

Функция левого желудочка у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца при использовании технологии визуализации вектора скорости движения миокарда

Е. Б. Петрова

ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия»
Минздрава России

The Left Ventricular Function in Patients with Various Forms of 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 (ЛЖ) у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца с помощью технологии визуализации вектора скорости движения миокарда (velocity vector imaging). В исследование включен 61 пациент с ишемической болезнью сердца. В зависимости от формы ишемической болезни сердца выделено 4 группы: группа 1 – не Q-образующий инфаркт миокарда в анамнезе (11 (18 %) человек); группа 2 – Q-образующий инфаркт миокарда в анамнезе (26 (43 %) человек); группа 3 – ишемическая болезнь сердца без перенесенного инфаркта (15 (24 %) человек); группа 4 – постинфарктная аневризма ЛЖ (9 (15 %) человек).

Применение технологии визуализации вектора скорости движения миокарда позволяет дать объективную оценку функции ЛЖ. Проводилась оценка систолической деформации, скорости деформации продольных, радиальных и циркулярных волокон миокарда, анализировались показатели ротации базальных, средних и апикальных отделов ЛЖ. Полученные результаты продемонстрировали изменение деформационных свойств миокарда во всех группах, с наиболее достоверным нарушением в группе с постинфарктной аневризмой ЛЖ. Снижение показателей ротации ЛЖ и изменение механики вращения зарегистрировано во всех анализируемых группах.

* **Петрова Екатерина Борисовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ ГБОУ ВПО «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

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, векторный анализ движения миокарда, velocity vector imaging, функция левого желудочка, ротация.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the functional parameters of the left ventricle (LV) in patients with various forms of ischemic heart disease using velocity vector imaging. The study included 61 patients with ischemic heart disease. Depending on the form of coronary heart disease allocated to 4 groups: group 1 – non-Q-wave myocardial infarction in history (11 (18 %); group 2 – Q-wave myocardial infarction in history (26 (43 %); group 3 – ischemic heart disease without prior myocardial infarction (15 (24 %); group 4 – patients with post-infarction aneurysm of the LV (9 (15 %)). The application velocity vector imaging give an objective assessment of left ventricular function. Assessed systolic strain, strain rate, longitudinal, radial and circular fibers of the myocardium were analyzed indicators rotation basal, medium and apical divisions of the LV. The results demonstrated a change of deformation properties of the myocardium in all groups, with the most reliable violation in the group with post-infarction aneurysm of the LV. The decline of LV rotation and change the mechanics of the rotation observed in all analyzed groups.

Key words: Coronary Heart Disease, Velocity Vector Imaging, Rotation.

Актуальность

На протяжении всего сердечного цикла сердце совершает вращательные движения. Основой вращательного движения полости левого желудочка (ЛЖ) является спиральная ориентация его мышечных волокон [4]. Так, в систолу верхушка движется против часовой стрелки, а основание ЛЖ – по часовой стрелке. Результатом такого разнонаправленного движения является скручивание ЛЖ в систолу. Расслабление волокон миокарда в диастолу сопровождается раскручиванием ЛЖ с ротацией верхушки по часовой стрелке. Во время скручивания ЛЖ происходит изгнание крови, а во время раскручивания – всасывание крови в раннюю диастолу [1]. Амплитуда ротации на базальном уровне ниже ротации на апикальном уровне [4]. У пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и мелкоочаговым инфарктом миокарда (ИМ) ротационные показатели ЛЖ при сохраненной фракции выброса (ФВ) практически не меняются. При трансмуральном ИМ показатели вращения снижаются. Выраженность этих изменений зависит от величины ФВ ЛЖ и диасто-

лической дисфункции [1, 8]. Наряду с изменениями показателей ротации, у пациентов с ИБС нарушается функция волокон миокарда. Так, ишемия приводит к появлению дисфункции продольных волокон, а трансмуральный ИМ способствует изменению функциональных параметров продольных, радиальных и циркулярных волокон [1]. Несмотря на то что проблема диагностики сердечно-сосудистых заболеваний остается на первом месте, оценку функционального состояния волокон миокарда, а также ротационные свойства ЛЖ можно провести при использовании технологии визуализации вектора скорости движения миокарда (velocity vector imaging VVI) [3]. Данная методика позволяет провести детальный анализ функциональных параметров ЛЖ, таких, как деформация, скорость деформации, ротация, показатели объемов и фракции выброса ЛЖ [7]. В отечественной и зарубежной литературе недостаточно работ, посвященных клинической значимости VVI в диагностике ИБС и анализу показателей вращения [2, 5–8].

Цель: оценить деформационные и ротационные свойства левого желудочка у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца с помощью технологии визуализации вектора скорости движения миокарда.

Материалы и методы

Обследован 61 пациент с ИБС. Женщин — 6 (10 %) человек, мужчин — 55 (90 %). Средний возраст обследуемых составил 57 ± 7 лет (от 37 до 57 лет). В зависимости от формы ИБС все пациенты были разделены на группы: группа 1 — не Q-образующий ИМ в анамнезе (11 (18 %) человек); группа 2 — Q-образующий ИМ в анамнезе (26 (43 %) человек); группа 3 — ИБС без перенесенного ИМ (15 (24 %) человек). Отдельно выделена группа 4 — с постинфарктной аневризмой ЛЖ (9 (15 %) человек).

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 систолической функции ЛЖ и деформационных и ротационных свойств миокарда проводился в режиме постобработки с помощью системы Syngo VVI, Siemens Medical Solutions USA Inc.

При использовании VVI вычислялись объемы ЛЖ (конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический (КСО), фракция выброса ЛЖ в апи-

кальной 4-камерной позиции. Для более объективного анализа полости ЛЖ рассчитывались индексы объемов ЛЖ. Оценка сегментарной сократимости в покое проводилась при использовании стандартного эхоКГ-исследования 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 деформации (strain, S) и скорости деформации (strain rate, SR). Анализ ротационных свойств миокарда проводился в поперечных срезах ЛЖ на уровне базальных, средних и апикальных отделов.

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 6.0 с применением критериев Стьюдента. Во всех случаях статистического анализа уровень значимости p принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение

При анализе систолической функции ЛЖ было выявлено достоверное различие между показателями объемов ЛЖ и ФВ ЛЖ при сравнении групп 1, 2, 3 с группой 4 (КДО ЛЖ; индекс КДО; КСО ЛЖ; индекс КСО; ФВ ЛЖ (соответственно): группа 1 — группа 4 ($p = 0,006; 0,01; 0,005; 0,009; 0,002$); группы 2–4 ($p = 0,0001; 0,002; 0,0001; 0,002; 0,001$); группы 3–4 ($p = 0,0001; 0,001; 0,0002; 0,008; 0,0003$). Статистически значимых различий между показателями систолической функции ЛЖ при сравнении групп 1, 2 и 3 не получено

(КДО ЛЖ; индекс КДО; КСО ЛЖ; индекс КСО; ФВ ЛЖ (соответственно группы 1–2 ($p = 0,81; 0,58; 0,68; 0,65; 0,29$); группы 1–3 ($p = 0,53; 0,44; 0,63; 0,40; 0,76$); группы 2–3 ($p = 0,24; 0,16; 0,21; 0,20; 0,41$) (табл.1).

Таблица 1

Эхокардиографические характеристики пациентов групп 1–4

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
КДО ЛЖ, мл	109,42 ± 47,86	112,90 ± 36,64	99,06 ± 35,26	191,64 ± 70,81
Индекс КДО, мл/м ²	56,46 ± 14,56	59,79 ± 17,76	52,31 ± 12,83	90,35 ± 36,91
КСО ЛЖ, мл	54,91 ± 40,46	59,80 ± 28,66	48,82 ± 23,41	133,65 ± 69,85
Индекс КСО, мл/м ²	25,97 ± 11,52	28,28 ± 15,43	22,66 ± 8,58	54,13 ± 29,93
ФВ ЛЖ, %	53,27 ± 12,1	48,96 ± 10,91	52,06 ± 8,66	33,66 ± 12,57
ИНЛС	1,11 ± 0,29	1,29 ± 0,40	1,008 ± 0,03	1,99 ± 0,29

Сократительная функция ЛЖ достоверно снижена в группе пациентов с постинфарктной аневризмой (группа 4) по сравнению с группами 1 ($p = 0,00004$), 2 ($p = 0,00003$) и 3 ($p = 0,0000001$). Увеличение ИНЛС наблюдается в группе пациентов с Q-образующим ИМ (группа 2) по сравнению с пациентами без перенесенного ИМ в анамнезе (группа 3) ($p = 0,01$). Различий между сократимостью ЛЖ в группах 1–2 ($p = 0,26$) и 2–3 ($p = 0,16$) не получено.

Всем пациентам было выполнено чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). При анализе пораженных бассейнов коронарного русла в группах 1, 2 и 4 преобладали стенозы 3-й степени (33, 42 и 42 % соответственно). В группе 4 среди пациентов без ИМ наблюдалось одинаковое количество стенозов 2-й (32 %) и 3-й степени (32 %), а также стенозов 1-й степени (18 %) и окклюзий (18 %) (табл. 2).

Показатели систолической деформации были снижены во всех группах при анализе продольных и циркулярных волокон. Достоверное различие между

показателями продольной деформации получены при сравнении групп 1 и 3 ($p = 0,02$), 1–4 ($p = 0,00001$), 2 и 3 ($p = 0,04$), 2 и 4 ($p = 0,00001$), 3 и 4 ($p = 0,00001$). Различия между пациентами группы с перенесенным не Q-образующим ИМ и Q-образующим ИМ не было ($p = 0,71$). Показатели циркулярной деформации были существенно снижены у пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ (группы 1–4 ($p = 0,01$); группы 2–4 ($p = 0,0003$); группы 3–4 ($p = 0,00009$)). Достоверного различия в отношении показателей циркулярной деформации между пациентами с не Q-образующим ИМ и Q-образующим ИМ ($p = 0,70$), не Q-образующим ИМ и без ИМ ($p = 0,52$), а также с Q-образующим ИМ и без ИМ ($p = 0,20$) не выявлено (табл. 3). Показатели радиальной деформации достоверно снижены в группе пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ (групп 1–4 ($p = 0,002$); групп 2–4 ($p = 0,000001$); групп 3–4 ($p = 0,000008$). При сравнении пациентов групп 1, 2, 3 статистически значимой разницы в показателях функции радиальных воло-



Таблица 2

Анализ поражения коронарного русла у пациентов групп 1–4

Вид поражения	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Стеноз 1-й степени	109,42 ± 47,86	112,90 ± 36,64	99,06 ± 35,26	191,64 ± 70,81
Стеноз 2-й степени	56,46 ± 14,56	59,79 ± 17,76	52,31 ± 12,83	90,35 ± 36,91
Стеноз 3-й степени	54,91 ± 40,46	59,80 ± 28,66	48,82 ± 23,41	133,65 ± 69,85
Окклюзия	25,97 ± 11,52	28,28 ± 15,43	22,66 ± 8,58	54,13 ± 29,93
Всего	53,27 ± 12,1	48,96 ± 10,91	52,06 ± 8,66	33,66 ± 12,57

Таблица 3

Исследование средних показателей систолической деформации (S) ЛЖ у пациентов групп 1–4

Strain (%)	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Продольный	-14,14 ± 4,91	-14,44 ± 3,5	-16,46 ± 3,8	-8,68 ± 3,74
Циркулярный	-14,63 ± 6,54	-14,09 ± 6,24	-15,43 ± 4,16	-3,88 ± 21,58
Радиальный	+24,36 ± 13,07	+25,14 ± 10,62	+26,74 ± 10,44	+13,08 ± 13,36

кон не выявлено (группы 1–2 ($p = 0,75$); группы 1–2 ($p = 0,39$); группы 2–3 ($p = 0,42$)).

Показатели систолической скорости деформации продольных волокон существенно снижены в группе пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ (группы 1–4 ($p = 0,00002$); группы 2–4 ($p = 0,00001$); группы 3–4 ($p = 0,00001$)). Достоверное снижение показателей продольного SR обнаружено при сравнении группы пациентов с Q-образующим ИМ в анамнезе и пациентами без ИМ ($p = 0,02$). Различий между группами 1–2 ($p = 0,85$) и группами 1–3 ($p = 0,17$) не обнаружено (табл. 4).

Анализ скорости деформации циркулярных волокон показал достоверное различие между показателями только при сравнении групп пациентов с Q-образующим ИМ и без ИМ с группой пациентов постинфарктной аневризмой ЛЖ ($p = 0,00001$ и $p = 0,002$ соот-

ветственно). Не выявлено достоверной разницы при сравнении пациентов с не Q-образующим ИМ и группы с постинфарктной аневризмой ЛЖ ($p = 0,37$). При сравнении групп 1–2, 1–3, 2–3 статистически значимой разницы не получено ($p = 0,30$; $p = 0,75$; $p = 0,18$ соответственно).

Показатели систолической скорости деформации в среднем у всех пациентов находились в пределах нормальных значений и достоверно не отличались (группы 1–2 – $p = 0,64$; группы 1–3 – $p = 0,61$; группы 1–4 – $p = 0,07$; группы 2–3 – $p = 0,96$; группы 3–4 – $p = 0,06$). Статистическое различие зарегистрировано только при сравнении пациентов с Q-образующим ИМ и пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ ($p = 0,004$).

Таким образом, анализ систолической деформации у пациентов с различными формами ИБС показал достоверное снижение функции продольных, циркулярных и радиальных волокон у пациен-

Таблица 4

Исследование средних показателей систолической скорости деформации (SR) ЛЖ у пациентов групп 1–4

Strain rate (с ⁻¹)	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Продольный	-0,99 ± 0,44	-0,98 ± 0,30	-1,11 ± 0,30	-0,56 ± 0,21
Циркулярный	-0,91 ± 1,53	-1,11 ± 0,44	-0,99 ± 0,52	-0,64 ± 0,26
Радиальный	+1,75 ± 0,80	+1,67 ± 0,77	+1,67 ± 0,59	+1,26 ± 1,20

Таблица 5

Исследование показателей ротации ЛЖ у пациентов групп 1–4

Ротация ЛЖ (град.)	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Базальные отделы	-5,31 ± 1,87	-4,57 ± 2,26	-2,47 ± 3,88	-0,96 ± 3,86
Средние отделы	+3,22 ± 3,82	+2,01 ± 4,56	+1,78 ± 5,16	+1,88 ± 3,63
Апикальные отделы	+2,48 ± 4,28	+2,63 ± 4,43	+5,02 ± 3,06	+1,50 ± 3,42

тов с постинфарктной аневризмой ЛЖ. Объективных данных о различии между показателями систолической деформации при сравнении групп пациентов с Q-образующим ИМ, не Q-образующим ИМ и пациентов без ИМ не получено.

Оценка показателя продольной систолической скорости деформации показала его достоверное снижение в группе пациентов с постинфарктной аневризмой при сравнении с остальными группами. Снижение показателей продольного SR было выявлено в группе пациентов с Q-образующим ИМ по сравнению с группой без ИМ. Систолическая скорость деформации циркулярных волокон значимо снижена у пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ при сравнении с группами Q-образующего ИМ и без ИМ, однако нет достоверного различия при сравнении этой группы с группой пациентов с не Q-образующим ИМ. Показатели радиальной систолической скорости деформации у всех пациентов в среднем

находились в пределах нормальных значений и существенно не отличались.

Ротационные показатели миокарда ЛЖ были снижены у всех пациентов (табл. 5). Существенное снижение ротации базальных отделов ЛЖ достоверно получено в группе пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ при сравнении с группой пациентов с не Q-образующим ИМ ($p = 0,007$) и Q-образующим ИМ ($p = 0,002$). Достоверно выше показатели ротации ЛЖ в группе пациентов с Q-образующим ИМ по сравнению с группой без ИМ ($p = 0,03$). При сравнении групп 1–2 ($p = 0,38$), 1–3 ($p = 0,05$) и 3–4 ($p = 0,36$) достоверных различий не выявлено.

Различий при исследовании ротации средних и апикальных отделов ЛЖ при сравнении групп 1–2 ($p = 0,46$ и $0,92$), 1–3 ($p = 0,46$ и $0,10$), 1–4 ($p = 0,44$ и $0,58$), 2–3 ($p = 0,88$ и $0,08$) и 2–4 ($p = 0,93$ и $0,49$) не наблюдалось. При сравнении групп 3 и 4 выявлена статистически значимая разница в показателях ротации

апикальных отделов ($p = 0,01$) и отсутствие достоверных изменений в средних отделах ЛЖ ($p = 0,96$).

Увеличение показателей ротации на уровне базальных отделов и снижение ротации на уровне апикальных отделов получено в группе пациентов с не Q-образующим ($p = 0,01$) и Q-образующим ($p = 0,000001$) ИМ. Достоверного различия между показателями вращения базальных и апикальных отделов у пациентов с постинфарктной аневризмой не выявлено ($p = 0,19$). В группе без ИМ зарегистрировано правильное соотношение вращения: показатели базальных отделов достоверно ниже показателей верхушки ($p = 0,0002$).

Направление вращения базальных, средних и апикальных отделов ЛЖ проанализировано во всех группах. Изменение механики вращения ЛЖ преобладало в группе пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ (6 (66%) человек) (табл. 6).

Анализ ротационных свойств ЛЖ показал нарушение направления движения в 33 (18 %) отделах из 183 проана-

лизированных. Изменение направления движения базальных и средних отделов ЛЖ наблюдалось во всех группах. Вращение базальных отделов ЛЖ против часовой стрелки доминировало в группе с постинфарктной аневризмой ЛЖ (табл. 7).

Изменение механики вращения средних отделов ЛЖ преобладало в группе пациентов с Q-образующим ИМ. Вращение верхушки по часовой стрелке наблюдалось в группах 1, 2 и 4, причем доминировало у пациентов группы 2. Дисфункции верхушки ЛЖ в группе пациентов без ИМ не наблюдалось. Следует отметить, что среди всех пациентов с ротационной дисфункцией было выявлено изменение направления графиков систолической деформации и систолической скорости деформации циркулярных волокон миокарда хотя бы в одном из сегментов ЛЖ.

Таким образом, показатели ротации миокарда ЛЖ в среднем снижены у пациентов с различными формами ИБС. Более значимое снижение показателей базальной ротации выявлено в группе

Таблица 6

Нарушение механики вращения ЛЖ у пациентов групп 1–4 групп

Пациенты	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Количество	4 (36 %)	11(26 %)	6 (40 %)	-0,96 ± 3,86

Таблица 7

Исследование количества отделов ЛЖ с нарушением ротации в группах 1–4

Количество отделов ЛЖ	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Всего
Базальные	1 (11 %)	1(11 %)	3 (33 %)	4 (45 %)	9 (100 %)
Средние	2 (15 %)	6 (46 %)	3 (24 %)	2 (15 %)	13 (100 %)
Апикальные	2 (18 %)	6 (54 %)	—	3 (28 %)	11(100 %)

пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ при сравнении с группами с Q- и не Q-образующим ИМ в анамнезе. При исследовании апикальных отделов ЛЖ достоверное различие между ротационными свойствами миокарда обнаружено только при сравнении группы пациентов без ИМ и постинфарктной аневризмой ЛЖ.

Снижение показателей вращения верхушки выявлено у пациентов с не Q- и Q-образующим ИМ. Снижение ротации основания и верхушки ЛЖ получено в группе с постинфарктной аневризмой ЛЖ. Правильное соотношение вращения базальных и апикальных отделов ЛЖ зарегистрировано у пациентов без ИМ.

Нарушение механики вращения выявлено во всех группах пациентов. При анализе отделов ЛЖ наибольшее число ротационной дисфункции базальных отделов получено в группе с постинфарктной аневризмой ЛЖ. Дисфункция средних и апикальных отделов ЛЖ преобладала среди пациентов с Q-образующим ИМ. Изменений направления вращения верхушки ЛЖ среди пациентов без ИМ не наблюдалось.

Выводы

Наиболее выраженные изменения функции ЛЖ получены в группе пациентов с постинфарктной аневризмой ЛЖ. Достоверно выявлено наличие самых низких показателей систолической функции ЛЖ, деформации продольных, циркулярных и радиальных волокон, скорости деформации продольных и циркулярных волокон ЛЖ, ротации на уровне основания, средних отделов и верхушки ЛЖ, а также нарушение механики вращения базальных отделов ЛЖ. Показатели радиальной скорости деформации у пациентов с постинфаркт-

ной аневризмой находились в пределах нормальных значений.

В группах пациентов с не Q- и Q-образующим ИМ и без перенесенного ИМ не было достоверного различия между показателями систолической функции ЛЖ, систолической деформации продольных, циркулярных и радиальных волокон, скоростью деформации циркулярных волокон ЛЖ, а также ротационными свойствами миокарда ЛЖ в средних и апикальных отделах. Показатели скорости деформации радиальных волокон ЛЖ находились в пределах нормальных значений у всех пациентов.

Достоверное различие наблюдалось при сравнении показателей продольной скорости деформации между пациентами с Q-образующим ИМ и пациентами без ИМ.

Нарушение механики вращения средних и апикальных отделов ЛЖ доминировало в группе пациентов с Q-образующим ИМ.

Правильное соотношение ротации базальных отделов и верхушки зарегистрировано у пациентов без ИМ.

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. *Михеев Н. Н., Алексахина Т. Ю.* Диагностическая ценность 64-рядной МСКТ-ангиографии в выявлении стенозов простых металлических стентов и стентов с лекарственным покрытием // Радиология — практика. 2012. № 6. С. 19–26.

4. Павлюкова Е. Н., Карпов Р. С. Деформация, ротация и поворот по оси левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца с тяжелой левожелудочковой дисфункцией // Терапевтический архив. 2012. № 9. С. 11–16.
5. Butz T., Lang C. N., van Bracht M. et al. Segment-orientated analysis of two-dimensional strain and strain rate as assessed by velocity vector imaging in patients with acute myocardial infarction // Int. J. of Med. Sciences. 2011. V. 8. № 2. P. 106–113.
6. Carasso Sh., Biaggi P., Rakowski H. et al. Velocity Vector Imaging: Standard Tissue – Tracking Results Acquired in Normals – The VVI – Strain Study // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2012. V. 25. № 5. P. 543–552.
7. Dae-Hee Kim, Hyung-Kwan Kim, Min-Kyung Kim et al. 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.
8. 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.

References

1. Alekhin M. N. Ultrasound estimation techniques and their clinical significance. M.: 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. Mikheev N. N., Aleksakhina T. Yu. Diagnostic value of 64 row MSCT –

angiography in stenosis detection in bare metal stents vs. drug-eluting stents. Radiologija – praktika. 2012. V. 6. P. 19–26.

4. Pavlyukova E. N., Karpov R. S. Deformation, rotation, and axial torsion of the left ventricle in coronary heart disease patients with its severe dysfunction. Terapevticeskij arhiv. 2012. V. 9. P. 11–16.
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. 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: 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.
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.
8. 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 J. Cardiol. 2013. V. 54. P. 264–272.

Сведения об авторе

Петрова Екатерина Борисовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России.

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, пл. 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

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.