

Клиническая медицина

УДК 616.127-005.8:616.124

Суммарный индекс Tei обоих желудочков как маркер прогноза при остром инфаркте миокарда левого желудочка нижней локализации с элевацией сегмента ST**Г.Г. Айрапетян***Отделение неотложной кардиологии МЦ “Эребуни”
0087, Ереван, ул. Титовградян, 14*

Ключевые слова: инфаркт миокарда, левый желудочек, правый желудочек, индекс Tei, прогноз

Ремоделирование миокарда после острого инфаркта миокарда (ОИМ) левого желудочка (ЛЖ) – прогрессирующий процесс дилатации ЛЖ, который приводит к систолической и диастолической дисфункции ЛЖ и развитию сердечной недостаточности [23]. Общепринятые эхокардиографические (ЭхоКГ) показатели оценки функции миокарда имеют ряд ограничений. Фракция выброса, которая является рутинным достоверным показателем систолической функции, подвержена неточностям при превращении эллипсоидной сердечной камеры в сферу [11]. С другой стороны, трансмитральный кровоток, который считается самым популярным методом оценки диастолической функции, зависит от возраста, частоты сердечных сокращений и других параметров [3,4,9]. В последние годы ряд исследователей работали над разработкой новых ЭхоКГ методов и параметров оценки как систолической, так и диастолической функций миокарда. В 1995 году подобный показатель был предложен Chuwa Tei для оценки систолической и диастолической функций миокарда у больных дилатационной кардиомиопатией и амилоидозом сердца [32,34,35]. Индекс Tei (Tei index или myocardial performance index) – это ЭхоКГ-ческий параметр, который просчитывается как сумма времен изоволюметрического сокращения и изоволюметрического расслабления, деленная на время выброса желудочка. Он прост для определения и оценки, не зависит от артериального давления, частоты сердечных сокращений, геометрии желудочка, степени атриовентрикулярной регургитации, преднагрузки и постнагрузки [5,13-15,21,22,25,32-35]. В последние годы показано, что индекс Tei имеет прогностическое значение у больных дилатационной кардиомиопатией, амилоидозом сердца, легочной гипер-

тензией и перенесенным инфарктом миокарда [6,8,10,32,37]. Увеличение индекса Tei левого или правого желудочков (ПЖ) свидетельствует о дисфункции миокарда этого желудочка. При ОИМ ЛЖ достоверно повышается индекс Tei ЛЖ, что является предиктором [1, 16,26]. Однако при ОИМ ЛЖ, ввиду морфофункциональной связи между желудочками, так или иначе, страдает также функция ПЖ, что выражается повышением индекса Tei ПЖ[19]. Это особенно выражено при сопутствующем ОИМ ПЖ (10-50% случаев ОИМ ЛЖ нижней локализации) [29].

Цель настоящего исследования – изучить предиктивную значимость индексов Tei ЛЖ и ПЖ, а также суммарного индекса Tei обоих желудочков при ОИМ ЛЖ нижней локализации с элевацией сегмента ST и их влияние на смертность и повторную госпитализацию, разработать критерии определения группы больных высокого риска.

Материал и методы

Обследовано 102 больных (94 мужчин) с первичным ОИМ ЛЖ нижней локализации с элевацией сегмента ST, поступивших в отделение неотложной кардиологии МЦ “Эребуни” в течение 12 часов от начала клинических проявлений ОИМ. Диагноз ОИМ был поставлен на основании данных клиники, ЭКГ изменений и повышения тропонина Т в плазме. Из исследования исключены больные с постоянной или персистирующей мерцательной аритмией, постоянным электрокардиостимулятором, врожденными пороками сердца, аортальным и митральным стенозами, обструктивными заболеваниями легких и легочной гипертензией, хронической почечной недостаточностью, печеночной недостаточностью, а также пациенты с плохим “эхо-окном”. Возраст больных колебался в пределах от 38 до 72 лет. По тем или иным причинам ни одному больному не произведена ургентная реваскуляризация коронарных артерий. В течение 24 часов от начала клинических проявлений ОИМ всем больным произведена ЭхоКГ аппаратом G65 фирмы “Siemens” (Германия). Митральный кровоток регистрировался с апикальной четырехкамерной позиции: курсор импульсно-волновой доплер-эхокардиографии направлялся перпендикулярно митральному кольцу, контрольный объем был установлен между кончиками митральных створок во время диастолы. Диаграмма кровотока в выносящем тракте ЛЖ была записана с апикальной позиции по длинной оси, устанавливая контрольный объем непосредственно под аортальным клапаном. Вычислялись время изоволюметрического сокращения, время изоволюметрического расслабления, время выброса ЛЖ и по известной формуле – индекс Tei ЛЖ [34,35]. Трикуспидальный кровоток и кровотоки в выносящем тракте ПЖ регистрировались из парастернальной позиции по короткой оси на уровне створок аортального, трехстворчатого клапанов, а также клапана легочной артерии, устанавливая контрольный

объем между кончиками створок трикуспидального клапана и непосредственно под клапаном легочной артерии. Вычислялись время изоволюметрического сокращения, время изоволюметрического расслабления, время выброса ПЖ и, соответственно, индекс Tei для ПЖ. Суммарный индекс Tei получали как сумму индексов Tei ЛЖ и ПЖ.

В зависимости от того или иного индекса Tei больные были распределены на две группы: ЛЖ $<$ или $\geq 0,55$, ПЖ $<$ или $\geq 0,45$, суммарного – $<$ или ≥ 1 .

Достоверной разницы в клинической характеристике больных между параллельными сравниваемыми группами не выявлено.

Все больные наблюдались нами в течение 1 года. Зарегистрировались смертные случаи, повторные госпитализации.

Результаты и обсуждение

Как видно из табл.1, госпитальная смертность в группе больных с индексом Tei ЛЖ $\geq 0,55$ была 10,7%, а в группе больных с индексом Tei ЛЖ $< 0,55$ – 8,7%, однако разница недостоверна. Смертность и частота повторных госпитализаций в течение года были достоверно выше в группе больных с индексом $Tei \geq 0,55$.

Таблица 1
Смертные случаи и госпитализации в зависимости от индекса Tei ЛЖ

Показатель	Индекс Tei ЛЖ $\geq 0,55$ (n=56)	Индекс Tei ЛЖ $< 0,55$ (n=46)	P
Госпитальная смертность (%)	10,7	8,7	$> 0,05$
Годовая смертность (%)	26,8	10,9	$< 0,05$
Повторная госпитализация (%)	35,7	17,4	$< 0,05$

В отличие от индекса Tei ЛЖ, высокое значение индекса ПЖ ассоциировалось с достоверным увеличением смертности в госпитальном периоде – 18,8% против 1,9%, $P < 0,01$ (табл. 2). Годовая смертность, напротив, не зависела от значения индекса Tei ПЖ, хотя повторная госпитализация чаще зарегистрирована в группе больных с индексом Tei ПЖ $\geq 0,45$.

Таблица 2
Смертные случаи и госпитализации в зависимости от индекса Tei ПЖ

Показатель	Индекс Tei ПЖ $\geq 0,45$ (n=48)	Индекс Tei ПЖ $< 0,45$ (n=54)	P
Госпитальная смертность (%)	18,8	1,9	$< 0,01$
Годовая смертность (%)	20,8	18,5	$> 0,05$
Повторная госпитализация (%)	37,5	18,5	$< 0,05$

В табл. 3 представлены показатели прогноза в зависимости от значения суммарного индекса Tei . Оказалось, что у всех 9 больных с суммарным индексом $Tei \geq 1$, умерших в госпитальном периоде, индекс Tei ЛЖ также был высоким ($\geq 0,45$). Госпитальная смертность в группе больных с суммарным индексом $Tei < 1$ была значительно ниже (1 больной, $P < 0,01$). Годовая смертность и частота повторных госпитализаций у больных с суммарным индексом $Tei \geq 1$ также были достоверно выше, чем при его значении < 1 . Следовательно, высокое значение суммарного индекса Tei ассоциировалось с достоверно большей госпитальной и годовой смертностью и повторной госпитализацией, тогда как при индексе Tei ЛЖ подобная корреляция выявлена только с годовой смертностью и повторной госпитализацией, а при индексе Tei ПЖ – только с госпитальной смертностью и повторной госпитализацией. Таким образом, суммарный индекс Tei оказался более достоверным предиктором, чем отдельно взятые индексы Tei ПЖ и ЛЖ.

Таблица 3

Смертные случаи и госпитализации в зависимости от суммарного индекса Tei

Показатель	Суммарный индекс $Tei \geq 1$ (n=48)	Суммарный индекс $Tei < 1$ (n=54)	P
Госпитальная смертность (%)	18,8	1,9	$< 0,01$
Годовая смертность (%)	33,3	7,4	$< 0,001$
Повторная госпитализация (%)	41,7	14,8	$< 0,01$

В предыдущих работах показано, что индекс Tei коррелирует негативно с фракцией выброса и положительно – с прогнозом [1,7,12]. Доказано, что в острой стадии инфаркта миокарда индекс Tei ЛЖ имеет прогностическое значение в отношении смертности, развития сердечной недостаточности и новых сердечных инцидентов [15,24,28,36]. Также показано, что у больных с ОИМ ЛЖ передней локализации индекс Tei ЛЖ достоверно выше, чем у пациентов с ОИМ нижней локализации [20,24,39]. С другой стороны, индекс Tei ПЖ имеет самостоятельное, независимое от симптомов ОИМ, прогностическое значение для смертности и повторных госпитализаций по поводу развития сердечной недостаточности и бывает достоверно выше при ОИМ нижней стенки по сравнению с ОИМ передней локализации, тем более, когда присутствуют ЭхоКГ признаки ОИМ ПЖ [15]. Очевидно, что при поражении ЛЖ так или иначе страдает также функция ПЖ и, тем самым, повышается индекс ПЖ. Следовательно, предиктивное значение имеют индексы обоих желудочков.

В абсолютном большинстве предыдущих работ оценивается индекс Tei одного желудочка, в основном – левого. Нами была поставлена цель

изучить предиктивную значимость индексов Tei отдельно взятых желудочков, а также суммарный индекс обоих желудочков при ОИМ ЛЖ нижней локализации, когда больше вероятность морфофункционального поражения ПЖ. Оказалось, что индекс Tei ЛЖ достоверно коррелирует с годовой, а индекс ПЖ – с госпитальной смертностью, и оба – с повторной госпитализацией в течение первого года инфаркта миокарда. Надо отметить, что в большинстве работ критерием высокого индекса Tei ЛЖ предложено значение $\geq 0,6$, которое, по данным авторов, имеет высокую специфичность и чувствительность для определения группы высокого риска [2,17,18,24]. Хотя по данным Ascione L. et al. индекс Tei ЛЖ $\geq 0,47$ с 90% чувствительностью и 68% специфичностью определяет больных с осложненным течением ОИМ ЛЖ [1], согласно Szymanski P. et al. таким критерием может служить показатель индекса ЛЖ $> 0,55$ [30], а по данным Yuasa T. et al. – $\geq 0,59$ [39]. В нашей работе мы использовали значение $\geq 0,55$, учитывая, что популяцию больных составляли только пациенты с ОИМ ЛЖ нижней локализации. Возможно, из-за более мягкого порогового значения и того, что при нижнем ОИМ ЛЖ прогноз зависит также от степени дисфункции ПЖ, госпитальная смертность не зависела от индекса ЛЖ. Уместно отметить, что по данным Takasaki K. et al. индекс Tei ЛЖ имеет ограниченное значение для оценки гемодинамики у больных с ОИМ нижне-задней локализации, тогда как при передне-перегородочной локализации он позволяет достоверно и быстро выявить больных с нарушенной гемодинамикой [31]. Показано, что при наличии ЭхоКГ признаков ОИМ ПЖ достоверно повышается индекс Tei ПЖ, тогда как индекс ЛЖ достоверно не меняется [15]. Констатируя, что при ОИМ ПЖ повышается индекс ПЖ, мы, однако, не нашли предложенных критериев этого индекса для определения больных с осложненным течением. Для взрослых значение индекса Tei ПЖ $< 0,3$ считается нормой [33]. По данным разных авторов, при ОИМ ПЖ индекс ПЖ повышается до 0,44-0,59 [19,27,38]. При этом, при выраженном поражении миокарда ПЖ индекс может повышаться незначительно или оставаться нормальным (псевдонормализация) [38]. Учитывая вышеизложенное, а также то, что у части обследованных больных не было ЭхоКГ-ческих, клинико-гемодинамических признаков ОИМ ПЖ, критерием распределения больных по группам нами было выбрано значение индекса Tei ПЖ $\geq 0,45$. Результаты показали, что при нижнем ОИМ ЛЖ, независимо от наличия ЭхоКГ-ческих и клинико-гемодинамических признаков вовлечения ПЖ, индекс Tei ПЖ $\geq 0,45$ ассоциируется с достоверно большей госпитальной смертностью. Годовой прогноз у больных с высоким и низким индексами ПЖ не различался. По нашим данным, можно утверждать, что индекс ПЖ является предиктором госпитальной, а индекс ЛЖ – годовой смертности. Высокие значения обоих индексов ассоциируются с большей частотой повторных госпитализаций.

Так как при ОИМ ЛЖ нижней локализации в части случаев поражается также миокард ПЖ, что может повлиять на прогноз, мы предположили, что сумма индексов Tei левого и правого желудочков может более точно оценивать состояние пациента и прогнозировать течение болезни при нижнем ОИМ. В зависимости от объема поражения и дисфункции того или иного желудочка его индекс может повышаться в той или иной степени или оставаться нормальным, а суммарный индекс выражает функциональное состояние обоих желудочков. В литературе мы не нашли работ, где бы исследовалась сумма индексов обоих желудочков в качестве предиктора ОИМ. По результатам нашего исследования, суммарный индекс Tei обоих желудочков достоверно прогнозирует как госпитальную, так и годовую смертность, а также повторную госпитализацию в течение первого года после ОИМ. Суммарный индекс $Tei \geq 1$ предлагается нами как критерий определения больных с высоким риском смертности и повторной госпитализации при ОИМ ЛЖ нижней локализации.

Поступила .13.05.11

Երկու փորոքների գումարային Tei ինդեքսը որպես պրոգնոզի մարկեր ձախ փորոքի սրտամկանի ST սեգմենտի էկսցիայով ստորին տեղակայման սուր ինֆարկտի ժամանակ

Հ.Գ. Հայրապետյան

Հետազոտության նպատակն էր ուսումնասիրել ձախ փորոքի (ՁՓ) և աջ փորոքի (ԱՓ) Tei ինդեքսների, ինչպես նաև երկու փորոքների գումարային Tei ինդեքսի պրեդիկտիվ նշանակությունը և ազդեցությունը մահացության և կրկնակի հոսպիտալացման վրա ՁՓ սրտամկանի ST սեգմենտի էկսցիայով ստորին տեղակայման սուր ինֆարկտի (STEMI) ժամանակ, մշակել բարձր ռիսկի հիվանդների որոշման չափանիշներ:

Հետազոտվել են 38-72 տարեկան 102 (94 տղամարդ) առաջնային ստորին տեղակայման STEMI հիվանդներ: STEMI ախտորոշումը դրվել է կլինիկական նշանների, ԷՍԳ փոփոխությունների, և պլազմայում տրոպոնին T աճի հիման վրա: Բոլոր հիվանդներին կատարվել է ԷխոՍԳ STEMI առաջին 24 ժամերի ընթացքում: Հաշվարկվել են իզոլյուսմենտրիկ կծկման, իզոլյուսմենտրիկ թուլացման ժամանակները, ՁՓ և ԱՓ արտամկանի ժամանակները և դրանց հիման վրա՝ ՁՓ և ԱՓ Tei ինդեքսները, ինչպես նաև նրանց գումարային մեծությունը: Այս կամ այն Tei ինդեքսի մեծությունից կախված՝ հիվանդները բաժանվե-

ցին 2 խմբերի. ՉՓ՝ < կամ ≥ 0.55 , ԱՓ՝ < կամ ≥ 0.45 , գումարային՝ < կամ ≥ 1 : Համեմատվող խմբերի միջև հիվանդների կլինիկական բնութագրերի տարբերություն չի հայտնաբերվել: Բոլոր հիվանդները դիտարկվել են մեր կողմից 1 տարի, արձանագրվել են մահվան և կրկնակի հոսպիտալացման դեպքերը:

Հետազոտության արդյունքները ցույց տվեցին, որ ՉՓ ստորին տեղակայման STEMI ժամանակ ՉՓ Tei ինդեքսը հավաստի կոռելացվում է տարեկան մահացության, ԱՓ ինդեքսը՝ հիվանդանոցային մահացության, երկուսը միասին՝ 1 տարվա ընթացքում կրկնակի հոսպիտալացման հետ, իսկ գումարային Tei ինդեքսը՝ բոլոր նշված ցուցանիշների հետ: Գումարային Tei ինդեքսը ≥ 1 մեր կողմից առաջարկվում է որպես ՉՓ ստորին տեղակայման STEMI մահացության և կրկնակի հոսպիտալացման պրեդիկտոր:

Aggregated Tei index of both ventricles as a prognostic marker in left inferior acute myocardial infarction with ST segment elevation

H.G. Hayrapetyan

The study aims were to evaluate predictive significance of Tei indices of left ventricle (LV), right ventricle (RV) as well as aggregated Tei index of both ventricles in LV inferior ST elevation myocardial infarction (STEMI) in terms of their influence on mortality re-hospitalization rates and to work out a set of criteria for identification of high risk groups.

We studied 102 patients (94 males) aged 38 -72 years with primary left inferior STEMI diagnosed according to clinical signs, ECG changes and plasmic troponin T elevation. Echocardiography was applied to all subjects within the first 24 hours of STEMI onset. Parameters assessed were: isovolumetric contraction time, isovolumetric relaxation time, LV and RV ejection times. We obtained Tei index for LV, RV as well as aggregated Tei index for both ventricles according to the well-known formula.

All patients were divided into 2 groups depending on their Tei index values: (a) those with LV Tei index - < or ≥ 0.55 ; (b) RV Tei index < or ≥ 0.45 ; and (c) LV and RV aggregated Tei index < or ≥ 1 . There were no significant intergroup differences in clinical patterns. All subjects were taken into 1 year follow up. All cases of death and re-hospitalization were carefully recorded.

The results of the study demonstrated that in patients with left inferior STEMI, LV Tei index correlates with 1-year mortality rate, while RV Tei index – with hospital mortality rate. Both indices correlate with 1-year re-hospitalization rate. The aggregated Tei index is associated with all 3 above

rates. Thus, we suggest to use aggregated Tei index ≥ 1 as a good predictor of mortality and re-hospitalization rates in left inferior STEMI.

Литература

1. *Ascione L., De Michele M., Accadia M., Rumolo S. et al.* Myocardial global performance index as a predictor of in-hospital cardiac events in patients with first myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2003 Oct;16(10):1019-23.
2. *Ascione L., De Michele M., Accadia M. et al.* Myocardial global performance index as a predictor of in-hospital cardiac events in patients with first myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2003; 16: 1019-1023.
3. *Bryg R., Williams G., Labovitz A.* Effect of aging on left ventricular diastolic filling in normal subjects. *Am. J. Cardiol.*, 1987; 59: 971-974.
4. *Berk M., Xie G., Kwan O. et al.* Reduction of left ventricular preload by lower body negative pressures alters Doppler transmitral filling patterns. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1990; 16:1387-1392.
5. *Bruch C., Schmermund A., Marin D. et al.* Tei index in patients with mild to moderate congestive heart failure. *Eur. Heart J.* 2000; 21: 1888-1895. Tei Index and Myocardial Infarction (Hellenic Journal of Cardiology) HJC c 6315. Poulsen S., Nielsen J., Andersen H. The influence of heart rate on the Doppler derived myocardial performance index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2000; 13: 379-384.
6. *Dujardin K., Tei C., Yeo T., Hode D., Rossi A., Seward J.* Prognostic value of a Doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.*, 1998; 82: 1071-1076.
7. *Dujardin K., Tei C., Yeo T., Hodge D., Rossi A., Seward J.* Prognostic value of a Doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic-dilated cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.*, 1998; 82: 1071-6
8. *Grapsa I., Pavlopoulos H., Dawson D., Gibbs J.S., Nihoyannopoulos P.* Retrospective study of pulmonary hypertensive patients: is right ventricular myocardial performance index a vital prognostic factor? *Hellenic J. Cardiol.*, 2007; 48: 152-160.
9. *Harrison M., Clifton G., Pennell A., Demaria A.* Effect of heart rate on left ventricular diastolic transmitral flow velocity patterns assessed by Doppler echocardiography in normal subjects. *Am. J. Cardiol.*, 1991; 167: 622-627.
10. *Ikeda R., Yuda S., Kobayashi N. et al.* Usefulness of right ventricular Doppler index for predicting outcome in patients with dilated cardiomyopathy. *J. Cardiol.*, 2001; 37: 157-164.
11. *Kuroda T., Seward J., Rumberger J., Yanagi H., Tajik A.* LV volume and mass: comparative study of two-dimensional echocardiography and ultrafast computed tomography. *Echocardiography*, 1994; 11: 1-9.
12. *Lacorte J., Cabreriza S., Rabkin D. et al.* Correlation of the Tei index with invasive measurements of ventricular function in a porcine model. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2003; 16: 442-447.
13. *Lengyel M.* Effect of chronic amiodarone therapy on left ventricular function in dilated cardiomyopathy studied by the new Doppler-index. *Orv. Hetil.*, 1998; 139: 1147-1151.
14. *Moller J., Poulsen S., Egstrup K.* Effect of preload alterations on a new Doppler echocardiographic index of combined systolic and diastolic performance. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 1999; 12: 1065-1072.
15. *Moller J., Sondergaard E., Poulsen S., Appleton C., Egstrup K.* Serial Doppler echocardiographic assessment of left and right ventricular performance after a first myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2001; 14: 249-255.
16. *Muller E., Söndergaard E., Poulsen H., Egstrup K.* The Doppler echocardiographic myocardial performance index predicts left-ventricular dilation and cardiac death after myocardial infarction. *Cardiology*, 2001;95(2):105-11.
17. *Moller J., Egstrup K., Kober L., Poulsen S., Nyvad O., Pedersen C.* Prognostic importance of systolic and diastolic function after acute myocardial infarction. *Am. Heart. J.*, 2003; 145: 147-153.

18. *Moller J., Sondergaard E., Poulsen S., Egstrup K.* The Doppler echocardiographic myocardial performance index predicts left ventricular dilation and cardiac death after myocardial infarction. *Cardiology*, 2001; 95: 105-111.
19. *Muller J., S ndergaard E., Poulsen S.H., Appleton C.P., Egstrup K.* Serial Doppler echocardiographic assessment of left and right ventricular performance after a first myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2001 Apr;14(4):249-55.
20. *Nearchou N., Tsakiris A., Lolaka M. et al.* Influence of angiotensin II receptors blocking on overall left ventricle's performance of patients with acute myocardial infarction of limited extent. Echocardiographic assessment. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*, 2006; 22: 191-198.
21. *Nearchou N., Tsakiris A., Stathakopoulos D., Loutsidis K., Skoufas P.* A new Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance. Behavior and significance during hospitalization of patients with acute myocardial infarction. *Hellenic J. Cardiol.*, 1999; 40: 486-496.
22. *Nishimura E., Ikeda S., Naito T. et al.* Evaluation of right-ventricular function by Doppler echocardiography in patients with chronic respiratory failure. *J. Int. Med. Res.*, 1999; 27: 65-73.
23. *Pizzuto F., Voci P., Romeo F.* Value of echocardiography in predicting future cardiac events after acute myocardial infarction. *Curr. Opin. Cardiol.*, 2003; 18: 378-84. (Review)
24. *Poulsen S., Jensen S., Nielsen J., Moller J., Egstrup K.* Serial changes and prognostic implications of a Doppler derived index of combined left ventricular systolic and diastolic myocardial performance in acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, 2000; 85: 19-25.
25. *Poulsen S., Nielsen J., Andersen H.* The influence of heart rate on the Doppler derived myocardial performance index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2000; 13: 379-384.
26. *Poulsen H., Jensen E., Nielsen C., Muller E., Egstrup K.* Serial changes and prognostic implications of a Doppler-derived index of combined left ventricular systolic and diastolic myocardial performance in acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, 2000 Jan 1;85(1):19-25.
27. *Ramzy I., O'Sullivan C., Lam Y., Dancy M., Tei C., Henein M.* Right ventricular stunning in inferior myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.*, 2009 Aug 21;136(3):294-9. Epub 2008 Aug 8.
28. *Sasao H., Noda R., Hasegawa T., Endo A., Oimatsu H., Takada T.* Prognostic value of the Tei index combining systolic and diastolic myocardial performance in patients with acute myocardial infarction treated by successful primary angioplasty. *Heart Vessels*, 2004; 19: 68-74.
29. *Showkat A., Assad Movaned.* Right Ventricular Infarction-Diagnosis and Treatment. *Clin. Cardiol.*, 2000. 23, p. 473-482.
30. *Szymański P., Rezler J., Stec S., Budaj A.* Long-term prognostic value of an index of myocardial performance in patients with myocardial infarction. *Clin. Cardiol.*, 2002 Aug;25(8):378-83.
31. *Takasaki K., Otsuji Y., Yoshifuku S., Kuwahara E. et al.* Noninvasive estimation of impaired hemodynamics for patients with acute myocardial infarction by Tei index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2004 Jun;17(6):615-21.
32. *Tei C., Dujardin K., Hodge D., Kyle R. et al.* Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1996; 28: 658-664.
33. *Tei C., Dujardin K., Hodge D., et al.* Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 1996; 9: 838-847.
34. *Tei C.* New non-invasive index of combined systolic and diastolic ventricular function. *J. Cardiol.*, 1995; 26: 135-136.
35. *Tei C., Ling L., Hodge D., 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; 26: 357-366.
36. *Uzunhasan I., Bader K., Okcun 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; 47: 331-342.

37. Yeo T., Dujardin K., Tei C., Mahoney D. et al. Value of a Doppler-derived index combining systolic and diastolic time intervals in predicting outcome in primary pulmonary hypertension. *Am. J. Cardiol.*, 1998; 81: 1157-1161.
38. Yoshifuk S., Otsuji Y., Takasaki K., Yuge K., Kisanuki A., Toyonaga K., Lee S., Murayama T., Nakashima H., Kumanohoso T., Minagoe S., Tei C. Pseudonormalized Doppler total ejection isovolume (Tei) index in patients with right ventricular acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, 2003 Mar 1;91(5):527-31.
39. Yuasa T., Otsuji Y., Kuwahara E., Takasaki K., Yoshifuku S., Yuge K., Kisanuki A., Toyonaga K., Lee S., Toda H., Kumanohoso T., Hamasaki S., Matsuoka T., Biro S., Minagoe S., Tei C. Noninvasive prediction of complications with anteroseptal acute myocardial infarction by left ventricular Tei index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2005 Jan;18(1):20-5.