

<https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-3-33-40>

СРАВНЕНИЕ ФРАКЦИИ ВЫБРОСА И КОНЕЧНЫХ ОБЪЕМОВ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА КАК ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЯЖЕСТИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Д. Ш. Газизова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии
им. А. Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Рублевское шоссе, д. 135, г. Москва, 121552, Россия*

Аннотация

Цель — показать, что конечные объемы отражают тяжесть патологического состояния левого желудочка не только при сохраненной, но и при низкой фракции выброса.

Материалы и методы. Исследованы 32 больных дилатационной кардиомиопатией с выраженной сердечной недостаточностью и полным мониторно-компьютерным и эхокардиографическим контролем.

Результаты. Исследована чувствительность фракции выброса и конечных объемов к выраженности изменения функции сердца (ударный индекс от 15,3 до 57,2 и в среднем $29,5 \pm 1,6$; фракция выброса от 16,5 до 48,0, в среднем $27,4 \pm 1,0$; частота сердечных сокращений от 52 до 113, в среднем $81,8 \pm 2,4$). Оказалось, что процентное изменение (чувствительность) фракции выброса (на 55%) значительно ниже, чем чувствительность индекса конечного диастолического объема (190%) и индекса конечного систолического объема (438%) к выраженности сердечной недостаточности.

Заключение. Индексы конечного диастолического и конечного систолического объемов тяжелых больных дилатационной кардиомиопатией с низкой фракцией выброса более чувствительны к выраженности сердечной недостаточности, чем фракция выброса. Поэтому целесообразно использовать конечные объемы в качестве показателей сердечной недостаточности. Адекватная количественная оценка тяжести сердечной недостаточности должна включать частоту сердечных сокращений (длительность сердечного цикла).

Ключевые слова: сердечная недостаточность, левый желудочек, фракция выброса, конечный систолический объем, конечный диастолический объем, частота сердечных сокращений

Для цитирования: Газизова Д. Ш. Сравнение фракции выброса и конечных объемов левого желудочка как показателей тяжести сердечной недостаточности. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019; 26(3): 33–40. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-3-33-40>

Поступила 01.04.2019

Принята после доработки 18.04.2019

Опубликована 26.06.2019

COMPARISON OF EJECTION FRACTION AND END VOLUMES OF THE LEFT VENTRICLE AS INDICATORS OF THE SEVERITY OF HEART FAILURE

Dinara Sh. Gazizova

A. N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery,
Ministry of Health of the Russian Federation,
Roublyevskoe Shosse, 135, Moscow, 121552, Russia

Abstract

Aim. To demonstrate that the end volumes are indicative of the severity of the left ventricle pathological condition not only under preserved, but also under reduced ejection fraction.

Material and methods. 32 patients with dilated cardiomyopathy and severe heart failure, as well as with complete monitor and computer and echocardiographic control were examined.

Results. The sensitivity of the ejection fraction and end volumes to the severity of heart failure (stroke index from 15.3 to 57.2, average 29.5 ± 1.6 ; ejection fraction from 16.5 to 48.0, average 27.4 ± 1.27 ; heart rate from 52 to 113, average 81.8 ± 2.4) was established. It is shown that the percentage change (sensitivity) of the ejection fraction (55%) is much lower than that of the end diastolic volume index (190%) and that of the end systolic volume index (438%) to the severity of heart failure.

Conclusion. Indices of end-diastolic and end-systolic volumes of critical patients with dilated cardiomyopathy are more sensitive to the severity of heart failure than the ejection fraction. It is advisable to use end volumes as indicators of heart failure. An adequate quantitative assessment of the severity of heart failure should include the heart rate (duration of the cardiac cycle T).

Keywords: critical heart failure, left ventricle, ejection fraction, end systolic volume, end diastolic volume

For citation: Gazizova D.Sh. Comparison of the Ejection Fraction and End Volumes of the Left Ventricle as Indicators of the Heart Failure Severity. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik*. 2019; 26(3): 33–40. (In Russ., English abstract). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-3-33-40>

Submitted 01.04.2019

Revised 18.04.2019

Published 26.06.2019

Введение

Появление во второй половине прошлого века методов визуализации открыло новые эффективные возможности диагностики [1]. Фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) стала использоваться для индикации сердечной недостаточности, ее классификации, стала отправной точкой в рандомизированных клинических исследованиях [2, 3]. На фракцию выброса опираются при контроле за ходом лечения сердечной недостаточности [4, 5]. Ее используют как предиктор неблагоприятных результатов, когда уровень ФВ меньше 45% [2, 6]. Хотя, по мнению M. Cikes, S. D. Solomon, она менее полезна в качестве маркера риска [6]. Вместе с этим ФВ в последние десятилетия нередко используется как

основной критерий оценки сердечной недостаточности (СН).

Поэтому важно обратить внимание на то, что Европейской ассоциацией кардиологов в 2016 году введено подразделение СН со средней ФВ ЛЖ — 40–49% (СН-срФВ). Авторы рекомендаций считают, что «определение СН-срФВ как отдельного показателя будет стимулировать исследования, касающиеся характеристики, патофизиологии и лечения этой группы населения» (Рекомендации Европейской ассоциации кардиологов, 2016, § 3) [7, 8]. Хотя подразделение СН по критерию средней и сохраненной ФВ недостаточно обосновано (противоречиво), поскольку неизменная ФВ не может быть показателем изменяющейся тяжести СН [9, 10].

При этом имеются разные точки зрения на значимость (полезность) ФВ при оценке СН [11]. J. Lupon и A. Bayes-Genis сомневаются в том, что ФВ можно рекомендовать как компетентный и достаточный показатель, отражающий динамику СН [12]. ФВ сама по себе может утратить клиническую ценность как предиктор риска у пациентов с СН [12], так как она зависит как от преднагрузки, так и постнагрузки и может существенно меняться в зависимости от условий нагрузки. Эти авторы также пишут, что ФВ может быть изменена прогрессированием заболевания или лечением [6, 10]. Другие авторы высказывают сомнения в чувствительности и специфичности ФВ к клиническому состоянию [9, 10]. Ведение больных с клинически выраженной СН при сохраненной ФВ представляет значительные проблемы для анестезиологов [9]. Исследуются механизмы сохранения ФВ при выраженном изменении циркулярного и продольного размера ЛЖ [13, 14]. Поставлена задача определения альтернативных количественных оценок тяжести хронической (СН) [15].

Вместе с тем удачных попыток определить чувствительный и специфический показатель тяжести СН, когда ФВ низкая, чему посвящена эта статья, не удалось обнаружить.

Цель работы — показать, что конечные объемы отражают тяжесть патологического состояния ЛЖ при низкой величине ФВ.

Материалы и методы

Подробно исследована гемодинамика 157 больных с хронической СН, проходивших лечение в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в последние 3 года. Для анализа ФВ отобраны 32 больных дилатационной кардиомиопатией (ДКМП) с выраженной СН и полным мониторно-компьютерным и эхокардиографическим (ЭхоКГ) контролем (табл. 1). Мужчин — 26 чел., женщин — 6 чел. Средний возраст $46,1 \pm 1,6$ года. Дополнительно использован материал публикаций за предыдущие годы (Л.А. Бокерия и др. [16, 17]). Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declaration Helsinki). От всех пациентов получено письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Проводились статистический анализ, имитация и интерпретация результатов контроля с помощью цифровых моделей (www.bakulev.ru, <https://cfc-journal.com>). При исследовании учитывались рост, вес, возраст, клинические и биохимические показатели, а также лекарственная поддержка. Измерялись и рассчитывались: частота сердечных сокращений (ЧСС), систоли-

ческое, диастолическое, среднее артериальное давление (АД) и легочное артериальное давление; давление заклинивания легочной артерии (ДЗЛА); центральное венозное давление (ЦВД); сердечный индекс по термодилуции (СИт) и ЭхоКГ (СИэ); ударный объем и ударный индекс по термодилуции (УИт) и по ЭхоКГ (УИэ), площадь поверхности тела (S). Контролировались конечно-диастолические (КДР) и конечно-систолические размеры (КСР); вычислялись конечно-диастолические (КДО), конечно-систолические объемы (КСО); рассчитывались индексы конечного диастолического (ИКДО) и конечного систолического объемов (ИКСО), а также общая ФВ ЛЖ и некоторые др. показатели (см. табл. 1).

Результаты и обсуждение

Анализ всех обследованных 157 больных за период 2015–2018 гг. показал, что различие данных термодилуции и ЭхоКГ значимо. Не удалось найти убедительной взаимосвязи между функцией сердца, оцениваемой УИт и УИэ. Совпадение в пределах погрешности не более 20%. В тщательно отобранной представленной здесь выборке (32 больных ДКМП) показатели функции, определенные по термодилуции и ЭхоКГ, слабо коррелируют между собой. Это может быть результатом зависимости УИ не только от разницы линейных конечных объемов (по которым они считаются), но и от изменения конфигурации сердца (см. связь между ИКДО, ИКСО и ФВ в табл. 2) [13, 14].

Это различие УИт и УИэ может обуславливаться также погрешностями методов, состоянием больных во время измерения, отношением показателя к пулу сокращений для термодилуции и к одиночному сокращению при ЭхоКГ, влиянием фазы дыхания на результат, видом и последствием терапии, обстановкой в палате и т. п. В этой статье не анализируются причины и следствия этого различия. В ней акцентируется внимание на чувствительности индексов конечных объемов к тяжести СН.

Рассмотрим поэтому соотношение очень высокой взаимосвязи ИКДО и ИКСО между собой (0,96) и практическое отсутствие таковой между конечными объемами, ФВ и СИ. Высокая взаимосвязь конечных объемов между собой и низкая с ФВ (0,01 и $-0,26$; см. табл. 2) говорит о том, что ИКДО и ИКСО изменялись однонаправленно и на относительно одинаковые величины. Поэтому ФВ не отражала эти значимые изменения, хотя вариация показателей весьма выражена (см. $K_{\text{вар}}$ в табл. 1; соответственно, коэффициенты вариации ИКДО 36,0; ИКСО 37,3 и ФВ ЛЖ 24,7).

Таблица 1. Показатели гемодинамики больных ДКМП (32 больных)

Table 1. Hemodynamic parameters for the DCM patients included in the study (32 patients)

Показатель	Размерность	$M \pm m$	Квар в %
СИТ	л/(мин.м ²)	2,4±0,1	35,9
ЧСС	уд/мин	81,8±2,4	20,3
АД	мм рт. ст.	92,3±2,3	17,5
ДЗЛА	мм рт. ст.	13,8±1,3	67,2
ЦВД	мм рт. ст.	2,8±0,4	103,2
КДР	см	7,5±0,2	16,6
КСР	см	6,4±0,2	18,1
КДО	мл	301,6±15,0	35,1
КСО	мл	217,8±11,2	36,5
S	м ²	1,9±0,0	10,5
УИ _т	мл/м ²	29,5±1,6	37,6
УИ _э	мл/м ²	42,4±3,0	50,5
ИКДО	мл/м ²	156,8±8,0	36,0
ИКСО	мл/м ²	113,0±6,0	37,3
ФВ ЛЖ по ЭхоКГ	%	27,4±1,0	24,7
СИэ	л/(мин.м ²)	3,5±0,2	46,5

Примечание: $M \pm m$ — среднее значение \pm ошибка среднего; $K_{\text{вар}}$ — коэффициент вариации.

Note: $M \pm m$ is the mean value \pm the error of the mean; K_{var} is the coefficient of variation.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции показателей гемодинамики 32 больных ДКМП

Table 2. Correlation coefficients of hemodynamic parameters for 32 DCM patients included in the study

Показатели	СИТ	СИэ	ЧСС	АД	ДЗЛА	ЦВД	УИ _т	УИ _э	ИКДО	ИКСО	ФВ ЛЖ
СИ _т	1	0,08	0,31	-0,06	-0,36	-0,39	0,78	-0,05	-0,02	0,00	0,04
СИэ	0,08	1	0,25	-0,13	0,26	-0,24	-0,01	0,87	0,61	0,40	0,60
ЧСС	0,31	0,25	1	0,18	0,11	-0,07	-0,32	-0,24	-0,33	-0,33	0,04
АД	-0,06	-0,13	0,18	1	0,27	-0,21	-0,14	-0,25	-0,05	0,05	-0,32
ДЗЛА	-0,36	0,26	0,11	0,27	1	0,30	-0,35	0,14	0,20	0,21	-0,11
ЦВД	-0,39	-0,24	-0,07	-0,21	0,30	1	-0,37	-0,21	-0,35	-0,36	0,22
УИ _т	0,78	-0,01	-0,32	-0,14	-0,35	-0,37	1	0,17	0,31	0,34	-0,04
УИ _э	-0,05	0,87	-0,24	-0,25	0,14	-0,21	0,17	1	0,79	0,58	0,58
ИКДО	-0,02	0,61	-0,33	-0,05	0,20	-0,35	0,31	0,79	1	0,96	0,01
ИКСО	0,00	0,40	-0,33	0,05	0,21	-0,36	0,34	0,58	0,96	1	-0,26
ФВ ЛЖ	0,04	0,60	0,04	-0,32	-0,11	0,22	-0,04	0,58	0,01	-0,26	1

Теснота связи конечных объемов с УИ_т ЛЖ много ниже (0,31 и 0,34), чем конечных объемов между собой. Это, вероятно, зависит от того, что на взаимосвязь индексов конечных объемов с УИ_т оказывают влияние ДЗЛА и ЦВД (0,20 и 0,21; -0,35 и -0,36; см. табл. 2). Что подтверждается соответствующим расчетом.

Более того, и, это наиболее показательно и интересно для дальнейших исследований, связь СИ с конечными диастолическим и систолическим объемами практически отсутствует (-0,02 и 0,00 соответственно), хотя для УИ_т она 0,31 и 0,34. Чтобы понять, в чем дело, нужно к влиянию ДЗЛА и ЦВД (которое мы рассмо-

трели выше) прибавить влияние ЧСС (коэффициент корреляции ЧСС с ИКДО и ИКСО -0,33). Изменение ЧСС нивелирует тесную связь конечных объемов с СИ_т. Поэтому, хотя УИ_т тесно связан с конечными объемами, СИ_т не зависит от их изменения. Отсюда, адекватная количественная оценка тяжести СН должна обязательно включать ЧСС (или длительность сердечного цикла) [15].

Взаимосвязь ИКДО и ИКСО линейна (табл. 2, рис. 1).

ФВ больных ДКМП снизилась по сравнению со здоровыми на 55%, или в 2,2 раза, если использовать относительную оценку $\xi_j = |\ln f_j/f_{jcp}|$, где

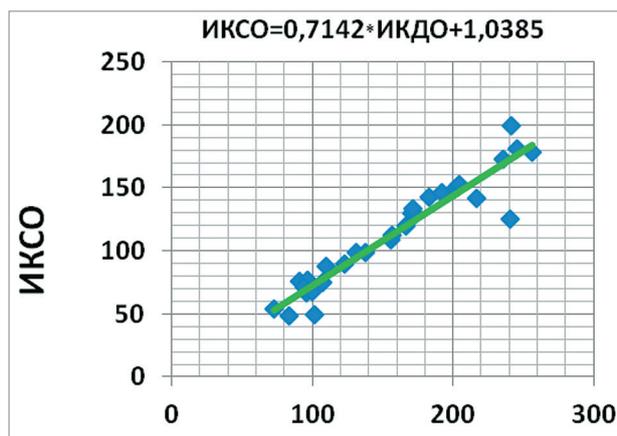


Рис. 1. Взаимозависимость ИКСО и ИКДО. $K_{кор}$ (ИКСО, ИКДО)=0,96.

Fig 1. Relationship between IESV and IEDV. K_{cor} (IESV, IEDV)=0.96.

ξ_j — относительная оценка изменения j -го показателя f_j , f_j — текущее значение, f_{jcp} — опорное (среднестатистическое, экспертное, исходное и т.п.), позволяющую сравнивать как снижение, так и увеличение показателей [18, 19]. Если вычисляем вручную, то просто делим большую величину на меньшую и учитываем знаки.

ИКДО больных ДКМП по сравнению со здоровыми увеличился на 190%, или в 2,90 раза. ИКДО больных ДКМП чувствителен более чем в 1,3 раза, чем ФВ.

ИКСО больных ДКМП возрос на 438%, или в 5,4 раза. ИКСО больных ДКМП в 2,5 раза более чувствителен, чем ФВ.

Наиболее выраженное изменение ИКСО, в 2,5 раза по сравнению с ФВ, и в 1,3 раза по сравнению с ИКДО, свидетельствует о том, что в большей степени нарушена сократительная функция сердца.

Отношение индексов КДО и КСО больных ДКМП и здоровых людей дано для наглядности

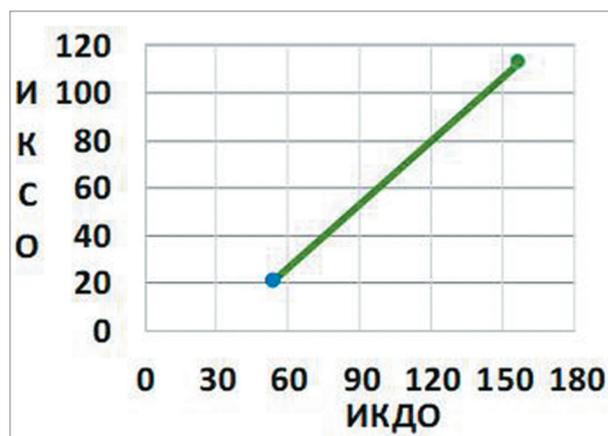


Рис. 2. Изменение рабочей точки ЛЖ больных ДКМП по сравнению со здоровыми людьми.

Fig. 2. Changes in the working point of the left ventricle of DCM patients as compared to healthy people.

на приведенном ниже графике на рис. 2. По оси абсцисс отложен ИКДО. На рисунке ИКДО больных ДКМП — 156,8. По оси ординат отложен ИКСО=113,0. Это правая верхняя красная точка. У здоровых людей ИКДО — 54, а ИКСО — 21, нижняя синяя точка [19].

Заключение

Индексы конечного диастолического и конечного систолического объемов тяжелых (ФВ<30%; ИКДО>97; ИКСО>43) больных ДКМП с низкой ФВ более чувствительны к выраженности СН, чем ФВ. Особо показателен индекс КСО, который в 2 раза чувствительнее, чем ФВ больных при выраженной СН. Целесообразно использовать индексы конечных объемов (как правило, не абсолютные значения объемов) в качестве показателей СН. При этом выявилось, что адекватная количественная оценка тяжести СН должна включать ЧСС (или длительность сердечного цикла).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

- Lang R., Badano L., 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 Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiography*. 2015; 28(1), 1–39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
- Breathett K., Allen L.A., Udelson J., Davis G., Bristow M. Changes in left ventricular ejection fraction predict survival and hospitalization in heart failure with reduced ejection fraction. *Circ. Heart Fail*. 2016; 9(10). PII: e002962. DOI: 10.1161/circheartfailure.115.002962
- Koh A.S., Tay W.T., Teng T.H.K., Vedin O., Benson L., Dahlstrom U., Savarese G., Lam C.S.P., Lund L.H. A comprehensive population-based characterization of heart failure with mid-range ejection fraction. *Eur. J. Heart Fail*. 2017; 19(12): 1624–1634. DOI: 10.1002/ejhf.945
- Lupón J., Díez-López C., de Antonio M., Domingo M., Zamora E., Moliner P., González B., Santemas J., Troya M.I., Bayés-Genís A. Recovered heart failure

- with reduced ejection fraction and outcomes: a prospective study. *Eur. J. Heart Fail.* 2017; 19(12): 1615–1623. DOI: 10.1002/ejhf.824
5. Lupón J., Gavidia-Bovadilla G., Ferrer E., de Antonio M., Perera-Lluna A., López-Ayerbe J., Domingo M., Núñez J., Zamora E., Moliner P., Díaz-Ruata P., Santesteban J., Bayés-Genís A. Dynamic trajectories of left ventricular ejection fraction in heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72(6): 591–601. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.05.042
 6. Cikes M., Solomon S.D. Beyond ejection fraction: an integrative approach for assessment of cardiac structure and function in heart failure. *Eur. Heart J.* 2016; 37(21): 1642–1650. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv510
 7. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J., Coats A.J.S., Falk V., González-Juanatey J., Harjola V., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M.C., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P. Рекомендации ESC по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016. *Российский кардиологический журнал.* 2017; (1): 7–81. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-1-7-81
 8. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J., Coats A.J.S., Falk V., González-Juanatey J.R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M.C., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P. ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur. Heart J.* 2016; 37(27): 2129–2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128
 9. Shillcutt S.K., Chacon M.M., Brakke T.R., Roberts E.K., Schulte T.E., Markin N. Heart failure with preserved ejection fraction: A perioperative review. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2017; 31(5): 1820–1830. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.06.009
 10. Gori M., Iacovoni A., Senni M. Haemodynamics of heart failure with preserved ejection fraction: A clinical perspective. *Card. Fail. Rev.* 2016; 2(2): 102–105. DOI: 10.15420/cfr.2016:17:2
 11. Andronic A.A., Mihaila S., Cinteza M. Heart failure with mid-range ejection fraction — a new category of heart failure or still a gray zone. *Maedica (Buchar).* 2016; 11(4): 320–324.
 12. Lupón J., Bayés-Genís A. Left ventricular ejection fraction in heart failure: a clinician's perspective about a dynamic and imperfect parameter, though still convenient and a cornerstone for patient classification and management. *Eur. J. Heart Fail.* 2018; 20(3): 433–435. DOI: 10.1002/ejhf.1116
 13. Stokke T.M., Hasselberg N.E., Smedsrud M.K., Sarvari S.I., Haugaa K.H., Smiseth O.A., Edvardsen T., Remme E.W. Geometry as a confounder when assessing ventricular systolic function: comparison between ejection fraction and strain. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70(8): 955–957. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.06.046
 14. Kraigher-Krainer E., Shah A.M., Gupt D.K. Impaired systolic function by strain imaging in heart failure with preserved ejection fraction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63: 447–456. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.09.052
 15. Покровский В.М., Трегубов В.Г., Канорский С.Г., Бондаренко К.С., Рутенко С.В. Регуляторно-адаптивные возможности организма в оценке тяжести хронической сердечной недостаточности. *Клиническая физиология кровообращения.* 2011; 4: 39–42.
 16. Бокерия Л.А., Алшибая М.М., Мерзляков В.Ю., Сокольская Н.О., Копылова Н.С., Скрипник Е.В. Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография у больных с различными формами ишемической болезни сердца. *Клиническая физиология кровообращения.* 2016; 13(3): 139–147.
 17. Бокерия Л.А., Шурупова И.В., Асланиди И.П., Никитина Т.Г., Иродова Н.Л., Авакова С.А., Трифонова Т.А., Мухортова О.В., Деревянко Е.П., Катунина Т.А., Екаева И.В. Дилатационная кардиомиопатия: оценка перфузии и метаболизма миокарда по данным радионуклидных методов исследования. *Клиническая физиология кровообращения.* 2010; 2: 61–72.
 18. Лищук В.А., Газизова Д.Ш. *Технология индивидуальной терапии.* М.: ООО «ПринтПро»; 2016. 249 с.
 19. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца. *Российский кардиологический журнал.* 2012; (4s4): 1–27. DOI: 10.15829/1560-4071-2012-4s4-1-27

References

1. Lang R., Badano L., 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 Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiography.* 2015; 28(1), 1–39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
2. Breathett K., Allen L.A., Udelson J., Davis G., Bristow M. Changes in left ventricular ejection fraction predict survival and hospitalization in heart failure with reduced ejection fraction. *Circ. Heart Fail.* 2016;9(10). PII: e002962. DOI: 10.1161/circheartfailure.115.002962
3. Koh A.S., Tay W.T., Teng T.H.K., Vedin O., Benson L., Dahlstrom U., Savarese G., Lam C.S.P., Lund L.H. A comprehensive population-based characterization

- of heart failure with mid-range ejection fraction. *Eur. J. Heart Fail.* 2017; 19(12): 1624–1634. DOI: 10.1002/ehf.945
4. Lupón J., Díez-López C., de Antonio M., Domingo M., Zamora E., Moliner P., González B., Santesmases J., Troya M.I., Bayés-Genís A. Recovered heart failure with reduced ejection fraction and outcomes: a prospective study. *Eur. J. Heart Fail.* 2017; 19(12): 1615–1623. DOI: 10.1002/ehf.824
 5. Lupón J., Gavidia-Bovadilla G., Ferrer E., de Antonio M., Perera-Lluna A., López-Ayerbe J., Domingo M., Núñez J., Zamora E., Moliner P., Díaz-Ruata P., Santesmases J., Bayés-Genís A. Dynamic trajectories of left ventricular ejection fraction in heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72(6): 591–601. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.05.042
 6. Cikes M., Solomon S.D. Beyond ejection fraction: an integrative approach for assessment of cardiac structure and function in heart failure. *Eur. Heart J.* 2016; 37(21): 1642–1650. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv510
 7. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J., Coats A.J.S., Falk V., González-Juanatey J., Harjola V., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M.C., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology.* 2017; (1): 7–81 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2017-1-7-81
 8. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J., Coats A.J.S., Falk V., González-Juanatey J.R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M.C., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P.; ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur. Heart J.* 2016; 37(27): 2129–2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128
 9. Shillcutt S.K., Chacon M.M., Brakke T.R., Roberts E.K., Schulte T.E., Markin N. Heart failure with preserved ejection fraction: A perioperative review. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2017; 31(5): 1820–1830. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.06.009
 10. Gori M., Iacovoni A., Senni M. Haemodynamics of heart failure with preserved ejection fraction: A clinical perspective. *Card. Fail. Rev.* 2016; 2(2): 102–105. DOI: 10.15420/cfr.2016.17.2
 11. Andronic A.A., Mihaila S., Cinteza M. Heart failure with mid-range ejection fraction — a new category of heart failure or still a gray zone. *Maedica (Buchar).* 2016; 11(4): 320–324.
 12. Lupón J., Bayés-Genís A. Left ventricular ejection fraction in heart failure: a clinician's perspective about a dynamic and imperfect parameter, though still convenient and a cornerstone for patient classification and management. *Eur. J. Heart Fail.* 2018; 20(3): 433–435. DOI: 10.1002/ehf.1116
 13. Stokke T.M., Hasselberg N.E., Smedsrud M.K., Sarvari S.I., Haugaa K.H., Smiseth O.A., Edvardsen T., Remme E.W. Geometry as a confounder when assessing ventricular systolic function: comparison between ejection fraction and strain. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70(8): 955–957. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.06.046
 14. Kraigher-Krainer E., Shah A.M., Gupt D.K. Impaired systolic function by strain imaging in heart failure with preserved ejection fraction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63: 447–456. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.09.052
 15. Pokrovskii V.M., Tregubov V.G., Kanorskii S.G., Bondarenko K.S., Rutenko S.V. Regulyatorno-adaptivnye vozmozhnosti organizma v otsenke tyazhesti khronicheskoi serdechnoi nedostatochnosti. *Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya.* 2011; 4: 39–42 (In Russ., English abstract).
 16. Bokeriya L.A., Alshibaya M.M., Merzlyakov V.Yu., Sokol'skaya N.O., Kopylova N.S., Skripnik E.V. Intraoperatsionnaya chrespishchevodnaya ekokardiografiya u bol'nykh s razlichnymi formami ishemicheskoi bolezni serdtsa. *Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya.* 2016; 13 (3): 139–147 (In Russ., English abstract).
 17. Bokeriya L.A., Shurupova I.V., Aslanidi I.P., Nikitina T.G., Irodova N.L., Avakova S.A., Trifonova T.A., Mukhortova O.V., Derevyanko E.P., Katunina T.A., Ekaeva I.V. Dilatatsionnaya kardiomiopatiya: otsenka perfuzii i metabolizma miokarda po dannym radionuklidnykh metodov issledovaniya. *Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya.* 2010; 2: 61–72 (In Russ., English abstract).
 18. Lishchuk V.A., Gazizova D.Sh. *Tekhnologiya individual'noi terapii.* M.: OOO «PrintPro»; 2016. 249.
 19. Rekomendatsii po kolichestvennoi otsenke struktury i funktsii kamer serdtsa. *Russian Journal of Cardiology.* 2012; (4s4): 1–27 (In Russ.) DOI: 10.15829/1560-4071-2012-4s4-1-27

Сведения об авторе / Information about the author

Газизова Динара Шавкатовна — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории «Математическое моделирование и мониторинг» Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: e-mail: dgazizova@yandex.ru; тел.: +7 (495) 414-75-52, +7 (916) 188-14-51;

Рублевское шоссе, д. 135, г. Москва, 121552, Россия.

Dinara Sh. Gazizova — Dr. Sci. (Med.), Principal Researcher, Laboratory of Mathematical Modelling and Monitoring, A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery, Ministry of Health of the Russian Federation.

Contact information: dgazizova@yandex.ru; tel.: +7 (495) 414-75-52, +7 (916) 188-14-51;

Rublevskoe Shosse, 135, Moscow, 121552, Russia.