

УДК 616.125.2: 616.126.32

МЕХАНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ МИТРАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИЕЙ

*Т. В. Матановская, Е. Н. Орехова**

Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, г. Пермь, Российская Федерация

LEFT ATRIUM MECHANICAL FUNCTION IN PATIENTS WITH ISCHEMIC MITRAL REGURGITATION

*T. V. Matanovskaya, E. N. Orekhova**

Federal Center of Cardiovascular Surgery, Perm, Russian Federation

Цель. Оценка механической функции левого предсердия (ЛП) у больных с ишемической митральной регургитацией (ИМР) с использованием технологии векторного анализа скорости движения эндокарда.

Материалы и методы. В исследование было включено 82 пациента в возрасте $59 \pm 7,6$ г., из них мужчин 49 (59,7 %). Критерии включения: ЭхоКГ-критерии ишемической митральной регургитации I–III степени, поражения коронарных артерий при проведении селективной ангиографии, соответствующие критериям хирургической реваскуляризации, синусовый ритм и нормосистолия (частота сердечных сокращений от 60 до 89 в минуту) во время исследования, превосходная ЭхоКГ-визуализация эндокарда ЛП. Предполагаем, что предсердные изменения деформации и скорости деформации могут быть ассоциированы с тяжестью регургитации.

Результаты. Показатели механической функции ЛП снижаются пропорционально тяжести ИМР. Продольная деформация и скорость деформации ЛП отражают связь с ИМР в большей степени, чем конвенциональные показатели, используемые для оценки геометрии ЛП.

Выводы. Показатели механической функции левого предсердия ассоциированы с ИМР и сопряжены с механическим ремоделированием левого предсердия.

Ключевые слова. Ишемическая митральная регургитация, левое предсердие, продольная деформация, скорость деформации.

Aim. To assess the left atrium (LA) mechanical function in patients with ischemic mitral regurgitation (IMR) using technologies of vector analysis of endocardium movement rate.

Materials and methods. The study enclosed 82 patients aged $59 \pm 7,6$ including 49 men (59,7 %). The entry criteria: EchoCG criteria of degree I-III ischemic mitral regurgitation, coronary artery lesions while fulfilling selective angiography corresponding to surgical revascularization criteria, sinus rhythm and normosystolia (heart rate from 60 to 89 per minute) during investigation, superior EchoCG visualization of LA endocardium. We suggest that atrial changes in deformation and deformation rate can be associated with severity of regurgitation.

Results. Left atrium mechanical function indices decline proportionally to IMR severity. Longitudinal deformation and LA deformation rate reflect link with IMR greater than conventional indices used for estimation of LA geometry.

© Матановская Т. В., Орехова Е. Н., 2015

e-mail: kafedra@permheart.ru

тел.: 8 (342) 239 87 85

[Матановская Т. В. – врач отделения функциональной диагностики; Орехова Е. Н. (*контактное лицо) – доктор медицинских наук, доцент кафедры сердечно-сосудистой хирургии и инвазивной кардиологии].

Conclusions. Left atrium mechanical function indices are associated with IMR and connected with mechanical remodeling of the left atrium.

Key words. Ischemic mitral regurgitation, left atrium, longitudinal deformation, deformation rate.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема ишемической митральной регургитации (ИМР) остается наиболее актуальной в лечении пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), так как даже незначительная степень ИМР ассоциирована с повышением риска возникновения плохого прогноза [9]. Потенциально в выборе лечебной тактики может помочь оценка гемодинамической значимости той или иной степени недостаточности у конкретного пациента и исследования ее влияния на процессы ремоделирования сердца. При этом камеры сердца или гемодинамические характеристики, меняющиеся вследствие непосредственного воздействия ИМР, могут считаться эффекторами регургитации [7]. Одним из основных эффекторов хронической ИМР является левое предсердие (ЛП). Известно, что увеличение объема ЛП является мощным предиктором смертности, но неясно, каким образом меняется его механическая функция, которая зависит от перегрузки регургитирующим объемом и таким образом может стать важным компонентом в оценке эффектов регургитации [7]. В работах Y. Y. Liu и соавт. было показано, что показатели деформации (strain) и скорости деформации (strain rate) ЛП являются более ранними и чувствительными маркерами объемной перегрузки, чем геометрические изменения предсердия [13]. Вопросам изменения strain у пациентов с артериальной гипертензией, ИБС, фибрилляцией предсердий посвящены многие научные работы, тогда как вклад механической функции ЛП в процесс глобального ремоделирования сердца у больных с ИМР практически не изучен. В литературе приводятся немногочисленные данные о механике ЛП у больных

с МР в резервуарную и систолическую фазы работы ЛП [10]. Особенности показателей strain в прочие фазы предсердия (фазу всасывания и кондуктивный период), как правило, не оценивают. Не описаны особенности функциональных объемных и механических показателей ЛП в зависимости от тяжести МР во все фазы деятельности ЛП. Мы предполагаем, что предсердные изменения strain и strain rate могут быть ассоциированы с тяжестью ИМР.

Цель исследования – оценка механической функции ЛП у больных с ИМР с использованием технологии векторного анализа скорости движения эндокарда.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование было включено 82 пациента в возрасте $59 \pm 7,6$ г., из них мужчин – 49 (59,7%), госпитализированных с ИБС в ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» (г. Пермь) в 2013 г. Всеми участниками подписано информированное согласие, а само исследование было одобрено этическим комитетом учреждения. Критерии включения: эхокардиографические (ЭхоКГ) критерии ИМР I–III степени, наличие поражений коронарных артерий при проведении селективной ангиографии, соответствующих критериям хирургической реваскуляризации, синусовый ритм и нормосистолия (частота сердечных сокращений от 60 до 89 в минуту) во время исследования, превосходная ЭхоКГ-визуализация эндокарда ЛП. Критерии исключения: наличие острого коронарного синдрома, хирургическая реваскуляризация в анамнезе, дегенеративные и иные неишемические поражения митрального клапана (МК), поражения аортального, трикуспидального и пульмонального клапанов любой

этиологии, документированные наджелудочковые нарушения ритма, необходимость постоянного использования диуретиков и инотропных препаратов, наличие некардиальных заболеваний, сопровождающихся легочной гипертензией. Группу сравнения составили 24 здоровых добровольца, из них мужчин – 12 (50 %), в возрасте от 18 до 64 ($48,5 \pm 13$) лет. Средняя площадь поверхности тела (ППТ) – $1,87 \pm 1,2$. В группу исследования включено 15 (18,3 %) пациентов со II функциональным классом (ф.к.) стенокардии, с III ф.к. – 61 (74,3 %), с IV ф.к. – 6 (7,3 %). Время от появления симптомов ИБС – 4 ± 3 г. Больных, перенесших нижний с зубцом Q инфаркт миокарда, – 52 (63,4 %), передний с зубцом Q – 12 (14,6 %), повторные инфаркты миокарда – 18 (21,9 %). Симптомы сердечной недостаточности II ф.к. зарегистрированы у 35 (42,7 %) пациентов, III ф.к. – у 30 (36,6 %), IV ф.к. – у 17 (20,7 %). Из сопутствующих заболеваний: у 19 больных (23,2 %) выявлен сахарный диабет 2-го типа, у 69 (84,1 %) – артериальная гипертензия. Пациенты принимали сопоставимую терапию, соответствующую действующим рекомендациям для больных ИБС и сердечной недостаточностью (аспирин, статины, бета-блокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента) [3].

Всем больным был выполнен комплекс клинико-лабораторных и инструментальных

исследований (ЭКГ, общий и биохимический анализы крови, оценка показателей гемостаза, рентгенография органов грудной клетки, суточное мониторирование ЭКГ, ЭхоКГ, селективная коронарография).

Пациентам групп исследования и сравнения проводилась ЭхоКГ на аппарате Acuson S2000 (Siemens Medical Systems, Mountain View, CA, USA), оснащенном датчиком 4V1с. Тяжесть ИМП была оценена несколькими количественными параметрами, включая измерение ширины проксимальной струи регургитации (*vena contracta*, *V.C.*, в среднем по группе $0,51 \pm 0,24$ см), индекса площади потока регургитации (% струи по отношению к площади ЛП, среднее значение *MP* – $29,1 \pm 12,1$ %) [8, 11]. В группе исследования больных с ИМП I степени – 30 (индекс площади потока *MP* – $15,4 \pm 2,8$ %; *V.C.* – $0,25 \pm 0,03$ см), II степени – 27 (индекс площади потока *MP* – $30,1 \pm 4,8$ %, *V.C.* – $0,53 \pm 0,07$ см), III степени – 25 (индекс площади потока *MP* – $44,4 \pm 3$ %, *V.C.* – $0,74 \pm 0,18$ см). ЭхоКГ-данные основных конвенциональных показателей систолической функции ЛЖ, объемов ЛП и тяжести *MP* представлены в табл. 1. Среднее значение конечного диастолического объема (КДО) в исследуемой группе составило $153 \pm 58,8$ мл, фракции выброса (ФВ) ЛЖ – $44 \pm 11,3$ %, максимальный объем ЛП – $80,1 \pm 29$ мл, среднее давление в легочной артерии – $27,1 \pm 10,4$ мм рт. ст.

Таблица 1

Основные эхокардиографические характеристики обследованных

Показатель	Группа исследования		Группа сравнения		p
	Среднее значение	Диапазон значений в группе	Средние значения	Диапазон значений в группе	
ЧСС, уд/мин	$68,96 \pm 12,1$	60–84	$70,28 \pm 12,7$	60–79	0,69
КДО, мл (Simpson)	$153 \pm 58,8$	71–358	90 ± 12	79–122	0,0001*
ФВ ЛЖ, % (Simpson)	$44 \pm 11,3$	18–66	62 ± 5	52–72	0,0000*
Давление среднее в легочной артерии, мм рт. ст.	$27,1 \pm 10,4$	10–50	$14,6 \pm 5$	10–24,9	0,0002
Максимальный объем ЛП, мл	$80,1 \pm 29$	38–164	$48,4 \pm 10,5$	30–66	0,0000
Минимальный объем ЛП, мл	$54,3 \pm 24,5$	18–143	$30,3 \pm 8$	18–58	0,0000
P-объем ЛП, мл	$67,2 \pm 25$	22–151	$39,4 \pm 9,2$	24–59	0,0000
Фракция пассивного опустошения ЛП, %	$15,6 \pm 8,7$	1–35	$26,8 \pm 11$	8–52	0,001
Фракция активного опустошения ЛП, %	$21,5 \pm 11,9$	1–59	$27,3 \pm 8,4$	15–42	0,03
Индекс расширения ЛП	$0,8 \pm 0,6$	0,2–2,8	$2,49 \pm 0,9$	1,2–3,9	0,0000

У обследованных лиц группы сравнения МР отсутствовала и все ЭхоКГ-данные соответствовали норме [4].

Для ЭхоКГ-оценки ЛП изучались показатели, характеризующие геометрию (объемы), функцию (изменение объемов) и механику ЛП (продольную деформацию и скорость деформации). Для изучения функции ЛП оценивали: фракцию пассивного опустошения (как характеристику проводниковой функции), фракцию активного опустошения (как характеристику насосной функции), а также индекс расширения ЛП (как показатель резервуарной функции) [2].

Векторный анализ продольной деформации (strain, S , %) и скорости деформации (strain rate, SR , c^{-1}) ЛП проводился на основе динамической оценки двумерного ЭхоКГ серозкального изображения с использованием патентованной технологии Speckle Tracking Syngo VVI (Siemens Medical Systems, Mountain View, CA, USA). Изучались SR и S во время четырех фаз работы ЛП: 1) резервуарная фаза (или период накопления, характеризует поступление крови из легочных вен во время систолы ЛЖ, когда створки МК еще закрыты; регистрация значений производилась от открытия створок аортального клапана до открытия створок МК синхронно с ЭКГ: от начала сегмента ST до окончания зубца T); 2) кондуктивная фаза (или период протекания, связан с поступлением крови из ЛП в ЛЖ во время его ранней диастолы, регистрация значений проводилась от момента открытия створок МК до окончания периода диастазиса, синхронно с ЭКГ: от окончания зубца T до начала зубца P); 3) контрактильная фаза (или период систолы предсердия, отображает активное поступление крови из ЛП в позднюю диастолу ЛЖ, измерения проводили от начала зубца P до зубца R на ЭКГ); 4) фаза всасывания (отражает притекание крови из легочных вен и наполнение ЛП в раннюю систолу ЛЖ, оценивалась от момента закрытия МК до открытия створок

аортального клапана, что соответствует периоду от пика зубца R до окончания зубца S на ЭКГ) [15].

Статистический анализ материала проведен при помощи программы Statistica 8.0. Для описания количественных признаков использовались значения среднего M и стандартного отклонения SD . Оценка статистической достоверности различий p между группами проводилась с помощью параметрических критериев (при нормальном распределении признака) – двухвыборочный t -критерий Стьюдента для сравнений средних ($M \pm SD$). Различия показателей считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$. Определение зависимости между изучаемыми количественными признаками проводилось с помощью коэффициента линейной корреляции Спирмена R_s . Зависимость переменных и проверка значимости различий между средними внутри групп определена с помощью дисперсионного анализа ANOVA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Максимальный ($80,1 \pm 29$ мл), минимальный ($54,3 \pm 24,5$ мл) и P -объемы ЛП ($67,2 \pm 25,3$ мл) достоверно различались у пациентов группы исследования и в группе сравнения ($48,4 \pm 10,5$ мл, $30,3 \pm 8$ мл, $39,4 \pm 9,2$ мл соответственно, $p < 0,05$ во всех случаях). Выявлена лишь умеренная прямая корреляция объемов ЛП и индекса площади потока МР ($R_s = 0,46$ для МР и максимального объема ЛП, $R_s = 0,5$ для минимального, $R_s = 0,45$ для P -объема ЛП). Фракция пассивного опустошения ЛП в группе сравнения была значимо выше, чем у пациентов с МР, что свидетельствует о снижении проводниковой функции предсердия у пациентов с ИМР ($26,8 \pm 11$ % против $15,6 \pm 8,7$ %, $p < 0,05$). Выявлена умеренная обратная корреляция индекса площади потока МР и фракции пассивного опустошения ЛП ($R_s = -0,55$). Чем больше

МР, тем меньший объем жидкости протекает через ЛП в ЛЖ во время кондуктивной фазы предсердия, за счет чего уменьшается вклад предсердия в ударный объем ЛЖ, следовательно, и в систолическую функцию ЛЖ. Выявлена умеренная прямая корреляционная связь фракции пассивного опустошения и ФВ ЛЖ ($R_s = 0,47$), что показывает умеренную взаимозависимость дисфункции ЛП и ЛЖ. Фракция активного опустошения, отражающая насосную функцию предсердия, была достоверно снижена у пациентов с МР по сравнению с данными контрольной группы ($21,5 \pm 11,9$ % против $27,3 \pm 8,4$ %, $p < 0,05$). Отмечена слабая обратная корреляция фракции активного опустошения ЛП и МР ($R_s = -0,27$). Индекс расширения ЛП, характеризующий резервуарную функцию предсердия, был достоверно выше в группе сравнения (у пациентов с МР $0,8 \pm 0,6$ против $2,49 \pm 0,9$ в группе сравнения, $p < 0,05$). Выявлена сильная обратная корреляция индекса расширения ЛП и индекса площади потока МР ($R_s = -0,78$), что подтверждает ухудшение резервуарной функции предсердия пропорционально увеличению его перегрузки регургитирующим объемом. Отдельно проанализированы различия в функциональных показателях ЛП в зависимости от степени МР. Интересным является отсутствие достоверной разницы во фракции пассивного опустошения ЛП между пациентами с умеренной и выраженной степенью МР (с МР II степени – $14,1 \pm 9$ %, с МР III степени – $15 \pm 8,3$ %, $p = 0,7$; у пациентов с МР I степени – $20,3 \pm 3,4$ %, $p = 0,04$ и $0,03$ соответственно), а также в показателях фракции активного опустошения ЛП (для больных с МР II степени – $19,6 \pm 11,3$ %, с МР III степени – $18,3 \pm 13,8$ %, $p = 0,8$; у пациентов с МР I степени – $25,9 \pm 9,9$ %, $p = 0,03$ и $0,04$ соответственно) и в индексе расширения ЛП (у лиц с МР II степени – $0,41 \pm 0,1$, с МР III степени – $0,36 \pm 0,1$, $p = 0,2$; у пациентов с МР I степени – $1,6 \pm 0,4$, $p = 0,00001$ и $0,00001$ соответственно). Таким образом, у больных с ИМН регист-

рируется угнетение фракции пассивного, активного опустошения ЛП и снижение индекса расширения ЛП, что подтверждает нарушение резервуарной, кондуктивной и контрактильной функции предсердия у больных с МР. Между пациентами с умеренной и выраженной степенью МР различий в изученных функциональных параметрах ЛП не выявлено, что свидетельствует о сопоставимости гемодинамического воздействия II и III степени ИМР на функциональное ремоделирование ЛП.

Показатели механической функции ЛП в различные фазы деятельности ЛП представлены в табл. 2. Выявлены значимые различия скорости деформации ЛП во все фазы его деятельности в группе пациентов с ИМР и в группе сравнения. Обнаружена сильная прямая корреляция МР и скорости деформации в систолу ЛП ($R_s = 0,83$), МР и скорости деформации в кондуктивную фазу ЛП ($R_s = 0,79$), обратная корреляция МР и скорости деформации в фазу всасывания ($R_s = -0,8$), МР и скорости деформации ЛП в резервуарную фазу ($R_s = -0,73$). Многомерный дисперсионный анализ демонстрирует линейную зависимость скорости деформации и степени регургитации, четко обозначая границы между здоровыми и пациентами с МР, где скорость деформации достоверно различается, даже если МР незначительна (табл. 3, рис. 1). Однако между больными с умеренной и выраженной МР разница в скоростных показателях S не столь очевидна. Следовательно, наличие МР значительно меняет интегральную механическую функцию ЛП с точки зрения угнетения SR (продольная деформация происходит, но регургитация снижает ее скорость пропорционально тяжести МР).

При оценке показателей деформации в резервуарной фазе у больных с МР и у лиц группы сравнения достоверных различий не обнаружено (S в группе с МР – $26,9 \pm 4,2$ %, в группе сравнения – $30,8 \pm 3$ %, $p = 0,06$). Однако при индексации полученных данных к соответствующему объему ЛП значимые

Эхокардиографические показатели механической функции левого предсердия

Фаза	Группа исследования (n = 82)			Группа сравнения (n = 24)			p ₂ -p ₃	p ₄ -p ₅
	Среднее значение	Диапазон значений в группе	Индексированный показатель к 10 мл объема ЛП	Средние значения	Диапазон значений в группе	Индексированный показатель к 10 мл объема ЛП		
S ЛП								
Контрактивная, %	-3,7 ± 2,4	От -10 до -0,75	-0,99 ± 0,4	-12,6 ± 2,1	От -17 до -9,5	-5,9 ± 0,8	0,0000*	0,0000
Всасывания, %	-1,3 ± 0,4	От -2,3 до -0,5	-0,9 ± 0,2	-0,46 ± 0,6	От -1 до 0,8	-0,09 ± 0,02	0,0000*	0,003*
Резервуарная, %	27 ± 4,2	От 19 до 38	3,1 ± 0,9	30,8 ± 3	От 26 до 39	7,6 ± 1,3	0,06	0,001
Конduitная, %	-0,1 ± 0,19	От -0,9 до 0,1	-0,0013 ± 0,01	-0,38 ± 0,3	От -1 до -0,05	-0,08 ± 0,03	0,0000*	0,04*
SR ЛП								
Контрактивная, с ⁻¹	-0,58 ± 0,5	От -2,1 до -0,7	-0,1 ± 0,003	-1,87 ± 0,35	От -2,5 до -1,28	-0,67 ± 0,002	0,0000*	0,0000
Всасывания, с ⁻¹	0,1 ± 0,08	От 0,11 до 0,02	0,08 ± 0,005	0,44 ± 0,09	От 0,28 до 0,6	0,15 ± 0,002	0,0000*	0,0000*
Резервуарная, с ⁻¹	1,2 ± 0,8	От 0,4 до 5	0,15 ± 0,03	2,3 ± 0,6	От 2,3 до 1,4	0,6 ± 0,01	0,0000*	0,0000*
Конduitная, с ⁻¹	-1,4 ± 1,7	От -5,5 до -1	-0,23 ± 0,1	-3,6 ± 1	От -5,5 до -2,3	-0,9 ± 0,4	0,0000*	0,0000*

Примечание: * – статические значимые различия показателей в сравниваемых группах.

Фазовый анализ деформации и скорости деформации левого предсердия в зависимости от степени митральной регургитации (M ± SD; от -95 до +95%)

Степень МР	SR				S			
	фаза систолы	фаза всасывания	фаза резервуара	фаза кондуита	фаза систолы	фаза всасывания	фаза резервуара	фаза кондуита
0 (n = 24)	-1,9 ± 0,07 (от -2 до -1,7)	0,4 ± 0,01 (от 0,4 до 0,49)	2,3 ± 0,1 (от 2 до 2,55)	-3 ± 0,9 (от -3,6 до -2,8)	-12,6 ± 3 (от -13,1 до -11,9)	-0,4 ± 0,07 (от -0,6 до -0,1)	30,1 ± 0,8 (от 29,2 до 32,3)	-0,4 ± 0,04 (от -0,5 до -0,3)
I (n = 30)	-1,1 ± 0,06 (от -1,3 до -1)	0,18 ± 0,01 (от 0,1 до 0,2)	1,9 ± 0,1 (от 1,7 до 2,1)	-2,2 ± 1,18 (от -2,5 до -1,4)	-6,6 ± 1,4 (от -8 до -6,1)	-1,1 ± 0,08 (от -1,3 до -0,84)	25 ± 0,73 (от 23,6 до 26)	-0,2 ± 0,03 (от -0,3 до -0,1)
II (n = 27)	-0,27 ± 0,04 (от -0,4 до -0,1)	0,08 ± 0,01 (от 0,5 до 0,1)	0,82 ± 0,1 (от 0,61 до 1,04)	-0,32 ± 0,18 (от -0,5 до -0,3)	-2,2 ± 0,3 (от -2,8 до -1,7)	-1,5 ± 0,08 (от -1,6 до -1,3)	28,4 ± 0,7 (от 26 до 29,8)	-0,02 ± 0,03 (от -0,09 до 0,05)
III (n = 25)	-0,21 ± 0,05 (от -0,3 до -0,06)	0,07 ± 0,01 (от 0,04 до 0,1)	0,74 ± 0,1 (от 0,5 до 1)	-0,2 ± 0,2 (от -0,6 до -0,2)	-1,96 ± 0,27 (от -2,5 до -1,4)	-1,3 ± 0,09 (от -1,5 до -1)	27,6 ± 0,8 (от 26 до 29,1)	-0,01 ± 0,03 (от -0,06 до 0,06)

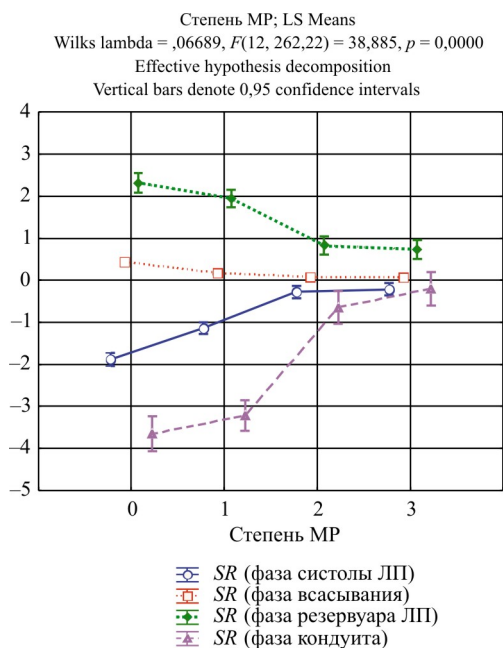


Рис. 1. Графики зависимости показателей SR ЛП от степени митральной регургитации

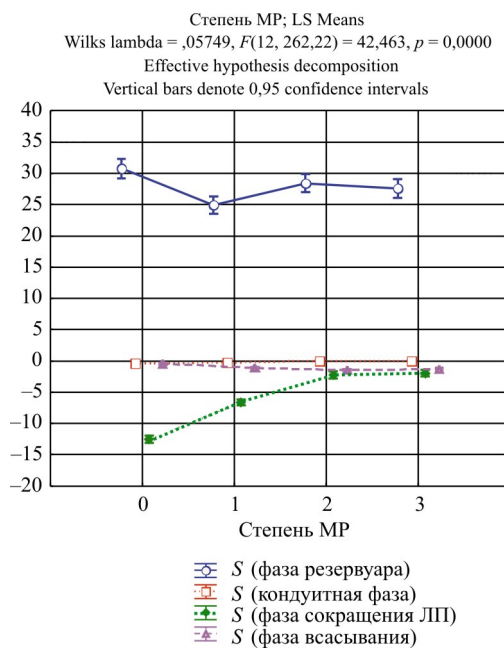


Рис. 2. Графики зависимости показателей S ЛП от степени митральной регургитации

различия были выявлены (S в группе с МР $-3,1 \pm 0,9 \%$ /10 мл максимального объема ЛП, в группе сравнения $-7,6 \pm 1,3 \%$ /10 мл максимального объема ЛП, $p = 0,001$), что подтверждает гемодинамическую значимость хронической перегрузки регургитирующим объемом крови ЛП. Продольная систолическая деформация ЛП была значимо снижена в контрактильную фазу (у больных с МР $-3,7 \pm 2,4 \%$ против $-12,6 \pm 2,1 \%$ в группе сравнения, $p < 0,05$) и в фазу всасывания (у больных с МР $-1,3 \pm 0,4 \%$ против $-0,46 \pm 0,6 \%$ в группе сравнения, $p < 0,05$). В кондуктную фазу (по сравнению с изученными периодами деятельности) деформация минимальна как у больных с МР, так и в группе сравнения, но у пациентов с МР регистрировались парадоксально большие значения, чем в норме ($-0,38 \pm 0,28 \%$, и $-0,1 \pm 0,19 \%$ соответственно, $p < 0,05$). Выявлена выраженная прямая корреляция S в систоличе-

скую фазу ЛП и МР ($R_s = 0,89$), умеренная – S в кондуктную фазу и МР ($R_s = 0,51$) и обратная корреляция S в фазу всасывания и МР ($R_s = -0,59$), S в резервуарную фазу и МР ($R_s = -0,5$). Проанализированы показатели S ЛП в зависимости от МР (табл. 3, рис. 2).

Максимальные различия выявлены у лиц без МР и у пациентов с незначительной МР в период систолы ЛП ($-12,6 \pm 2,1 \%$ против $-6,6 \pm 2,1 \%$, $p < 0,05$ соответственно) и в фазу всасывания ($-0,46 \pm 0,6 \%$ против $-1,1 \pm 0,08 \%$, $p < 0,05$ соответственно), а также в этих показателях между пациентами с незначительной и умеренной МР (S в период систолы ЛП у больных с МР I степени $-6,6 \pm 2,1 \%$ против $-2,2 \pm 0,3 \%$ с МР II степени, $p < 0,05$; S в период фазы всасывания при МР I степени $-1,1 \pm 0,08 \%$ против $-1,5 \pm 0,08$, $p < 0,05$). Аналогично показателям SR между больными с умеренной и выраженной МР различий в значениях S не выявлено во все фазы (см. табл. 3, рис. 2).

Качественная оценка показателей деформации ЛП и ее практическая ценность является предметом дискуссий в последнее десятилетие [6]. В работах А. Stoylen было показано, что деформация ЛП реципрочно связана с деформацией ЛЖ, другими словами, все механические процессы в предсердии являются лишь зеркальным отражением деформации ЛЖ и в большей степени зависят от движения аннулярной плоскости, систолической и диастолической функции ЛЖ [14]. Однако дальнейшие исследования показали существенные ограничения этих данных, продемонстрировав значимость предсердного вклада (систолической негативной деформации) в формирование адекватной преднагрузки ЛЖ и фазы резервуара (диастолической позитивной деформации ЛП) в формирование ударного объема ЛЖ [6]. В отличие от предыдущих исследований механической функции ЛП, оценивавших только пиковый позитивный продольный S и SR (как характеристики периода накопления) и пиковый негативный S и SR (как показатели систолической фазы ЛП), мы попытались дать всестороннюю оценку деятельности предсердия с изучением вклада фаз кондуита и всасывания. Безусловно, конduitный период сложен для интерпретации, так как бифазен: в начале периода, во время раннего наполнения ЛЖ, деформация предсердия минимальна, но скорость деформации – максимальна, а во втором периоде – в диастазисе, на графике зафиксировано плато, когда и деформация, и скорость деформации близки или равны нулю. Кроме того, конduitная функция ЛП зависит от условий преднагрузки, в значительной степени определяется давлением в принимающей камере – в ЛЖ, которое увеличивается параллельно возрастанию диастолической жесткости и систолической дисфункции ЛЖ [15]. Таким образом, показатели деформации, полученные в период протекания крови из ЛП в ЛЖ в норме, в большей степени отра-

жают функцию ЛЖ, чем ЛП. Но, как продемонстрировано в нашем исследовании, наличие хронической ИМР значимо меняет скорость деформации ЛП в конduitный период пропорционально тяжести регургитации (что подтверждается прямой корреляцией MP и SR в эту фазу). Показатели деформации у пациентов с незначительной MP в конduitную фазу минимальны, а у больных с умеренной и выраженной MP – близки к нулю в течение всей фазы, а не только в период диастазиса. Следовательно, ЛП в конduitный период у пациентов с умеренной и выраженной MP с точки зрения деформации функционирует как «пропускник» с минимальными значениями S и SR даже в период раннего наполнения ЛЖ. Вкупе с угнетением деформации в систолическую фазу ЛП становится понятным, что механический вклад в наполнение ЛЖ значительно снижается, несмотря на увеличение максимального объема ЛП. Возможно, перечисленные изменения связаны с процессами структурного ремоделирования предсердия и потери эластических свойств вследствие хронической перегрузки регургитирующим объемом крови. В работе S. S. Kuprahally и соавт. было показано, что снижение S и SR является независимым предиктором ультраструктурных изменений ЛП, в частности интерстициального фиброза [12]. Следовательно, уменьшение деформации в конduitную фазу ЛП может считаться эффектором гемодинамической значимости MP .

Снижение SR и S в фазу систолы предсердия ассоциировано с тяжестью регургитации, что совпадает с данными большинства авторов [5]. Обнаруженные нами изменения деформации в фазу всасывания носили разнонаправленный характер у лиц группы контроля, пациентов с незначительной регургитацией и MP II–III степени. Деформация в эту фазу близка к нулю, что является нормой (в группе контроля $S -0,46 \pm 0,6\%$). Наличие более отрицательных значений

деформации у пациентов в группе с МР ($-1,3 \pm 0,09\%$) в этот период требует объяснения. У больных с МР II и III степени показатели деформации были еще ниже, чем у пациентов с незначительной МР. Возможно, что из-за процессов ремоделирования предсердия, вызванного МР, изменилась электро-механическая сопряженность (вариант предсердной диссинхронии): поскольку регистрация деформации проводилась синхронно с ЭКГ (от зубца *R* до *S*), с позиции электрических процессов это уже была фаза всасывания ЛП, а с точки зрения механики – окончание периода систолы ЛП. Именно из-за сложности дифференцировки начала фаз большинство исследователей предпочитают игнорировать эту фазу и не изучать ее особенности.

Полученные нами данные относительно резервуарного периода диссоциируют с результатами A. N. Vogt и соавт., показавших, что продольная деформация в период накопления была выше у больных с МР по сравнению с группой здоровых [7]. В норме во время фазы резервуара ЛП (к окончанию систолы ЛЖ) регистрируется максимальная (из всех фаз ЛП) позитивная деформация, что сопровождается наибольшим увеличением объема предсердия. Резервуарный период зависит от условий преднагрузки и принципиально объёмзависим. Значит, отклонение механических характеристик от диапазона нормальных показателей связано с дополнительным объемом, появляющимся в предсердии в этот период (т.е. непосредственно с МР). Полученные нами данные можно объяснить, рассмотрев механические и функциональные изменения в комплексе с учетом всех фаз ЛП. При незначительной степени МР происходило увеличение активного объема ЛП, за счет чего у пациентов с МР I степени фракция активного опустошения оставалась в пределах нормальных значений и компенсаторно увеличивала механическую систолу

ЛП, о чем свидетельствуют полученные показатели продольной деформации ЛП во время контрактильной фазы предсердия. Но при умеренной и выраженной степени ИМР показатели, характеризующие контрактильность, снижались. Аналогично классической кривой Франка–Старлинга после определенного «порогового» значения объема камеры дальнейшего прироста сократимости не происходит: она начинает снижаться. Этим «порогом» в нашем исследовании был не объем предсердия, а индекс расширения ЛП, который функционально характеризует фазу резервуара. Выявлена корреляция индекса расширения и фракции активного опустошения ЛП ($R_s = 0,71$), индекса расширения и скорости деформации ЛП в фазу резервуара ($R_s = 0,64$).

В этом исследовании мы продемонстрировали важность для комплексной оценки функции ЛП анализа механических данных (*SR* и *S* у пациентов с ИМР) наряду с традиционными геометрическими показателями. Фазы деятельности предсердия могут быть интерпретированы не только с позиции изменения размеров и объемов предсердия, но и исходя из оценки механических свойств ЛП. Стоит особо отметить выявление значительной разницы в угнетении *SR* между пациентами с незначительной и умеренной МР и недостоверные различия в показателях *SR* у пациентов с умеренной и выраженной регургитацией. Полученные результаты, вероятно, свидетельствуют о сопоставимых ультраструктурных изменениях предсердия, возникающих при хронической объемной перегрузке МР от II степени и выше. Дальнейшее тщательное изучение динамики механической функции ЛП у больных с МР может быть перспективным и полезным инструментом при оценке ее гемодинамической значимости и в выборе хирургического подхода для дополнительного вмешательства на МК при ИМР.

Выводы

1. Показатели механической функции левого предсердия ассоциированы с ИМР.

2. Изменения *SR* и *S* предсердия отражают связь с митральной регургитацией в большей степени, чем конвенциональные показатели, используемые для оценки геометрии и функции ЛП.

3. Пропорционально тяжести ИМР сопряжена с механическим ремоделированием предсердия, проявляясь изменениями в показателях *S* и *SR* во все фазы деятельности ЛП.

4. У пациентов с умеренной и выраженной степенью ИМР значения *S* и *SR* сопоставимы, что подтверждает значимость даже умеренной степени регургитации для процессов механического ремоделирования ЛП.

Библиографический список

1. *Алехин М. Н.* Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар-М 2012; 88.
2. *Лунева Е. Б.* Анатомические и функциональные изменения левого предсердия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и развившейся фибрилляцией предсердий. Вестник аритмологии 2007; 25–29.
3. *Мареев В. Ю., Агеев Ф. Т., Арутюнов Г. П.* Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвёртый пересмотр). Сердечная недостаточность 2013; 14 (7): 379–472.
4. *Рыбакова М. К., Алехин М. Н., Митьков В. В.* Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. М.: Видар-М 2008; 512.
5. *Anwar A. M., Soliman O. I., Geleijnse M. L.* Assessment of left atrial volume and function by real-time three-dimensional echocardiography. Int. J. Cardiol. 2008; 123: 155–161.
6. *Blume G. G., Mcleod C. J., Barnes M. E.* Left atrial function: physiology, assessment, and clinical implications. Eur. J. Echocardiogr. 2011; 12 (6): 421–430.
7. *Borg A. N., Pearce K. A., Williams S. G.* Left atrial deformation and function in chronic primary mitral regurgitation. Eur. J. Echocar. 2009; 10: 833–840.
8. *Cbeitin M. D., Armstrong W. F., Aurigemma G. P.* ACC/AHA/ASE 2003 Guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article. A report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to update the 1997 guidelines for the clinical application of echocardiography). J. Am. Soc. Echocardiogr. 2003; 16 (10): 1091–1110.
9. *Feinberg M. S., Schwammenthal E., Sblizerman L.* Prognostic significance of mild mitral regurgitation by color Doppler echocardiography in acute myocardial infarction. Am. J. Cardiol. 2000; 86: 903–907.
10. *Garsse L., Gelsomino S., Luca F.* Left atrial strain and strain rate before and following restrictive annuloplasty for ischemic mitral regurgitation evaluated by two-dimensional speckle tracking echocardiography. Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging 2013; 14: 534–543.
11. *Grigioni F., Enriquez-Sarano M., Zehr K. J.* Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. Circulation 2001; 103: 1759–1764.
12. *Kuppabally S. S., Akoum N., Burgoun N. S.* Left atrial strain and strain rate in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation. Circulation: Cardiovascular Imaging 2010; 3: 231–239.
13. *Liu Y. Y., Xie M. X., Xu J. F.* Evaluation of left atrial function in patients with coronary artery disease by two-dimensional strain and strain rate imaging. Echocardiography 2011; 28: 1095–1103.
14. *Stoylen A., Heimdal A., Bjornstad K.* Strain rate imaging by ultrasound in the diagnosis of coronary artery disease. J. Am. Soc. Echocardiogr 2000; 13: 1053–1064.
15. *Todaro M. C., Choudhuri I., Belohlavek M.* New echocardiographic techniques for evaluation of left atrial mechanics. Eur. Heart. J. Cardiovasc Imaging 2012; 13 (12): 973–984.

Материал поступил в редакцию 6.10.2014