

## СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОКРАТИМОСТИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭХОКАРДИОГРАФИИ И ПЕРФУЗИОННОЙ СЦИНТИГРАФИИ

**АБДРАХМАНОВА АЛСУ ИЛЬДУСОВНА**, ORCID ID: 0000-0003-0769-3682; канд. мед. наук, доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины Института фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета, Россия, 420012, Казань, ул. Карла Маркса, 74; врач отделения кардиологии ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Россия, 420101, Казань, ул. Карбышева, 12а, e-mail: alsuchaa@mail.ru

**ЦИБУЛЬКИН НИКОЛАЙ АНАТОЛЬЕВИЧ**, ORCID ID: 0000-0002-1343-0478; канд. мед. наук, доцент кафедры кардиологии, рентгеноэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии Казанской государственной медицинской академии – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 36

**АМИРОВ НАИЛЬ БАГАУВИЧ**, ORCID ID: orcid.org/0000-0003-0009-9103; SCOPUS Author ID: 7005357664; докт. мед. наук, профессор кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49, e-mail: namirov@mail.ru

**Реферат. Цель работы** – сравнение методов эхокардиографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда в оценке локальной сократимости левого желудочка при безболевого ишемии миокарда; рассмотреть возможность сопоставления данных эхокардиографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда у таких больных. **Материал и методы.** Проведен анализ медицинской литературы, посвященной данной проблеме. **Результаты и их обсуждение.** Для оценки регионарной сократимости левого желудочка обычно используется эхокардиография или однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Метод однофотонной эмиссионной компьютерной томографии обеспечивает оценку как сократительной функции, так и перфузии миокарда и его жизнеспособность. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография отличается высокой воспроизводимостью и более перспективна для объективной оценки функции левого желудочка. С помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии можно дифференцировать гипоперфузируемый, но еще жизнеспособный миокард, от необратимого фиброза миокарда. Преимущества эхокардиографии обусловлены кратковременностью процедуры, низкой стоимостью и доступностью этого метода. Однако результаты эхокардиографии нередко субъективны и зависят от опыта врача. Помимо этого, доплеровские методы исследования ограничены углом сканирования и не всегда подходят для пациентов с неоптимальным ультразвуковым окном. Таким образом, оба исследования – эхокардиография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография – позволяют оценивать как интегральную, так и регионарную сократимость левого желудочка. Сравнение результатов эхокардиографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии помогает понять сопоставимость получаемых с их помощью данных. Результаты эхокардиографии согласуются с количественной оценкой однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. Выявленные различия в оценках регионарной сократимости связаны как с методологией эхокардиографии, так и с особенностями заболеваний сердца. **Выводы.** Исследования, которые применяются для оценки регионарной сократимости левого желудочка, такие как эхокардиография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография, имея положительные и отрицательные стороны, не могут полностью заменить друг друга, и полученные с их помощью данные не всегда совпадают. Следует учитывать, что ни один инструментальный метод не обладает абсолютной диагностической точностью.

**Ключевые слова:** безболевого ишемия миокарда, эхокардиография, сцинтиграфия миокарда.

**Для ссылки:** Абдрахманова, А.И. Сравнение показателей сократимости левого желудочка при безболевого ишемии миокарда по результатам эхокардиографии и перфузионной сцинтиграфии / А.И. Абдрахманова, Н.А. Цибульский, Н.Б. Амиров // Вестник современной клинической медицины. – 2021. – Т. 14, вып. 2. – С. 46–51. DOI: 10.20969/VSKM.2021.14(2).46-51.

## COMPARISON OF LEFT VENTRICULAR CONTRACTILITY IN SILENT MYOCARDIAL ISCHEMIA BY ECHOCARDIOGRAPHY AND PERFUSION SCINTIGRAPHY

**ABDRAKHMANOVA ALSU I.**, ORCID ID: 0000-0003-0769-3682; SCOPUS Author ID: 57192296744; C. Med. Sci., associate professor of the Department of clinical medicine fundamental basis of Institute of biology and fundamental medicine of Kazan Federal University, Russia, 420012, Kazan, Karl Marx str., 74; doctor of the Department of cardiology of Interregional clinical diagnostic center, Russia, 420089, Kazan, Karbyshev str., 12a, e-mail: alsuchaa@mail.ru

**TSIBULKIN NIKOLAY A.**, ORCID ID: 0000-0002-1343-0478; C. Med. Sci., associate professor of the Department of cardiology, roentgen-endovascular and cardiovascular surgery of Kazan State Medical Academy – the branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Russia, 420012, Kazan, Butlerov str., 36

**Abstract. Aim.** The aim of the study was to compare the methods of echocardiography and single-photon emission computed tomography in assessing local left ventricular contractility in silent myocardial ischemia; to consider the possibility of comparing the data of echocardiography and single-photon emission computed tomography of myocardium in such patients. **Material and methods.** An analysis of the medical literature devoted to the problem of interest was performed. **Results and discussion.** Echocardiography or single-photon emission computed tomography is commonly used to assess regional left ventricular contractility. Single-photon emission computed tomography provides assessment of both contractile function and myocardial perfusion and viability. Single-photon emission computed tomography is highly reproducible, and more promising for objective assessment of left ventricular function. Single-photon emission computed tomography can be used to differentiate hypoperfused, but still viable myocardium, from irreversible myocardial fibrosis. The advantages of echocardiography are due to the short duration of the procedure, its low cost and affordability. However, the results of echocardiography are often subjective and depend on the physician's experience. In addition, Doppler studies are limited by the scanning angle and are not always suitable for patients with a suboptimal ultrasound window. Thus, both echocardiography and single-photon emission computed tomography assess both integral and regional left ventricular contractility. Comparison of echocardiography and single-photon emission computed tomography results helps to understand the comparability of their findings. The results of echocardiography agree with the quantitative assessment of single-photon emission computed tomography. The revealed differences in regional contractility estimations are related both to the methodology of echocardiography and to the specific features of cardiac diseases. **Conclusion.** Studies used to assess regional left ventricular contractility, such as echocardiography and single-photon emission computed tomography, despite their positive and negative aspects, cannot fully replace each other, and the data obtained with their help are not always the same. It should be taken into account that neither instrumental method has absolute diagnostic accuracy.

**Key words:** silent myocardial ischemia, echocardiography, perfusion scintigraphy.

**For reference:** Abdrahmanova AI, Tsubulkin NA, Amirov NB. Comparison of left ventricular contractility in silent myocardial ischemia by echocardiography and perfusion scintigraphy. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2021; 14 (2): 46-51. DOI: 10.20969/VSKM.2021.14(2).46-51.

**В**ведение. Безболевая ишемия миокарда (ББИМ) возникает на фоне атеросклероза коронарных артерий (КА), в некоторых случаях она может быть первым проявлением ишемической болезни сердца (ИБС). Наличие у пациента ББИМ ухудшает прогноз, увеличивая риск внезапной сердечной смерти, инфаркта миокарда, сердечной недостаточности, нарушений сердечного ритма [1, 2].

Значительным показателем функциональной способности миокарда считается сократимость левого желудочка (ЛЖ), которую подразделяют на интегральную и регионарную [3, 4]. Регионарная сократимость формируется степенью движения стенки ЛЖ в систолу на отдельном участке [5, 6]. Измерение регионарной сократимости помогает определить характер и возможную этиологию поражения миокарда, наметить план ведения обследуемого [7–10].

У пациентов с ББИМ по сравнению с теми, у кого возникают болевые эпизоды, чаще появляются более демонстративные повреждения локальной сократимости, занимающие большей частью множество сегментов миокарда [11].

**Диагностические методы.** Для анализа регионарной сократимости ЛЖ используется эхокардиография (ЭхоКГ) или однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОЭКТ).

Достоинством ОЭКТ представляется то, что она дает возможность понять сократительную функцию ЛЖ, перфузию миокарда и его жизнеспособность [12]. Эта метода выделяется большой воссоздаемостью, она наиболее перспективна для реального анализа деятельности ЛЖ [13–15]. С помощью ОЭКТ можно провести дифференциальную диагностику между жизнеспособным миокардом со сниженной перфузией и невозвратимым фиброзом мышцы сердца

[16]. При синхронизации ОЭКТ с ЭКГ отображается движение стенки ЛЖ в разные фазы сердечного цикла, что помогает провести оценку функционального состояния миокарда ЛЖ, собрать сведения о присутствии обратимого нарушения функции миокарда и уровня его проявления, глобальной и регионарной сократимости ЛЖ, его систолической и диастолической функции [12]. При осуществлении ОЭКТ на собранные показатели исследования оказывают влияние нарушения перфузии сердечной мышцы, внесердечная деятельность, применяемая доза радиофармпрепарата и замедление представления изображения. В то же время ОЭКТ является практически в полном объеме автоматизированным, его можно использовать у пациентов с кардиостимулятором и почечной недостаточностью.

Ценность ЭхоКГ составляют непродолжительность последовательности действия, доступная цена и популярность [17, 18]. Однако результаты проведенной ЭхоКГ зачастую зависят от личности исследователя и его врачебного опыта. Кроме того, доплеровские методы исследования зависят от угла сканирования и иногда не подходят для обследуемых с субоптимальным ультразвуковым окном [19–22]. Отсюда следует, что оба исследования, ЭхоКГ и ОЭКТ, оценивают интегральную и регионарную сократимость ЛЖ и массово применяются в диагностике ИБС, в том числе и при ББИМ [23]. Не считая анализ движения миокарда, ЭхоКГ и ОЭКТ позволяют найти утолщение миокарда [24–27]. Оценка сократимости ЛЖ и части показателей центральной гемодинамики с помощью ЭхоКГ и ОЭКТ демонстрирует практический интерес, так как одни и те же показатели рассчитываются на основе методов, носящих отличную физическую основу [28–31].

**Сравнительная оценка.** В череде исследований осуществлено сопоставление показателей ЭхоКГ и ОЭКТ. Так, в работе К. Kusunose et al. (2011) задействован метод визуализации функций для расчета продольных пиковых систолических напряжений стенок ЛЖ при помощи ЭхоКГ, полученные данные с утолщением стенок ЛЖ измерены с помощью ОЭКТ [32]. Продемонстрировано, что результаты каждого из двух методов четко соответствуют. Аналогичные выводы получены в работах следующих авторов [33, 34]. В статье А.С. Галявича и соавт. (2013) сообщается, что ОЭКТ отличается высоким качеством воссоздаваемости измерений, дает информацию в трехмерном формате, конечный итог измерений в меньшей мере зависит от опыта врача. Выполненные исследования ЭхоКГ и ОЭКТ дают неодинаковые результаты о конечно-диастолическом объеме (КДО) ЛЖ, но тождественную информацию о фракции выброса (ФВ) ЛЖ [35].

S. Karacavus et al. (2014) осуществляли анализ деятельности ЛЖ у пациентов с ИМ с использованием ЭхоКГ и ОЭКТ, были эхокардиографически рассчитаны показатели и скорость деформации. Из выделенных 918 сегментов стенки ЛЖ в 42% сегментах обнаружен нормокинез, в 22% – гипокинез и дискинез, в 14% – акинез. В 33% сегментах было нормальное утолщение, в 38% – уменьшение утолщения, в остальных 29% случаях – отсутствие утолщения. В итоге результаты ЭхоКГ согласовались с количественной оценкой ОЭКТ, при сравнении данных этих исследований выявлена корреляция между количественными параметрами ОЭКТ и значениями деформации и скорости деформации на ЭхоКГ [36].

В исследовании F. Natipolu (2014) у пациентов с ИБС просчитывалась истинность данных ОЭКТ для понимания функциональной способности ЛЖ и осуществлялось сопоставление ФВ ЛЖ, вычисленной тем и другим методом (ОЭКТ и ЭхоКГ). Величины ФВ ЛЖ у 62,5% пациентов, полученные с помощью ЭхоКГ, не имели достоверного различия со значениями, измеренными с помощью ОЭКТ. Важно отметить, что количественные показатели движения и толщины сегментов, визуально определенные как нормокинетические, были обнаружены чаще, чем сегменты, визуально определенные как имеющие дефект сокращения [37].

В работе A.R. Mardanshahi et al. (2019) обнаружено значительное несоответствие при измерении конечно-систолического объема (КСО) и конечно-диастолического объема (КДО) методами ОЭКТ и трехмерной ЭхоКГ, продемонстрирована статистически значимая разница в показателях ФВ между данными ОЭКТ и ЭхоКГ [38].

В нашем исследовании проводилось сравнение показателей ЭхоКГ и ОЭКТ в покое у пациентов с ИБС. Нами обнаружено, что оба метода исследования демонстрируют высокую степень совпадения значений основных функциональных показателей ЛЖ, включая ФВ ЛЖ. Однако выявлены расхождения в некоторых параметрах. Так, индекс

регионарной сократимости ЛЖ по результатам ОЭКТ достоверно выше такового при ЭхоКГ. Оценка регионарной сократимости по результатам двух методов различалась в половине сегментов; выявленные расхождения были связаны с высокой степенью дисфункции по результатам ОЭКТ и только в трети случаев – с более тяжелой дисфункцией по данным ЭхоКГ. Наибольшая доля сегментов с расхождениями в оценках обнаружена при диффузном поражении миокарда при низкой ФВ ЛЖ. Чаще расхождения между результатами обоих методов наблюдались в средних и апикальных сегментах боковой стенки, а также в базальных отделах межжелудочковой перегородки. Гораздо реже расхождения наблюдались по передней стенке (базальные и средние сегменты), а также в базальных отделах боковой и нижней стенки ЛЖ. В большинстве случаев метод ОЭКТ показывал более высокую степень регионарной сократительной дисфункции по сравнению с ЭхоКГ. Высокая частота дисфункции по данным ЭхоКГ была выявлена только в апикальном отделе МЖП [39–40].

**Выводы.** Исследования, которые применяются для оценки регионарной сократимости ЛЖ, такие как ЭхоКГ и ОЭКТ, имея положительные и отрицательные стороны, не могут полностью заменить друг друга, а полученные с их помощью данные не всегда совпадают. Поэтому требуется проведение собственного исследования, которое поможет в решении этой проблемы.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайне исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманова, А.И. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы) / А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – Т.8, № 6. – С.103–115.
2. Внезапная сердечная смерть у больных ишемической болезнью сердца: от механизмов к клинической практике / Е.З. Голухова, О.И. Громова, Н.И. Булаева [и др.] // Кардиология. – 2017. – № 12. – С.73–81.
3. *Abi-Samra, F.* Cardiac contractility modulation: a novel approach for the treatment of heart failure / F. Abi-Samra, D. Guterman // Heart Fail. Rev. – 2016. – Vol. 21 (6). – P.645–660.
4. *Mark, I.M.* Noble Whatever Happened to Measuring Ventricular Contractility in Heart Failure? / I.M. Mark // Card. Fail. Rev. – 2017. – Vol. 3 (2). – P.79–82.
5. Left ventricular function in patients with hypertrophic cardiomyopathy and its relation to myocardial fibrosis and exercise tolerance / D. Maragiannis, P.A. Alvarez, M.G. Ghosn [et al.] // Int. J. Cardiovasc. Imaging. – 2018. – Vol. 34 (1). – P.121–129.
6. Prognostic impact of segmental wall motion abnormality in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy / Y. Iida,

- T. Inomata, T. Kaida [et al.] // *Int. Heart. J.* – 2017. – Vol. 58 (4). – P.544–550.
7. Altered regional myocardial mechanics in transplanted hearts: influence of time and transplantation / T. Wengenmayer, A. Stephan, S. Grundmann [et al.] // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2017. – Vol. 65 (5). – P.415–422.
  8. Head-to-Head comparison of global and regional twodimensional speckle tracking strain versus cardiac magnetic resonance tagging in a multicenter validation study / M.S. Amzulescu, H. Langet, E. Saloux [et al.] // *Circ. Cardiovasc. Imaging.* – 2017. – Vol. 10 (11). – pii: e006530; DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.117.006530.
  9. Райдинг, Э. Эхокардиография. Практическое руководство / Э. Райдинг. – Москва: МЕДпресс-информ, 2013. – 280 с.
  10. *McDiarmid, A.K.* Taxonomy of segmental myocardial systolic dysfunction / A.K. McDiarmid, P. Pellicori [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2017. – Vol. 38 (13). – P.942–954.
  11. Left ventricular function in patients with hypertrophic cardiomyopathy and its relation to myocardial fibrosis and exercise tolerance. A new diagnostic criterion / P.M. Kostakou, V.S. Kostopoulos, E.S. Tryfou [et al.] // *Int. J. Cardiol.* – 2018. – Vol. 259. – P.116–121.
  12. *Beller, G.A.* Contributions of nuclear cardiology to diagnosis and prognosis of patients with coronary artery disease / G.A. Beller, B.L. Zaret // *Circulation.* – 2000. – Vol. 101. – P.1465–1478.
  13. *Taşçi, C.* An Overview on coronary heart disease (A comparative evaluation of Turkey and Europe) and cost-effectiveness of diagnostic strategies / C. Taşçi, N. Özçelik // *Mol Imaging RadionuclTher.* – 2011. – Vol. 20. – P.75–93.
  14. Validation of quantitative gated single photon emission computed tomography and an automated scoring system for the assessment of regional left ventricular systolic function / A. Hashimoto, T. Nakata, T. Wakabayashi [et al.] // *Nucl. Med. Commun.* – 2002. – Vol. 23. – P. 887–898.
  15. *Germano, G.* Quantitative single-photon emission computed tomography imaging / G. Germano, D.S. Berman // *Curr. Cardiol. Rep.* – 2005. – Vol. 7. – P.136–142.
  16. Roles of nuclear cardiology, cardiac computed tomography, and cardiac magnetic resonance: Noninvasive risk stratification and a conceptual framework for the selection of noninvasive imaging tests in patients with known or suspected coronary artery disease / D.S. Berman, R. Hachamovitch, L.J. Shaw [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2006. – Vol. 47. – P.1107–1118.
  17. Clinical validation of automatic quantitative defect size in rest technetium-99m-sestamibi myocardial perfusion SPECT / X. Kang, D.S. Berman, K.F. Van Train [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 1997. – Vol. 38. – P.1441–1446.
  18. *Hoit, B.D.* Strain and strain rate Echocardiography and coronary artery disease/ B.D. Hoit // *Circ. Cardiovasc. Imaging.* – 2011. – Vol. 4. – P.179–190.
  19. Left ventricular function and mass after orthotopic heart transplantation: a comparison of cardiovascular magnetic resonance with echocardiography / N.G. Bellenger, N.J. Marcus, C. Davies [et al.] // *J. Heart Lung Transplant.* – 2000. – Vol. 19. – P.444–452.
  20. Teichholz, L.E. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence of absence of asynergy // *Am. J. Cardiol.* – 1976. – Vol. 37. – P.7–11.
  21. Feigenbaum, H. Feigenbaum's echocardiography / H. Feigenbaum, W.F. Armstrong, T. Ryan. – 6th ed. – Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2005. – P.138–179.
  22. Quantitative evaluation of regional endocardial visualisation with second harmonic imaging and contrast left ventricular opacification in heart failure patients / G.A. Whalley, G.D. Gamble, H.J. Walsh [et al.] // *Eur. J. Echocardiogr.* – 2005. – Vol. 6. – P.134–143.
  23. Relation of coronary flow reserve to other findings on positron emission tomography myocardial perfusion imaging and IΦBt heart catheterization in patients with end-stage renal disease being evaluated for kidney transplant / Y. Paz, R. Morgenstern, R. Weinberg [et al.] // *Am. J. Cardiol.* – 2017. – Vol. 120 (11). – P.1909–1912.
  24. Assessment of myocardial segmental function with coronary artery stenosis in multi-vessel coronary disease patients with normal wall motion / M.Y. Xie, Q. Lev, J. Wang, J.B. Yin // *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* – 2016. – Vol. 20 (8). – P.1582–1589.
  25. Comparison of the Effectiveness of Stress Echocardiography Versus Myocardial Perfusion Imaging in Patients Presenting to the Emergency Department With Low-Risk Chest Pain / R. Davies, G. Liu, C. Sciamanna [et al.] // *Am. J. Cardiol.* – 2016. – Vol. 118 (12). – P.1786–1791.
  26. Assessment of segmental left ventricular thickening in diabetic type II obese patients with normal myocardial perfusion scan / H.K. Al-Makhamreh, A.A. Al-Sharif, M.A. Abujbara [et al.] // *Hell. J. Nucl. Med.* – 2017. – Vol. 20 (3). – P.222–226.
  27. Detection and quantification of dysfunctional myocardium by magnetic resonance imaging. A new three-dimensional method for quantitative wall-thickening analysis / E.R. Holman, V.G. Buller, A. de Roos [et al.] // *Circulation.* – 1997. – Vol. 95. – P.924–931.
  28. Assessment of segmental myocardial viability using regional 2-dimensional strain echocardiography / R.Q. Migrino, X. Zhu, N. Pajewski [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2007. – Vol. 20. – P.342–351.
  29. Clinical validation of automatic quantitative dBect size in rest technetium-99m-sestamibi myocardial perfusion SPECT / X. Kang, D.S. Berman, K.F. Van Train [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 1997. – Vol. 38. – P.1441–1446.
  30. *Naya, M.* The role of nuclear medicine in assessments of cardiac dyssynchrony / M. Naya, O. Manabe, K. Koyanagawa, N. Tamaki // *J. Nucl. Cardiol.* – 2017. – DOI: 10.1007/s12350-017-1072-z.
  31. Nicorandil was an effective treatment option for a patient with bland-white-garland syndrome / S. Morishita, H. Maeba, K. Takehana [et al.] // *Intern. Med.* – 2017. – Vol. 56 (17). – P.2295–2299.
  32. Validation of longitudinal peak systolic strain by speckle tracking echocardiography with visual assessment and myocardial perfusion SPECT in patients with regional asynergy / K. Kusunose, H. Yamada, S. Nishio [et al.] // *Circ. J.* – 2011. – Vol. 75. – P.141–147.
  33. Global longitudinal strain: a novel index of left ventricular systolic function / S.A. Reisner, P. Lysyansky, Y. Agmon [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2004. – Vol. 17. – P.630–633.
  34. *Iwakura, K.* Automated assessment of myocardial viability after acute myocardial infarction by global longitudinal peak strain on low-dose dobutamine stress echocardiography / K. Iwakura, A. Okamura, Y. Koyama // *Circ. J.* – 2010. – Vol. 74 (10). – P.2158–2165.
  35. *Галявич, А.С.* Сравнительный анализ данных эхокардиографии, мультиспиральной компьютерной томографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда в оценке объема и фракции выброса левого желудочка / А.С. Галявич, А.Ю. Рафиков, Г.Б. Сайфуллина // *Казанский медицинский журнал.* – 2013. – № 1. – С.39–43.
  36. A Comparison between Quantitative Gated Myocardial Perfusion Scintigraphy and Strain Echocardiography as Indicators of Ventricular Functions in Patients with Anterior Myocardial Infarction / S. Karacavus, A. Celik, A. Tutus [et al.] // *World J. Nucl. Med.* – 2014. – Vol. 13 (3). – P.184–189.

37. Hatipoğlu, F. Comparison of gated myocardial perfusion SPECT, echocardiography and equilibrium radionuclide ventriculography in the evaluation of left ventricle contractility/ F. Hatipoğlu, Z. Burak, Ö. Ömür // Turk Kardiyol. Dern. Ars. – 2014. – Vol. 42 (4). – P.349–357.
38. The correlation between myocardial perfusion scintigraphy and three-dimensional echocardiography in ejection fraction and cardiac volumes for determination of the nearest filtering parameters / A.R. Mardanshahi, A. Alavi, J. Yazdani [et al.] // World J. Nucl. Med. – 2019. – Vol. 18 (4). – 373–377.
39. Сопоставимость оценок сократительной функции левого желудочка по результатам эхокардиографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда / Н.Б. Амиров, Н.А. Цибулькин, А.И. Абдрахманова [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, вып. 2. – С.14–18.
40. *Abdrahmanova, A.I.* Silent myocardial ischemia in patients after emergency coronary intervention (Literature review) / A.I. Abdrahmanova, N.A. Tsibulkin // Revista Latinoamericana de Hipertension. – 2020. – Vol. 15 (4). – P.297–300.

## REFERENCES

1. Abdrahmanova AI, Amirov NB, Sajfullina GB. Bezbolevaya ishemiya miokarda (obzor literatury) [Painless myocardial ischemia (literature review)]. Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny [Bulletin of modern clinical medicine]. 2015; 6: 103–115.
2. Goluhova EZ, Gromova OI, Bulaeva NI, et al. Vnezapnaya serdechnaya smert' u bol'nyh ishemicheskoy bolezni serdca: ot mekhanizmov k klinicheskoy praktike [Sudden cardiac death in patients with coronary heart disease: from mechanisms to clinical practice]. Kardiologiya [Cardiology]. 2017; 12: 73–81.
3. Abi-Samra F, Gutterman D. Cardiac contractility modulation: a novel approach for the treatment of heart failure. Heart Failure Reviews. 2016 Nov; 21 (6): 645–660.
4. Mark IM. Noble Whatever Happened to Measuring Ventricular Contractility in Heart Failure? Card Fail Rev. 2017; 3 (2): 79–82.
5. Maragiannis D, Alvarez PA, Ghosn MG, et al. Left ventricular function in patients with hypertrophic cardiomyopathy and its relation to myocardial fibrosis and exercise tolerance. Int J Cardiovasc Imaging. 2018; 34 (1): 121–129.
6. Iida Y, Inomata T, Kaida T, et al. Prognostic Impact of Segmental Wall Motion Abnormality in Patients With Idiopathic Dilated Cardiomyopathy. Int Heart J. 2017; 58 (4): 544–550.
7. Wengenmayer T, Stephan A, Grundmann S, et al. Altered Regional Myocardial Mechanics in Transplanted Hearts: Influence of Time and Transplantation. Thorac Cardiovasc Surg. 2017; 65 (5): 415–422.
8. Amzulescu MS, Langet H, Saloux E, et al. Head-to-Head Comparison of Global and Regional Two-Dimensional Speckle Tracking Strain Versus Cardiac Magnetic Resonance Tagging in a Multicenter Validation Study. Circ Cardiovasc Imaging. 2017; 10 (11): e006530. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.117.006530.
9. Rajding E. Ekhokardiografija; Prakticheskoe rukovodstvo [Echocardiography; Practical manual]. MEDpress-inform [MEDpress-inform]. 2013; 280 p.
10. McDiarmid Adam K, Pellicori Pierpaolo, et al. Taxonomy of segmental myocardial systolic dysfunction. Eur Heart J. 2017; 38 (13): 942–954.
11. Kostakou PM, Kostopoulos VS, Tryfou ES, et al. Subclinical left ventricular dysfunction and correlation with regional strain analysis in myocarditis with normal ejection fraction; A new diagnostic criterion. Int J Cardiol. 2018; 259: 116–121.
12. Beller GA, Zaret BL. Contributions of nuclear cardiology to diagnosis and prognosis of patients with coronary artery disease. Circulation 2000; 101: 1465–1478.
13. Tasçi C, Özçelik N. An Overview on coronary heart disease (A comparative evaluation of Turkey and Europe) and cost-effectiveness of diagnostic strategies. Mol Imaging Radionucl Ther. 2011; 20: 75–93.
14. Hashimoto A, Nakata T, Wakabayashi T, Kyuma M, Takahashi T, Tsuchihashi K, et al. Validation of quantitative gated single photon emission computed tomography and an automated scoring system for the assessment of regional left ventricular systolic function. Nucl Med Commun. 2002; 23: 887–898.
15. Germano G, Berman DS. Quantitative single-photon emission computed tomography imaging. Curr Cardiol Rep. 2005; 7: 136–142.
16. Berman DS, Hachamovitch R, Shaw LJ, Friedman JD, Hayes SW, Thomson LE, et al. Roles of nuclear cardiology, cardiac computed tomography, and cardiac magnetic resonance: Noninvasive risk stratification and a conceptual framework for the selection of noninvasive imaging tests in patients with known or suspected coronary artery disease. J Nucl Med. 2006; 47: 1107–1118.
17. Kang X, Berman DS, Van Train KF, Amanullah AM, Areeda J, Friedman JD, et al. Clinical validation of automatic quantitative defect size in rest technetium-99m-sestamibi myocardial perfusion SPECT. J Nucl Med. 1997; 38: 1441–1446.
18. Hoit BD. Strain and strain rate echocardiography and coronary artery disease. Circ Cardiovasc Imaging. 2011; 4: 179–190.
19. Bellenger NG, Marcus NJ, Davies C, Yacoub M, Banner NR, Pennell DJ. Left ventricular function and mass after orthotopic heart transplantation: a comparison of cardiovascular magnetic resonance with echocardiography. J Heart Lung Transplant. 2000 May; 19 (5): 444–452.
20. Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence of absence of asynergy. Am J Cardiol. 1976 Jan; 37 (1): 7–11.
21. Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's echocardiography. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2005; 138–179.
22. Whalley GA, Gamble GD, Walsh HJ, Sharpe N, Dougherty RN. Quantitative evaluation of regional endocardial visualisation with second harmonic imaging and contrast left ventricular opacification in heart failure patients. Eur J Echocardiogr. 2005 Mar; 6 (2): 134–143.
23. Paz Y, Morgenstern R, Weinberg R, Chiles M, Bhatti N, Ali Z, Mohan S, Bokhari S. Relation of Coronary Flow Reserve to Other Findings on Positron Emission Tomography Myocardial Perfusion Imaging and Left Heart Catheterization in Patients With End-stage Renal Disease Being Evaluated for Kidney Transplant. Am J Cardiol. 2017 Dec 1; 120 (11): 1909–1912.
24. Xie MY, Lv Q, Wang J, Yin JB. Assessment of myocardial segmental function with coronary artery stenosis in multi-vessel coronary disease patients with normal wall motion. European Review for Medical and Pharmacological Sciences. 2016 Apr; 20 (8): 1582–1589.
25. Davies R, Liu G, Sciamanna C, Davidson WR Jr, Leslie DL, Foy AJ. Comparison of the Effectiveness of Stress Echocardiography Versus Myocardial Perfusion Imaging in Patients Presenting to the Emergency Department With

- Low-Risk Chest Pain. *Am J Cardiol.* 2016 Dec 15; 118 (12): 1786-1791.
26. Al-Makhamreh HK, AlSharif AA, Abujbara MA, Al-Ibraheem AN, Obeidat OS, AlKawaleet YI, Darawsheh A, Liswi MI, Ajlouni KM. Assessment of segmental left ventricular thickening in diabetic type II obese patients with normal myocardial perfusion scan. *Hell J Nucl Med.* 2017 Sep-Dec; 20 (3): 222-226.
  27. Holman ER, Buller VG, de Roos A, van der Geest RJ, Baur LH, van der Laarse A, et al. Detection and quantification of dysfunctional myocardium by magnetic resonance imaging. A new three-dimensional method for quantitative wall-thickening analysis. *Circulation.* 1997; 95: 924-931.
  28. Migrino RQ, Zhu X, Pajewski N, Brahmabhatt T, Hoffmann R, Zhao M. Assessment of segmental myocardial viability using regional 2-dimensional strain echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007; 20: 342-351.
  29. Kang X, Berman DS, Van Train KF, Amanullah AM, Areeda J, Friedman JD, et al. Clinical validation of automatic quantitative dBect size in rest technetium-99m-sestamibi myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med.* 1997; 38: 1441-1446.
  30. Naya M, Manabe O, Koyanagawa K, Tamaki N. Correction to: The role of nuclear medicine in assessments of cardiac dyssynchrony. *J Nucl Cardiol.* 2018 Dec; 25 (6):1988-1989. doi: 10.1007/s12350-017-1113-7.
  31. Morishita S, Maeba H, Takehana K, Shiojima I. Nicorandil was an Effective Treatment Option for a Patient with Bland-White-Garland Syndrome. *Intern Med.* 2017 Sep 1; 56 (17): 2295-2299. doi: 10.2169/internalmedicine.8516-16.
  32. Kusunose K, Yamada H, Nishio S, Mizuguchi Y, Choraku M, Maeda Y, Hosokawa S, Yamazaki N, Tomita N, Niki T, Yamaguchi K, Koshiba K, Soeki T, Wakatsuki T, Akaike M, Sata M. Validation of longitudinal peak systolic strain by speckle tracking echocardiography with visual assessment and myocardial perfusion SPECT in patients with regional asynergy. *Circ J.* 2011; 75 (1): 141-147. DOI: 10.1253/circj.cj-10-0551.
  33. Reisner SA, Lysyansky P, Agmon Y, Mutlak D, Lessick J, Friedman Z. Global longitudinal strain: a novel index of left ventricular systolic function. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004 Jun; 17 (6): 630-633. doi: 10.1016/j.echo.2004.02.011.
  34. Iwakura K, Okamura A, Koyama Y, Date M, Higuchi Y, Inoue K, Kimura R, Nagai H, Imai M, Toyoshima Y, Ozawa M, Ito N, Okazaki Y, Shibuya M, Omiya S, Takagi T, Morisawa D, Fujii K. Automated assessment of myocardial viability after acute myocardial infarction by global longitudinal peak strain on low-dose dobutamine stress echocardiography. *Circ J.* 2010 Oct; 74 (10): 2158-2165.
  35. Galyavich AS, Rafikov AYU, Sajfullina GB. Sravnitel'nyj analiz dannyh ekhokardiografii, mul'tispiral'noj komp'yuternoj tomografii i perfuzionnoj scintigrafii miokarda v ocenke ob'yoma i frakcii vybrosa levogo zheludochka [Comparative analysis of echocardiography, multislice computed tomography and myocardial perfusion scintigraphy data in assessing the volume and ejection fraction of the left ventricle]. *Kazanskij medicinskii zhurnal [Kazan medical journal].* 2013; 1: 39-43.
  36. Karacavus S, Celik A, Tutus A, Kula M, Oguzhan A, Ozdogru I, Kalay N. A Comparison between Quantitative Gated Myocardial Perfusion Scintigraphy and Strain Echocardiography as Indicators of Ventricular Functions in Patients with Anterior Myocardial Infarction. *World J Nucl Med.* 2014 Sep; 13 (3): 184-189.
  37. Hatipoğlu F, Burak Z, Ömür Ö. Comparison of gated myocardial perfusion SPECT, echocardiography and equilibrium radionuclide ventriculography in the evaluation of left ventricle contractility. *Turk Kardiyol Dem Ars.* 2014 Jun; 42 (4): 349-57.
  38. Mardanshahi AR, Alavi A, Yazdani J, Hosseinimehr SJ, Khoshaklagh M, Dabirian M, Abedi SM. The correlation between myocardial perfusion scintigraphy and three-dimensional echocardiography in ejection fraction and cardiac volumes for determination of the nearest filtering parameters. *World J Nucl Med.* 2019 Dec 18; 18 (4): 373-377. DOI: 10.4103/wjnm.WJNM\_116\_18.
  39. Amirov NB, Cibul'kin NA, Abdrahmanova AI, Frolova EB, Saifullina GB, Sultanova GI. Sopotstavimost' ocnok sokratitel'noj funkcii levogo zheludochka po rezul'tatam ekhokardiografii i perfuzionnoj scintigrafii miokarda [Comparability of left ventricle function evaluation by echocardiography and perfusion myocardial scintigraphy]. *Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine].* 2018; 11 (2): 14-18.
  40. Abdrahmanova AI, Tsibulkin NA. Silent myocardial ischemia in patients after emergency coronary intervention (Literature review). *Revista Latinoamericana de Hipertension.* 2020; 15 (4): 297-300.