

СОПОСТАВИМОСТЬ ОЦЕНОК СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭХОКАРДИОГРАФИИ И ПЕРФУЗИОННОЙ СЦИНТИГРАФИИ МИОКАРДА

АМИРОВ НАИЛЬ БАГАУВИЧ, Resercher ID: E-3177-2016, SCOPUS Author ID: 7005357664, докт. мед. наук, профессор кафедры общей врачебной практики № 1 ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49, e-mail: namirov@mail.ru

ЦИБУЛЬКИН НИКОЛАЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, доцент кафедры кардиологии, РЭ и ССХ Казанской государственной медицинской академии — филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 36, e-mail: kldkgma@mail.ru

АБДРАХМАНОВА АЛСУ ИЛЬДУСОВНА, канд. мед. наук, доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины ИФМиБ Казанского (Приволжского) федерального университета, Россия, 420012, Казань, ул. Карла Маркса, 74, e-mail: alsuchaa@mail.ru

САЙФУЛЛИНА ГУЗАЛИЯ БАРИЕВНА, врач лаборатории радиоизотопной диагностики ГАУЗ «Межрегиональный клиничко-диагностический центр», Россия, 420089, Казань, ул. Карбышева, 12а, e-mail: sayfullina_rad@mail.ru

СУЛТАНОВА ГУЗЕЛЬ ИЛЬШАТОВНА, студентка VI курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49, e-mail: gsultanova101@mail.ru

Реферат. Цель — сравнительный анализ результатов оценки регионарной и интегральной сократимости миокарда левого желудочка у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца по результатам эхокардиографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда. **Материал и методы.** Анализ результатов плановой эхокардиографии и перфузионной сцинтиграфии миокарда без нагрузки у пациентов с диагнозом «хроническая ишемическая болезнь сердца», вне зависимости от перенесенного инфаркта миокарда, проходивших обследование в кардиологическом отделении. Определялись объемы и интегральная сократимость левого желудочка по методу дисков, регионарная сократимость в баллах в соответствии со схемой из 17 сегментов, ряд показателей центральной гемодинамики. По баллам регионарной сократимости рассчитывался индекс сократимости левого желудочка, который может рассматриваться в качестве косвенной характеристики его интегральной сократимости. **Результаты и их обсуждение.** Оба метода продемонстрировали высокую степень совпадения значений основных функциональных показателей левого желудочка. В то же время оценка регионарной сократимости имела ряд расхождений: индекс сократимости по результатам сцинтиграфии оказался выше такового для эхокардиографии. Оценка регионарной сократимости по результатам двух методов различалась почти для половины сегментов. В большинстве случаев выявленные расхождения в оценке регионарной сократимости определялись более высокой степенью дисфункции по результатам сцинтиграфии. **Выводы.** Можно предположить, что выявленные различия связаны с методологией диагностических исследований и с особенностями заболеваний сердца. Окончательное суждение о таком комплексном функциональном показателе, как регионарная сократимость, следует принимать с учетом результатов всех доступных методов.

Ключевые слова: регионарная сократимость, эхокардиография, перфузионная сцинтиграфия.

Для ссылки: 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. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(2).14-18.

COMPARABILITY OF LEFT VENTRICLE FUNCTION EVALUATION BY ECHOCARDIOGRAPHY AND PERFUSION MYOCARDIAL SCINTIGRAPHY

AMIROV NAIL B., Resercher ID: E-3177-2016, SCOPUS Author ID: 7005357664, D. Med. Sci., professor of the Department of general medical practice № 1 of Kazan State Medical University, Russia, 420012, Kazan, Butlerov str., 49, e-mail: namirov@mail.ru

TSIBULKIN NIKOLAY A., associate professor of the Department of cardiology, radiologic endovascular and cardiovascular surgery of Kazan State Medical Academy — the branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Russia, 420012, Kazan, Butlerov str., 36, e-mail: kldkgma@mail.ru

ABDRAKHMANOVA ALSU I., C. Med. Sci., assistant of professor of the Department of clinical medicine fundamental basis, Institute of biology and fundamental medicine of Kazan Federal University, Russia, 420012, Kazan, Karl Marx str., 74, e-mail: alsuchaa@mail.ru

SAIFULLINA GUSALIA B., physician of the laboratory of radioisotope diagnostics of Interregional Clinical Diagnostic Center, Russia, 420089, Kazan, Karbyshev str., 12a, e-mail: sayfullina_rad@mail.ru

SULTANOVA GUZEL I., 6-year student of Kazan State Medical University, Russia, 420012, Kazan, Butlerov str., 49, e-mail: gsultanova101@mail.ru

Abstract. Aim. Comparative analysis of the results of regional and integral contractility assessment in left ventricle myocardium in patients with chronic coronary heart disease has been performed by echocardiography and perfusion myocardium scintigraphy. **Material and methods.** Planned echocardiography and perfusion myocardium scintigraphy without load results analysis was performed in patients with chronic coronary heart disease undergoing treatment in cardiologic unit regardless of myocardial infarction. The volume and integral contractility of the left ventricle were assessed by disk method, regional contractility was measured in seventeen segments according to the scheme and central hemodynamic indicators were defined. **Results and discussion.** Both methods have shown a high extent of coincidence of the key functional indicator values of the left ventricle. At the same time, regional contractility assessment had a series of divergences: the index of contractility by the results of scintigraphy was higher than that for

echocardiography. Assessment of regional contractility by the results of two methods differed almost in half segments. **Conclusion.** It is possible to assume that the differences are bound to the methodology of diagnostic tests and to the features of heart diseases. It is necessary to consider the results of all available methods for final judgment on such a complex functional indicator as the regional contractility.

Key words: regional contractility, echocardiography, perfusion scintigraphy.

For reference: Amirov NB, Tsibulkin NA, Abdrahmanova AI, Frolova EB, Saifullina GB, Sultanova GI. Comparability of left ventricle function evaluation by echocardiography and perfusion myocardial scintigraphy. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2018; 11 (2): 14-18. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(2).14-18.

Актуальность. Сократимость левого желудочка (ЛЖ) является одной из основных функциональных характеристик сердца [1]. Сократительную функцию принято подразделять на интегральную и регионарную [2]. В первом случае это общая сократимость всего ЛЖ без учета нарушений функции отдельных его сегментов. Во втором случае это оценка сократимости каждого сегмента миокарда по отдельности. Основным показателем интегральной сократимости ЛЖ является фракция выброса как доля ударного объема от диастолического объема ЛЖ. Регионарная сократимость обычно определяется характером систолического движения стенки ЛЖ на отдельном участке. Оно описывается как нормо-, гипо-, а- или дискинезия, что соответствует нормальному, сниженному, отсутствующему или обратному систолическому движению миокарда [3, 4]. Нормальное функционирование всех сегментов ЛЖ также является подтверждением сохранности его интегральной сократимости [5]. Показатель фракции выброса ЛЖ несложен в расчетах и востребован врачами многих специальностей, так как коррелирует с прогнозом и риском осложнений. Оценка регионарной сократимости, напротив, представляет интерес в основном для кардиологов [6, 7]. В сочетании с другими методами она позволяет уточнить характер и возможные причины поражения миокарда, спланировать тактику ведения пациента [8, 9].

Существуют различные способы оценки регионарной сократимости ЛЖ, характеризующие экскурсию эндокарда (М-режим ЭхоКГ), движение отдельных участков миокарда (2D-режим ЭхоКГ, тканевая доплерография, магнитно-резонансная томография), или внутреннее напряжение миокарда (speckle-tracking) [10, 11]. Различия в физических принципах отдельных методов могут стать причиной возможного расхождения их результатов в клинике и эксперименте [12, 13]. Доступными и информативными методами на сегодняшний день являются эхокардиография (ЭхоКГ) и перфузионная сцинтиграфия миокарда (ПСГМ) [14, 15]. Оба метода позволяют оценивать как интегральную, так и регионарную сократимость ЛЖ и широко используются

в диагностике ишемической болезни сердца (ИБС) [16, 17, 18]. Параллельная оценка сократимости ЛЖ и некоторых индексов центральной гемодинамики с помощью ЭхоКГ и ПСГМ представляет практический интерес, так как одни и те же показатели рассчитываются на основе методов, имеющих различную физическую основу [19, 20]. Сравнительная оценка результатов двух методов поможет определить сопоставимость получаемых с их помощью данных.

Материал и методы. Проведен анализ результатов ЭхоКГ и ПСГМ у пациентов, проходивших обследование в кардиологическом отделении с диагнозом «хроническая ИБС», вне зависимости от наличия перенесенного инфаркта миокарда и коронарных вмешательств, но при отсутствии пороков сердца, патологии перикарда и тяжелых сопутствующих заболеваний.

В исследовании участвовали пятнадцать пациентов, из них 11 мужчин, средний возраст которых составил 58 лет. Проанализированы результаты плановых исследований: ПСГМ без нагрузки и ЭхоКГ по стандартному протоколу. Объемы и интегральная сократимость ЛЖ определялись по методу дисков. Регионарная сократимость оценивалась в баллах: 1 балл — нормокинезия, 2 — гипокинезия, 3 — акинезия, 4 — дискинезия [21]. По баллам регионарной сократимости также рассчитывался индекс сократимости (ИС) ЛЖ как средний балл из 17 сегментов. Индекс сократимости является обобщающим показателем регионарной сократительной функции ЛЖ и может рассматриваться в качестве косвенной характеристики его интегральной сократимости. Также рассчитывались следующие функциональные показатели ЛЖ: конечно-диастолический объем (КДО), ударный объем (УО), фракция выброса (ФВ), индекс сократимости (ИС), минутный объем (МО). Статистическая обработка проведена с использованием программных средств, уровень значимости — 0,05.

Результаты и их обсуждение. Расчетные функциональные показатели у обследованных пациентов по результатам ЭхоКГ и ПСГМ (таблица) существенно не различались, хотя расчетный КДО ЛЖ по данным ПСГМ был в среднем на 8% выше.

Расчетные показатели левого желудочка по результатам ЭхоКГ и ПСГМ

Показатель	ЭхоКГ			ПСГМ			p
	M	CI	SD	M	CI	SD	
КДО, мл	130,31	102,60—158,01	45,85	140,21	106,86—173,57	57,77	> 0,05
ФВ, %	49,00	41,49—56,52	13,01	48,36	39,39—57,32	15,53	> 0,05
УО, мл	60,14	52,78—67,50	12,18	60,71	54,47—66,96	10,82	> 0,05
МО, л/мин	4,10	3,50—4,71	0,95	3,89	2,93—4,84	1,66	> 0,05
ИС	1,38	1,15—1,61	0,39	1,52	1,29—1,76	0,40	< 0,05

Примечание. M — среднее, CI — 95% доверительный интервал, SD — стандартное отклонение.

Вместе с тем оценка регионарной сократимости ЛЖ с использованием индекса сократимости имела достоверные различия по результатам двух методов: ИС по данным ЭхоКГ составил в среднем $1,38 \pm 0,39$ (от 1,00 до 2,00), а по данным ПСГМ — $1,52 \pm 0,40$ (от 1,00 до 2,27), $p < 0,05$ (рисунок). Максимальные значения ИС у отдельных пациентов по данным ЭхоКГ не превышали 2,00, тогда как по данным ПСГМ в тех же случаях они составляли от 2,00 до 2,27 балла. Разница в полученных данных связана с различиями в характере систолического движения отдельных сегментов миокарда, определенными по каждому из методов.

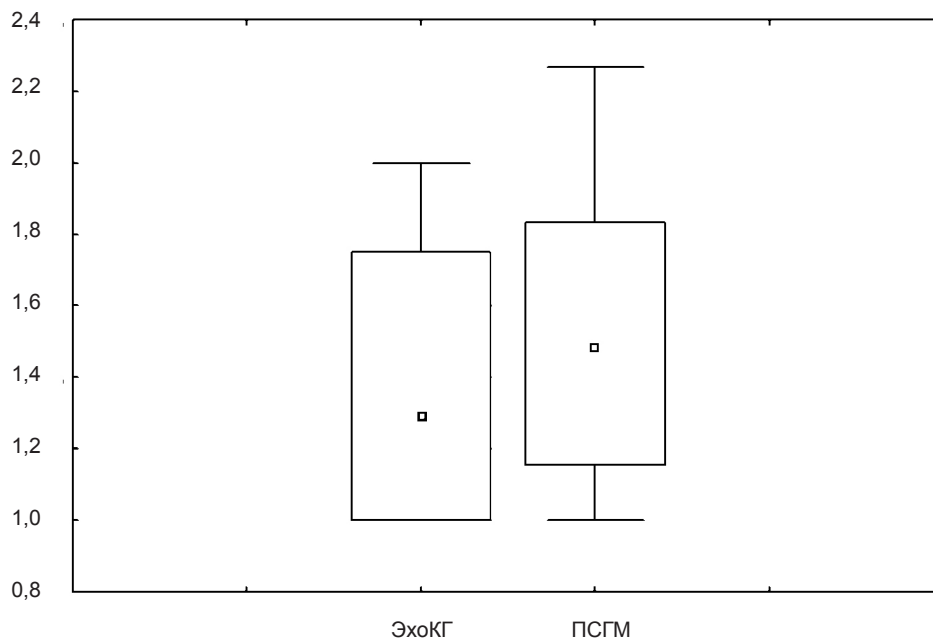
Доля сегментов миокарда, по которым наблюдалось расхождение в оценках сократимости, вычисленных по разным методам, варьировала у отдельных пациентов от 0 до 83%, составляя в среднем $(44,64 \pm 28,23)\%$. Средняя величина расхождения количественных оценок сократимости по отдельным сегментам в баллах варьировала от 0,50 в базальных отделах передней стенки ЛЖ до 1,00 балла в средних отделах передней стенки ЛЖ. В целом по обследованной группе расхождения в оценках составили в среднем $(0,69 \pm 0,27)$ балла на сегмент, что указывает на умеренные различия в пределах смежных уровней градации сократимости.

Повышенная вариабельность оценок двух методов по отдельным сегментам у некоторых пациентов может быть связана с определенной зависимостью диагностической точности от индивидуальных особенностей структуры сердца и характера его дисфункции. В частности, расхождение оценок по наибольшему числу сегментов (83%) наблюдалось у пациентов с диффузным поражением миокарда, сниженной ФВ ЛЖ (в среднем 34%) и большой долей дисфункциональных сег-

ментов. В среднем расхождения в количественной оценке сократимости индивидуальных сегментов были небольшие.

Наиболее часто расхождения в оценке регионарной сократимости по данным двух методов наблюдались в следующих локализациях: апикальные отделы боковой стенки ЛЖ (75%), средние отделы боковой стенки ЛЖ (67%), а также базальные отделы межжелудочковой перегородки (МЖП) (67%). Реже всего расхождения встречались в следующих локализациях: базальные отделы передней стенки ЛЖ (41%), средние отделы передней стенки ЛЖ (33%), базальные отделы боковой стенки ЛЖ (41%), базальные отделы нижней стенки ЛЖ (41%) и апикальные отделы нижней стенки ЛЖ (41%). Более высокая частота расхождения оценок сократимости в указанных локализациях может быть связана с особенностями структуры и техникой визуализации отдельных участков миокарда на ЭхоКГ: в частности, нередко встречающийся S-образный изгиб МЖП, сопровождающийся умеренной гипертрофией с явлениями локальной гипо- или гиперкинезии.

В случаях несовпадения оценки по двум методам данные ПСГМ чаще демонстрировали более выраженную дисфункцию по сравнению с данными ЭхоКГ (73% случаев расхождения), тогда как более выраженная дисфункция по данным ЭхоКГ наблюдалась почти втрое реже, в 27% случаев. Более высокая степень миокардиальной дисфункции по данным ПСГМ по сравнению с ЭхоКГ наиболее часто определялась в следующих локализациях: апикальные отделы боковой стенки ЛЖ (58%), средние отделы боковой стенки ЛЖ (50%), а также средние отделы нижней стенки ЛЖ (50%). Частая недооценка сократительной дисфункции по ЭхоКГ может быть связана с наложением на исследуемый сегмент (средние отделы нижней стенки ЛЖ) акустической



Индекс сократимости по данным ЭхоКГ и ПСГМ.
Средние значения ИС по ЭхоКГ — 1,38, по ПСГМ — 1,52

тени от ребра, так как плоскость локации в данном случае почти перпендикулярна межреберью.

Напротив, реже всего преобладание миокардиальной дисфункции по данным ПСГМ наблюдается в следующих локализациях: апикальные отделы МЖП, апикальные отделы нижней стенки, а также базальные отделы нижней стенки ЛЖ (по 25% в каждом случае). Меньшая частота недооценки сократительной дисфункции по ЭхоКГ на этих участках, возможно, связана с хорошей доступностью для локации с верхушки апикальных отделов миокарда как по МЖП, так и по нижней стенке. Базальные же отделы нижней стенки доступны локации как с верхушки, так и из парастернального доступа, что способствует повышению точности оценки ее сократимости.

Преобладание сократительной дисфункции по данным ЭхоКГ по сравнению с ПСГМ чаще выявлялась в апикальном отделе МЖП (33%), а реже всего — в базальных и средних отделах передней стенки, в базальных отделах боковой стенки, а также в средних отделах нижней стенки (не более 8% в каждом случае). Практика ультразвукового исследования сердца показывает, что очаговые поражения в области верхушки ЛЖ, как правило, ассоциированы с дисфункцией смежного апикального сегмента МЖП, что может стать причиной гипердиагностики такой дисфункции по данным ЭхоКГ. Низкая (не более 8% случаев) частота эхографической гипердиагностики миокардиальной дисфункции по остальным сегментам может быть следствием как более высокого качества их визуализации, так и меньшей частоты их поражения (нижняя стенка, высокие отделы боковой стенки).

Выводы. Оба метода продемонстрировали высокую степень совпадения значений основных функциональных показателей левого желудочка, включая ФВ ЛЖ, как ведущий индикатор его интегральной сократимости. В то же время оценка регионарной сократимости продемонстрировала ряд расхождений. Индекс сократимости ЛЖ по результатам ПСГМ оказался достоверно выше такового для ЭхоКГ (1,52 и 1,38). В среднем оценка регионарной сократимости по результатам двух методов различалась почти для половины сегментов (44,64%). В подавляющем числе случаев (73%) выявленные расхождения в оценке регионарной сократимости определялись более высокой степенью дисфункции по результатам ПСГМ и только в 27% случаев более тяжелой дисфункцией по данным ЭхоКГ. Средняя величина расхождения оценок составляла около 0,7 балла, что свидетельствует о разнице только в пределах смежных градаций дисфункции. Наибольшая доля сегментов с расхождениями в оценках (83%) выявлена у пациентов с диффузным поражением миокарда, большим числом дисфункциональных сегментов и сниженной ФВ ЛЖ (в среднем 34%).

Наибольшая частота расхождений между результатами обоих методов наблюдалась по боковой стенке (средние и апикальные отделы) и в базальных отделах межжелудочковой перегородки. Наименьшая частота расхождений наблюдалась по передней стенке (базальные и средние отделы), а также в базальных отделах боковой и нижней стенки ЛЖ. В большинстве случаев метод ПСГМ

показывал большую степень регионарной сократительной дисфункции по сравнению с ЭхоКГ. Более высокая частота дисфункции по данным ЭхоКГ была выявлена в апикальном отделе МЖП. Можно предположить, что выявленные различия в оценках регионарной сократимости по двум методам связаны как с методологией ЭхоКГ, так и с особенностями заболевания сердца. Следует помнить, что ни один инструментальный метод не обладает абсолютной диагностической точностью. Таким образом, окончательное суждение о состоянии и клиническом значении такого комплексного функционального показателя, как регионарная сократимость ЛЖ, следует принимать с учетом результатов всех доступных методов и в их приложении к состоянию пациента.

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, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. *Abi-Samra, F.* Cardiac contractility modulation: a novel approach for the treatment of heart failure / F. Abi-Samra, D. Gutterman // *Heart Fail. Rev.* — 2016. — Vol. 21(6). — P.645—660.
3. *Райдинг, Э.* Эхокардиография. Практическое руководство / Э. Райдинг. — М.: МЕДпресс-информ, 2013. — 280 с.
4. Taxonomy of segmental myocardial systolic dysfunction / A.K. McDiarmid, P. Pellicori [et al.] // *Eur. Heart J.* — 2017. — Vol. 38 (13). — P.942—954.
5. Subclinical left ventricular dysfunction and correlation with regional strain analysis in myocarditis with normal ejection fraction. A new diagnostic criterion / P.M. Kostakou, V.S. Kostopoulos, E.S. Tryfou [et al.] // *Int. J. Cardiol.* — 2018. — Vol. 259. — P.116—121.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Head-to-Head comparison of global and regional two-dimensional 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.
10. Longitudinal two-dimensional strain for the diagnosis of left ventricular segmental dysfunction in patients with acute myocardial infarction / A. Eitan, I. Kehat, D. Mutlak [et al.]

- // Int. J. Cardiovasc. Imaging. — 2018. — Vol. 34 (2). — P.237—249.
11. Machine learning of the spatio-temporal characteristics of echocardiographic deformation curves for infarct classification / M. Tabassian, M. Alessandrini, L. Herbots [et al.] // Int. J. Cardiovasc. Imaging. — 2017. — Vol. 33 (8). — P.1159—1167.
 12. Comparison between radionuclide ventriculography and echocardiography for quantification of left ventricular systolic function in rats exposed to doxorubicin / L. Oliveira, J O'Connell, E. Carvalho [et al.] // Arq. Bras. Cardiol. — 2017. — Vol. 108 (1). — P.12—20.
 13. Sicari, R. Stress echocardiography: time for a reassessment? / R. Sicari // Int. J. Cardiol. — 2018. — Vol. 259. — P.47—48.
 14. 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 / Y. Paz, R. Morgenstern, R. Weinberg [et al.] // Am. J. Cardiol. — 2017. — Vol. 120 (11). — P.1909—1912.
 15. 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.
 16. 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.
 17. 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.
 18. Абдрахманова, А.И. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы) / А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина // Вестник современной клинической медицины. — 2015. — Т. 8, вып. 6. — С.103—115.
 19. 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.
 20. Nicorandil was an effective treatment option for a patient with bland-white-garland syndrome / S. Morishita, H. Maeba, K. Takehana, I. Shiojima // Intern. Med. — 2017. — Vol. 56 (17). — P.2295—2299.
 21. Niimi, T. Quantification of Contraction Synchronicity and Contraction Work in Coronary Artery Disease / T. Niimi, M. Nanasato, H. Maeda // Nucl. Med. Mol. Imaging. — 2017. — Vol. 51 (3). — P.227—232.
 6. 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.
 7. 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.
 8. 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.
 9. 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.
 10. Eitan A, Kehat I, Mutlak D et al. Longitudinal two-dimensional strain for the diagnosis of left ventricular segmental dysfunction in patients with acute myocardial infarction. Int J Cardiovasc Imaging. 2018; 34 (2): 237-249.
 11. Tabassian M, Alessandrini M, Herbots L et al. Machine learning of the spatio-temporal characteristics of echocardiographic deformation curves for infarct classification. Int J Cardiovasc Imaging. 2017; 33 (8): 1159-1167.
 12. Oliveira L, O'Connell J, Carvalho E, et al. Comparison between Radionuclide Ventriculography and Echocardiography for Quantification of Left Ventricular Systolic Function in Rats Exposed to Doxorubicin. Arq Bras Cardiol. 2017; 108 (1): 12-20.
 13. Sicari R. Stress echocardiography: time for a reassessment? Int J Cardiol. 2018; 259: 47-48.
 14. Paz Y, Morgenstern R, Weinberg R et al. 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; 120 (11): 1909-1912.
 15. 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. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2016; 20 (8): 1582-1589.
 16. Davies R, Liu G, Sciamanna C, Davidson WR et al. 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; 118 (12): 1786-1791.
 17. Al-Makhamreh HK, Al-Sharif AA, Abujbara MA et al. Assessment of segmental left ventricular thickening in diabetic type II obese patients with normal myocardial perfusion scan. Hell J Nucl Med. 2017; 20 (3): 222-226.
 18. Abdrahmanova AI, Amirov NB, Sayfullina GB. Bezbolevaya ishemiya miokarda (obzor literaturyi) [Silent myocardial ischemia (literature review)]. Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]. 2015; 8 (6): 103—115.
 19. Naya M, Manabe O, Koyanagawa K, Tamaki N. The role of nuclear medicine in assessments of cardiac dyssynchrony. J Nucl Cardiol. 2017; doi: 10.1007/s12350-017-1072-z.
 20. 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; 56 (17): 2295-2299.
 21. Niimi T, Nanasato M, Maeda H. Quantification of Contraction Synchronicity and Contraction Work in Coronary Artery Disease. Nucl Med Mol Imaging. 2017; 51 (3): 227-232.

REFERENCES

1. Mark IM. Noble Whatever Happened to Measuring Ventricular Contractility in Heart Failure? Card Fail Rev. 2017; 3 (2): 79–82.
2. Freddy Abi-Samra, David Gutterman. Cardiac contractility modulation: a novel approach for the treatment of heart failure. Heart Fail Rev. 2016; 21 (6): 645–660.
3. Rajding E. Ekhokardiografija; Prakticheskoe rukovodstvo [Echocardiography; Practical manual]. MEDpress-inform. 2013; 280 p.
4. McDiarmid Adam K, Pellicori Pierpaolo et al. Taxonomy of segmental myocardial systolic dysfunction. Eur Heart J. 2017; 38 (13): 942–954.
5. 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.