

Применение технологии визуализации вектора скорости движения миокарда (Velocity Vector Imaging) у пациентов с ишемической болезнью сердца

Е. Б. Петрова*

ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия»
Минздрава России

Functional Parameters of the Left Ventricle in Patients with Ischemic Heart Disease Using Velocity Vector Imaging

E. B. Petrova*

Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia

Реферат

Целью настоящего исследования явилась оценка функциональных показателей левого желудочка у пациентов с ишемической болезнью сердца с помощью стандартной эхокардиографии и технологии визуализации вектора скорости движения миокарда (Velocity Vector Imaging). В исследование включены 52 пациента ишемической болезнью сердца. На основании оценки сократительной функции левого желудочка при стандартном эхокардиографическом исследовании в покое сформированы 2 группы: группа 1 — без сократительной дисфункции ($n = 26$), группа 2 — с нарушением сократимости ($n = 26$). Применение технологии визуализации вектора скорости движения миокарда позволяет дать объективную оценку сократимости левого желудочка. Проводилась оценка систолической деформации и скорости деформации продольных, радиальных и циркулярных волокон миокарда. Полученные результаты продемонстрировали снижение функции продольных и циркулярных волокон левого желудочка в обеих группах.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, Velocity Vector Imaging, функция левого желудочка.

Abstract

The aim of the investigation was to estimate the diagnostic capabilities of left ventricular functional indices in patients with coronary heart disease using conventional echocardiography techniques and Velocity

* **Петрова Екатерина Борисовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России.
Адрес: 603005, г. Нижний Новгород, площадь Минина, д. 10/1.
Тел.: +7 (910) 796-37-13. Электронная почта: eshakhova@yandex.ru

Petrova Ekaterina Borisovna, Ph. D. Med., Associate Professor, Department of Radiodiagnosis, the Faculty of Doctors Advanced Training, Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: Minin ploshhad', 10/1, Nizhny Novgorod, 603005, Russia.
Phone number: +7 (910) 796-37-13. E-mail: eshakhova@yandex.ru

Vector Imaging. 52 patients were examined. By visual estimation of left ventricular segmental contractility all patients were divided into two groups: without left ventricular contractile dysfunction (n = 26); with segmental contractile dysfunction (n = 26). The use of Velocity Vector Imaging system enables to study in more detail the characteristics of left ventricular function and reveal the alteration of those indices which are not found in visual control. The investigation of left ventricular function using Velocity Vector Imaging included the study of longitudinal, radial and circular left ventricular fibers. Patients of both groups were found to have dysfunction of longitudinal and circular fibers of myocardium.

Key words: Coronary Heart Disease, Velocity Vector Imaging, Left Ventricular Function.

Актуальность

Стандартное эхокардиографическое (эхоКГ) исследование пациентов с ИБС включает в себя анализ систолической, диастолической и сократительной функции левого желудочка (ЛЖ) и позволяет дать объективную оценку функциональным показателям миокарда ЛЖ [3]. У ряда пациентов с перенесенным инфарктом миокарда (ИМ) при визуальной оценке зоны нарушения локальной сократимости в покое могут отсутствовать. Однако существуют пациенты, у которых при визуальном контроле объем пораженного миокарда может быть завышен в связи с нарушением движения соседних сегментов, за счет феномена подтягивания, изменения условий нагрузки и оглушения миокарда [4].

Комплексную и объективную оценку функции ЛЖ у пациентов с ИБС можно получить при использовании технологии Velocity Vector Imaging (VVI). В отечественной литературе данная технология определяется не буквальным переводом, а термином «визуализация вектора скорости движения миокарда» [2]. Технология визуализации вектора скорости движения миокарда основана на принципе отслеживания пятнистых структур (Speckle Tracking) и на технологии согласования глобального движения и соответствия периодичности

сердечных циклов [1, 2]. VVI включает в себя обводку эндокарда, выполненную на основе анализа Фурье, который обеспечивает более высокую точность движения сердца, для достоверной и количественной оценки глобальной и региональной функции миокарда [7]. Это позволяет получить информацию о направлении и величине вектора скорости движения миокарда на протяжении всего сердечного цикла. Данная методика позволяет оценить скорость, деформацию, скорость деформации, систолическую и диастолическую функции желудочков сердца по длинной и короткой осям, а также провести анализ диссинхронизма миокарда и проанализировать показатели вращения. Преимуществом является возможность оценки функциональных показателей ЛЖ или других полостей сердца в любой точке. В отечественной и зарубежной литературе недостаточно работ, посвященных клинической значимости VVI в диагностике ИБС [2, 5–7].

Цель: сопоставить данные визуального анализа и VVI в диагностике функциональных показателей ЛЖ у пациентов с ИБС.

Материалы и методы

Обследовано 52 пациента с ИБС. Женщин — 4 (8 %) человека, мужчин — 48

(92 %). Средний возраст обследуемых составил 52 ± 6 лет (от 46 до 58 лет). 38 (73 %) пациентов имели в анамнезе перенесенный инфаркт миокарда, у 14 (27 %) обследуемых были зарегистрированы только ишемические изменения.

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

ЭхоКГ-исследование выполнялось на ультразвуковом сканере Acuson X 300 (Siemens), датчиком 1–5 МГц в В-режиме, в режиме доплеровского исследования кровотока и режиме цветового доплеровского картирования. Анализ деформационных свойств миокарда ЛЖ проводился в режиме пост-обработки с помощью системы Syngo VVI, Siemens Medical Solutions USA Inc.

При стандартном эхоКГ-исследовании проводился анализ систолической функции ЛЖ согласно модифицированному методу Симпсона. Вычислялись объемы ЛЖ (конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический (КСО), фракция выброса ЛЖ (ФВ) и ударный объем (УО) в апикальной 4-камерной и 2-камерной позициях. Для более объективного анализа полости ЛЖ рассчитывались индексы объемов ЛЖ. Оценка сегментарной сократимости в покое проводилась согласно рекомендациям Американской ассоциации эхокардиографистов при делении ЛЖ на 17 сегментов. Рассчитывался индекс нарушения локальной сократимости (ИНЛС).

При исследовании функции ЛЖ с помощью системы VVI оценивались продольные, радиальные и циркулярные

волокна ЛЖ. Проводился анализ продольной, радиальной, циркулярной деформаций (strain, S) и скорости деформации (strain rate, SR).

На основании визуальной оценки сегментарной сократимости ЛЖ сформированы 2 группы: группа 1 — пациенты без нарушения сократительной функции ЛЖ (26 (50 %) человек), группа 2 — пациенты с нарушением сегментарной сократимости (26 (50 %) человек). ИНЛС в группе 1 = 1. ИНЛС в группе 2 составил в среднем $1,64 \pm 0,45$ (от 1,12 до 2,5).

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 6.0 с применением критериев Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

При анализе систолической функции ЛЖ было выявлено достоверное различие между группами в отношении объемов ЛЖ и индексов объемов ЛЖ и показателем ФВ ЛЖ в 4- и 2-камерной позициях (табл. 1). Данное различие объясняется доминированием в группе 2 пациентов с Q-образующим ИМ в анамнезе (23 (88 %) человека). В группе 1 только у 7 (26 %) был перенесенный Q-образующий ИМ.

Всем пациентам было выполнено чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). При анализе пораженных бассейнов коронарного русла существенной разницы между группами не обнаружено (табл. 2).

Количество пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии (ЛКА) в группе 2 было несколько больше (5 человек), чем в группе 1 (3 человека).

Анализ поражения коронарного русла не показал существенного различия между группами (табл. 3).

Таблица 1

Эхокардиографические характеристики пациентов группы 1 и группы 2

Показатель	Группа 1 (n = 26)	Группа 2 (n = 26)	p
4 - камерная позиция			
КДО ЛЖ, мл	106,00 ± 26,12	143,84 ± 61,56	0,005
Индекс КДО, мл/м ²	53,58 ± 11,30	71,51 ± 30,07	0,006
КСО ЛЖ, мл	44,15 ± 14,72	78,69 ± 49,87	0,001
Индекс КСО, мл/м ²	22,72 ± 6,94	39,36 ± 24,81	0,001
ФВ ЛЖ, %	57,65 ± 7,50	48,00 ± 11,38	0,0007
УО ЛЖ, мл	61,07 ± 15,76	64,00 ± 18,17	0,53
2 - камерная позиция			
КДО ЛЖ, мл	80,76 ± 20,80	122,69 ± 59,77	0,001
Индекс КДО, мл/м ²	40,65 ± 9,25	61,42 ± 28,90	0,001
КСО ЛЖ, мл	32,34 ± 11,28	66,61 ± 42,84	0,0002
Индекс КСО, мл/м ²	16,19 ± 5,12	33,69 ± 22,27	0,0002
ФВ ЛЖ, %	60,69 ± 8,04	48,92 ± 12,96	0,0002
УО ЛЖ, мл	49,92 ± 13,49	55,76 ± 22,00	0,25

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

В группе 2 выявлено больше стенозов 3-й степени, тогда как количество окклюзий, стенозов 2-й и 1-й степени существенно не отличается.

Таким образом, достоверных различий в объеме и характере поражения коронарного русла у пациентов обеих групп не выявлено.

При оценке функции ЛЖ с помощью VVI в обеих группах наблюдалось снижение показателей продольной и циркулярной систолической деформации, причем показатели продольной систо-

лической деформации статистически значимо ниже в группе пациентов с визуально выявленным нарушением сократимости (табл. 4).

Достоверное снижение показателей скорости деформации выявлено только в группе пациентов с сократительной дисфункцией (группа 2). Показатели SR циркулярных и радиальных волокон у всех пациентов статистически не отличались (табл. 5).

Различие между показателями скорости деформации и деформации связано

Таблица 2

Распределение пациентов по пораженным бассейнам коронарного русла по данным ЧКВ

Бассейн коронарного русла	Группа 1 (n = 26)	Группа 2 (n = 26)
ПНА	4 (15 %)	5 (19 %)
ОА	0	0
ПКА	2 (8 %)	0
ПНА + ОА	1 (4 %)	2 (8 %)
ПНА + ПКА	4 (15 %)	5 (19 %)
ОА + ПКА	0	1 (4 %)
ПНА + ОА + ПКА	15 (58 %)	13 (50 %)

Примечание: ПНА – передняя нисходящая артерия; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия.

Таблица 3

Анализ поражения коронарного русла у пациентов обеих групп

Вид поражения	Количество поражений	
	Группа 1	Группа 2
Стеноз 1-й степени	14 (15 %)	10 (11 %)
Стеноз 2-й степени	26 (28 %)	21 (23 %)
Стеноз 3-й степени	33 (35 %)	40 (42 %)
Окклюзия	21 (22 %)	23 (24 %)
Всего поражений	94 (100 %)	94 (100 %)

Таблица 4

Исследование средних показателей систолической деформации (Strain, S) ЛЖ у пациентов обеих групп

Strain	Группа 1 (n = 26)	Группа 2 (n = 26)	p
Продольный	- 16,10 ± 3,58	- 11,74 ± 4,54	0,0001
Циркулярный	- 15,35 ± 6,12	- 10,00 ± 13,74	0,0008
Радиальный	+26,92 ± 11,78	+19,83 ± 11,85	0,0001

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

Исследование средних показателей систолической скорости деформации (Strain rate, SR) ЛЖ у пациентов обеих групп

Strain rate	Группа 1 (n = 26)	Группа 2 (n = 26)	p
Продольный	- 1,03 ± 0,33	- 0,81 ± 0,35	0,0002
Циркулярный	- 1,00 ± 0,94	- 0,93 ± 0,46	0,53
Радиальный	+1,68 ± 0,70	+1,56 ± 0,96	0,34

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

с их особенностями. Так, показатель S отражает изменение толщины стенки (или сегмента), а SR — скорость этого изменения, т. е. является скоростным градиентом деформации сегмента миокарда. Два объекта могут иметь одинаковую деформацию, но разную ее скорость.

Использование технологии VVI позволяет не только выявить скрытые нарушения функции ЛЖ, но и провести динамическое наблюдение после реваскуляризации.

В качестве клинического примера приводим собственные наблюдения.

Пациентка М., 64 года, поступила в клинику с диагнозом: ИБС, ПИКС, стенокардия напряжения и покоя III ФК. Гипертоническая болезнь II стадии, риск 4. В анамнезе перенесенный передний не Q инфаркт миокарда, давностью 2 года. Через 2 мес после ИМ вновь вернулись приступы стенокардии, прогрессировала одышка.

По данным ЧКВ правый тип коронарного кровотока, ствол левой коронарной артерии без признаков сужения, окклюзия передней нисходящей артерии (ПНА) в среднем сегменте. Стеноз 3-й степени устья первой диагональной ветви (ДВ). Стеноз 2-й степени первой маргинальной ветви, стеноз 3-й степени устья третьей маргинальной ветви

(МВ). Стеноз 3-й степени устья правой коронарной артерии (ПКА), окклюзия среднего сегмента, стеноз 3-й степени проксимального сегмента. Средний и дистальные отделы ПКА заполняются через системные коллатерали от левой коронарной артерии.

Выполнена операция коронарного шунтирования 5 артерий: маммарнокоронарное шунтирование ДВ1 — ПНА, аортокоронарное шунтирование (АКШ) МВ3 — МВ4, АКШ ПКА.

ЭхоКГ-исследование и использование технологии VVI проводилось при поступлении в стационар и при выписке на 15-е сут после хирургической реваскуляризации (табл. 6).

Данные стандартного эхоКГ-исследования показали положительную динамику в отношении показателей индекса КСО ЛЖ после хирургической реваскуляризации. Нарушения сегментарной сократимости при визуальной оценке в покое не выявлены.

При использовании технологии VVI до оперативного лечения получено существенное снижение показателей продольной деформации ЛЖ в апикальной 5- и 2-камерной позициях. Показатели скорости деформации продольных волокон были снижены только в 5-камерной позиции (рис. 1, 2).

Таблица 6

Стандартное эхокардиографическое исследование до и после реваскуляризации

Показатель	До реваскуляризации	После реваскуляризации
КДО, мл	112	95
Индекс КДО, мл/м ²	64	54
КСО, мл	52	41
Индекс КСО, мл/м ²	30	21
ФВ, %	53	56
УО, мл	60	54

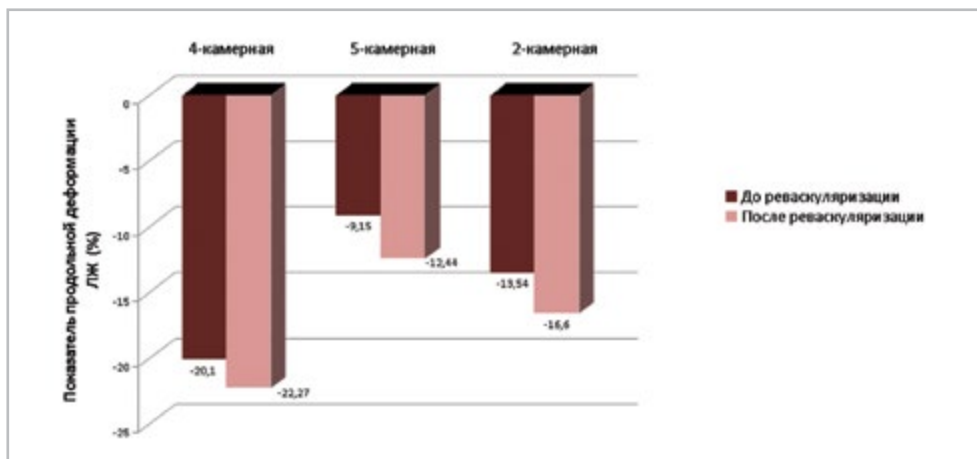


Рис. 1. Динамика показателя продольной деформации ЛЖ до и после хирургической реваскуляризации

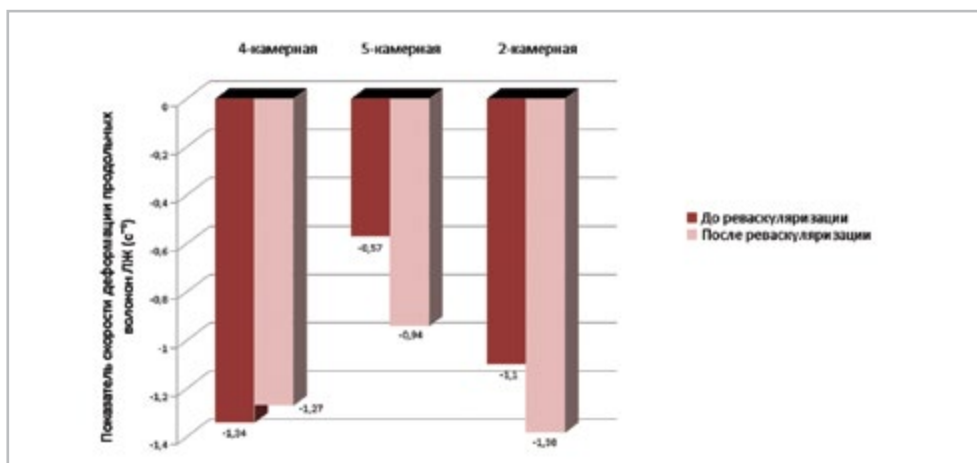


Рис. 2. Динамика показателей продольной скорости деформации ЛЖ до и после хирургической реваскуляризации

Выраженность поражения коронарного русла и наличие перенесенного не Q ИМ в области передней стенки ЛЖ может являться причиной снижения показателей S и SR в 5-камерной позиции.

В апикальной 2-камерной позиции, несмотря на значимое поражение коронарного русла (ПКА и ПНА), снижены только показатели деформации. SR остается в пределах нормы.

Данное различие можно объяснить существованием системных коллатералей, что, на наш взгляд, при снижении процента укорочения волокон относительно исходной величины обеспечивает им хорошую скорость. По-

сле хирургической реваскуляризации произошло увеличение показателей S в 5- и 2-камерной позициях. Показатель SR в 2-камерной позиции приблизился к нормальным значениям.

Значения показателей S и SR циркулярных волокон ЛЖ укладываются в границы допустимых норм для технологии VVI.

До хирургического лечения показатели деформации средних и апикальных отделов выше, чем базальных. Данная ситуация может объясняться включением компенсаторных механизмов в ответ на выраженное снижение подвижности продольных волокон (рис. 3).

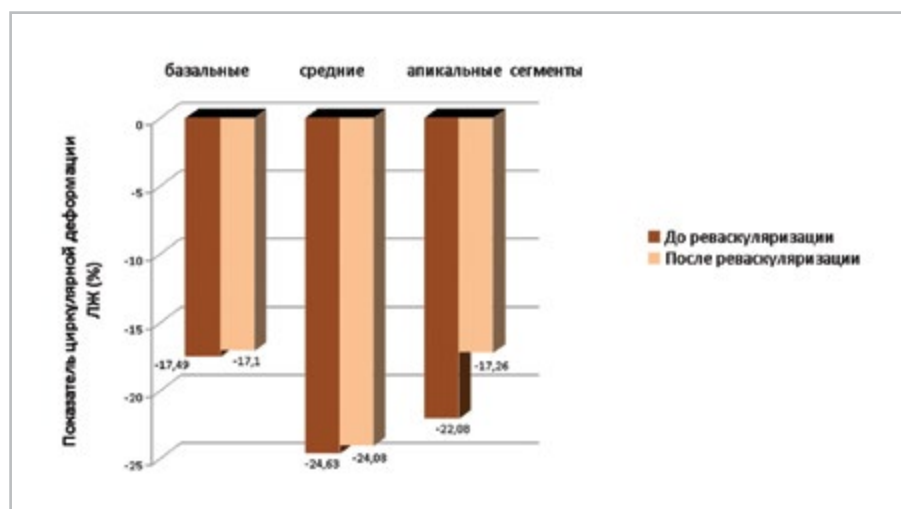


Рис. 3. Динамика показателей циркулярной деформации ЛЖ до и после хирургической реваскуляризации

После реваскуляризации наблюдается уменьшение показателей S и SR в пределах допустимых границ нормы, что связано, на наш взгляд, с улучшением функции продольных показателей (рис. 4).

Показатели функции радиальных волокон до хирургического лечения значительно увеличены, что связано с компенсаторным увеличением их ак-

тивности (удлинения) в ответ на значительное снижение функции продольных волокон (рис. 5, 6).

Данная динамика свидетельствует о повышении активности продольных волокон, функция которых изначально была снижена. После реваскуляризации наблюдается возвращение данных показателей в границы допустимых значений.

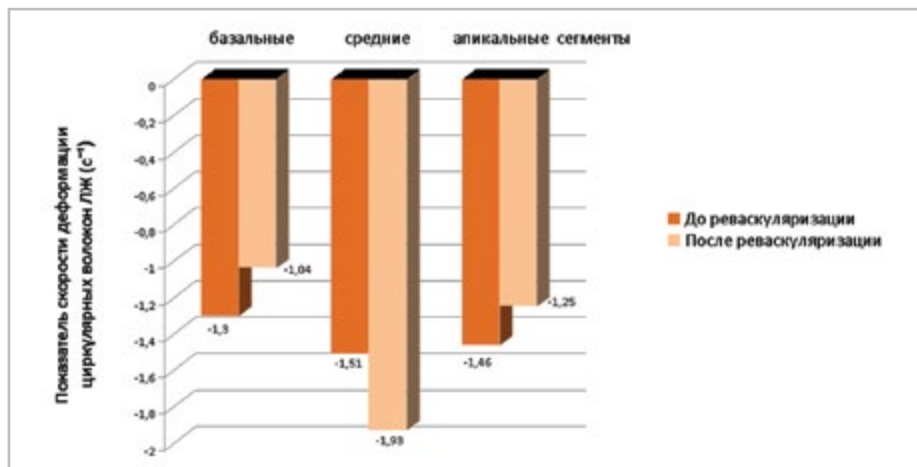


Рис. 4. Динамика показателей циркулярной скорости деформации ЛЖ до и после хирургической ревазуляризации

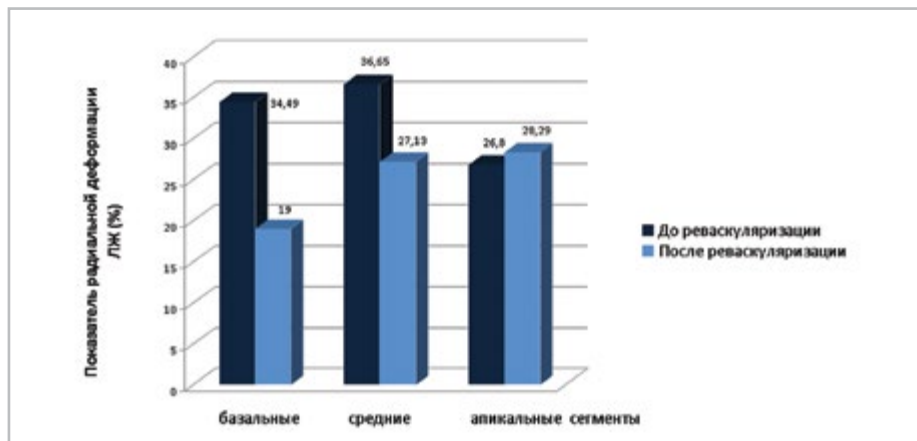


Рис. 5. Динамика показателей радиальной деформации ЛЖ до и после хирургической ревазуляризации

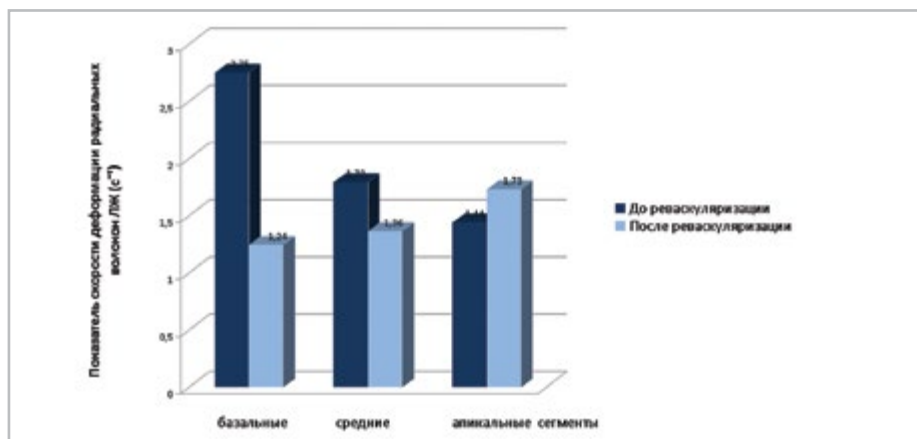


Рис. 6. Динамика показателей радиальной скорости деформации ЛЖ до и после хирургической ревазуляризации

Выводы

При использовании технологии визуализации вектора скорости движения миокарда (Velocity Vector Imaging) у всех пациентов с ИБС обнаружены нарушения систолической деформации продольных и циркулярных волокон. Достоверное снижение показателей скорости деформации продольных волокон выявлено у пациентов с сократительной дисфункцией (группа 2).

Использование технологии VVI до и после операции позволяет более объективно оценить функцию волокон ЛЖ, а также проследить динамику восстановления сократимости продольных, радиальных и циркулярных волокон, что, в свою очередь, позволит выбрать соответствующий лечебный подход к каждому пациенту.

Список литературы

1. *Алехин М. Н.* Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар-М, 2012. 88 с.
2. *Васюк Ю. А.* Функциональная диагностика в кардиологии: клиническая интерпретация: Учеб. пос. М.: Практическая медицина, 2009. 312 с.
3. *Резник Е. В., Гендлин Г. Е., Сторожак Г. И.* Эхокардиография в практике кардиолога. М.: Практика, 2013. 212 с.
4. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца / Под ред. Ю. А. Васюка // Рос. кардиол. журн. 2012. Т. 3. № 95. С. 1–28.
5. *Butz T., Lang C. N., van Bracht M., Prull M. W., Yeni H., Maagh P., Plehn G., Meissner A., Trappe H.-J.* Segment-orientated analysis of two-dimensional strain and strain rate as assessed by velocity vector imaging in patients with acute myocardial

infarction // Intern. J. of Med. Sciences. 2011. V. 8. № 2. P. 106–113.

6. *Carasso Sh., Biaggi P., Rakowski H., Mutlak D., Lessik J., Aronson D., Woo A., Agmon Y.* Velocity Vector Imaging: Standard Tissue – Tracking Results Acquired in Normals – The VVI – Strain Study // J. of the Am. Soc. of Echocardiography. 2012. V. 25. № 5. P. 543–552.
7. *Dae-Hee Kim, Hyung-Kwan Kim, Min-Kyung Kim, Sung-A Chang, Yong-Jin Kim, Myung-A Kim, Dae-Won Sohn, Byung-Hee Oh, Young-Bae Park.* Velocity Vector Imaging in the Measurement of Left Ventricular Twist Mechanics: Head-to – Head One Way Comparison Between Speckle Tracking Echocardiography and Velocity Vector Imaging // Ibid. 2009. V. 22. № 12. P. 1344–1352.

References

1. *Alekhin M. N.* Ultrasound estimation techniques and their clinical significance. Moscow: Vidar-M, 2012. P. 88 (in Russian).
2. *Vasyuk Yu. A.* Functional diagnostics in cardiology: clinical interpretation. Moscow: Prakticheskaya meditsina, 2009. P. 312 (in Russian).
3. *Reznik E. V., Gendlin G. E., Storozhakov G. I.* Echocardiography in cardiologist's practice. Moscow: Praktika, 2013. P. 212 (in Russian).
4. Guidelines for quantitative assessment of heart chamber structure and function. Yu. A. Vasyuk (ed.). Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal. 2012. V. 3. No. 95. P. 1–28 (in Russian).
5. *Butz T., Lang C. N., van Bracht M., Prull M. W., Yeni H., Maagh P., Plehn G., Meissner A., Trappe H.-J.* Segment-orientated analysis of two-dimensional strain and strain rate as assessed by velocity vector imaging in patients with acute myocardial infarction

- tion. International Journal of Medical Sciences. 2011. V. 8. No. 2. P. 106–113.
6. Carasso Sh., Biaggi P., Rakowski H., Mutlak D., Lessik J., Aronson D., Woo A., Agmon Y. Velocity Vector Imaging: Standard 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.
 7. Dae-Hee Kim, Hyung-Kwan Kim, Min-Kyung Kim, Sung-A Chang, Yong-Jin Kim, Myung-A Kim, Dae-Won Sohn, Byung-Hee Oh, Young-Bae Park. Velocity Vector Imaging in the Measurement of Left Ventricular Twist Mechanics: Head-to – Head One Way Comparison Between Speckle Tracking Echocardiography and Velocity Vector Imaging. J. Am. Soc. Echocardiography. 2009. V. 22. No. 12. P. 1344–1352.

Сведения об авторе

Петрова Екатерина Борисовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России.
Адрес: 603005, г. Нижний Новгород, площадь Минина, д. 10/1.
Тел.: +7 (910) 796-37-13. Электронная почта: eshakhova@yandex.ru

Petrova Ekaterina Borisovna, Ph. D. Med., Associate Professor, Department of Radiodiagnosis, the Faculty of Doctors Advanced Training, Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: Minin ploskhd', 10/1, Nizhny Novgorod, 603005, Russia.
Phone number: +7 (910) 796-37-13. E-mail: 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.