

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕГМЕНТАРНОЙ СОКРАТИМОСТИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПО ДАННЫМ ЭХОКАРДИОГРАФИИ И ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА

Абдрахманова А.И.<sup>1,2</sup>, Амиров Н.Б.<sup>1,3</sup>, Цибулькин Н.А.<sup>4</sup>, Сайфуллина Г.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, e-mail: alsuchaa@mail.ru;

<sup>2</sup>ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Казань;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, e-mail: namirov@mail.ru;

<sup>4</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань, e-mail: kldkgma@mail.ru

**Цель работы:** сравнить методы эхокардиографии (ЭХОКГ) и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ) миокарда в оценке локальной сократимости ЛЖ при безболевого ишемии миокарда (ББИМ); рассмотреть возможность сопоставления данных ЭХОКГ и ОЭКТ у таких больных. У 27 пациентов стационара с ББИМ и отсутствием нарушений сегментарной сократимости ЛЖ по данным ЭХОКГ были собраны результаты ОЭКТ: сегментарные перфузия и сократимость. Проведено сравнение сегментарной сократимости по ЭХОКГ (16-сегментная схема) с сократимостью и перфузией по ОЭКТ (19-сегментная схема). **Результаты.** У 13 пациентов выявлены нарушения сегментарной сократимости на ОЭКТ в покое. Индекс регионарной сократимости (ИРС) в покое составил по ЭХОКГ 1 балл, по ОЭКТ –  $1,28 \pm 0,32$  балла (от 1,06 до 2,00). Доля сегментов со снижением сократимости варьировала от 6,25% до 100%, составляя в среднем  $18,58 \pm 24,97\%$ . Среднее расхождение оценки сегментарной сократимости в баллах варьировало от 1,75 до 2,67, составляя в среднем  $2,23 \pm 0,56$  балла. Снижение сократимости на ОЭКТ встречалось во всех сегментах, но чаще в 14-м и 16-м (апикальных), составляя по 38,46%. В двух случаях данные ЭХОКГ и ОЭКТ имели значительные различия. Область применения: сопоставление и анализ данных регионарной сократимости миокарда левого желудочка по данным ОЭКТ и ЭХОКГ у кардиологических больных. У пациентов с ББИМ метод ЭХОКГ дает ложноотрицательные результаты по сравнению с углубленным исследованием ОЭКТ. Предложен метод прямого сопоставления оценок сегментарной сократимости по ЭХОКГ и ОЭКТ. Расхождение оценок сократимости составило от 2 до 3 баллов, в среднем  $1,53 \pm 1,11$  балла. Снижение сократимости на ОЭКТ найдено в 3–5-м и 9–16-м сегментах, максимально в 14-м и 16-м (до 40%). Значительные расхождения оценок были связаны с наличием многососудистого поражения, постинфарктного кардиосклероза, недостаточностью атриовентрикулярных клапанов, артериальной и легочной гипертензией.

**Ключевые слова:** безболевого ишемия, эхокардиография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF LEFT VENTRICULAR SEGMENTAL CONTRACTILITY USING ECHOCARDIOGRAPHY AND SINGLE-PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN SILENT MYOCARDIAL ISCHEMIA

Abdrahmanova A.I.<sup>1,2</sup>, Amirov N.B.<sup>1,3</sup>, Tsibulkin N.A.<sup>4</sup>, Sayfullina G.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan Federal University, Kazan, e-mail: alsuchaa@mail.ru;

<sup>2</sup> Interregional clinical diagnostic center, Kazan;

<sup>3</sup> Kazan state medical university, Kazan, e-mail: namirov@mail.ru;

<sup>4</sup> Kazan State Medical Academy, Kazan, e-mail: kldkgma@mail.ru

**Aim:** comparison of echocardiography (EchoCG) and single-photon emission computed tomography (SPECT) of myocardium in assessing LV local contractility in SMI; consider directly comparing EchoCG and SPECT data in such patients. **Materials and methods.** In 27 inpatient patients with SMI and absence of LV segmental contractility disorders according to EchoCG, results of SPECT were collected: segmental perfusion and contractility. Segmental EchoCG contractility (16-segment scheme) was compared with SPECT contractility and perfusion (19-segment scheme). **Results.** In 13 patients, disorders of segmental contractility on SPECT were revealed at rest. Index of regional contractility (IRC) at rest was calculated: by EchoCG 1 point, by SPECT  $1.28 \pm 0.32$  (1.06 to 2.00). Proportion of segments with decrease in contractility ranged from 6.25% to 100%, averaging  $18.58 \pm 24.97\%$ . Average difference in segmental contractility score ranged from 1.75 to 2.67, averaging  $2.23 \pm 0.56$  points. Decrease in contractility on SPECT was found in all segments, most in apical. In two cases,

**EchoCG and SPECT data had significant differences. Field of application: comparison and analysis of data on regional left ventricular myocardial contractility according to SPECT and EchoCG in cardiological patients. Conclusions. In patients with SMI, EchoCG method gives false-negative results compared to SPECT. Method of direct comparison of segmental contractility for EchoCG and SPECT is proposed. Discrepancy in contractility estimates ranged from 2 to 3 points, an average of  $1.53 \pm 1.11$ . Decrease in contractility on SPECT was found in 3–5 and 9–16 segments, maximum in 14 and 16. Significant discrepancies were associated with multi-vascular lesion, post-infarct cardiosclerosis, high valve insufficiencies, arterial and pulmonary hypertension.**

Keywords: silent myocardial ischemia, echocardiography, single-photon emission computed tomography.

Наличие безболевого ишемии миокарда (ББИМ) повышает риск внезапной сердечной смерти, нарушений ритма сердца, инфаркта миокарда и застойной сердечной недостаточности [1, 2]. Важной функциональной характеристикой сердца является региональная сократимость левого желудочка (ЛЖ), ее определение уточняет характер и возможные причины поражения миокарда, помогает спланировать тактику ведения пациента [3–4]. Обнаружено, что у пациентов с ББИМ по сравнению с больными с безболевыми эпизодами нарушения локальной сократимости более выражены: они выявлялись чаще, захватывали большее количество сегментов [5]. Для оценки регионарной сократимости ЛЖ обычно используются эхокардиография (ЭХОКГ) или однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОЭКТ). Сравнение результатов ЭХОКГ и ОЭКТ помогает понять сопоставимость получаемых с их помощью данных [6].

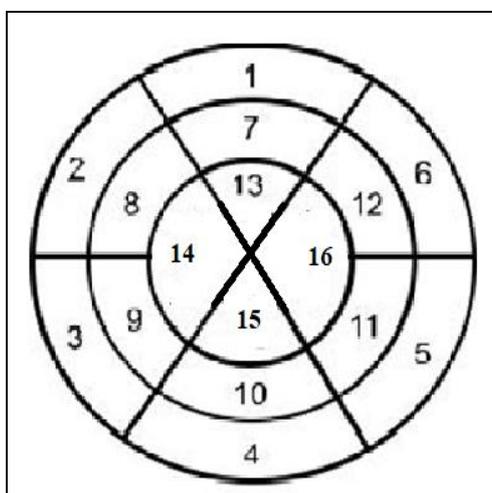
Цель исследования. Определить возможность сопоставления методов ЭХОКС и ОЭКТ в определении регионарной сократимости миокарда ЛЖ у пациентов с ББИМ, выявить наличие различий при использовании этих методов. На основе анализа полученных результатов предложить вариант сравнения данных ЭХОКС и ОЭКТ.

**Материал и методы исследования.** Среди пациентов с ББИМ выделена группа из 27 пациентов с подтвержденной ББИМ, которым в одну госпитализацию проводились ЭХОКС и ОЭКТ (покой/нагрузка) и по данным ЭХОКС не было обнаружено нарушений региональной сократимости. Средний возраст больных составил  $57,7 \pm 6,16$  года, из них 4 женщины (14,8%) и 23 (85,2%) мужчины. У 18 пациентов (66,7%) была полностью ББИМ (I тип), у 9 (33,3%) пациентов – сочетание болевых и безболевых эпизодов (II тип). 10 (37%) пациентов имели в анамнезе перенесенный ИМ, 20 (74%) – артериальную гипертензию, 3 (11,1%) пациентов страдали СД II типа.

При проведении ОЭКТ использовалась 19-сегментная модель ЛЖ, при проведении ЭХОКГ – 16-сегментная модель. По шкале оценки сегментарной сократимости ЛЖ выделяют следующие варианты: нормальная сократимость или гиперкинез – 1 балл, гипокинез – 2 балла, акинез или минимальное утолщение – 3 балла, дискинез (парадоксальное систолическое движение) – 4 балла, аневризма (диастолическая деформация) – 5 баллов [7]. При суммировании баллов для всех сегментов и делении на

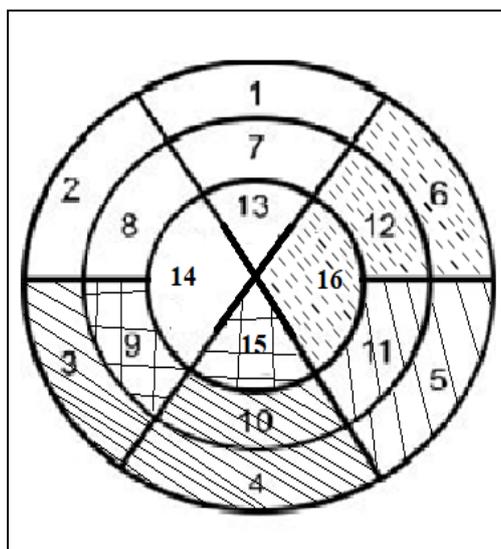
число визуализированных сегментов можно получить индекс регионарной сократимости (ИРС) миокарда.

С целью прямого сопоставления результатов анализа сегментарной сократимости по данным ОЭКТ и ЭХОКГ нами предложен перевод 19-сегментной модели ЛЖ в объединенную 16-сегментную модель (рис. 1). Выбор 16-сегментной модели в качестве основной определяется следующими причинами: 1) деление апикального уровня миокарда на 6 сегментов приводит к резкой несопоставимости анатомических размеров сегментов базального и апикального уровня, при этом теряется практический смысл расчета индекса сегментарной сократимости; 2) деление апикального уровня миокарда в 16-сегментной модели в целом соответствует распределению кровоснабжения от коронарных артерий; 3) исключение верхушки (19-го сегмента) связано с его полной функциональной зависимостью от смежных апикальных сегментов; 4) отсутствие выхода верхушки (19-го сегмента) на эндокардиальную поверхность ЛЖ делает в принципе невозможной оценку его подвижности в баллах. Выделение верхушки в самостоятельный сегмент нецелесообразно, поскольку ее кровоснабжение и сократимость определяются смежными апикальными сегментами. Как правило, сократимость верхушки определяется передним, септальным и боковым апикальными сегментами. Изолированных нарушений сократимости верхушки при сохранении сократимости перечисленных смежных сегментов нами выявлено не было. Таким образом, сегменты с 1-го по 12-й и их баллы по оценке сократимости переводятся из 19-сегментной модели в объединенную 16-сегментную модель без изменений. Сегменты 14 и 15 из 19-сегментной модели объединяются в сегмент 14 в 16-сегментной модели, а сегменты 16 и 17 из 19-сегментной модели объединяются в сегмент 16 в 16-сегментной модели. При расчете индекса сократимости баллы сегментов 14 и 15 из 19-сегментной модели переводятся как среднее арифметическое в баллы сегмента 14 в 16-сегментной модели, а баллы сегментов 16 и 17 из 19-сегментной модели переводятся как среднее арифметическое в баллы сегмента 16 в 16-сегментной модели.



*Рис. 1. Объединенная 16-сегментарная модель ЛЖ. Базальные сегменты: 1 – передней; 2 – передне-септальный; 3 – нижне-септальный; 4 – нижний; 5 – нижнебоковой; 6 – переднебоковой. Медиальные сегменты: 7 – передний; 8 – передне-септальный; 9 – нижне-септальный; 10 – нижний; 11 – нижнебоковой; 12 – переднебоковой. Апикальные сегменты: 13 – передний; 14 – септальный; 15 – нижний; 16 – боковой*

Следует подчеркнуть, что предлагаемая модель позволяет сохранить в рамках одного объединенного сегмента характер кровоснабжения двух объединяемых сегментов. В объединенной 16-сегментной модели сегменты ЛЖ верно соотносятся с бассейном кровоснабжения коронарных артерий в зависимости от вариантов коронарного кровообращения (рис. 2). При этом возникает возможность прямого сопоставления различных инструментальных показателей, связанных с сегментарной сократимостью ЛЖ.



*Рис. 2. Распределение коронарного кровообращения в объединенной 16-сегментной модели. Сегменты 1, 2, 7, 8, 13, 14 – ПНА; 6,12,16 – ОА или ПНА; 5,11 – ОА или ПКА; 3, 4, 10 – ПКА; 9, 15 – ПКА или ПНА*

Вместе с тем объединенная 16-сегментная модель имеет свои особенности, требующие учета. В частности, апикальные сегменты 14 и 16 превосходят по размерам сегменты 13 и 15. Кроме того, перевод баллов сократимости из двух сегментов в один в форме среднего арифметического создает дробность получаемых значений. Практическое применение модели показало, что разница между объединяемыми сегментами (14-м и 15-м; 17-м и 18-м) никогда не превышала 1 балла, составляя пары значений: 1–1 (76%), 2–2 (9,2%), 1–2 (14,8%). Следовательно, разница между результирующим баллом объединенного

сегмента (среднее арифметическое по двум объединяемым сегментам) и исходным баллом каждого из объединяемых сегментов никогда не превышала 0,5 балла. Иначе говоря, объединение сегментов по такому принципу не приводит к необоснованному завышению или занижению сократимости объединенного сегмента по сравнению с каждым из исходных сегментов. Это позволяет использовать балл объединенного сегмента наряду с баллами других сегментов для расчета ИРС как среднего арифметического по всем сегментам.

Нарушения региональной сократимости в заключениях по ОЭКТ и ЭХОКГ часто имеют описательный характер, поэтому нами предложена и была использована следующая система оценки нарушений сократимости: нормокинезия и гиперкинезия – 1 балл; умеренная гипокинезия – 2 балла, выраженная гипокинезия и гипо-акинезия – 3 балла, акинезия – 4 балла, парадоксальное систолическое движение (дискинезия) – 5 баллов. Из полученных значений в баллах рассчитывался ИРС, эквивалентный классическому ИРС, как среднее арифметическое по объединенной 16-сегментной модели, однако имеющий больший разброс значений с учетом введения дополнительной градации в 5 баллов. Статистическая обработка проведена с использованием лицензионного программного обеспечения «Statistica» (StatSoft, Inc.), различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** Метод ЭХОКГ у части пациентов с подтвержденной ББИМ может давать ложноотрицательные результаты в 51,8% случаев по сравнению с более углубленной ОЭКТ. У 13 из 27 пациентов с нормальной регионарной сократимостью по ЭХОКГ на ОЭКТ в покое были выявлены нарушения. Эти случаи включали 11 мужчин и 2 женщин в возрасте 51–71 лет (средний возраст 59 лет), у 9 из которых была ББИМ 1-го типа и у 4 – ББИМ 2-го типа. В 8 случаях имелся ПИКС, в 10 случаях – артериальная гипертензия, в 3 – случаях сахарный диабет.

Средние значения ИРС по объединенной 16-сегментной модели в группе составили: по ЭХОКС – 1, по ОЭКТ –  $1,28 \pm 0,32$  (от 1,06 до 2,00). Доля сегментов со сниженной сократимостью на ОЭКТ варьировала в отдельных случаях от 6,25% до 100%, составляя в среднем  $18,58 \pm 24,97\%$ . Расхождение значений ИРС по ЭХОКГ (1,00) и ОЭКТ варьировало от 1,75 до 2,67, составляя в среднем  $2,23 \pm 0,56$ . Расхождения встречались во всех сегментах, но чаще в 14-м (апикальном септальном) и в 16-м (апикальном боковом) – по 38,46%.

В группе из 13 человек оценка сократимости по отдельным сегментам в баллах показала следующее. В базальных сегментах среднее расхождение варьировало от  $1,08 \pm 0,28$  балла (сегменты 1, 6) до  $1,61 \pm 1,16$  балла (сегмент 3), составив в среднем по базальным сегментам  $1,28 \pm 0,34$  балла. В сегментах, имевших расхождения, оценка в баллах по ОЭКТ варьировала от 2 (умеренный гипокинез – сегменты 1, 5, 6) до 3 баллов (выраженный гипокинез – сегмент 2), в среднем составив  $2,36 \pm 0,36$  балла. В медиальных

сегментах среднее расхождение варьировало от  $1,08 \pm 0,28$  балла (сегмент 7) до  $1,54 \pm 0,97$  балла (сегмент 9), составив в среднем по медиальным сегментам  $1,24 \pm 0,30$  балла. В сегментах, имевших расхождения, оценка в баллах по ОЭКТ варьировала от 2 (умеренный гипокинез – сегменты 7, 10, 11, 12) до 3 баллов (выраженный гипокинез – сегмент 8), составив в среднем  $2,29 \pm 0,45$  балла. В апикальных сегментах среднее расхождение варьировало от  $1,23 \pm 0,60$  (сегмент 15) до  $1,42 \pm 0,64$  балла (сегмент 14), составив в среднем по апикальным сегментам  $1,34 \pm 0,36$  балла. В сегментах, имевших расхождения, оценка в баллах по ОЭКТ варьировала от  $1,80 \pm 0,36$  балла (сегмент 16) до  $2,67 \pm 0,34$  балла (сегмент 13), составив в среднем  $2,26 \pm 0,39$  балла.

Также проводился анализ сегментарной сократимости и перфузии по результатам ОЭКТ (табл. 1).

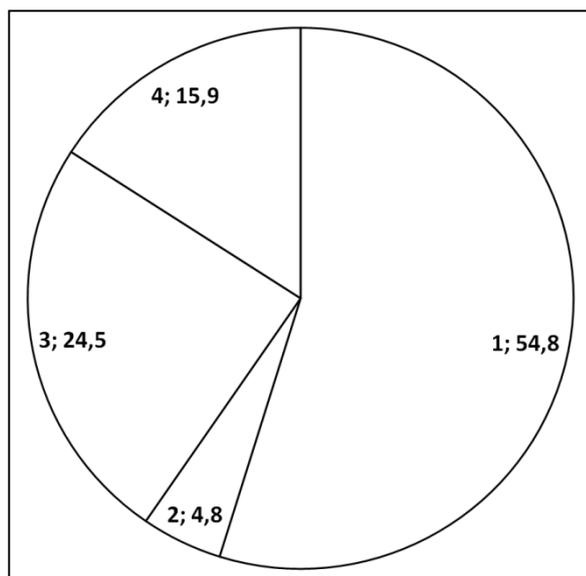
Таблица 1

Сопоставление сократимости и перфузии по сегментам у пациентов с ББИМ

Варианты сочетаний*	Сегменты																n
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	4	5	5	5	6	8	9	10	8	8	9	10	6	7	7	7	114
2	–	–	3	3	1	–	–	1	–	1	–	–	1	–	–	–	10
3	8	6	4	4	5	4	3	1	1	2	2	1	4	1	4	1	51
4	1	2	1	1	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	2	5	33

Примечание: \* 1 – нормальная сократимость и нормальная перфузия, 2 – нарушенная сократимость и нарушенная перфузия, 3 – нарушение сократимости при нормальной перфузии, 4 – нормальная сократимость при нарушенной перфузии.

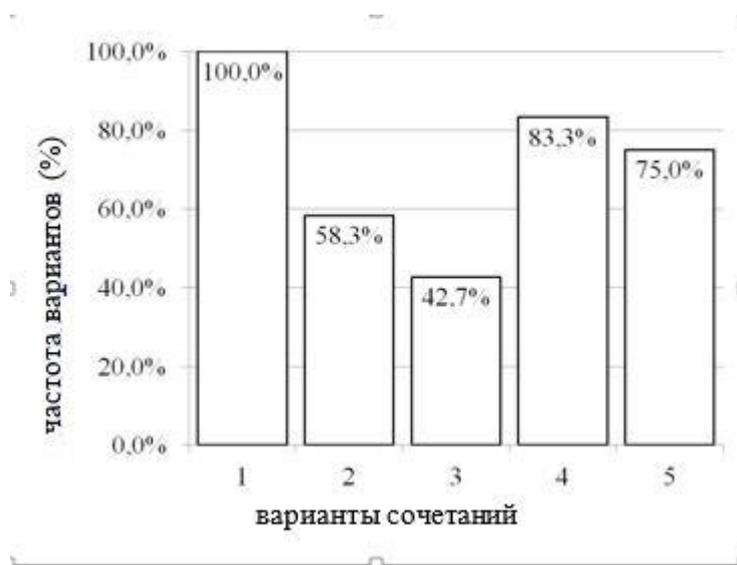
Несовпадения сократимости и перфузии миокарда ЛЖ были обнаружены у всех пациентов. Число сегментов с расхождениями от 2 до 16 в среднем составило  $2,62 \pm 1,31$  сегмента. Из 208 сегментов у 13 пациентов чаще всего встречалось совпадение нормальной сократимости и нормальной перфузии (54,8% случаев), совпадение нарушенной сократимости с нарушенной перфузией – в 4,8% случаев, нарушение сократимости при нормальной перфузии – в 24,5% случаев, нормальная сократимость при нарушенной перфузии – в 15,9% сегментов (рис. 3). Разница в группах с различными вариантами сочетаний сократимости и перфузии, определенная по методу Хи-квадрат, была достоверна,  $p < 0,05$ .



*Рис. 3. Показатели сегментарной сократимости и перфузии по ОЭКТ: 1 – совпадение нормальной сократимости и перфузии (%); 2 – совпадение сниженной сократимости и перфузии (%); 3 – снижение сократимости при нормальной перфузии (%); 4 – нормальная сократимость при сниженной перфузии (%)*

Расхождение оценок сократимости и перфузии, выявленное более чем в 1/3 сегментов (35,4%), не может быть случайным. Нормальная сократимость при сниженной перфузии (26,6%) может быть связана с тем, что исследование проводилось в состоянии покоя, без нагрузки на миокард. Сегменты со сниженной сократимостью при нормальной перфузии (8,9%) могут иметь некоронарную природу выявленных нарушений.

Сегменты с совпадением нормальной сократимости и перфузии выявлялись у всех пациентов, но их доля варьировала от 87,5% (14 сегментов) до 25,0% (4 сегмента). Из них пациенты, имевшие такое совпадение не менее чем в половине всех сегментов, составили 58,3%. Сегменты со сниженной сократимостью при нормальной перфузии имелись у 83,3% пациентов. Сегменты с сохраненной сократимостью при сниженной перфузии имелись в 75,0% случаев. Совпадение сниженной сократимости и перфузии выявлено у 42,7% больных (рис. 4).



*Рис. 4. Частота вариантов сочетаний сократимости и перфузии по ОЭКТ.*

- 1 – совпадение нормальной сократимости и перфузии;*
- 2 – совпадение нормальной сократимости и перфузии не менее чем в половине всех сегментов;*
- 3 – совпадение сниженной сократимости и перфузии;*
- 4 – сниженная сократимость при нормальной перфузии;*
- 5 – нормальная сократимость при сниженной перфузии*

Нами разработана и успешно применена для сопоставления данных ЭХОКГ и ОЭКТ объединенная 16-сегментная модель, которая позволила провести сопоставление данных локальной сократимости ЛЖ и предложить методику проведения исследования. Мы учитывали, что нет необходимости выделения верхушки как отдельного сегмента, учитывая особенности ее кровоснабжения и сократимости.

У пациентов с ББИМ метод ЭХОКГ может давать ложноотрицательные результаты локальной сократимости ЛЖ в более чем половине случаев по сравнению с данными ОЭКТ. Доля сегментов со сниженной сократимостью на ОЭКТ варьировала в широких пределах, при этом расхождения в апикальных септальном и боковом сегментах были наиболее частыми. В базальных, средних и апикальных сегментах максимальное среднее расхождение было в 3-м и 9-м нижне-септальных и в 14-м септальном сегментах; в сегментах, имевших расхождения, выраженный гипокинез обнаружен во 2-м и 8-м сегментах (передне-септальных) и в 13-м переднем сегменте. Таким образом, обнаружено, что данные локальной сократимости по результатам ЭХОКС и ОЭКТ в большей мере различаются в перегородочной области (2-й, 3-й, 8-й, 9-й, 14-й сегменты) с захватом 13-го переднего апикального сегмента.

Проведенное сопоставление данных локальной сократимости и перфузии по объединенной 16-сегментной модели в виде числа сегментов со следующими признаками: совпадение нормальной сократимости и перфузии, нарушение сократимости при нормальной перфузии, нормальная сократимость при нарушении перфузии, совпадение нарушений сократимости и перфузии – показало, что те или иные изменения в разной мере выявляются у всех пациентов. Обнаружены несовпадения сократимости и перфузии миокарда ЛЖ от 2-го до 16-го сегментов. Несовпадение данных ЭХОКС и ОЭКТ выявлено в виде нарушения сократимости при нормальной перфузии в 24,5% сегментов, нормальная сократимость при нарушенной перфузии – в 15,9% сегментов.

Обоснованное исключение данного случая изменило распределение вариантов нарушения изучаемых показателей в форме перевеса в сторону группы с нормальной сократимостью при нарушенной перфузии – в 26,6% сегментов и уменьшения в группе с нарушением сократимости при нормальной перфузии – в 8,9% сегментов.

Существует необходимость продолжения нашего исследования, следующим этапом планируются использование предложенной нами методики сопоставления методов ЭХОКС и ОЭКТ у пациентов с ББИМ на большей группе, сопоставление данных ЭХОКС и ОЭКТ с результатами других методов исследования.

**Выводы.** Разработана и успешно опробована объединенная 16-сегментная модель деления миокарда ЛЖ, которая может быть использована для прямого сопоставления результатов ЭХОКГ, ОЭКТ и КАГ. Она может позволить, при невозможности проведения всех трех исследований, с высокой долей вероятности предвидеть изменения на недостающих методах исследования. У пациентов с ББИМ метод ЭХОКГ может давать ложноотрицательные результаты по сравнению с более углубленным исследованием ОЭКТ более чем у половины больных. С использованием предложенной модели установлено расхождение сократимости по ЭХОКГ и ОЭКТ по всем сегментам, чаще в 14-м (апикальном септальном) и в 16-м (апикальным боковом). В базальных, медиальных и апикальных сегментах средние значения максимального расхождения были в септальных сегментах. В сегментах, имевших расхождения, более выраженный гипокинез обнаружен в базальном и медиальном передне-септальных сегментах и в переднем апикальном сегменте.

На ОЭКТ обнаружено расхождение сократимости и перфузии миокарда по 2 и более сегментам (до 16 сегментов) у всех пациентов группы. Сегменты, имевшие снижение сократимости при нормальной перфузии, составили 24,5%, а имевшие нормальную сократимость при сниженной перфузии – 15,9%. Анализ обоих показателей позволяет расширить возможности дифференциальной диагностики некоронарных поражений.

## Список литературы

1. Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Сайфуллина Г.Б. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы) // Вестник современной клинической медицины. 2015. № 6. С. 103-115.
2. Голухова Е.З., Громова О.И., Булаева Н.И., Бокерия Л.А. Внезапная сердечная смерть у больных ишемической болезнью сердца: от механизмов к клинической практике // Кардиология. 2017. № 12 (57). С. 73-81.
3. Wengenmayer T., Stephan A., Grundmann S., Föll D., Beyersdorf F., Bode C., Geibel A. Altered regional myocardial mechanics in transplanted hearts: influence of time and transplantation. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2017. vol. 65. no. 5. P. 415-422.
4. Amzulescu M.S., Langet H., Saloux E., Manrique A., Boileau L., Slimani A., Allain P., Roy C., De De Meester C., Pasquet A., De Craene M., Vancraeynest D., Pouleur A-C., J Vanoverschelde J.-L., Gerber B.L. Head-to-Head comparison of global and regional twodimensional speckle tracking strain versus cardiac magnetic resonance tagging in a multicenter validation study. Circ. Cardiovasc. Imaging. 2017. vol. 10. no. 11. P. e006530.
5. Kostakou P.M., Kostopoulos V.S., Psarrou G.A., Kostakou P.M., Tzavara C., Olympios C.D. Left ventricular function in patients with hypertrophic cardiomyopathy and its relation to myocardial fibrosis and exercise tolerance. A new diagnostic criterion. Int. J. Cardiol. 2018. vol. 259. P. 116-121.
6. Амиров Н.Б., Цибулькин Н.А., Абдрахманова А.И., Сайфуллина Г.Б., Султанова Г.И. Сопоставимость оценок сократительной функции левого желудочка по результатам эхокардиографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда // Вестник современной клинической медицины. 2018. № 2. С. 14-18.
7. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F., Foster E., Goldstein S., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M., Rietzschel E., Rudski L., Spencer K., Tsang W., Voigt J. Recommendations for cardiac chamber quantification by ЭХОКГcardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging. 2015. vol. 16. no. 3. P. 233-270.