

## Место перфузионной сцинтиграфии миокарда в диагностике синдрома такоцубо

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

Проведен анализ публикаций, посвященных применению однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в диагностике синдрома такоцубо, на клиническом примере представлена динамика показателей этого исследования.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография может быть применена для оценки перфузии для исключения инфаркта миокарда в неопределенных случаях. В сегментах с нарушенной сократительной функцией возможно выявление нормальной или немного сниженной перфузии, в период острой фазы отмечается сниженное накопление радиофармпрепарата в сегментах миокарда с нарушенной функцией, которое совпадает с региональным распределением нейрональной активности. Патологические изменения могут сохраняться в течение нескольких месяцев, а выполнение сцинтиграфии с радиофармпрепаратом может играть роль в случаях, когда диагноз не был установлен своевременно или больной обратился за медицинской помощью в отдаленные сроки после развития острого эпизода заболевания.

Метод сцинтиграфии миокарда в режиме ЭКГ-синхронизированной томографии, позволяя одновременно оценить перфузию и функцию левого желудочка, дает возможность более точно дифференцировать такое состояние как синдром такоцубо, динамику состояния миокарда в ходе мониторинга лечебных мероприятий.

**Российский кардиологический журнал. 2018;23(12):125–130**

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-12-125-130>

**Ключевые слова:** синдром такоцубо, перфузионная сцинтиграфия, диагностика.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань; <sup>2</sup>ГАУЗ Межрегиональный клиничко-диагностический центр, Казань; <sup>3</sup>ГБОУ ВПО Казанский государственный медицинский университет, Казань; <sup>4</sup>МСЧ МВД России по РТ, Казань, Россия.

Абдрахманова А. И.\* — к.м.н., доцент кафедры Фундаментальных основ клинической медицины Института фундаментальной медицины и биологии, врач кардиологического отделения, ORCID: 0000-0003-0769-3682, Сайфуллина Г. Б. — врач лаборатории радиоизотопной диагностики, ORCID: 0000-0002-1259-0285, Амиров Н. Б. — д.м.н., профессор кафедры общей врачебной практики, главный специалист-терапевт клинического госпиталя, ORCID: 0000-0003-0009-9103.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
alsuchaa@mail.ru

КДО — конечно-диастолический объем, ЛЖ — левый желудочек, ОФЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, РФП — радиофармпрепарат, СТ — синдром такоцубо, ФВ — фракция выброса, ЭКГ — электрокардиограмма.

Рукопись получена 04.07.2018

Рецензия получена 27.08.2018

Принята к публикации 11.11.2018



## Myocardial perfusion scintigraphy in the diagnostics of takotsubo syndrome

Abdrakhmanova A. I.<sup>1,2</sup>, Saifullina G. B.<sup>2</sup>, Amirov N. B.<sup>3,4</sup>

We analyzed the publications about single-photon emission computed tomography in the diagnostics of takotsubo syndrome; the dynamics of testing data are presented on a clinical example.

Single-photon emission computed tomography can be used to evaluate perfusion parameters for exclusion of myocardial infarction in uncertain cases. In segments with impaired contractile function, it is possible to detect normal or reduced perfusion. During the acute phase there is a reduced accumulation of radiopharmaceuticals in myocardial segments with impaired function, which coincides with the regional distribution of neuronal activity. Pathological changes may persist for several months, and use of scintigraphy with a radiopharmaceutical may help in cases when the diagnosis was not well-timed established.

The method of myocardial scintigraphy in ECG-synchronized tomography allows to simultaneously assess the perfusion and the function of the left ventricle and differentiate such disorder as takotsubo syndrome.

**Russian Journal of Cardiology. 2018;23(12):125–130**

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-12-125-130>

**Key words:** takotsubo syndrome, perfusion scintigraphy, diagnosis.

**Conflicts of interest:** nothing to declare.

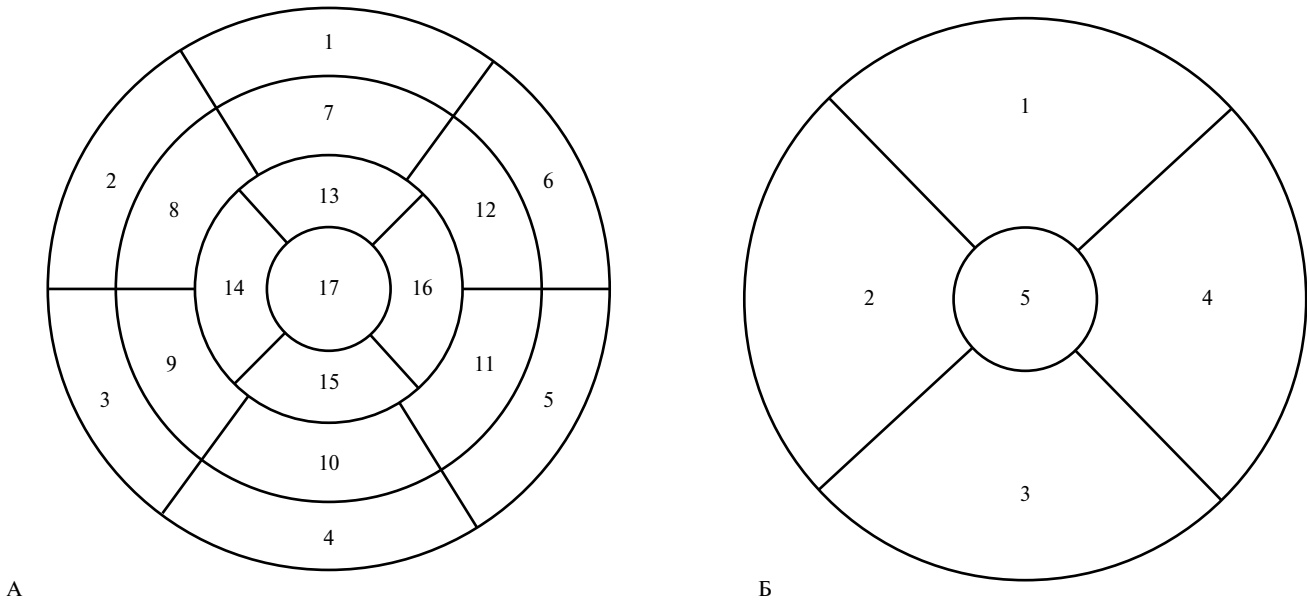
<sup>1</sup>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan; <sup>2</sup>Interregional Clinical Diagnostic Center, Kazan; <sup>3</sup>Kazan State Medical University, Kazan; <sup>4</sup>Interior Ministry Hospital of Republic of Tatarstan, Kazan, Russia.

Abdrakhmanova A. I. ORCID: 0000-0003-0769-3682, Saifullina G. B. ORCID: 0000-0002-1259-0285, Amirov N. B. ORCID: 0000-0003-0009-9103.

**Received:** 04.07.2018 **Revision Received:** 27.08.2018 **Accepted:** 11.11.2018

Синдром такоцубо (СТ) представляет собой остро возникающий и обычно обратимый синдром сердечной недостаточности, который впервые был описан в 1990г [1, 2]. В связи со сложностью диагностики, истинная распространенность СТ неизвестна, однако данное состояние выявляется все чаще, что связано с повышением уровня информированности врачей о данном заболевании и широким применением эхокардиографии. И все же уровень заболеваемости

и его распространение, вероятнее всего, остаются недооцененными [3]. Считают, что в 0,7-2,5% случаев СТ является причиной неправильной постановки диагноза инфаркт миокарда (ИМ) [4]. В европейской популяции встречаемость СТ составляет 0,08% и 1-1,7% среди пациентов с диагнозом острый коронарный синдром (ОКС) [5]. СТ имеет одинаковую остроту с ИМ. Механизм СТ не был полностью выяснен. Есть предположение, что СТ является воспали-



**Рис. 1 (А, Б).** Полярные карты: **А** 17-сегментарная модель, **Б** 1 — передняя стенка, 2 — межжелудочковая перегородка, 3 — нижняя стенка, 4 — боковая стенка, 5 — верхушка.

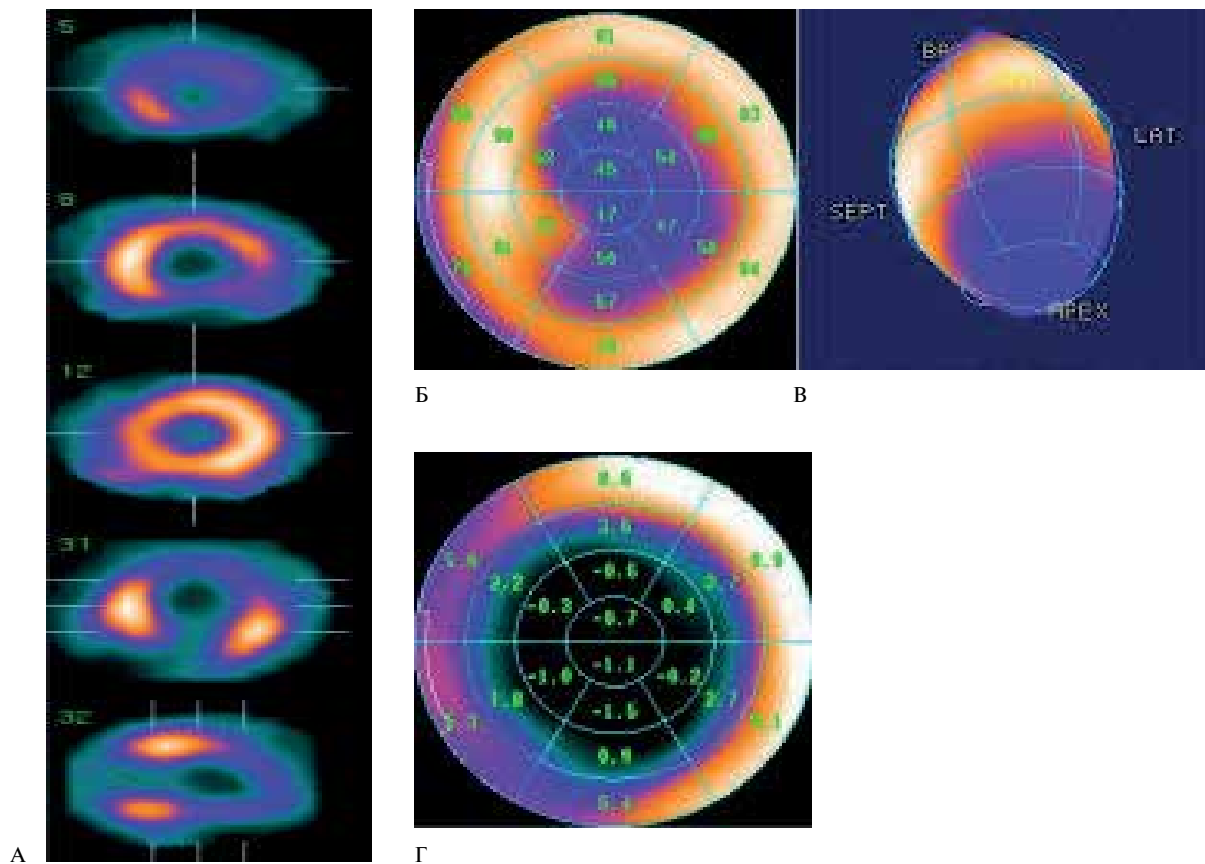
тельным состоянием, связанным с эндотелиальной дисфункцией, подобной ИМ. Воспаление и дисфункция эндотелия на микрососудистом уровне могут играть важную роль в обратимой дисфункции ЛЖ.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) миокарда — неинвазивный метод диагностики, позволяющий получить информацию о кровоснабжении миокарда на уровне микроциркуляторного русла, выявлять морфологические и функциональные изменения в миокарде, диагностировать преходящие нарушения кровоснабжения, определить степень повреждения миокарда. ОФЭКТ миокарда с ЭКГ-синхронизацией используется для оценки глобальной и локальной сократимости ЛЖ, количественного анализа систолической и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ), повышения диагностической точности перфузионного исследования. Чувствительность и специфичность метода перфузионной ОФЭКТ составляют 87 и 76%, соответственно, ЭКГ-синхронизация увеличивает специфичность метода до 96% [6-12].

Роль ОФЭКТ в установлении диагноза СТ точно не определена. Проведение сцинтиграфии миокарда для оценки перфузии может быть полезным для исключения инфаркта миокарда в неопределенных случаях [13] сообщения о том, что в сегментах с нарушенной сократительной функцией возможно выявление нормальной или немного сниженной перфузии [14, 15]. В период острой фазы отмечается сниженное накопление радиофармпрепарата (РФП) в сегментах миокарда с нарушенной функцией, которое совпа-

дает с региональным распределением нейрональной активности. Патологические изменения могут сохраняться в течение нескольких месяцев, а выполнение сцинтиграфии с РФП может играть роль в случаях, когда диагноз не был установлен своевременно или больной обратился за медицинской помощью в отдаленные сроки после развития острого эпизода заболевания [16-22].

В подтверждение вышеизложенного представляем клинический пример использования ОФЭКТ в диагностике СТ и динамику показателей ОФЭКТ у пациентки с СТ. Пациентка А. 58 лет поступила в отделение реанимации 22.10. с подозрением на ОКС с жалобами на общую слабость, сжимающую боль за грудиной, умеренной интенсивности. Боли в груди ноющие или сжимающие, локализованные больше слева, часто длительные, не связанные с физической нагрузкой, часто в покое в течение долгих лет. Данный вид болевых ощущений не был связан с физической нагрузкой, часто они возникали в покое. Боли сопровождались чувством онемения левой руки, сдавлением в области шеи, подъемом артериального давления, систолического — часто до 220 мм рт.ст. Наблюдалась терапевтом по месту жительства, была направлена на консультацию к кардиологу, который рекомендовал проведение стресс-эхокардиоскопии (ЭхоКС) для уточнения диагноза. Во время проведения стресс ЭхоКС с тредмилом возникает нарушение ритма в виде наджелудочковой тахикардии, желудочковой экстрасистолии, дискомфорт в груди, одышка, головокружение, “туман в голове”, кратковременное синкопе. Проба не была доведена до диагностиче-



**Рис. 2 (А, Б, В, Г).** ЭКГ-синхронизированная ОФЭКТ (при поступлении). **А** – томографические срезы ЛЖ: полость ЛЖ расширена (КДО — 145 мл), миокард истончен в верхушечной области. **Б** — перфузионная полярная карта миокарда ЛЖ: обширный дефект перфузии, не соответствующий определенному бассейну коронарной артерии и занимающий всю верхушечную область, прилегающие медиальные сегменты передней, боковой и нижней стенок. **В** — трехмерная модель ЛЖ. **Г** — полярная карта региональной сократимости ЛЖ: обширная зона акинезии, включающая все апикальные и частично прилегающие медиальные сегменты, ФВ ЛЖ — 30%.

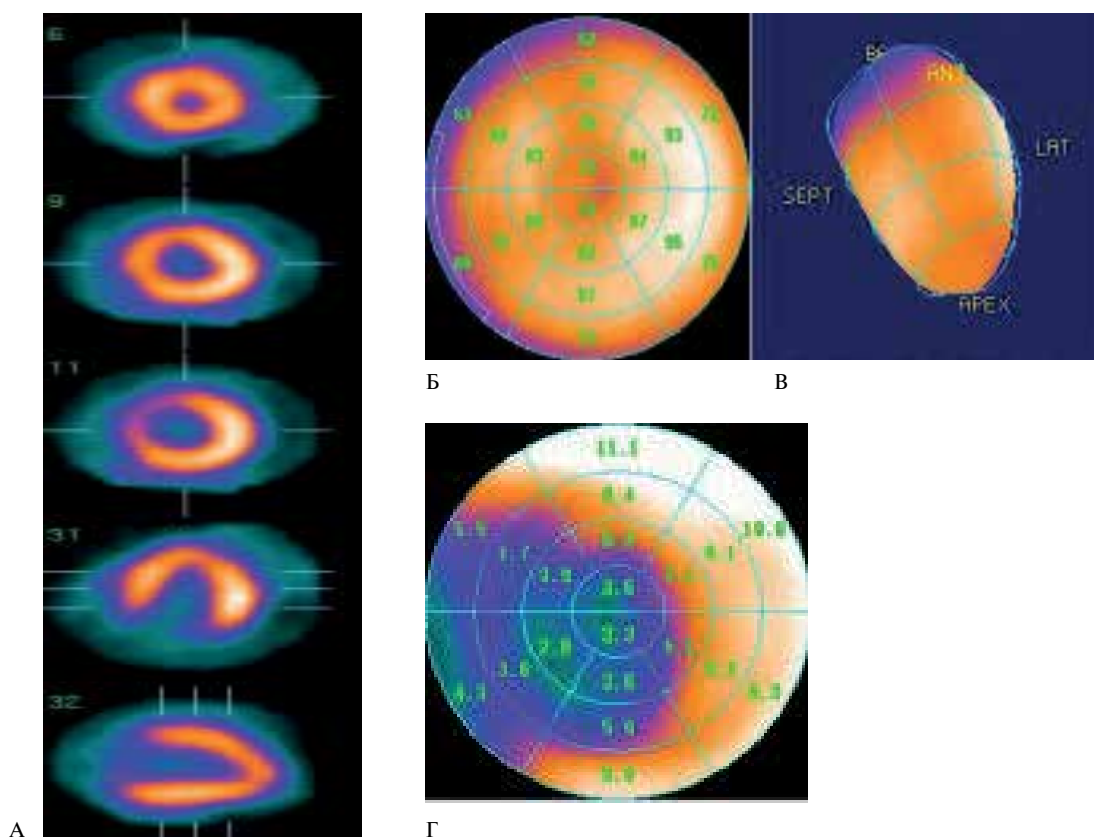
ских критериев. На достигнутой частоте сердечных сокращений (ЧСС) глобальная сократительная функция ЛЖ осталась без изменений, явных участков нарушения локальной сократимости миокарда ЛЖ не было выявлено. Во время пароксизма наджелудочковой тахикардии и после него отмечался диффузный гипокинез миокарда ЛЖ со снижением его глобальной сократимости. На фиксированной ЭКГ: синусовый ритм, депрессия ST в V4-6 до 1,5 мм с переходом в двухфазный зубец T. Имеется архивная ЭКГ от 2010г: синусовый ритм, двухфазный зубец T в V4-6. В связи с сохранением болевого синдрома пациентка госпитализирована с подозрением на острый коронарный синдром.

При объективном осмотре: состояние средней тяжести. Рост — 169 см. Вес — 70 кг. Индекс массы тела — 24,5 кг/м<sup>2</sup>. Отеков нет. Частота дыхания — 16 в мин, дыхание везикулярное, при перкуссии звук легочной. Перкуторно левая граница относительной сердечной тупости смещена на 2 см влево. ЧСС — 80 уд./мин, артериальное давление — 140/100 мм рт.ст. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Печень не увеличена, не выступает из-под нижнего

края реберной дуги, край печени эластичный, ровный.

Одним из методов постановки основного диагноза — такоубо-кардиомиопатия была ЭКГ-синхронизированная ОФЭКТ. Проводилась на гамма-томографе MILLENIUM MPR/GE Medical Systems. Использовался РФП, содержащий технеций-99m (99mTc): идеальный для сцинтиграфии энергетический спектр  $\gamma$ -излучения 140 кэВ, незначительное облучение обследуемого, короткий период полураспада. Доза вводимого РФП строго соответствовала существующим рекомендациям и тщательно контролировалась с помощью соответствующего оборудования. ОФЭКТ миокарда осуществлялась по однодневному протоколу (проба в покое — REST).

Для оценки кровоснабжения ЛЖ проводили анализ полярной карты с визуальной, полуколичественной, количественной оценкой перфузии и дефектов по степени нарушения и выраженности. Количественный подход к оценке наличия и тяжести дефектов перфузии миокарда включает разделение миокарда на 17 (19, 20) сегментов и определение процента включения РФП в каждый сегмент (рис. 1). При ана-



**Рис. 3 (А, Б, В, Г).** ЭКГ-синхронизированная ОФЭКТ пациентки Б. через 2 месяца. **А** – томографические срезы ЛЖ: восстановление физиологической формы ЛЖ, КДО – 87 мл. **Б** – перфузионная полярная карта миокарда ЛЖ: восстановление объема перфузии с сохранением небольшой гипоперфузии в передне-верхушечной, перегородочной областях. **В** – трехмерная модель ЛЖ. **Г** – полярная карта региональной сократимости ЛЖ: сохраняется умеренная гипокинезия верхушечно – перегородочной области, ФВ ЛЖ – 57%.

лизе тяжести нарушений перфузии использовали 5-балльную шкалу: включение РФП более 80% соответствует норме (0 баллов), при слабо сниженном накоплении (75-80%) – 1 балл, умеренно сниженном (50-74%) – 2 балла, значительно сниженном накоплении (менее 50%) – 3 балла, значение накопления менее 25% – 4 балла. Затем провели подсчет суммарной балльной оценки: суммарный покой-счет (summed rest score, SRS – сумма баллов во всех сегментах в покое).

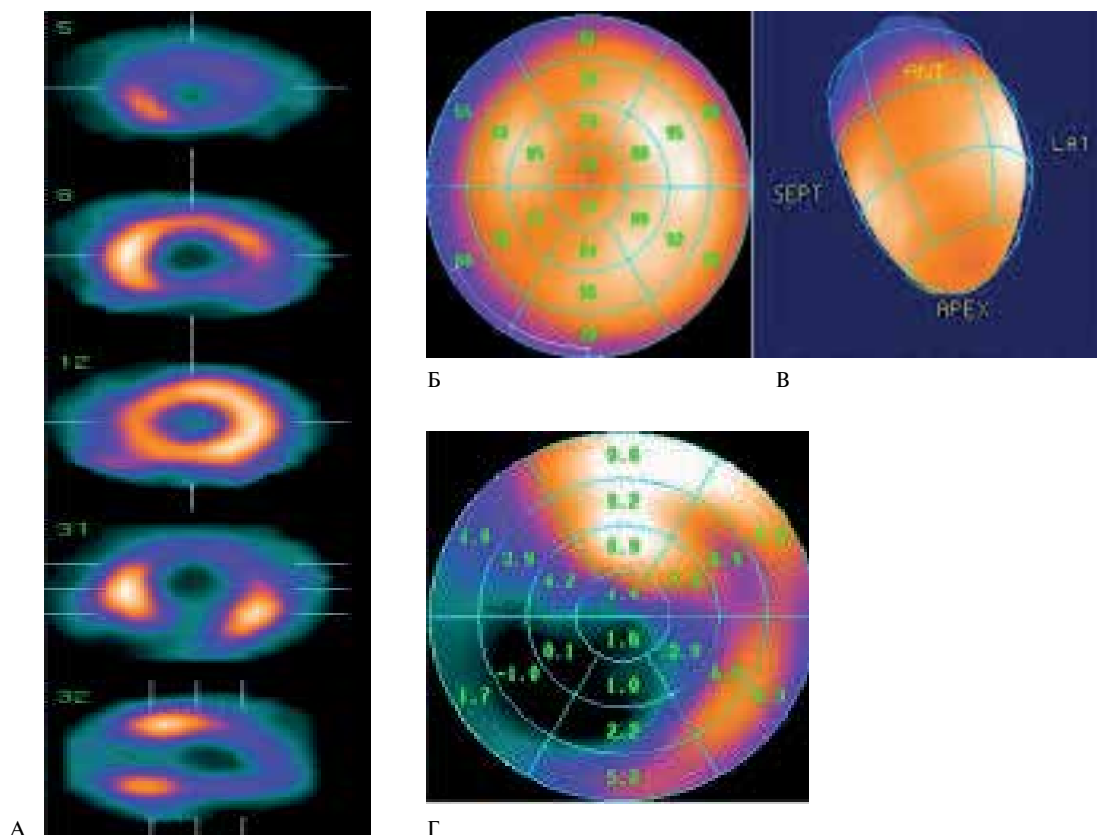
Выраженность региональных нарушений амплитуды движения и систолического утолщения миокарда ЛЖ оценивали по 5- и 4-балльной шкале, соответственно (от 0 баллов – норма, до 4/5 баллов – акинез/дискинез или отсутствие систолического утолщения миокарда). Исследование ОФЭКТ проводилось при поступлении и в динамике через 2 и 6 мес.

Перфузионная сцинтиграфия миокарда (в покое) (1-е сутки в стационаре) (рис. 2). В 6 из 7 сегментов верхушечной области степень нарушения перфузии составила 3 балла (выраженный дефект перфузии), В медиальных сегментах передней, передне- и нижне-боковой, нижней стенок (n=4) – 2 балла (умеренный дефект). Площадь и объем поражения – 50% и 34%, соответственно. Локальная сократимость характери-

зовалась акинезией (4 балла) и небольшой дискинезией всех сегментов (n=7) верхушечной области, умеренной и выраженной гипокинезией (2 и 3 балла) всех медиальных сегментов (n=6). КДО ЛЖ – 145 мл, ФВ ЛЖ – 30%; шарообразная конфигурация полости ЛЖ.

Перфузионная сцинтиграфия миокарда в динамике через 2 мес. (рис. 3.) Небольшое нарушение перфузии (1 балл) сохраняется в области верхушки, в проекции апикального и медиального передних, медиального перегородочного сегментов (n=4), Объем гипоперфузии уменьшился до 5%; Локальная сократимость – выраженная гипокинезия перегородочных, апикального нижнего сегмента (n=5); КДО – 87 мл, ФВ ЛЖ – 57%; восстановление физиологической эллиптической формы ЛЖ.

Отчетливая положительная динамика в виде – увеличения объема перфузии и исчезновения ранее выявляемого обширного выраженного дефекта перфузии, сохраняется слабовыраженная гипоперфузия передне-верхушечной области; по данным параметров сократительной функции ЛЖ – восстановление нормокинезии ранее акинетичных апикальных и частично медиальных сегментов передней, боковой и нижней стенок, сохраняется гипокинез верхушки,



**Рис. 4.** ЭКГ-синхронизированная ОФЭКТ пациентки Б. через 6 месяцев от начала заболевания. **А** — томографические срезы ЛЖ: КДО ЛЖ — 78 мл. **Б** — перфузионная полярная карта миокарда ЛЖ: перфузия — без существенной динамики. **В** — трехмерная модель ЛЖ. **Г** — полярная карта региональной сократимости ЛЖ: ухудшение подвижности — выраженная гипо- и акинезия ниже-перегородочных, апикального, части медиального нижних сегментов, ФВ ЛЖ — 46%.

апикальных и медиальных перегородочных сегментов. Отмечается уменьшение полости ЛЖ с восстановлением ее физиологичной эллиптической формы.

Перфузионная сцинтиграфия миокарда в динамике через 6 мес. (рис. 4.) Признаки слабовыраженного нарушения перфузии миокарда ЛЖ передне-верхушечной, ниже-перегородочной локализации. Нарушение локальной сократимости ниже-перегородочных, апикального и медиального нижних (выраженный гипо-/акинез), апикального ниже-бокового сегментов (гипокинез). Снижение глобальной сократительной функции ЛЖ. Фракция выброса (ФВ) ЛЖ — 46%. Конечно-диастолический объем ЛЖ — 78 мл. Относительно сцинтиграфии миокарда предыдущей: незначительное снижение объема перфузии миокарда в проекции ниже-перегородочных сегментов, в остальных отделах ЛЖ распределение перфузии —

без динамики; по данным параметров сократительной функции ЛЖ — ухудшение подвижности ниже-перегородочных, апикального и медиального нижних, апикального ниже-бокового сегментов.

Метод сцинтиграфии миокарда в режиме ЭКГ-синхронизированной томографии, позволяя одновременно оценить перфузию и функцию ЛЖ, дает возможность более точно дифференцировать такое состояние, как СТ. Являясь относительно простым и высоко-воспроизводимым методом, позволяет получить полную и объективную информацию динамики состояния миокарда в ходе мониторинга лечебных мероприятий.

**Конфликт интересов:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

### Литература/References

1. Komamura K. Takotsubo cardiomyopathy: Pathophysiology, diagnosis and treatment. *World Journal of Cardiology*. 2014;6(7):602-9. doi:10.4330/wjc.v6.
2. Khalid N, Ahmad SA, Umer A. Mechanisms of Takotsubo Cardiomyopathy. Role of Microcirculatory Dysfunction. *International Cardiovascular Forum Journal*. 2016;5:30-2. doi:10.17987/icfj.v5i0.237.
3. Lyon AR, Bossone E, Schneider B, et al. Current state of knowledge on Takotsubo syndrome: a Position Statement from the Taskforce on Takotsubo Syndrome of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2016;18:8-27. doi:10.1002/ejhf.424.
4. Abe Y, Kondo M, Matsuoka R. Assessment of clinical features in transient left ventricular apical ballooning. *J Am Coll Cardiol*. 2003;41(5):737-42. doi:10.1016/S0735-1097(02)02925-X.
5. Shao Y, Redfors B, Lyon AR, et al. Trends in publications on stress-induced cardiomyopathy. *Int. J. Cardiol*. 2012;157:435-36. doi:10.1016/j.ijcard.2012.03.166.

6. Abdrahmanova AI, Cibul'kin NA, Amirov NB, et al. Syndrome takotsubo in the clinic of internal diseases. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2017;6:49-60. (In Russ.) Абдрахманова А.И., Цибулькин Н.А., Амиров Н.Б. и др. Синдром такоцубо в клинике внутренних болезней. Вестник современной клинической медицины. 2017;6:49-60. doi:10.20969/VSKM.2017.10(6).49-60.
7. Trufanov GE, Dekan VS, Romanov GG, et al. Perfusion scintigraphy of the myocardium. SPb.: Ehibi, 2012. p. 80. (In Russ.) Труфанов Г.Е., Декан В.С., Романов Г.Г. и др. Перфузионная сцинтиграфия миокарда. СПб.: Элби, 2012 p.80. ISBN 978-5-93979-296-7.
8. Ansheles AA, Sergienko IV, Sergienko VB Current state and perspective technologies of radionuclide diagnostics in cardiology. Cardiology. 2018;58(6):61-9. (In Russ.) Аншелес А.А., Сергиенко И.В., Сергиенко В.Б. Современное состояние и перспективные технологии радионуклидной диагностики в кардиологии. Кардиология. 2018;58(6):61-9. doi:10.18087/cardio.2018.6.10134.
9. Strauss H W, Miller DD, Wittry MD, et al. Procedure guideline for myocardial perfusion imaging 3.3. Journal of Nuclear Medicine Technology. 2008;3:155-61. doi:10.2967/jnmt.108.056465.
10. Radionuclide methods of research. In. Cardiology: the national leadership 2th ed. Moscow: GEOTAR-Media. 2015:139-1. (In Russ.) Радионуклидные методы исследования. В кн: Кардиология: национальное руководство. 2 е издание. М.:ГЭОТАР-Медиа. 2015:139-1. ISBN 978-5-9704-2845-0.
11. Chernov VI, Lishmanov YUB. National guidelines on radionuclide diagnostics. Tomsk: STT, 2010. V 2. p. 418. (In Russ.) Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Национальное руководство по радионуклидной диагностике. Томск: STT, 2010. Т. 2. p. 418. ISBN 980-5-93629-427-3.
12. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2014;46(4):517-92. doi:10.1093/ejcts/ezu366.
13. Cabrera Rodríguez LO, Fernández RG, Quirós Luis JJ, et al. Tako-Tsubo Syndrome: Atypical Nuclear Medicine Findings. World J Nucl Med. 2012;11(1):35-8. doi:10.4103/1450-1147.98747.
14. Cimarelli S, Sauer F, Morel O, et al. Transient left ventricular dysfunction syndrome: pathophysiological bases through nuclear medicine imaging. Int J Cardiol. 2010;144:212-18. doi:10.1016/j.ijcard.2009.04.025.
15. Christensen TE, Bang LE, Holmvang L, et al. Cardiac Tc sestamibi SPECT and F FDG PET as viability markers in takotsubo cardiomyopathy. Int J Cardiovasc Imaging. 2014;30:1407-16. doi:10.1007/s10554-014-0453-5.
16. Christensen ET, Ghotbi AA, Holmvang L, et al. Cardiac Tc-99m sestamibi SPECT and F-18 FDG PET as viability markers in takotsubo cardiomyopathy The International Journal of Cardiovascular Imaging. 2014. doi:10.1007/s10554-014-0453-5.
17. Christensen TE, Bang LE, Holmvang L, et al. <sup>123</sup>I-MIBG scintigraphy in the subacute state of Takotsubo cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol Img. 2016;9:982-90. doi:10.1016/j.jcmg.2016.01.028.
18. Ferrando-Castagnetto F, Diaz R, Vidal A, et al. Paradoxical hypoperfusion suggesting early and severe coronary dysfunction in tako-tsubo disease. Case Reports in Internal Medicine. 2017;4(2):1-4. doi:10.5430/crim.v4n2p1.
19. Sugihara Y, Fukushima Y, Kumita S, et al. Diagnostic performance of hybrid cardiac SPECT/CT imaging for patients with takotsubo cardiomyopathy. European Journal of Hybrid Imaging. 2018;2(5):1-14. doi:10.1186/s41824-017-0023-x.
20. Sestini S, Pestelli F, Leoncini M, et al. The natural history of takotsubo syndrome: a two-year follow-up study with myocardial sympathetic and perfusion G-SPECT imaging. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2017;44:267-83. doi:10.1007/s00259-016-3575-2.
21. Skovgaard D, Holmvang L, Bang LE, et al. Imaging of Takotsubo Cardiomyopathy. Clinical Nuclear Medicine. 2010;35(12):967-71. doi:10.1097/RLU.0b013e3181f9dfcd.
22. Cimarelli S, Imperiale A, Sauer F, et al. Nuclear cardiologic study of Takotsubo cardiomyopathy. Médecine Nucléaire, 2008;32(2):57-65. doi:10.1016/j.mednuc.2007.10.010.