

Ilościowa ocena funkcji prawej i lewej komory metodą Dopplera pulsacyjnego z użyciem wskaźnika sprawności mięśnia serca u zdrowych płodów między 18 a 40 tygodniem ciąży

Quantitative assessment of the right and the left ventricular function using pulsed Doppler myocardial performance index in normal fetuses at 18 to 40 weeks of gestation

Hamela-Olkowska Anita, Szymkiewicz-Dangel Joanna

Poradnia Perinatologii i Kardiologii Perinatalnej, II Katedra i Klinika Położnictwa i Ginekologii
Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

Streszczenie

Cel pracy: Ocena wartości wskaźnika sprawności mięśnia serca (MPI, Tei index) mierzonego metodą Dopplera pulsacyjnego dla lewej (Tei index LV) oraz prawej (Tei index RV) komory u zdrowych płodów między 18 a 40 tygodniem ciąży.

Materiał i metody: Badania echokardiograficzne przeprowadzono w referencyjnym ośrodku kardiologii płodowej u 140 zdrowych płodów. Tei index liczono ze wzoru $(a-b)/b$. Czas a mierzono od końca do początku kolejnego napływu przez zastawkę mitralną i trójdzielną. Czas b mierzono od otwarcia do zamknięcia zastawki aortalnej i pnia płucnego.

Wyniki: Wartość Tei index LV wynosiła śr. $0,47 \pm 0,07$, a Tei index RV śr. $0,48 \pm 0,1$. Stwierdzono dodatnią korelację Tei index RV z Tei index LV ($p=0,008$; $r=0,22$). Wartości Tei index dla obu komór nie różniły się znamienne między sobą ($p=0,41$). Dla lewej i prawej komory wskaźnik sprawności mięśnia serca był niezależny od rytmu serca płodu i tygodnia ciąży.

Wnioski: Obliczone wartości normatywne wskaźnika sprawności mięśnia serca mogą posłużyć do porównania stopnia nasilenia zmian funkcji miokardium w różnych stanach patologicznych u płodów.

Słowa kluczowe: **Tei index / wskaźnik sprawności mięśnia serca / badania dopplerowskie płodu / funkcja mięśnia sercowego płodu / echokardiografia płodowa /**

Adres do korespondencji:

Anita Hamela-Olkowska
Poradnia Perinatologii i Kardiologii Perinatalnej, II Katedra i Klinika Położnictwa i Ginekologii WUM
ul. Karowa 2, 00-315 Warszawa, Polska
tel/fax: (+48 22 596 61 67
e-mail: anita.hamela@gmail.com

Otrzymano: 10.10.2010
Zaakceptowano do druku: 20.01.2011

Abstract

Objective: To establish the values of the pulsed Doppler myocardial performance index (MPI, Tei index) for the left and the right ventricle in normal fetuses at 18 to 40 weeks gestation.

Material and methods: Echocardiography exams were performed in 140 normal fetuses at 18 to 40 weeks gestation at the tertiary centre for fetal cardiology. MPI was calculated in pulsed Doppler using formula: $(a-b)/b$. The time a was measured from a closure click to the subsequent opening click of the mitral/tricuspid valve and time b from opening to the closure clicks of the aortic/pulmonary valve.

Results: The mean MPI for the LV was 0.47 ± 0.07 and for RV 0.48 ± 0.1 . There was no difference between the Tei index LV and the Tei index RV ($p=0.41$). We observed a linear correlation between the Tei index LV and the Tei index RV ($p=0.008$; $r=0.22$). Fetal heart rate and gestational age had no effect on the MPI for both ventricles.

Conclusions: The assessed normal values of Tei index for the left and the right ventricles in fetuses may be used in comparison of myocardial performance in various clinical settings.

Key words: **Tei index / myocardial performance index / fetal Doppler / fetal cardiac function / fetal echocardiography /**

Wstęp

Wskaźnik sprawności mięśnia serca (Tei index, MPI – *myocardial performance index*) jest nieinwazyjną, ilościową metodą dopplerowską oceny funkcji mięśnia sercowego w różnych jednostkach chorobowych, zarówno u dorosłych, jak i u dzieci [1, 2, 3, 4].

Został po raz pierwszy wykorzystany w 1995 roku przez Tei i wsp. do oceny stanu miokardium u osób z kardiomiopatią rozstrzeniową [5]. Jego wartość nie zależy od rytmu serca, budowy komór ani ciśnienia tętniczego [6]. W przypadku dysfunkcji komór czas wyrzutu ulega skróceniu, a czas skurczu i rozkurczu izowolumetrycznego wydłużeniu, co prowadzi do podwyższenia wartości Tei index [7].

W kardiologii płodowej wskaźnik sprawności mięśnia serca został zastosowany po raz pierwszy w 1999 roku [8].

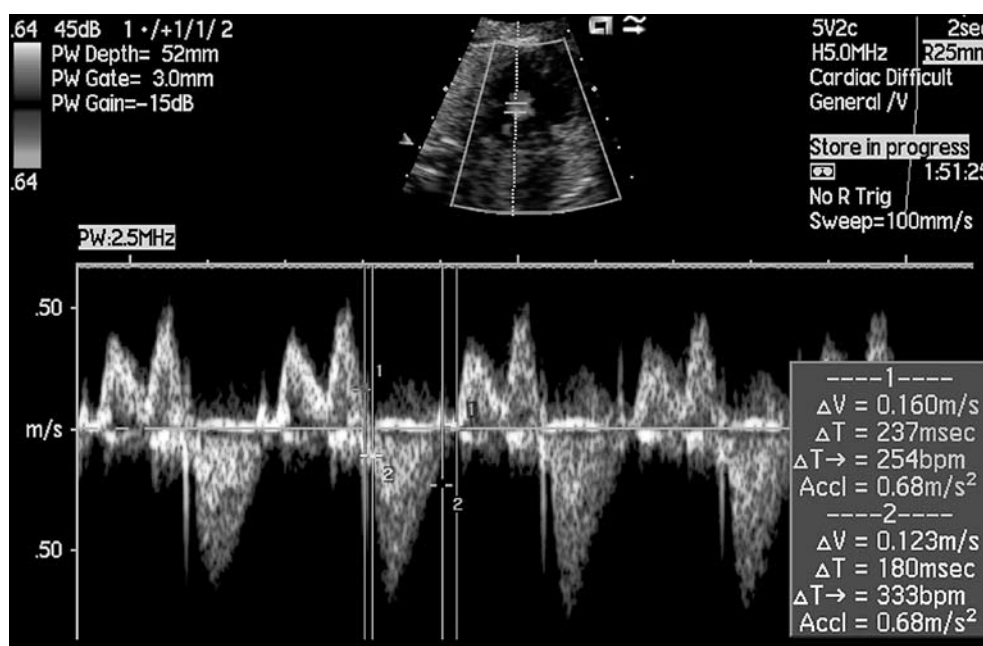
W populacji polskiej dokonano oceny Tei index u płodów między 6 a 10 tygodniem ciąży oraz między 11 a 13,6 tygodniem ciąży [9, 10]. Dotychczas w polskim piśmiennictwie nie opublikowano norm dla Tei index u płodów w II i III trymestrze ciąży.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wartości wskaźnika sprawności mięśnia serca mierzonych metodą Dopplera pulsacyjnego dla lewej (Tei index LV) oraz prawej (Tei index RV) komory u zdrowych płodów między 18 a 40 tygodniem ciąży.

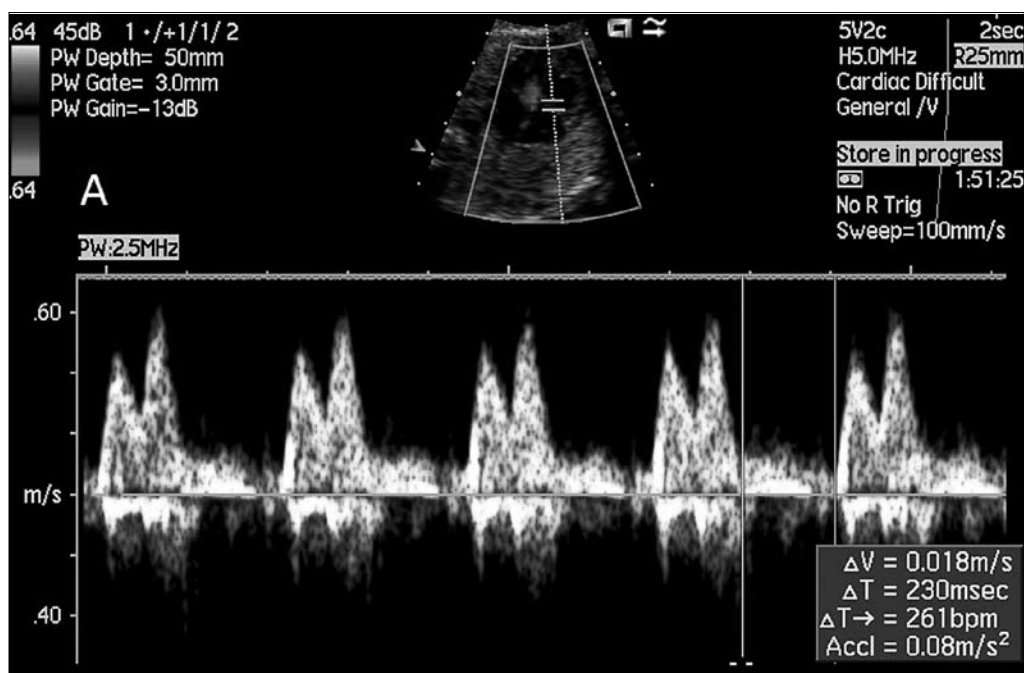
Materiał i metody

Grupę badaną stanowiło 140 płodów z ciąż pojedynczych, u których w trakcie badania echokardiograficznego stwierdzono rytm zatokowy, prawidłową anatomię i funkcję układu krążenia oraz prawidłową anatomię innych narządów. Wiek płodów według biometrii wynosił od 18 do 40 tygodni.



Rycina 1. Pomiar Tei index LV w 28 tygodniu ciąży. Pomiar 1 – czas a między zamknięciem a otwarciem zastawki mitralnej w kolejnym cyklu pracy serca. Pomiar 2 – czas b wyrzutu do aorty wstępującej.

Ilościowa ocena funkcji prawej i lewej komory metodą Dopplera pulsacyjnego z użyciem wskaźnika sprawności mięśnia serca...



Rycina 2A. Pomiar Tei index RV w 28 tygodniu ciąży. Pomiar czasu a między zamknięciem a otwarciem zastawki trójdzielnej cyklu pracy serca.

Ciężarne były w wieku od 17 do 47 lat (średnio $29 \pm 4,7$ lat). 58 (41%) z nich stanowiły pierwiastki. Żadna z kobiet nie przyjmowała leków mogących wpływać na stan płodowego układu krążenia.

Celem oceny zależności wartości Tei index LV oraz Tei index RV od wieku ciąży w sposobie doboru płodów do grupy badanej zastosowano losowanie warstwowe w ramach następujących podgrup tygodni ciąży: 18-22, 23-28, 29-34 oraz 35-40. Ze względów statystycznych grupę dobrano tak, aby w poszczególnych przedziałach tygodni była zbliżona liczba płodów.

Tei index oceniano stosując metodę opisaną po raz pierwszy w 1995 roku przez Tei i wsp. oraz jej modyfikację dla lewej komory u płodów przedstawioną przez Friedman i wsp. w 2003 roku [5, 11].

Tei index liczono ze wzoru $(a-b)/b$, gdzie a jest sumą czasu skurczu izowolumetrycznego, czasu wyrzutu oraz czasu rozkurczu izowolumetrycznego, a b jest czasem wyrzutu. Celem oceny Tei index dla lewej komory uzyskiwano jednoczesowy przepływ przez zastawkę mitralną i napływ do aorty w obrazie 5-jamowym serca. (Rycina 1).

Dla prawej komory wykonywano osobno przepływ przez zastawkę trójdzielną oraz napływ do pnia płucnego jeden po drugim tak, aby różnica w rytmie serca między przepływami nie była większa niż 5u/min. (Rycina 2).

Czas a mierzono od końca do początku kolejnego napływu przez zastawkę mitralną i trójdzielną. Czas b mierzono od otwarcia do zamknięcia zastawki aortalnej i pnia płucnego. Czas a i b dla prawej komory mierzono na przepływach najbardziej zbliżonych do siebie czasowo, tj. między dwoma ostatnimi przepływami przez zastawkę trójdzielną i pierwszym przepływie przez zastawkę pnia płucnego.

Badania dopplerowskie przeprowadzano, gdy płód pozostawał w bezruchu i nie wykonywał ruchów oddechowych. Stosowano aparat Acuson Sequoia 512 (Siemens Medical Solutions)

oraz sondę przezbrzuszną convex o częstotliwościach od 3,5 do 6 MHz.

Pacjentki podpisały świadomą zgodę na badanie echokardiograficzne płodu. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu SPSS 15.0. (Chicago, IL, USA). Do badania korelacji liniowej posłużono się współczynnikiem korelacji Pearsona (r). Do oceny wpływu FHR (*fetal heart rate*) i tygodnia ciąży na wartość Tei index LV oraz Tei index RV przeprowadzono analizę regresji liniowej. Obliczono 5. i 95. percentyl wartości Tei index dla lewej i prawej komory. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

Zmienność pomiarów Tei index LV oraz Tei index RV wykonanych między dwoma badaczami (*interobserver variability*) obliczono przy użyciu współczynnika korelacji wewnątrzgrupowej (ICC – *intraclass correlation coefficient*), z wyznaczeniem 95% przedziału ufności (CI – *confidence interval*).

Wyniki

Wszystkie płody miały rytm zatokowy od 120 do 167/min. Wartość Tei index LV wynosiła od 0,29 do 0,68 (śr. $0,47 \pm 0,07$). Była niezależna od FHR i tygodnia ciąży. (Rycina 3).

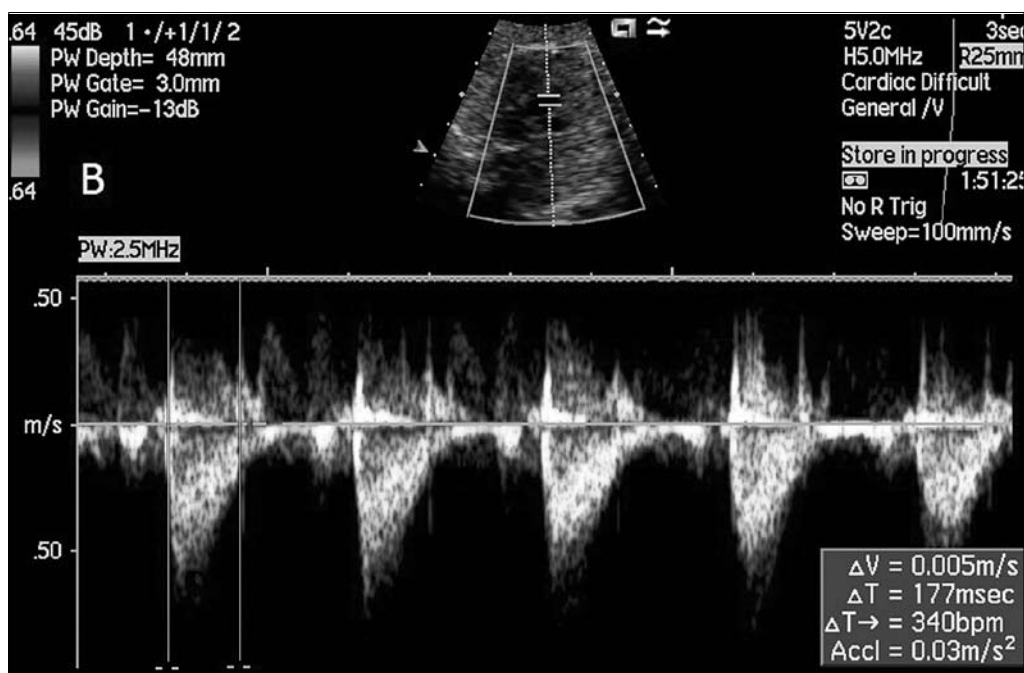
5. i 95. percentyl wartości Tei index LV dla całej grupy badanej wynosił odpowiednio 0,35 i 0,60.

Tei index dla prawej komory wynosił od 0,31 do 0,85 (śr. $0,48 \pm 0,1$). Wartość Tei index RV była niezależna od FHR i tygodnia ciąży. (Rycina 4).

5. i 95. percentyl wartości Tei index RV dla całej grupy badanej wynosił odpowiednio 0,32 i 0,68. Stwierdzono dodatnią korelację Tei index RV z Tei index LV ($p=0,008$; $r=0,22$). Wartości Tei index dla obu komór nie różniły się statystycznie między sobą ($p=0,41$).

Uzyskano wysoką zgodność wartości pomiarów wykonanych przez dwóch badających.

Hamela-Olkowska A, et al.



Rycina 2B. Pomiar Tei index RV w 28 tygodniu ciąży. Pomiar czasu *b* wyrzutu do pnia płucnego.

Współczynnik korelacji wewnątrzgrupowej (ICC) dla Tei index LV wynosił 0,93 (z 95% przedziałem ufności (CI) od 0,75-0,98), a dla Tei index RV: 0,92 (z 95% przedziałem ufności (CI) od 0,70-0,97).

Dyskusja

Tsutsumi i wsp. jako pierwsi opisali zastosowanie Tei index u zdrowych płodów [8]. Obliczona przez nich na 50 przypadkach wartość Tei index LV między 18 a 26 tygodniem ciąży wynosiła $0,62 \pm 0,07$, a Tei index RV $0,62 \pm 0,06$. Po 34 tygodniu ciąży Tei index LV miał wartość $0,43 \pm 0,03$, a Tei index RV $0,49 \pm 0,05$ i dla obu komór obniżał się znacząco wraz z czasem trwania ciąży. Zjawisko to autorzy tłumaczą poprawą funkcji mięśnia sercowego wraz z zaawansowaniem ciąży.

W badanej grupie nie wykazano zależności między Tei index dla lewej i prawej komory a czasem trwania ciąży. Podobne obserwacje mieli również inni badacze. W doniesieniu Mori i wsp. Tei index LV wynosił $0,34 \pm 0,03$, a Tei index RV $0,35 \pm 0,07$ i nie zmieniał się między 20 a 39 tygodniem ciąży [12]. Stałe wartości Tei index w drugim i trzecim trymestrze opisali także Falkensammer i wsp. (Tei index RV - $0,38 \pm 0,04$ i Tei index LV - $0,41 \pm 0,05$), Eidem i wsp. (Tei index LV - $0,36 \pm 0,06$ i Tei index RV - $0,35 \pm 0,05$), Friedman i wsp. (Tei index LV - $0,53 \pm 0,13$), Raboisson i wsp. (Tei index LV - $0,37 \pm 0,08$) oraz Van Mieghem i wsp. (Tei index LV - $0,34 \pm 0,05$) [11, 13, 14, 15, 16].

Najliczniejszą grupę zdrowych płodów, u których zmierzono Tei index LV opisali Hernandez-Andrade i wsp. [17]. Na 557 przypadkach wykazali, że Tei index LV wzrasta nieznacznie statystycznie z $0,35 \pm 0,027$ w 19 tygodniu do $0,37 \pm 0,029$ w 39 tygodniu ciąży.

W badanej grupie wartość średnia Tei index LV wynosiła $0,47 \pm 0,07$, a Tei index RV $0,48 \pm 0,1$, co odbiega od niektórych danych z piśmiennictwa. Różnice te wynikają zarówno ze sposobu pomiaru czasów przewodzenia niezbędnych do obliczenia

wartości Tei index, jak i aparatu ultrasonograficznego oraz używanego oprogramowania. W naszym ośrodku stosujemy technikę przedstawioną w 2003 roku przez Friedman i wsp., uwzględniającą początek i koniec napływu przez zastawki jako miejsca umieszczenia markerów [11].

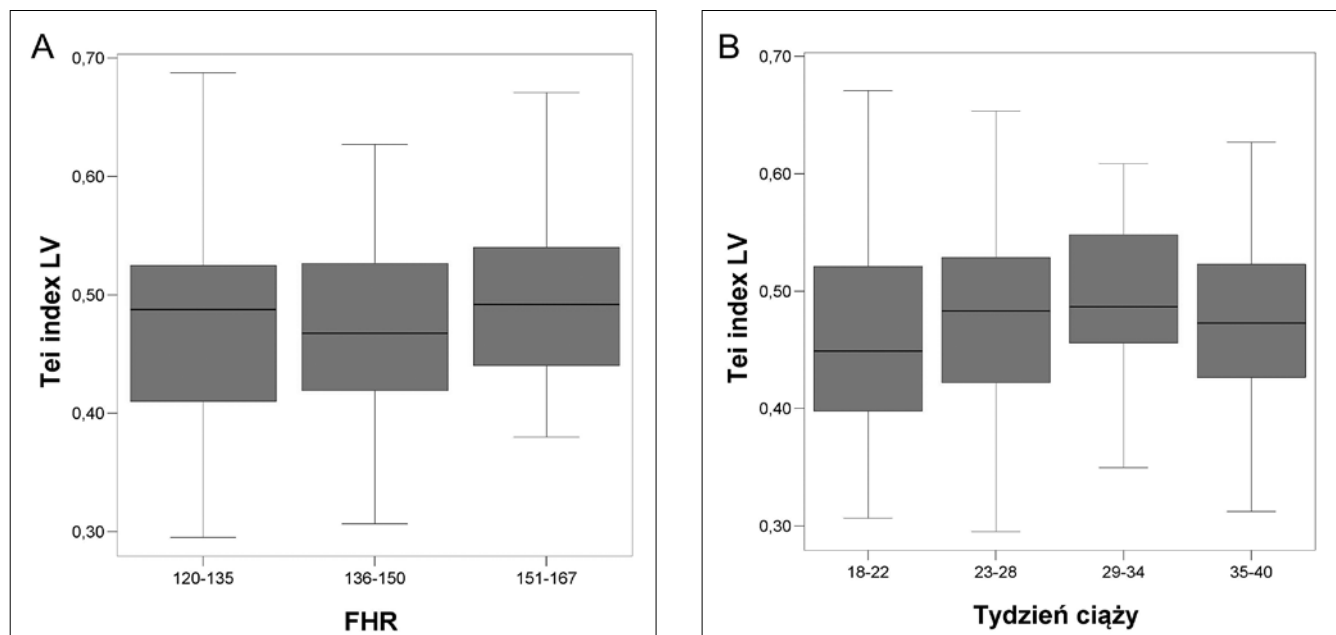
W 2005 roku Hernandez-Andrade i wsp. opisali nowy sposób pomiaru (tzw. zmodyfikowany Tei index), polegający na wykorzystaniu klików zastawek przedsionkowo-komorowych i naczyniowych jako znaczników do oceny czasów [18]. Pomiar przeprowadza się między klikami, co prowadzi do zmniejszenia wartości czasu *a* we wzorze do obliczenia wskaźnika sprawności mięśnia serca. W konsekwencji otrzymane wartości są niższe. Wydaje się więc, że technika badania i wartości normatywne powinny być ustalane osobno dla każdego ośrodka, a osoby wykonujące pomiary powinny je przeprowadzać w ten sam sposób.

Przedstawiona w niniejszej pracy niezależność wartości Tei index od rytmu serca zdrowych płodów pokrywa się z doniesieniami innych autorów [11, 15]. Jest to ponadto druga co do liczebności populacja płodów (po Hernandez-Andrade i wsp.), dla której ustalono wartości normatywne Tei index LV dla drugiego i trzeciego trymestru ciąży, a pierwsza co do wielkości grupa, w której oceniono Tei index RV [17].

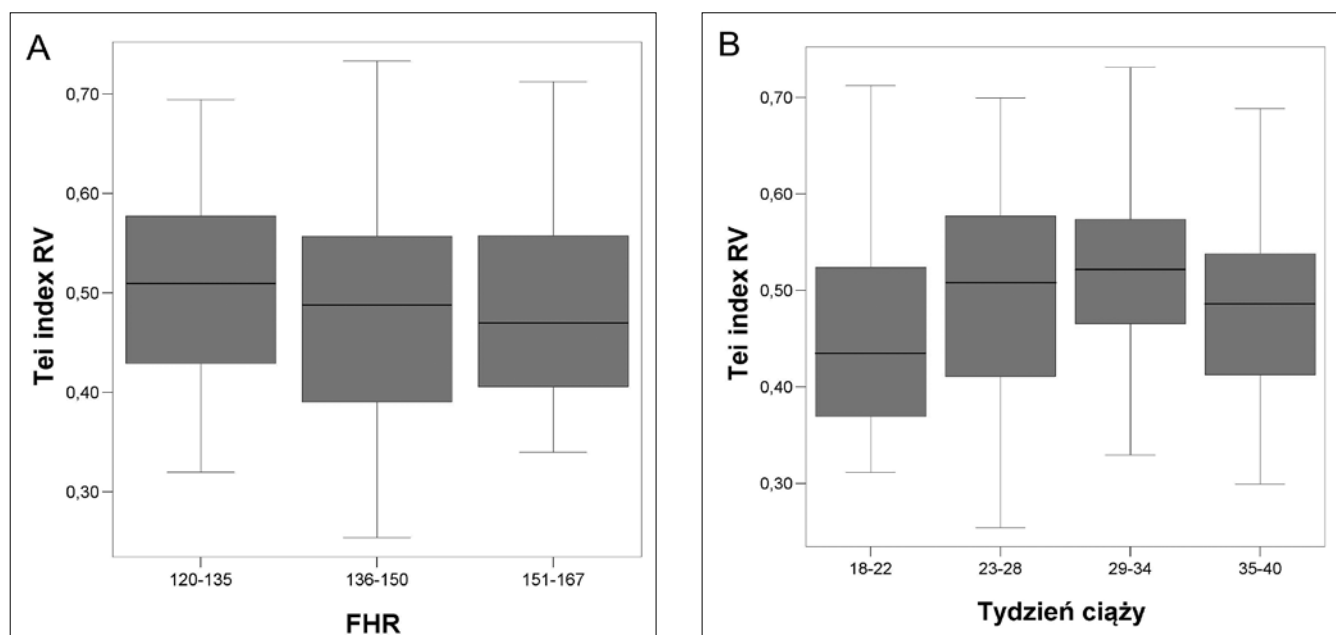
Istnieją doniesienia o podwyższeniu Tei index, czyli o pogorszeniu globalnej funkcji komór, u płodów matek z cukrzycą przedciążową, hipotrofią wewnątrzmaciczną, uogólnionym obrzękiem nieimmunologicznym, restrykcyjnym przewodem tętniczym, zespołem Ebsteina, dużego stopnia niedomykalnością zastawki trójdzielnej, biorców w przebiegu zespołu przetoczenia między płodami, w gruczolakotorbielowości płuc oraz zespole uogólnionej reakcji zapalnej u płodu [12, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Z kolei Api i wsp. nie zauważyli pogorszenia funkcji miokardium mierzonej wartością wskaźnika sprawności mięśnia serca u płodów matek w stanie przedrzucawkowym [25].

Ilościowa ocena funkcji prawej i lewej komory metodą Dopplera pulsacyjnego z użyciem wskaźnika sprawności mięśnia serca...



Rycina 3. Wartość Tei index dla lewej komory od: **A** – FHR ($p=0,63$; $r=0,04$); **B** – tygodnia ciąży ($p=0,4$; $r=0,07$).



Rycina 4. Wartość Tei index dla prawej komory w zależności od: **A** – FHR ($p=0,419$; $r=0,07$); **B** – tygodnia ciąży ($p=0,149$; $r=0,123$).

Friedman i wsp. proponują, by pomiar wskaźnika Tei index był rutynowo stosowany w analizie dobrostanu płodu [11]. Choć jest on stosunkowo łatwy do oceny przez przeszkolone osoby, w warunkach polskich jest wykorzystywany głównie w ośrodkach kardiologii prenatalnej.

W naszej poradni posługujemy się nim na co dzień i uważamy go za najlepszy parametr w ocenie funkcji komór serca u płodów już od pierwszego trymestru ciąży.

Wnioski

1. Wskaźnik sprawności mięśnia serca dla obu komór u płodów między 18 a 40 tygodniem nie zależy od częstości rytmu serca płodu ani wieku ciąży.
2. Wartości Tei index dla lewej i prawej komory nie różnią się między sobą.
3. Obliczone wartości normatywne wskaźnika sprawności mięśnia serca mogą posłużyć do porównania stopnia nasilenia zmian w funkcji miokardium w różnych stanach patologicznych u płodów.

Hamela-Olkowska A, et al.

Piśmiennictwo

1. Takasaki K, Gillinov A, Yamano T, [et al.]. Detection of left ventricular dysfunction with Tei index in normal ejection fraction patients with mitral regurgitation before mitral valve surgery. *Am J Cardiol.* 2009, 103, 1011-1014.
2. Mishra R, Kizer J, Palmieri V, [et al.]. Utility of the myocardial performance index in a population with high prevalences of obesity, diabetes and hypertension: the strong heart study. *Echocardiography.* 2007, 24, 340-347.
3. Patel D, Cui W, Gambetta K, [et al.]. A comparison of Tei index versus systolic to diastolic ratio to detect left ventricular dysfunction in pediatric patients. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009, 22, 152-158.
4. Zacharska-Kokot E. The myocardial performance index in children after surgical correction of congenital malformations with intracardiac shunt. *Kardiol Pol.* 2007, 65, 143-150.
5. 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.
6. Tei C, Dujardin K, Hodge D, [et al.]. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J Am Coll Cardiol.* 1996, 28, 658-664.
7. Williams R, Ritter S, Tani L, [et al.]. Quantitative assessment of ventricular function in children with single ventricles using the Doppler myocardial performance index. *Am J Cardiol.* 2000, 86, 1106-1110.
8. Tsutsumi T, Ishii M, Eto G, [et al.]. Serial evaluation for myocardial performance in fetuses and neonates using a new Doppler index. *Pediatr Int.* 1999, 41, 722-727.
9. Wloch A, Rozmus-Warcholinska W, Czuba B, [et al.]. Doppler study of the embryonic heart in normal pregnant women. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2007, 20, 533-539.
10. Szymkiewicz-Dangel J, Hamela-Olkowska A, Wlasienko P, [et al.]. The possibility of evaluation of the myocardial performance index in fetuses at 11,0 to 13,6 week of gestation. *Ginekol Pol.* 2007, 78, 218-222.
11. Friedman D, Buyon J, Kim M, [et al.]. Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index). *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003, 21, 33-36.
12. Mori Y, Rice M, McDonald R, [et al.]. 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.
13. Falkensammer C, Paul J, Huhta J. Fetal congestive heart failure: correlation of Tei-index and cardiovascular-score. *J Perinat Med.* 2001, 29, 390-398.
14. Eidem B, Edwards J, Cetta F. Quantitative assessment of fetal ventricular function: establishing normal values of the myocardial performance index in the fetus. *Echocardiography.* 2001, 18, 9-13.
15. Raboisson M, Bourdages M, Fouron J. Measuring left ventricular myocardial performance index in fetuses. *Am J Cardiol.* 2003, 91, 919-921.
16. Van Mieghem T, Gucciardo L, Lewi P, [et al.]. Validation of the fetal myocardial performance index in the second and third trimesters of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009, 33, 58-63.
17. Hernandez-Andrade E, Figueroa-Diesel H, Kottman C, [et al.]. Gestational-age-adjusted reference values for the modified myocardial performance index for evaluation of fetal left cardiac function. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007, 29, 321-325.
18. Hernandez-Andrade E, Lopez-Tenorio J, Figueroa-Diesel H, [et al.]. A modified myocardial performance (Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005, 26, 227-232.
19. Ichizuka K, Matsuoka R, Hasegawa J, [et al.]. The Tei index for evaluation of fetal myocardial performance in sick fetuses. *Early Hum Dev.* 2005, 81, 273-279.
20. Niewiadomska-Jarosik K, Lipecka-Kidawska E, Kowalska-Koprek U, [i wsp.]. Assessment of cardiac function in fetuses with intrauterine growth retardation using the Tei Index. *Med Wieku Rozwoj.* 2005, 9, 153-160. Polish.
21. Chen Y, Lv G, Li B, Wang Z. Cerebral vascular resistance and left ventricular myocardial performance in fetuses with Ebstein's anomaly. *Am J Perinatol.* 2009, 26, 253-258.
22. Inamura N, Taketazu M, Smallhorn J, [et al.]. Left ventricular myocardial performance in the fetus with severe tricuspid valve disease and tricuspid insufficiency. *Am J Perinatol.* 2005, 22 91-97.
23. Szwasz A, Tian Z, McCann M, [et al.]. Impact of altered loading conditions on ventricular performance in fetuses with congenital cystic adenomatoid malformation and twin-twin transfusion syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007, 30, 40-46.
24. Letti Müller A, Barrios Pde M, Kliemann L, [et al.]. Tei index to assess fetal cardiac performance in fetuses at risk for fetal inflammatory response syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010, 36, 26-31.
25. Api O, Emeksiz M, Api M, [et al.]. Modified myocardial performance index for evaluation of fetal cardiac function in pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009, 33, 51-57.

KOMUNIKAT

Pierwszy Międzynarodowy
Kongres Medyczny**Kobieta i Mężczyzna**
Zdrowie reprodukcyjne
i seksualne

3-4 czerwca 2011

Hotel Hilton, Warszawa



Serdecznie zapraszamy!

Prof. Włodzimierz Baranowski

Prof. Zbigniew Lew-Starowicz

Doc. Piotr Radziszewski

Szczegółowe informacje i rejestracja

www.kobietaimieczyczna.info