

doi: 10.3897/bgcardio.26.e53735

ПАТОЛОГИЧЕН ИНДЕКС НА МИОКАРДНА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ ПРИ ЕДНОРАЗМЕРНА ЦВЕТНА ТЪКАННА DOPPLER-ЕХОКАРДИОГРАФИЯ

А. Иванов¹, Н. Рунев¹, Е. Манов¹, Е. Левунлиева²

¹Катедра по пропедевтика на вътрешните болести „Проф. Ст. Киркович“,
Медицински университет – София

²Клиника по детска кардиология, Национална кардиологична болница – София

ABNORMAL MYOCARDIAL PERFORMANCE INDEX IN M-MODE COLOR TISSUE DOPPLER-ECHOCARDIOGRAPHY

A. Ivanov¹, N. Runev¹, E. Manov¹, E. Levunlieva²

¹Department of Internal Diseases “Prof. St. Kirkovich”, Medical University – Sofia

²Clinic of Pediatric Cardiology, National Heart Hospital – Sofia

Резюме.

Индексът на миокардна производителност (myocardial performance index, MPI) е показател, използван за оценка на глобалната систолно-диастолна левокамерна функция и прогнозата при пациентите със сърдечни заболявания, даващ възможност за преценка на моментното състояние на пациента и проследяване на развитието на заболяването. Класическият метод за изчисляването му е пулсовата Doppler-ехокардиография (ЕхоКГ). Целта на проучването е да се оцени корелацията на индекса на миокардна производителност с класическите показатели на систолната и диастолната функция на лявата камера и да се направи преценка на граничните стойности на индекса на миокардна производителност при 1P цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната и митралната клапа, предсказващи патологичен MPI от пулсова Doppler-ЕхоКГ. Изследвани са 105 лица (30 здрави контроли, 45 човека с артериална хипертония и 30 – с ИБС). При изследваните пациенти е изчислен MPI с помощта на пулсова Doppler-ЕхоКГ (MPI_{PW}) и едноразмерна цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната (MPI_{AO1} и MPI_{AO2}) и митралната (MPI_{MV}) клапа. Индексът на миокардна производителност за всички изследвани лица показва ниска до умерена негативна корелация с левокамерната фракция на изтласкване, а установената корелация с изследваните показатели на диастолната функция е умерена до висока. При здравите лица установените корелации при почти всички сравнения не са значими. Получените стойности на MPI_{AO1} , MPI_{AO2} и MPI_{MV} предсказващи патологичен MPI от пулсов Doppler ($MPI_{PW} \geq 0,50$), са $MPI_{AO1} \geq 0,578$, $MPI_{AO2} \geq 0,446$ и $MPI_{MV} \geq 0,552$. Получените гранични стойности за MPI при едноразмерна цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната и митралната клапа могат да се използват при оценката на глобалната левокамерна функция на пациентите със сърдечни заболявания. Необходими са по-нататъшни проучвания върху по-голям брой пациенти за преценка на прогностичната стойност на установените параметри.

Ключови думи:

индекс на миокардна производителност, пулсов Doppler, M-mode, цветен тъканен Doppler

Адрес

Д-р А. Иванов, Катедра по пропедевтика на вътрешните болести „Проф. Ст. Киркович“, Медицински университет,

за кореспонденция:

ул. „Св. Г. Софийски“ № 1, 1431 София

Abstract.

The myocardial performance index (MPI) is used for global systolic-diastolic left ventricular function and prognosis assessment in patients with heart disease, allowing assessment of the patient's current condition and disease development follow-up. The classic method of calculation is pulsed Doppler echocardiography. The aim of the study was to evaluate the correlation of myocardial performance index with established left ventricular systolic and diastolic function indices and to determine cut-off values of the myocardial performance index in M-mode color tissue Doppler echocardiography through the aortic and mitral valves predicting abnormal myocardial performance index by pulsed Doppler echocardiography. One hundred and five subjects were studied, including 30 healthy controls, 45 hypertensive patients, and 30 patients with CHD. MPI was calculated using pulsed Doppler (MPI_{PW}) and M-mode color tissue Doppler echocardiography through the aortic (MPI_{AO1} and MPI_{AO2}) and mitral (MPI_{MV}) valves. In all patients, the myocardial performance index showed a low to moderate

negative correlation with the left ventricular ejection fraction, and the correlation with the diastolic function indices was moderate to high. In healthy persons, the correlations were not significant in almost all comparisons. The MPI_{AO1} , MPI_{AO2} , and MPI_{MV} values predicting abnormal MPI by pulsed Doppler ($MPI_{PW} \geq 0.50$) are $MPI_{AO1} \geq 0.578$, $MPI_{AO2} \geq 0.446$, and $MPI_{MV} \geq 0.552$. The cut-off values of MPI by M-mode color tissue Doppler echocardiography through the aortic and mitral valve obtained can be used for global left ventricular function assessment in patients with heart disease. Further studies, on a larger number of patients, are necessary to estimate the predictive value of the parameters established.

Key words: myocardial performance index, pulsed Doppler, M-mode, color tissue Doppler

Address for correspondence: A. Ivanov, MD, Department of Internal Diseases "Prof. St. Kirkovich", Medical University, 1, Sv. G. Sofiiski, Str, Bg – 1431 Sofia

През 1995 г. Теi и сътр. предлагат индекс за оценка на глобалната сърдечна функция, базиран на доплеровото регистриране на скоростта на систолния аортен и диастолния митрален кръвоток [1-4]. Този показател е известен като Теi-индекс (myocardial performance index, MPI) и е сходен с предложението по-рано от Manchinì и сътр. [5] изоволуметричен индекс.

По предложения от Теi метод за изчисляване на индекса на миокардна производителност $MPI = (a - b)/b$, където „a“ е интервалът от края на диастолния митрален кръвоток до началото на митралния кръвоток при следващия сърдечен цикъл, а „b“ е продължителността на систолния аортен кръвоток, т.е. времето на изтласкване (ЕТ) [6], т.е. $MPI = (IVCT + IVRT)/ET$. MPI отразява глобалната систолно-диастолна камерна функция. Нормалният MPI при здрави възрастни е $0,39 \pm 0,05$. По Теi и сътр. [1] $MPI \geq 0,50$ сочи наличие на глобална левокамерна дисфункция.

Целта на проучването е да се направят оценка на корелацията на индекса на миокардна производителност с класическите показатели на систолната и диастолната функция на лявата камера и преценка на граничните стойности на индекса на миокардна производителност при 1P цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната и митралната клапа, предсказващи патологичен MPI от пулсова Doppler-ЕхоКГ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено върху пациенти с артериална хипертония, такива с ИБС, както и при група здрави контроли. Изключващите критерии за проучването са: наличие на вътрекамерен блок, AV блок, предсърдно мъждене, по-голяма от ниско-степенна клапна регургитация, клапна стеноза, субоптимален ЕхоКГ образ. Всички пациенти бяха предварително информирани и беше взето тяхното информирано съгласие преди включването им в проучването.

Изследвани болни

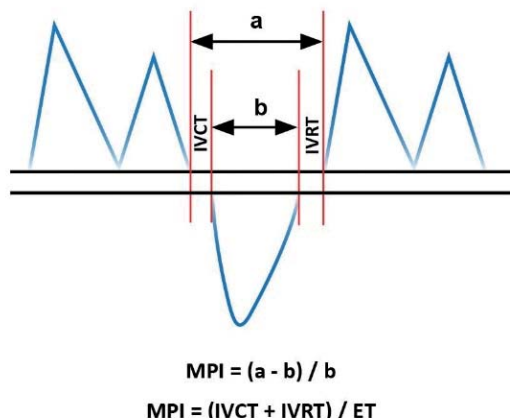
Изследвани са общо 105 лица, от тях – 30 здрави контроли [16 жени (53,3%) и 14 мъже (46,7%), на средна възраст – $50,32 \pm 12,58$ години], 45 пациенти с артериална хипертония (23 жени и 22 мъже, съответно 51,1% и 48,9%, на средна възраст $59,89 \pm 13,78$ години) и 30 пациенти с ИБС (данни от СКАГ/преживян миокарден инфаркт) (15 жени и 15 мъже, по 50% от пациентите с ИБС, средна възраст – $63,97 \pm 9,40$ години).

Ехокардиографско изследване

Ехокардиографското изследване включваше: 1) 1P ЕхоКГ и 2P ЕхоКГ, 2) пулсов и непрекъснат Doppler на кръвотока, 3) цветна Doppler-ЕхоКГ на кръвотока, 4) едноразмерна (1P, M-mode) цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през митралната клапа, 5) 1P цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната клапа и 6) пулсова тъканна Doppler-ЕхоКГ. За изследването беше използван на ехокардиограф Philips iE33. При всички пациенти беше извършена ЕхоКГ оценка за наличие на клапна болест с оглед изключване на неподходящите за проучването болни.

Пулсова Doppler-ЕхоКГ

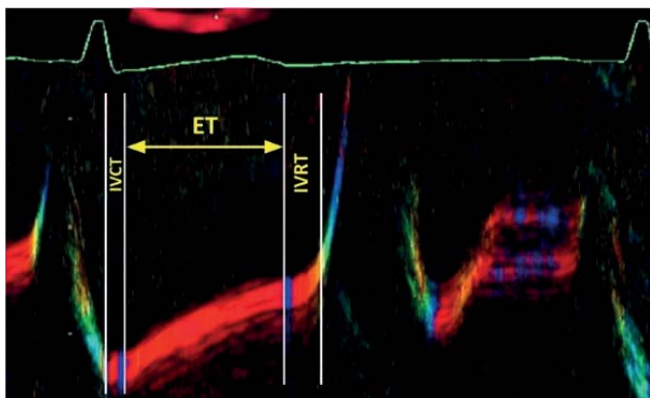
Изследването с пулсов Doppler беше извършвано по метода с отделно регистриране на митралния и аортния кръвоток, като в апикална равнина пробният обем на пулсовия Doppler беше позициониран на нивото на върховете на митралната клапа и след това беше изместван в левокамерния изходен тракт, непосредствено под аортната клапа [7, 8]. Всички измервания бяха извършвани при 3-5 сърдечни цикъла, при задържане на дишането във фаза на издишване. Начинът на изчисляване на индекса на миокардна производителност при този метод (MPI_{PW}) е представен на фиг. 1.



Фиг. 1. Изчисляване на индекса на миокардна производителност при пулсова Doppler-EchoКГ

Едномерна цветна тъканна Doppler-EchoКГ през митралната клапа (M-mode сTDI_{MV})

Изследването с цветна тъканна Doppler-EchoКГ през митралната клапа беше извършвано в апикална равнина на четири кухни по метода, използван от Biering-Sorensen и сътр. [9, 10]. Точките за отчитане на левокамерните интервали бяха определяни по следния начин: 1) затваряне на митралната клапа (MVC) – промяна на цвета от син/туркоазен към червен; 2) отваряне на аортната клапа (AVO) – промяна на цвета от син към червен; 3) затваряне на аортната клапа (AVC) – промяна на цвета от червен към син; 4) отваряне на митралната клапа (MVO) – промяна на цвета от червено-оранжев към жълт [10, 11]. Въз основа на тези точки бяха отчитани времето на изоволуметрично съкращение (IVCT_{MV}), времето на изтласкване (ET_{MV}) и времето на изоволуметрична релаксация (IVRT_{MV}) (фиг. 2). MPI при този метод беше изчисляван по дадената по-горе формула: $MPI_{MV} = (IVCT_{MV} + IVRT_{MV}) / ET_{MV}$.



Фиг. 2. Време на изоволуметрично съкращение (IVCT_{MV}), време на изтласкване (ET_{MV}) и време на изоволуметрична релаксация (IVRT_{MV}) при 1P цветна Doppler-EchoКГ през митралната клапа

Едномерна цветна тъканна Doppler-EchoКГ през аортната клапа (M-mode сTDI_{AO})

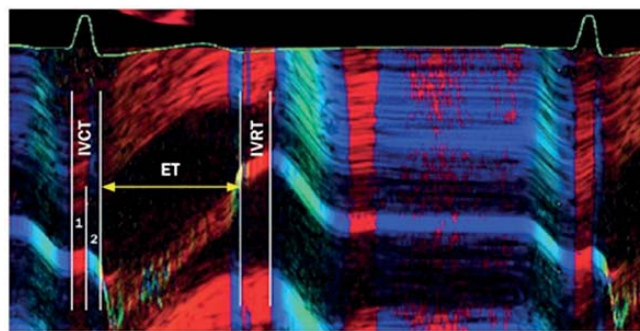
Левокамерните интервали бяха измервани и индексът на миокардна производителност беше изчисляван по предложения по-рано начин [12].

IVCT_{AO} – от промяната на цвета на ивицата на диастолния ход на аортните платна от синьо към червено в крайната фаза на диастолата до началото на движението на отваряне на аортната клапа, визуализиращо се обичайно с малка жълта ивица (фиг. 3). По време на изоволуметричното съкращение се регистрира бифазно движение на аортните платна (фиг. 3). През първата фаза изместването е по посока на трансдюсера, като ивицата на хода на платната е кодирана в червено (положителна скорост). Втората фаза представлява движение, обратно на трансдюсера, и е кодирана в синьо или туркоазено (отрицателна скорост). По тази причина измерванията за IVCT_{AO} са осъществени в два варианта: IVCT_{AO1} (сумата от двете фази на изоволуметричното съкращение) и IVCT_{AO2} (втората фаза на изоволуметричното съкращение).

Време на изтласкване (ET_{AO}) – интервал от началото на отварянето до края на затварянето на аортната клапа, в повечето случаи кодирани при цветния тъканен Doppler с малки жълти ивици.

IVRT_{AO} – интервал от затварянето на аортната клапа до края на кодирания в червено ход на платната по време на изоволуметричната релаксация. Краят на интервала се маркира от преход на оцветяване в червено към оцветяване в синьо.

При този метод MPI беше изчисляван в два варианта – с използване на сумата от двете фази на IVCT (IVCT_{AO1}, съответно MPI_{AO1}) и с използване само на втората фаза (IVCT_{AO2}, съответно MPI_{AO2}).



Фиг. 3. Левокамерни интервали за изчисляване на MPI_{AO1} и MPI_{AO2} при 1P цветна тъканна Doppler EchoКГ през аортната клапа

Пулсова тъканна Doppler-EchoКГ

Изследването беше извършвано в две зони – латералната и медиалната зона на митралния пръстен. За целта пробният обем на пулсовия тъка-

нен Doppler беше позициониран върху пръстена на митралната клапа, в рамките на 1 cm от точките на свързване на септалното и латералното платно на клапата. Усилването на пулсовия тъканен Doppler беше коригирано, така че да се получи качествен образ при най-малкото възможно усилване. Границата на алиазинга при изследванията беше 15 cm/s. Измервания бяха извършвани при 3-5 сърдечни цикъла, при задържане на дишането във фаза на издишване. При изследването полето на тъканния Doppler беше коригирано за получаване на максимална честота на опресняване на образа.

Лewокамерна функция

В отделните изследвани групи и общо при всички изследвани пациенти е преценена корелацията между MPI и левокамерната фракция на изтласкване (ЛК ФИ), изчислена при изследване в апикална равнина, по метода на Simpson, ранната диастолна скорост на митралния кръвоток, ранната диастолна ануларна скорост от пулсова тъканна Doppler-Ехо-КГ и степента на диастолната дисфункция. Степента на диастолната дисфункция е преценена с използване на текущите по време на събирането на материала препоръки на ASE за оценка на левокамерната диастолна функция.

Статистическа обработка на данните

За статистическа обработка на данните от проучването беше използван статистически пакет SPSS 21.0 за Windows. Данните са представени като средни стойности \pm стандартно отклонение (mean \pm SD). Получените резултати са представени като абсолютни стойности и относителни честоти (проценти). Използвани са дисперсионен анализ (ANOVA, Analysis of variance), Т-тест за две независими извадки (Independent samples T-test). Осъществена е проверка за нормалност на разпределението и сравнение на количествени променливи при ненормално разпределение чрез: проверка за

нормалност на разпределението по Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk и сравняване по Mann-Whitney на средните стойности в две групи на една количествена променлива при ненормално разпределение. При корелационния анализ проверката за значимост на корелацията при правилно разпределение на две количествени променливи беше извършвана с използване на коефициента на корелация на Pearson, а при неправилно разпределение – с използване на коефициента на корелация на Spearman. Съотношението чувствителност-специфичност беше оценявано с помощта на ROC-криви. Използваното критично ниво на значимост е $\alpha = 0,05$, като съответната нулева хипотеза се отхвърля при Р стойност $< \alpha$.

РЕЗУЛТАТИ

Антропометрични данни

Антропометричните данни на изследваните пациенти са представени в табл. 1.

Лewокамерна фракция на изтласкване

Установената ЛК ФИ при изследваните лица е следната: пациенти с ИБС – $56,90 \pm 7,98\%$, пациенти с АХ – $62,41 \pm 3,24\%$, здрави контроли – $64,62 \pm 2,72\%$. Разликата между пациентите с ИБС и другите две групи е статистически значима (ИБС/контроли, $P < 0,001$; ИБС/АХ, $P < 0,01$). Разликата във ФИ между контролните лица и пациентите с артериална хипертония също е значима ($P < 0,01$).

Трансмитрален кръвоток

Е-скорост. Регистрираната при здравите контроли скорост на ранно диастолно пълнене на лявата камера е $80,86 \pm 12,25$ cm/s. При болните с АХ тя е $67,50 \pm 17,48$ cm/s, а при тези с ИБС – $67,99 \pm 21,08$ cm/s. При здравите контроли тази скорост е значимо по-висока от регистрираната при пациен-

Таблица 1. Антропометрични данни

Показател	Контроли (n = 30)		АХ (n = 45)		ИБС (n = 30)		P	P	P
	Средно	\pm SD	Средно	\pm SD	Средно	\pm SD			
Ръст (m)	1,72	0,10	1,70	0,09	1,67	0,08	NS	< 0,05	NS
Тегло (kg)	70,47	14,63	82,12	14,66	74,63	17,77	< 0,01	NS	NS
BMI	23,70	3,61	28,47	4,27	26,47	4,49	< 0,001	< 0,05	NS
BSA (m ²)	1,82	0,22	1,93	0,20	1,83	0,23	< 0,05	NS	NS

*, Значимост на разликата между здравите лица и пациентите с артериална хипертония

†, Значимост на разликата между здравите лица и пациентите с ИБС

‡, Значимост на разликата между пациентите с артериална хипертония и ИБС

тите с АХ ($P < 0,01$) и ИБС ($P < 0,01$), докато между болните с АХ и ИБС не се установи значима разлика ($P = NS$).

А-скорост. Скоростта на късния диастолен трансмитрален кръвоток (А) при здравите контроли ($64,02 \pm 13,46$ cm/s) е значимо по-ниска от тази при болните с АХ ($78,82 \pm 18,27$ cm/s, $P < 0,001$) и ИБС ($79,08 \pm 12,44$ cm/s, $P < 0,001$). Установената разлика в А-скоростта между болните с АХ и ИБС не е значима ($P = NS$).

Време на децелерация на ранния диастолен трансмитрален кръвоток (DT, deceleration time). Установеното време на децелерация при здравите контроли ($187,09 \pm 11,57$ ms) е значимо по-късо от това при болните с ИБС ($238,13 \pm 47,45$ ms, $P < 0,001$) и тези с АХ ($244,02 \pm 48,27$ ms, $P < 0,001$). Разликата в DT между болните с АХ и ИБС не е значима ($P = NS$).

Ранна диастолна скорост (e') при пулсова тъканна Doppler-ЕхоКГ

Осреднената скорост от латералната и медиалната ануларна зона (e'A) при здравите контроли ($11,79 \pm 1,23$ cm/s) е значимо по-висока от тази при пациентите с АХ ($7,15 \pm 2,17$ cm/s, $P < 0,001$) и ИБС ($6,37 \pm 1,60$ cm/s, $P < 0,001$). Установената разлика между пациентите с АХ и ИБС не достига статистически значима стойност ($P = NS$).

Индекс на миокардна производителност

Данните за индекса на миокардна производителност при пулсова Doppler-ЕхоКГ и 1Р цветна

тъканна Doppler-ЕхоКГ през митралната и аортната клапа са представени в табл. 3.

MPI и левокамерна фракция на изтласкване

Пациенти с АХ: При пациентите с АХ не се установи значима корелация между MPI и ФИ ($P = NS$).

Пациенти с ИБС: При пациентите с ИБС се установи умерена негативна корелация между MPI по различните методи и левокамерната фракция на изтласкване: $MPI_{PW} - r_s = -0,427$, $P < 0,05$; $MPI_{AO1} - r_s = -0,549$, $P < 0,01$; $MPI_{AO2} - r_s = -0,562$, $P = 0,001$; $MPI_{MV} - r_s = -0,521$, $P < 0,01$.

Здрави контроли: При здравите контроли установената корелация между MPI и ФИ не е значима ($p = NS$).

Всички изследвани лица: Индексът на миокардна производителност при всички изследвани лица показва следната корелация с левокамерната фракция на изтласкване: $MPI_{PW} - r_s = -0,365$, $p < 0,001$; $MPI_{AO1} - r_s = -0,388$, $P < 0,001$; $MPI_{AO2} - r_s = -0,363$, $P < 0,001$; $MPI_{MV} - r_s = -0,419$, $P < 0,001$.

MPI и Е-скорост на трансмитралния кръвоток

Пациенти с АХ: При изследваните лица с артериална хипертония установената корелация между Е-скоростта и MPI е висока: $MPI_{PW} - r_s = -0,719$, $P < 0,001$; $MPI_{AO1} - r_s = -0,642$, $P < 0,001$; $MPI_{AO2} - r_s = -0,646$, $P < 0,001$; $MPI_{MV} - r_s = -0,661$, $P < 0,001$.

Пациенти с ИБС: Установената корелация между MPI и Е-скоростта на трансмитралния кръвоток е умерена: $MPI_{PW} - r_s = -0,593$, $P = 0,001$; MPI_{AO1}

Таблица 2. Трансмитрален кръвоток

Показател	Контроли (n = 30)		АХ (n = 45)		ИБС (n = 30)		P	P	P
	Средно	± SD	Средно	± SD	Средно	± SD			
E (cm/s)	80,86	12,25	67,50	17,48	67,99	21,08	< 0,01	< 0,01	NS
A (cm/s)	64,02	13,46	78,82	18,27	79,08	12,44	< 0,001	< 0,001	NS
DT (ms)	187,09	11,57	244,02	48,27	238,13	47,45	< 0,001	< 0,001	NS

Таблица 3. Индекс на миокардна производителност при пулсова Doppler-ЕхоКГ и 1Р цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през митралната и аортната клапа

Показател	Контроли (n = 30)		АХ (n = 45)		ИБС (n = 30)		P	P	P
	Средно	± SD	Средно	± SD	Средно	± SD			
MPI_{PW}	0,40	0,07	0,49	0,09	0,51	0,12	< 0,001 ¥	< 0,001	NS ¥
MPI_{MV}	0,41	0,07	0,55	0,11	0,59	0,15	< 0,001	< 0,001 ¥	NS ¥
MPI_{AO1}	0,49	0,07	0,59	0,09	0,62	0,13	< 0,001	< 0,001	NS
MPI_{AO2}	0,38	0,05	0,48	0,07	0,50	0,12	< 0,001	< 0,001	NS

¥, Значимостта на разликата при тези сравнения е преценена по Mann-Whitney.

$-r_s = -0,410$, $P < 0,05$; $MPI_{AO2} - r_s = -0,422$, $P < 0,05$; $MPI_{MV} - r_s = -0,555$, $P = 0,001$.

Здрави контроли: При изследваните здрави контроли корелацията между Е-скоростта и MPI_{MV} е ниска ($r = -0,377$, $p = 0,04$), а при другите начини на изследване не е значима ($P = NS$).

Всички изследвани лица: При анализа на данните за всички изследвани лица корелацията между MPI и Е-скоростта на митралния кръвоток е умерена и висока: $MPI_{PW} - r = -0,637$, $p < 0,001$; $MPI_{AO1} - r = -0,545$, $P < 0,001$; $MPI_{AO2} - r = -0,595$, $P < 0,001$; $MPI_{MV} - r = -0,625$, $P < 0,001$.

MPI и e'-скорост при пулсова тъканна Doppler-ЕхоКГ

Пациенти с АХ: По нашите данни при пациентите с АХ корелацията между MPI и e'A е следната: $MPI_{PW} - r_s = -0,313$, $P < 0,05$; $MPI_{AO1} - r_s = -0,396$, $p < 0,01$; $MPI_{AO2} - r_s = -0,438$, $P < 0,01$; $MPI_{MV} - r_s = -0,525$, $P < 0,001$.

Пациенти с ИБС: Установи се умерена негативна корелация между MPI и e'A-скоростта при пулсова тъканна Doppler-ЕхоКГ: $MPI_{PW} - r = -0,525$, $P < 0,01$; $MPI_{AO1} - r = -0,546$, $P < 0,01$; $MPI_{AO2} - r = -0,585$, $p = 0,001$; $MPI_{MV} - r_s = -0,592$, $P = 0,001$.

Здрави контроли: При здравите контроли не се установи значима корелация между MPI и e'A.

Всички изследвани лица: Резултатите за всички изследвани лица показват следната корелация между MPI и e'A: $MPI_{PW} - r_s = -0,553$, $P < 0,001$; $MPI_{AO1} - r_s = -0,575$, $P < 0,001$; $MPI_{AO2} - r_s = -0,659$, $P < 0,001$; $MPI_{MV} - r_s = -0,715$, $P < 0,001$.

MPI и степен на диастолната дисфункция

Пациенти с АХ: При изследваните болни с АХ корелацията между MPI и степента на диастолната дисфункция е следната: $MPI_{PW} - r_s = 0,303$, $P < 0,05$; $MPI_{AO1} - r_s = 0,309$, $P < 0,05$; $MPI_{AO2} - r_s = 0,334$, $P < 0,05$; $MPI_{MV} - r_s = 0,359$, $P < 0,05$.

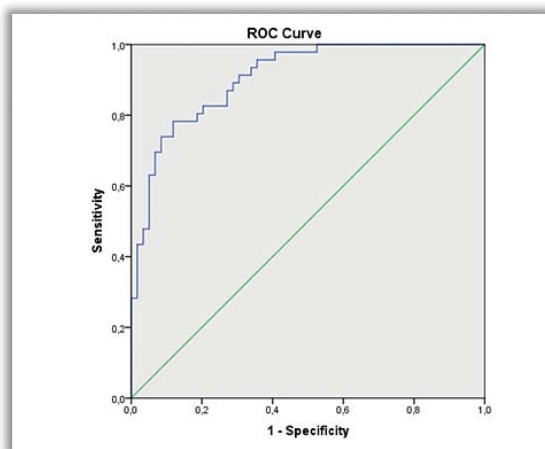
Пациенти с ИБС: Установената корелация между MPI и степента на диастолната дисфункция при пациентите с ИБС не достига значима стойност ($P = NS$), докато по отношение на наличието на диастолна дисфункция и MPI се установи значима корелация при MPI_{PW} ($r_s = 0,397$, $P < 0,05$).

Всички изследвани лица: Между индекса на миокардна производителност и степента на диастолната дисфункция се установи умерена корелация: $MPI_{PW} - r_s = 0,482$, $P < 0,001$; $MPI_{AO1} - r_s = 0,446$,

$P < 0,001$; $MPI_{AO2} - r_s = 0,513$, $P < 0,001$; $MPI_{MV} - r_s = 0,581$, $P < 0,001$.

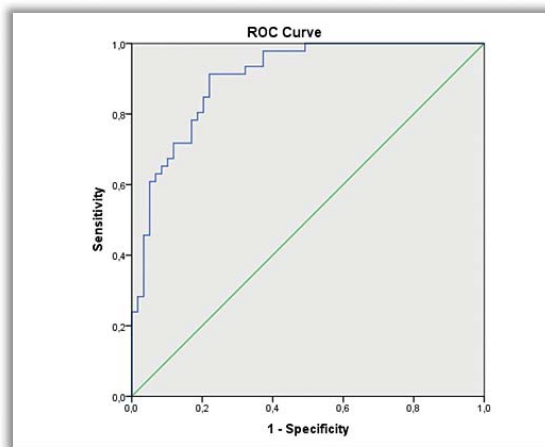
Предсказване на патологичен MPI от пулсов Doppler при изследване с M-mode cTDI_{AO} и M-mode cTDI_{MV}

MPI_{AO1}: Анализът на ROC кривата за MPI_{AO1} срещу MPI_{PW} показва, че стойност на $MPI_{AO1} \geq 0,578$ предсказва наличие на патологичен MPI при пулсова Doppler-ЕхоКГ ($MPI_{PW} \geq 0,5$) с чувствителност 0,783 и специфичност 0,881, при площ под кривата – 0,906 (фиг. 4).



Фиг. 4. ROC-крива $MPI_{AO1} - MPI_{PW}$

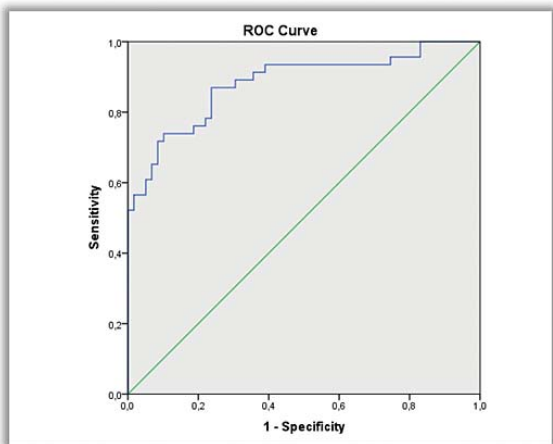
MPI_{AO2}: Оценката на ROC кривата за MPI_{AO2} срещу MPI_{PW} показва, че стойност на $MPI_{AO2} \geq 0,446$ предсказва наличие на $MPI_{PW} \geq 0,5$ с чувствителност 0,913 и специфичност 0,780, при площ под кривата – 0,903 (фиг. 5).



Фиг. 5. ROC-крива $MPI_{AO2} - MPI_{PW}$

MPI_{MV}: Анализът на ROC кривата за MPI_{MV} срещу MPI_{PW} показва, че стойност на $MPI_{MV} \geq 0,552$ сочи на-

личие на патологичен MPI при пулсова Doppler-ЕхоКГ ($MPI_{PW} \geq 0,5$) с чувствителност 0,739 и специфичност 0,898, при площ под кривата – 0,882 (фиг. 6).



Фиг. 6. ROC-крива $MPI_{MV} - MPI_{PW}$

ОБСЪЖДАНЕ

Индексът на миокардна производителност е с доказана стойност за моментната оценка и проследяването на пациенти с различни сърдечни и несърдечни заболявания [7, 13-20].

Редица проучвания показват значимо по-висок MPI при пациентите с ниска ФИ в сравнение с лицата със запазена ФИ [7, 16, 17, 21, 22], като според Meigs и сътр. [22] MPI има по-висока стойност от ФИ при разграничаването на пациентите със и без сърдечна недостатъчност.

Проучванията върху колерацията между MPI и ФИ са малко, като резултатите варират от липса на корелация [23] до наличие на умерена корелация [24]. При изследване на 32-ма болни с остър преден миокарден инфаркт Kato и сътр. [25] установяват ниска корелация между MPI и ЛК ФИ, отчетени на втория ден след инфаркта ($r = -0,35$, $P < 0,05$), докато корелацията с промяната на ЛК ФИ при проследяване е била по-висока. При изследване на 243 пациенти Su и сътр. [24] (обща група неподбрани според диагнозата лица) установяват умерена корелация между MPI и ЛК ФИ ($r = -0,413$, $P < 0,001$).

По нашите данни корелацията между MPI и ЛК ФИ при здравите лица и пациентите с артериална хипертония не е значима, а при болните с ИБС установената корелация е умерена. Резултатите общо за всички изследвани лица показват ниска до умерена негативна корелация между MPI и ЛК ФИ.

Причината за невисоките в повечето случаи корелации се дължи на факта, че MPI е комплексен показател, отразяващ общо систолната и диастолната камерна функция, а не двете поотделно. MPI се повишава при удължаване на IVCT и IVRT и съ-

вяване на ET. Една и съща промяна в стойността на MPI може да се дължи както на промяна на времето на изоволуметрично съкращение (свързано със систолната функция), така и на IVRT (свързано с диастолната функция), като относителният дял на участие на смущението в систолната и диастолната функция при отделните пациенти е различен.

Тъй като времето на изоволуметрично съкращение е пряко свързано с пиковото $+dP/dt$, а времето на изоволуметрична релаксация с пиковото $-dP/dt$, корелацията с тези показатели е по-висока. По данни на Tei и сътр. корелацията на MPI_{PW} с регистрираните при сърдечна катетеризация систолно пиково $+dP/dt$ и диастолно пиково $-dP/dt$ е много висока (съответно $r = 0,821$, $P < 0,0001$ и $r = 0,833$, $P < 0,001$) [4].

По данни на Su и сътр. [24] корелацията между MPI, изчислен при пулсова тъканна Doppler-ЕхоКГ, и е' е умерена ($r = -0,502$, $P < 0,001$). По нашите данни при здравите лица корелацията между MPI и е'А при различните методи не е значима, при пациентите с АХ е ниска и умерена, а при тези с ИБС е умерена, като общо за всички изследвани лица е умерена и висока.

Изчисляването на MPI по класическия метод – пулсовата Doppler-ЕхоКГ – е свързано с проблеми като: измервания при различни сърдечни цикли, което намалява точността при изследването; необходимост от синхронен ЕКГ запис и др. Методи като пулсовата тъканна Doppler-ЕхоКГ и едноразмерната цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ дават възможност за изчисляване на MPI с използване на един сърдечен цикъл, без необходимост от синхронен ЕКГ запис. Получаваните резултати обаче се различават от резултатите с пулсова Doppler-ЕхоКГ. Например резултатите за MPI от пулсов тъканен Doppler при здрави лица в повечето проучвания показват по-високи стойности в сравнение с MPI при пулсов Doppler [7, 21, 26]. Според Gaibazzi и сътр. [21] за MPI, получен с пулсов тъканен Doppler, е подходящо използване на по-голяма стойност за разграничаване на нормалните от патологичните резултати, отколкото за MPI при пулсов Doppler.

По нашите данни стойностите на MPI_{AO1} , MPI_{AO2} и MPI_{MV} , предсказващи патологичен MPI от пулсов Doppler ($MPI_{PW} \geq 0,50$), са: $MPI_{AO1} \geq 0,578$, $MPI_{AO2} \geq 0,446$ и $MPI_{MV} \geq 0,552$.

Анализът на данните от ROC кривите за MPI при сравнение с класическия метод – пулсовата Doppler-ЕхоКГ – показва, че едноразмерната цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната клапа и едноразмерната цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през митралната клапа имат добра чувствителност и специфичност за предсказване на патологичен MPI

по класическия метод при площ под кривите: $MPI_{AO1} - 0,906$, $MPI_{AO2} - 0,903$ и $MPI_{MV} - 0,882$.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Възрастта на включените в проучването здрави контроли е значимо по-ниска от тази на пациентите с АХ и ИБС. Проучването е проведено при неголеми групи пациенти, поради което е необходимо по-нататъшно проучване върху по-голям брой болни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получените гранични стойности за MPI при едноразмерна цветна тъканна Doppler-ЕхоКГ през аортната и митралната клапа могат да се използват при оценката на глобалната левокамерна функция на пациентите със сърдечни заболявания. Необходимо са по-нататъшни проучвания върху по-голям брой пациенти за преценка на възможностите на метода.

Не е деклариран конфликт на интереси

Библиография

- Tei C, Ling LH, Hodge DO, 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.
- Tei C. New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995;26:135-136.
- Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, et al. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:658-664.
- Tei C, Nishimura RA, Seward JB, et al. Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:169-178.
- Mancini GB, Costello D, Bhargava V, et al. The isovolumic index: a new noninvasive approach to the assessment of left ventricular function in man. *Am J Cardiol* 1982;50:1401-1408.
- Carluccio E, Biagioli P, Alunni G, et al. Improvement of myocardial performance (Tei) index closely reflects intrinsic improvement of cardiac function: assessment in revascularized hibernating myocardium. *Echocardiography* 2012;29:298-306.
- Duzenli MA, Ozdemir K, Aygul N, et al. 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;24:8-15.
- Takasaki K, Miyata M, Imamura M, et al. Left ventricular dysfunction assessed by cardiac time interval analysis among different geometric patterns in untreated hypertension. *Circ J* 2012;76:1409-1414.
- Biering-Sorensen T, Mogelvang R, Schnohr P, et al. Cardiac Time Intervals Measured by Tissue Doppler Imaging M-mode: Association With Hypertension, Left Ventricular Geometry, and Future Ischemic Cardiovascular Diseases. *J Am Heart Assoc* 2016;5.
- Biering-Sorensen T, Jensen JS, Andersen HU, et al. Cardiac time intervals and the association with 2D-speckle-tracking, tissue Doppler and conventional echocardiography: the Thousand&1 Study. *Int J Cardiovasc Imaging* 2016;32:789-798.
- Voigt JU, Lindenmeier G, Exner B, et al. Incidence and characteristics of segmental postsystolic longitudinal shortening in normal, acutely ischemic, and scarred myocardium. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:415-423.
- Ivanov A, Runev N, Manov E, et al. Can myocardial performance index be measured using M-mode color tissue Doppler through the aortic valve. *Acta Medica Mediteranea* 2019.
- Ruisi M, Levine M, Finkelstein D. The Assessment and Potential Implications of the Myocardial Performance Index Post Exercise in an at Risk Population. *Cardiol Res* 2013;4:173-177.
- Bajraktari G, Duncan A, Pepper J, et al. Persistent ventricular asynchrony after coronary artery bypass surgery predicts cardiac events. *Echocardiography* 2010;27:32-37.
- Sasao H, Noda R, Hasegawa T, et al. 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.
- Bruch C, Gradaus R, Gunia S, et al. Doppler tissue analysis of mitral annular velocities: evidence for systolic abnormalities in patients with diastolic heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1031-1036.
- Tekten T, Onbasili AO, Ceyhan C, et al. Novel approach to measure myocardial performance index: pulsed-wave tissue Doppler echocardiography. *Echocardiography* 2003;20:503-510.
- Toro R, Cabeza-Letran ML, Quezada M, et al. Impaired right and left ventricular mechanics in adults with pulmonary hypertension and congenital shunts. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2016;17:209-216.
- Lopez-Candales A, Edelman K, Gulyasy B, et al. Chronic pulmonary hypertension shortens the duration of mitral annular systolic and diastolic tissue Doppler signals. *Int J Cardiovasc Imaging* 2012;28:513-519.
- Caglar Acar O, Epcacan S, Uner A, et al. Evaluation of left and right ventricular functions using conventional and tissue Doppler echocardiography in children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2016;29:885-891.
- Gaibazzi N, Petrucci N, Ziacchi V. Left ventricle myocardial performance index derived either by conventional method or mitral annulus tissue-Doppler: a comparison study in healthy subjects and subjects with heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1270-1276.
- Meric M, Yesildag O, Yuksel S, et al. Tissue doppler myocardial performance index in patients with heart failure and its relationship with haemodynamic parameters. *Int J Cardiovasc Imaging* 2014;30:1057-1064.
- Andersen NH, Poulsen SH, Helleberg K, et al. Impact of essential hypertension and diabetes mellitus on left ventricular systolic and diastolic performance. *Eur J Echocardiogr* 2003;4:306-312.
- Su HM, Lin TH, Voon WC, et al. Differentiation of left ventricular diastolic dysfunction, identification of pseudonormal/restrictive mitral inflow pattern and determination of left ventricular filling pressure by Tei index obtained from tissue Doppler echocardiography. *Echocardiography* 2006;23:287-294.
- Kato M, Dote K, Sasaki S, et al. Myocardial performance index for assessment of left ventricular outcome in successfully revascularized anterior myocardial infarction. *Heart* 2005;91:583-588.
- Talini E, Di Bello V, Bianchi C, et al. Early impairment of left ventricular function in hypercholesterolemia and its reversibility after short term treatment with rosuvastatin A preliminary echocardiographic study. *Atherosclerosis* 2008;197:346-354.