

УДК 616.124-008.318:616.124.2

## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ УДАРНОГО ОБЪЕМА ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА, ОСЛОЖНЕННОЙ ПОСТИНФАРКТНОЙ АНЕВРИЗМОЙ

*В. Г. Карпухин, А. В. Вдовкин, В. А. Палькова*  
Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, г. Пенза, Россия

## ASSESSMENT OF DYNAMICS OF A STROKE OUTPUT AT SURGICAL CORRECTION OF A CAVITY OF A LEFT VENTRICLE AT PATIENTS WITH THE CORONARY HEART DISEASE COMPLICATED BY POSTMYOCARDIAL INFARCTION ANEURISM

*V. G. Karpukhin, A. V. Vdovkin, V. A. Palkova*  
Federation National Center of Cardiovascular Surgery, Penza, Russia

© Коллектив авторов, 2015 г.

Аневризма левого желудочка (ЛЖ) — одно из наиболее частых осложнений трансмурального инфаркта миокарда. Основной целью хирургического вмешательства является устранение участков асинергии, уменьшение объема ЛЖ и восстановление его геометрии. У большинства пациентов при проведении операции реконструкции ЛЖ улучшается его функция; однако ударный объем (УО), который более информативно отражает насосную функцию сердца, имеет неоднозначную динамику. Настоящее исследование устанавливает связь между динамикой УО и величиной отличия послеоперационного и теоретически рассчитанного значений конечного диастолического объема.

**Ключевые слова:** реконструкция левого желудочка, оптимальный конечный диастолический объем левого желудочка, оптимальный ударный объем.

Aneurism of the left ventricle (LV) is one of the most frequent complications of a transmural myocardial infarction. Main objective of a surgical intervention is elimination of sites of an asynergia, decrease of volume of LV and recovery of its geometry. At the majority of patients when carrying out operation of reconstruction of LV its function improves; however the stroke volume (SV) which reflects pump function of heart more informatively, has ambiguous dynamics. The real research establishes connection between dynamics of SV and size of difference of the actual postoperative and theoretically calculated value of end diastolic volume.

**Key words:** reconstruction of a left ventricle, optimum terminating diastolic volume of a left ventricle, optimum stroke output.

**Введение.** В настоящее время основные методы визуализации постинфарктной аневризмы левого желудочка (ЛЖ) — эхокардиография и магнитно-резонансная томография (МРТ), которые не являются взаимоисключающими. Оба метода используются как на дооперационном этапе, так и в динамическом контроле для оценки морфофункциональных изменений сердца [1–3].

Расчет оптимальных прогностических значений конечно-диастолического объема (КДО) ЛЖ может быть использован для выбора вида, объема коррекции ЛЖ и дооперационного моделирования результата хирургического вмешательства [4, 5]. Для определения тактики и объема хирургической коррекции постинфарктных аневризм ЛЖ используют методики дооперационного расчета оптимального КДО [5, 6]. По ним индивидуально теоретически рассчиты-

вается прогностический объем полости ЛЖ, при котором ударный объем (УО) является оптимальным. Согласно другим методикам, используются технология компьютерного объемного моделирования сердца с последующим прогнозированием его анатомии и функции [7, 8].

Основная цель проводимой хирургической коррекции при аневризме ЛЖ — максимальное устранение участков асинергии и коррекция его геометрии (снижение феномена Лапласа). При этом различные виды пластики (Кули, Жатане, Стоуни, Дор) ретроспективно показали свою высокую эффективность с точки зрения выживаемости [9–12]. В публикациях многих авторов отмечается положительный эффект от хирургической коррекции аневризмы ЛЖ: восстановление его формы, снижение КДО, увеличение фракции выброса [10, 12, 13]. Однако не все исследо-

ватели в своих работах показывают динамику УО, которая более точно отражает насосную функцию сердца. Ее актуальность высока, поскольку при выполняемом большем объеме редукции полости ЛЖ возникает синдром малого сердечного выброса, который является ведущей причиной послеоперационной летальности в 65–90% случаев [14–16].

**Цель работы:** изучить динамику изменений УО в зависимости от разницы послеоперационного и теоретически смоделированного конечно-диастолического объема (КДО) ЛЖ по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ).

**Материалы и методы исследования.** В ретроспективное исследование включены пациенты с различными видами хирургической реконструкций постинфарктной аневризмы сердца, выполненных в ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза) с 2010 по 2014 годы, которым проводилось МРТ-исследование сердца до и после операции.

Для исследования взяты 102 пациента, из них 96 мужчин (94,1%) и 6 женщин (5,9%), близких по возрасту ( $55 \pm 0,8$  года) и индексу массы тела ( $1,92 \pm 0,03$  кг/м<sup>2</sup>). МРТ сердца проводилось до операции и последующее контрольное исследование в послеоперационном периоде (в среднем через  $9,1 \pm 1,1$  дня).

Пациентам выполнялись различные виды хирургической реконструкции ЛЖ: линейная пластика ЛЖ по D. Cooley в 19 случаях (18,6%), пластика ЛЖ по V. Dog в 13 случаях (12,7%), пластика по W. Stoney в 4 случаях (3,9%), эндовентрикулопластика с использованием ксеноперикардиальной заплаты в 66 случаях (64,7%) [14]. Выбор оперативного пособия хирургом проводился интраоперационно, в зависимости от типа аневризмы. У большинства пациентов в 100 случаях (97,9%) они сочетались и с коронарным шунтированием, преимущественно с использованием внутренних грудных артерий — в 93 случаях (91,2%). При наличии у них сопутствующей митральной недостаточности в 49 случаях (48%) дополнительно выполнялась ее коррекция: пластика опорным кольцом в 34 случаях (33,3%) или пластика по Calafiore в 15 случаях (14,7%).

МРТ-исследование сердца выполнялось на аппарате MAGNETOM Avanto фирмы SIEMENS напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла, с поверхностной радиочастотной катушкой для грудной клетки и синхронизацией с ЭКГ. Стандартный протокол исследования включал в себя TSE, SSFP-последовательности, в том числе режим кино — МРТ (TrueFisp), в двух- и четырехкамерной проекциях по длинной оси ЛЖ, по короткой оси от основания до верхушки ЛЖ, для измерения объемов камер и последующего вычисления их функциональных производных. Расчет результатов измерений структурно — геометрических (КДО, КСО, УО) и функциональных (ФВ) параметров ЛЖ осуществлялся автоматически с помощью программ на рабочих

станциях ARGUS, Siemens и QMass MR Enterprise Solution, Medis после ручной обводки контуров эндокарда и эпикарда на последовательных изображениях сердца по короткой оси.

Вся выборка пациентов была разделена на две группы в зависимости от динамики УО в раннем послеоперационном периоде: первая группа больных со снижением УО после операции, вторая группа — с его увеличением. Группы имели возрастные различия, но были близки по индексу массы тела ( $p=0,758$ ) и не имели половых различий ( $p=0,234$ ). Средний возраст в группе с отрицательной динамикой УО в среднем был  $53,6 \pm 1,1$  года, в противоположной группе —  $59,1 \pm 1,2$  года ( $p < 0,001$ ). В группе со снижением УО BSA составил  $1,93 \pm 0,03$  кг/м<sup>2</sup>, мужчин было 95,6%; мужчин в группе с ростом УО было 97,4%, и BSA —  $1,91 \pm 0,02$  кг/м<sup>2</sup>.

При изучении причин неоднозначной динамики УО в группах проводилось сравнение величины послеоперационного КДО с ретроспективно рассчитанным оптимальным КДО, теоретически обеспечивающим адекватную насосную функцию сердца. Вычисление оптимального послеоперационного КДО производилось по методике А. М. Чернявского индивидуально в каждом случае [4, 5]. Выполнялось моделирование объемов ЛЖ путем графического конструирования сокращающейся части ЛЖ на послойных изображениях, полученных при МРТ сердца. Далее рассчитывался оптимальный КДО на основании формулы:

$$\text{Оптимальный КДО} = (\text{ИУОЧППТ}) / \text{ФВСЧ},$$

где ИУО — оптимальный индекс УО, ППТ — площадь поверхности тела, ФВСЧ — фракция выброса сокращающейся части ЛЖ. За оптимальный ИУО, согласно данным литературы, принимали значение равное 40 мл/м<sup>2</sup> (A1–A4). ФВСЧ вычислялось по методике Y. Louagie на основании формулы:

$$\text{ФВСЧ} = ((\text{КДОСЧ} - \text{КСОСЧ}) / \text{КДОСЧ}) \times 100\%,$$

где КДОСЧ и КСОСЧ — систолический и диастолический объемы сокращающейся части ЛЖ [5].

База данных составлялась в виде электронной таблицы в программе Microsoft Office Excel 2013. Для статистической обработки результатов использовалась программа SPSS Statistics V21 (IBM Corp., 2013). Количественные данные представлены при нормальном распределении как среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего ( $M \pm m$ ), в итоговых расчетах с указанием 95% доверительного интервала (95% CI). Сравнение парных групп количественных данных начиналось с определения нормальности распределения. Анализ различий, учитывая их нормальное распределение, определялся с помощью критерия Стьюдента, парного для внутригрупповых и непарного для межгрупповых.

Вероятность наступления положительной послеоперационной динамики УО в зависимости от величины хирургической редукции оценивалась на основании созданных таблиц сопряженности путем логистической регрессии. Произведен многофакторный анализ с вычислением отношения шансов методом Мантеля—Хензеля.

**Результаты и их обсуждение.** В исследовательской совокупности показатели глобального ремоделирования ЛЖ до выполнения операции составили: КДО  $248,6 \pm 8,4$  мл, КСО  $174,6 \pm 7,8$  мл, УО  $75,1 \pm 2,0$  мл, ФВ  $32,4 \pm 1,0\%$ . Митральная регургитация имела место у 49 (48%) пациентов (табл. 1, 2).

показателей сердца: снижение КДО  $22,1 \pm 1,4\%$  и КСО  $28,2 \pm 1,6\%$ . Увеличение ФВ составило  $21,7 \pm 2,5\%$  ( $p < 0,001$ ). Динамика УО всей исследовательской совокупности была отрицательная; снижение значений УО составило  $6,9 \pm 1,9\%$  ( $p < 0,001$ ). Митральная регургитация после хирургической коррекции наблюдалась лишь у 31 (29,8%) пациента (см. табл. 1).

Внутригрупповая послеоперационная динамика объемных показателей ЛЖ в группе с послеоперационным уменьшением УО ( $n=58$ ) характеризовалась статистически значимым уменьшением КДО на  $26,2 \pm 1,7\%$  ( $p < 0,001$ ), КСО на  $28,8 \pm 2,1\%$

Таблица 1

**Клинико-демографические характеристики исследовательской совокупности и групп исследования, разделенных по динамике послеоперационных показателей УО**

Параметр	Всего ( $n=102$ )		1-я группа <sup>1</sup> ( $n=58$ )		2-я группа <sup>2</sup> ( $n=44$ )		p
	n	%	n	%	n	%	
Женщины	6	5,9	2	3,4	4	9,1	0,439
Мужчины	96	94,1	56	96,6	40	90,9	0,439
Виды хирургической реконструкции аневризмы ЛЖ							
Эндовентрикулопластика с использованием ксеноперикардальной заплаты	66	64,7	43	74,1	23	52,3	0,02
Линейная пластика аневризмы по Cooley	19	18,6	7	12,1	12	27,3	0,09
Пластика аневризмы по Dog	13	12,7	7	12,1	6	13,6	0,98
Пластика по Stoney	4	3,9	1	1,7	3	6,8	0,425
Сопутствующее шунтирование коронарных артерий							
Не потребовалось	2	1,9	1	1,7	1	2,3	0,843
АКШ	7	6,9	2	3,4	5	11,4	0,242
МКШ	39	38,2	23	39,7	16	36,4	0,894
Сочетание МКШ и АКШ	54	52,9	32	55,2	22	50,0	0,75
Сопутствующие операции на клапане							
Нет операции на клапане	52	50,9	28	48,3	24	54,5	0,669
Опорное кольцо МК	33	32,4	20	34,5	13	29,5	0,753
Пластика МК	14	13,7	7	12,1	7	15,9	0,326
Опорное кольцо МК и протез АК	1	0,9	1	1,7	—	—	0,381
Пластика МК и протез АК	1	0,9	1	1,7	—	—	0,381
Аннулопластика АК	1	0,9	1	1,7	—	—	0,381
Наличие тромба в полости ЛЖ							
Не было	65	63,7	37	63,8	28	63,6	0,987
Тромбэктомия из ЛЖ	37	36,3	21	36,2	16	36,4	0,987
Показатели МР до операции							
МР нет	33	32,4	17	29,3	16	30,0	0,589
1 степень МР	39	38,2	20	34,5	19	47,5	0,49
2 степень МР	20	19,6	15	25,9	5	12,5	0,115
3 степень МР	10	9,8	6	10,3	4	10,0	0,833
Показатели МР после операции							
МР нет	74	72,5	39	67,2	35	79,5	0,248
1 степень МР	26	25,5	17	29,3	9	20,5	0,431
2 степень МР	2	1,9	2	3,4	—	—	0,601

<sup>1</sup> Уменьшение УО после операции; <sup>2</sup> увеличение УО после операции.

АКШ — аортокоронарное шунтирование; МКШ — маммарокоронарное шунтирование; МК — митральный клапан; АК — аортальный клапан; МР — митральная регургитация.

В послеоперационном периоде в исследуемой выборке значения объемных показателей составили: КДО  $189,1 \pm 5,8$  мл, КСО  $121,1 \pm 5,1$  мл, ФВ  $32,4 \pm 1,0\%$ . Отмечалось статистически значимое ( $p < 0,001$ ) улучшение структурно-геометрических

( $p < 0,001$ ). Наряду с этим в группе с послеоперационным увеличением УО ( $n=44$ ) снижение объемных показателей ЛЖ было менее выражено: КДО сократился на  $16,7 \pm 2,0\%$  ( $p < 0,001$ ) и КСО на  $27,4 \pm 2,5\%$  ( $p < 0,001$ ). В группе с отрицательной

динамикой УО рост ФВ составил  $10,2 \pm 2,4\%$  ( $p < 0,001$ ). При положительной динамике УО, рост ФВ был более выраженным и составил  $37,0 \pm 3,8\%$  ( $p < 0,001$ ) (см. табл. 2).

$p = 0,012$  и  $p < 0,001$ ). Динамика КДО в первой группе составила  $68,6 \pm 4,0$  мл, во второй группе —  $47,6 \pm 3,6$  мл ( $p < 0,001$ ). При отрицательной динамике УО, его послеоперационное снижение составило

Таблица 2

## Общая и внутригрупповая динамика объемных и функциональных параметров ЛЖ до и после операции

Параметры	До операции	После операции	Динамика	Парный критерий Стьюдента
	$M \pm m$	$M \pm m$	%	p
Совокупность исследования (n=102)				
КДО, мл	$248,6 \pm 8,4$	$189,1 \pm 5,8$	$22,1 \pm 1,4$	<0,001
КСО, мл	$174,6 \pm 7,8$	$121,1 \pm 5,1$	$28,2 \pm 1,6$	<0,001
УО, мл	$75,1 \pm 2,0$	$68,0 \pm 1,5$	$-6,9 \pm 1,9$	0,001
ФВ, %	$32,4 \pm 1,0$	$38,1 \pm 1,0$	$21,7 \pm 2,5$	<0,001
1-я группа (уменьшение УО после операции) (n=58)				
КДО, мл	$247,4 \pm 10,8$	$178,8 \pm 6,8$	$26,2 \pm 1,7$	<0,001
КСО, мл	$167,3 \pm 9,9$	$115,5 \pm 6,3$	$28,8 \pm 2,1$	<0,001
УО, мл	$81,1 \pm 2,9$	$63,1 \pm 1,8$	$-20,5 \pm 1,6$	<0,001
ФВ, %	$34,5 \pm 1,3$	$37,3 \pm 1,3$	$10,2 \pm 2,4$	0,001
2-я группа (увеличение УО после операции) (n=44)				
КДО, мл	$250,3 \pm 13,3$	$202,7 \pm 9,7$	$16,7 \pm 2,0$	<0,001
КСО, мл	$184,3 \pm 12,4$	$128,5 \pm 8,4$	$27,4 \pm 2,5$	<0,001
УО, мл	$67,3 \pm 2,2$	$74,5 \pm 2,4$	$11,0 \pm 1,5$	<0,001
ФВ, %	$29,7 \pm 1,5$	$39,0 \pm 1,5$	$37,0 \pm 3,8$	<0,001

До коррекции полости ЛЖ не наблюдалось межгрупповых значимых различий величин КДО и КСО ( $p = 0,451$  и  $p = 0,52$ ). Но наблюдались значимые межгрупповые различия в отношении функциональных показателей — ФВ и УО ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

$18,0 \pm 1,1$  мл, во второй группе положительная динамика УО составила  $7,2 \pm 0,2$  мл ( $p < 0,001$ ). По показателям ФВ между группами не наблюдалось значимых различий ( $p = 0,735$ ). В то же время группы имели значимые различия по послеоперационной

Таблица 3

## Общая и межгрупповая динамика объемных и функциональных параметров ЛЖ до и после операции

Параметры		Совокупность исследования (n=102)	1-я группа <sup>1</sup> (n=58)	2-я группа <sup>2</sup> (n=44)	Непарный критерий Стьюдента
		$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	p
КДО, мл	До операции	$248,6 \pm 8,4$	$247,4 \pm 10,8$	$250,3 \pm 13,3$	0,451
	После операции	$189,1 \pm 5,8$	$178,8 \pm 6,8$	$202,7 \pm 9,7$	0,016
	Динамика	$\downarrow 59,5 \pm 4,5$	$\downarrow 68,6 \pm 6,2$	$\downarrow 47,6 \pm 6,4$	<0,001
КСО, мл	До операции	$174,6 \pm 7,8$	$167,3 \pm 9,9$	$184,3 \pm 12,4$	0,52
	После операции	$121,1 \pm 5,1$	$115,5 \pm 6,3$	$128,5 \pm 8,4$	0,012
	Динамика	$\downarrow 53,5 \pm 4,0$	$\downarrow 51,8 \pm 5,3$	$\downarrow 55,7 \pm 6,3$	0,53
УО, мл	До операции	$75,1 \pm 2,0$	$81,1 \pm 2,9$	$67,3 \pm 2,2$	0,003
	После операции	$68,0 \pm 1,5$	$63,1 \pm 1,8$	$74,5 \pm 2,4$	<0,001
	Динамика	$\downarrow 7,1 \pm 1,8$	$\downarrow 18,0 \pm 2,1$	$\uparrow 7,2 \pm 0,9$	<0,001
ФВ, %	До операции	$32,4 \pm 1,0$	$34,5 \pm 1,3$	$29,7 \pm 1,5$	0,029
	После операции	$38,1 \pm 1,0$	$37,3 \pm 1,3$	$39,0 \pm 1,5$	0,735
	Динамика	$\uparrow 5,6 \pm 0,6$	$\uparrow 2,8 \pm 0,8$	$\uparrow 9,3 \pm 0,8$	<0,001

<sup>1</sup> Уменьшение УО после операции; <sup>2</sup> увеличение УО после операции.

КДО — конечно-диастолический объем; КСО — конечно-систолический объем; ФВ — фракция выброса; УО — ударный объем; ИУО — индекс ударного объема.

После проведенной хирургической коррекции полости ЛЖ межгрупповые показатели КДО, КСО и УО имели значимые статистические различия ( $p = 0,016$ ,

динамике ФВ ( $p < 0,001$ ). В группе со снижением УО она составила менее выраженный рост —  $2,8 \pm 0,8\%$ , в случае положительной динамики УО —  $9,3 \pm 0,8\%$ .

Ретроспективно были рассчитаны оптимальные значения КДО для каждого пациента, обеспечивающие теоретически адекватную насосную функцию ЛЖ. Для группы с послеоперационным снижением УО прогностический КДО составил  $225,4 \pm 8,7$  мл, для противоположной —  $211,8 \pm 8,9$  мл. В обеих группах как дооперационные волюметрические и функциональные показатели ЛЖ, как и теоретически рассчитанные прогностические оптимальные значения КДО не имели статистически значимых межгрупповых различий ( $p > 0,05$ ) (табл. 4). Разница между показателями послеоперационного фактического и оптимального КДО во второй группе — не

вития сердечной недостаточности [6, 17, 18]. Изменению объема подвергается как аневризматическая часть ЛЖ за счет выпячивания измененной стенки ЛЖ, так и неаневризматическая часть ЛЖ — вследствие компенсаторной дилатации. Величина объема ЛЖ — строгий прогностический признак. После прохождения порогового значения ( $182,7 \pm 3,28$  мл) дальнейшая дилатация имеет дезадаптивный характер и требует хирургической коррекции [19].

Впервые хирургическую реконструкцию постинфарктной аневризмы ЛЖ произвел в 1958 г. D. Cooley. Основная цель операции — максималь-

Таблица 4

Послеоперационные величины КДО и рассчитанные оптимальные величины КДО ЛЖ

Параметр	1-я группа <sup>1</sup> (n=58)	2-я группа <sup>2</sup> (n=44)	Непарный критерий Стьюдента
Дооперационный КДО, мл	$247,4 \pm 10,8$	$250,3 \pm 13,3$	0,451
Послеоперационный КДО, мл	$178,8 \pm 6,8$	$202,7 \pm 9,7$	0,016
Динамика КДО, мл	$\downarrow 68,6 \pm 6,2$	$\downarrow 47,6 \pm 6,4$	<0,001
Оптимальный КДО, мл	$225,4 \pm 8,7$	$211,8 \pm 8,9$	0,567
Разница дооперационного и оптимального КДО, мл	$22,0 \pm 8,1$	$38,5 \pm 8,7$	0,083
Разница оптимального и послеоперационного КДО, мл	$46,5 \pm 5,6$	$9,0 \pm 5,9$	<0,001

<sup>1</sup> Уменьшение УО после операции; <sup>2</sup> Увеличение УО после операции.

имела значимого различия и составляла  $9,0 \pm 5,9$  мл ( $p=0,13$ ). В группе со снижением УО достоверные различия имелись, и разница вышеуказанных величин была значима, достигая  $46,5 \pm 5,6$  мл ( $p < 0,001$ ) (табл. 5). Проводимое статистическое исследование показало, что шансы на увеличение УО сохраняют-

ное устранение участков акинеза и дискинеза, уменьшение дилатации и восстановление геометрии ЛЖ. Достижимая степень обратного ремоделирования при хирургической коррекции больше, чем при консервативном лечении [20, 21]. В целом эти операции приводят к улучшению насосной функции

Таблица 5

Сравнение послеоперационного полученного и теоретически рассчитанного оптимального КДО

Параметр	Послеоперационный	Оптимальный	Разница между послеоперационным и оптимальным	Парный критерий Стьюдента
	M±m	M±m	M±m	p
КДО всей совокупности (n=102), мл	$189,1 \pm 5,8$	$219,5 \pm 6,3$	$30,4 \pm 4,4$	<0,001
КДО в группе со снижением УО, мл	$178,8 \pm 6,8$	$225,4 \pm 8,7$	$46,5 \pm 5,6$	<0,001
КДО в группе с ростом УО, мл	$202,7 \pm 9,7$	$211,8 \pm 8,9$	$9,0 \pm 5,9$	0,13

ся при разнице между послеоперационным и смоделированным КДО не превышающей 90 мл ( $OR=2,9$ ; 95% CI 0,6; 14,6,  $p=0,013$ ). При большем отличии этих объемов вероятность увеличения УО отсутствует (табл. 6).

У пациентов с ИБС, перенесших инфаркт миокарда, происходит изменением геометрии, объемов и массы миокарда — ремоделирование полости ЛЖ. В целом патофизиологический процесс носит компенсаторный характер и наступает при поражении более 20% миокарда [7].

Изменение геометрии ЛЖ характеризуется преобразованием эллипсоидной формы ЛЖ в шаровидную, что является дополнительным фактом раз-

сердца и долгосрочному выживанию с достаточной безопасностью для пациента (периоперационная летальность около 5%) [22].

Согласно данным литературы после коррекции полости ЛЖ у большинства больных с постинфарктной аневризмой ЛЖ отмечается уменьшение КДО, КСО и увеличение ФВ [14, 20, 22–24]. Однако в работах, посвященных результатам этих операции, указывается на противоречивость в динамике ударного объема, которая характеризуется увеличением или, чаще, его снижением [11, 17].

Результаты нашего исследования показывают, что после операции реконструкции постинфарктных аневризм, в целом отмечается улучшение насосной

функции сердца, выражающееся снижением объемных показателей и повышением ФВ. Уменьшение структурно-геометрических показателей КДО на  $22,1 \pm 1,4\%$  и КСО на  $28,2 \pm 1,6\%$ , ФВ повысилась на  $21,7 \pm 2,5\%$ . Послеоперационное снижение

ние понизилось на  $20,5 \pm 1,6\%$  ( $p < 0,001$ ). В случае роста УО, его показатели в динамике составили  $11,0 \pm 1,5\%$  ( $p < 0,001$ ). Межгрупповая динамика в случае послеоперационного снижения УО характеризовалась уменьшением показателей УО для 1-й группы на  $18,0 \pm 2,1$  мл ( $p < 0,001$ ), для 2-й группы рост значений УО составил  $7,2 \pm 0,9$  мл ( $p < 0,001$ ) [19, 23].

Таблица 6  
Вероятность увеличения УО после хирургической реконструкции ЛЖ в зависимости от разницы величин послеоперационного и оптимального КДО

Разница величин послеоперационным КДО и оптимальным КДО, мл	Отношение шансов, OR	95% ДИ	p
0	6,8	2,6–17,7	0,131
10	6,2	2,6–17,7	0,128
20	6,1	2,6–14,4	0,115
30	3,8	1,6–8,8	0,021
40	4,3	1,6–11,2	0,019
50	4,5	1,6–12,2	0,015
60	4,1	1,4–12,1	0,013
70	3,5	1,1–11,4	0,026
80	4,9	1,0–23,5	0,009
90	2,9	0,6–14,6	0,013
100	0,3	0,1–5,8	0,001

волюмофункциональных показателей и положительная динамика ФВ отражают тенденцию, описанную другими авторами [6, 13, 20, 23, 24]. При хирургической реконструкции ЛЖ большинством исследователей в динамике проводится анализ послеоперационных структурно-геометрических показателей и ФВ без учета динамики УО, непосредственно отражающего насосную функцию сердца [16, 18].

При положительной динамике УО начальные показатели ФВ по сравнению с противоположной группой имели меньшие значения. В динамике для 1-й группы увеличение ФВ составило  $10,2 \pm 2,4\%$  ( $p < 0,001$ ). При увеличении УО динамика ФВ была более выраженной и составила  $37,0 \pm 3,8\%$  ( $p < 0,001$ ). Таким образом, более выраженное улучшение насосной функции сердца, согласно вышеуказанным значениям, наблюдалось в группе с изначально более низкими волюмофункциональными показателями — имевшей положительную динамику УО.

Как и в исследовании Di Donato и соавт. [11, 13], обе исследуемые группы отличались по исходным показателям УО (более низкие — в группе с положительной динамикой УО). После реконструкции ЛЖ общая динамика совокупности характеризовалась снижением УО в среднем на  $6,9 \pm 1,9\%$ . В группе с отрицательной динамикой УО его значе-

ние понизилось на  $20,5 \pm 1,6\%$  ( $p < 0,001$ ). В случае роста УО, его показатели в динамике составили  $11,0 \pm 1,5\%$  ( $p < 0,001$ ). Межгрупповая динамика в случае послеоперационного снижения УО характеризовалась уменьшением показателей УО для 1-й группы на  $18,0 \pm 2,1$  мл ( $p < 0,001$ ), для 2-й группы рост значений УО составил  $7,2 \pm 0,9$  мл ( $p < 0,001$ ) [19, 23].

В случае отрицательной послеоперационной динамики УО наблюдалось более выраженное снижение величины КДО ( $68,6 \pm 4,1$  мл). В итоге после хирургической коррекции группы различались не только по величине УО ( $p < 0,001$ ), но и по итоговым значениям КДО ( $p = 0,016$ ). Значения послеоперационного КДО группы с ростом УО были выше, а динамика его снижения имела менее выраженный характер ( $16,7 \pm 2,0\%$ ). Проводился анализ динамики уменьшения полости ЛЖ, его соответствия прогностическим значениям КДО. Для группы с положительной динамикой УО резекция аневризмы выполнялась в меньшем объеме, а сами значения послеоперационного и прогностического КДО были статистически более близкими, чем для группы со снижением УО.

Следует отметить, что у пациентов обеих групп после коррекции митральной регургитации в большинстве случаев она отсутствовала, либо ее выраженность не превышала 1 степени ( $p = 0,4$ ). После клапанной реконструкции митральная регургитация на межгрупповую оценку структурно-геометрических и функциональных параметров сердца не оказывала влияния.

Установлено, что на величину УО после реконструкции ЛЖ влияют динамика КДО и его соответствие значению теоретически рассчитанного прогностического КДО. Многомерный статистический анализ показал, что при хирургической реконструкции ЛЖ шансы на увеличение УО сохраняются только при разнице между величинами послеоперационного фактического и теоретически рассчитанного оптимального КДО, не превышающей 90 мл ( $OR = 2,9$ ; 95% CI 0,6; 14,6,  $p = 0,013$ ). При большем отличии этих объемов вероятность увеличения УО отсутствует.

**Выводы.** Моделирование оптимального послеоперационного объема полости ЛЖ позволяет улучшить результаты хирургического лечения аневризмы. Снижение УО наблюдается при послеоперационном КДО, меньшем, чем величина рассчитанного оптимального КДО. Вероятность увеличения УО отсутствует, если разница между послеоперационным и смоделированным КДО превышает 90 мл.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lorenz C. H. Normal human right and left ventricular mass, systolic function, and gender differences by cine magnetic resonance imaging

// C. H. Lorenz, E. S. Walker, V. L. Morgan, S. S. Klein, T. P. Jr. Graham // J. Cardiovasc. Magn. Reson. — Vol. 1. — P. 7–21.

2. *Michel I. M.* MRI evaluation of left ventricular function in anterior LV aneurysms before and after surgical resection. / I. M. Michel Versteegha, Hildo J. Lambb, J. Jeroen et al. // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. — 2003. — Vol. 23. — P. 609–613.
3. *Van der Wall E. E.* Different imaging approaches in the assessment of left ventricular dysfunction: all things equal? / E. E. Van der Wall, J. J. Vax // *Eur. Heart J.* — 2000. — Vol. 21. — P. 1295–1297.
4. *Чернявский А. М.* Хирургические аспекты постинфарктного ремоделирования левого желудочка / А. М. Чернявский; ФГУ «ННИИПК Росмедтехнологий». — Новосибирск, 2010.
5. *Чернявский А. М.* Предоперационное моделирование левого желудочка при хирургическом лечении постинфарктных аневризм сердца / А. М. Чернявский; ФГУ «ННИИПК Росмедтехнологий». — Новосибирск, 2008.
6. *Молочков А. В.* Диагностические критерии и хирургические принципы адекватной коррекции полости левого желудочка у больных ишемической кардиомиопатией / А. В. Молочков, И. В. Жбанов, В. В. Ховрин, Т. Ю. Кулагина. — 2009. — 2.
7. *Srilakshmi M.* Adhyapak. Stroke volume paradox in heart failure: mathematical validation / Srilakshmi M. Adhyapak and V Rao Parachuri // *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*. — 2014. — Feb 13.
8. *Srilakshmi M.* Restoration of optimal ellipsoid left ventricular geometry: lessons learnt from in silico surgical modeling / M. Srilakshmi, Adhyapaka // *CardioVascular and Thoracic Surgery*. — 2013. — P. 1–6.
9. *Борисов Н. А.* Хирургическое лечение постинфарктной аневризмы левого желудочка / Н. А. Борисов, Л. В. Попов, А. Н. Блеткин // *Анналы хирургии*. — 2002. — № 3. — С. 14–19.
10. *Athanasuleas C. L.* Surgical anterior ventricular endocardial restoration (SAVER) in the dilated remodeled ventricle after anterior myocardial infarction. RESTORE group. Reconstructive Endoventricular Surgery, returning Torsion Original Radius Elliptical Shape to the LV / C. L. Athanasuleas, A. W. Stanley Jr, G. D. Buckberg et al. // *J. Am. CollCardiol*. — 2001. — Vol. 37. — P. 1199–1209.
11. *Di Donato M.* Impact of surgical ventricular reconstruction on stroke volume in patients with ischemic cardiomyopathy / M. Di Donato, F. Fantini, A. Toso, S. Castelvechio, L. Menicanti, L. Annest, D. Burkhoff // *J ThoracCardiovasc Surg*. — 2010. — Vol. 140. — P. 1325–1331.
12. *Menicanti L.* Surgical therapy for ischemic heart failure: Single-center experience with surgical anterior ventricular restoration / L. Menicanti, S. Castelvechio, M. Ranucci et al. // *J. ThoracCardiovasc Surg*. — 2007. — Vol. 134. — P. 433–441.
13. *Di Donato M.* Surgical ventricular restoration improves mechanical intraventricular dyssynchrony in ischemic cardiomyopathy / Di Donato M., Toso A., Dor V. et al. // *Circulation*. — 2004. — Vol. 109. — P. 2536–2543.
14. *Россейкин Е. В.* Непосредственные результаты хирургической реконструкции левого желудочка / Е. В. Россейкин, Е. Е. Кобзев, В. В. Базылев // XIX Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов. — 2013.
15. *Шабалкин Б. В.* Прогнозирование послеоперационной сердечной недостаточности при хирургическом лечении аневризм сердца / Б. В. Шабалкин, И. Х. Рабкин, Ю. В. Белов и др. // *Кровоснабжение, метаболизм и функция органов при реконструктивных операциях*. — Ереван, 1984. — С. 166–168.
16. *Komeda M.* Operative risks and long-term results of operation for left ventricular aneurysm / M. Komeda, T. E. David, A. Malik, J. Ivanov, Z. Sun // *Ann. ThoracSurg*. — 1992. — Vol. 53. — P. 22–29.
17. *Annest L.* Stroke volume alterations in patients undergoing left ventricular reconstructive surgery: a meta-analysis of 2131 cases / L. Annest, D. Burkhoff, U. Jorde, A. S. Wechsler // *J Card Fail*. — 2007. — Vol. 3. — P. 118.
18. *Grigioni F.* Ischaemic mitral regurgitation / F. Grigioni, M. Enriquez-Sarano, K. J. Zehr et al. // *Circulation*. — 2001. — Vol. 103. — P. 1759–1764.
19. *Белов Ю. В.* Постинфарктное ремоделирование левого желудочка сердца: от концепции к хирургическому лечению / Ю. В. Белов, В. А. Вараксин. — М., 2002.
20. *Dor V.* Clinical, hemodynamic, and electrophysiologic results of 207 left ventricular patch reconstructions for infarction left ventricular aneurysm / V. Dor, M. Sabatier, F. Montiglio et al. // Presented at the 72<sup>nd</sup> Annual Meeting of the American Association for Thoracic Surgery — Los Angeles, CA, April. 1992. — P. 26–29.
21. *Dor V.* Endoventricular patch reconstruction in large ischemic wall-motion abnormalities / V. Dor, M. Sabatier, F. Montiglio, P. Coste, D. M. Di // *J. Card Surg*. — 1999. — Vol. 14. — P. 46–52.
22. *Dor V.* Efficacy of endoventricular patchplasty in large post-infarction akinetic scar and severe left ventricular dysfunction: comparison with a series of large dyskinetic scars / V. Dor, M. Sbatier, M. DiDonato et al. // *J. ThoracCardiovasc Surg*. — 1998. — Vol. 116. — P. 50–59.
23. *Бокерия Л. А.* Хирургическое лечение больных с постинфарктными аневризмами сердца и сопутствующими тахикардиями / Л. А. Бокерия, Г. Г. Федоров // *Грудная и серд.-сосуд. хир.* — 1994. — № 4. — С. 4–8.
24. *Cooley D. A.* Surgical restoration of left ventricular aneurysm / D. A. Cooley // *Oper. Tech. Cardiac. Thorac. Surg*. — 1997. — Vol. 2. — P. 151–161.
25. *Menicanti L.* The Dor procedure: what has changed after fifteen years of clinical practice? / L. Menicanti, M. Di Donato // *J. ThoracCardiovasc Surg*. — 2002. — Vol. 124. — P. 886–890.
26. *Louagie Y.* Left ventricular aneurysm with predominating congestive heart failure. A comparative study of medical and surgical treatment / Y. Louagie, A. Taoufik, J. Lesperance, L. C. Pelletier // *J. ThoracCardiovasc Surg*. — 1987. — Vol. 94. — P. 571–581.

Поступила в редакцию: 21.10.2014 г.

Контакт: Карпунин Вячеслав Геннадьевич, [slava-k2@yandex.ru](mailto:slava-k2@yandex.ru)