов, как правило, была ниже у пациентов с низким АД. Таким образом, пациенты с ГРН не чаще имеют аномальные эхокардиографические данные при нагрузке, чем пациенты с НРН.

В нашем исследовании пациенты с ГРН имели значимо большую скорость кровотока в дистальном сегменте ПМЖВ как в покое, так и на нагрузке по сравнению с пациентами с НРН ($p=0,009$ и $p=0,008$), что согласуется с основными законами гемодинамики. Однако отличий по частоте положительного шага D и по величине коронарного резерва между пациентами этих групп не получено. Напротив, в исследовании Bausan ÖF и соавт. [17] пациенты с ГРН имели достоверно меньший резерв ко-

ронарного кровотока, чем контрольная группа ($p = 0,004$), и эта разница была обусловлена снижением скорости потока на нагрузке ($p = 0,004$), а не разницей в потоке в покое ($p = 0,95$).

Частота положительного шага С (снижение СР) была статистически значимо ниже в группе пациентов с ГРН по сравнению с пациентами с НРН ($p = 0,013$). Шанс снижения СР у последних в 2,3 раза выше, чем у пациентов с гипертонической реакцией на стресс. Это может частично объяснять результаты группы авторов во главе с Bouzas-Mosquera МС, которые за 10 лет наблюдения сравнили показатели смертности от всех причин, сердечной смерти, нефатального ИМ и больших сердечно-сосудистых событий у пациентов с и без ГРН. Оказалось, что частота неблагоприятных исходов значимо выше у пациентов с НРН ($p < 0,001$ для всех сравнений), что также связано с увеличенным СР ЛЖ, рассчитанным как соотношение САД/конечный систолический объем [18].

Несмотря на эти данные пациенты с ГРН и признаками некорригированной АГ в покое, несомненно, требуют коррекции антигипертензивной терапии согласно рекомендациям по лечению АГ.

Имеются сообщения о том, что применение антигипертензивных препаратов не оказывает существенного влияния на развитие ГРН [18]. Другие исследования, напротив показывают связь между ГРН и более широким использованием ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента и блокаторов рецепторов ангиотензина II [21]. В нашем исследовании статистически значимых отличий по частоте назначения антигипертензивных препаратов не выявлено, что вероятно связано с отсутствием значимой разницы в структуре пациентов.

Ограничения

Результаты относятся к ограниченному количеству разнородных пациентов с установленной или вероятной ИБС, с разной степенью поражения коронарного русла, имеющих разную степень коморбидности, исходную симптоматику, находящихся на различных схемах терапии. Пациенты с гипо- и дистонической реакцией АД были объединены с пациентами с НРН для сравнения, в связи с этим группы оказались, вероятно, морфологически неоднородными. Чрезмерное повышение АД может быть ограничивающим признаком, приводящим к преждевременному прерыванию тестирования. Очевидна необходимость крупного рандомизированного клинического исследования, в котором бы изучали взаимосвязь между реакцией АД на нагрузку и шагами СЭ, а также ее прогностическую значимость в отношении функционального состояния и прогноза у пациентов с известной или подозреваемой ИБС.

Выводы

Чрезмерное повышение АД во время стресс-тестирования может быть ограничивающим признаком, приводящим к преждевременному прерыванию тестирования, что означает худшую переносимость физической нагрузки по сравнению с нормотензивными пациентами. Имеется

взаимосвязь между реакцией АД на нагрузку и результатами ABCDE-СЭ, в частности влияние пикового АД на сократительный резерв ЛЖ. Взаимосвязь между реакцией АД на нагрузку и шагами СЭ, а также ее прогностическая значимость требуют дальнейшего изучения.

Список литературы / References

1. Picano E, Ciampi Q, Arbucci R, Cortigiani L, Zagatina A, Celutkienė J, Bartolacelli Y, Kane GC, Lowenstein J, Pellikka P. Stress Echo 2030: the new ABCDE protocol defining the future of cardiac imaging. *Eur Heart J Suppl.* 2023 Apr 26;25(Suppl C):C63–C67. doi: 10.1093/eurheartjsupp/suad008.
2. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC et al.; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2024 Sep 29;45(36):3415–3537. doi: 10.1093/eurheartj/ehae177. Erratum in: *Eur Heart J.* 2025 Apr 22;46(16):1565. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf079.
3. Pellikka PA, Arruda-Olson A, Chaudhry FA, Chen MH, Marshall JE, Porter TR, Sawada SG. Guidelines for performance, interpretation, and application of stress echocardiography in ischemic heart disease: from the american society of echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020 Jan;33(1):1–41.e8. doi: 10.1016/j.echo.2019.07.001.
4. Карев Е.А. Гипертензивная реакция на физическую нагрузку: клиническое значение и влияние на систолическую функцию левого желудочка. Дисс... канд. мед. наук, Санкт-Петербург, 2022.
5. Karev E.A. (2022). Hypertensive response to exercise: Clinical significance and impact on left ventricular systolic function (PhD thesis, Saint Petersburg).
6. Perçuku L, Bajraktari G, Jashari H, Bytyçi I, Ibrahim P, Henein MY. Exaggerated systolic hypertensive response to exercise predicts cardiovascular events: a systematic review and meta-analysis. *Pol Arch Intern Med.* 2019;129(12):855–63. doi: 10.20452/pamw.15007.
7. Ciampi Q, Zagatina A, Cortigiani L, et al. Prognostic value of stress echocardiography assessed by the ABCDE protocol. *Eur Heart J.* 2021 Oct 1;42(37):3869–3878. doi: 10.1093/eurheartj/ehab493.
8. Lauer MS, Levy D, Anderson KM, Paffenbarger JF. Is there a relationship between exercise systolic blood pressure response and left ventricular mass? The Framingham Heart Study. *Ann Intern Med.* 1992;116(3):203–10. doi: 10.7326/0003-4819-116-3-203.
9. Weiss SA, Blumenthal RS, Sharrett AR, et al. Exercise blood pressure and future cardiovascular death in asymptomatic individuals. *Circulation.* 2010;121(19):2109–16. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.895292.14.
10. Balogun MO, Sulyman BO, Akinwusi PO. A comparison of the cardiovascular responses to treadmill and bicycle ergometer exercise in healthy male Nigerians. *Afr J Med Med Sci.* 1997;26(1–2):27–30.
11. Yadav A, Bagi J. A study to evaluate cardiovascular responses by using treadmill and ergometer bicycle exercise in young adults. *Indian J Health Sciences Biomedical Res (KLEU).* 2018;11:81–85. doi: 10.4103/kleuhsj.kleuhsj_89_17.
12. Tanaka H, Bassett DR, Michael J, Turner exaggerated blood pressure response to maximal exercise in endurance-trained individuals. *Am J Hypertens.* 1996;9(11):1099–1103. doi: 10.1016/0895-7061(96)00238-5.
13. Allison TG, Cordell MA, Miller TD, Daida H, Squires RW, Gau GT. Prognostic significance of exercise-induced systemic hypertension in healthy subjects. *Am J Cardiol.* 1999;83(3):371–375. doi: 10.1016/s0002-9149(98)00871-6.
14. Jae SY, Kim HJ, Kurl S, Kunutsor SK, Laukkanen JA. Independent and joint associations of exercise blood pressure and cardiorespiratory fitness with the risk of cardiovascular mortality. *Am J Hypertens.* 2023;36(3):148–50. doi: 10.1093/ajh/hpac131.
15. Kokkinos P, Faselis C, Sidiotis L, Zhang J, Samuel IBH, Ahmed A, et al. Exercise blood pressure, cardiorespiratory fitness and mortality risk. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021;67:11–7. doi: 10.1016/j.pcad.2021.01.003.
16. Карев Е.А., Вербило С. Л., Малев Э. Г., Прокудина М. Н. Гипертензивная реакция на нагрузку: распространенность и влияние на результаты стресс-эхокардиографии // Артериальная гипертензия. 2020. № 6. doi: 10.18705/1607-419X-2020-26-6-648-655.
17. Karev E.A., Verbil S.L., Malev E.G., Prokudina M.N. Hypertensive response to exercise: prevalence and impact on stress echocardiography results // Arterial hypertension. 2020. No. 6. doi: 10.18705/1607-419X-2020-26-6-648-655.
18. Карев Е.А., Малев Э.Г., Суворов А.Ю., Вербило С.Л., Прокудина М. Н. Профили сердечно-сосудистого риска и результаты стресс-эхокардиографии у пациентов с гипертонической реакцией на нагрузку. Российский кардиологический журнал. 2021;26(5):4183. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4183.
19. Karev E.A., Malev E.G., Suvorov A.Yu., Verbil S.L., Prokudina M.N. Cardiovascular risk profiles and stress echocardiography results in patients with a hypertensive response to exercise. *Russian Journal of Cardiology.* 2021; 26(5):4183. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4183.
20. Baycan ÖF, Çelik FB, Güvenç TS, Atıcı A, Yılmaz Y, Konal O, et al. Coronary flow velocity reserve is reduced in patients with an exaggerated blood pressure response to exercise. *Hypertens Res.* 2022;45(10):1653–63. doi: 10.1038/s41440-022-00995-0.
21. Bouzas-Mosquera C, Bouzas-Mosquera A, Peteiro J. Exaggerated hypertensive response to exercise and myocardial ischemia in patients with known or suspected coronary artery disease. *Rev Clin Esp.* 2018;218(1):7–12. doi: 10.1016/rce.2017.07.005.
22. Lauer MS, Pashkow FJ, Harvey SA, Marwick TH, Thomas JD. Angiographic and prognostic implications of an exaggerated exercise systolic blood pressure response and rest systolic blood pressure in adults undergoing evaluation for suspected coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 1995;26(7):1630–6. doi: 10.1016/0735-1097(95)00388-6.

20. Jurens TL, From AM, Kane GC, et al. An exaggerated blood pressure response to treadmill exercise does not increase the likelihood that exercise echocardiograms are abnormal in men or women. *J Am Soc Echocardiogr.* 2012;25(10):1113-9. doi:10.1016/j.echo.2012.07.001
21. Martins-Santos CB, Duarte LTA, Ferreira-Junior CR et al. Exaggerated systolic blood pressure increase with exercise and myocardial ischemia on exercise stress echocardiography. *Arq Bras Cardiol.* 2023 Nov;120(11):e20230047. Portuguese, English. doi: 10.33660/abc.20230047.

Статья поступила / Received 20.06.2025

Получена после рецензирования / Revised 02.07.2025

Принята в печать / Accepted 07.07.2025

Информация об авторах

Тимофеева Татьяна Михайловна^{1,2} – к.м.н., доцент кафедры; врач отделения ультразвуковых и функциональных методов исследования
E-mail: timtan@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6586-7404>

Сафарова Айтен Фуад кызы^{1,2} – д.м.н., профессор кафедры; врач отделения ультразвуковых и функциональных методов исследования
E-mail: aytensaf@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2412-5986>

Ефимова Виктория Павловна^{1,2} – к.м.н., доцент кафедры; заведующий отделением ультразвуковых и функциональных методов исследования
E-mail: efimovavp@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4389-9752>

Озова Елена Меджидовна^{1,2} – к.м.н., ассистент кафедры; врач отделения ультразвуковых и функциональных методов исследования
E-mail: elenaozova@mail.ru

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Медицинский институт, кафедра внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики имени академика В.С. Моисеева, Москва, Россия

² Университетская клиническая больница имени В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия

Контактная информация:

Тимофеева Татьяна Михайловна. E-mail: timtan@bk.ru

Для цитирования: Тимофеева Т.М., Сафарова А.Ф., Ефимова В.П., Озова Е.М. Влияние типа реакции артериального давления на результаты ABCDE стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой. Медицинский алфавит. 2025;(24): 42–49. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-24-42-49>

Author information

Timofeeva Tatiana M.^{1,2} – MD, PhD, associate professor at the Department; Doctor of the department of ultrasound and functional research method
E-mail: timtan@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6586-7404>

Safarova Ayten F.^{1,2} – MD, PhD, professor at the Department, Doctor of the department of ultrasound and functional research methods
E-mail: aytensaf@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2412-5986>

Efimova Victoria P.^{1,2} – MD, PhD, associate professor at the Department; Doctor of the department of ultrasound and functional research methods
E-mail: efimovavp@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4389-9752>

Ozova Elena M.^{1,2} – MD, PhD, assistant of the Department; physician of the department of ultrasound and functional research methods
E-mail: elenaozova@mail.ru

¹ Department of Internal Medicine with the subspecialty of cardiology and functional diagnostics named after V.S. Moiseev, Institute of Medicine, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia

² Vinogradov University Clinical Hospital (branch) of the RUDN University, Moscow, Russia

Contact information

Timofeeva Tatiana M.. E-mail: timtan@bk.ru

For citation: Timofeeva T.M., Safarova A.F., Efimova V.P., Ozova E.M. Effect of blood pressure response type on ABCDE stress echocardiography results. Medical alphabet. 2025;(24):42–49. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-24-42-49>

