

А.Н. Кучмин, М.Ю. Ярославцев, Н.В. Афондинов,
Е.П. Галова, К.Б. Евсюков, С.Л. Морозов, А.А. Шевелев

Применение методики пространственного смещения структуры миокарда (спекл-трекинг) для определения показаний к проведению коронароангиографии у пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Представлены и проанализированы показатели глобальной и сегментарной продольной деформации миокарда левого желудочка у пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца. Последняя по-прежнему остается одним из актуальных заболеваний системы кровообращения. Для верификации и определения тактики ведения пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца, выполняется коронарография. Показания для ее проведения основываются на результатах нагрузочных проб, в частности стресс-эхокардиографии. Однако выполнение ее бывает затруднено в связи с плохой визуализацией стенок левого желудочка, а заключение не лишено субъективизма. Одной из современных методик оценки сократительной способности миокарда левого желудочка как глобальной, так и сегментарной является методика пространственного смещения структуры миокарда (спекл-трекинг-эхокардиография). Методика автоматически рассчитывает продольную деформацию миокарда, выраженную в процентах от исходных значений. Установлено, что показатели глобальной и сегментарной продольной деформации миокарда левого желудочка в большинстве оцениваемых сегментов у обследуемых пациентов до нагрузки не различались. При проведении стресс-пробы наблюдается прямо противоположная динамика изменений параметров глобальной и сегментарной продольной деформации миокарда левого желудочка. Так, у пациентов с высоким риском осложнений ишемической болезни сердца наблюдалось снижение этих показателей, у пациентов без риска осложнений, наоборот, отмечалось их увеличение, что свидетельствует о повышении сократимости миокарда при физической нагрузке. Выявлено, что показатель глобальной продольной деформации миокарда левого желудочка является высокоинформативным. Рассчитано нижнее значение снижения показателя глобальной продольной деформации миокарда левого желудочка, которое может служить дополнительным показанием для проведения коронароангиографии.

Ключевые слова: эхокардиография, кардиоваскулярная патология, коронароангиография, функциональная диагностика, продольная деформация миокарда, эхокардиографические системы, спекл-трекинг, ишемическая болезнь сердца, стресс-эхокардиография.

Введение. Несмотря на современные достижения кардиологии, ишемическая болезнь сердца (ИБС) остается основной причиной смертности среди населения, в том числе и трудоспособного возраста [8, 13, 15]. Основной методикой исследования, позволяющей верифицировать заболевание и определить дальнейшую тактику ведения (медикаментозное или интервенционное лечение), является коронарография.

Поскольку коронароангиография является дорогостоящим инвазивным исследованием, то она выполняется по строгим показаниям. Основным показанием для проведения коронароангиографии у пациентов со стабильным течением ИБС является высокий риск сердечно-сосудистых осложнений, который определяется по результатам нагрузочных проб.

В соответствии с современными рекомендациями из нагрузочных проб, выполняемых для выявления преходящей ишемии миокарда, предпочтение отдается стресс-эхокардиографии [5, 9, 12, 20]. Это связано с высокой информативностью и чувствительностью методики. Однако в ряде случаев выполнение стресс-

эхокардиографии и интерпретация ее результатов сопровождается рядом трудностей (плохая визуализация, недостаточная квалификация сотрудников и др.), в связи с этим внимания заслуживают другие методики оценки сократимости миокарда, в частности оценка его продольной деформации.

Известно, что показатели продольной систолической деформации миокарда левого желудочка (ЛЖ) потенциально наиболее чувствительны в диагностике преходящей ишемии миокарда, поскольку продольные мышечные волокна расположены субэндокардиально. Попытки оценки показателей продольной деформации ЛЖ во время стресс-эхокардиографии различными исследователями выполнялись и ранее [1, 3, 19]. В исследовании M. Sitges et al. [19] показатели продольной деформации миокарда ЛЖ были не только более информативны по сравнению с показателями циркулярной и радиальной деформации, но и по диагностической точности оказались сопоставимы с визуальной оценкой движения стенок квалифицированным специалистом [2, 11, 18].

Развитие гипокинезии (акинезии, дискинезии) сегментов ЛЖ при выполнении стресс-эхокардиографии свидетельствует о транзиторной ишемии миокарда, и результат стресс-пробы оценивается как положительный. Прогноз пациентов ухудшается с увеличением количества сегментов миокарда ЛЖ и транзиторным снижением кинетики.

В соответствии с рекомендациями Европейского кардиологического общества [17] появление гипокинезии (акинезии, дискинезии) в 3 и более сегментах ЛЖ свидетельствует о высоком риске развития осложнений (годовая летальность составляет 3% и более) и является показанием для выполнения коронароангиографии.

Цель исследования. Сопоставление результатов визуальной оценки преходящего снижения сократимости миокарда при выполнении стресс-эхокардиографии с показателями продольной деформации миокарда, рассчитанными автоматически у пациентов с подозрением на ИБС в динамике.

Материалы и методы. Обследовано 48 пациентов, предъявляющих жалобы на боль в прекардиальной области, связанную с физической или психоэмоциональной нагрузкой, в возрасте 58,3±9,9 года, госпитализированных в клинику пропедевтики внутренних болезней Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. Согласно рекомендациям Европейского кардиологического общества [10], предтестовая вероятность наличия ИБС составляла более 15%, что являлось показанием для проведения нагрузочных проб.

Всем пациентам проводили эхокардиографическое исследование на аппарате «GE Vivid E95» фирмы «General Electric» (Соединенные Штаты Америки) в соответствии с рекомендациями Европейской эхокардиографической ассоциации и Американского эхокардиографического общества [12]. После проведения эхокардиографического исследования пациентам выполнялась стресс-эхокардиография на том же аппарате с оценкой сократимости в 16 сегментах. Для достижения целевой частоты сердечных сокращений применялась велоэргометрия.

По результатам выполнения стресс-эхокардиографии все пациенты были распределены на 2 группы. В 1-ю группу вошли 13 пациентов с высоким риском осложнений. Им для оценки степени поражения коронарных артерий требовалось выполнение коронарографии. Во 2-ю группу вошли 35 пациентов без риска осложнений, им коронароангиография не требовалась.

Визуальная оценка транзиторных нарушений локальной сократимости проводилась двумя специалистами, имеющими опыт выполнения эхокардиографических исследований свыше 10 лет.

Исходно и сразу после проведения эхокардиографического исследования выполнялся анализ глобальной (ГПД) и сегментарной продольной деформаций (СПД) миокарда путем определения процента укорочения волокон. Кроме того, ГПД и СПД визуализировались на приборе с помощью методики «бычий глаз». Локальная продольная деформация оценивалась по 17 сегментам ЛЖ.

Статистический анализ полученных результатов осуществлялся с учетом существующих требований к анализу медико-биологических исследований [4, 6, 16]. Для анализа показателей была создана матрица данных с использованием пакета прикладных программ «Statistica 5.5 for Windows». Достоверность различий считалась значимой при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что значения ГПД и СПД в большинстве оцениваемых сегментов у пациентов обеих групп до нагрузки не различались (табл. 1). У пациентов 1-й группы была достоверно ниже продольная деформация в 1-м (14±0,7 и 17,94±0,63%), в 7-м (17±0,74 и 22,22±0,82%) и в 12-м (10±2,68% и 17,83±0,66%) сегментах, $p < 0,05$, находящихся в бассейне кровоснабжения левой коронарной артерии и ее ветвей.

Совершенно иная картина наблюдалась на высоте физической нагрузки (табл. 2). У пациентов 1-й группы значения ГПД (13,48±0,5 и 22,22±0,62%), а также СПД в большинстве сегментов были ниже, чем у обследуемых 2-й группы, $p < 0,01$. Достоверно не различались значения продольной деформации с 3-го по 5-й и с 9-го по 11-й сегменты миокарда ЛЖ.

На фоне физической нагрузки у пациентов в обеих группах наблюдалась прямо противоположная динамика ГПД и СПД (табл. 3). Так, если у пациентов 2-й группы при физической нагрузке ГПД (2,71±0,56%) и СПД (по большинству сегментов) возрастала, то у пациентов 1-й группы значения ГПД снижались (-4,43±0,57%).

На фоне физической нагрузки у пациентов в обеих группах наблюдалась прямо противоположная динамика ГПД и СПД (табл. 3). Так, если у пациентов 2-й группы при физической нагрузке ГПД (2,71±0,56%) и СПД (по большинству сегментов) возрастала, то у пациентов 1-й группы значения ГПД снижались (-4,43±0,57%).

Таблица 1

Показатели ГПД и СПД миокарда ЛЖ до нагрузки, %

Сегмент ЛЖ	Группа		p
	1-я	2-я	
ГПД	18,08±0,52	19,12±0,51	>0,05
1-й	14±0,7	17,94±0,63	<0,05
2-й	13,5±0,65	12,83±0,51	>0,05
3-й	15,33±0,68	16,72±0,91	>0,05
4-й	18,67±0,69	16,06±0,56	>0,05
5-й	16,83±0,78	16,22±0,75	>0,05
6-й	14±1	15±0,77	>0,05
7-й	17±0,74	22,22±0,82	<0,05
8-й	11,5±2,85	17,72±0,41	>0,05
9-й	19,17±0,54	19,67±0,93	>0,05
10-й	19,83±0,6	17,94±0,52	>0,05
11-й	17±1,04	16,89±0,56	>0,05
12-й	10±2,68	17,83±0,66	<0,01
13-й	22,67±0,59	24,56±1,16	>0,05
14-й	23,17±0,56	25±1,05	>0,05
15-й	20,17±1,15	21,11±1,09	>0,05
16-й	20,83±1,03	24,22±1,17	>0,05
17-й	21,17±0,84	21,28±2,32	>0,05

Таблица 2
Показатели ГПД и СПД миокарда ЛЖ на высоте физической нагрузки, %

Сегмент ЛЖ	Группа		р
	1-я	2-я	
ГПД	13,48±0,5	22,22±0,62	<0,001
1-й	9,83±1,43	20,94±0,64	<0,001
2-й	11,17±0,54	15,61±0,74	<0,001
3-й	16,33±0,72	17,39±1,01	>0,05
4-й	16,5±0,65	15,17±0,97	>0,05
5-й	13,5±0,51	12,56±0,71	>0,05
6-й	9,17±1,62	15,94±0,76	<0,01
7-й	11,17±1,42	26,5±0,7	<0,001
8-й	12,67±0,89	22,39±0,57	<0,001
9-й	18,67±0,81	21,22±0,96	>0,05
10-й	15,17±2,07	18,39±1,06	>0,05
11-й	15,33±0,53	17,17±0,76	>0,05
12-й	12±1,8	19,33±0,75	<0,01
13-й	14,5±1,01	30,94±0,81	<0,001
14-й	20,17±1,17	28,61±1,09	<0,01
15-й	17,33±0,91	26,83±1,09	<0,001
16-й	15,83±1,7	28,61±1,07	<0,001
17-й	17,17±1,11	28,67±0,97	<0,001

Таблица 3
Изменение показателей ГПД и СПД миокарда ЛЖ при проведении стресс-эхокардиографии, %

Сегменты ЛЖ	Группа		р
	1-я	2-я	
ГПД	-4,43±0,57	2,71±0,56	<0,001
1-й	-4,17±1,49	3±0,86	<0,001
2-й	-2,33±0,57	2,78±0,71	<0,001
3-й	1±0,64	0,67±1,22	>0,05
4-й	-2,17±0,56	-0,89±0,91	>0,05
5-й	-3,33±0,3	-3,67±1,03	>0,05
6-й	-4,83±1,97	0,94±0,96	>0,05
7-й	-5,83±1,27	4,28±1,05	<0,001
8-й	1,17±2,13	4,67±0,63	>0,05
9-й	-0,5±0,65	1,56±0,95	>0,05
10-й	-4,67±2	0,44±1,01	>0,05
11-й	-1,67±0,85	0,28±0,95	>0,05
12-й	2±3,21	1,5±0,96	>0,05
13-й	-8,17±0,96	6,37±1,26	<0,001
14-й	3±1,04	3,61±1,01	<0,001
15-й	2,83±1,21	5,72±1,29	<0,001
16-й	5±1,45	4,39±1,3	<0,001
17-й	4±1,04	7,39±2,34	<0,001

Таким образом, у пациентов, которым по результатам стресс-эхокардиографии с диагностической целью была показана коронарография, исходные показатели ГПД и СПД достоверно не различались. Различия касались только 1-го, 7-го и 12-го сегментов. Можно предположить, что снижение СПД именно

в этих сегментах могло иметь различные причины (хроническая ишемия миокарда, кардиосклероз) и не может служить надежным критерием для пациентов, которым показана коронарография.

После физической нагрузки значения СПД у пациентов 1-й группы были достоверно ниже, чем у пациентов 2-й группы. Однако пытаться выбрать среди этих значений параметры СПД, на основании которых можно принимать решение о необходимости проведения коронарографии, нам представляется нецелесообразным.

Другое дело – изменение параметров СПД при проведении стресс-пробы. По показателю ГПД и большинству сегментов миокарда ЛЖ наблюдалась прямо противоположная динамика. Так, если у пациентов 1-й группы наблюдалось снижение показателей ГПД и СПД, то у пациентов 2-й группы, наоборот, отмечалось увеличение этих значений, что свидетельствует о повышении сократимости миокарда при физической нагрузке. В качестве критерия, который целесообразно взять за основу для определения показаний для выполнения коронарографии, можно использовать показатель ГПД, который является своего рода интегральным параметром СПД и не имеет прямой зависимости от изменений кровоснабжения миокарда в том или ином бассейне коронарных артерий при физической нагрузке. Учитывая, что среднее снижение показателя ГПД миокарда левого желудочка у пациентов 1-й группы составило 4,43±0,57%, то можно рассчитать нижнее значение (среднее значение минус 2 стандартных отклонения от среднего), при получении которого пациента целесообразно направлять на коронарографию. В нашем случае это значение составляет 3,3%. Таким образом, снижение ГПД миокарда ЛЖ при проведении нагрузочной пробы на 3,3% является отдельным показанием для выполнения коронарографии у пациентов с предтестовой вероятностью ИБС более 15% и может служить дополнительным критерием к получаемым при стандартной стресс-эхокардиографии.

Заключение. Одной из основных методик, позволяющих определить показания для выполнения коронарографии у пациентов с подозрением на ИБС, является стресс-эхокардиография, однако информативность и специфичность данной методики зависят от ряда факторов (качество визуализации, опыт исследователя) и не лишены некоего субъективизма. Нами предложен новый эхокардиографический критерий ГПД миокарда, на основании которого можно решить, стоит ли выполнять коронароангиографию данному пациенту или нет.

Литература

1. Кучмин, А.Н. Оценка продольной сократимости миокарда левого желудочка у здоровых лиц / А.Н. Кучмин [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2018. – № 1 (68). – С. 117–121.
2. Кучмин, А.Н. Морфофункциональные изменения миокарда на ранней стадии развития гипертонической болезни / А.Н. Кучмин [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2018. – № 4 (64). – С. 61–66.

3. Никифоров, В.С. Современные возможности speckle tracking эхокардиографии в клинической практике / В.С. Никифоров, Ю.В. Никищенко // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2017. – № 13. – С. 248–255.
4. Павлюкова, Е.Н. Анализ деформации миокарда в режиме Strain и Strain Rate при стресс-эхокардиографии с добутамином в зависимости от степени стеноза коронарных артерий / Е.Н. Павлюкова [и др.] // Сиб. мед. журн. – 2008. – Т. 6. – С. 7–11.
5. Степанова, А.И. Возможности и ограничения спекл-трекинг стресс-эхокардиографии / А.И. Степанова [и др.] // Сиб. мед. журн. – 2019. – Т. 34, № 1. – С. 10–18.
6. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. – Изд. 3-е, доп. / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев, М.В. Резванцев. – СПб.: ВМА, 2011. – 318 с.
7. Aggeli, C. Two-dimensional speckle tracking for the assessment of coronary artery disease during dobutamine stress echo: clinical tool or merely research method / C. Aggeli [et al.] // Cardiovasc Ultrasound. – 2015. – Vol. 13. – P. 43.
8. Donal, E. Prediction of left ventricular ejection fraction 6 months after surgical correction of organic mitral regurgitation: the value of exercise echocardiography and deformation imaging / E. Donal [et al.] // Eur. Heart J. – 2012. – Vol. 13. – P. 922–930.
9. Kalisz, K. Artifacts at Cardiac CT: Physics and Solutions / K. Kalisz [et al.] // Radiographics. – 2016. – Vol. 36, № 7. – P. 2064–2083.
10. Knuuti, J. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology / J. Knuuti [et al.] // European Heart Journal. – 2020. – Vol. 41, № 3. – P. 407–477.
11. Lancellotti, P. Importance of left ventricular longitudinal function and functional reserve in patients with degenerative mitral regurgitation: assessment by two-dimensional speckle tracking / P. Lancellotti [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiography. – 2008. – Vol. 21. – P. 1331–1336.
12. Lang, R.M. Recommendations for Cardiac Chamber Quantifications by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging / R.M. Lang [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of American Society of Echocardiography. – 2015. – Vol. 28, № 1. – P. 1–39.
13. Lee, R. Functional and prognostic implications of left ventricular contractile reserve in patients with asymptomatic severe mitral regurgitation / R. Lee [et al.] // Heart. – 2005. – Vol. 91. – P. 1407–1412.
14. Magne, J. Exercise-induced changes in degenerative mitral regurgitation / J. Magne [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2010. – Vol. 56. – P. 300–309.
15. Magne, J. Left ventricular contractile reserve in asymptomatic primary mitral regurgitation / J. Magne [et al.] // Eur. Heart J. – 2014. – Vol. 35. – P. 1608–1616.
16. Mansour, M. Multimodality imaging for evaluation of chest pain using strain analysis at rest and peak exercise / M. Mansour [et al.] // Echocardiography. – 2018. – Vol. 35, № 8. – P. 1157–1163.
17. Montalescot, G. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology / G. Montalescot [et al.] // Eur. Heart J. – 2013. – Vol. 34, № 38. – P. 2949–3003.
18. Pierard, L. Stress testing in valve disease / L. Pierard [et al.] // Heart. – 2007. – Vol. 93. – P. 766–772.
19. Sitges, M. Incremental value of 2-dimensional speckle tracking strain imaging to wall motion analysis for detection of coronary artery disease in patients undergoing dobutamine stress echocardiography / M. Sitges [et al.] // Am. Heart J. – 2009. – Vol. 158. – P. 836–844.
20. Villarraga, H. Can ischemia and dyssynchrony be detected during early stages of dobutamine stress echocardiography by 2-dimensional speckle tracking echocardiography? / H. Villarraga [et al.] // Int. J. Cardiovasc Imaging. – 2013. – Vol. 29. – P. 95–102.

A.N. Kuchmin, M.Yu. Yaroslavtcev, N.V. Afendikov, E.P. Galova, K.B. Evsukov, S.L. Morozov, A.A. Shevelev

The use of methods of spatial displacement of the myocardial structure (speckle tracking) to determine the indications for coronary angiography in patients suffering from coronary heart disease

Abstract. The indicators of global and segmental longitudinal deformation of the left ventricular myocardium are presented and analyzed in patients suffering from coronary heart disease. The latter, as before, remains one of the urgent diseases of the circulatory system. To verify and determine management tactics for patients suffering from coronary heart disease, coronary angiography is performed. Indications for its implementation are based on the results of exercise tests, in particular, stress echocardiography. However, its implementation can be difficult due to poor visualization of the walls of the left ventricle, and the conclusion is not without subjectivity. One of the modern methods for assessing the contractility of the left ventricular myocardium, both global and segmental, is the spatial displacement of the myocardial structure (speckle-tracking-echocardiography). The technique automatically calculates the longitudinal deformation of the myocardium, expressed as a percentage of the initial values. It was found that the global and segmental longitudinal deformation of the left ventricular myocardium in the majority of the evaluated segments in the examined patients did not differ before loading. When conducting a stress test, the exact opposite dynamics of changes in the parameters of the global and segmental longitudinal deformation of the left ventricular myocardium is observed. So, in patients with a high risk of complications of coronary heart disease, a decrease in these indicators was observed, in patients without a risk of complications, on the contrary, their increase was observed, which indicates an increase in myocardial contractility during physical exertion. It was revealed that the indicator of global longitudinal deformation of the left ventricular myocardium is highly informative. The lower value of the decrease in the global longitudinal deformation of the left ventricular myocardium was calculated, which can serve as an additional indication for coronary angiography.

Key words: echocardiography, cardiovascular pathology, coronary angiography, functional diagnostics, longitudinal myocardial deformation, echocardiographic systems, speckle tracking, coronary heart disease, stress echocardiography.

Контактный телефон: 8-921-573-56-13; e-mail: vmeda-nio@mail.ru