

Przydatność wskaźnika pracy serca (MPI) w nieinwazyjnej ocenie globalnej — skurczowej i rozkurczowej funkcji komór

Value of the myocardial performance index (MPI) in the noninvasive assessment of global — systolic and diastolic ventricular function

Katarzyna Piestrzeniewicz, Marek Maciejewski i Jan Henryk Goch

Klinika Kardiologii I Katedry Kardiologii i Kardiochirurgii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Abstract

Myocardial performance index (MPI) proposed by Tei and colleagues (MPI, Tei index) allows assessment of global — systolic and diastolic — ventricular function. It is calculated as the ratio of the sum of isovolumic contraction and relaxation time to ejection time. Time intervals can be measured with pulsed flow Doppler, tissue Doppler or acoustic quantification, and the obtained values depend on the adopted method. MPI may be useful in evaluation both left and right ventricular function. MPI is simple to calculate, reproducible, independent of ventricular geometry, heart rate, preload, severity of mitral regurgitation and does not show a significant correlation with age. Tei index has a prognostic value and is helpful in follow-up studies. MPI allows differentiation of normal from pseudonormal/restrictive mitral flow. The limitation of the Tei index is the necessity of precise measurements and presence of regular sinus rhythm. In patients with intraventricular conduction disturbances MPI is used in serial assessment of ventricular function and monitoring of the treatment such as cardiac resynchronization therapy in patients with severe heart failure. (Folia Cardiol. 2005; 12: 412–420)

myocardial performance index, ventricular function, echocardiography

Wstęp

Zadaniem komór serca jest przepompowanie określonej objętości krwi w jednostce czasu, tak aby zaspokoić aktualne zapotrzebowanie metaboliczne tkanek. Funkcja serca jako pompy zależy więc od jego zdolności napełniania (w fazie rozkurczowej) i opróżniania (w fazie skurczowej). Ocena czynności serca ma istotne znaczenie diagnostyczne, terapeutyczne i prognostyczne.

Adres do korespondencji: Dr med. Katarzyna Piestrzeniewicz
ul. Kasztanowa 16, 91–487 Łódź
tel./faks (0 42) 616 88 20; e-mail: kp@gllow.net
Nadesłano: 22.09.2004 r. Przyjęto do druku: 16.03.2005 r.

Wpływ zaburzeń czynności rozkurczowej lewej komory (LV, *left ventricle*) na objawy niewydolności serca doceniono dopiero w latach 70. i 80. XX wieku. Na podstawie aktualnych wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego [1] dotyczących diagnostyki izolowanej, rozkurczowej niewydolności serca Badano i wsp. [2] postawili taką diagnozę u 22% chorych z niewydolnością serca z rytmem zatokowym. Większość chorób układu sercowo-naczyniowego upośledza mechaniczną pracę serca poprzez wpływ zarówno na czynność skurczową, jak i rozkurczową LV. Dwuwymiarowe badanie echokardiograficzne jest podstawową metodą w ocenie czynności skurczowej, a echokardiograficzna metoda dopplerowska w ocenie funkcji rozkurczowej LV [3].

Już w latach 60. ubiegłego stulecia doceniono przydatność analizy długości trwania podokresów cyklu pracy serca w ocenie funkcji skurczowej LV [4]. Na tej podstawie Tei i wsp. [5] zaproponowali wskaźnik pracy serca (MPI, *myocardial performance index*; *Tei-index*) jako parametr określający globalną, skurczowo-rozkurczową funkcję lewej komory.

Złożona geometria prawej komory (RV, *right ventricle*) oraz wzajemne interakcje między RV a LV są powodem licznych ograniczeń w badaniu RV za pomocą dostępnych metod. W badaniu echokardiograficznym ocena czynności RV wymaga szczególnej uwagi i oznaczenia więcej niż jednego spośród proponowanych parametrów [6].

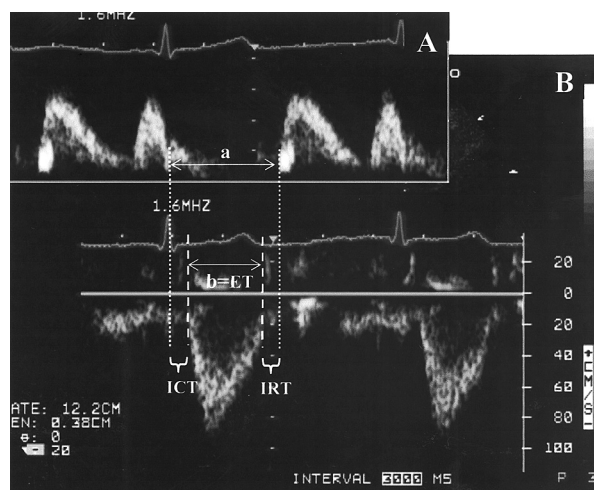
Material i metody

Metodyka obliczania wskaźnika pracy serca

Metodyka obliczania MPI jest łatwa i charakteryzuje się dużą powtarzalnością wyników [6]. Oznaczeń czasowych dokonuje się na podstawie dwóch dopplerowskich rejestracji przepływu, metodą fali pulsacyjnej, na szczycie płatków zastawki mitralnej i tuż poniżej zastawki aortalnej, w typowych projekcjach. Podstawą do obliczenia MPI (ryc. 1) jest pomiar czasu pomiędzy dwiema kolejnymi falami napływu mitralnego oraz pomiar czasu wyrzutu (ET, *ejection time*) z LV. Różnica tych czasów wyznacza całkowity okres izowolumetrycznej pracy LV — izowolumetrycznego skurczu (ICT, *isovolumetric contractile time*) i rozkurczu (IRT, *isovolumetric relaxation time*). Wskaźnik pracy serca — stosunek okresu izowolumetrycznej pracy komory (ICT + IRT) do czasu wyrzutu (ET) — jest miarą jej efektywnej czynności.

Te same zasady dotyczą określania MPI w odniesieniu do prawej komory (MPI_{RV}) — konieczna jest rejestracja napływu do RV (na szczycie płatków zastawki trójdzielnej) i czasu wyrzutu z RV (tuż poniżej zastawki pnia płucnego).

Oddzielna ocena czasu trwania poszczególnych faz izowolumetrycznej pracy komory nie jest konieczna w celu określenia MPI, ale umożliwia dokładną analizę przyczyn stwierdzanych zaburzeń. Izowolumetryczny skurcz obu komór można wyznaczyć, posługując się jednoczesną rejestracją dopplerowską przepływów i krzywej elektrokardiogramu (EKG); IRT jest różnicą między czasem od załamka R w EKG do początku fali napływu mitralnego/trójdzielnego a czasem od załamka R w EKG do końca fali wyrzutu z LV/RV (ryc. 2). W przypadku LV możliwa jest uproszczona metodyka wyznaczenia IRT na podstawie dodatkowej rejestracji, w pro-



Rycina 1. Metodyka obliczania wskaźnika pracy serca. Dwie rejestracje dopplerowskie metodą fali pulsacyjnej: **A.** projekcja koniuszkowa, 4-jamowa, napływ mitralny; **B.** projekcja koniuszkowa, 5-jamowa, fala wyrzutu z lewej komory; a — czas pomiędzy dwiema kolejnymi falami napływu mitralnego; b — czas wyrzutu (ET)

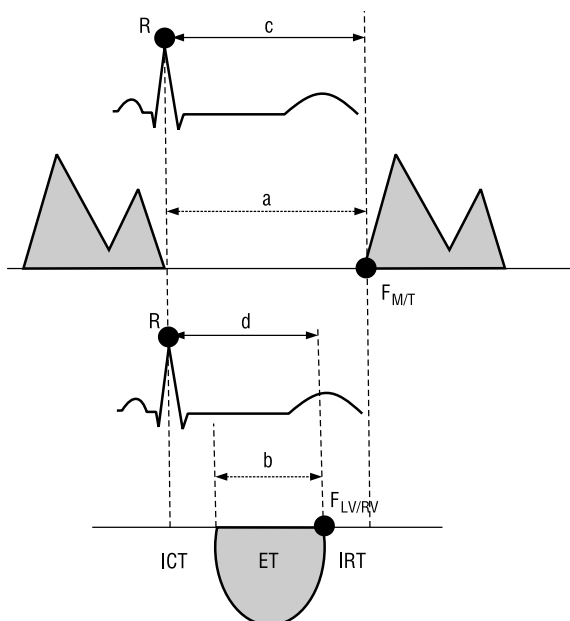
Figure 1. Derivation of myocardial performance index (MPI). Two pulsed Doppler images: **A.** Apical 4-chamber view, mitral inflow; **B.** Apical 5-chamber view, left ventricular outflow; a — interval between two consecutive mitral inflow profiles; b — ejection time (ET)

$$MPI = \frac{a - b}{b} = \frac{ICT + IRT}{ET}$$

jekcji koniuszkowej, 5-jamowej z umiejscowieniem bramki dopplerowskiej pomiędzy drogą napływu i odpływu LV (ryc. 3). Różnica między całkowitym okresem izowolumetrycznej pracy komory i IRT określa czas rozkurczu izowolumetrycznego.

Wartości prawidłowe wskaźnika pracy serca

Spencer i wsp. [7] oraz Munagała i wsp. [8] określili prawidłowe wartości MPI u osób w poszczególnych przedziałach wiekowych, u których wykluczono choroby układu sercowo-naczyniowego (tab. 1 i 2). W badaniach Spencera i wsp. [7] (liczebność grupy — 141 osób) różnice pomiędzy grupami były istotne statystycznie ($r = 0,33$, $p < 0,001$), natomiast według Munagała i wsp. [8] (liczebność grupy — 1012 osób) różnice nie były znamienne statystycznie ($r = 0,08$, $p = 0,014$). Niewielką zależność MPI od wieku mogą tłumaczyć zaobserwowane we wcześniejszych badaniach, postępujące z wiekiem wydłużenie zarówno ET [9], jak i IRT [10]. Zaletą MPI jest również nieistotny wpływ częstości rytmu serca oraz obciążenia wstępnego na wartości tego wskaźnika [6, 11–13]. Rozbieżności w określeniu



Rycina 2. Metodyka wyznaczania czasu rozkurczu izowolumetrycznego (IRT) i czasu skurczu izowolumetrycznego (ICT); badanie dopplerowskie metodą fali pulsacyjnej; a — czas pomiędzy dwiema falami napływu mitralnego; b — czas wyrzutu (ET); c — czas od załamka R w EKG (R) do początku fali napływu mitralnego/trójdzielnego ($F_{M/T}$) (projekcja koniuszkowa, 4-jamowa, napływ mitralny/trójdzielny); d — czas od załamka R w EKG (R) do końca fali wyrzutu z lewej komory (F_{LV}) (projekcja koniuszkowa, 5-jamowa, fala wyrzutu z lewej komory) lub czas od załamka R w EKG (R) do końca fali wyrzutu z prawej komory (F_{RV}) (projekcja przymostkowa, naczyniowa w osi krótkiej, fala wyrzutu z prawej komory)

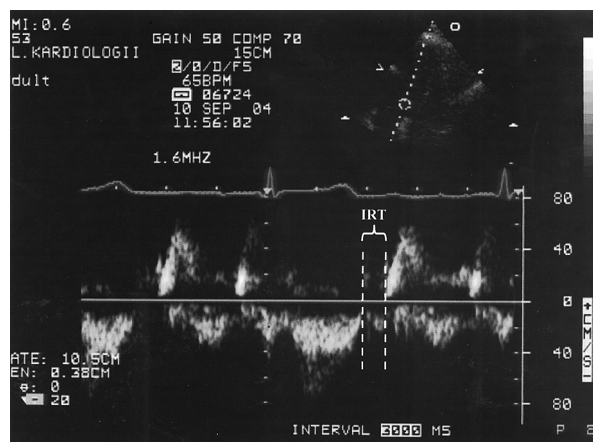
Figure 2. Derivation of isovolumic relaxation time (IRT) and isovolumic contraction time (ICT); pulsed Doppler images; a — interval between two mitral inflow profiles; b — ejection time (ET); c — interval between R wave on ECG (R) and the onset of mitral/tricuspid inflow ($F_{M/T}$) (apical 4-chamber view, mitral/tricuspid inflow); d — interval between R wave on ECG (R) and the end of the left ventricular outflow (F_{LV}) (apical 5-chamber view, left ventricular outflow) or interval between R wave on ECG (R) and the end of the right ventricular outflow (F_{RV}) (parasternal, short axis view, right ventricular outflow)

$$IRT = c - d$$

$$IRT_{LV} = (R - F_M) - (R - F_{LV})$$

$$IRT_{RV} = (R - F_T) - (R - F_{RV})$$

$$ICT = (a - b) - IRT$$



Rycina 3. Uproszczona metodyka oceny czasu izowolumetrycznego rozkurczu lewej komory (IRT). Badanie dopplerowskie metodą fali pulsacyjnej; projekcja koniuszkowa, 5-jamowa; bramka dopplerowska pomiędzy drogą napływu i odpływu lewej komory

Figure 3. Simplified method of derivation of left ventricular isovolumic relaxation time (IRT). Pulsed Doppler image; apical 5-chamber view; the pulsed Doppler sample is between the left ventricle inflow and outflow tract

prawidłowej wartości MPI_{RV} — w zakresie 0,2–0,32 (tab. 3) [13–16] — wskazują na potrzebę przeprowadzenia badań obejmujących więcej pacjentów.

Nowoczesne techniki echokardiograficzne — tkankowa echokardiografia dopplerowska oraz automatyczna detekcja wsierdzia (AQ, *acoustic quantification*) — mogą być alternatywą w oznaczaniu podokresów skurczu LV [17, 18]. Określone przez Spencera metodą AQ wartości prawidłowe MPI są jednak wyższe w porównaniu z ocenionymi metodą dopplerowską [7, 8]. Główną przyczyną tej różnicy jest dłuższy czas trwania izowolumetrycznego skurczu (ICT) za pomocą AQ niż innymi metodami [5, 17, 19].

Wiarygodność i kliniczne zastosowanie wskaźnika pracy serca

Relatywne wydłużenie faz izowolumetrycznej pracy serca jest w rzeczywistości wydłużeniem

Tabela 1. Prawidłowe wartości wskaźnika pracy serca lewej komory (MPI) w grupach wiekowych; ocena czasu trwania podokresów cyklu pracy serca dokonana metodą automatycznej detekcji wsierdzia (wg [7])

Table 1. Normal values of the left ventricular myocardial performance index (MPI) in different age groups; acoustic quantification used to measure the cardiac timing intervals (after [7])

20 lat (n = 12)	30 lat (n = 28)	40 lat (n = 26)	50 lat (n = 23)	60 lat (n = 17)	70 lat (n = 18)	80 lat (n = 16)
0,49 ± 0,12	0,45 ± 0,12	0,48 ± 0,10	0,50 ± 0,13	0,41 ± 0,10	0,58 ± 0,26	0,66 ± 0,19

Tabela 2. Prawidłowe wartości wskaźnika pracy serca lewej komory (MPI) w grupach wiekowych; ocena czasu trwania podokresów cyklu pracy serca dokonana metodą dopplerowską (wg [8])**Table 2.** Normal values of the left ventricular myocardial performance index (MPI) in different age groups; Doppler echocardiography used to measure the cardiac timing intervals (after [8])

Grupy wiekowe					
45–49 lat (n = 182)	50–54 lat (n = 247)	55–59 lat (n = 191)	60–64 lat (n = 144)	65–69 lat (n = 115)	≥ 70 lat (n = 133)
0,34 ± 0,13	0,36 ± 0,14	0,34 ± 0,13	0,36 ± 0,13	0,38 ± 0,13	0,38 ± 0,15

Tabela 3. Prawidłowe wartości wskaźnika pracy serca prawej komory (MPI_{RV}) ustalone przez różnych autorów**Table 3.** Normal values of the right ventricular myocardial performance index (MPI_{RV}) reported by different authors

Eidem B.W. [13]	Ishii M. [14]	Prakash A. [15]	Eidem B.W. [13]	Chockalingam A. [16]
Dzieci (n = 152)	Dzieci (n = 150)	Dzieci (n = 31)	Dorośli (n = 37)	Dorośli (n = 50)
0,32 ± 0,03	0,24 ± 0,04	0,31 ± 0,09	0,28 ± 0,04	0,2 ± 0,05

okresu przygotowań do podjęcia efektywnej, mechanicznej pracy i świadczy o dysfunkcji komory.

Wykazano istnienie silnej korelacji między MPI a inwazyjnymi wskaźnikami izowolumetrycznej fazy skurczu i rozkurczu LV (+dP/dt, -dP/dt) [21, 22]. W dostępnym piśmiennictwie dane dotyczące bezpośredniej zależności między MPI a EF oraz dopplerowskimi parametrami przepływu mitralnego są bardzo nieliczne. U chorych z kardiomiopatią zastoinową Dujardin [20] wykazał zgodność między frakcją wyrzutową (EF, *ejection fraction*) a MPI ($r = -0,41$, $p < 0,001$), natomiast wartość MPI nie różniła się istotnie w grupie chorych z przepływem mitralnym o charakterze restrykcyjnym i nierestrykcyjnym. LaCorte i wsp. [23] w badaniach na modelu zwierzęcym, z indukowanym, ostrym niedokrwieniem mięśnia sercowego wykazali istotny statystycznie związek między wartością MPI a EF ocenioną na podstawie echokardiogramu epikardialnego ($r = -0,85$, $p < 0,001$). Nie potwierdzili jednak znaczącej korelacji między MPI a prędkością wczesnego napływu mitralnego i czasem decelacji. Zależność między MPI a inwazyjnymi wskaźnikami funkcji skurczowej lewej komory w warunkach podstawowych nie była wyraźna, jednak procentowa zmiana wartości MPI wiarygodnie odzwierciedla zakres zmian czynności skurczowej i rozkurczowej LV. Na tej podstawie LaCorte i wsp. [23] wskazują na większą przydatność MPI w badaniach seryjnych niż w określaniu podstawowego stanu

funkcji serca. Hole i wsp. [24] nie stwierdzili istotnej zależności między MPI a EF ocenioną metodą radioizotopową, a zastosowana przez autorów metoda obliczania EF według wzoru: $EF = 0,6 - (0,34 \times MPI)$ nie została powszechnie zaakceptowana [25].

Wyniki badań przeprowadzonych w grupie chorych z akromegalią przekonują o istniejącej zależności między MPI a czynnością rozkurczową LV [26]. Pacjenci z aktywną postacią akromegalii, przy prawidłowych, klasycznych wskaźnikach funkcji skurczowej LV (w tym EF) różnili się od grupy kontrolnej wskaźnikami dysfunkcji rozkurczowej LV (w tym wydłużonym czasem decelacji fali E przepływu mitralnego), a wartość MPI była u tych chorych istotnie wyższa ($0,50 \pm 0,15$ vs. $0,41 \pm 0,10$; $p < 0,05$). Również u pacjentów ze stenozą aortalną [27] wykazano silny związek między MPI a czasem decelacji fali E przepływu mitralnego. Podwyższone wartości MPI jako skutek wydłużenia IRT rejestrowano u dzieci po transplantacji serca, mimo braku anatomopatologicznych cech odrzucenia przeszczepu [15]. Na tej podstawie autorzy wnioskują o relacjach między MPI a czynnością rozkurczową lewej komory.

Znaczącej informacji dostarczają badania, które przeprowadzili Zhang i wsp. [28] oraz Abd-El-Rahim i wsp. [29] i których wyniki wykazały, że wartość $MPI \leq 0,65$ [28] lub $MPI \leq 0,55$ [29] pozwala na rozpoznanie pseudonormalnego/restrykcyjnego profilu przepływu mitralnego. Autorzy

przyjęli jako kryterium odniesienia stosunek maksymalnych prędkości wczesnej (E) i przedsionkowej (A) fali napływu mitralnego wynoszący co najmniej 1 ($E/A \geq 1$), przy płucnym ciśnieniu kapilarnym (ciśnieniu zaklinowania) powyżej 12 mm Hg (czułość, specyficzność i dokładność odpowiednio: 82%, 96% i 91% [28] oraz 84%, 100% i 98% [29]). We wcześniejszym doniesieniu Dujardin i wsp. [20] wyrazili inny pogląd na ten temat. W założeniach pracy autorzy przyjęli jednak odmienne kryterium rozpoznania restrykcyjnego profilu napływu mitralnego — skrócenie czasu deceleracji fali E przepływu mitralnego poniżej 150 ms.

Obecnie istnieje już obfita dokumentacja potwierdzająca diagnostyczne, a zwłaszcza prognostyczne znaczenie MPI w chorobie niedokrwiennej i zawale serca [19, 22, 30–36], w kardiomiopatii zastoinowej [20], w amyloidzie serca [37], w wadach zastawkowych [27, 38, 39], u chorych po transplantacji serca [15, 40, 41]. Wskaźnik pracy serca może być przydatnym parametrem w monitorowaniu kardiotoxycznego działania leków [42] oraz wpływu środków farmakologicznych na czynność serca płodu [43].

Dagdelen i wsp. [22] zaobserwowali podwyższone wartości MPI u chorych bez wywiadu zawalowego, z krytycznymi zwężeniami w tętnicach wieńcowych i sugerują, że MPI może być wskaźnikiem wczesnego uszkodzenia mięśnia sercowego. W okresie okołozawalowym wzrost MPI jest w głównej mierze następstwem wydłużenia ICT, co wskazuje na dominujące zaburzenia skurczu [19, 30]. Można sądzić, że zmiany MPI wyrażające opóźnienie czynności rozkurczowej ujawniają się w późniejszym okresie, w związku z kompensacyjnym przerostem mięśnia i przemodelowaniem lewej komory. Bruch i wsp. [44] stwierdzili, że u osób z chorobą wieńcową i izolowaną, rozkurczową dysfunkcją LV MPI nie różnił się istotnie w porównaniu z grupą kontrolną ($0,45 \pm 0,14$ vs. $0,40 \pm 0,11$, NS). Stwierdzono, że w okresie pierwszych godzin zawału MPI był znacznie podwyższony ($MPI \geq 0,63$) u chorych z powikłaniami kardiologicznymi podczas hospitalizacji [31], a także u tych, którzy zmarli lub wykazywali objawy niewydolności układu sercowo-naczyniowego w obserwacji kilkumiesięcznej i rocznej [18, 32–36]. W ostrym zawale ściany przedniej wartość $MPI \geq 0,6$ umożliwia wyróżnienie grupy chorych z istotnymi zaburzeniami hemodynamicznymi potwierdzonymi w badaniu inwazyjnym (ciśnienie zaklinowania w kapilarach płucnych [PCWP, *pulmonary capillary wedge pressure*] ≥ 18 mm Hg i/lub wskaźnik sercowy CI [*cardiac index*] $\leq 2,2$ l/min m²) [45]. Inni autorzy kwestionują wartość rokowniczą MPI w zawale serca [46, 47].

W idiopatycznej kardiomiopatii zastoinowej MPI nie wykazuje ścisłego związku z nasileniem dolegliwości lub z frakcją wyrzutową lewej komory, jednak w badaniach, które przeprowadzili Dujardin i wsp. [19] wśród chorych z $EF = 23 \pm 7$, MPI był istotnie wyższy ($0,85 \pm 0,32$) niż w grupie kontrolnej ($0,37 \pm 0,08$), a wartość $MPI \geq 0,77$ wskazywała na gorsze rokowanie odległe. Udokumentowano, że u chorych z objawową niewydolnością serca (HF, *heart failure*) wartość MPI jest istotnie wyższa i ma znaczenie rokownicze. Obserwacja prowadzona w grupie 60 chorych z objawami HF i $EF < 30\%$ przez okres 24 ± 19 miesięcy wykazała, że wartość $MPI > 1,14$ jest silnym, niezależnym wskaźnikiem zgonu lub konieczności wykonania pilnej transplantacji serca [48]. Zachęcające opinie na temat przydatności MPI w rozpoznawaniu ostrego odrzucenia przeszczepu po transplantacji serca [40, 41] nie zostały potwierdzone w innych badaniach [49]. W materiale, jaki przedstawili Burgess i wsp. [49], reakcja ostrego odrzucenia przeszczepu wiązała się ze zmianami ICT i IRT maskującymi summaryczne relacje czasowe. Czas skurczu izowolumetrycznego wydłużał się, prawdopodobnie wskutek zapalnego nacieczenia miokardium i upośledzenia czynności skurczowej, a IVRT się skrócił w wyniku rozwijającej się restrykcji mięśniowej.

Mózgowy peptyd natriuretyczny (BNP, *brain natriuretic peptide*) jest uznanym wskaźnikiem zaawansowania niewydolności serca [50, 51]. Ono i wsp. [52] wykazali, że spośród analizowanych wskaźników echokardiograficznych (w tym EF, ET, IRT, ICT oraz parametry dopplerowskie przepływu mitralnego: stosunek prędkości fali E do fali A, czas deceleracji fali E przepływu mitralnego) jedynie MPI istotnie różnił się między grupą chorych z $BNP \geq 73$ pg/ml a grupą chorych z $BNP < 73$ pg/ml (odpowiednio $0,57 \pm 0,24$ i $0,46 \pm 0,17$).

W istotnej, przewlekłej niedomykalności zastawki mitralnej (MR, *mitral regurgitation*) ocena funkcji LV na podstawie MPI nakazuje uwzględnienie, naturalnego dla tej wady, skrócenia ET [53, 54]. W efekcie wartości MPI są wyższe, nawet u chorych z prawidłową czynnością LV, a po zabiegu naprawczym lub wymianie zastawki ulegają zmniejszeniu [55]. Niemniej jednak w grupie chorych z MR MPI pozostaje wartościowym parametrem dysfunkcji LV. W badaniach, które przeprowadzili Bruch i wsp. [56], MPI był istotnie wyższy u chorych z czynnością MR, wtórną do kardiomiopatii niedokrwiennej lub zastoinowej ($EF 29 \pm 13\%$) niż u pacjentów z MR o etiologii zastawkowej ($EF 59 \pm 8\%$). Wykazano, że u chorych poddanych naprawczej operacji zastawki mitralnej $MPI \geq 0,7$ jest bardziej spe-

cyfrycznym i dokładnym wskaźnikiem zgonu lub niewydolności układu sercowo-naczyniowego w okresie okołoperacyjnym niż EF mniejsze od 40% [39].

Ograniczenia metody

Ograniczenia metod oceny stanu czynnościowego mięśnia sercowego na podstawie wskaźników czasowych to wymagana precyzja dokonywania pomiarów oraz miarowy rytm zatokowy. Zaburzenia rytmu i przewodzenia śródkomorowego zmieniają przebieg zjawisk hemodynamicznych w czasie i mogą oddziaływać na inotropizm [57, 58].

Pomiary czasowe, konieczne do obliczenia MPI, powinny być określane w jednym, analizowanym cyklu pracy serca. Tymczasem metodyka Tei zakłada, że w dwóch różnych cyklach (jeden zarejestrowany w okresie napływu, drugi w okresie wyrzutu) zjawiska czasowe i hemodynamiczne przebiegają w identyczny sposób. Na podstawie własnych doświadczeń w określaniu MPI autorzy zwracają uwagę, że takie uproszczenie wymaga właściwego doboru dwóch analizowanych cykli. Zwłaszcza czas trwania obu ewolucji musi być jednakowy. Ważny jest również przebieg zdarzeń czasowych w co najmniej dwóch poprzedzających cyklach, ze względu na ich wpływ inotropowy i stan obciążenia w analizowanej ewolucji [59]. W zmniejszeniu niemiarywości rytmu pomocne jest więc dokonywanie rejestracji podczas zatrzymanego oddechu (minimalizacja niemiarywości oddechowej) oraz unikanie pomiarów w ewolucjach następujących po ekstrakstolii.

U chorych z zaburzeniami przewodzenia śródkomorowego wartości MPI nie powinno się przyrównywać do ustalonych norm. Oznaczanie MPI może być u tych pacjentów przydatne w monitorowaniu czynności komór i w ocenie efektów stosowanego leczenia [60]. W wielu ośrodkach MPI wykorzystuje się jako obiektywny wskaźnik skuteczności leczenia metodą resynchronizacji pracy komór chorych z ciężką niewydolnością układu sercowo-naczyniowego i zaburzeniami przewodzenia śródkomorowego [61].

Streszczenie

Zaproponowany przez Tei i wsp. wskaźnik pracy serca (MPI) służy do oceny globalnej skurczowo-rozkurczowej funkcji komór na podstawie stosunku sumy czasów izowolumetrycznego skurczu i rozkurczu do czasu wyrzutu. Pomiarów można dokonywać metodą pulsacyjnego dopлера przepływowego, dopлера tkankowego lub automatycznej detekcji wsierdza, a wartości MPI zależą od zastosowanej metody. Wskaźnik pracy serca można wykorzystywać w ocenie funkcji zarówno lewej, jak i prawej komory. Jest wskaźnikiem niezależnym od geometrii

Zależność MPI zarówno od czynności skurczowej, jak i rozkurczowej LV jest jednocześnie zaletą i wadą. Podwyższona wartość MPI, podobnie jak BNP [52], może ułatwić obiektywizację dolegliwości zgłaszanych przez chorych oraz rozpoznanie niewydolności serca, nawet przed wystąpieniem objawów klinicznych [22]. Jednak o charakterze dominujących zaburzeń można wnioskować jedynie na podstawie bardziej długotrwałego, oddzielnego oznaczenia czasu trwania izowolumetrycznego skurczu i rozkurczu.

Wnioski

1. Wskaźnik pracy serca wskazuje na stopień upośledzenia globalnej, skurczowo-rozkurczowej pracy komór.
2. Metodyka oceny MPI jest łatwa, a powtarzalność uzyskanych wyników duża.
3. Wartości MPI zależą od metody, za pomocą której dokonano pomiarów czasu trwania podokresów cyklu pracy serca.
4. Wskaźnik pracy serca jest parametrem niezależnym od geometrii komory, częstości pracy serca, obciążenia wstępnego i stopnia niedomykalności zastawki mitralnej, a wpływ wieku na MPI jest nieistotny.
5. Wskaźnik pracy serca ma dużą wartość rokowniczą i jest przydatny w monitorowaniu przebiegu choroby oraz stosowanego leczenia.
6. Wskaźnik pracy serca może ułatwić różnicowanie między prawidłowym a pseudonormalnym/restrykcyjnym profilem przepływu mitralnego.

Wskaźnik pracy serca nie zastąpi z pewnością frakcji wyrzutowej oraz doplerowskich wskaźników przepływu mitralnego w ocenie czynności skurczowej i rozkurczowej LV, ale może być ich cennym uzupełnieniem. Zdaniem autorów, na podstawie piśmiennictwa i własnych doświadczeń, MPI można rekomendować jako prosty, użyteczny, odtwarzalny i powtarzalny wskaźnik funkcji serca, zwłaszcza w badaniach seryjnych.

komory, częstości pracy serca, obciążenia wstępnego i stopnia niedomykalności zastawki mitralnej, a wpływ wieku na MPI jest nieistotny. Wskaźnik ten jest łatwy do obliczenia, charakteryzuje się dużą powtarzalnością wyników, ma znaczącą wartość rokowniczą i jest przydatny w monitorowaniu przebiegu chorób serca. Wskaźnik pracy serca może ułatwić różnicowanie między prawidłowym a pseudonoramlnym/restrykcyjnym profilem przepływu mitralnego. Ograniczeniem metody jest wymagana precyzja dokonywania pomiarów oraz miarowy rytm zatokowy. U chorych z zaburzeniami przewodzenia śródkomorowego MPI stosuje się w monitorowaniu czynności komór i w ocenie efektów stosowanego leczenia, m.in. metodą resynchronizacji pracy komór u chorych z ciężką niewydolnością serca. (Folia Cardiol. 2005; 12: 412–420)

wskaźnik pracy serca, funkcja komór, echokardiografia

Piśmiennictwo

1. Thomas M., Fox K., Coats A., Sutton G. The epidemiological enigma of heart failure with preserved systolic function. *Eur. J. Heart Fail.* 2004; 6: 125–136.
2. Badano L.P., Albanese M.C., De Biaggio P. i wsp. Prevalence, clinical characteristics, quality of life, and prognosis of patients with congestive heart failure and isolated left ventricular diastolic dysfunction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004; 17: 253–261.
3. Kasprzak J.D., Wierzbowska-Drabik K., Drożdż J. Ocena czynności lewej komory — funkcja skurczowa i rozkurczowa. W: Podolec P., Tracz W., Hoffman P. red. *Echokardiografia praktyczna. Tom I. Kolegium Redakcyjne oraz Astra Zeneca, Kraków 2004: 135–147.*
4. Weissler A.M., Harris W.S., Schoenfeld C.D. Systolic time intervals in heart failure in man. *Circulation.* 1968; 37: 149–159.
5. Tei C., Ling L.H., Hodge D.O. i wsp. 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.
6. Kurzyna M., Torbicki A., Pruszczyk P. Ocena prawej komory. W: Hoffman P., Kasprzak J.D. red. *Echokardiografia. Via Medica, Gdańsk 2004; 52–58.*
7. Spencer K.T., Kirkpatrick J.N., Mor-Avi V., Decara J.M., Lang R.M. Age dependency of the Tei index of myocardial performance. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004; 17: 350–352.
8. Munagala V.K., Jacobsen S.J., Mahoney D.W., Rodeheffer R.J., Bailey K.R., Redfield M.M. Association of newer diastolic function parameters with age in healthy subjects: a population-based study. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2003; 16: 1049–1056.
9. Gardin J.M., Davidson D.M., Rohan M.K. i wsp. Relationship between age, body size, gender, and blood pressure and Doppler flow measurements in the aorta and pulmonary artery. *Am. Heart J.* 1987; 113: 101–109.
10. Spirito P., Maron B.J. Influence of aging on Doppler echocardiographic indices of left ventricular diastolic function. *Br. Heart J.* 1988; 59: 672–679.
11. Poulsen S.H., Nielsen J.C., Andersen H.R. The influence of heart rate on the Doppler-derived myocardial performance index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2000; 13: 379–384.
12. Ulucam M., Yildirim A., Muderrisoglu H. i wsp. Effects of hemodialysis on myocardial performance index. *Adv. Ther.* 2004; 21: 96–106.
13. Eidem B.W., O'Leary P.W., Tei C., Seward J.B. Usefulness of the myocardial performance index for assessing right ventricular function in congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.* 2000; 86: 654–658.
14. Ishii M., Eto G., Tei C. i wsp. Quantitation of the global right ventricular function in children with normal heart and congenital heart disease: a right ventricular myocardial performance index. *Pediatr. Cardiol.* 2000; 21: 416–421.
15. Prakash A., Printz B.F., Lamour J.M., Addonizio L.J., Glickstein J.S. Myocardial performance index in pediatric patients after cardiac transplantation. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004; 17: 439–442.
16. Chockalingam A., Gnanavelu G., Alagesan R., Subramaniam T. Myocardial performance index in evaluation of acute right myocardial infarction. *Echocardiography* 2004; 21: 487–494.
17. Spencer K.T., Weinert L., Avi V.M., DeCara J., Lang R.M. Automated calculation of the Tei index from signal averaged left ventricular acoustic quantification wave forms. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2002; 15: 1485–1489.
18. Tekten T., Onbasili A.O., Ceyhan C., Unal S., Discigil B. Novel approach to measure myocardial performance

- index: pulsed-wave tissue Doppler echocardiography. *Echocardiography*. 2003; 20: 503–510.
19. Poulsen S.H., Jensen S.E., Tei C., Seward J.B., Egstrup K. Value of the Doppler index of myocardial performance in the early phase of acute myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2000; 13: 723–730.
 20. Dujardin K.S., Tei C., Yeo T.C., Hodge D.O., Rossi A., Seward J.B. Prognostic value of a Doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic-dilated cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.* 1998; 82: 1071–1076.
 21. Tei C., Nishimura R.A., Seward J.B., Tajik A.J. Non-invasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1997; 10: 169–178.
 22. Dagdelen S., Eren N., Karabulut H., Caglar N. Importance of the index of myocardial performance in evaluation of left ventricular function. *Echocardiography* 2002; 19: 273–278.
 23. LaCorte J.C., Cabreriza S.E., Rabkin D.G. i wsp. Correlation of the Tei index with invasive measurements of ventricular function in a porcine model. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2003; 16: 442–447.
 24. Hole T., Vegsundvag J., Skjaerpe T. Estimation of left ventricular ejection fraction from Doppler derived myocardial performance index in patients with acute myocardial infarction: agreement with echocardiographic and radionuclide measurements. *Echocardiography* 2003; 20: 231–236.
 25. Pontillo D., Patruno N., Capezzuto A., Serra F., Sasara M., Scabbia E.V. Comparison of two different methods for the evaluation of left ventricular ejection fraction in patients with coronary artery disease. *Angiology* 2002; 53: 693–698.
 26. Herrmann B.L., Bruch C., Saller B., Bartel T., Ferdin S., Erbel R., Mann K. Acromegaly: evidence for a direct relation between disease activity and cardiac dysfunction in patients without ventricular hypertrophy. *Clin. Endocrinol.* 2002; 56: 595–602.
 27. Mugerwa J.A., Kiatchoosakun S., Restivo J., Hoit B.D. The myocardial performance index in patients with aortic stenosis. *Echocardiography*. 2002; 19: 267–272.
 28. Zhang H., Otsuji Y., Matsukida K. i wsp. Noninvasive differentiation of normal from pseudonormal/restrictive mitral flow using Tei index combining systolic and diastolic function. *Circ. J.* 2002; 66: 831–836.
 29. Abd-El-Rahim A.R., Otsuji Y., Yuasa T. i wsp. Noninvasive differentiation of pseudonormal/restrictive from normal mitral flow by Tei index: a simultaneous echocardiography-catheterisation study in patients with acute anteroseptal myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2003; 16: 1231–1236.
 30. Cacciapuoti F., Arciello A., Fiandra M., Manfredi E., Cacciapuoti F., Lama D. Index of myocardial performance after early phase of myocardial infarction in relation to its location. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004; 17: 345–349.
 31. Ascione L., De Michele M., Accadia M. i wsp. 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.
 32. Lavine S.J. Prediction of heart failure post myocardial infarction: comparison of ejection fraction, transmitral filling parameters, and the index of myocardial performance. *Echocardiography* 2003; 20: 691–701.
 33. Moller J.E., Sondergaard 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; 14: 249–255.
 34. Poulsen S.H., Jensen S.E., Nielsen J.C., Moller J.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; 85: 19–25.
 35. 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.
 36. Szymanski 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; 25: 378–383.
 37. Tei C., Dujardin K.S., Hodge D.O., Kyle R.A., Tajik A.J., Seward J.B. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J Am Coll Cardiol.* 1996; 28: 658–664.
 38. Haque A., Otsuji Y., Yoshifuku S. i wsp. Effects of valve dysfunction on Doppler Tei index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2002; 15: 877–883.
 39. Al-Mukhaini M., Argentin S., Morin J.F., Benny C., Cusson D., Huynh T. Myocardial performance index as predictor of adverse outcomes following mitral valve surgery. *Eur. J. Echocardiogr.* 2003; 4: 128–134.
 40. Vivekananthan K., Kalapura T., Mehra M., Lavie C., Milani R., Scott R., Park M. Usefulness of the combined index of systolic and diastolic myocardial performance to identify cardiac allograft rejection. *Am. J. Cardiol.* 2002; 90: 517–520.
 41. Toumanidis S.T., Papadopoulou E.S., Saridakis N.S. i wsp. Evaluation of myocardial performance index to predict mild rejection in cardiac transplantation. *Clin. Cardiol.* 2004; 27: 352–358.

42. Ocal B., Oguz D., Karademir S. i wsp. Myocardial performance index combining systolic and diastolic myocardial performance in doxorubicin-treated patients and its correlation to conventional echo/Doppler indices. *Pediatr. Cardiol.* 2002; 23: 522–527.
43. Mori Y., Rice M.J., McDonald R.W. i wsp. Evaluation of systolic and diastolic ventricular performance of the right ventricle in fetuses with ductal constriction using the Doppler Tei index. *Am. J. Cardiol.* 2001; 88: 1173–1178.
44. Bruch C., Schmermund A., Dages N., Katz M., Bartel T., Erbel R. Tei-Index in coronary artery disease-validation in patients with overall cardiac and isolated diastolic dysfunction. *Z. Kardiol.* 2002; 91: 472–480.
45. Takasaki K., Otsuji Y., Yoshifuku S. i wsp. Noninvasive estimation of impaired hemodynamics for patients with acute myocardial infarction by Tei index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004; 17: 615–621.
46. Schwammenthal E., Adler Y., Amichai K. i wsp. Prognostic value of global myocardial performance indices in acute myocardial infarction: comparison to measures of systolic and diastolic left ventricular function. *Chest.* 2003; 124: 1645–1651.
47. Hole T., Skaerpe T. Myocardial performance index (Tei index) does not reflect long-term changes in left ventricular function after acute myocardial infarction. *Echocardiography* 2003; 20: 1–7.
48. Harjai K.J., Scott L., Vivekananthan K., Nunez E., Edupuganti R. The Tei index: a new prognostic index for patients with symptomatic heart failure. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2002; 15: 864–868.
49. Burgess M.I., Bright-Thomas R.J., Yonan N., Ray S.G. Can the index of myocardial performance be used to detect acute cellular rejection after heart transplantation? *Am. J. Cardiol.* 2003; 92: 308–311.
50. Mukoyama M., Nakao K., Saito Y. i wsp. Increased human brain natriuretic peptide In congestive heart failure. *N. Engl. J. Med.* 1990; 323: 757–758.
51. Wei C.M., Heubleim D.M., Perrella M.A. i wsp. Natriuretic peptide system in human heart failure. *Circulation.* 1993; 88: 1004–1009.
52. Ono M., Tanabe K., Asanuma T. i wsp. Doppler echocardiography-derived index of myocardial performance (Tei index) — comparison with brain natriuretic peptide levels in various heart diseases. *Jpn. Circ. J.* 2001; 65: 637–642.
53. Moskovitz R.L., Wechsler B.M. Left ventricular ejection time in aortic and mitral valve disease. *Am. J. Cardiol.* 1965; 15: 809–814.
54. Kitchiner D.J., Lewis B.S., Gotsman M.S. Systolic time intervals in mitral incompetence. *Chest* 1973; 64: 711–718.
55. Haque A., Otsuji Y., Yoshifuku S. i wsp. Effects of valve dysfunction on Doppler Tei index. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2002; 15: 877–883.
56. Bruch C., Schmermund A., Dages N., Katz M., Bartel T., Erbel R. Tei-index in symptomatic patients with primary and secondary mitral regurgitation. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2002; 18: 101–110.
57. Duncan A.M., Francis D.P., Henein M.Y., Gibson D.G. Importance of left ventricular activation in determining myocardial performance (Tei) index: comparison with total isovolumic time. *Int. J. Cardiol.* 2004; 95: 211–217.
58. Chlebus H. Niewydolność serca. PZWL, Warszawa 1990; 105–109.
59. Tabata T., Grimm R.A., Greenberg N.L. i wsp. Assessment of LV systolic function in atrial fibrillation using an index of preceding cardiac cycles. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2001; 281: 573–580.
60. Dąbrowska-Kugacka A. Znaczenie echokardiografii u chorych z niewydolnością serca, leczonych stałą stymulacją serca. *Folia Cardiol.* 2004; 11: 227–238.
61. Breithardt O.A., Stellbrink C., Franke A. i wsp. Acute effects of cardiac resynchronization therapy on left ventricular Doppler indices in patients with congestive heart failure. *Am. Heart J.* 2002; 143: 33–44.