

НОВЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2015

УДК 616.12-089.843.168:616.127

DOI: 10.15275/kreatkard.2015.03.05

Оценка предикторов отторжения миокарда у пациентов после ортотопической трансплантации сердца с помощью трансторакальной эхокардиографии и методики speckle tracking echocardiography

Т.В. Ставенчук^{1,2}, Е.Д. Космачева^{1,2}, И.А. Шелестова^{1,2}, К.О. Барбухатти^{1,2}, В.А. Порханов^{1,2}

¹ ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 1 им. С.В. Очаповского»; ул. 1 Мая, 167, г. Краснодар, 350063, Российская Федерация;

² ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России; ул. Седина, 4, Краснодар, 350063, Российская Федерация

Ставенчук Татьяна Владимировна, врач ультразвуковой диагностики, ассистент, e-mail: brilliant595@yandex.ru;

Космачева Елена Дмитриевна, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой;

Шелестова Инга Александровна, канд. мед. наук, доцент, зам. главного врача;

Барбухатти Кирилл Олегович, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой, главный кардиохирург Краснодарского края;

Порханов Владимир Алексеевич, главный торакальный хирург Краснодарского края, заведующий кафедрой, член европейских научных обществ, доктор мед. наук, чл.-корр. РАН

Цель. Сравнительная характеристика параметров трансторакальной эхокардиографии и speckle tracking echocardiography у пациентов после трансплантации сердца, а также анализ предикторов отторжения трансплантата.

Материал и методы. С марта 2013 г. по май 2014 г. в Краевой клинической больнице № 1 им. С.В. Очаповского г. Краснодара обследовано 64 реципиента сердечного трансплантата, в среднем через $3 \pm 0,3$ года после трансплантации сердца. Проводились эндомиокардиальная биопсия (ЭМБ), трансторакальная эхокардиография (ТТЕ), speckle tracking echocardiography (STE). По результатам ЭМБ выделены: 1-я группа ($n = 40$) – реципиенты без признаков клеточного (ACR 0) и гуморального отторжения (AMR 0); 2-я группа ($n = 15$) – реципиенты с AMR 1 и/или ACR 1; 3-я группа ($n = 4$) – пациенты с AMR 2 и/или ACR 2; 4-я группа ($n = 5$) – с хроническим отторжением; контрольная группа ($n = 40$) – пациенты без клапанной патологии, проявлений гипертонической болезни, ишемической болезни сердца.

Результаты. В диагностике раннего отторжения сердечного трансплантата у фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) во 2-й группе чувствительность была 30%, специфичность – 93%; в 3-й группе – 60 и 97% соответственно, в 4-й группе – 57 и 97%. У реципиентов 2-й группы по данным speckle tracking echocardiography выявлено снижение глобального пикового систолического стрейна левого желудочка (GLPS LV); в 3-й группе – снижение GLPS LV, скручивания (twist); в 4-й группе – GLPS LV, радиарного пикового систолического стрейна левого желудочка (RadS LV), циркулярного пикового систолического стрейна (CirS LV), twist. Чувствительность GLPS LV в диагностике раннего отторжения сердечного трансплантата во 2-й группе – 73%, специфичность – 93%, в 3-й группе – 90 и 95%, соответственно. Во 2-й группе чувствительность twist – 68%, специфичность – 82%, в 3-й группе – 80 и 84% соответственно, в 4-й группе – 90 и 95%.

Выводы: глобальный пиковый систолический стрейн левого желудочка (GLPS LV) может рассматриваться в качестве диагностического критерия на ранней стадии отторжения сердечного трансплантата (ACR1 и/или AMR1).

Ключевые слова: ортотопическая трансплантация сердца; деформация миокарда; образцы биопсии; глобальный пиковый систолический стрейн и стрейн рейт левого желудочка.

Speckle tracking echocardiography as a predictor of heart rejection in patients after orthotopic cardiac transplantation

T.V. Stavenchuk^{1,2}, E.D. Kosmacheva^{1,2}, I.A. Shelestova^{1,2}, K.O. Barbukhatty^{1,2}, V.A. Porkhanov^{1,2}

¹ S.V. Ochapovsky Region Clinical Hospital № 1; Ulitsa Pervogo Maya, 167, Krasnodar, 350063, Russian Federation;

² Kubanskiy State Medical University of Ministry of Health of the Russian Federation; Ulitsa Sedina, 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation

Stavenchuk Tat'yana Vladimirovna, Ultrasonic Diagnostics Physician, Research Staff of Chair, e-mail: brilliant595@yandex.ru;

Kosmacheva Elena Dmitrievna, MD, DM, Professor, Chief of Chair;

Shelestova Inga Aleksandrovna, MD, PhD, Associate Professor, Deputy Chief Physician;

Barbukhatty Kirill Olegovich, MD, DM, Professor, Chief of Chair, chief cardiac surgeon of the Krasnodar Territory;

Porkhanov Vladimir Alekseevich, Chief Thoracic Surgeon of the Krasnodar Territory, Chief of Chair, Member of the European scientific societies, MD, DM, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences

Objective. To accomplish comparative analysis of standard transthoracic echocardiography parameters and speckle tracking imaging, and estimate its' predictive value on transplant rejection in patients after orthotopic cardiac transplantation.

Material and methods. From March, 2013 to May, 2014 64 recipients of heart transplant were surveyed after 3±0.3 years after transplantation in S.V. Ochapovsky Region Clinical Hospital № 1 of Krasnodar. The endomyocardial biopsy (EMB), transthoracic echocardiography (TTE), speckle tracking echocardiography were carried out in all patients. According to the results of EMB, following groups were defined: group 1 ($n = 40$) – recipients without signs of cellular or humoral transplant rejection (AMR0 and ACR0); group 2 ($n = 15$) – recipients with AMR 1 and/or ACR1; group 3 ($n = 4$) – patients with AMR2 and/or ACR2; group 4 ($n = 5$) – with chronic transplant rejection. The control group ($n = 40$): patients without valvular pathology, arterial hypertension, coronary heart disease.

Results. The sensitivity of left ventricular ejection fraction (LV EF) in diagnostics of early rejection of heart transplant in group 2 makes up 30%, specificity – 90%, in group 3 – 60% and 97%, respectively; in group 4 – 57% and 97%. Speckle tracking echocardiography method revealed decrease of a global peak systolic strain of left ventricle (GLPS LV) in group 2 patients. Both parameters of GLPS LV and twisting were lowered in group 3. Meanwhile GLPS LV, radial peak systolic strain of LV (RadS LV), circumferential peak systolic strain of LV (CirS LV) and twist were lowered in group 4. The Sensitivity of GLPS LV in diagnostics of early rejection of heart transplant in group 2 was 73%, specificity – 93%, in group 3 – 90 and 95%, respectively.

Conclusion. GLPS LV can be considered as a diagnostic criterion at an early stage of transplant rejection (ACR1 and/or AMR1).

Key words: orthotopic cardiac transplantation; deformation myocardium; biopsy spacemen; Global Peak Systolic Strain or strain rate of left ventricle.

Введение

Несмотря на современную иммуносупрессивную терапию, острое отторжение остается одной из ведущих причин летальности у реципиентов сердечного трансплантата [1–3]. В течение 1-го года после пересадки сердца отторжение у реципиентов, по данным литературы, встречается в 40% случаев, фатальный исход среди них имеет место в 12% случаев [1, 2]. При анализе результатов работы ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского за период проведения трансплантаций – с 2010 г. по май

2014 г. – выполнено 122 пересадки сердечного аллографта. За этот срок число умерших составило 28 человек, среди них от криза отторжения погибло 8 человек, что составило 28% от всех умерших. По данным ретроспективного анализа биопсий умерших больных острое клеточное отторжение встречалось в 70%, острое гуморальное – в 30% случаев.

В ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского реципиенты обследуются согласно рекомендациям международного общества трансплантации сердца и легких ISHLT

(International Society for Heart and Lung Transplantation). К диагностическому алгоритму оценки состояния пациентов после трансплантации относятся: электрокардиография (ЭКГ), стандартная трансторакальная эхокардиография (ТТЭ), холтеровское мониторирование ЭКГ, спирометрия, биопсия. «Золотым стандартом» диагностики отторжения сердечного трансплантата является эндомикардиальная биопсия (ЭМБ).

Число биопсий у реципиентов в течение 1 года составляет не менее 10 [2, 4]. Биопсия является инвазивным методом, может повлечь за собой осложнения в 0,5–1,5% случаев, такие как перфорация стенки правого желудочка с формированием гидроперикарда и развитием тампонады, развитие фиброза правого желудочка и недостаточности трикуспидального клапана в результате многократного травмирования стенки правого желудочка (ПЖ), нарушения сердечного ритма [2, 3]. В 20% случаев результаты биопсии могут быть отрицательными при наличии клинических признаков отторжения, а также при отсутствии в биоптатах мелких ветвей коронарных артерий, что затрудняет диагностику сосудистой формы острого отторжения и болезни коронарных артерий [1]. Клиническая картина отторжения многообразна, возможно, также отсутствие симптомов до развития гемодинамических осложнений, поэтому постоянно проводится поиск малоинвазивной, безопасной, уменьшающей кратность биопсий диагностической методики, позволяющей достоверно выявить предикторы отторжения.

Развитие новых технологий в ультразвуковой диагностике привело к появлению новых подходов к оценке функционального состояния сердца [4–6]. В отличие от импульсно-волновой тканевой доплерографии (pulsed-wave Tissue Doppler imaging, PW-TDI), основанной на эффекте доплера, speckle tracking echocardiography основана на отслеживании черных и белых пятен, или пикселей, при стандартном эхо-

кардиографическом изображении в В-режиме [7]. С появлением этой технологии стало возможным изучение количественных параметров систолической и диастолической функций не только продольных, но и радиальных, окружностных, волокон, а также показателей апикальной и базальной ротации, скручивания и раскручивания, как левого, так и правого желудочка [4, 6, 7].

Материал и методы

В текущем исследовании в ККБ № 1 им. С.В. Очаповского обследовано 64 реципиента после ортотопической трансплантации сердца за период с марта 2013 г. по май 2014 г. Из них мужчин – 50 (возраст $49,6 \pm 1,2$ года), женщин – 14 (возраст $47 \pm 3,6$ года). Средний срок после трансплантации составил $3 \pm 0,3$ года. Все пациенты были разделены на 4 группы: в 1-ю группу ($n = 40$) вошли реципиенты без признаков клеточного и гуморального отторжения, с ACR 0, AMR 0; во 2-ю ($n = 15$) – реципиенты с клеточным и гуморальным отторжением I стадии, с AMR 1 и/или ACR 1; в 3-ю ($n = 4$) – пациенты с клеточным и/или гуморальным отторжением II стадии, AMR 2 и/или ACR 2; в 4-ю группу ($n = 5$) – пациенты с хроническим отторжением трансплантата. Контрольную группу составили 40 пациентов (возраст $48 \pm 2,3$ года) с фракцией выброса более 55%, в анамнезе без ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Эндомикардиальная биопсия

Пациентов после трансплантации сердца обследовали во время плановой госпитализации согласно графику биопсий или при экстренной госпитализации с подозрением на отторжение трансплантата. Эндомикардиальную биопсию выполняли под контролем комплекса ANGIOSCOPE AXION 200, SIMENS. Во время каждой процедуры забирали 4 кусочка ткани миокарда аллотрансплантата размером $0,1–0,3$ мм³

каждый с целью гистологического (1 образец, помещенный в физиологический раствор) и иммуногистохимического исследования (3 образца, помещенные в 10% раствор формалина). Клеточное и гуморальное отторжение классифицировалось в соответствии с рекомендациями ISHLT (International Society for Heart and Lung Transplantation) [1, 8]. Характеристика биоптата при разных градациях клеточного и гуморального отторжения: ACR 0 – отсутствие реакции клеточного отторжения. ACR1 – фокальные периваскулярные или интерстициальные инфильтраты, диффузные инфильтраты без некрозов; ACR 2 – максимально два инфильтрата с некрозом миоцитов; мультифокальные инфильтраты с некрозом миоцитов. AMR 0 – без реакции гуморального отторжения. AMR 1 – активация эндотелиальных клеток, отек, геморрагии, депозиты иммуноглобулинов, комплексы комплемента в сосудах; интерстициальный фибрин. AMR 2 – активация эндотелиальных клеток, отек, геморрагии, васкулит, комплексы комплемента в сосудах; интерстициальный фибрин [1].

Стандартная трансторакальная эхокардиография

Ультразвуковое исследование выполняли на аппарате Acuson Simens SC 2000 согласно стандартному протоколу с визуализацией парастернальной позиции по короткой (PSAX) и длинной оси левого желудочка (PLAX), четырехкамерной (A4C), пятикамерной, двухкамерной позиций (A2C). В В-режиме оценивали конечный диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ, мл), конечный систолический объем левого желудочка (КСО ЛЖ, мл), фракцию выброса (ФВ, %) по методу Симпсона, фиксировали толщину стенок ЛЖ (задней стенки ЛЖ, межжелудочковой перегородки), величину левого (ЛП) и правого предсердий (ПП), легочную гипертензию, выраженность регургитации на клапанах. С помощью импульсно-волновой доплерографии pulse wave (PW) произво-

дили оценку пика раннего диастолического наполнения (пик E, см/с), пика позднего диастолического наполнения (пик A, см/с), соотношение пика E/A, оценивали показатели тканевой импульсно-волновой доплерографии (PW TDI): скорости движения кольца митрального клапана – пик e'» (см/с), пик a' (см/с), E/e', пик S (см/с). Контрольный объем до 2 мм размещался в проекции боковой стенки кольца митрального клапана.

Speckle tracking echocardiography

В серошкальном изображении в режиме off-line произведена оценка 900 качественно полученных сегментов с помощью аппарата Acuson Simens SC 2000. Частота кадров воспроизведения составила 65 в секунду. Оценивали: глобальный пиковый систолический стрейн ЛЖ (GLPS LV, %) и глобальный пиковый систолический стрейн реит ЛЖ (GLPS TR LV, c⁻¹), радиарный систолический стрейн ЛЖ (RadS LV, %) и радиарный систолический стрейн реит ЛЖ (RadSTR, c⁻¹), циркулярный систолический стрейн ЛЖ (CirS LV, %) и циркулярный систолический стрейн реит (CirSTR, c⁻¹), ротация базальных (Rot base, °) и апиальных сегментов (Rot apex, °), скручивание ЛЖ (twisting, %). С целью оценки деформации и ротации левый желудочек визуализировался в двухкамерной (A2C), трехкамерной (A3C), четырехкамерной (A4C) позициях и из парастернального доступа по короткой оси (PSAX) [6, 9, 10].

Статистический анализ

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 10.0 для Windows. При описании данных мерой центральной тенденции служила средняя арифметическая M, мерой рассеяния – стандартное отклонение. С целью выделения диагностически значимых критериев проводился многомерный дискриминантный анализ с оценкой λ – Уилкса, F-критериями значимости, уровнями толерантности, межгрупповыми и внутригрупповыми

Таблица 1

Показатели трансторакальной, импульсно-волновой, импульсно-волновой тканевой доплерографии у реципиентов с разными градациями отторжения, $M \pm \sigma$

Переменная	1-я группа (n = 40)	2-я группа (n = 15)	3-я группа (n = 4)	4-я группа (n = 5)	p (1-2-я гр.)	p (2-3-я гр.)	p (2-4-я гр.)
ЛП, мм	41,2±4,88	41,18±5,03	42,13±3,31	44,66±6,33	0,11	0,1	0,02
КДР ЛЖ, мм	45,3±3,49	44,18±3,72	45,86±3,71	47,6±6,4	0,12	0,2	0,11
КДО ЛЖ, мл	72,5±20,4	73,2,3±8,56	74,15±29,35	83,6±33,02	0,13	0,12	0,03
ФВ ЛЖ, %	62,23±6,17	64,03±5,33	52,00±7,24	48,0±6,22	0,03	0,03	0,032
E, см/с	74,9±11,8	74,25±15,3	90,6±14,3	105,5±8,68	0,03	0,022	0,01
A, см/с	47,5±17,9	46,5±20,1	41,24±14,05	39,6±6,22	0,006	0,027	0,001
E/A	1,68±0,47	1,64±0,42	2,19±0,44	2,66±2,66	0,12	0,05	0,01
E/e'	5,97±2,06	5,66±1,65	5,56±1,34	9,0±1,13	0,11	0,04	0,02
S, см/с	10,83±2,4	11,57±2,36	9,83±2,5	7,58±1,6	0,5	0,01	0,03
T МЖП, мм	10,4±1,4	10,2±1,78	10,8±1,74	11,6±2,51	0,06	0,02	0,03
T ЗСЛЖ, мм	9,5±1,1	9,72±1,38	9,8±1,97	11,5±1,52	0,04	0,02	0,04

Примечание. E – пик раннего диастолического наполнения; A – пик позднего диастолического наполнения; E/A – соотношение пиков раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ; E/e' – отношение пика раннего диастолического наполнения к раннедиастолическому смещению тканей митрального кольца; S – систолический пик ЛЖ по данным TDI; ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка; КДР – конечный диастолический размер; КДО – конечный диастолический объем; ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие; МЖП – межжелудочковая перегородка; T – толщина; ФВ – фракция выброса.

различиями, коэффициентами канонической корреляции. Значения считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

На первом этапе всем реципиентам были выполнены трансторакальная эхокардиография (ТТЕ), импульсно-волновая (PW) и импульсно-волновая тканевая доплерография (PW-TDI). Результаты сравнения параметров выполняемых методик у реципиентов на разных стадиях отторжения представлены в таблице 1. У реципиентов 1-й и 2-й групп практически все параметры ТТЕ, PW, PW-TDI ($M \pm \sigma$) незначимо отличались друг от друга ($p > 0,05$). В 3-й и 4-й группах отклонения от нормы (то есть реципиентов из группы 1) можно видеть при оценке таких параметров, как ФВ, E, E/A, E/e' ($p < 0,05$). При проведении дискриминантного анализа было получено, что ни один из параметров ТТЕ не может выступать в качестве дискриминирующего

на ранней стадии отторжения – 2-я группа (реципиенты с ACR1). Рассчитанные в нашем исследовании чувствительность и специфичность параметров ТТЕ для каждой из групп, представленные на рисунке 1, показывают, что методика трансторакальной эхокардиографии является методом с низкой чувствительностью в диагностике отторжения сердечного трансплантата. Стандартная доплерометрия, как и PW-TDI – методика с высокой чувствительностью, но низкой специфичностью. Суммируя вышесказанное, параметры ТТЕ, PW, PW-TDI не могут выступать предикторами в диагностике ранних стадий отторжения трансплантата.

На втором этапе исследования всем реципиентам проводили исследование speckle tracking echocardiography (STE). Были получены нормативные значения для реципиентов 1-й группы: GLPS LV, глобальный пиковый стрейн ЛЖ: $-17,54 \pm 3,71\%$; GLPSTR LV, глобальный пиковый стрейн

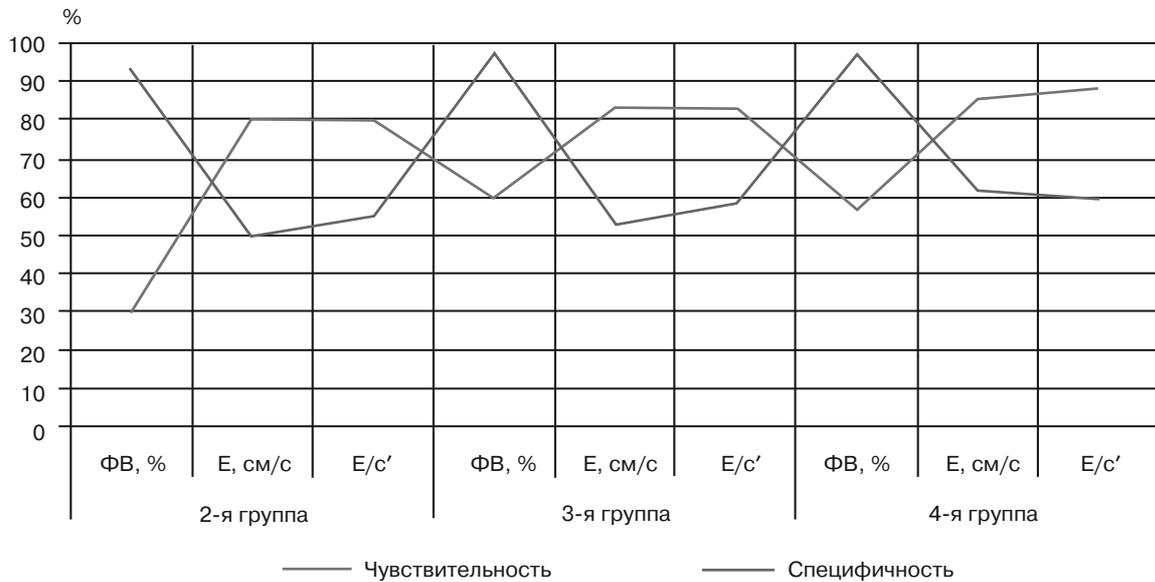


Рис. 1. Чувствительность и специфичность показателей трансторакальной эхокардиографии, импульсно-волновой доплерографии, импульсно-волновой тканевой доплерографии в диагностике на разных стадиях отторжения сердечного трансплантата. ФВ – фракция выброса; Е – пик раннего диастолического наполнения; Е/с' – соотношение пика раннего диастолического наполнения к раннедиастолическому смещению тканей митрального кольца

рейт: $-1,27 \pm 0,38$ с⁻¹; RadS LV%, радиарный систолический стрейн: $19,68 \pm 7,12\%$; RadSTR LV, радиарный систолический стрейн рейт: $1,4 \pm 0,44$ с⁻¹; CirS LV%, циркулярный систолический стрейн ЛЖ: $-21,17 \pm 6,77\%$; CirSTR, циркулярный систолический стрейн рейт ЛЖ: $-1,61 \pm 0,57$ с⁻¹; Rot base: $-5,22 \pm 3,74^\circ$; Rot apex: $4,59 \pm 2,72^\circ$; twist: $14,4 \pm 4,56\%$. Показатели деформации и механики при сравнении с контрольной группой не имели различий. Во 2-й группе отмечается снижение GLPS LV относительно показателей 1-й группы до $-10,52 \pm 1,8\%$ ($p < 0,0012$), тогда как RadS LV ($25,3 \pm 4,7\%$); CirS LV ($-18,5 \pm 8,78\%$); twist, скручивания ($12,58 \pm 1,6\%$) не имели значимых отклонений от нормативных значений. В 3-й группе относительно показателей 1-й группы оказались снижены: GLPS LV: $-6,44 \pm 1,8\%$ ($p < 0,002$), CirS LV: $16,3 \pm 4,9\%$ ($p < 0,024$); twist: $7,58 \pm 1,6\%$ ($p < 0,051$). В 4-й группе относительно 1-й группы были снижены GLPS LV: $9,43 \pm 1,8\%$ ($p < 0,002$), RadS LV: $8,56 \pm 6,4\%$

($p < 0,003$), CirS LV: $10,1 \pm 7,25\%$ ($p < 0,024$), twist: $7,58 \pm 1,6\%$ ($p < 0,051$).

Изучение параметров деформации и механики STE (speckle tracking echocardiography) проводилось как внутри каждой группы между GLPS LV, RadS LV, CirS LV, Rot base, Rot apex, twist, так и между всеми группами с помощью дискриминантного анализа, что позволило выделить наиболее значимый критерий, позволяющий дифференцировать группы без отторжения трансплантата на ранней стадии отторжения (2-я группа). При проведении дисперсионного анализа параметров деформации и механики максимальные различия между группами и $p < 0,05$ соответствовали GLPS LV. При расчете коэффициента канонической корреляции максимальные значения были характерны для GLPS LV (r , коэффициент канонической корреляции-1), что также указывает на хорошую разделительную способность групп по выделяемому признаку. Метод канонической корреляции основан на построении линейных комбинаций признаков, показывает

максимальную корреляционную связь между группами коррелирующих величин. При сравнении групп с помощью дисперсионного анализа наилучшие статистические показатели соответствовали параметру

GLPS LV 2-й группы, что позволяет выделить его в качестве диагностического критерия на ранней стадии отторжения.

На рисунках 2–5 изображены двухмерные диаграммы рассеивания переменных:

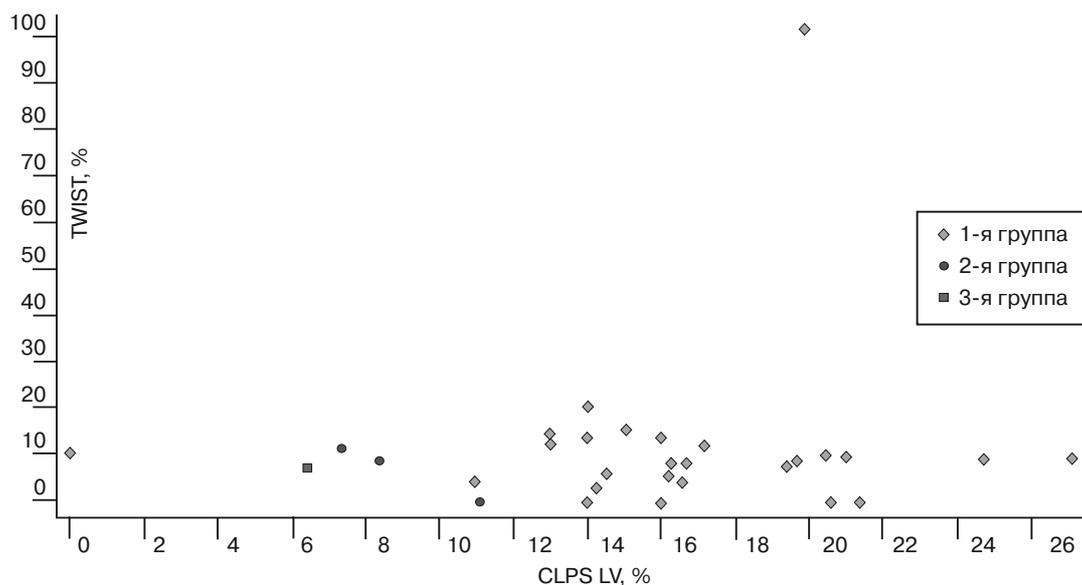


Рис. 2. Двухмерная диаграмма рассеивания между показателями эхокардиографии speckle tracking: TWIST и GLPS LV.

TWIST – скручивание; GLPS LV (Global Peak Systolic Strain of the left ventricle) – глобальный пиковый систолический стрейн ЛЖ

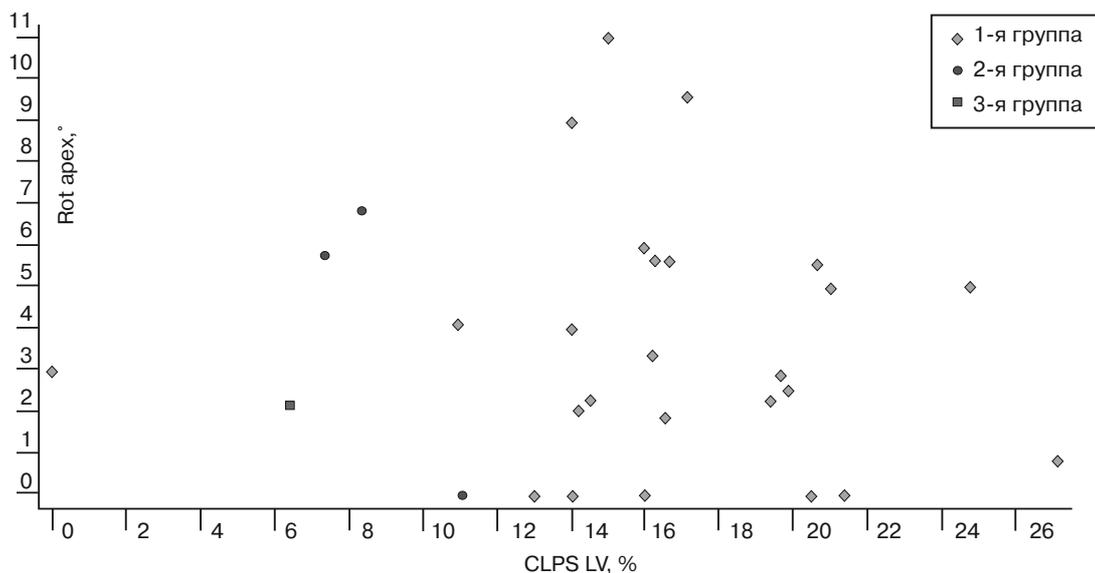


Рис. 3. Двухмерная диаграмма рассеивания между показателями эхокардиографии speckle tracking: Rot apex и GLPS LV.

Rot apex – ротация верхушечных сегментов; GLPS LV – глобальный пиковый систолический стрейн ЛЖ

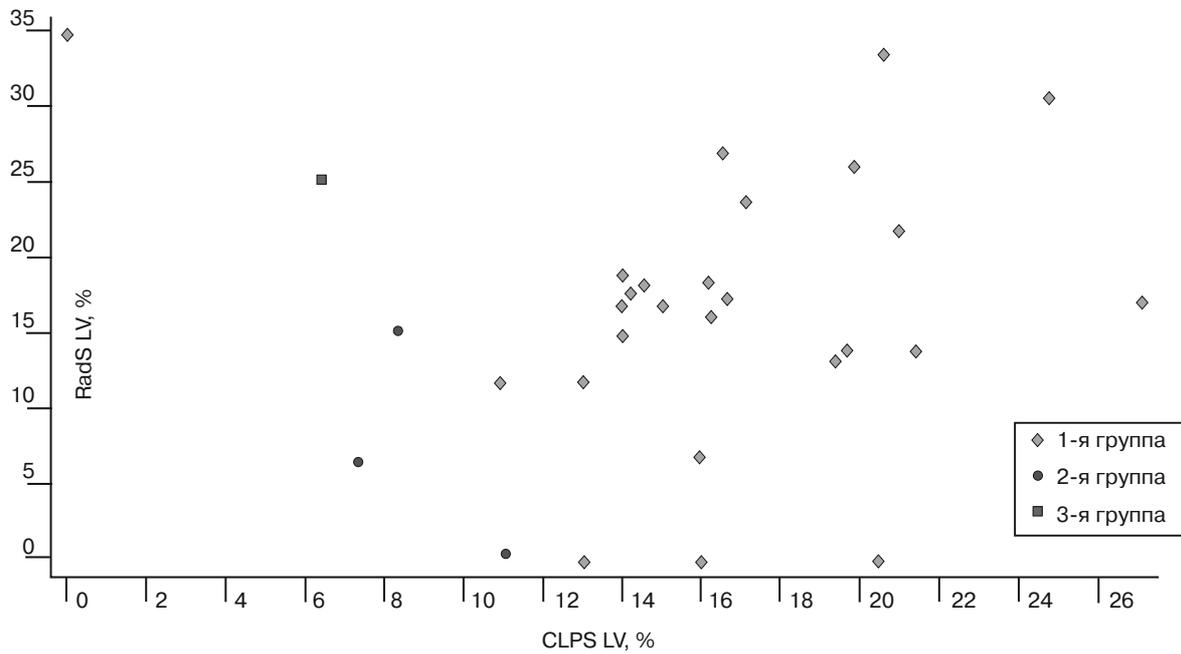


Рис. 4. Двухмерная диаграмма рассеивания между показателями эхокардиографии speckle tracking: RadS LV и GLPS LV.
 RadS LV (Radial Peak Systolic Strain of the left ventricle – радиарный систолический стрейн); GLPS LV – глобальный пиковый систолический стрейн ЛЖ

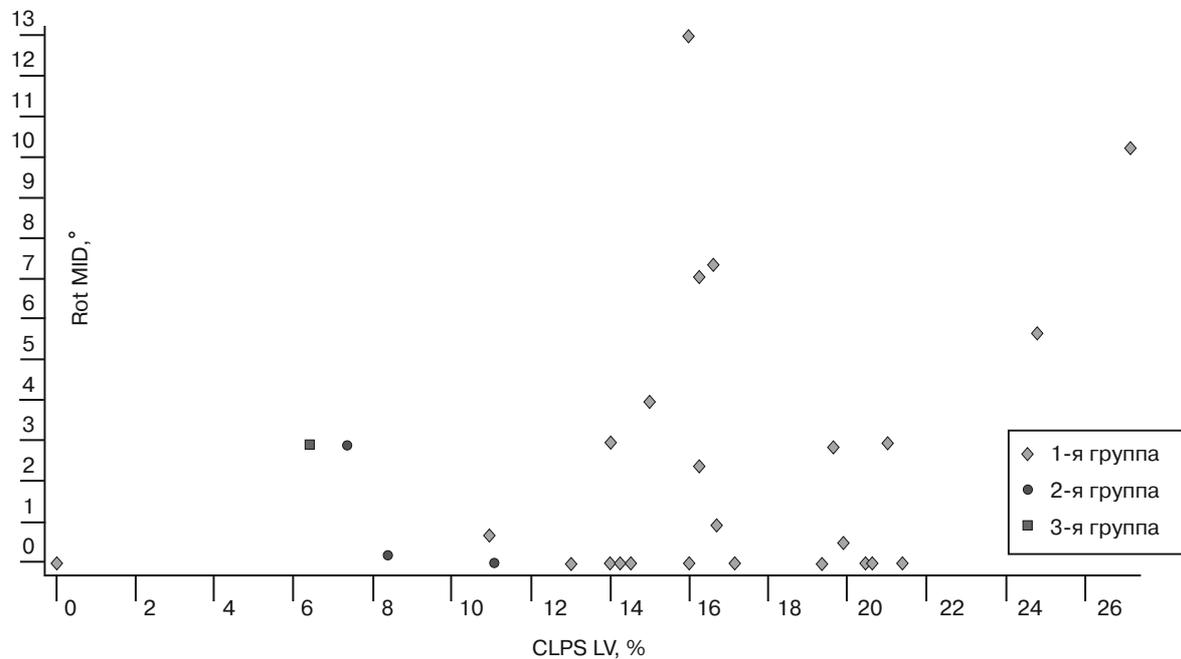


Рис. 5. Двухмерная диаграмма рассеивания между показателями эхокардиографии speckle tracking: Rot MID и GLPS LV.
 Rot MID – ротация средних сегментов ЛЖ; GLPS LV – глобальный пиковый систолический стрейн ЛЖ

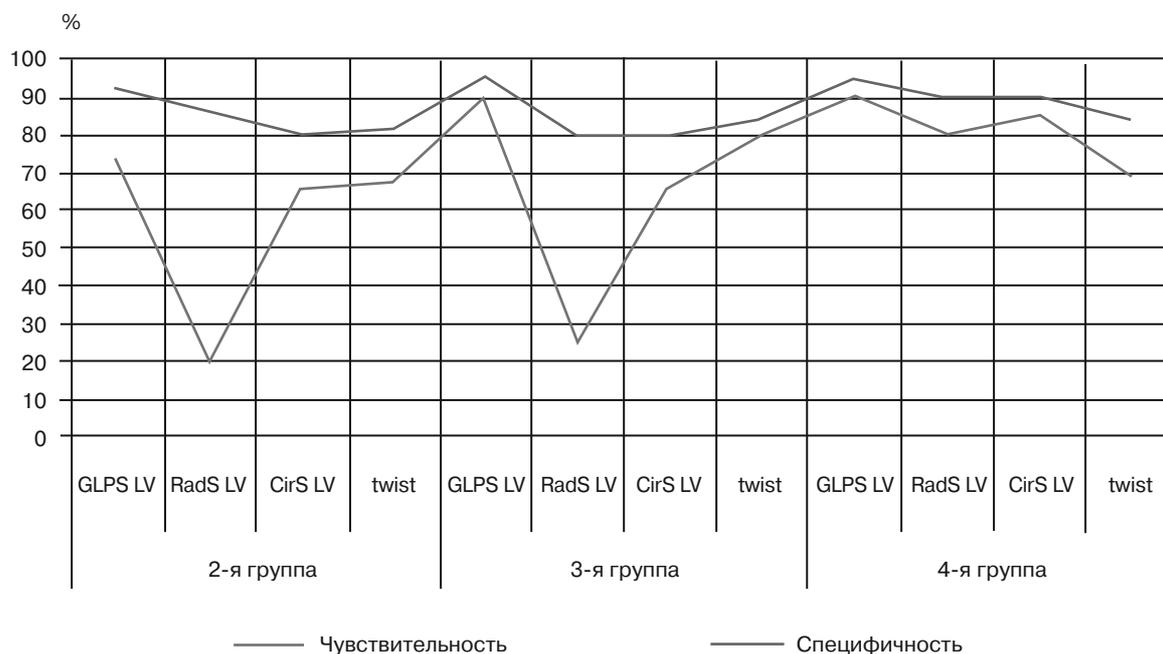


Рис. 6. Чувствительность и специфичность параметров деформации и механики сердца у реципиентов 2–4-й групп.

GLPS LV (Global Peak Systolic Strain of the left ventricle, глобальный пиковый систолический стрейн ЛЖ; twist (скручивание); RadS LV (Radial Peak Systolic Strain of the left ventricle, радиарный систолический стрейн); CirS LV (Circumferential Peak Systolic Strain of the left ventricular) для 1–3-й групп

GLPS LV, twist, Rot apex, RadS LV, Rot MID. На данных диаграммах представлены четко сформированные линейно-отделимые кластеры, то есть исследуемые группы практически линейно-отделимы друг от друга по переменной GLPS LV. Таким образом, используя переменную GLPS LV можно однозначно (с вероятностью 98%) определить, к какой группе будет отнесен исследуемый пациент.

Параметры speckle tracking imaging показывают более высокую чувствительность и специфичность в диагностике раннего отторжения, чем данные трансторакальной эхокардиографии, импульсно-волновой и импульсно-волновой тканевой доплерографии (см. рис. 1, рис. 6).

Получена модель (формула) канонического анализа с уровнем значимости $p=0,007643$, с помощью которой можно анализировать состояние новых пациентов и определять, к какой группе относится исследуемый пациент – 1-й или 2-й. Эта мо-

дель была получена с целью распознавания и дифференцирования реципиентов на ранней стадии отторжения (ACR 1):

$$y = 3,1082x_1 - 1,0551x_2 + 0,661x_3 + 10x_4 + 0,587x_5 - 11,85,$$

где x_1 – (RadS STR LV); x_2 – (CirS LV); x_3 – (A2C); x_4 – (CirS STR LV); x_5 – (Rot apex). Если значение $y < 5$, то исследуемого пациента можно отнести ко 2-й группе, а если $y \geq 5$, то к 1-й. Достоверность данной линейной модели составляет 95%.

Обсуждение

Глобальный пиковый систолический стрейн левого желудочка (GLPS LV) отражает контрактильность миокарда ЛЖ [6, 7, 9, 10]. Систолическое продольное укорочение ЛЖ в основном осуществляется за счет сокращения субэндокардиальных слоев миокарда, которые наиболее уязвимы ввиду наибольшего влияния на них внутриже-

лудочкового давления и относительно скудного кровоснабжения этой зоны [6, 7, 10]. Поэтому нарушение продольной функции является наиболее чувствительным в диагностике механической дисфункции ЛЖ [7]. Ранее проведенные клинические исследования показали, что при таких заболеваниях, как болезнь Фабри, амилоидоз, сахарный диабет контрактильная функция миокарда снижена до субклинических изменений, что было диагностировано с помощью методики speckle tracking echocardiography [11–13]. Острое отторжение сердечного трансплантата характеризуется гистологическими изменениями миокарда, такими как инфильтрат из воспалительных клеток, отек, кровоизлияния, некроз, которые способствуют нарушению контрактильности и расслабления миокарда [11, 12]. Нарушение микро- и макроваскулярной перфузии – факторы, приводящие к нарушению продольной систолической функции у реципиентов после ортотопической трансплантации сердца [11–14]. Наше исследование показало, что у пациентов на ранней стадии отторжения по данным ЭМБ диагностируется нарушение продольной функции миокарда. На начальной стадии, когда срединные и эпикардиальные участки не затрагиваются патологическим процессом, циркулярная, радиарная деформации и скручивание остаются в пределах нормы.

Выводы

1. GLPS LV – показатель деформации, который может рассматриваться в качестве предиктора раннего отторжения миокарда (AMR 1 и/или ACR 1).
2. Методика speckle tracking echocardiography не может полностью заменить биопсию, но в некоторых случаях позволяет уменьшить кратность и заменить биопсию, если отсутствует доступ через внутреннюю яремную вену при ее тромбозах, а также при стабильно отрицательных результатах биопсии (AMR 0, ACR 0), с целью оценки

параметров в динамике при продолжающемся отторжении миокарда.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Литература

1. Национальные клинические рекомендации. Трансплантация сердца. Общероссийская общественная организация трансплантологов «Российское трансплантологическое общество». М.: Триада; 2013: 92.
2. *Шумаков В.И.* Трансплантация сердца. М.: Медицина; 2006.
3. *Шемякин С.Ю., Корнер А.Ю., Халилулин Т.А., Честухин В.В., Ильинский И.М.* Особенности клинических проявлений острой реакции отторжения пересаженного сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2010; 1: 7–16.
4. *Хадзегова А.* Современные технологии в эхокардиографии. *Медицинский вестник.* 2010; 32: 537.
5. *Geyer H., Caracciolo G., Abe H., Wilansky S., Carerj S.* Assessment of Myocardial Mechanics Using Speckle Tracking Echocardiography: Fundamentals and Clinical Applications. *J. Am. Society Echocardiogr.* 2010; 23: 351–68.
6. *Sitia S., Tomasoni L., Turie M.* Speckle tracking Echocardiography. A new technique for assessing myocardial function. *J. Ultrasound Med.* 2011; 30: 71–83.
7. *Алехин М.Н.* Ультразвуковые методики оценки деформации миокарда и их клиническое значение. Допплеровская визуализация тканей в оценке деформации миокарда. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2011; 1: 104–17.
8. *Berry G.J., Burke M.M., Andersen C. et al.* The 2013 International Society for Heart and Lung Transplantation Working Formulation for the standardization of nomenclature in the pathologic diagnosis of antibody-mediated rejection in heart transplantation. *J. Heart Lung Transplant.* 2013; 32: 1148–61.
9. *Bader F.M., Islam N., Mehta N.A., Worthen N.* Noninvasive Diagnosis of Cardiac Allograft Rejection Using Echocardiography Indices of Systolic and diastolic Function. *J. Transplantation Proceedings.* 2011; 43: 3877–81.
10. *Haydar K.S., Hector R.* Villarraga Normal left ventricular mechanical function and synchrony values by speckle tracking echocardiography in the transplanted heart with normal ejection fraction. *J. Heart Lung Transplant.* 2011; 130: 652–8.
11. *Manankil M., Aggarwal A., Pauwaa A.* Correlation of noninvasive markers of cardiac allograft rejection with endomyocardial biopsy. *J. Heart Lung Transplant.* 2012; 141: 518–21.

12. Marciniaka A., Eroglua E., Marciniaka M. The potential role of ultrasonic strain imaging and immunophenotyping in diagnosing acute rejection after heart transplantation. *EHI Cardiovasc. Imaging*. 2006; 8: 213–21.
13. Sato T., Kato T.S. Utility of left ventricular systolic torsion derived from 2-dimensional speckle tracking echocardiography in monitoring acute cellular rejection in heart transplant recipients. *J. Heart Lung Transplant*. 2011; 5: 536–42.
14. Kato T.S., Noboru O., Kazuhiko H. Strain rate imaging would predict sub-clinical acute rejection in heart transplant recipients. *J. Cardiothorac. Surg*. 2010; 37: 1104–10.
7. Alekhin M.N. Ultrasonic techniques in the assessment of myocardium deformation and their clinical value. Doppler visualization of fabrics in the assessment of myocardium deformation. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2011; 1: 104–17 (in Russian).
8. Berry G.J., Burke M.M., Andersen C. et al. The 2013 International Society for Heart and Lung Transplantation Working Formulation for the standardization of nomenclature in the pathologic diagnosis of antibody-mediated rejection in heart transplantation. *J. Heart Lung Transplant*. 2013; 32: 1148–61.
9. Bader F.M., Islam N., Mehta N.A., Worthen N. Noninvasive Diagnosis of Cardiac Allograft Rejection Using Echocardiography Indices of Systolic and diastolic Function. *J. Transplantation Proceedings*. 2011; 43: 3877–81.
10. Haydar K.S., Hector R. Villarraga Normal left ventricular mechanical function and synchrony values by speckle tracking echocardiography in the transplanted heart with normal ejection fraction. *J. Heart Lung Transplant*. 2011; 130: 652–8.
11. Manankil M., Aggarwal A., Pauwaa A. Correlation of noninvasive markers of cardiac allograft rejection with endomyocardial biopsy. *J. Heart Lung Transplant*. 2012; 141: 518–21.
12. Marciniaka A., Eroglua E., Marciniaka M. The potential role of ultrasonic strain imaging and immunophenotyping in diagnosing acute rejection after heart transplantation. *EHI Cardiovasc. Imaging*. 2006; 8: 213–21.
13. Sato T., Kato T.S. Utility of left ventricular systolic torsion derived from 2-dimensional speckle tracking echocardiography in monitoring acute cellular rejection in heart transplant recipients. *J. Heart Lung Transplant*. 2011; 5: 536–42.
14. Kato T.S., Noboru O., Kazuhiko H. Strain rate imaging would predict sub-clinical acute rejection in heart transplant recipients. *J. Cardiothorac. Surg*. 2010; 37: 1104–10.

References

1. National clinical recommendations. Transplantation of heart. All-Russian public organization of transplantologists "Russian transplantological society". Moscow: Triada; 2013 (in Russian).
2. Shumakov V.I. Transplantation of heart. M.: Meditsina; 2006.
3. Shemyakin S.Yu., Kormer A.J., Khalilulin T.A., Chestuhin V.V., Il'inskiy I.M. Features of clinical displays of the transplanted heart acute rejection. *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov*. 2010; 1: 7–16 (in Russian).
4. Khadzegova A. Modern technologies in echocardiography. *Meditsinskiy vestnik*. 2010; 32: 537 (in Russian).
5. Geyer H., Caracciolo G., Abe H., Wilansky S., Carerj S. Assessment of Myocardial Mechanics Using Speckle Tracking Echocardiography: Fundamentals and Clinical Applications. *J. Am. Society Echocardiogr*. 2010; 23: 351–68.
6. Sitia S., Tomasoni L., Turie M. Speckle tracking Echocardiography. A new technique for assessing myocardial function. *J. Ultrasound Med*. 2011; 30: 71–83.

Поступила 24.08.2015