https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-61-68 УДК 616.124.2:616.127-073.4-8



ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО МИОКАРДИАЛЬНОГО ИНДЕКСА ТЕІ В ОЦЕНКЕ НАРУШЕНИЙ НАСОСНОЙ И КОНТРАКТИЛЬНОЙ ФУНКЦИЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА, ВОЗРАСТНЫЕ И НОЗОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

А.А. Соколов*, Г.И. Марцинкевич, А.В. Сморгон

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, 634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111a

Цель: оценить информационную и диагностическую значимость миокардиального индекса Теі.

Материал и методы. Проведен анализ результатов эхокардиографических исследований 9256 лиц в возрасте от 1 мес. до 60 лет, 1350 практически здоровых и 7906 больных с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями, сопровождающимися нарушением объемно-емкостных характеристик сердца (врожденные пороки сердца, различные кардиопатии, гипертоническая болезнь). Установлены отрезные точки нормальных значений показателя. Показано, что индекс Теі не отражает изменений показателей насосной функции левого желудочка (ЛЖ), не имеет зависимости от контрактильности ЛЖ, но имеет прямую связь с давлением наполнения ЛЖ как в норме, так и при патологии. Коэффициент корреляции был более высоким у взрослых пациентов.

Заключение. Нормальные значения индекса Теі менее 0,5 наблюдали более чем у 95% практически здоровых лиц любого возраста. Максимальная чувствительность и специфичность показателя обнаружена у больных рестриктивной, дилатационной кардиопатиями и у пациентов, имеющих общее атриовентрикулярное соединение.

Ключевые слова: эхокардиография, миокардиальный индекс, кардиопатии, врожденные пороки сердца

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Прозрачность финансовой деятельности:

Для цитирования:

никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Соколов А.А., Марцинкевич Г.И., Сморгон А.В. Диагностическое значение эхокардиографического миокардиального индекса Теі в оценке нарушений насосной и контрактильной функций левого желудочка, воз-

растные и нозологические аспекты. Сибирский медицинский журнал. 2019;34(1):61-68.

https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-61-68

THE DIAGNOSTIC VALUE OF THE ECHOCARDIOGRAPHIC MYOCARDIAL INDEX OF TEI IN THE ESTIMATION OF DISORDERS OF THE PUMP AND CONTRACTILE FUNCTIONS OF THE LEFT VENTRICLE

Alexander A. Sokolov*, Galina I. Martsinkevich, Andrey V. Smorgon

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Centre, Russian Academy of Sciences, 111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

Aim. To evaluate the informational and diagnostic significance of the myocardial Tei index.

Patients and methods. The study assessed data of echocardiographic studies of 9,256 patients aged 1 month to 60 years, 1,350 healthy individuals, and 7,906 patients with various cardiovascular diseases with abnormal volume-capacitive characteristics of the heart (congenital heart defects, different types of cardiopathy, and hypertensive disease).



Results. The cutting points of the normal values of the indicator were established. Data showed that the Tei index did not reflect changes in the pumping function of the left ventricle and did not depend on the contractility of the left ventricle (LV), but it had direct significant correlation with the left ventricular filling pressure, both in normal and pathological conditions. Correlation was more significant in adult patients.

Conclusion. Normal values of the Tei index less than 0.5 were observed in more than 95% of practically healthy individuals of any age. The maximum sensitivity and specificity of the myocardial performance index was found in patients with restrictive and dilated cardiopathy and common atrioventricular connection.

Keywords: echocardiography, myocardial index, cardiopathy, congenital heart diseases

Conflict of interest: the authors do not declare a conflict of interest

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned

Sokolov A. A., Martsinkevich G. I., Smorgon A. V. The Diagnostic Value of the Echocardiographic Myocardial Index For citation: of Tei in the Estimation of Disorders of the Pump and Contractile Functions of the Left Ventricle. The Siberian

Medical Journal. 2019;34(1):61–68. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-61-68

Введение

Эхокардиография уже многие годы является рутинным инструментом кардиологов для оценки строения и функции сердца при различной патологии. Достоинствами метода являются: неинвазивность, получение on-line результатов, невысокая стоимость, неплохая воспроизводимость. К недостаткам эхокардиографии можно отнести относительную «оператор-зависимость», в большинстве своем обусловленную плохой визуализацией сердечных структур, что связано как с анатомическими особенностями пациента, так и с аттенуацией основного изображения дополнительными структурами (протезы, кальциноз и т. д.). Кроме того, неправильная форма сердца (не эллипсоидная модель) вносит свои неблагоприятные коррективы в использование стандартных протоколов определения объемов и соответственно функции. Существуют несколько способов решения данных проблем, к ним можно отнести: использование чреспищеводной эхокардиографии, применение эхоконтрастных препаратов, а также внедрение трехмерной эхокардиографии. Перечисленные подходы в ряде случаев позволяют улучшить качество диагностики, но они достаточно дороги, ресурсоемки, что не позволяет обеспечить широкое и частое использование. К альтернативным методам можно отнести негеометрические, допплеровские методы, которые в большинстве случаев менее «оператор-зависимы», не требуют четкой визуализации эндокарда камер сердца. Нашли широкое применение и демонстрируют высокую точность допплеровские методы оценки градиентов давления на клапанах сердца, градиентов межкамерного шунтирования, внутрисосудистых градиентов. Следует отметить, что допплеровская оценка градиентов основана на определении изменений амплитудных характеристик ультразвукового сигнала. Точность измерения сдвига частот и, соответственно, скоростей потоков крови зависят от угла инсонации и направления движения потока крови, в связи с этим количественные ошибки возрастают, особенно при углах взаимоотношения более 60 градусов. Вместе с тем нашли свое место для использования и показатели, основанные на оценке взаимоотношения временных интервалов фаз сердечного цикла. Одной из таких фазовых характеристик движения сердца и крови является индекс миокардиального перфоменса (MPI — myocardial performance index), предложенный в 1995 г. С. Теі [1]. Индекс представляет собой отношение продолжительности суммы изоволюмических интервалов сердечного цикла к продолжительности периода изгнания. Более чем за 20 лет диагностическое значение и информационная значимость показателя неплохо изучены [2]. Установлено, что такой простой эхокардиографический показатель, как индекс Теі, может хорошо отражать дисфункцию левого желудочка (ЛЖ) у пациентов с различными заболеваниями сердца, имеющих высокий уровень BNP плазмы крови [3]. Вместе с тем появившаяся методика тканевой допплерографии также позволяет оценивать индекс Теі, причем технически это более просто и точно, чем при использовании флуометрической оценки движения крови с применением импульсно-волновой допплерографии. Тканевая допплерография дает возможность легко оценивать показатель как для левого, так и для правого желудочков. При этом диагностическая значимость потокового МРІ и определенного с использованием тканевого допплера недостаточно изучена и часто содержит противоречивые факты о влиянии пред- и постнагрузки на изучаемый показатель [4]. Большинство исследований информационной значимости индекса Теі базировалось на относительно небольших клинических группах, однородных по возрасту, нозологиям, степени выраженности клинических проявлений. В связи с этим целью настоящего исследования было определение диагностической значимости, чувствительности и специфичности тканевого МРІ, оценка взаимосвязи с возрастом, частотой сердечных сокращений (ЧСС), состоянием пост- и преднагрузки на большом и разнообразном клиническом материале.

Материал и методы

В исследование включены 9256 пациентов в возрасте от 1 мес. до 60 лет, общая группа, в которую вошли как здоровые лица, так и больные различными заболеваниями, сопровождающимися нарушением объемно-емкостных характеристик сердца (врожденные пороки сердца, различные кардиопатии, гипертоническая болезнь). Здоровые лица в количестве 1350 человек были разделены на 3 подгруппы, в первую группу вошли дети от 1 мес. до 1 года, во вторую — дети от 1 до 18 лет, в третью — лица старше 18 лет. Группу больных составили лица с перечисленными ранее сердечно-сосудистыми заболеваниями, в том числе и дети после операций по поводу различных врожденных пороков сердца. Пациентов с септальными пороками было достаточное количество для выделения соответствующих возрастных субгрупп. Данные пациентов представлены в таблице 1.

Для некоторых нозологических единиц были рассчитаны чувствительность и специфичность показателя MPI (табл. 2).

В исследование не включались пациенты с нарушениями ритма сердца, искусственными водителями ритма.

Эхокардиографическое исследование выполнено одним исследователем, использовались ультразвуковые системы IE-33 и IE-33 x-Matrix (Philips). Определение объемов — стан-

Таблица 1. Характеристика обследованных пациентов (M±σ, IQR 25:75)

Table 1. Characteristics of study patients (M $\pm \sigma$, IQR 25:75)

Показатели	n	Возраст М+σ IQR25:75	Пол м/ж %	MPI M+σ Me (QR25:75)	% обследованных MPI>0,50 (cut off)
Bcero	9256	8,3 (3:11)	51/49	0,466 (0,367:0,58)	-
3доровые	1350	3,06 (1:8)	-	0,383 (0,324:0,45)	3,4
3доровые >18	160	30 (23:35)	41,9/58,1	0,393 (0,331:0,480)	4,5
<18 лет	1000	6,44 (2,11:11)	52,7/47,3	0,384±0,099	5,0
До 1 года (мес.)	190	6 (3:8)	47/53	0,424±0,11	20,5 0,62 — отр. точка
Больные					Чувствительность / специфичность (%)
Менее 1 года	2500	5 (2:8)	45/50	0,558 (0,442:0,717)	50/95
1–18 лет	5106	5 (2,11:9)	50,1/49,9	0,472 (0,38:0,603)	4/95
>18 лет	300	27 (20:38)	50,6/49,4	0,51 (0,41:0,647)	53,2/98

Таблица 2. Характеристика обследованных больных по нозологиям

Table 2. Characteristics of study patients depending on medical condition

Из них больные по нозологиям, <i>n</i> =7906					
Нозология	n	Возраст (IQR25:75)	Пол м/ж (%)	MPI M <u>+</u> σ Me (QR25:75)	Чувствительность / специфичность (%)
дкмп	53	11,38 (4:15)	56,7/43,1	0,69 (0,55:0,84)	85,3/94,5
ГКМП	84	12 (5,5:15)	79,8/20,2	0,64 (0,43:0,73)	58,1/91,2
РКМП	26	19,93 (2:34)	26,9/73,1	0,57:0,84	91,7/94,8
дмпп					
1–18 лет	1867	4,77 (1,11:7)	38,9/61,1	0,418±0,1	22,5/81,8
Более 18 лет	98	35,7 (25:45)	21,4/78,6	0,48±0,13	45/90
дмжп					
1–18 лет	246	5,2 (1,25:6,09)	54,1/45,9	0,43 (0,35:0,5)	22,3/81,37
Более 18 лет	28	31 (18:29)	42,9/47,1	0,51 (0,28:0,57)	25/83,3
Нозологии					
ΟΑΠ	273	4,9 (2:6)	67,5/32,5	0,411 (0,342:0,462)	14/73
AOC	192	13,2 (3,07:14)	70,8/29,2	0,444 (0,352:0,519)	28/84,8
АОИ	247	16,2 (8:17)	79,8/20,2	0,45 (0,364:0,509)	27,1/84,4
АВК	186	11(4: 17) мес.	38,7/61,3	0,76 (0,546:0,858)	78/94
ΑΓ	33	40,5±13,3	29,4/70,6	0,44±0,11	24,8/93,1
Прочие ВПС	500	2 (5:9)	48/52	0,58 (0,45:0,711)	33/84,5
Постоперационные па	іциенты				
П/о дни	930	4 (2:8)	49/51	0,62 (0,49:0,77)	73/92
П/о более 1 г.	3143	5 (3:9)	48/52	0,52 (0,2:0,67)	64/85

Примечание: ДКМП — дилатационная кардиомиопатия, ГКМП — гипертрофическая кардиомиопатия, РКМП — рестриктивная кардиомиопатия, ДМПП — дефект межпредсердной перегородки, ДМЖП — дефект межжелудочковой перегородки, ОАП — открытый артериальный проток, АОС — клапанный стеноз аорты, АОИ — недостаточность аортального клапана, АВК — атриовентрикулярный канал, АГ — артериальная гипертония. П/о — после операции.

Note: ДКМП: dilated cardiomyopathy, ΓΚΜΠ: hypertrophic cardiomyopathy, PKMΠ: restrictive cardiomyopathy, ДМПП: atrial septal defect, ДМЖП: ventricular septal defect, OAΠ: patent arterial duct, AOC: aortic valve stenosis, AOИ: aortic valve insufficiency, ABK: atrioventricular canal, AΓ: arterial hypertension, Π/o: after surgery.

дартное на основании двухмерной эхокардиографии [5]. Использовали фазированные секторальные датчики с частотами 2-4 и 3-8 мегагерц. Давление наполнения ЛЖ определяли как отношение пиковой скорости быстрого наполнения потока через митральный клапан (Е) к средней скорости медиальной и латеральной частей фиброзного кольца митрального клапана (e¹), определенной методом тканевой допплерографии [6]. Для определения миокардиального индекса ЛЖ применяли тканевую спектральную допплерографию. Контрольный объем размещался в области медиальной и латеральной частей фиброзного кольца митрального клапана, для расчета показателя брали средние значения. Миокардиальный индекс рассчитывали по формуле: MPI=(IRT+ICT+ET)/ET [1]. Использовали скорость развертки спектра 50 см/с, максимальную амплитуду шкалы скоростей. Импульсно-волновую тканевую допплерографию для определения индекса Теі применяли в связи с тем, что в ряде ранее выполненных исследований она показала более высокую чувствительность и специфичность у больных с сердечной недостаточностью, чем традиционный флуометрический метод [7].

Статистическая обработка материала осуществлялась с помощью программы STATISTICA for Windows ver. 6.0. Сформированные группы оценивали на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. В случае нормального распределения групповые результаты представлены в виде М±о (среднее и среднеквадратичное отклонение), при ненормальном распределении — в виде Ме, QR (медиана, нижний и верхний квартили). Соответственно для оценки разницы между группами и определения взаимосвязи между показателями использовали параметрические методы для групп с нормальным распределением и непараметрические методы — при отсутствии нормального распределения [8].

Результаты и обсуждение

Во всех случаях исследования регистрация спектра импульсно-волновой тканевой допплерограммы движения миокарда не составляла проблем, качественные спектральные кривые были получены у всех пациентов. У здоровых лиц старше 18 лет разница МРІ между мужчинами и женщинами отсутствовала: 0,390±0,125 — мужчины и 0,396±0,097 — женщины, p=0,5,

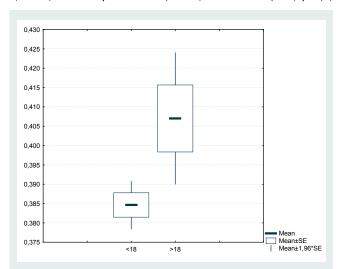


Рис. 1. Миокардиальный индекс левого желудочка у здоровых лиц младше и старше 18 лет

Fig. 1. Myocardial index of the left ventricle in groups of healthy individuals before and after 18 years old

распределение в группах нормальное, отсутствовала разница между полами в детских группах. У здоровых обследуемых MPI с возрастом увеличивался, определялось значимое различие показателя в группах здоровых лиц до и более 18 лет (рис. 1).

Следует отметить, что связи между возрастом и МРІ среди всех здоровых лиц не было (Rs=0,004; p=0,88). Все лица контрольной группы были разделены на 3 подгруппы: первая — дети до 1 года, вторая — от года до 18 лет, третью группу составили лица старше 18 лет. Для оценки информационной значимости миокардиального индекса с помощью блока описательной статистики распределения частот (frequency table) выделили «отрезную точку» [9] (cut off) показателя значение, перекрывающее от минимума до максимума более 95% всех случаев в контрольных подгруппах. У здоровых лиц старше одного года нормальные значения МРІ были менее 0,5, для детей в возрасте до 1 года — менее 0,6 (см. табл. 1). Миокардиальный индекс не имел значимой связи с возрастом в группе детей (до 18 лет), при этом обнаружена прямая слабая корреляция с возрастом у взрослых здоровых лиц (Rs=0,23; p=0,003) и отсутствие корреляции (Rs=0,007; p=0,8)у детей старше года. От ЧСС миокардиальный индекс не зависел как в группе взрослых лиц, так и детей до 18 лет, коэффициенты корреляции между частотой ЧСС и МРІ составили 0,05 и 0,004 соответственно. У детей до года регистрировали статистически значимую, слабую прямую корреляцию МРІ с ЧСС (Rs=0,25; p=0,002) и обратную с возрастом (Rs=0,23; p=0.001). Для определения диагностической значимости МРІ оценивали корреляцию между некоторыми показателями, характеризующими объемы камер сердца и давление в разных возрастных группах здоровых лиц (табл. 3).

В группе здоровых детей миокардиальный индекс имел очень слабую, статистически значимую корреляцию с давлением наполнения ЛЖ (см. табл. 3). Остальные анализируемые показатели в этой группе не имели связи со значениями МРІ. У детей до года зарегистрирована слабая обратная корреляция показателя с фракцией выброса (ФВ). При этом в группе здоровых взрослых МРІ показал значимую корреляцию только с давлением наполнения ЛЖ.

В группах больных разного возраста МРІ показал определенную информационную значимость. Следует отметить, что гемодинамические показатели, характеризующие насосную функцию ЛЖ (УИ и СИ), не имели значимой связи со значениями МРІ (табл. 4).

При этом корреляция всех анализируемых показателей в детской группе была слабой, а в группе взрослых больных — средней и высокой.

Для оценки диагностического значения миокардиального индекса были проанализированы его значения при некоторых гемодинамических ситуациях, сопровождающихся изменением пред- и постнагрузки ЛЖ. Дефекты межжелудочковой перегородки с гемодинамически значимым сбросом сопровождаются дилатацией левых камер, повышением давления наполнения ЛЖ, то есть имеется увеличение преднагрузки. В выборке пациентов с ДМЖП 6% имели индекс Теі более 0,5, в возрасте 1–18 лет — 41%, причем у детей с гемодинамически значимым увеличением левых камер в 9,1% случаев индекс Теі превышал 0,5. У пациентов старше 18 лет лишь в 13% случаев миокардиальный индекс был более 0,5, у всех пациентов этой возрастной группы отмечено увеличение левых камер сердца.

Во всей возрастной совокупности пациентов с ДМЖП миокардиальный индекс имел обратную статистически значимую корреляцию с градиентом сброса между желудочками (r=-0.36; p=0.001), в группе взрослых корреляция была более высокой и статистически значимой (R=-0,76; p=0,001) (табл. 5).

Таблица 3. Взаимосвязь миокардиального индекса (MPI) у здоровых лиц разного возраста с некоторыми показателями гемодинамики

Table 3. Associations of myocardial index (MPI) with various hemodynamic parameters in healthy individuals

Показатели	До 1 года (<i>n</i> =190)		Более 18 лет (<i>n</i> =160)		Менее 18 лет (<i>n</i> =1000)	
	Rs	p	R	p	Rs	р
КДИ (мл/м²)	0,006	0,324	0,127	0,15	0,00001	0,97
ФВ (%)	-0,15	0,04	-0,01	0,38	0,02	0,63
УИ (мл/м²)	-0,005	0,28	0,101	0,18	0,01	0,27
ДН (мм рт. ст.)	0,07	0,32	0,37	0,0004	0,08	0,007
ЛПИ (мл/м²)	0,04	0,54	0,13	0,25	0,019	0,57
СИ (л/мин/м²)	-0,03	0,48	0,129	0,109	0,049	0,16

Примечание: КДИ — конечный диастолический индексированный объем ЛЖ, ΦB — фракция выброса, УИ — ударный индекс ЛЖ, ДН — давление наполнения ЛЖ (E/e¹), ЛПИ — индексированный объем левого предсердия, СИ — сердечный индекс. Rs — непараметрическая корреляция Спирмена.

Note: КДИ: the left ventricular end-diastolic volume index, ФВ: ejection fraction, УИ: stroke volume, ДН: the left ventricular filling pressure (E/e¹), ЛПИ: the left atrial volume index, СИ: cardiac index, Rs: nonparametric Spearman correlation.

Таблица 4. Взаимосвязь миокардиального индекса (МРІ) у больных разного возраста с некоторыми показателями гемодинамики

Table 4. Associations of myocardial index (MPI) in patients of different age with some parameters of hemodynamic

Показатели	До 1 года (<i>n</i> =2500)	Менее 18 лет (<i>n</i> =1000)		Более 18 лет <i>(n</i> =361)	
	R	R	р	R	р
КДИ (мл/м²)	0,10 p=0,01	0,14	0,02	0,25	0,0001
ФВ (%)	-0,23	-0,22	0,0001	-0,38	0,0001
УИ (мл/м²)	0,02	0,02	0,12	-0,09	0,06
ДН (мм рт. ст.)	0,06	0,28	0,0001	0,44	0,0004
ЛПИ (мл/м²)	0,01	0,019	0,57	0,357	0,000001
СИ (л/мин/м²)	0,02	0,1	0,0001	-0,03	0,49
Сдпж (мм рт. ст.)	0,25	0,26	0,0003	0,33	0,00001
МЖ грд. (мм рт. ст.)	0,31	-0,26	0,0001	-0,76	0,0007
dp/dtmax (мм рт. ст./с)	0,11	0.21	0,00001	0,38	0,01

Примечание: КДИ — конечный диастолический индексированный объем ЛЖ, ФВ — фракция выброса, УИ — ударный индекс ЛЖ, ДН — давление наполнения ЛЖ (Е/e'), ЛПИ — индексированный объем левого предсердия, СИ — сердечный индекс, СДПЖ — систолическое давление в правом желудочке, МЖ грд. — межжелудочковый градиент давления, dp/dtmax — максимальная скорость нарастания давления в систолу желудочка (сокращения здесь и далее в таблицах 5, 6).

Note: ΚДИ: the left ventricular end-diastolic volume index, ΦB: ejection fraction, УИ: the left ventricular stroke volume, ДH: the left ventricular filling pressure (E/e'), ЛПИ: the left atrial volume index, СИ: cardiac index, СДПЖ: the right ventricle systolic pressure, МЖ грд: interventricular pressure gradient, dp/dtmax: maximum rate of the ventricular pressure increase during systole (here and further in tables 5 and 6).

Это свидетельствовало о достаточно высокой информативной значимости показателя в отношении легочной гипертензии при межкамерном шунтировании. Необходимо отметить, что MPI имел прямую статистически значимую корреляцию с систолическим давлением в правом желудочке у всех пациентов с различными диагнозами (Rs=0,41; p=0,001). Индекс Теі продемонстрировал достаточно высокую информативность при динамическом наблюдении пациентов. Оценены значения показателя у 246 детей в возрасте от 1 до 18 лет до и после операции по поводу перимембранозных межжелудочковых дефектов. После операции с искусственным кровообращением, пластики дефектов показатель значимо повышался (рис. 2), повторное исследование было выполнено на 5–8-й дни и через 5 лет после операции.

Через 5 лет после операции показатель статистически значимо снижался и соответствовал значениям нормы (см. рис. 2, панель Б). При атриосептальных дефектах (ДМПП) значимого взаимоотношения между индексом Теі и изучаемыми показателями обнаружено не было, определялась лишь слабая, но статистически значимая корреляция показателя с отношением легочного и системного кровотоков, а также индексированным объемом правого предсердия. У пациентов с артериальным протоком также не выявлено значимых связей индекса с параметрами гемодинамики. При гипертрофической кардиомиопатии прямая корреляция средней степени обнаруживалась с толщиной МЖП (0,39), давлением наполнения ЛЖ (0,37), ИММлж (0,39). Связи с ЛЖ-аорта градиентом давления не найдено, как и с показате-



Таблица 5. Взаимосвязь миокардиального индекса с показателями внутрисердечной гемодинамики у больных с межжелудочковыми дефектами

 Table 5. Associations of myocardial index with parameters of intracardiac hemodynamics in patients with ventricular septal defects

Показатели	Менее 18	лет (<i>n</i> =730)	Более 18 лет (n=70)		
	R	р	R	р	
КДИ (мл/м² ⁾	0,16	0,03	-0,58	0,01	
ФВ (%)	-0,08	0,33	-0,26	0,04	
УИ (мл/м²)	0,08	0,18	0,55	0,03	
ДН (мм рт. ст.)	0,27	0,0004	0,06	0,9	
ЛПИ (мл/м²)	0,06	0,36	0,56	0,03	
СИ (л/мин/м²)	0,157	0,015	0,13	0,22	
МЖ грд.	-0,29	0,001	-0,76	0,001	

Таблица 6. Корреляция миокардиального индекса с некоторыми показателями внутрисердечной гемодинамики у больных дилатационной кардиомиопатией

Table 6. Correlation of myocardial index with the parameters of intracardiac hemodynamics in patients with dilated cardiomyopathy

Показатели	Корреляция			
	Rs	p		
кди	0,67	0,00001		
ФВ	-0,62	0,00006		
УИ	-0,01	1,1		
СИ	0,25	0,04		
дн	0,44	0,003		
лпи	0,58	0,00003		
e¹	-0,54	0,0001		
ИММлж	0,69	0,00001		
сдпж	0,40	0,01		
dpdt	0,11	0.06		

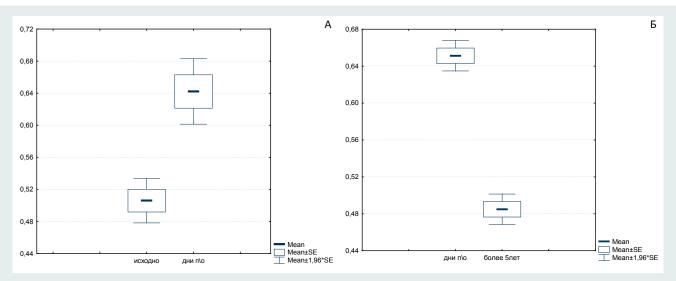


Рис. 2. Миокардиальный индекс у детей с ДМЖП. А — сравнение групп до и после операции; Б — сравнение групп после операции и не менее чем через 5 лет

Fig. 2. Myocardial index in children with ventricular septal defect. A — before and after surgery; B — after surgery and more than 5 years

лями сократимости, объемов ЛЖ и левого предсердия. У пациентов рестриктивной кардиомиопатией миокардиальный индекс был значимо выше, чем в контрольной группе (см. табл. 2), при этом корреляция между индексом Теі и давлением наполнения ЛЖ была слабо значимой и составила 0,22 (р=0,04), остальные показатели объемов камер, давления, контрактильности не имели статистически значимой связи с индексом миокардиального перфоменса. Как известно, авторы, предложившие индекс, характеризовали его как важный показатель у больных дилатационной кардиомиопатией [1]. В нашем исследовании миокардиальный индекс, полученный при использовании тканевой допплерографии, также показал свою высокую информативность именно у больных дилатационной кардиомиопатией. Максимальная корреляция показателя определялась с параметрами, характеризующими увеличенные объемы левых камер (КДИ, ЛПИ) (табл. 6).

Следует отметить, что сама по себе дилатация левых камер (без ДКМП) не сопровождалась увеличением индекса Теі. В специально выделенной подгруппе пациентов с ДМЖП, имеющих выраженную дилатацию ЛЖ (200% от должного или более 3Z, n=458), миокардиальный индекс не коррелировал с объемами левых камер. Миокардиальный индекс имел высоко значимую обратную корреляцию с ФВ, отсутствовала взаимосвязь со скоростью нарастания давления в систолу (dp/dtmax). Статистически значимая корреляция средней выраженности определялась с показателями, характеризующими давление: давлением в правом желудочке и давлением наполнения ЛЖ.

Литература

- Tei C., Ling L.H., Hodge D.O., Bailey K.R., Oh J.K., Rodeheffer R.J., et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function — a study in normals and dilated cardiomyopathy. J. Cardiol. 1995 Dec.;26(6):357–366.
- Ларина В.Н., Барт Б.Я., Дергунова Е.Н., Алехин М.Н. Прогностическое значение индекса производительности миокарда левого желудочка сердца у пожилых больных с хронической сердечной недостаточностью. Кардиология. 2013;53(11):37–44.
- Yüksel I.O., Arslan S., Cagirci G., Koklu E., Ureyen C.M., Bayar N., et al. Assessment of left ventricular function with tissue Doppler echocardiography and of B-type natriuretic peptide levels in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. Rev. Port. Cardiol. 2017 May;36(5):377–383. DOI: 10.1016/j.repc.2016.10.008. Epub 2017 May 9.
- Ozdemir K., Balci S., Duzenli M.A., Can I., Yazici M., Aygul N., et al. Effect
 of preload and heart rate on the doppler and tissue doppler-derived
 myocardial performance index. Clin. Cardiol. 2007 Jul.;30(7):342–348.
- Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., et al. 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. Echocardiogr. 2015;28:1–39.
- Dokainish H. Combining tissue Doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide in the evaluation of left ventricular filling pressures:

References

- Tei C., Ling L.H., Hodge D.O., Bailey K.R., Oh J.K., Rodeheffer R.J., et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function — a study in normals and dilated cardiomyopathy. J. Cardiol. 1995 Dec.;26(6):357–366.
- Larina V.N., Bart B.Ya., Dergunova E.N., Alekhin M.N. Prognostic Value of the Myocardial Performance (Tei) Index in Patients with Chronic Heart Failure. Kardiologiia = Cardiology. 2013;53(11):37–44 (In Russ.).
- Yüksel I.O., Arslan S., Cagirci G., Koklu E., Ureyen C.M., Bayar N., et al. Assessment of left ventricular function with tissue Doppler echocardiography and of B-type natriuretic peptide levels in patients undergo-

У послеоперационных больных (отдельная подгруппа из общей группы больных, различные сроки, различные операции, n=1000) только у 15% пациентов показатель был более 0,65, причем в ранние сроки после операции (5—15 дней).

Ограничения. Показатель не может быть использован при аритмиях.

Можно полагать, что индекс миокардиального перфоменса будет полезен для динамической интегральной оценки сердца у больных ишемической кардиопатией, прогрессирующей сердечной недостаточностью [10, 11].

Выводы

- 1. Миокардиальный индекс не отражает изменения показателей насосной функции ЛЖ, не имеет зависимости от контрактильности ЛЖ, но имеет статистически значимую прямую связь с давлением наполнения ЛЖ как в норме, так и при патологии.
- 2. У здоровых лиц индекс Tei не зависит от ЧСС и возраста у детей.
- 3. Нормальные значения индекса Теі менее 0,5 наблюдаются более чем у 95% практически здоровых лиц любого возраста.
- 4. Максимальная чувствительность и специфичность показателя Теі менее 0,5 наблюдалась у больных рестриктивной и дилатационной кардиопатиями и у пациентов, имеющих общее атриовентрикулярное соединение.
- 5. Показатель может быть использован для динамического контроля функции ЛЖ у больных после операций по поводу врожденных пороков сердца.
 - review of the literature and clinical recommendations. *Can. J. Cardiol.* 2007 Oct.;23(12):983–989.
- Liu D., Hu K., Herrmann S., Cikes M., Ertl G., Weidemann F., et al. Value of tissue Doppler-derived Tei index and two-dimensional speckle tracking imaging derived longitudinal strain on predicting outcome of patients with light-chain cardiac amyloidosis. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2017 Jun.;33(6):837–845. DOI: 10.1007/s10554-017-1075-5. Epub 2017 Mar. 6.
- Duzenli M.A., Azdemir K., Aygul N., Soylu A., Aygul M.U., Gök H. Comparison of myocardial performance index obtained either by conventional echocardiography or tissue Doppler echocardiography in healthy subjects and patients with heart failure. *Heart Vessels*. 2009 Jan.;24(1):8–15. DOI: 10.1007/s00380-008-1069-2. Epub 2009 Jan. 23.
- 9. Берестнева О.Г., Муратова Е.А., Уразаев А.М. Компьютерный анализ данных: учебное пособие. Томск: изд-во ТПУ; 2003:204.
- Uzunhasan I., Bader K., Okçun B., Hatemi A.C., Mutlu H. Correlation of the Tei Index With Left Ventricular Dilatation and Mortality in Patients With Acute Myocardial Infarction. *Int. Heart J.* 2006 May;47(3):331–342.
- 11. Ruisi M., Levine M., Finkielstein D. The Assessment and Potential Implications of the Myocardial Performance Index Post Exercise in an at Risk Population. *Cardiol. Res.* 2013 Dec.;4(6):173–177. DOI: 10.4021/cr296w. Epub 2014 Jan. 2.
 - ing transcatheter aortic valve implantation. *Rev. Port. Cardiol.* 2017 May;36(5):377–383. DOI: 10.1016/j.repc.2016.10.008. Epub 2017 May 9.
- Ozdemir K., Balci S., Duzenli M.A., Can I., Yazici M., Aygul N., et al. Effect
 of preload and heart rate on the doppler and tissue doppler-derived
 myocardial performance index. Clin. Cardiol. 2007 Jul.;30(7):342–348.
- Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., et al. 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. Echocardiogr. 2015;28:1–39.



- Dokainish H. Combining tissue Doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide in the evaluation of left ventricular filling pressures: review of the literature and clinical recommendations. *Can. J. Cardiol.* 2007 Oct.;23(12):983–989.
- Liu D., Hu K., Herrmann S., Cikes M., Ertl G., Weidemann F., et al. Value of tissue Doppler-derived Tei index and two-dimensional speckle tracking imaging derived longitudinal strain on predicting outcome of patients with light-chain cardiac amyloidosis. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2017 Jun.;33(6):837–845. DOI: 10.1007/s10554-017-1075-5. Epub 2017 Mar. 6.
- 8. Duzenli M.A., Azdemir K., Aygul N., Soylu A., Aygul M.U., Gök H. Comparison of myocardial performance index obtained either by conventional echocardiography or tissue Doppler echocardiography in

Сведения об авторах

Соколов Александр Анатольевич*, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением функциональной и лабораторной диагностики, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

E-mail: asa@cardio-tomsk.ru.

Марцинкевич Галина Ивановна, канд. мед. наук, заведующая отделением функциональной и лабораторной диагностики, врач ультразвуковой диагностики, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

Сморгон Андрей Владимирович, младший научный сотрудник отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

- healthy subjects and patients with heart failure. *Heart Vessels*. 2009 Jan.;24(1):8–15. DOI: 10.1007/s00380-008-1069-2. Epub 2009 Jan. 23.
- Berestneva O.G., Muratova E.A., Urazaev A.M. The Computer analysis of data: textbook. Tomsk: TPU; 2003:204 (In Russ.).
- Uzunhasan I., Bader K., Okçun B., Hatemi A.C., Mutlu H. Correlation of the Tei Index With Left Ventricular Dilatation and Mortality in Patients With Acute Myocardial Infarction. *Int. Heart J.* 2006 May;47(3):331–342.
- 11. Ruisi M., Levine M., Finkielstein D. The Assessment and Potential Implications of the Myocardial Performance Index Post Exercise in an at Risk Population. *Cardiol. Res.* 2013 Dec.;4(6):173–177. DOI: 10.4021/cr296w. Epub 2014 Jan. 2.

Information about the authors

Alexander A. Sokolov*, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head pf the Department of Functional and Laboratory Diagnostics, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center for Cardiology.

E-mail: asa@cardio-tomsk.ru.

Galina I. Martsinkevich, Cand. Sci. (Med.), Chief of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center for Cardiology.

Andrey V. Smorgon, Junior Research Fellow, Department of Ultrasound and Functional Diagnostics, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center for Cardiology.

Поступила 10.12.2018, принята к печати 06.03.2019 Received December 10, 2018, accepted for publication March 06, 2019