

# Динамика деформационных свойств сегментов левого желудочка у пациентов с ишемической болезнью сердца при использовании технологии визуализации вектора скорости движения миокарда до и после коронарного шунтирования

Е. Б. Петрова\*

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная медицинская академия»  
Минздрава России

## The Dynamics of the Deformation Properties of Segments of the Left Ventricle in Patients with Ischemic Heart Disease Using Velocity Vector Imaging Before and After Coronary Artery Bypass Grafting

E. B. Petrova\*

Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia

### Реферат

Целью исследования явилась оценка влияния ишемической болезни сердца (ИБС) и коронарного шунтирования (КШ) на показатели деформации (S) и скорости деформации (SR) волокон миокарда левого желудочка (ЛЖ) с помощью технологии визуализации вектора скорости движения миокарда (Velocity Vector Imaging). Проведен анализ S и SR продольных, циркулярных и радиальных волокон в 450 сегментах ЛЖ до и после КШ у пациентов ИБС без инфаркта. Полученные результаты продемонстрировали снижение S и SR в ответ на ИБС в 211 (46,8 %) сегментах продольных, 232 (51,5 %) циркулярных и 116 (25,7 %) радиальных волокон ЛЖ. При этом 239 (53,2 %) сегментов продольных, 218 (48,5 %) циркулярных и 328 (72,8 %) радиальных волокон имели нормальные и повышенные S и SR, а также разные варианты изменений S либо SR. После КШ деформационные свойства продольных и циркулярных волокон ЛЖ улучшились, а также увеличилось количество сегментов с высоким или нормальным SR. Нормализация S и SR радиальных волокон отмечаются в большинстве сегментов (n = 254; 56,7 %). У 5 пациентов спустя 6 мес после реваскуляризации выявлена

\* **Петрова Екатерина Борисовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России.  
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 10/1.  
Тел.: +7 (910) 796 -37-13. Электронная почта: eshakhova@yandex.ru

**Petrova Ekaterina Borisovna**, Ph. D. Med., Associate Professor of Department of Radiodiagnosis, Faculty of Doctors Advanced Training, Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.  
Phone number: +7 (910) 796 -37-13. E-mail: eshakhova@yandex.ru

положительная динамика деформационных свойств циркулярных волокон, увеличение сегментов с нормальными S и SR продольных и радиальных волокон ЛЖ.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, векторный анализ движения миокарда, Velocity Vector Imaging, функция левого желудочка, деформация, скорость деформации.

## Abstract

The aim of this study was to assess the impact CHD and surgical revascularization on parameters of strain (S) and strain rate (SR) longitudinal, circular and radial fibers of the LV.

In 450 segments LV deformation (S and SR) longitudinal, circular and radial fibers was analyzed before and after surgical revascularization. The results demonstrated a decrease S and SR in 211 (46,8 %) segments of longitudinal, 232 (51,5 %) circular and 116 (25,7 %) of the radial fibers of the LV. The same 239 (53,2 %) segments of longitudinal, 218 (48,5 %) and circular 328 (72,8 %) segments of the radial fibers had normal and increased values of S and SR as well as with different options to change S or SR. After revascularization improved deformation properties of longitudinal and circular fibers of the left ventricle in the group with low values of S and SR. The increased number of segments with high or normal value of SR. Normal values of S and SR radial fibers observed in most segments (n = 254; 56,7 %). From the 5 patients at 6 months after revascularization showed improvement of strain properties of circular fibers, increasing the number of segments with normal S and SR of the longitudinal and radial fibers of the LV.

**Key words:** Coronary Heart Disease, Velocity Vector Imaging, Strain, Strain Rate.

## Актуальность

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) может проявляться в виде приступов стенокардии, различающихся по продолжительности и тяжести. При стенокардии напряжения при стандартном эхокардиографическом (эхоКГ) исследовании может не наблюдаться изменений сократимости левого желудочка (ЛЖ), тогда как при нестабильной стенокардии возможно появление зон гипо- или акинеза [1]. Изучение влияния ИБС на миокард ЛЖ и функцию его волокон можно провести при использовании технологии Velocity Vector Imaging (VVI) [2]. В отечественной литературе данная технология определяется термином «визуализация вектора скорости движения миокарда» [3]. Сократительная функция ЛЖ является результатом взаимодействия продольных, радиальных и циркулярных волокон. Показателями, отражающими функцию

волокон ЛЖ, являются деформация (S) и скорость деформации (SR) [4]. При ИБС в первую очередь изменяются деформационные показатели продольных волокон, так как кровоснабжение субэндокардиальных слоев страдает в большей степени [5]. Нарушение функции радиальных и циркулярных волокон отмечается преимущественно при трансмуральном поражении [4, 6, 7].

В отечественной и зарубежной литературе имеются работы, дающие информацию о функции ЛЖ при ИБС до и после ревазуляризации при использовании технологии Speckle Tracking и VVI, однако основной акцент делается на функцию продольных волокон [8, 9]. Не было найдено работ, посвященных влиянию хирургической ревазуляризации на показатели деформации и скорости деформации циркулярных и радиальных волокон у пациентов с ИБС без

инфаркта миокарда (ИМ) в анамнезе при использовании технологии Velocity Vector Imaging.

**Цель:** оценить влияние ИБС и хирургической реваскуляризации на показатели деформации и скорости деформации продольных, циркулярных и радиальных волокон миокарда ЛЖ.

### Материалы и методы

Проведен анализ 450 сегментов ЛЖ у 25 человек с ИБС без перенесенного ИМ с коронарным анамнезом  $5,7 \pm 4,4$  года до и на 12-е сутки после операции коронарного шунтирования (КШ). Средний возраст составил  $60 \pm 8,12$  года (от 46 до 75 лет). У 5 пациентов эхоКГ-исследование выполнялось спустя 0,5 года после реваскуляризации.

По данным ЧКВ доминировало трехсосудистое поражение коронарного русла (19; 76 %), двухсосудистое поражение отмечалось у 6 (24 %) обследованных. Поражение ствола левой коронарной артерии выявлено у 7 (28 %) пациентов. При анализе характера поражения коронарного русла у всех пациентов отмечалось преобладание стенозов от 71 до 99 % (47; 40,5 %). Стенозы до 50 % выявлены в 6 (5,1 %) случаях, стенозы от 51 до 70 % — в 37 (32 %), окклюзии — в 26 (22,4 %) случаях.

ЭхоКГ-исследование выполняли на ультразвуковом сканере Acuson X 300 (Siemens), датчиком с частотой 1–5 МГц в В-режиме и в режиме дуплексного сканирования. Оценка деформационных свойств миокарда ЛЖ проводилась в режиме постобработки с помощью системы Syngo VVI, Siemens Medical Solutions USA Inc.

Деление ЛЖ на сегменты для анализа с помощью технологии VVI осуществляли согласно рекомендациям American

Society of Echocardiography [4]. Функцию продольных волокон исследовали в апикальных 4-, 2- и 5-камерных позициях. В каждой позиции анализировали по 6 сегментов. Изучение циркулярных и радиальных волокон проводили из парастерального доступа в поперечном сечении ЛЖ на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и на уровне верхушки. Следует отметить, что в каждом поперечном сечении ЛЖ оценивались 6 сегментов. Таким образом, при использовании технологии VVI осуществляется деление ЛЖ на 18 сегментов. Исследование функции продольных, циркулярных и радиальных волокон до и после реваскуляризации проводили на основании изменения величины систолической деформации (S) и скорости деформации (SR).

Для объективной оценки влияния ИБС и хирургической реваскуляризации на функцию ЛЖ сформировано 10 групп сегментов для всех волокон по величине S и SR. Группу 1 составили нормальные показатели S и SR; группу 2 — низкие показатели S и SR; группу 3 — увеличение показателей S и SR; группу 4 — нормальный S и низкий SR; группу 5 — нормальный S и высокий SR; группу 6 — низкий S и нормальный SR; группу 7 — низкий S и высокий SR; группу 8 — высокий S и нормальный SR; группу 9 — высокий S и низкий SR; группу 10 — парадоксальное сокращение волокон.

При стандартной эхоКГ проводили анализ систолической функции ЛЖ согласно модифицированному методу Симпсона. Для объективной оценки вычисляли индексы объемов ЛЖ (конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический (КСО) и фракцию выброса ЛЖ (ФВ) в апикальной 4-ка-

мерной позиции. Оценку сегментарной сократимости в покое проводили согласно рекомендациям Американской ассоциации эхокардиографистов при делении ЛЖ на 17 сегментов. Рассчитывался индекс нарушения локальной сократимости (ИНЛС) [1, 7].

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (принятой в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия), пересмотренной в октябре 2000 г. (Эдинбург, Шотландия) [10] и одобрено Этическим комитетом Ниж-ГМА. От каждого пациента получено информированное согласие.

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 6.0. Для сравнения показателей использовался критерий Манна – Уитни.

### Результаты и их обсуждение

При проведении стандартной эхоКГ в покое не было выявлено динамики систолической и сократительной функций ЛЖ (табл.).

Анализ функции продольных волокон выполнен в 450 сегментах ЛЖ до и после реваскуляризации (рис. 1). Нормальные показатели S ( $-19,3 \pm 1,19\%$ ) и SR ( $-1,01 \pm 0,07 \text{ с}^{-1}$ ) были выявлены в 19 (4,2 %) сегментах ЛЖ (группа 1) и оста-

лись без достоверного изменения после реваскуляризации (S  $-16,25 \pm 6,4\%$  ( $p = 0,09$ ); SR  $-1,08 \pm 0,5 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,56$ )).

В группе 2 (211 (46,8 %) низкие показатели S ( $-9,7 \pm 4\%$ ) и SR ( $-0,59 \pm 0,2 \text{ с}^{-1}$ ) увеличились (S  $-12,4 \pm 5,6$  ( $p = 0,000001$ ); SR  $-0,89 \pm 0,4 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,000001$ ), но не достигли нормы. Высокий S ( $-25,4 \pm 4,03\%$ ) и SR ( $-1,91 \pm 0,8 \text{ с}^{-1}$ ) в группе 3 (56; 12,4 %) снизились так, что S достиг нормы (S  $-17,6 \pm 6,6$  ( $p = 0,000001$ ), а SR остался высоким ( $-1,31 \pm 0,7$  ( $p = 0,0001$ )). В группах 4 (9; 2 %) и 5 (37; 8,2 %) нормальные показатели S ( $-20,6 \pm 3$  и  $-19,5 \pm 1,1\%$  соответственно) сочетались со снижением ( $-0,81 \pm 0,05 \text{ с}^{-1}$ ) и увеличением ( $-1,44 \pm 0,25 \text{ с}^{-1}$ ) SR. После реваскуляризации в группе 4 изменений не выявлено (S  $-17,3 \pm 8\%$  ( $p = 0,28$ ); SR  $-1,22 \pm 0,58 \text{ с}^{-1}$ ), а в группе 5 отмечено снижение S ( $-15,8 \pm 5,37\%$  ( $p = 0,0002$ ) и нормализация SR ( $-1,14 \pm 0,4 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,0006$ )). В группах 6 (70; 15,5 %) и 7 (39; 8,6 %) при низком S ( $-12,8 \pm 3,2$  и  $-14,3 \pm 3,1\%$  соответственно) наблюдали нормальные ( $-0,97 \pm 0,25 \text{ с}^{-1}$ ) и увеличенные ( $-1,42 \pm 0,36 \text{ с}^{-1}$ ) значения SR. После оперативного лечения в группе 6 достоверно увеличился S ( $-14,5 \pm 5,4$  ( $p = 0,03$ ), но не достиг нормы, при этом динамики

**Динамика эхокардиографических показателей функции ЛЖ до и после хирургической реваскуляризации (n = 25)**

Показатель	До КШ	После КШ	p
Индекс КДО, мл/м <sup>2</sup>	59,1 ± 13,6	57,04 ± 12,7	0,25
Индекс КСО, мл/м <sup>2</sup>	26,5 ± 9,8	25,5 ± 9,09	0,49
ФВ, %	55,4 ± 7,9	54,6 ± 6,9	0,62
ИНЛС	1,05 ± 0,15	1,04 ± 0,15	0,32

Примечание: при сравнении между группами  $p < 0,05$ .

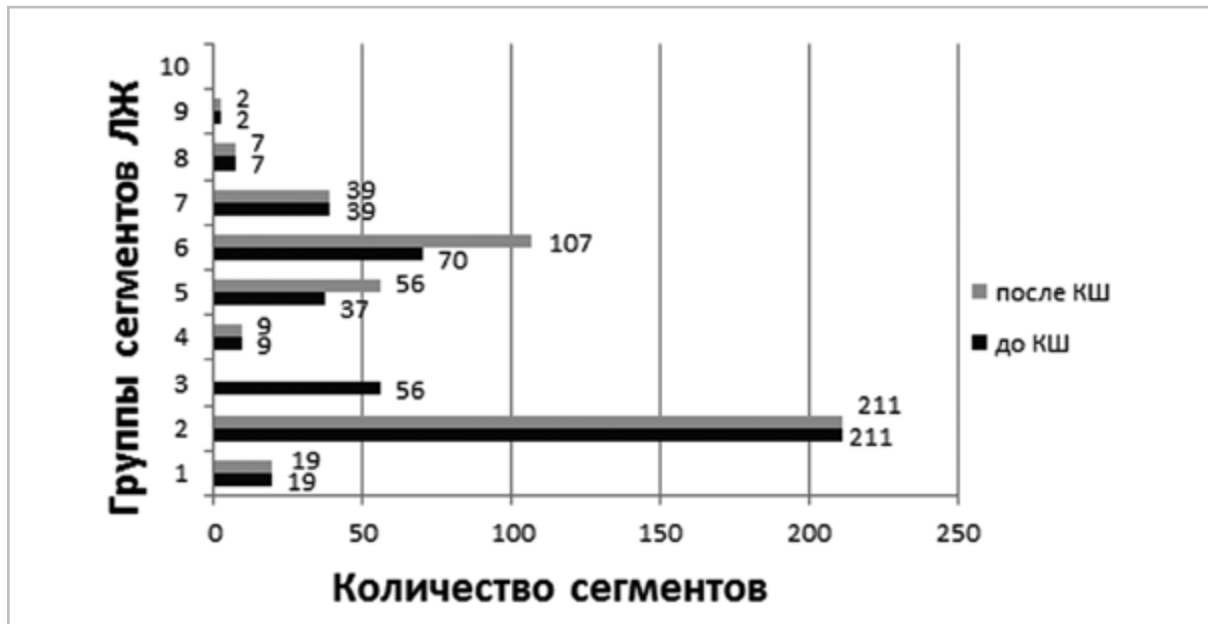


Рис. 1. Деформационные свойства сегментов продольных волокон ЛЖ в исследуемых группах до и после хирургической реваскуляризации (n = 450)

SR ( $-1,03 \pm 0,5 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,4$ )) не отмечено. В группе 7 показатели остались без достоверного изменения ( $S -15,2 \pm 6,9 \%$  ( $p = 0,37$ );  $SR -1,2 \pm 0,8 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,14$ )). Показатель  $S$  в группах 8 (7 (1,5 %) и 9 (2; 0,8 %) был увеличен ( $-23,3 \pm 1,3 \%$  и  $-22,1 \pm 0,04 \%$  соответственно), при этом  $SR$  в группе 8 находился в пределах нормы ( $-1,97 \pm 0,06 \text{ c}^{-1}$ ), а в группе 9 был снижен ( $-0,82 \pm 0,04 \text{ c}^{-1}$ ). После реваскуляризации не было отмечено изменения показателей  $S$  и  $SR$  в группах 8 ( $S -17,21 \pm 8,8 \%$  ( $p = 0,12$ );  $SR -1,24 \pm 0,6 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,27$ )) и 9 ( $S -14,18 \pm 9,07 \%$  ( $p = 0,43$ );  $SR -0,89 \pm 0,63 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,89$ )). Сегментов с изменением направления движения (группа 10) при анализе продольных волокон выявлено не было.

При исследовании циркулярных волокон в 450 сегментах ЛЖ к группам 8 и 9 не было отнесено ни одного сегмента (рис. 2). В группе 1 (72; 16 %) с нормальными показателями  $S$  ( $-24,8 \pm 3,3\%$ ) и  $SR$  ( $-1,59 \pm 0,4 \text{ c}^{-1}$ ) после реваскуляри-

зации отмечается снижение  $S$  ( $-17,4 \pm 6,4 \%$  ( $p = 0,000001$ )) при нормальном  $SR$  ( $-1,43 \pm 0,7 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,12$ )).

В группе 2 (232; 51,5 %) ( $S -11,9 \pm 4,4 \%$ ;  $SR -0,81 \pm 0,2 \text{ c}^{-1}$ ) наблюдали положительную динамику  $S$  ( $-13,04 \pm 6,5 \%$  ( $p = 0,01$ )) и  $SR$  ( $-1,00 \pm 0,5 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,000001$ )), однако значения оставались низкими. Высокие значения  $S$  ( $-43,5 \pm 6,3 \%$ ) и  $SR$  ( $-3,13 \pm 0,62 \text{ c}^{-1}$ ) снизились после КШ ( $S -13,07 \pm 5,19 \%$  ( $p = 0,01$ );  $SR -1,27 \pm 0,46 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,01$ )) в группе 3 (7; 1,5 %). В группе 4 (26; 5,7 %) ( $S -22,4 \pm 1,9 \%$ ;  $SR -1,11 \pm 0,1 \text{ c}^{-1}$ ) после реваскуляризации снизился  $S$  ( $-17,1 \pm 6,6 \%$  ( $p = 0,0002$ )), а  $SR$  остался без изменения ( $-1,18 \pm 0,5 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,55$ )). В группе 5 (41 (9,1 %) ( $S -29,6 \pm 4,5 \%$ ;  $SR -2,5 \pm 0,5 \text{ c}^{-1}$ )  $S$  снизился ( $S -16,2 \pm 5,3 \%$  ( $p = 0,000001$ )), а  $SR$  достиг нормы ( $-1,36 \pm 0,58 \text{ c}^{-1}$  ( $p = 0,000001$ )). В группе 6 (47 (10,4 %)  $S$  остался без динамики (ниже нормы) ( $S -13,8 \pm 6,8\%$  ( $p = 0,15$ )),  $SR$  достоверно снизился с  $-1,54 \pm 0,1$

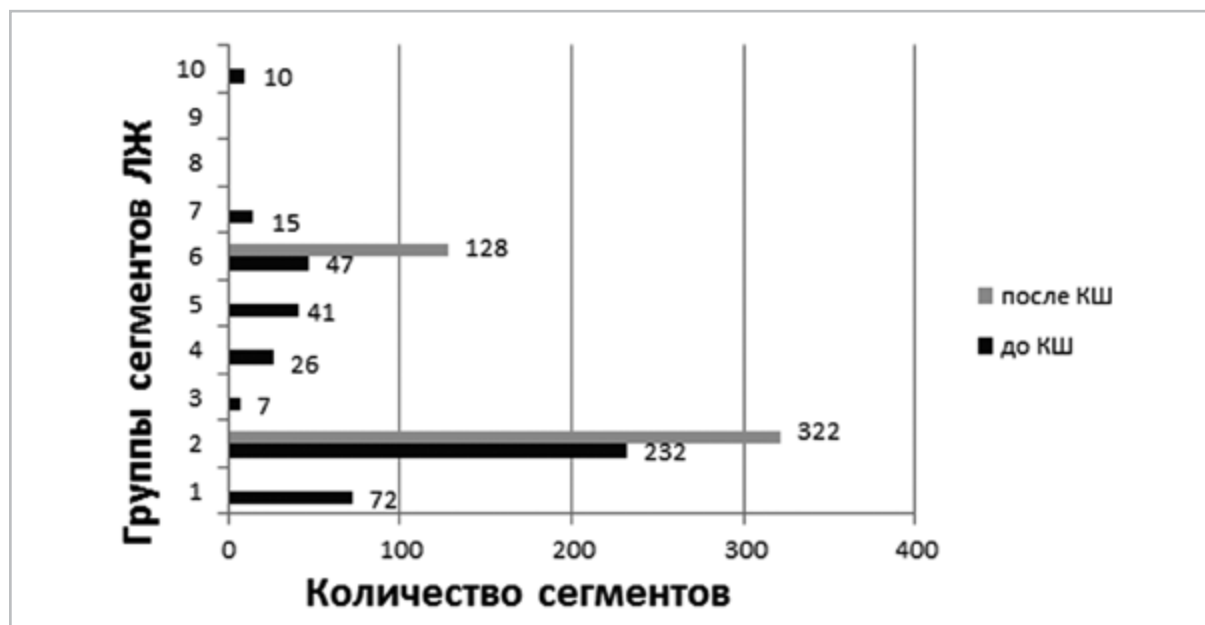


Рис. 2. Деформационные свойства сегментов циркулярных волокон ЛЖ в исследуемых группах до и после хирургической реваскуляризации (n = 450)

до  $-1,20 \pm 0,5 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,0002$ ). В группе 7 (15; 3,3 %) произошла нормализация SR с  $-2,34 \pm 0,3$  до  $-1,33 \pm 0,4 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,000006$ ), тогда как увеличения S выявлено не было ( $S -14,9 \pm 5,9 \%$  ( $p = 0,86$ )). В группе 10 (10; 2,5 %) ( $S 18,5 \pm 9,2 \%$ ;  $SR 1,18 \pm 7,02 \text{ с}^{-1}$ ) после реваскуляризации отмечается правильный характер движения волокон, хотя деформационные свойства сегментов остаются низкими ( $S -16,9 \pm 7,8 \%$  ( $p = 0,000001$ );  $SR -1,21 \pm 0,5 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,000002$ )).

При анализе радиальных волокон до реваскуляризации было определено 10 групп (рис. 3).

При анализе радиальных волокон до реваскуляризации было определено 10 групп (рис. 3). До ( $S 28 \pm 4,08 \%$ ;  $SR 1,36 \pm 0,1 \text{ с}^{-1}$ ) и после оперативного лечения в группе 1 (44; 9,7 %) SR оставался без достоверного изменения ( $1,46 \pm 0,5 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,24$ )), тогда как S снизился ( $19,6 \pm 13,6 \%$  ( $p = 0,0001$ )). Показатели S ( $12,5 \pm 5,1 \%$ ) и SR ( $0,63 \pm 0,2 \text{ с}^{-1}$ ) в группе 2 (75 (16,6 %)

нормализовались ( $S 26,3 \pm 22,6 \%$  ( $p = 0,000002$ );  $SR 1,59 \pm 1,18 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,000001$ )). Увеличенные S и SR ( $S 58,6 \pm 21,5 \%$ ,  $SR 2,8 \pm 1,03 \text{ с}^{-1}$ ) в группе 3 (116; 25,7 %) после реваскуляризации снизились ( $S 26,9 \pm 23,4 \%$  ( $p = 0,000001$ );  $SR 1,67 \pm 1,4 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,000001$ )), однако, значение SR несколько превышает норму. В группе 4 (16; 3,5 %) отмечалась отрицательная динамика S ( $S 26,3 \pm 2,3 \%$  до КШ и  $16,2 \pm 8,7 \%$  после КШ ( $p = 0,0003$ )) и отсутствие изменений SR ( $0,83 \pm 0,2 \text{ с}^{-1}$  до КШ и  $1,21 \pm 0,7 \text{ с}^{-1}$  после КШ ( $p = 0,07$ )). В группе 5 (98; 21,7 %) S находился в пределах нормы до ( $S 29,9 \pm 4,7 \%$ ) и после операции ( $S 24,04 \pm 17,5 \%$  ( $p = 0,002$ )), а показатель SR достиг нормы с  $2,26 \pm 0,6$  до  $1,58 \pm 1,2 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,000002$ ). Нормализация S ( $15,7 \pm 4,2 \%$  до КШ и  $22,2 \pm 20,8 \%$  после КШ ( $p = 0,02$ )) и нормальные значения SR до ( $1,3 \pm 0,1 \text{ с}^{-1}$ ) и после реваскуляризации ( $1,3 \pm 0,8 \text{ с}^{-1}$  ( $p = 0,99$ )) наблюдали в группе 6 (55; 12,2 %). В группе 7 (26; 5,7 %)



( $S 16,9 \pm 4,5\%$ ;  $SR 2,29 \pm 0,7 c^{-1}$ ) произошла нормализация  $S$  ( $29,5 \pm 15,5\%$  ( $p = 0,05$ )) и  $SR$  ( $1,45 \pm 0,9 c^{-1}$  ( $p = 0,004$ )). Увеличенный  $S$  ( $S 41,7 \pm 2,8\%$ ) снизился ( $16,1 \pm 8,2\%$  ( $p = 0,000002$ )) в группе 8 (10 (2,5 %)), а показатель  $SR$  оставался в пределах нормы до ( $SR 1,41 \pm 0,1 c^{-1}$ ) и после КШ ( $SR 1,14 \pm 0,4 c^{-1}$  ( $p = 0,08$ )). Высокое значение  $S$  ( $41,2 \pm 1,7\%$ ) после операции не изменилось ( $S 30,6 \pm 12,3\%$  ( $p = 0,15$ )) в группе 9 (4; 1,1 %), тогда как низкое значение  $SR$  ( $0,78 \pm 0,1 c^{-1}$ ) превысило норму ( $1,84 \pm 0,5 c^{-1}$  ( $p = 0,02$ )). В группе 10 (6; 1,3 %) ( $S -20 \pm 11,06\%$ ;  $SR -1,85 \pm 1,05 c^{-1}$ ) после реваскуляризации отмечается нормализация направления движения волокон. При этом  $S$  остается низким ( $S 13,1 \pm 20,8\%$  ( $p = 0,03$ )), а  $SR$  достиг пределов нормальных значений  $1,1 \pm 0,83 c^{-1}$  ( $p = 0,006$ ).

Таким образом, влияние ИБС на сегменты ЛЖ проявляется не только в сочетании изменении показателей  $S$  и

$SR$ , но и различными вариантами, связанными с преимущественным изменением  $S$  или  $SR$ .

Влияние хирургической реваскуляризации на первый взгляд не приводит к существенным изменениям функции продольных волокон, однако отмечается положительная динамика в группе с низкими значениями  $S$  и  $SR$ , а также увеличивается количество сегментов с нормальным  $SR$ .

Увеличение количества сегментов циркулярных волокон с низкими деформационными свойствами свидетельствует о негативном влиянии КШ в ранние сроки, однако при детальном исследовании есть сегменты с положительной динамикой  $S$  и  $SR$  в этой группе.

Также отмечается увеличение количества сегментов с нормальным значением  $SR$ . Функция радиальных волокон после операции представлена увеличе-

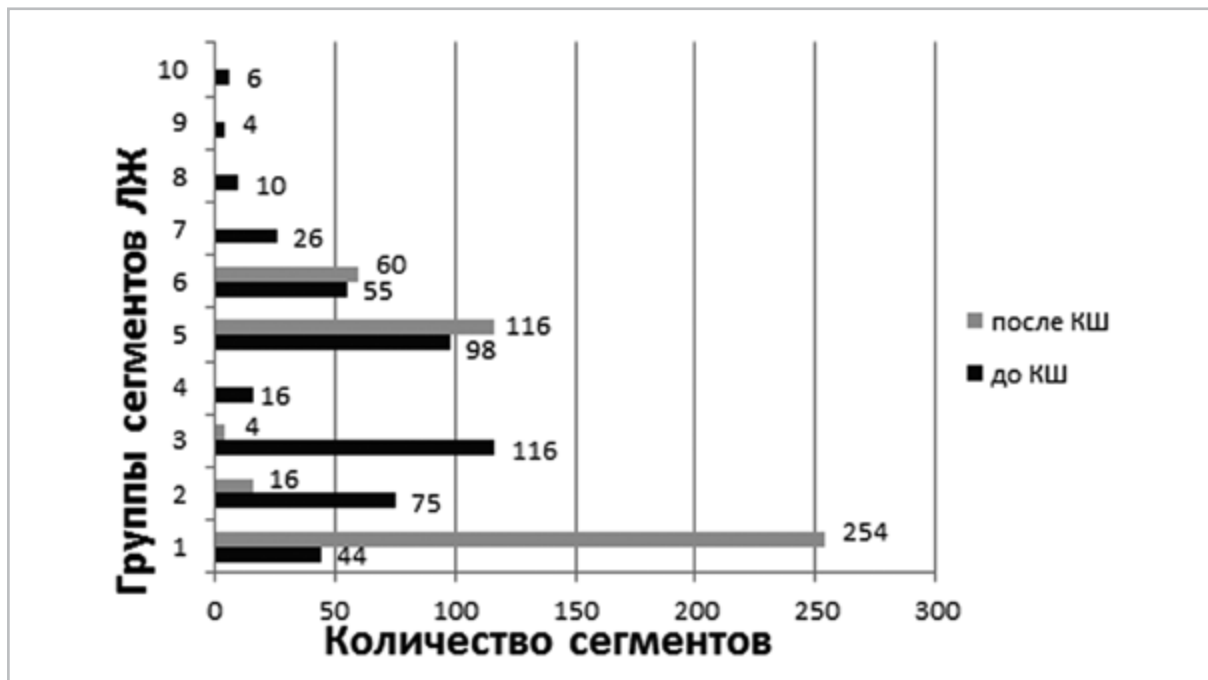


Рис. 3. Деформационные свойства сегментов радиальных волокон ЛЖ в исследуемых группах до и после хирургической реваскуляризации (n = 540)

нием количества сегментов с нормальными деформационными свойствами, а также с увеличением SR при нормальном значении S.

Влияние хирургической реваскуляризации спустя 0,5 года (6 мес) у 5 пациентов показали увеличение количества сегментов с нормальными значениями S и SR (15; 16,5 %), а также сегментов с низким S и нормальным SR (55 (61 %) (рис. 4).

При исследовании сегментов циркулярных волокон не было выявлено различий между ранними сроками после КШ и спустя 6 мес (рис. 5). Тем не менее в группе сегментов с низкими S и SR (n = 34) отмечается положительная динамика показателей. До (S - 12,06 ± 4,8 %; SR - 0,9 ± 0,3 с<sup>-1</sup>) и в ранние сроки после реваскуляризации достоверных изменений показателей деформации выявлено не было (S - 12,9 ± 6,2 % (p = 0,31);

SR - 0,96 ± 0,4 с<sup>-1</sup> (p = 0,44). Спустя 0,5 года отмечено достоверное увеличение S (- 17,3 ± 8,1 % (p = 0,003) и SR (- 1,23 ± 0,6 с<sup>-1</sup> (p = 0,003).

Исследование радиальных волокон показало увеличение количества сегментов с нормальными деформационными свойствами (36; 39,9 %) и стабильный результат по количеству сегментов с низкими S и SR (1 (1,5 %) (рис. 6).

Таким образом, несмотря на небольшое количество анализируемого материала, можно сделать предварительное заключение, что спустя 6 мес после реваскуляризации отмечается стабильный результат функции всех волокон миокарда ЛЖ. Исследование циркулярных волокон показало достоверную положительную динамику S и SR. Выявлено увеличение количества сегментов продольных и радиальных волокон с нормальными S и SR.

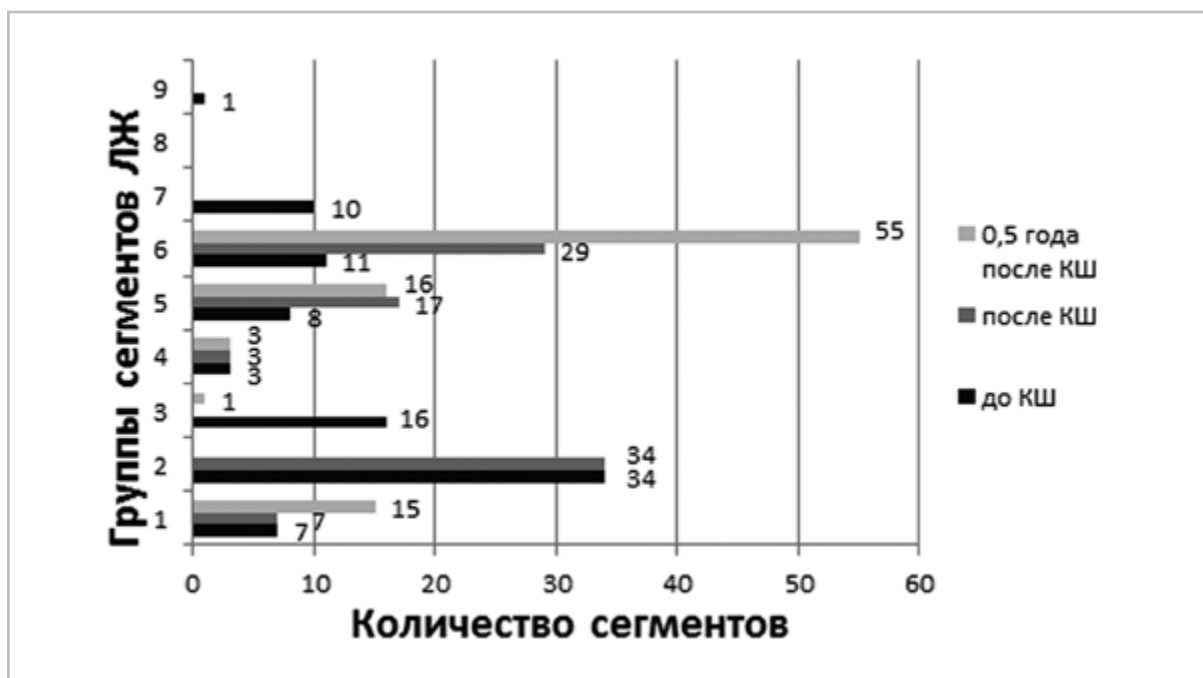


Рис. 4. Деформационные свойства сегментов продольных волокон ЛЖ в исследуемых группах до, в ранние сроки и спустя 0,5 года после хирургической реваскуляризации (n = 90)



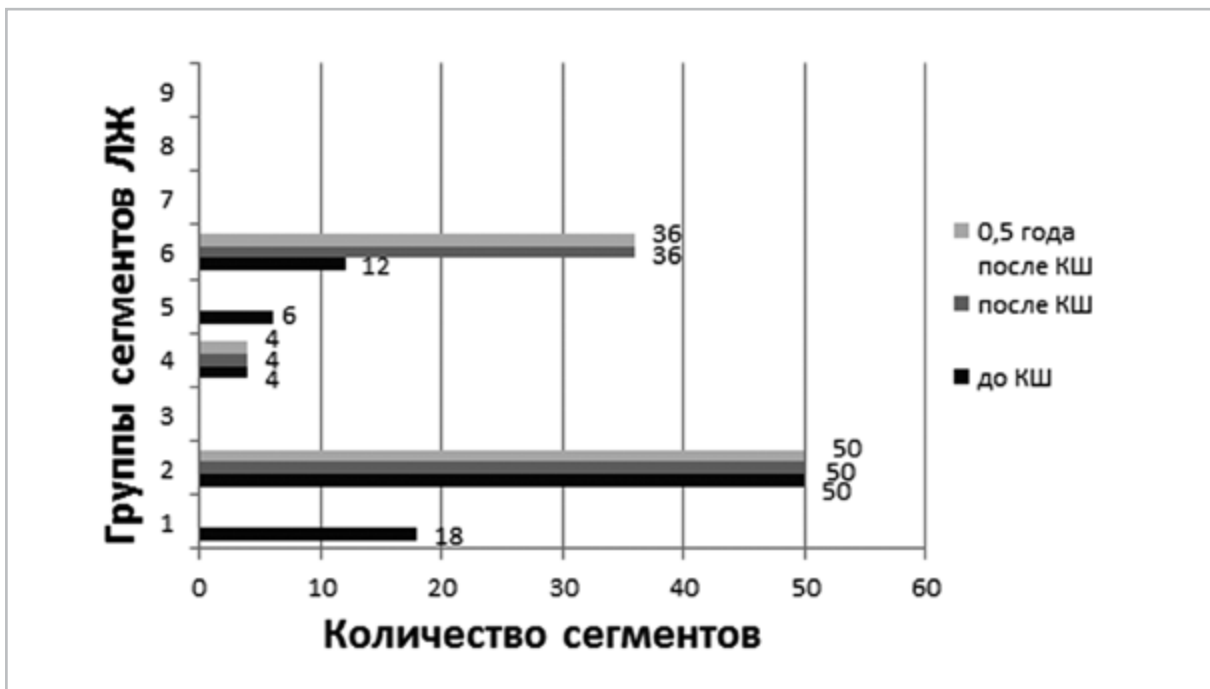


Рис. 5. Деформационные свойства сегментов циркулярных волокон ЛЖ в исследуемых группах до, в ранние сроки и спустя 0,5 года после хирургической реваскуляризации (n = 90)

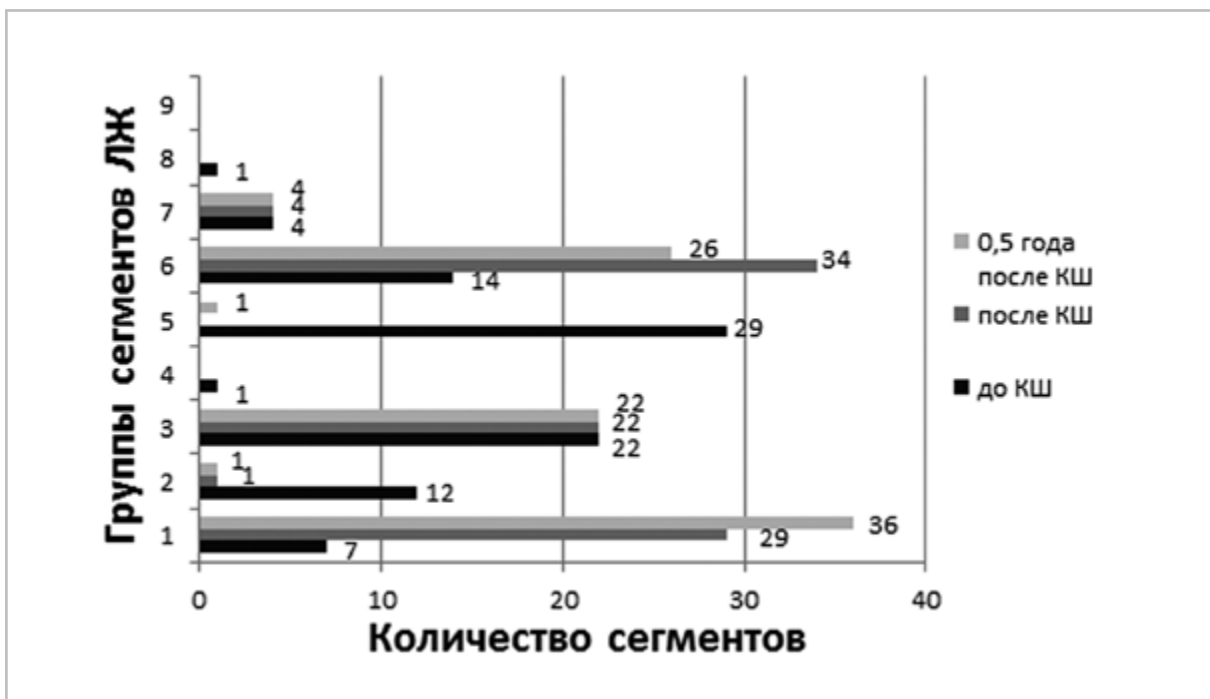


Рис. 6. Деформационные свойства сегментов радиальных волокон ЛЖ в исследуемых группах до, в ранние сроки и спустя 0,5 года после хирургической реваскуляризации (n = 90)

## Выводы

1. Технология Velocity Vector Imaging позволяет неинвазивно оценить влияние ИБС на сегменты ЛЖ, проявляющееся не только в сочетанном изменении показателей S и SR, но и различными вариантами, связанными с преимущественным изменением S или SR.
2. Влияние хирургической реваскуляризации в ранние сроки приводит к положительной динамике продольных и циркулярных волокон в группе с низкими значениями S и SR, а также увеличению количества сегментов с нормальным SR. Функция радиальных волокон после КИШ представлена увеличением количества сегментов с нормальными деформационными свойствами, а также с увеличением SR при нормальном значении S.
3. Спустя 6 мес после реваскуляризации отмечается стабильный результат функции всех волокон миокарда ЛЖ. А исследование циркулярных волокон показало положительную динамику S и SR.

## Список литературы

1. Рыбакова М. К., Митков В. В., Балдин Д. Г. Эхокардиография от М.К. Рыбаковой. М.: Изд. дом «Видар-М», 2016. 600 с.
2. Carasso Sh., Biaggi P., Rakowski H. et al. Velocity Vector Imaging: Standard Tissue — Tracking Results Acquired in Normals — The VVI — Strain Study // J of the American Society of Echocardiography. 2012. V. 25. № 5. P. 543–552.
3. Васюк Ю. А. Функциональная диагностика в кардиологии: клиническая интерпретация: Учеб. пос. М.: Практическая медицина, 2009. 312 с.

4. Алехин М. Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар-М, 2012. 88 с.
5. Резник Е. В., Гендлин Г. Е., Сторожаков Г. И. Эхокардиография в практике кардиолога. М.: Практика, 2013, 212 с.
6. Toumanidis S. Th., Kaladaridou A., Bramos D. et al. Apical rotation as an early indicator of left ventricular systolic dysfunction in acute anterior myocardial infarction // Hellenic J. Cardiol. 2013. V. 54. P. 264–272.
7. Rostamzadeh A., Shojaeifard M., Rezaei Y. et al. Diagnostic accuracy of myocardial deformation indices for detecting high risk coronary artery disease in patient without regional wall motion abnormality // Int. J. Clin. Exp. Med. 2015. № 8 (6). P. 9412–9420.
8. Гиляров М. Ю., Мурашова Н. К., Новикова Н. А. и др. Использование спекл-трекинг эхокардиографии для предсказания жизнеспособности миокарда у больных с постинфарктным кардиосклерозом. Ультразвуковая и функциональная диагностика // 2014. № 1. С. 73–83.
9. Smiseth O.A., Trop H., Opdahl A., Haugaa K.H., Urheim S. Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making? // Eur. Heart J. 2016. № 37. P. 1196–1207.
10. Хельсинкская декларация ВМА «Этические принципы медицинских исследований с привлечением человека», принятая 18-й Генеральной ассамблеей ВМА (Хельсинки, Финляндия, июнь 1964 г.). URL: [http://www.psychiatr.ru/lib/helsinki\\_declaration.php](http://www.psychiatr.ru/lib/helsinki_declaration.php) (дата обращения: 25.05.2015).

## References

1. Rybakova M. K., Mitkov V. V., Baldin D. G. Echocardiography from M. K. Rybakova.

- Moscow: Vidar-M, 2016. P. 600 (in Russian).
2. *Carasso Sh., Biaggi P., Rakowski H., Mutlak D., Lessik J., Aronson D., Woo A., Agmon Y.* Velocity Vector Imaging: Standart Tissue – Tracking Results Acquired in Normals – the VVI – Strain Study. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2012. V. 25. No. 5. P. 543–552.
  3. *Vasyuk Yu. A.* Functional diagnostics in cardiology: clinical interpretation. Moscow: Prakticheskaya meditsina, 2009. P. 312 (in Russian).
  4. *Alekhin M. N.* Ultrasound estimation techniques and their clinical significance. Moscow: Vidar-M, 2012. P. 88 (in Russian).
  5. *Reznik E. V., Gendlin G. E., Storozhakov G. I.* Echocardiography in cardiologist`s practice. Moscow: Praktika, 2013. P. 212 (in Russian).
  6. *Toumanidis S. Th., Kaladaridou A., Bramos D., Skaltsiotes E., Agrios J. N., Vasiladiotis N., Pamboucas C., Kottis G., Mouloupoulos S. D.* Apical rotation as an early indicator of left ventricular systolic dysfunction in acute anterior myocardial infarction. *Hellenic Journal Cardiology*. 2013. V. 54. P. 264–272.
  7. *Rostamzadeh A., Shojaeifard M., Rezaei Y., Dehghan K.* Diagnostic accuracy of myocardial deformation indices for detecting high risk coronary artery disease in patient without regional wall motion abnormality. *Int. J. Clin. Exp. Med*. 2015. V. 8 (6). P. 9412–9420.
  8. *Gilyarov M. Y., Murashova N. K., Novikova N. A. et al.* Speckle Tracking echocardiography for myocardial viability predicting in patients with previous myocardial infarction. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2014. V. 1. P. 73–83.
  9. *Smiseth O. A., Trop H., Opdahl A., Haugaa K. H., Urheim S.* Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making? *European Heart Journal*. 2016. V. 37. P. 1196–1207.
  10. Helsinki declaration of VMA «Ethical principles of medical researches with involvement of the person», accepted by the 18 General Assembly of VMA (Helsinki, Finland, June, 1964). URL: [http://www.psychiatr.ru/lib/helsinki\\_declaration.php](http://www.psychiatr.ru/lib/helsinki_declaration.php).

### Сведения об авторе

**Петрова Екатерина Борисовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России.  
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 10/1.  
Тел.: +7 (910) 796 -37-13. Электронная почта: [eshakhova@yandex.ru](mailto:eshakhova@yandex.ru)

**Petrova Ekaterina Borisovna**, Ph. D. Med., Associate Professor of Department of Radiodiagnosis, Faculty of Doctors Advanced Training, Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.  
Phone number: +7 (910) 796 -37-13. E-mail: [eshakhova@yandex.ru](mailto:eshakhova@yandex.ru)

### Финансирование исследования и конфликт интересов.

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*