

Обрезан А. Г.^{1,2}, Перуцкий Д. Н.³

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург

² ООО «Международный медицинский центр «СОГАЗ», Санкт-Петербург

³ ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», Белгород

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С «КОНСТРИКТИВНЫМ», «ПСЕВДОНОРМАЛЬНЫМ» И «РЕСТРИКТИВНЫМ» ТИПАМИ НАРУШЕНИЯ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, фракция выброса левого желудочка, стресс-эхокардиография, деформация миокарда.

Ссылка для цитирования: Обрезан А. Г., Перуцкий Д. Н. Структурно-функциональные особенности сердца у пациентов с «констриктивным», «псевдонормальным» и «рестриктивным» типами нарушения диастолической функции левого желудочка. Кардиология. 2018;58(6):13–19.

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Изучить структурно-функциональные особенности сердца у пациентов с различными типами нарушения диастолической функции (ДФ) на основании данных, полученных с помощью стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) и эхокардиографических показателей деформации миокарда. **Материалы и методы.** В исследование были включены 110 больных с гипертонической болезнью и клинически выраженной хронической сердечной недостаточностью (ХСН). Критерием включения в исследование было нарушение ДФ левого желудочка (ЛЖ) в отсутствие данных, свидетельствующих о стенозирующем поражении коронарного русла. Все пациенты проходили стандартное клинико-лабораторное обследование, ЭхоКГ с определением трехмерной глобальной продольной деформации, стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой (ФН) на ультразвуковом аппарате экспертного класса Toshiba Artyda с определением параметров ДФ. **Результаты.** В группе нарушения релаксации у пациентов с $E/e' > 13$ регистрировались достоверно меньшие фракция пассивного опорожнения левого предсердия – ЛП ($27,1 \pm 14,5\%$) и индекс растяжения ЛП ($127,8 \pm 96,1\%$) по сравнению с остальными пациентами данной группы ($34,8 \pm 14,2$ и $207,7 \pm 86,8\%$ соответственно; $p < 0,05$). Аналогичная закономерность прослеживалась в группе с нарушением ДФ переходного типа: у пациентов с $E/e' > 13$ во время ФН фракция пассивного опорожнения и индексы растяжения ЛП были более низкими ($33,7 \pm 13,3$ и $27,8 \pm 8,28\%$ соответственно; $p < 0,05$; $175,5 \pm 47,7$ и $129,2 \pm 48,5\%$ соответственно; $p < 0,05$). Сравнение обследуемых выявило, что у пациентов с $E/e' > 13$ во время ФН степень снижения сократимости ЛЖ в покое не зависит от типа нарушения ДФ. У пациентов с различной степенью нарушения ДФ (нарушение релаксации, переходный и рестриктивный тип) уровень $E/e' > 13$ во время ФН был ассоциирован с сопоставимым снижением систолической скорости движения кольца митрального клапана в покое (s') – $7,1 \pm 1,58$, $6,9 \pm 1,13$ и $6,79 \pm 0,93$ см/с соответственно ($p > 0,05$). Значения трехмерной глобальной продольной деформации, зафиксированные в покое, в указанных группах также достоверно не различались: $-11,2 \pm 1,5$, $-10,4 \pm 0,94$ и $-11,8 \pm 1,97\%$ соответственно ($p > 0,05$). **Заключение.** Повышение давления наполнения ЛЖ во время стресс-ЭхоКГ свидетельствует о неоднородности групп пациентов с различной степенью нарушения ДФ, наличии более глубоких структурно-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы, сопровождающихся снижением сократимости миокарда в покое и резервуарной и насосной функции ЛП. Использование стресс-ЭхоКГ для оценки параметров деформации миокарда ЛЖ позволяет усовершенствовать диагностику ХСН у пациентов с сохраненной фракцией выброса ЛЖ и нацеливает на определение критериев доклинических проявлений ХСН.

Obrezan A. G.^{1,2}, Perutskiy D. N.³

¹ St.-Petersburg State University, St.-Petersburg, Russia

² International Medical Center "SOGAZ", St.-Petersburg, Russia

³ Belgorod Regional Clinical Hospital St. Ioasaf, Belgorod, Russia

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE HEART IN PATIENTS WITH "CONSTRICTIVE", "PSEUDO-NORMAL" AND "RESTRICTIVE" TYPES OF THE LEFT VENTRICULAR DIASTOLIC DYSFUNCTION

Keywords: chronic heart failure; left ventricular ejection fraction; stress echocardiography; myocardial deformation

For citation: Obrezan A. G., Perutskiy D. N. Structural and Functional Characteristics of the Heart in Patients With "Constrictive", "Pseudo-Normal" and "Restrictive" Types of the Left Ventricular Diastolic Dysfunction. Kardiologiia. 2018;58(6):13–19.

SUMMARY

Purpose: to study structural functional characteristics of the heart in patients with various types of abnormalities of diastolic function (DF) based on data obtained at stress echocardiography (stress EchoCG) and echocardiographic indexes of myocardial deformation. *Materials and methods.* We included in this study 110 patients with hypertensive disease (HD), clinically manifest chronic heart failure (CHF), and abnormal DF of the left ventricle (LV) in the absence of coronary artery stenosis. All patients underwent standard clinical and laboratory examination, EchoCG with measurement of 3-dimensional global longitudinal strain (GLS), and stress EchoCG on treadmill with evaluation of DF parameters. *Results.* In the group with abnormal relaxation in patients with $E/e' > 13$ left atrial (LA) passive emptying fraction and distensibility index (27.1 ± 14.5 and $127.8 \pm 96.1\%$, respectively) were significantly smaller than in other patients of this group (34.8 ± 14.2 и $207.7 \pm 86.8\%$, respectively; $p < 0.05$). Analogous pattern was observed in the group with transitional type of DF abnormality: patients with $E/e' > 13$ during exercise had lower LA passive emptying fraction and distensibility index ($p < 0.05$). In patients with $E/e' > 13$ during exercise, degree of reduction of LV contractility was similar irrespective of type of DF abnormality. In patients with different degrees of DF derangements (abnormal relaxation, transitional or restrictive type) $E/e' > 13$ during exercise was accompanied by similar lowering of mitral annular systolic velocity at rest (7.1 ± 1.58 , 6.9 ± 1.13 , and 6.79 ± 0.93 cm/s, respectively). There were also no significant differences between these groups in values of 3-dimensional GLS (-11.2 ± 1.5 , -10.4 ± 0.94 , and $-11.8 \pm 1.97\%$, respectively). *Conclusion.* Elevation of LV filing pressure during stress EchoCG evidence for non-homogeneity of groups of patients with different degrees of DF abnormalities, presence of deeper structural-functional changes of the cardiovascular system, accompanied by reduction of myocardial contractility as well as LA reservoir and pump function. The use of stress EchoCG for evaluation of parameters of myocardial deformation allows to improve diagnostics of CHF in patients with preserved LV ejection fraction and directs to determination of criteria of preclinical manifestations of CHF.

В течение последних 5 лет частота развития хронической сердечной недостаточности (ХСН) с сохраненной фракцией выброса (ФВ) – ХСНсФВ увеличилась с 38 до 54%, что сопровождается сменой стратификации риска. В 90-х годах XX века данная патология считалась более благоприятной в отношении развития осложнений, в настоящее время вне зависимости от ФВ левого желудочка (ЛЖ) прогноз ХСНсФВ расценивается как одинаково неблагоприятный [1–3].

Основной причиной развития ХСНсФВ при последовательном исключении возможной патологии клапанного аппарата, бронхолегочной и кровеносной систем считается диастолическая дисфункция (ДД) ЛЖ [4]. Традиционная оценка нарушения ДФ ЛЖ включает оценку диастолического трансмитрального кровотока, измерение кровотока в легочных венах, тканевую доплерографию фиброзного кольца митрального клапана (МК), оценку временных параметров внутрижелудочкового кровотока [5]. Однако в настоящее время существует ряд дополнительных параметров ЛЖ, оценка которых несет дополнительную диагностическую информацию у больных с нарушением ДФ ЛЖ. К этим параметрам можно отнести оценку диастолического наполнения ЛЖ во время физической нагрузки (ФН), различные производные деформации миокарда [6].

Цель исследования: изучить структурно-функциональные особенности ЛЖ у пациентов с различными типами нарушения ДФ ЛЖ на основании данных, полученных с помощью стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) и показателей деформации миокарда.

Материал и методы

В исследование включены 110 человек (63 мужчины и 47 женщин в возрасте от 47 до 78 лет, средний возраст $63,6 \pm 8$ лет), обратившихся за помощью в поликлиниче-

ское отделение ОГБУЗ «БОКБ Святителя Иоасафа» г.Белгорода по поводу жалоб на ощущение нехватки воздуха при ФН. На амбулаторном этапе у пациентов были исключены заболевания бронхолегочной системы, болезни крови. У всех пациентов диагностировано повышение артериального давления (АД), нарушение ДФ ЛЖ, отсутствие жалоб, ассоциированных со стенокардией напряжения, позволяло предварительно судить об отсутствии гемодинамически значимого поражения коронарного русла.

Все пациенты были распределены на 3 группы в зависимости от типа нарушения ДФ ЛЖ. В группу нарушения релаксации (НР) вошли 36 пациентов (27 мужчин) с нарушением ДФ по типу замедления релаксации; группу переходного типа (ПТ) составили 50 пациентов (24 мужчины) с нарушением ДФ ПТ, в группу рестриктивного типа (РТ) вошли 24 пациента (12 мужчин) с РТ ДФ.

Критериями исключения были документированные формы ишемической болезни сердца, сопровождающиеся нарушением локальной сократимости в покое или во время нагрузочного тестирования; наличие заболеваний, являющихся самостоятельными факторами риска развития ХСНсФВ (сахарный диабет, хроническая обструктивная болезнь легких, хроническая болезнь почек); состояния, препятствующие выполнению или интерпретации нагрузочного тестирования. Все пациенты, включенные в исследование, получали антигипертензивную терапию, позволяющую добиться снижения АД до нормального уровня. Проводили стандартное клиническое обследование со сбором анамнеза, объективным осмотром. Оценка клинического состояния выполняли по шкале оценки клинического состояния в модификации В. Ю. Мареева. Для уточнения тяжести ХСН использовали классификацию NYHA с определением функционального класса (ФК).

Всем пациентам на аппарате Toshiba Artyda 4D проводили ЭхоКГ в покое, включающую стандартную морфометрию с оценкой размеров полостей сердца, толщины миокарда, скоростей клапанного кровотока, определением индексированных объемов левого предсердия (ЛП) и ЛЖ; расчетом ФВ ЛЖ по Симпсону. Учитывая необходимость представления о функции ЛП во время различных фаз наполнения ЛЖ, измерение объемов ЛП выполняли в различные временные циклы: максимальный объем ЛП (макс-иЛП) – в точке завершения зубца Т на электрокардиограмме – перед открытием МК; минимальный объем ЛП (мин-иЛП) – во время комплекса QRS – период закрытия МК; перед сокращением предсердия (preA-иЛП) – в начале зубца Р. Все измерения индексировали по площади поверхности тела, при этом нормой для максимального размера считали 22 ± 6 мл/м², минимально допустимым размером – 11 ± 4 мл/м², и pre-A объемом – 15 ± 5 мл/м². Исходя из объемов ЛП, измеренных в разные отрезки сердечного цикла, получена информация о функции ЛП. Фазу резервуара ЛП, характеризующуюся общим объемом опорожнения (Vfil-ЛП), измеряли как разницу максимального и минимального объемов ЛП (норма $29,7 \pm 7,02$ мл/м²), фракцию опорожнения ЛП (ExpInd-ЛП) – как отношение разницы максимального и минимального объемов к максимальному объему ($219,4 \pm 65,2\%$). Фазу кондукта, характеризующую пассивный объем опорожнения ЛП (Vpre-ЛП), вычисляли как разницу максимального объема и preA объема (норма $11,7 \pm 2,84$ мл/м²). Фракцию пассивного опорожнения (Fpre-ЛП) оценивали как отношение разницы максимального и preA объемов к максимальному объему ЛП (норма $40 \pm 7,06\%$). Сократительную функцию ЛП оценивали посредством объема активного опорожнения предсердия (Vae-ЛП), который вычисляли как разницу preA и минимального объемов (норма $8,1 \pm 2,44$ мл/м²). Фракцию активного опорожнения предсердия (Fpre-ЛП) вычисляли как отношение разницы preA и минимального объемов ЛП к preA объему ЛП (норма $45,8 \pm 7,85\%$) [7, 8].

Проводили расчет индексированной массы миокарда ЛЖ (иММЛЖ), а также по данным трансмитрального кровотока в импульсно-волновом режиме определяли тип нарушения ДФ ЛЖ, в том числе с учетом данных тканевой доплерографии (определение e' , отношения E/e'). Исходя из значений E/e' формировали представление о давлении в ЛП и давлении диастолического наполнения ЛЖ. С помощью тканевой доплерографии были получены значения систолической скорости движения фиброзного кольца МК – s' . С помощью трехмерной ЭхоКГ определяли трехмерную глобальную продольную деформацию ЛЖ (3D GLS). Стресс-ЭхоКГ выполняли на системе SchillerAT 2000 с использованием тредмила

с отменой β -адреноблокаторов за 48 ч до исследования. В раннем восстановительном периоде стресс-ЭхоКГ у пациентов осуществляли фиксацию параметров ДФ ЛЖ, определение отношения E/e' , объема выполненной работы в МЕТх.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью пакета программ Biostat 2009, MedCalc 12. Для анализа и оценки полученных данных применяли стандартные методы описательной статистики с вычислением средних значений и ошибки ($M \pm m$) для нормального распределения. Нормальность выборки подтверждали с помощью критерия Шапиро–Уилкса. В параметрических выборках использовали критерий t для зависимых и независимых переменных. Для сравнения непараметрических независимых переменных применялся критерий U Манна–Уитни, для сравнения непараметрических зависимых переменных – критерий Вилкоксона [9]. Для анализа взаимосвязи исследуемых параметров производили корреляционный анализ Пирсона с определением коэффициента бисериальной корреляции. За уровень статистической значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты

Клинико-демографические показатели пациентов, принимавших участие в исследовании, представлены в табл. 1.

Такие показатели как индексированный конечный диастолический объем (иКДО) ЛЖ, иММЛЖ, размеры правого желудочка у больных 3 групп достоверно не различались. ФВ ЛЖ в группе РТ была несколько ниже, чем в группах НР и ПТ, однако в пределах нормы. Максимальный объем ЛП у пациентов подгрупп НР и ПТ был в пределах нормы, у больных группы РТ регистрировался достоверно превышавший норму показатель. Показатели сократительной способности миокарда ЛЖ (s' и 3D GLS) по мере

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика обследованных пациентов

Показатель	Группа НР	Группа ПТ	Группа РТ
Число пациентов	36 (32,7)	50 (45,5)	24 (21,8)
Мужчины	27 (75)	24 (48)	12 (50)
Женщины	9 (25)	26 (52)	12 (50)
Возраст, годы	66,8	62,5	60,5
ФК ХСН			
• I	23 (63,9)	26 (52)	5 (20,1)
• II	13 (36,1)	24 (48)	18 (74,9)
• III	–	–	1 (5)

Данные представлены в виде абсолютного числа больных (%), если не указано другое. Здесь и в табл. 2–7: ДФ – диастолическая функция; ЛЖ – левый желудочек; НР – группа пациентов с нарушением ДФ ЛЖ по типу нарушения релаксации; ПТ – группа пациентов с нарушением ДФ ЛЖ по типу переходного; РТ – группа пациентов с нарушением ДФ ЛЖ по типу рестриктивного; ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

Таблица 2. Структурно-функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у пациентов с различной степенью нарушения ДФ ЛЖ

Показатель	Группа НР (n=36)	Группа ПТ (n=50)	Группа РТ (n=24)
иКДО ЛЖ, мл/м ²	56,6±8,82	66,1±11,29	67,5±10,6 ⁺⁺⁺
ПЖ R1, мм	33,1±2,4	33,4±2,31	33,7±2,38 ⁺⁺⁺
иММЛЖ, г/м ²	109,9±27,5	106,1±18,1	110,5±17,4 ⁺⁺⁺
ФВ ЛЖ, %	59,7±5,54	62,0±4,72 ⁺	56,3±5,92 [*]
рЛА, мм рт. ст.	30,5±6,14	34,1±4,12	39,3±4,10 ^{***}
иЛП, мл/м ²	29,5±5,38	33,4±5,68	38,1±6,80 ^{***}
s', см/с	8,6±1,65	8,5±1,72 ⁺	7,3±0,91 [*]
3D GLS, %	-13,7±2,24	-13,1±2,55 ⁺	-11,8±1,97 [*]
Объем выполненной работы, METs	6,2±1,1	4,9±1,23	4,2±0,75 ^{***}

Здесь и в табл. 3–7 данные представлены в виде средних значений и ошибки (M±m). * – p<0,05 между группами РТ и ПТ; ** – p<0,05 между группами ПТ и НР; *** – p<0,05 между группами НР, ПТ и РТ; + – p>0,05 между группами НР и ПТ; ++ – p>0,05 между группами РТ и ПТ; +++ – p>0,05 между группами НР, ПТ и РТ. METs – метаболические единицы, полученные на пике стресс-теста; 3D GLS – трехмерная глобальная продольная деформация ЛЖ; s' – систолическая скорость фиброзного кольца митрального клапана; рЛА – систолическое давление в легочной артерии; ПЖ R1 – поперечный размер правого желудочка; иЛП – индексированный объем левого предсердия; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; иММЛЖ – индексированная масса миокарда левого желудочка; иКДО ЛЖ – индексированный конечный диастолический объем левого желудочка.

ухудшения ДФ ЛЖ прогрессивно снижались, с минимальными значениями у пациентов группы РТ (табл. 2).

Полученные результаты показали, что максимальные размеры ЛП прогрессивно увеличиваются по мере ухудшения ДФ. При этом у пациентов групп НР и ПТ средние значения не превышали норму. Изменения минимального объема иЛП повторяли колебания максимального объема, а объем rreA-иЛП был сопоставим у пациентов в группах НР и ПТ (табл. 3). Объем, фракция активного и пассивного опорожнения ЛП, объем наполнения, а также индекс растяжения вели себя разнонаправленно. У пациентов группы РТ практически все показатели превышали норму.

Таблица 4. Показатели стресс-ЭхоКГ у обследованных пациентов

Показатель	Группа НР (в) (n=24)	Группа НР (а) (n=11)	Группа ПТ (в) (n=27)	Группа ПТ (а) (n=23)	Группа РТ (n=24)
Пик E, см/с	68,7±10,0	92,5±10,5 [*]	93,6±16,7	102,9±22,9 [*]	122,2±28,3
Пик A, см/с	83,3±10,9	69,3±8,31 [*]	65,2±9,68	51,5±12,2 [*]	66,1±13,7
ДсТ, мс	203,9±23,1	168,0±23,1 [*]	160,6±28,9	140,2±26,1 [*]	155,3±35,3
e', см/с	7,17±1,04	6,87±1,04 ⁺	9,4±2,31	6,5±1,52 [*]	7,2±1,19
E/e'	<13	>13	<13	>13	17,1±3,95
ЛГ, мм рт. ст.	39,7±3,4	47,9±6,7 [*]	41,8±4,01	47,5±8,48 [*]	48,8±6,92
Объем выполненной работы, METs	7,2±1,01	4,6±0,38 [*]	5,4±1,1	3,7±1,41 [*]	4,2±0,75

* – p<0,05 по сравнению с подгруппами (в); + – p>0,05 по сравнению с подгруппами (а); пик E – скорость раннего диастолического кровотока; пик A – скорость позднего диастолического кровотока; ДсТ – время замедления раннего диастолического кровотока; e' – скорость раннего диастолического движения фиброзного кольца митрального клапана; E/e' – отношение скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к скорости раннего диастолического движения фиброзного кольца митрального клапана; ЛГ – легочная гипертензия.

Таблица 3. Изменения объемов и показателей функции ЛП в зависимости от степени нарушения ДФ ЛЖ

Показатель	Группа НР (n=36)	Группа ПТ (n=50)	Группа РТ (n=24)
иЛП, мл/м ²	29,5±5,38	33,4±5,68 ^{**}	38,1±6,80 [*]
Мин-иЛП, мл/м ²	11,6±4,59	13,8±4,29 ^{**}	18,0±3,07 [*]
rreA-иЛП, мл/м ²	20,3±6,71	22,9±5,16 ^{**}	24,9±2,48 ⁺⁺
Vre-ЛП, мл/м ²	9,29±3,61	9,62±3,17 ⁺	13,2±5,43 [*]
Fgre-ЛП, %	32,4±14,53	30,96±11,53	33,3±8,94 ⁺⁺⁺
Vae-ЛП, мл/м ²	8,6±3,36	9,17±3,86 ⁺	6,9±1,29 [*]
Frae-ЛП, %	42,9±8,97	39,63±12,01 ⁺	25,7±12,05 [*]
Vfil-ЛП	17,9±3,16	19,6±4,27	20,1±6,38 ⁺⁺⁺
ExpInd-ЛП	183,3±95,85	154,19±52,96	115,2±39,65 ^{***}

Здесь и в табл. 6: ЛП – левое предсердие; мин-иЛП – минимальный индексированный объем ЛП; rreA-иЛП – индексированный объем предсердия перед сокращением; Vre-ЛП – объем пассивного опорожнения ЛП; Fgre-ЛП – фракция пассивного опорожнения ЛП; Vae-ЛП – объем активного опорожнения ЛП; Frae-ЛП – фракция активного опорожнения ЛП; Vfil-ЛП – объем опорожнения ЛП; ExpInd-ЛП – индекс опорожнения ЛП.

По данным проведенной во всех трех группах стресс-ЭхоКГ, с ухудшением ДФ ЛЖ наблюдается снижение переносимости ФН: наименьшая толерантность зарегистрирована у пациентов с переходным и рестриктивным типом нарушения ДФ ЛЖ. Анализ показателей диастолы во время стресс-ЭхоКГ выявил, что в группе с определенным типом нарушения ДФ при сходных основных показателях у ряда пациентов регистрируются признаки более выраженного нарушения ДФ ЛЖ с E/e'>13, что свидетельствует о высоком давлении наполнения ЛЖ во время ФН. Клинически это проявляется в большей выраженности одышки при ФН, меньшей толерантности к ФН, высоком рЛА (табл. 4). Подгруппам с повышением E/e' во время стресс-ЭхоКГ был присвоен буквенный индекс (а), пациентам с нормальным значением E/e' – индекс (в). Выделить группу с E/e'>13 среди больных группы РТ не представлялось возможным из-за исходно высоких значений E/e' в покое (16,2±2,12).

У пациентов подгрупп (а) во время ФН регистрировалась трансформация трансмитрального потока, которая

Таблица 5. Показатели сократимости ЛЖ у пациентов различных подгрупп

Показатель	Группа НР (в) (n=24)	Группа НР (а) (n=11)	Группа ПТ (в) (n=27)	Группа ПТ (а) (n=23)	Группа РТ (n=24)
s', см/с	10,2±1,72	7,11±1,01	9,56±1,50	7,43±1,15*	7,3±0,92
3D GLS, %	-14,8±1,5	-11,9±1,51*	-14,9±1,88	-10,8±0,93*	-11,8±1,97

* – p<0,05 при сравнении подгрупп (а) и (в).

Таблица 6. Показатели объемов и функции ЛП

Показатель	Группа НР (в) (n=24)	Группа НР (а) (n=11)	Группа ПТ (в) (n=27)	Группа ПТ (а) (n=23)	Группа РТ (n=24)
Макс-иАП, мл/м ²	27,8±5,23	33,3±3,63*	33,2±3,78	33,7±5,62 [†]	38,1±6,80
Мин-иАП, мл/м ²	9,62±2,99	16,2±4,38*	12,4±3,19	15,5±4,87*	18,0±3,07
PreA-АП, мл/м ²	18,3±6,21	24,6±5,91*	24,2±4,47	21,9±5,53*	24,9±2,48
Уре-АП, мл/м ²	9,5±3,68	8,71±3,45 [†]	11,2±4,51	9,5±3,68 [†]	13,2±5,43
Frpe-АП, %	34,8±14,2	27,1±14,5*	33,7±13,3	27,8±8,28*	33,3±8,94
Vae-АП, мл/м ²	8,71±3,77	8,37±2,29 [†]	9,54±4,65	8,7±2,71 [†]	6,9±1,29
Frpe-АП, %	46,6±7,34	34,6±6,52*	41,9±12,2	36,9±11,4*	25,7±12,0
Vfil-АП	18,2±3,45	17,1±2,31 [†]	20,8±4,14	17,3±2,62*	20,1±6,38
ExpIndx-АП	207,7±86,8	127,8±96,1*	175,5±47,7	129,2±48,5*	115,2±39,6

* – p<0,05 – достоверность изменений между группами (а) и (в); [†] – p>0,05 по сравнению с подгруппами (в).

заклучалась в увеличении скорости пика E, снижении скорости пика A, уменьшении DcT и соответственно увеличении отношения E/e' по сравнению с пациентами подгрупп (в). Увеличение значения E/e' у этих пациентов сопровождалось повышением уровня рЛА и меньшим уровнем переносимой ФН по сравнению с пациентами подгрупп (в).

Помимо изменений во время стресс-ЭхоКГ у пациентов подгрупп (а) регистрировались иные структурно-функциональные отличия, а именно, регистрируются достоверно более низкие s' и 3D GLS по сравнению с этими показателями у пациентов подгрупп (в) (табл. 5).

Анализ функциональных и структурных показателей ЛП подгрупп (а) и (в) показал, что у пациентов в подгруппах (а) регистрируются достоверно более выраженные, чем у пациентов в группах (в), нарушение фракции активного и пассивного опорожнения, снижение индекса расширения ЛП. Практически все объемы ЛП, зарегистрированные у пациентов в подгруппах (а), превышали аналогичные показатели у пациентов подгрупп (в). Таким образом, выявлено, что у пациентов с повышением давления наполнения ЛЖ во время ФН наблюдаются более выраженные структурные и функциональные изменения ЛП, регистрируемые в покое (табл. 6).

Учитывая достоверные структурно-функциональные отличия пациентов подгрупп (а), был проведен сравнительный анализ между этими пациентами из разных групп. Выявлено, что у пациентов с нарушением релаксации и переходным типом ДФ в случае повышения давления наполнения ЛЖ во время ФН, а также у пациентов с рестриктивным типом, регистрируются не отличающиеся достоверно значения структурно-функциональных

показателей ЛЖ. Это проявляется в одинаковой переносимости ФН (p=0,001), эквивалентных значениях легочной гипертензии во время ФН (p=0,02). Равновеликое снижение s' и 3D GLS в указанных группах пациентов (p=0,003 и p=0,01 соответственно) свидетельствует о субклиническом нарушении сократимости ЛЖ (табл. 7).

Обсуждение

Анализ полученных нами данных выявил четкую зависимость между степенью нарушения ДФ ЛЖ и выраженностью дилатации полости ЛП, что можно считать закономерным. Впервые связь показателей, характеризующих фазы кондуита и опорожнения со степенью нарушения ДФ, была выявлена Swee Guan Teo и соавт. (2010) и Kyoko Otani и Masaaki Takeuchi (2010) [10, 11]. В нашем исследовании получены сопоставимые результаты, а также показано, что показатели, характеризующие функцию кондуита, при различной степени нарушения ДФ изменяются незначительно.

По мнению I. Daskalov и соавт. (2012), у пациентов с гипертонической болезнью и нарушением ДФ ЛЖ снижается сократительная способность ЛЖ, что отражается снижением скорости пика s' до 9,8–8,8 см/с у больных с РТ нарушения ДФ [12]. В нашем исследовании получены аналогичные данные, позволяющие констатировать максимальное снижение скорости пика s' у больных с РТ нарушения ДФ ЛЖ до 7,3±0,91 см/с (p=0,006). Источников, указывающих на взаимосвязь степени нарушения ДФ и продольной деформации ЛЖ, немного и они носят противоречивый характер, работы, посвященные сравнению способности 3D GLS, 2D GLS и E/e' диагностировать повышенное давление наполнения ЛЖ, так-

Таблица 7. Структурно-функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у пациентов с различной степенью нарушения ДФ ЛЖ и с повышением E/e' во время стресс-ЭхоКГ

Показатель	Группа НР (а) (n=11)	Группа ПТ (а) (n=23)	Группа РТ (n=24)
иКДО ЛЖ, мл/м ²	54,2±17,4	67,2±13,2**	68,2±10,0 ^{††}
иММЛЖ, г/м ²	113,4±30,5	106,1±18,1	110,5±17,4 ^{†††}
ФВ ЛЖ, %	61,7±7,92	61,4±4,75 [†]	56,3±5,92*
иЛП, мл/м ²	33,3±3,63	33,2±5,86 [†]	38,1±6,80*
Мин-иЛП, мл/м ²	16,2±4,38	15,5±4,87 [†]	18,0±3,07*
PreA-ЛП	24,6±5,91	21,9±5,53	24,9±2,48 ^{†††}
3D GLS, %	-11,2±1,51	-10,4±0,94	-11,8±1,97 ^{†††}
pЛА в покое, мм рт. ст.	33,5±9,34	33,9±3,88 [†]	39,1±4,19*
METs	4,6±0,38	4,9±1,23	4,2±0,75 ^{†††}
s', см/с	7,1±1,58	6,9±1,13	6,79±0,93 ^{†††}
e' стресс, см/с	6,45±1,29	6,04±1,64	6,75±1,11 ^{†††}
E/e' стресс, см/с	13,5±0,93	15,8±2,31**	16,6±4,15 ^{††}
pЛА стресс, мм рт. ст.	47,5±6,62	47,3±8,57	48,5±7,08 ^{†††}

* – $p < 0,05$ между группами РТ и ПТ; ** – $p < 0,05$ между группами ПТ и НР; *** – $p < 0,05$ между группами НР, ПТ и РТ; † – $p > 0,05$ между группами НР и ПТ; †† – $p > 0,05$ между группами РТ и ПТ; ††† – $p > 0,05$ между группами НР, ПТ и РТ.

же носят противоречивый характер [12, 13]. Так, У. Тап и соавт. (2009) показали, что по сравнению со здоровыми пациентами у пациентов с ХСНсФВ регистрируются достоверно меньшие продольная деформация, систолическая скорость движения кольца МК [13]. По данным N. Hasselberg и соавт. (2013), глобальная продольная деформация достоверно взаимосвязана с пиковым потреблением кислорода и переносимостью ФН у пациентов с ХСНсФВ [14]. В нашей работе мы продемонстрировали, что 3D GLS изменяется однонаправленно с s' , и снижается пропорционально степени нарушения ДФ ЛЖ. Выявленные нами закономерности сопоставимы с данными, представленными E. Kraigher-Krainer и соавт. в 2014 г. Авторы регистрировали у пациентов с ХСНсФВ достоверное снижение сократимости ЛЖ, которая оценивалась с помощью продольной глобальной деформации ЛЖ [15].

Роль стресс-ЭхоКГ с оценкой диастолического компонента в настоящее время активно изучается, а сама методика представлена в последней редакции рекомендаций по диагностике и лечению ХСН [3]. При ФН у здоровых лиц происходит закономерное изменение параметров трансмитрального кровотока и скорости движения митрального кольца, которое выражается в увеличении скорости пика E и пика e' пропорционально друг другу. У пациентов с повышением давления диастолического наполнения во время ФН происходит увеличение скорости пика E на фоне стабильно сниженной скорости пика e' [14]. По данным ряда авторов, $E/e' > 13$ с чувствительностью 73% и специфичностью 96% достоверно указывает на давления наполнения ЛЖ более 15 мм рт. ст. во время ФН [14, 16]. Согласно рекомендациям по лечению и диагностике ХСН, показанием к применению диастолического стресс-теста является наличие у больного нарушения ДФ ЛЖ по псевдонормальному типу или по типу

замедления релаксации, которое сопровождается выраженным ограничением ФН [3, 17].

В нашей работе на основании значения E/e' , полученного во время стресс-ЭхоКГ, мы провели разделение групп больных, сформированных по типу нарушения ДФ, на подгруппы с повышением давления наполнения ЛЖ и без. При сравнительном анализе выявлено, что у пациентов с $E/e' > 13$ во время стресс-ЭхоКГ при одинаковых паттернах трансмитрального потока в покое регистрируются увеличение объемов ЛП со снижением резервуарной и сократительной функции, нарушение сократительной функции миокарда ЛЖ, снижение толерантности к ФН, высокая ЛГ.

Таким образом, на основании представленных результатов можно сделать вывод, что деление пациентов по типу нарушения ДФ ЛЖ является условным, так как в когортах больных с однотипными типичными отклонениями ДФ ЛЖ можно выделить пациентов с большими и меньшими структурно-функциональными нарушениями, сопровождающимися повышением давления наполнения во время ФН. Кроме того, представляется возможным констатировать наличие у пациентов с ХСНсФВ инструментально выявляемых признаков нарушения отдельных параметров систолической функции, что, вероятно, составляет основу симптоматики ХСН при сохраненной глобальной ФВ. Изученные параметры систолической дисфункции ЛЖ позволяют различать больных с неблагоприятным прогнозом, а также дают возможность объективизировать ФК I ХСН по инструментальным признакам.

Заключение

На основании полученных нами данных можно сделать вывод о значительной структурной и функциональной гетерогенности больных с хронической сердечной

недостаточностью с сохраненной фракцией выброса. Различия больных по степени нарушения глобальной сократительной и релаксационной функций позволяет выявить стандартизованная физическая нагрузка. Стресс-эхокардиография с определением E/e' является необходимым диагностическим подходом для больных с хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса с целью выявления лиц с более

выраженными структурно-функциональными нарушениями левого желудочка и организации более тщательной инструментальной и терапевтической их курации.

Конфликт интересов

Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Сведения об авторах:

Обрезан А. Г. – д. м. н., проф., зав. кафедрой госпитальной терапии медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург; гл. врач ООО «Международный медицинский центр «СОГАЗ», Санкт-Петербург.

Перуцкий Д. Н. – к. м. н., врач отделения функциональной диагностики ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», Белгород.

E-mail: d_perutsky@yahoo.com

Information about the author:

Belgorod Regional Clinical Hospital St. Ioasaf, Belgorod, Russia

Dmitry N. Perutskiy – PhD.

E-mail: d_perutsky@yahoo.com

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Mareyev V., Ageev F., Harutyunov G. et al. National recommendations of VNOK and OSSN for the diagnosis and treatment of CHF (third revision). *Journal of Heart Failure* 2009; 2: 64–103. Russian (Мареєв В., Агєєв Ф., Арутюнов Г. и др. Национальные рекомендации ВНОК И ОССН по диагностике и лечению ХСН (третий пересмотр). *Журнал Сердечная Недостаточность* 2009;2:64–103).
2. Nagueh S., Smiseth O., Appleton C. et al. 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;29:277–314.
3. Ponikowski P., Voors A., Anker S. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J* 2016;37:2129–2200.
4. Borlaug B., Paulus W. Heart failure with preserved ejection fraction: pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Eur Heart J* 2011;32:670–679.
5. Paulus W. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2007;28:2539–2550.
6. Marwick T. Recent developments in heart failure imaging. *JACC Cardiovasc Imaging* 2010;3:429–439.
7. Abhayaratna W., Fatema K., Barnes M. et al. Left atrial reservoir function as a potent marker for first atrial fibrillation or flutter in persons ≥ 65 years of age. *Am J Cardiol* 2008;101:1626–1629.
8. Gutman J., Wang Y., Wahr D. Normal left atrial function determined by 2-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1983;51:336–340.
9. Banerzhi A. Medical statistics in understandable language. М.: Practical medicine 2014. Russian (Банержи А. Медицинская статистика понятным языком. М.: Практическая медицина 2014.)
10. Swee Guan Teo, Yang H., Chai P. et al. Impact of left ventricular diastolic dysfunction on left atrial volume and function: a volumetric analysis. *European J Echocardiography* 2010;11:38–43.
11. Kyoko Otani, Masaaki Takeuchi. Impact of diastolic dysfunction grade on left atrial mechanics assessed by two-dimensional speckle tracking echocardiography. *JASE* 2010;23:961–967.
12. Daskalov I., Petrovsky P., Demirevska L. Mitral annular systolic velocity as a marker of preclinical systolic dysfunction among patients with arterial hypertension. *Cardiovascular Ultrasound* 2012;10:46.
13. Tan Y., Wenzelburger F., Lee E. The pathophysiology of heart failure with normal ejection fraction: exercise echocardiography reveals complex abnormalities of both systolic and diastolic ventricular function involving torsion, untwist, and longitudinal motion. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:36–46.
14. Hasselberg N., Haugaa K., Sarvari S. et al. Global longitudinal strain correlates to reduced exercise capacity in heart failure patients with preserved ejection fraction. *European Heart J* 2013;34:1136.
15. Kraigher-Krainer E., Shah A., Gupta D. et al. for the PARAMOUNT Investigators. Impaired systolic function by strain imaging in heart failure with preserved ejection fraction. *JACC* 2014;63:447–456.
16. Meluzín J., Sitar J., Krístek J. et al. The role of exercise echocardiography in the diagnostics of heart failure with normal left ventricular ejection fraction. *European Heart J* 2011;29:23–28.
17. Burgess M., Jenkins C., Sharman E. Diastolic stress echocardiography: hemodynamic validation and clinical significance of estimation of ventricular filling pressure with exercise. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:1891–1900.

Поступила 19.01.17 (Received 19.01.17)