

Швец Д. А.¹, Поветкин С. В.²

¹ БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» Минздрава России, Орёл

² ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Курск

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НАРУШЕНИЙ ЛОКАЛЬНОЙ СОКРАТИМОСТИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

Ключевые слова: нарушение локальной сократимости левого желудочка, speckle tracking, деформация левого желудочка.

Ссылка для цитирования: Швец Д. А., Поветкин С. В. Количественная оценка нарушений локальной сократимости левого желудочка при ишемической болезни сердца. Кардиология. 2018;58(5):13–22.

РЕЗЮМЕ

Важный аспект диагностики ишемической болезни сердца (ИБС) – оценка нарушений локальной сократимости (НЛС) левого желудочка (ЛЖ). Относительно новым диагностическим методом исследования является отслеживание пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle tracking). Цель исследования заключалась в выявлении оптимальных показателей деформации методом отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения, количественно дифференцирующих степень НЛС всех сегментов ЛЖ у больных с острыми и хроническими формами ИБС. В работе сравнивали показатели продольной, радиальной и циркулярной деформаций ЛЖ у 216 больных с ИБС в зависимости от наличия НЛС. В результате исследования установлено, что в диагностике НЛС переднеперегородочной стенки ЛЖ наиболее чувствительным и специфичным показателем является величина продольной систолической деформации среднего и верхушечного сегментов (диагностический порог –13,5% и –14,7% соответственно). Для нижней стенки ЛЖ оптимальным диагностическим показателем оказалась величина циркулярной систолической деформации (диагностический порог для базального сегмента составил –12,9%, для среднего –10,7%).

Shvec D. A.¹, Povetkin S. V.²

¹ Orel region “Orel clinical regional hospital”, Orel, Russia

² Kursk State Medical University, Kursk, Russia

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF ALTERATIONS OF REGIONAL CONTRACTILITY OF THE LEFT VENTRICLE IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

Keywords: regional left ventricular contractility alteration; speckle tracking; left ventricular deformation.

For citation: Shvec D. A., Povetkin S. V. Quantitative Assessment of Alterations of Regional Contractility of the Left Ventricle in Patients With Ischemic Heart Disease. Kardiologiya. 2018;58(5):13–22.

SUMMARY

Background. An important aspect of ischemic heart disease (IHD) diagnosis is the assessment of alterations of regional contractility (ARC) of the left ventricle. Speckle tracking imaging is a relatively new diagnostic method used for this purpose. **Aim** of this study was to identify optimal parameters of left ventricular (LV) deformation by speckle-tracking echocardiography which can differentiate quantitatively degrees of ARC of all left ventricular segments in patients with acute and chronic forms of IHD. **Materials and methods.** We compared parameters of LV longitudinal, radial, and circular deformation in 216 patients with IHD in dependence on the presence of ARC. **Results.** The most sensitive and specific indicator of ARC of LV anterior septal wall was found to be the value of longitudinal systolic deformation of the middle and apical segments (diagnostic thresholds –13.5% and 14.7%, respectively). Such indicator for LV inferior wall was value of circular systolic strain (diagnostic threshold for the basal segment –12.9%, for the middle segment –10.7%).

Сердечно-сосудистые заболевания – основная причина убыли населения. В структуре сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности важное место занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС). Среди всех методов диагностики, входящих в стандарт исследования больных ИБС, основным является эхокардиография (ЭхоКГ). Данный метод позволяет оценить глобальную

и сегментарную дисфункцию левого желудочка (ЛЖ). В определенных ситуациях визуальная интерпретация нарушений локальной сократимости (НЛС) миокарда затрудняется. При проведении стресс-ЭхоКГ врачу ультразвуковой диагностики нужно за короткое время оценить сократимость миокарда в основных сечениях, сопоставимых с исходными, исследовать глобальную

сократимость и диастолическую функцию ЛЖ. При этом появление небольших, трудноуловимых для глаза изменений локального утолщения миокарда легко пропустить. Внедрение методики тканевого доплеровского исследования позволило сделать значительный шаг вперед в оценке локальной сократимости миокарда ЛЖ [1]. Однако данный метод не получил широкого практического применения. Причина заключается в особенностях самого метода, его трудоемкости и зависимости от опыта врача ультразвуковой диагностики [2, 3]. Появление методики отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle tracking) дало дополнительные преимущества при оценке локальной сократимости ЛЖ [4, 5, 6]. В последнее время появляется все больше исследовательских работ, использующих данный метод в качестве диагностики НЛС миокарда [7, 8]. Однако до сих пор существуют сложности в стандартизации методики и получении единых критериев, определяющих НЛС миокарда [5, 6, 9].

Цель исследования заключалась в выявлении оптимальных показателей деформации методом отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения, количественно дифференцирующих степень НЛС всех сегментов ЛЖ у больных с острыми и хроническими формами ИБС.

Материал и методы

В исследование были включены 216 пациентов с клинически и инструментально верифицированной ИБС. Критерии включения в исследование: острые и хронические формы ИБС. Острые формы ИБС – острый инфаркт миокарда (ИМ) и нестабильная стенокардия. Хронические формы ИБС – стабильная стенокардия напряжения и постинфарктный кардиосклероз (ПИКС).

Исключали больных с недостаточным качеством изображения сегментов ЛЖ, фибрилляцией предсердий, полной блокадой ножек пучка Гиса, эндокардиальной электрокардиостимуляцией.

Все исследуемые больные разделены на 2 группы в зависимости от наличия НЛС миокарда ЛЖ (табл. 1): 1-я группа – пациенты без НЛС (n=92); 2-я группа – лица с НЛС ЛЖ, диагностированными при ЭхоКГ (n=124), – 53 больных с НЛС переднеперегородочной локализации и 71 с НЛС нижней локализации. Больные с сочетанными НЛС передней и нижней стенок ЛЖ из исследования исключены.

Как представлено в табл. 1, среди больных с НЛС чаще встречаются мужчины, курящие, страдающие сахарным диабетом. Несмотря на отсутствие эхокардиографических критериев НЛС, у 22 больных 1-й группы был диагностирован острый ИМ без зубца Q. Количество крупноочаговых изменений в среднем и верхушечном

Таблица 1. Клиническая и нозологическая характеристика обследованных больных

Показатель		НЛС нет (n=92)	НЛС есть (n=124)	P	
Средний возраст, годы		59,1±9,9	57,7±10,9	>0,05	
Пол	мужчины	62 (67,4%)	96 (77,4%)	<0,01	
	женщины	30 (32,6%)	28 (22,6%)	<0,01	
Факторы риска развития ИБС	наследственная предрасположенность	41 (44,5%)	55 (44,3%)	>0,05	
	артериальная гипертензия	83 (90,2%)	105 (84,7%)	>0,05	
	курение	21 (22,8%)	48 (38,7%)	<0,01	
	сахарный диабет	4 (4,3%)	16 (12,9%)	<0,05	
Нозология	Острый ИМ	передний Q	0	24 (19,3%)	<0,05
		передний неQ	8 (8,7%)	12 (9,7%)	>0,05
	нижний	нижний Q	0	26 (20,9%)	<0,05
		нижний неQ	14 (15,3%)	19 (15,3%)	>0,05
	Прогрессирующая стенокардия		35 (38%)	13 (10,5%)	<0,001
	Стабильная стенокардия и ПИКС		35 (38%)	30 (24,1%)	<0,05
ХСН, %	II ФК	56 (60,8%)	79 (63,7%)	>0,05	
	III ФК	36 (39,2%)	45 (36,3%)	>0,05	
ЧКВ и КШ, %		42 (45,6%)	84 (67,7%)	<0,001	

Здесь и в табл. 2–8: НЛС – нарушения локальной сократимости; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ИМ – инфаркт миокарда; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ФК – функциональный класс; ЧКВ – чрескожные вмешательства; КШ – коронарное шунтирование.

сегментах переднеперегородочной стенки преобладало по сравнению с нижней стенкой ЛЖ (65 и 38% соответственно; p<0,001). В базальном сегменте нижней стенки ЛЖ крупноочаговых изменений было больше, чем в переднеперегородочной (p<0,001).

ЭхоКГ выполняли на сканере Philips iE33 (Нидерланды) датчиком S5–11,7–3,5 МГц. Сканирование и измерение основных параметров проводили из апикальных и короткоосевых сечений ЛЖ. Основываясь на рекомендациях Американского общества эхокардиографии и Европейской ассоциации специалистов по методам визуализации сердечно-сосудистой системы [2], определяли следующие показатели: индекс конечного диастолического объема левого желудочка (иКДО ЛЖ, мл/м²), в позиции на 4 камеры ЛЖ (все параметры объемов нормировали к величине площади поверхности тела – S_{пл}, определенной по формуле R. Mosteller) – иКДО ЛЖ, мл/м², индекс конечного систолического объема ЛЖ (иКСО ЛЖ, мл/м²). Фракцию выброса (ФВ) ЛЖ определяли по методу дисков Симпсона. Ударный выброс (УВ, мл) определяли как среднюю арифметическую величину при расчете по двум методам: разница КДО и КСО ЛЖ и произведение величины объемного кровотока на аортальном клапа-

не (АК) и площади выносящего тракта ЛЖ. Сердечный индекс (СИ) – $УВ \cdot ЧСС / S_{пл}$ (мл/м²), где ЧСС – частота сердечных сокращений. Диастолическую функцию ЛЖ оценивали по трансмитральному потоку крови. Контрольный объем пульсового доплера локализовали между створками митрального клапана (МК) со стороны ЛЖ. Регистрировали ранний (Е) и поздний (А) пики наполнения ЛЖ, вычисляли соотношение пиков Е/А (еА).

Апикальные сечения представлены двух-, трех- и четырехкамерной позициями. Все 6 стенок ЛЖ разделяли на 3 уровня (базальный, средний и верхушечный). Сечения ЛЖ по короткой оси осуществляли также на 3 уровнях: базальном, среднем и верхушечном. Таким образом, все 16 сегментов ЛЖ исследовались дважды – из апикальных и короткоосевых позиций. Каждый сегмент визуально оценивали по наличию НЛС. При нормальном утолщении сегмента диагностировали нормокинезию, при снижении утолщения – гипокинезию, в отсутствие утолщения – акинезию, в отсутствие утолщения в сопровождении с движением в противоположном направлении («систолическое выпячивание») – дискинезию.

Для получения величины систолической деформации в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle tracking) записывали кинопетлю в течение 3 последовательных циклов электрокардиограммы в серошкальном изображении (2D-режим). Частота смены кадров варьировала от 50 до 80 в минуту [1, 9]. Обработка полученных данных осуществлялась с помощью пакета программ QLAB 7.1. Двухмерное отслеживание пятен серой шкалы ультразвукового изображения проведено у всех пациентов из апикальных сечений и у некоторых из этих же больных с хорошей визуализацией короткоосевых сечений. Каждое из апикальных сечений исследовали отдельно по следующему алгоритму: выбор сечения, выделение 3 точек, по которым происходит захват изображения (2 точки в базальных сегментах ближе к основанию створок МК и апикальная точка), автоматическая обработка данных, возможность ручной корректировки зоны интереса, выведение таблицы измерений после усреднения 3 последовательных циклов. Миокард каждого из 3 апикальных сечений разделяли на 7 сегментов. При исследовании сечений по короткой оси ЛЖ захват изображения происходил после выделения зоны интереса в виде круга с произвольно изменяемым диаметром. Сечения по короткой оси на базальном и среднем уровнях разделяли на 6 сегментов каждое, апикальное сечение – на 4. При измерении в каждом сечении вводили данные интервалов от зубца R до открытия и закрытия АК (начало

и окончание потока на АК), до открытия и закрытия МК (начало и окончание потока на МК), интервал RR. Интервалы измеряли по кривой потоков в режиме пульсового доплера с контрольным объемом, помещенным между МК и АК. После введения указанных данных по значению пика strain перед закрытием АК определяли максимальный систолический пик деформации каждого сегмента.

В режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения определяли следующие показатели: максимальные систолические пики продольной, радиальной и циркулярной деформации сегментов ЛЖ (%) [1, 2]. У всех пациентов удалось измерить продольную и радиальную деформации нижней стенки ЛЖ на уровне базального, среднего и верхушечного сегментов. При этом исследование осуществляли из апикальной двухкамерной позиции ЛЖ. Доступны визуализации оказались передне- и нижнеперегородочная стенки ЛЖ на уровне базального, среднего и верхушечного сегментов. Малодоступны для осмотра и измерения основных параметров были передняя, передне- и нижнебоковая стенки ЛЖ. Вследствие наслоения легочной ткани лишь в 30% случаев удалось возможным провести анализ показателей деформации этих отделов сердца. Циркулярную систолическую деформацию измеряли на базальном и среднем уровнях короткоосевых сечений. Качественные изображения сечений по короткой оси ЛЖ оказались доступны для исследования и определения показателей деформации только у 50% пациентов с хорошей визуализацией апикальных сечений.

Для оценки НЛС передней стенки ЛЖ использовали показатели деформации переднеперегородочной стенки. Для исследования НЛС нижней стенки ЛЖ оценивали деформацию нижней стенки ЛЖ. Это обусловлено наибольшими возможностями визуализации и различными источниками кровоснабжения миокарда. Нижнеперегородочная стенка так же хорошо доступна визуализации, но ввиду смешанного характера кровоснабжения (правая коронарная артерия и передняя нисходящая артерия) в одинаковой степени может характеризовать сократимость как передней, так и нижней стенок ЛЖ.

Статистический анализ данных проводили с помощью программы Statistica 6.0. При обработке результатов исследования использовали параметрические и непараметрические методы. В случае нормального распределения признаков при определении значимости различия между средними величинами использовали критерий Стьюдента. В отсутствие нормального распределения признаков проводили сравнение при помощи теста U Манна–Уитни с поправкой Бонферрони

Таблица 2. Показатели гемодинамики левого желудочка исследуемых больных с ИБС

Показатель	НЛС нет (n=92)	НЛС есть (n=124)	p
иКДО ЛЖ, мл/м ²	45,1±10,6	58,8±16,3	<0,001
иКСО ЛЖ, мл/м ²	14,7±5,4	23,9±10,6	<0,001
ФВ ЛЖ, %	67,2±7,3	60,2±8,7	<0,001
СИ, л/мин/м ²	2,2±0,5	2,3±0,6	>0,05
Е/А, ед.	0,87±0,33	0,95±0,46	>0,05

иКДО ЛЖ – индекс конечного диастолического объема левого желудочка; иКСО ЛЖ – индекс конечного систолического объема левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; СИ – сердечный индекс.

продольной деформации у пациентов с гипокинетичными сегментами ниже 5-го перцентиля. Для определения границы гипо- и акинезии исследуемых сегментов определяли 95-й перцентиль гипокинетичных сегментов. ROC-кривые построены при помощи программы SPSS v.16.0. Статистически значимыми считали различия при p<0,05.

Результаты

В табл. 2 представлены основные показатели гемодинамики исследуемых групп больных ИБС.

Как видно из табл. 2, объемы ЛЖ значительно больше, а ФВ ЛЖ – меньше у больных с НЛС. Кроме того, у этих больных иКДО ЛЖ и иКСО ЛЖ больше, а ФВ ЛЖ меньше нормы [2].

Построение ROC-кривых позволило найти пороговые значения (точка отсечения) величин продольной

для множественных сравнений. Данные представляли в виде медианы и 5-го, 25-го, 75-го и 95-го перцентилей. В качестве границы, разделяющей нормо- и гипокинетичные сегменты, принимали значения систолической

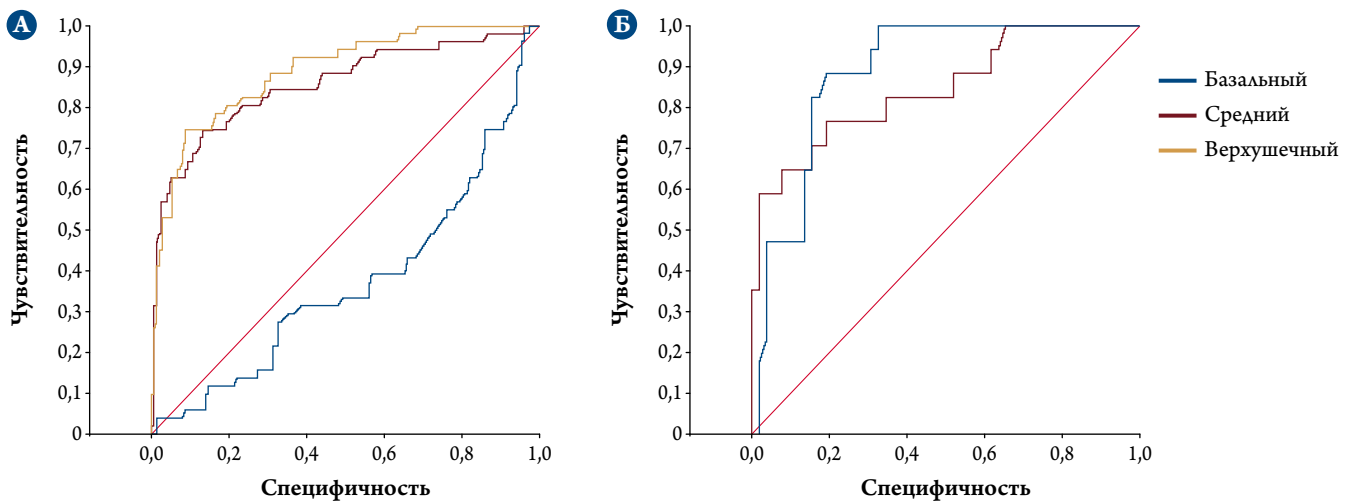


Рис. 1. ROC-кривые оценки чувствительности и специфичности продольной (А) и циркулярной (Б) систолических деформаций миокарда в диагностике нарушений локальной сократимости переднеперегородочной стенки левого желудочка.

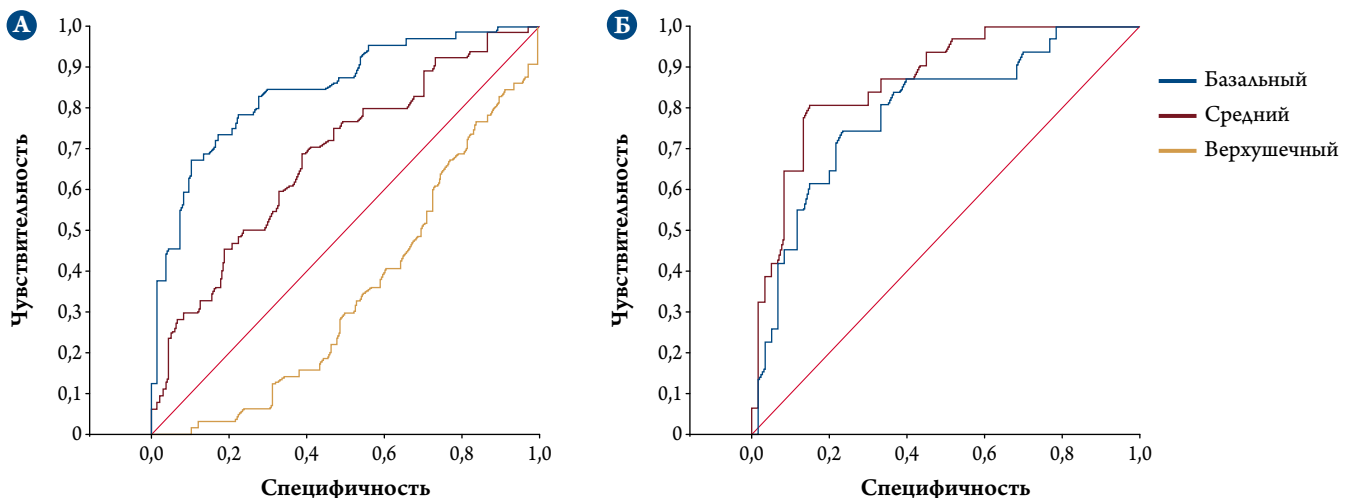


Рис. 2. ROC-кривые оценки чувствительности и специфичности продольной (А) и циркулярной (Б) систолических деформаций миокарда в диагностике нарушений локальной сократимости нижней стенки левого желудочка.

Таблица 3. Результаты бинарной классификации (ROC-кривые) НЛС левого желудочка показателем продольной систолической деформации у больных ИБС (n=216)

Стенка/segment ЛЖ		Точка отсечения (strain, %)	Площадь под кривой, %	Чувствительность	Специфичность	p
Передне-перегородочная	средний	-13,5	0,855 (0,787-0,923)	80,4	76,7	<0,001
	верхушечный	-14,7	0,888 (0,835-0,940)	80,4	80,7	<0,001
Нижняя	базальный	-10,3	0,844 (0,784-0,904)	78,1	77,6	<0,001
	средний	-14,2	0,680 (0,600-0,760)	68,8	60,4	<0,05

Здесь и в табл. 4: точка отсечения (strain, %) – продольная систолическая деформация, соответствующая максимальным значениям чувствительности и специфичности показателя. Площадь под кривой представлена в виде средней величины (%) и доверительного интервала (нижняя граница и верхняя граница).

Таблица 4. Результаты бинарной классификации (ROC-кривые) НЛС левого желудочка показателем циркулярной систолической деформации у больных с ИБС (n=110)

Стенка/segment ЛЖ		Точка отсечения (strain, %)	Площадь под кривой, %	Чувствительность	Специфичность	p
Передне-перегородочная	базальный	-14,1	0,887 (0,810-0,964)	80,2	80,8	<0,001
	средний	-11,8	0,846 (0,731-0,960)	76,5	80,8	<0,05
Нижняя	базальный	-12,9	0,792 (0,693-0,891)	77,4	66,7	<0,001
	средний	-10,7	0,867 (0,792-0,943)	80,6	85,0	<0,001

Таблица 5. Показатели продольной и циркулярной систолической деформации сегментов в зависимости от наличия НЛС ЛЖ у больных ИБС

Стенка ЛЖ/сегменты	НЛС нет		НЛС есть		
	продольная деформация	циркулярная деформация	продольная деформация	циркулярная деформация	
Передне-перегородочная	число	92	38	53	20
	базальный	-6,5±5,1	-16,6±5,5	-8,1±4,8	-8,7±5,1*
	средний	-17,3±4,2	-16,7±5,4	-8,7±6,1*	-8,3±6,9*
	верхушечный	-19,7±6,0	н.д.	-7,7±7,6*	н.д.
Нижняя	число	92	46	71	44
	базальный	-13,7±4,8	-14,0±5,8	-6,8±4,9*	-8,5±5,4*
	средний	-16,8±4,3	-16,3±4,4	-11,5±6,1*	-8,5±4,4*
	верхушечный	-19,4±5,0	н.д.	-19,6±5,9	н.д.

н.д. – нет данных. * – p<0,01 – для различий по сравнению с больными без НЛС.

и циркулярной систолических деформаций сегментов ЛЖ, соответствующие наибольшей чувствительности и специфичности (рис. 1, 2).

По данным кривым можно наглядно оценить чувствительность и специфичность каждого параметра. Как видно, наиболее чувствительными и специфичными для диагностики передних НЛС оказались продольная систолическая деформация верхушечного сегмента и циркулярная систолическая деформация базального сегмента переднеперегородочной стенки ЛЖ.

При анализе деформации нижней стенки ЛЖ наиболее чувствительными и специфичными в диагностике НЛС оказались продольная систолическая деформация базального сегмента и циркулярная систолическая деформация среднего сегмента нижней стенки ЛЖ.

В табл. 3 и 4 представлены точки отсечения и соответствующие показатели ROC-кривой продольной и цирку-

лярной систолических деформаций переднеперегородочной и нижней стенок ЛЖ.

Как представлено в табл. 3, качество модели по показателю площади под кривой (AUC) хорошее (AUC >0,8) для среднего и верхушечного сегментов переднеперегородочной и базального сегмента нижней стенок ЛЖ. По установленной величине порогового значения можно диагностировать НЛС указанных сегментов.

Качество модели диагностики по показателю AUC хорошее. Выявленные пороговые значения циркулярной систолической деформации позволяют с высокой степенью чувствительности и специфичности диагностировать НЛС ЛЖ, особенно базального и среднего сегментов переднеперегородочной и среднего сегмента нижней стенок ЛЖ.

В табл. 5 представлены средние продольная и циркулярная систолические деформации сегментов ЛЖ у больных ИБС с НЛС и без НЛС.

Таблица 6. Процентили систолической продольной деформации (%) переднеперегородочной стенки ЛЖ больных ИБС

Параметр	Сегменты, процентили									
	средний					верхушечный				
	5-й	25-й	50-й	75-й	95-й	5-й	25-й	50-й	75-й	95-й
Нормокинезия (n=92)	-22,7	-20,4	-17,4	-14,6	-10,0	-28,8	-23,3	-19,7	-16,2	-7,8
Гипокинезия (n=17)	-21,2	-17,0	-12,6*	-8,5	-0,7	-22,4	-14,7	-8,8*	-3,2	14,4
Акинезия (n=36)	-14,0	-9,5	-6,7*#	-2,9	-0,6	-20,4	-9,9	-6,9*	-2,7	1,8

Здесь и табл. 7: * – p<0,01 – для различий 50-го процентиля по сравнению с нормокинетичным сегментом; # – p<0,01 – для различий по сравнению с гипокинетичным сегментом.

Таблица 7. Процентили систолической продольной деформации (%) нижней стенки ЛЖ больных ИБС

Параметр	Сегменты, процентили									
	базальный					средний				
	5-й	25-й	50-й	75-й	95-й	5-й	25-й	50-й	75-й	95-й
Нормокинезия (n=92)	-22,5	-17,7	-13,7	-10,4	-5,8	-24,1	-19,7	-16,7	-13,4	-10,1
Гипокинезия (n=44)	-16,1	-10,3	-7,5*	-4,3	0,53	-20,5	-16,9	-13,6*	-10,4	-7,4
Акинезия (n=27)	-14,9	-7,6	-5,8*	-1,9	0,16	-15,1	-12,4	-7,7*#	-4,3	3,3

Как видно из табл. 5, у больных с НЛС показатели продольной и циркулярной систолических деформаций значительно ниже. Анализируя соотношение гипо- и акинетичных сегментов на разных уровнях стенок ЛЖ, выявили, что в базальном сегменте переднеперегородочной стенки ЛЖ преобладают сегменты с гипокинезией, а в базальном сегменте нижней стенки – соотношение гипокинетичных и акинетичных сегментов одинаковое. В среднем и верхушечном сегментах переднеперегородочной стенки ЛЖ преобладают уже акинетичные сегменты. Для нижней стенки ЛЖ данное соотношение остается на уровне 50%.

Важным аспектом исследования является поиск количественных критериев, по которым можно различать больных с нормальной и нарушенной локальной сократимостью ЛЖ. В табл. 6 и 7 и на рис. 3 и 4 представлены процентили систолической продольной деформации больных с нормо-, гипо- и акинезией сегментов переднеперегородочной и нижней стенок ЛЖ.

Как представлено в табл. 6, медиана систолической продольной деформации статистически значимо выше при гипо- и акинезии сегментов переднеперегородочной стенки ЛЖ.

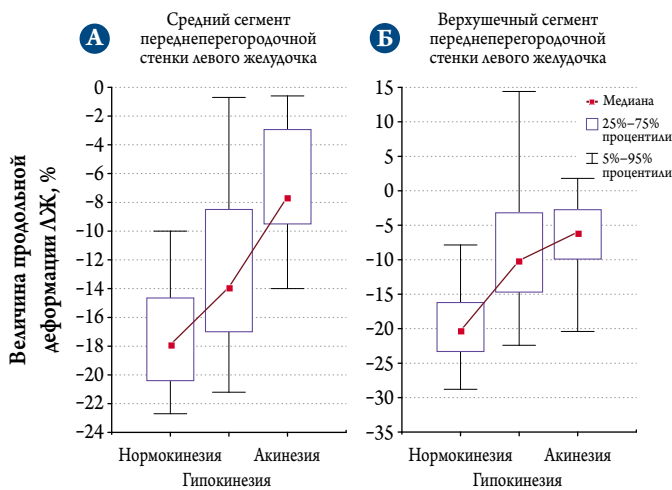


Рис. 3. Диаграмма размаха, сравнивающая медиану, 5-й, 25-й, 75-й и 95-й процентили систолической продольной деформации при различных НЛС среднего (А) и верхушечного (Б) сегментов переднеперегородочной стенки ЛЖ.

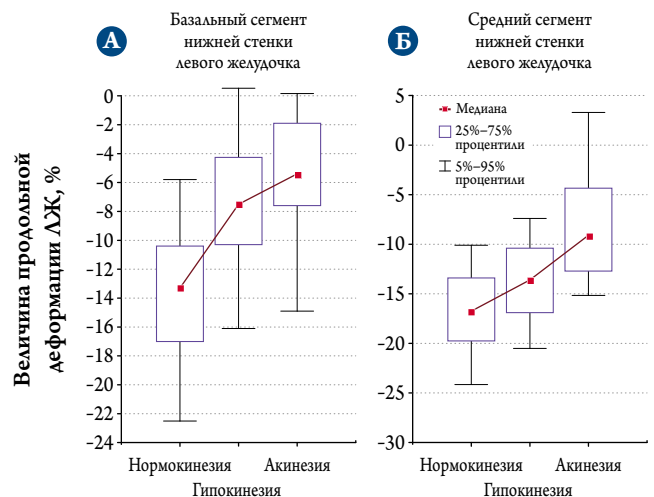


Рис. 4. Диаграмма размаха, сравнивающая медиану, 5-й, 25-й, 75-й и 95-й процентили систолической продольной деформации при различных НЛС базального (А) и среднего (Б) сегментов нижней стенки ЛЖ.

На рис. 3 видно, что 95-й перцентиль продольной систолической деформации нормокинетического сегмента соответствует 75-му перцентилю гипокинетического сегмента и 25-му перцентилю акинетического сегмента переднеперегородочной стенки ЛЖ. С учетом наложения границ значений деформации у больных с различными НЛС при систолической продольной деформации более $-21,2\%$ можно диагностировать нормокинезию, в то время как продольная деформация менее $-0,7\%$ соответствует акинезии сегмента. В верхушечном сегменте систолическая продольная деформация гипо- и акинетичных сегментов не различается.

Как представлено в табл. 7, медиана систолической продольной деформации значимо больше при гипо- и при акинезии сегментов нижней стенки ЛЖ.

Как представлено на рис. 4, 95-й перцентиль нормокинезии сопоставим с 75-м перцентилем гипокинезии и 50-м перцентилем акинезии среднего сегмента нижней стенки ЛЖ. При систолической продольной деформации более $-20,5\%$ можно диагностировать нормокинезию, в то время как продольная деформация менее $-7,4\%$ соответствует акинезии сегмента. В базальном сегменте систолическая продольная деформация гипо- и акинетичных сегментов не различается.

В отличие от переднеперегородочной и нижней стенок ЛЖ, сегменты передней и боковой стенок гораздо менее доступны удовлетворительной визуализации,

Таблица 8. Продольная систолическая деформация сегментов передней, переднебоковой и нижнебоковой стенок ЛЖ у больных ИБС

Стенка ЛЖ/сегменты	НЛС нет	НЛС есть
число	48	21
Передняя	базальный (-19,0; -4,3)	-11,6 (-18,3; -3,9)
	средний (-21,5; -4,9)	-9,4 (-19,9; -1,9)**
	верхушечный (-21,4; -4,2)	-4,4 (-13,8; 0,26)***
	число	72
Переднебоковая	базальный (-21,9; -3,4)	-12,4 (-19,8; -1,4)
	средний (-19,0; -0,5)	-8,9 (-16,2; -0,1)*
	верхушечный (-22,5; 0,33)	-6,8 (-11,2; -0,14)***
	число	75
Нижнебоковая	базальный (-24,9; -0,4)	-12,7 (-22,9; -2,5)
	средний (-23,3; -3,6)	-5,7 (-17,3; 0,7)***
	верхушечный (-19,9; 0,92)	-3,6 (-21,6; 1,5)**

Данные представлены в виде медианы (5-й перцентиль; 95-й перцентиль). * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ - для различий по сравнению с больными без НЛС.

при которой возможно использование методики отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения. По нашим данным, не более чем у 30% больных с хорошим качеством 2D-изображения переднеперегородочной и нижней стенок возможна оценка НЛС и показателей деформации передней и боковых стенок ЛЖ. В табл. 8 представлены величины продольной систолической деформации базальных, средних и верхушечных сегментов передней, переднебоковой и нижнебоковой стенок ЛЖ.

Как видно из табл. 8, в сегментах указанных стенок ЛЖ, несмотря на трудности с визуализацией, также выявляются статистически значимые различия величины продольной систолической деформации.

Обсуждение

Результаты исследования показали возможности методики отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения при оценке локальной сократимости миокарда ЛЖ. По величинам продольной и циркулярной систолической деформации можно выявить НЛС и дифференцировать степень НЛС сегментов ЛЖ, что согласуется с данными литературы [6]. Наиболее чувствительным диагностическим показателем, по которому можно выявлять больных с НЛС переднеперегородочной стенки ЛЖ, оказалась величина продольной систолической деформации. Установлено, что у 80% больных при данном показателе менее $-13,5\%$ в среднем сегменте и менее $-14,7\%$ в верхушечном сегменте можно диагностировать НЛС миокарда. В некоторых источниках литературы указывается нижний предел систолической деформации в норме для системы Philips QLAV 7.1 на уровне -14% [2]. Количество ложноотрицательных случаев диагностики по данным нашего исследования может составить 19%, а ложноположительных - 23%. Выявлено, что в среднем сегменте у 21 из 92 больных без НЛС продольная деформация оказалась ниже пороговой. У 20 пациентов продольная систолическая деформация составила от $-9,5\%$ до $-13,5\%$ (в среднем $-12,3\%$), что может соответствовать гипокинезии. Лишь у 1 больного гипердиагностика НЛС была при значении продольной систолической деформации $-0,13\%$, что может соответствовать акинезии сегмента ЛЖ. Причиной снижения пика продольной систолической деформации в отсутствие НЛС могут быть последствия кардиосклероза миокарда некоронарного генеза, гипертрофии ЛЖ или значительной систолической дисфункции ЛЖ (ФВ ЛЖ $< 35\%$). В верхушечном сегменте гипердиагностика НЛС имела у 18 больных. В 3 случаях величина продольной систолической деформации могла соответствовать акинезии (в среднем $-4,4\%$), в остальных - гипокинезии ($-11,7\%$).

У больных с НЛС пик продольной систолической деформации существенно меньше. Если в отсутствие НЛС в среднем сегменте показатель деформации составил $-17,3\%$, в верхушечном $-19,7\%$, то при всех НЛС продольная систолическая деформация снижалась более чем в 2 раза: $-8,7$ и $-7,7\%$ соответственно в среднем и верхушечном сегментах. Кроме того, в результате сравнения продольной деформации больных с нормо-, гипо- и акинезией среднего сегмента переднеперегородочной стенки получены количественные значения, по которым можно отличить больных с гипо- и акинезией от лиц с нормальной сократимостью указанного сегмента. Так, при продольной деформации больше $-21,2\%$ вероятно наличие нормокинезии, а при деформации меньше $-0,7\%$ можно предполагать акинезию сегмента.

Методика отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения позволяет оценить сократимость не только в продольном, но и в радиальном и циркулярном направлениях. Сравнение радиальной систолической деформации у больных с НЛС и без них не позволило выявить статистически значимых различий данного показателя ($p > 0,05$). Чувствительность и специфичность радиальной деформации для выявления НЛС оказалась меньше 60% . Показатель циркулярной деформации дает дополнительную информацию, позволяя выявлять НЛС в базальном сегменте переднеперегородочной стенки, что оказалось невозможно при оценке только продольной деформации. При циркулярной деформации меньше $-14,1\%$ весьма вероятно НЛС базального сегмента переднеперегородочной стенки (чувствительность и специфичность более 80%). Больные с НЛС имеют достоверно сниженную циркулярную систолическую деформацию ($-8,7\%$ в базальном сегменте и $-8,3\%$ в среднем), чем больные с нормальной сократимостью указанных сегментов ($-16,6$ и $-16,7\%$ соответственно). Выявленные изменения характерны для крупноочаговых ИМ, при которых НЛС локализуются не только в верхушечном и среднем, но и в базальном сегменте ЛЖ [10]. Следует указать, что оценка циркулярной деформации более затруднительна, чем продольной, ввиду технических сложностей лоцирования позиций по короткой оси ЛЖ. В нашем исследовании только у 50% больных при хорошей визуализации апикальных позиций удалось вывести качественное изображение сечений по короткой оси ЛЖ.

При оценке локальной сократимости нижней стенки ЛЖ выявлены особенности, отличные от результатов анализа переднеперегородочной стенки. Оказалось, что показатели продольной и циркулярной деформации базального сегмента нижней стенки позволя-

ют одинаково хорошо выявлять больных с НЛС ЛЖ. Полученные данные согласуются с данными литературы [10] и являются проявлением большего количества больных с крупноочаговыми изменениями миокарда в базальном сегменте нижней стенки по сравнению с базальным сегментом переднеперегородочной стенки ЛЖ ($p < 0,05$). Снижение циркулярной деформации в среднем сегменте нижней стенки ЛЖ, вероятно, является следствием гиподиагностики крупноочаговых НЛС в данном сегменте. При анализе среднего сегмента нижней стенки чувствительность и специфичность циркулярной деформации выше, чем продольной ($80,6\%$ и 85% – циркулярная деформация и $68,8\%$ и $60,4\%$ – продольная соответственно). Исследование верхушечного сегмента нижней стенки, несмотря на оптимальную визуализацию, и вовсе не позволяет выявить больных с НЛС. Причина снижения чувствительности и специфичности продольной деформации нижней стенки ЛЖ, вероятно, заключается в том, что средний и верхушечный сегменты нижней стенки при визуализации в сечении на 2 камеры ЛЖ часто оказываются нижнеперегородочными. Диагностическим порогом по величине продольной деформации в базальном сегменте нижней стенки явилась величина деформации $-10,3\%$. У больных без НЛС данный показатель был $-13,7\%$ и выше.

В базальном сегменте нижней стенки ЛЖ значимое снижение продольной систолической деформации выявлено у больных с гипокинезом сегмента. В то время как акинетичные сегменты не отличаются от гипокинетичных. Специфичность и чувствительность достигают $77,6\%$. Среди больных с гиподиагностикой НЛС только у одного пациента продольная систолическая деформация оказалась существенно сниженной – $1,9\%$, у остальных составила в среднем $-7,8\%$, что соответствует гипокинезии сегмента. В среднем сегменте нижней стенки при анализе продольной деформации удалось выявить количественные критерии, отличающие больных без НЛС (пик деформации составил $-20,5\%$) от пациентов с гипокинезией. Акинезию среднего сегмента нижней стенки ЛЖ можно диагностировать при снижении продольной деформации менее $-7,4\%$. Диагностическим порогом в данном случае стала величина продольной систолической деформации $-14,2\%$, что согласуется с данными литературы [2]. Специфичность и чувствительность величины продольной деформации в среднем сегменте невысоки. Причина, вероятно, заключается в особенностях лоцирования нижней стенки ЛЖ в апикальных позициях и сечении по короткой оси. Средний и особенно верхушечный сегмент нижней стенки в сечении на 2 камеры ЛЖ нередко оказывается нижнеперегородочным,

в то время как визуализация сегментов нижней стенки в сечении по короткой оси более специфична.

В сегментах, визуализация которых затруднена, – передней, переднебоковой и нижнебоковой стенках ЛЖ – оценка продольной систолической деформации в целом возможна. Установлено, что при НЛС данный показатель снижается в 2 раза.

Ограничения исследования

В нашем исследовании в качестве метода выявления наличия и степени НЛС ЛЖ использовалась визуальная оценка сократимости сегментов. Несомненно, при этом возможна гипо- и гипердиагностика НЛС. Подтверждением этого служит выявленное в нашем исследовании снижение циркулярной деформации в среднем сегменте нижней стенки ЛЖ, что может быть следствием преобладания крупноочаговых изменений. Однако визуальная оценка НЛС не позволила выявить преобладания крупноочаговых изменений в данном сегменте. В настоящее время «золотым стандартом» диагностики НЛС считается магнитно-резонансная томография сердца. Используя позитронно-эмиссионную томографию сердца, можно помимо нежизнеспособного (рубцового) миокарда выявить жизнеспособный миокард. При применении данных методов исследования можно увеличить чувствительность и специфичность метода отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения для диагностики НЛС ЛЖ.

Другим ограничением исследования является подбор группы больных. В нашем исследовании приняли участие пациенты с острыми и хроническими формами ИБС. При этом мы не разграничивали НЛС разной давности: острый ИМ и ПИКС. Поиск возможных отличий показателей деформации у больных с острыми и хроническими формами ИБС может быть целью дальнейших исследований.

Сведения об авторах:

БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» Минздрава России, Орёл

Швец Д. А. – к.м.н., кардиолог отделения кардиологического № 1 с ПРИТ.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Курск

Поветкин С. В. – д.м.н., проф., зав. кафедрой клинической фармакологии.

E-mail: denpost-card@mail.ru

Information about the author:

Orel region «Orel clinical regional hospital», Orel, Russia

Department of cardiology

Denis A. Shvec – cardiologist.

E-mail: denpost-card@mail.ru

Выводы

В качестве диагностического критерия нарушений локальной сократимости переднеперегородочной стенки левого желудочка у больных с острыми и хроническими формами ишемической болезни сердца можно использовать величину продольной систолической деформации. При данном показателе менее –13,5% в среднем сегменте и –14,7% в верхушечном сегменте можно предполагать нарушение локальной сократимости.

Оптимальным показателем диагностики нарушений локальной сократимости нижней стенки левого желудочка у больных с острыми и хроническими формами ишемической болезни сердца оказалась циркулярная систолическая деформация. При данном показателе меньше –12,9% в базальном сегменте и –10,7% в среднем сегменте можно предполагать нарушение локальной сократимости. Выявленные изменения циркулярной деформации были следствием преобладания акинезии в базальном сегменте нижней стенки левого желудочка.

В средних сегментах переднеперегородочной и нижней стенок левого желудочка оказалось возможным по величине продольной систолической деформации выявлять больных с различной степенью нарушений локальной сократимости левого желудочка.

При продольной систолической деформации среднего сегмента переднеперегородочной стенки левого желудочка более –21,2% можно диагностировать нормокинезию. Если данный показатель менее –0,7%, можно предположить наличие акинезии исследуемого сегмента.

Для среднего сегмента нижней стенки левого желудочка критерием разграничения нормо- и гипокинетичных сегментов явилась систолическая продольная деформация –20,5%. При продольной систолической деформации среднего сегмента задней стенки левого желудочка меньше –7,4% вероятно акинезия указанного сегмента.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Alekhin M.N. Ultrasound evaluation techniques of myocardial deformation and its clinical relevance. М.: Vidar 2012;86р. Russian (Алехин М.Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар 2012;86с.)
2. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28 (1):1–39. DOI: 10.1093/ehjci/jev014
3. Flakskampf A. Practical echocardiography. М.: МЕДпресс-информ, 2013 р.870. Russian (Флакскampf А. Практическая эхокардиография. М.: МЕДпресс-информ, 2013 с.870).
4. Blessberger H. Two dimensional speckle tracking echocardiography: clinical application. *Heart* 2010;96:2032–2040.
5. Medvedev P.I., Alekhin M.N., Sidorenko B.A. Diagnostic Possibilities of Speckle-Tracking Echocardiography. *Kardiologija* 2016;2:79–84. Russian (Медведев П.И., Алехин М.Н., Сидоренко Б.А. Диагностические возможности спекл-трекинг эхокардиографии у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиология* 2016;2:79–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.18565/cardio.2016.2.79-84>)
6. Munk K., Andersen N.H., Nielsen S.S. et al. Global longitudinal strain by speckle tracking for infarct size estimation. *Eur J Echocardiogr* 2011;12 (2):156–165. DOI:10.1093/ejecho-card/jeq168.
7. Vasyuk Yu.A. Functional diagnostics in cardiology: clinical interpretation. М: Prakticheskaya meditsina 2012;162р. Russian (Васюк Ю.А. Руководство по функциональной диагностике в кардиологии. Современные методы и клиническая интерпретация. М.: Практическая медицина 2012;162с.)
8. Hadzegovna A.B., Jushjuk E.N., Sinicina I.A. et al. New possibilities of estimation of functional condition of heart at an arterial hypertension. *SonoAce Ultrasound* 2012;24:46–51. Russian (Хадзегова А.Б., Ющук Е.Н., Сеницына И.А. и др. Новые возможности оценки функционального состояния сердца при артериальной гипертензии. *SonoAce Ultrasound* 2012;24:46–51.)
9. Choi J. O., Cho S.W., Song Y.B. et al. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr* 2009;10:695–701.
10. Takeuchi M., Nishikage T., Nakai H. The assesement of left ventricular twist in anterior wall myocardial infarction using two-dimensional speckle tracking imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20:36–44.

Поступила 17.12.16 (Received 17.12.16)