

Диастолический стресс-тест в оценке функционального состояния постинфарктного миокарда

А.М. Воробьев^{1,2}, В.И. Рузов¹

¹ Ульяновский государственный университет

432017, г. Ульяновск, ул. Кузнецова, 26

² Центральная городская клиническая больница г. Ульяновска

432057, г. Ульяновск, ул. Оренбургская, 27

Резюме

Учитывая противоречивые данные литературы и неоднозначность интерпретации параметров диастолической функции сердца у больных с ишемической болезнью сердца, нами проведено исследование диастолической функции сердца у пациентов после перенесенного инфаркта миокарда на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации. Цель исследования – изучить диагностическую информативность и целесообразность проведения диастолического стресс-теста для оценки функционального состояния постинфарктного миокарда. **Материал и методы.** Обследовано 86 пациентов на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации через 6 недель после перенесенного инфаркта миокарда со стентированием коронарных артерий ad hoc. Контрольную группу составили 10 здоровых добровольцев. Структурно-функциональное исследование сердца проводилось в покое и сразу после физической нагрузки с помощью стресс-эхокардиографии. **Результаты и их обсуждение.** Пациенты после инфаркта миокарда имеют больший, чем лица контрольной группы, объем индексированного объема левого предсердия (соответственно $30,71 \pm 8,88$ и $20,49 \pm 4,04$ мл/м²) и отношение E/e' (соответственно $8,45 \pm 3,27$ и $6,46 \pm 1,42$). У 38 больных (62,3 %) с нормальной фракцией выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) диастолическая функция ЛЖ не была нарушена, 19 (31,1 %) и 2 (3,3 %) пациента имели диастолическую дисфункцию 1 и 2 типа соответственно, 2 (3,3 %) человека – неопределенный результат. У лиц со сниженной ФВ ЛЖ достоверно меньше усредненная скорость раннего диастолического движения кольца митрального клапана. Проведенный стресс-тест выявил значимое постнагрузочное повышение E/e' лишь у одного пациента (с 8,92 до 18,37), который также имел исходно сниженную ФВ (32 %). Стресс-тест не показал достоверных изменений диастолических параметров сердца после нагрузки у пациентов с сохранной ФВ ЛЖ, что может указывать на относительно хорошие диастолические резервы сердца. **Заключение.** Перенесенный инфаркт миокарда сопровождается наличием диастолической дисфункции ЛЖ у 53,5 % пациентов на 6-й неделе реабилитационного периода. Диастолический стресс-тест сопровождается редкой встречаемостью стресс-индуцированной диастолической дисфункции (4 %) у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ после инфаркта миокарда.

Ключевые слова: диастолическая дисфункция, постинфарктное состояние, диастолический стресс-тест.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Воробьев А.М., e-mail: kreed73@yandex.ru

Для цитирования: Воробьев А.М., Рузов В.И. Диастолический стресс-тест в оценке функционального состояния постинфарктного миокарда. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2023;43(1):96–103. doi: 10.18699/SSMJ20230110

Diastolic stress test in assessing functional state of postinfarction myocardium

A.M. Vorobev^{1,2}, V.I. Ruzov¹

¹ Ulyanovsk State University

432017, Ulyanovsk, Kuznetsova str., 26

² Central City Clinical Hospital of Ulyanovsk

432057, Ulyanovsk, Orenburgskaya str., 27

Abstract

Taking into account the conflicting literature data and the ambiguity in the interpretation of parameters of diastolic heart function in patients with coronary heart disease, we conducted an analysis of diastolic heart function in patients after myocardial infarction at the outpatient rehabilitation stage. Aim of the study was to investigate the diagnostic information content and the feasibility of diastolic stress testing to assess the functional condition of postinfarction myocardium.

Material and methods. 86 patients were examined at the outpatient stage of rehabilitation 6 weeks after myocardial infarction with coronary artery stenting ad hoc. The control group consisted of 10 healthy volunteers. Structural and functional examination of the heart was performed at rest and immediately after exercise using stress echocardiography.

Results and discussion. Patients after myocardial infarction have a larger indexed volume of the left atrium (30.71 ± 8.88 vs. 20.49 ± 4.04 ml/m²) and an E/e' ratio (8.45 ± 3.27 vs. 6.46 ± 1.42) in comparison with the control group. 38 (62.3 %) patients with normal left ventricular (LV) ejection fraction (EF) had unimpaired LV diastolic function, 19 (31.1 %) and 2 (3.3 %) patients had type 1 and type 2 diastolic dysfunction, respectively, 2 patients (3.3 %) had an indeterminate result. Patients with reduced LV EF have a significantly lower early diastolic mitral annular velocity (e'). The diastolic stress test revealed a significant post-exercise increase in E/e' in only one patient (from 8.92 to 18.37), who also had an initially reduced EF (32 %). The stress test showed no significant changes in diastolic heart parameters after exercise in patients suffering from heart failure with preserved EF, which may indicate relatively good diastolic reserves of the heart. **Conclusions.** Myocardial infarction is accompanied by the presence of LV diastolic dysfunction in 53,5 % of the patients at the 6th week of the rehabilitation period. The diastolic stress test is accompanied by a rare occurrence of stress-induced diastolic dysfunction (4 %) in patients with reduced LV EF after myocardial infarction.

Key words: diastolic dysfunction, post-infarction condition, diastolic stress test.

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

Correspondence author: Vorobev A.M., e-mail: kreed73@yandex.ru

Citation: Vorobev A.M., Ruzov V.I. Diastolic stress test in assessing functional state of postinfarction myocardium. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2023;43(1):96–103. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20230110

Введение

На сегодняшний день нарушение диастолической функции (ДД), основной причиной которой является ишемическая болезнь сердца (ИБС), можно считать общепризнанным фактом [1]. ДД ассоциирована с нарушением раннего диастолического расслабления при острой или хронической ишемии, повышением жесткостных характеристик миокарда в месте постинфарктного рубца и наличия соединительной ткани [2]. В ряде классических работ, посвященных изучению ДД, показано, что ее формирование предполагается у всех пациентов с ИБС [3–5], как у лиц без перенесенного инфаркта миокарда (ИМ), так и при наличии постинфарктного кардиосклероза, вследствие острой ишемии при коронарной ок-

клюзии, нагрузке и чрескожной транслюминальной ангиопластике [6]. В то же время в литературе описывается наличие нормальной диастолической функции у пациентов даже с перенесенным острым ИМ [7].

Есть множество параметров для анализа ДД, однако в настоящее время существуют международные рекомендации, регламентирующие основные правила диагностики. В 2016 г. Американское общество эхокардиографии совместно с Европейской ассоциацией кардиовизуализации опубликовало рекомендации по диагностике ДД, в которых представлены два алгоритма по верификации ДД в зависимости от выраженности систолической дисфункции ЛЖ [8]. В литературе отмечено, что около 25 % здоровых лиц старше 40

лет могут иметь ДД 1 типа, что ставит под сомнение целесообразность диагностики дисфункции, которая столь часто встречается в норме [9]. Таким образом, до настоящего времени диагностика ДД ЛЖ у пациентов с ИБС является трудной задачей, однозначные жесткие критерии для того или иного типа в настоящий момент точно не определены и часто остаются на усмотрение врача в каждой конкретной ситуации. Поэтому все большее значение уделяется использованию диастолического стресс-теста [10].

Известно, что у части больных сердечной недостаточностью диастолическое давление в ЛЖ в состоянии покоя не изменено, но увеличивается после нагрузки. У здоровых людей диастолическое давление при физической нагрузке (ФН) остается в пределах нормы, в частности, вследствие лучшей релаксации миокарда. Поэтому нормальное давление наполнения в состоянии покоя не исключает клинически значимой ДД у больных с сердечной недостаточностью с сохранной ФВ ЛЖ (СНсФВ) [11]. Следовательно, при сохранной ФВ ЛЖ, небедительных показателях ДД и сомнительных признаках сердечной недостаточности в покое выполняется стресс-эхокардиография для подтверждения ДД, возникающей при нагрузке [12]. Стандартными эхокардиографическими показателями, используемыми при стресс-тестах, являются соотношение E/e' и пиковая скорость трикуспидальной регургитации, дополнительными – продольная деформация (систолическая функция), ударный объем и изменение сердечного выброса при нагрузке [13]. Поскольку тест изначально не предполагает выявление ишемии, он может выполняться на небольших степенях нагрузки. Но чаще применяется стресс-эхокардиография до достижения субмаксимальной возрастной частоты [13].

Учитывая противоречивые данные литературы и неоднозначность интерпретации параметров диастолической функции сердца у больных ИБС, мы провели исследование данного параметра у пациентов после перенесенного ИМ на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации. Цель исследования – изучить диагностическую информативность и целесообразность проведения диастолического стресс-теста для оценки функционального состояния постинфарктного миокарда.

Материал и методы

Обследовано 86 пациентов на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации через 6 недель после перенесенного ИМ со стентированием коронарных артерий ad hoc. Клинико-демо-

графическая характеристика больных представлена в табл. 1.

В контрольную группу вошли 10 добровольцев без соматической патологии, их возраст составил $51,4 \pm 2,4$ года. Исходно в контрольную группу планировалось включить 30 человек, однако в ходе предварительного исследования у 20 (66,6 %) были обнаружены такие состояния, как гипертоническая болезнь, в том числе с поражением органов-мишеней и клинически-ассоциированными состояниями (гипертрофия ЛЖ, хроническая болезнь почек, атеросклероз периферических артерий), хроническая обструктивная болезнь легких, преддиабет и сахарный диабет 2 типа, ожирение 2–3 степеней. Данные лица были исключены из исследования для формирования однородной группы здоровых добровольцев, соотносимых по возрасту и антропометрическим характеристикам с пациентами после ИМ.

Критерии включения в исследование: нахождение на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации ИМ с первичным стентированием коронарных артерий. Все пациенты подписывали информационное согласие на обследования. Критерии исключения: умеренная, выраженная недостаточность (стенозом) клапанов сердца, фибрилляция предсердий, тяжелые нарушения ритма и

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика пациентов после ИМ

Table 1. Clinical characteristics of patients after MI

Параметр	Значение
Возраст, лет	$56,2 \pm 9,3$
Пол, мужчин/женщин	61/25
Артериальная гипертензия, %	86,1
Сахарный диабет 2 типа, %	13,6
Сердечная недостаточность 1 ФК NYHA, %	60,0
Сердечная недостаточность 2 ФК NYHA, %	28,4
Сердечная недостаточность 3 ФК NYHA, %	11,6
Нормальная масса тела, %	20,9
Избыточная масса тела, %	41,9
Ожирение, %	37,2
ФВ > 50 %, %	70,9
ФВ < 50 %, %	29,1
ИМ с подъемом сегмента ST, %	89,5
ИМ без подъема сегмента ST, %	10,5
ИМ в бассейне передней нисходящей артерии, %	51,1
ИМ в бассейне правой коронарной артерии, %	33,7
ИМ в бассейне огибающей артерии, %	15,2

проводимости, острые заболевания и обострения хронических заболеваний, хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, анемия различного генеза, возраст более 75 лет.

Все пациенты находились на стандартной терапии после перенесенного ИМ согласно европейским рекомендациям по ведению пациентов с острым ИМ с подъемом сегмента ST (2017) и без подъема сегмента ST (2015). Структурно-функциональное исследование сердца проводилось в покое и сразу после ФН с помощью стресс-эхокардиографии на аппарате Xario SSA-660A (Toshiba, Япония). Определяли максимальную скорость раннего (E) и позднего (A) диастолического трансмитрального кровотока, усредненную скорость раннего диастолического движения кольца митрального клапана (e'), их соотношение (E/e'), время замедления кровотока (DT), время изоволюмического расслабления ПЖ (IVRT), скорость трикуспидальной регургитации (V_{TR}). Тест с ФН выполняли на подвижной ленте по методике непрерывно возрастающих нагрузок на тредмиле Valiant 2 спет (Lode B.V., Нидерланды). Использовался модифицированный протокол Bruce со ступенчатым наращиванием нагрузки каждые 3 мин путем увеличения скорости и угла наклона движения ленты. Критериями оценки результатов пробы с субмаксимальной ФН были: частота сердечных сокращений 120 уд./мин или 70 % от максимума для данного возраста, появление ангинозного приступа или одышки, снижение сегмента ST на ≥ 1 мм, три и более последовательные желудочковые экстрасистолы (пароксизм неустойчивой желудочковой тахикардии).

Количественные показатели представлены данными среднего и стандартного отклонения ($M \pm SD$), качественные – в виде доли (%) от общего числа больных по выборке или в соответствующей группе. Для сравнения показателей двух групп использовались тесты Вилкоксона и Манна – Уитни. В случае распределения, близкого

го к нормальному, для сравнения двух выборок использовали также критерий Стьюдента. Корреляционный анализ проводился с использованием ранговой корреляции Спирмена. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования установлено, что пациенты после ИМ имеют больший объем индексируемого объема левого предсердия (ИОЛП) и отношение E/e' в сравнении с контрольной группой (табл. 2). Пороговые значения уровня достоверности различий по E/e' , очевидно, обусловлены относительно небольшой группой контроля. У больных была меньше усредненная скорость раннего диастолического движения кольца митрального клапана e' , чем у лиц контрольной группы, что указывает на сниженную способность к диастолическому расслаблению ЛЖ у пациентов после ИМ.

Следует заметить, что 29,1 % пациентов ($n = 25$) имели ФВ менее 50 %, 70,9 % ($n = 61$) – более 50 %. Согласно международным рекомендациям 2016 г. по диагностике ДД [8], пациенты со сниженной ФВ ЛЖ имеют ее по умолчанию. Распределение по типам ДД было следующим: тип 1 – 20 человек (80,0 %), тип 2 – 2 (8,0 %), тип 3 – 3 (12,0 %). Диагностика ДД у пациентов с СНсФВ ЛЖ является более сложной задачей. Согласно данным литературы лица с патологическими типами гипертрофии ЛЖ имеют ДД как минимум 1 типа [8]. В рамках нашего исследования 21 пациент (34,4 %) с сохранной ФВ имел патологический тип ГЛЖ, из них 19 – 1 тип ДД, 2–2 тип. Изучение диастолической функции у пациентов с сохранной ФВ без ГЛЖ показало, что у 95,0 % (38 человек) она не была нарушена, 5,0 % (2 человека) имели неопределенный результат. Вероятно, это обусловлено своевременной реваскуляризацией инфаркт-связанной артерии и отсутствием выраженного ремоделирования ЛЖ

Таблица 2. Параметры, характеризующие диастолическую функцию ЛЖ у пациентов, перенесших ИМ, и лиц контрольной группы

Table 2. Parameters characterizing LV diastolic function in patients after MI and in the control group

Параметр	Пациенты после ИМ ($n = 86$)	Контрольная группа ($n = 10$)	p
ИОЛП, мл/м ²	30,71 \pm 8,88	20,49 \pm 4,04	< 0,01
E/A	0,99 \pm 0,42	1,02 \pm 0,17	> 0,05
E, см/с	69,75 \pm 18,06	76,87 \pm 14,42	> 0,05
E/e'	8,45 \pm 3,27	6,46 \pm 1,42	0,054
e' , см/с	8,80 \pm 2,32	12,12 \pm 1,93	< 0,01
DT, мс	185,80 \pm 26,72	184,57 \pm 17,48	> 0,05
IVRT, мс	84,42 \pm 22,21	74,43 \pm 4,98	> 0,05
V_{TR} , м/с	2,09 \pm 0,52	2,04 \pm 0,35	> 0,05

Таблица 3. Параметры диастолической функции ЛЖ до и после нагрузки у пациентов после ИМ с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ

Table 3. Parameters of LV diastolic function before and after exercise in post-MI patients with preserved and reduced LV EF

Параметр	Пациенты с ФВ > 50 % (n = 61)		Пациенты с ФВ < 50 % (n = 25)	
	До ФН	После ФН	До ФН	После ФН
ИОЛП, мл/м ²	29,92 ± 8,82	–	32,66 ± 9,44	–
Е/А	0,98 ± 0,26	0,98 ± 0,24	1,02 ± 0,69	1,06 ± 0,64
Е, см/с	71,87 ± 16,84	77,88 ± 17,49	64,55 ± 21,21	73,23 ± 28,06
Е/е'	8,11 ± 2,30	8,54 ± 2,31	9,28 ± 5,05	10,33 ± 5,28
е', см/с	9,27 ± 2,27	9,49 ± 2,20	7,65 ± 2,10*	7,68 ± 2,35*
IVRT, мс	86,25 ± 23,42	80,44 ± 19,81	79,92 ± 20,07	77,00 ± 19,37
V _{TR} , м/с	2,07 ± 0,55	2,34 ± 0,48	2,14 ± 0,51	2,28 ± 0,45

* Отличие от величины соответствующего показателя пациентов с ФВ > 50 % статистически значимо при p < 0,05.

со значимым увеличением давления в ЛП у пациентов на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации через 6 недель после ИМ.

Таким образом, согласно алгоритмам текущих клинических рекомендаций 38 пациентов с сохранной фракцией выброса ЛЖ (62,3 %) имели ненарушенную диастолическую функцию ЛЖ, 19 (31,1 %) – ДД 1 типа, 2 (3,3 %) – ДД 2 типа, 2 (3,3 %) – неопределенный результат. Учитывая существующую неопределенность в трактовке рекомендаций по оценке ДД у пациентов с ИМ, вызывает сомнение факт ее отсутствия у большинства пациентов с нормальной ФВ с верифицированной ИБС и постинфарктным кардиосклерозом в анамнезе.

В эпоху распространенности своевременной реперфузионной терапии большую часть пациентов после ИМ представляют пациенты с сохранной ФВ, поэтому существенный интерес представляет изучение различий в характеристике диастолической функции ЛЖ пациентов с ФВ > 50 % и с ФВ < 50 %. Как видно из табл. 3, в которой представлена их эхокардиографическая характеристика, пациенты со сниженной ФВ ЛЖ имеют достоверно меньшую усредненную ско-

рость раннего диастолического движения кольца митрального клапана, что согласуется с данными литературы [14], где показано что е' снижается у пациентов с систолической дисфункцией ЛЖ после ИМ, особенно если место инфаркта близко к точке измерения е'.

Таким образом, большинство пациентов после перенесенного ИМ после своевременной реваскуляризации имеют невыраженную ДД либо давление наполнения ЛЖ и давление в ЛП в рамках нормальных значений. В клинической практике в неопределенных случаях либо для выявления скрытой ДД проводится диастолический стресстест (ДСТ), представляющий собой разновидность трансторакальной стресс-эхокардиографии с дозированной ФН и позволяющий выявить признаки повышения среднего давления в ЛП во время нагрузки. Согласно недавним европейским рекомендациям по диагностике СНсФВ проведение ДСТ является важнейшим компонентом диагностического алгоритма СНсФВ [10].

На сегодняшний день доказана высокая воспроизводимость ДСТ, его корректность в отражении давления наполнения и высокая прогностическая значимость. Во время ДСТ динамику

Таблица 4. Параметры диастолической функции ЛЖ после ФН

Table 4. Parameters of LV diastolic function after exercise

Параметр	Пациенты (n = 86)		Контрольная группа (n = 10)	
	До ФН	После ФН	До ФН	После ФН
Е/А	0,99 ± 0,42	1,00 ± 0,39	1,02 ± 0,17	0,97 ± 0,17
Е, см/с	69,75 ± 18,3	76,54 ± 20,62	76,87 ± 14,42	77,94 ± 9,56
Е/е'	8,45 ± 3,31	9,06 ± 3,42	6,46 ± 1,42 [#]	6,26 ± 1,37*
е', см/с	8,80 ± 2,32	8,73 ± 2,69	12,12 ± 1,93*	12,80 ± 2,21*
DT, мс	185,80 ± 26,72	179,36 ± 27,13	184,57 ± 17,48	191,86 ± 24,12
IVRT, мс	84,42 ± 22,47	79,44 ± 19,31	74,43 ± 4,98	62,57 ± 6,82*
V _{TR} , м/с	2,09 ± 0,52	2,32 ± 0,47	2,04 ± 0,35	2,30 ± 0,38

* Отличие от величины соответствующего показателя лиц контрольной группы статистически значимо при p < 0,05; [#] – p = 0,054.

давления наполнения ЛЖ обычно оценивают по соотношению максимальных скоростей раннего диастолического трансмитрального кровотока и диастолического подъема основания ЛЖ в раннюю диастолу (соотношению E/e') [10]. На настоящий момент соотношение E/e' является лучшим неинвазивным способом оценки давления наполнения; в норме при нагрузке оно почти не изменяется, оставаясь в пределах от 6 до 8 [10]. Если же при нагрузке повышается давление наполнения, то параллельно этому повышается и соотношение E/e' , и если оно достигнет 15, то проба считается положительной. Показано, что соотношение $E/e' \geq 15$ при ФН с очень высокой специфичностью позволяет выявить пациентов со сниженной переносимостью нагрузки и значительно улучшает точность диагностики СНсФВ [10].

Стресс-эхокардиография (табл. 4) у пациентов выявила большее давление наполнения ЛЖ (E/e'), увеличенное время изоволюмического расслабления ЛЖ (IVRT) и меньшую среднюю скорость движения фиброзного кольца митрального клапана (e') по сравнению с контрольной группой. У контрольной группы ухудшения параметров диастолической функции до и после ФН не отмечалось. Наши данные подтверждаются результатами исследований ряда авторов, наблюдавших у здоровых лиц отсутствие изменений диастолического давления наполнения ЛЖ, что связано с большей эластичностью и лучшей релаксацией миокарда при ФН [15]. При нагрузке значительно повышается податливость ЛЖ, предположительно за счет цАМФ-зависимого фосфорилирования молекул титина [10], благодаря чему увеличивается «вместимость» желудочка, и он легко справляется с повышенной преднагрузкой. Способность сердца увеличивать объем своего наполнения при ФН без сопутствующего повышения давления наполнения называется диастолическим резервом.

Кроме того, у пациентов в нашем исследовании после ДСТ отмечалось увеличение максимальной скорости раннего наполнения ЛЖ (E) ($p = 0,07$), а учитывая отсутствие значимого уменьшения e' после нагрузки, можно предположить, что повышение E/e' связано в основном с увеличением давления в ЛП, но не со сниженной способностью к расслаблению ЛЖ. Подтверждает этот довод больший индексированный объем ЛП у пациентов по сравнению с контрольной группой (см. табл. 2).

Согласно данным литературы [10], критерием положительного ДСТ является доплеровское соотношение $E/e' \geq 15$ на любой ступени нагрузки, однако точность диагностики СНсФВ существенно возрастает, если одновременно с этим максимальная скорость трикуспидальной регургита-

ции превышает 3,4 м/с. Исходно три пациента (3,5 %) имели соотношение E/e' более 15, которое после проведения нагрузочного теста значимо не изменилось, однако следует отметить, что все эти лица имели ФВ ЛЖ менее 40 %, следовательно, диагноз сердечной недостаточности со сниженной ФВ ЛЖ и ДД как минимум 1 типа не вызывал сомнений. ДСТ выявил значимое постнагрузочное повышение E/e' лишь у одного пациента (с 8,92 до 18,37), который также имел исходно сниженную ФВ (32 %), а причиной прекращения нагрузки было нарастание одышки на второй ступени теста. Согласно данным литературы у пациентов со сниженной ФВ E/e' хорошо коррелирует с инвазивно измеренным давлением заклинивания легочных капилляров (ДЗЛК) ($r = 0,74$), однако эта связь ослабевает на высоте проведения ФН ($r = 0,57$), и E/e' становится менее надежным маркером повышения давления наполнения при нагрузке [16]. В рамках нашего исследования лишь 11 % пациентов имели хроническую сердечную недостаточность 3-го функционального класса, у большинства из них ФВ ЛЖ была снижена.

В исследовании D.R. Talreja et al. предиктивная чувствительность неповышения E/e' более 15 при ФН относительно наличия нормального ДЗЛК составила около 89 % [17]. В другой работе постнагрузочное увеличение E/e' более 13 указывало на среднее диастолическое давление в ЛЖ более 15 мм рт. ст. с чувствительностью 67 % и специфичностью 95 % [18]. Однако M.T. Maeder et al., также изучавшие взаимосвязь инвазивно измеренного ДЗЛК и E/e' на высоте нагрузки, отмечают, что E/e' не является надежным маркером повышения ДЗЛК и не отражает в должной мере динамику изменения давления наполнения ЛЖ при нагрузке у пациентов с СНсФВ [19].

Согласно методическим рекомендациям ДСТ предлагается к применению в большей степени пациентам с подозрением на СНсФВ, нежели со систолической дисфункцией. Как видно из табл. 3, ДСТ не показал достоверных изменений параметров диастолической функции после ФН у больных с СНсФВ, что может указывать на относительно хорошие диастолические резервы сердца, которые обеспечивают адекватный ответ на ФН у данной когорты пациентов. Учитывая индивидуальные критерии положительного ДСТ (увеличение E/e' более 15), ни один из пациентов не имел положительного результата. Повышения максимальной скорости трикуспидальной регургитации более чем 3,4 м/с не наблюдалось ни у одного из пациентов в исследовании как исходно, так и после проведения нагрузочного тестирования.

Учитывая вышеприведенные данные, можно заключить, что клиническая целесообразность рутинного выполнения ДСТ для пациентов с СНсФВ 1–2 функциональных классов сомнительна. Для больных после ИМ ДСТ может быть полезен для выявления резидуальной ишемии и контроля уровня ФН, при котором возникает значимое нарастание давления наполнения ЛЖ, что может быть использовано с целью прогноза и оценки эффективности проводимой терапии.

Таким образом, проведение ДСТ показало, что основная часть пациентов с СНсФВ после ИМ на амбулаторно-поликлиническом этапе реабилитации имеет относительно сохранную диастолическую функцию сердца, которая обеспечивает адекватный ответ на ФН без значимого повышения давления наполнения ЛЖ. В целом, ДСТ ввиду своей относительной безопасности и невысокой стоимости может быть рекомендован для пациентов с СНсФВ и одышкой неопределенного происхождения с целью дифференциальной диагностики.

Выводы

Перенесенный ИМ сопровождается наличием диастолической дисфункции ЛЖ у 53,5 % пациентов на 6-й неделе реабилитационного периода.

ДСТ сопровождается редкой встречаемостью стресс-индуцированной ДД (4 %) у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ после ИМ.

Список литературы / References

1. Ohara T., Little W.C. Evolving focus on diastolic dysfunction in patients with coronary artery disease. *Curr. Opin. Cardiol.* 2010;25(6):613–621. doi: 10.1097/HCO.0b013e32833f0438

2. Носенко Н.Н., Поташев С.В., Симагина Т.В., Перепельченко Н.А., Долженко М.Н., Шупик П.Л. Тканевая миокардиальная доплер-эхокардиография: возможности и ограничения метода. *Внутр. мед.* 2007;6(6):18–21.

Nosenko N.N., Potashev S.V., Simagina T.V., Perepelchenko N.A., Dolzhenko M.N., Shupik P.L. Tissue myocardial Doppler echocardiography: possibilities and limitations of the method. *Vnutrennyaya meditsina = Internal Medicine.* 2007;6(6):18–21. [In Russian].

3. Castello R., Vaughn M., Dressler F.A., McBride L.R., Willman V.L., Kaiser G.C., Schweiss J.F., Ofili E.O., Labovitz A.J. Relation between pulmonary venous flow and pulmonary wedge pressure: influence of cardiac output. *Am. Heart. J.* 1995;130(1):127–134. doi: 10.1016/0002-8703(95)90247-3

4. Choong C.Y., Weiman E.A. Left ventricle: diastolic function – its principles and evaluation.

Principles and practice of echocardiography. Philadelphia: Lea and Febiger, 1994. P. 1721–1729.

5. Хлопина И.А., Шацова Е.Н., Лупачев В.В., Плакуев А.Н., Черноземова А.В., Кубасов Р.В. Характеристика диастолической функции левого желудочка у больных после аортокоронарного шунтирования. *Актуальные вопросы кардиологии. Вестн. РАМН.* 2015;70(2):196–202. doi: 10.15690/vramn.v70i2.1313

Khlopina I.A., Shatsova E.N., Lupachev V.V., Plakuev A.N., Chernozemova A.V., Kubasov R.V. Characteristics of diastolic function of the left ventricle in patients after coronary artery bypass grafting. *Topical issues of cardiology. Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2015;70(2):196–202. [In Russian]. doi: 10.15690/vramn.v70i2.1313

6. Higashita R., Sugawara M., Kondoh Y., Kawai Y., Mitsui K., Ohki S., Tange S., Ichikawa S., Suma K. Changes in diastolic regional stiffness of the left ventricle before and after coronary artery bypass grafting. *Heart Vessels.* 1996;11(3):145–151. doi: 10.1007/BF01745172

7. El Din Behairy N.H., Homos M., Ramadan A., El Sayed Gouda S.O. Evaluation of left ventricle diastolic dysfunction in ischemic heart disease by CMR: Correlation with echocardiography and myocardial scarring. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2014;45(4):1099–1104. doi: 10.1016/j.ejrm.2014.07.007

8. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsson T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., ... Waggoner A.D. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016;29(4):277–314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011

9. Kuznetsova T., Herbots L., López B., Jin Y., Richart T., Thijs L., González A., Herregods M.C., Fagard R.H., Díez J., Staessen J.A. Prevalence of left ventricular diastolic dysfunction in a general population. *Circ. Heart. Fail.* 2009;2(2):105–112. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.822627

10. Овчинников А.Г., Агеев Ф.Т., Алехин М.Н., Беленков Ю.Н., Васюк Ю.А., Галявич А.С., Гиляревский С.Р., Лопатин Ю.М., Мареев В.Ю., Мареев Ю.В., ... Бойцов С.А. Диастолическая трансторакальная стресс-эхокардиография с дозированной физической нагрузкой в диагностике сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: показания, методология, интерпретация результатов. *Согласованное мнение экспертов, выработанное под эгидой ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» МЗ*

РФ, Общества специалистов по сердечной недостаточности (ОСН) и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ). *Кардиология*. 2020;60(12):48–63. doi:10.18087/cardio.2020.12.n1219

Ovchinnikov A.G., Ageev F.T., Alekhin M.N., Belenkov Yu.N., Vasyuk Yu.A., Galyavich A.S., Gilyarevskiy S.R., Lopatin Yu.M., Mareev V.Yu., Mareev Yu.V., ... Boytsov S.A. The role of diastolic transthoracic stress echocardiography with incremental workload in the evaluation of heart failure with preserved ejection fraction: indications, methodology, interpretation. Expert consensus developed under the auspices of the National Medical Research Center of Cardiology, Society of Experts in Heart Failure (SEHF), and Russian Association of Experts in Ultrasound Diagnosis in Medicine (REUDM). *Kardiologiya = Cardiology*. 2020;60(12):48–63. [In Russian]. doi:10.18087/cardio.2020.12.n1219

11. Ha J.W., Oh J.K., Pellikka P.A., Ommen S.R., Stussy V.L., Bailey K.R., Seward J.B., Tajik A.J. Diastolic stress echocardiography: a novel noninvasive diagnostic test for diastolic dysfunction using supine bicycle exercise Doppler echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2005; 18: 63–68. doi: 10.1016/j.echo.2004.08.033

12. Donal E., Lund L.H., Oger E., Reynaud A., Schnell F., Persson H., Drouet E., Linde C., Daubert C., KaRen investigators. Value of exercise echocardiography in heart failure with preserved ejection fraction: a substudy from the KaRen study. *Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging*. 2016;17(1):106–113. doi: 10.1093/ehjci/jev144

13. Nelson M.D., Szczepaniak L.S., Wei J., Haftabaradaren A., Bharadwaj M., Sharif B., Mehta P., Zhang X., Thomson L.E., Berman D.S., Li D., Bairey Merz C.N. Diastolic dysfunction in women with signs and symptoms of ischemia in the absence of obstructive

coronary artery disease: a hypothesis-generating study. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2014;7(3):510–516. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.114.001714

14. Alam M., Wardell J., Andersson E., Samad B.A., Nordlander R. Effects of first myocardial infarction on left ventricular systolic and diastolic function with the use of mitral annular velocity determined by pulsed wave doppler tissue imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2000;13(5):343–352. doi: 10.1016/s0894-7317(00)70003-4

15. Paulus W.J., van Ballegoij J.J. Treatment of heart failure with normal ejection fraction: an inconvenient truth! *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(6):526–537. doi: 10.1016/j.jacc.2009.06.067

16. Marchandise S., Vanoverschelde J.L., D'Hondt A.M., Gurne O., Vancraeynest D., Gerber B., Pasquet A. Usefulness of tissue Doppler imaging to evaluate pulmonary capillary wedge pressure during exercise in patients with reduced left ventricular ejection fraction. *Am. J. Cardiol.* 2014;113(12):2036–2044. doi: 10.1016/j.amjcard.2014.03.051

17. Talreja D.R., Nishimura R.A., Oh J.K. Estimation of left ventricular filling pressure with exercise by Doppler echocardiography in patients with normal systolic function: a simultaneous echocardiographic-cardiac catheterization study. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2007;20(5):477–479. doi: 10.1016/j.echo.2006.10.005

18. Erdei T., Smiseth O.A., Marino P., Fraser A.G. A systematic review of diastolic stress tests in heart failure with preserved ejection fraction, with proposals from the EU-FP7 MEDIA study group. *Eur. J. Heart. Fail.* 2014;16(12): 1345–1361. doi:10.1002/ejhf.184

19. Maeder M.T., Thompson B.R., Brunner-La Rocca H.P., Kaye D.M. Hemodynamic basis of exercise limitation in patients with heart failure and normal ejection fraction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;56(11):855–863. doi: 10.1016/j.jacc.2010.04.040

Сведения об авторах:

Андрей Михайлович Воробьев, ORCID: 0000-0002-7461-4780, e-mail: Kreed73@yandex.ru

Виктор Иванович Рузов, д.м.н., проф., ORCID: 0000-0001-7510-3504, e-mail: viruzov@yandex.ru

Information about the authors:

Andrei M. Vorobev, ORCID: 0000-0002-7461-4780, e-mail: Kreed73@yandex.ru

Victor I. Ruzov, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0001-7510-3504, e-mail: viruzov@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.09.2022

После доработки 05.11.2022

Принята к публикации 02.12.2022

Received 20.09.2022

Revision received 05.11.2022

Accepted 02.12.2022