

# Możliwości oceny skurczowo-rozkurczowej funkcji mięśnia sercowego u płodów między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży

The possibility of evaluation of the myocardial performance index in fetuses at 11,0 to 13,6 week of gestation

Szymkiewicz-Dangel Joanna, Hamela-Olkowska Anita, Własienko Paweł, Jalinik Katarzyna, Czajkowski Krzysztof

Poradnia Perinatologii i Kardiologii Perinatalnej. II Katedra i Klinika Położnictwa i Ginekologii AM w Warszawie.

## Streszczenie

**Cel pracy:** Ocena skurczowo-rozkurczowej funkcji mięśnia sercowego (Tei index) dla lewej (Tei LV) oraz prawej komory (Tei RV) u płodów między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży.

**Materiał i metody:** Pomiar Tei index dla lewej komory wykonano u 55 płodów, a dla prawej komory u 27 płodów. W badanej grupie znalazły się tylko płody z ciąż pojedynczych, bez widocznych nieprawidłowości w badaniu USG, z prawidłową anatomią serca.

**Wyniki:** Wartość Tei index dla LV wynosiła od 0,28 do 0,59, średnio  $0,41 \pm 0,08$ , a dla RV od 0,23 do 0,56, średnio  $0,37 \pm 0,11$ . Nie stwierdzono statystycznie istotnej korelacji między wartościami Tei index dla LV i RV a tygodniem ciąży, jak również zależności między Tei index a FHR. Możliwość pomiaru Tei index dla obu komór rosła wraz z czasem trwania ciąży. Wartość Tei LV pozostaje w ścisłej zależności z wartością Tei RV.

**Wnioski:** Tei index może służyć do oceny funkcji skurczowo-rozkurczowej mięśnia sercowego płodów w pierwszym trymestrze ciąży. Nie wykazano istotnej korelacji pomiędzy czasem trwania ciąży między 11 a 13,6 tygodniem a wartościami Tei LV i Tei RV. Wartość Tei LV oraz Tei RV jest niezależna od FHR. Pomiar Tei RV między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży jest trudniejszy do wykonania niż pomiar Tei LV.

Słowa kluczowe: **Tei index / serce płodu – fizjologia / serce płodu – ultrasonografia / echokardiografia dopplerowska – metody / pierwszy trymestr ciąży**

## Abstract

**Objectives:** To assess myocardial performance index (Tei index) for left and right ventricle in fetuses at 11,0 to 13,6 week of gestation.

**Material and methods:** Flow velocity waveforms of mitral, tricuspid, aortic and pulmonary valves were obtained. The Tei index for the left ventricle (Tei LV) was calculated in 55, and for the right ventricle (Tei RV) in 27 fetuses.

Praca powstała w ramach grantu Fundacji na Rzecz Wspierania Rozwoju Polskiej Farmacji i Medycyny; nr 5FPOL5

## Adres do korespondencji:

II Klinika Położnictwa i Ginekologii AM w Warszawie, ul. Karowa 2, 00-315 Warszawa  
e-mail: fetus@szpitalkarowa.pl

Otrzymano: 12.12.2006

Zaakceptowano do druku: 23.02.2007

Szymkiewicz-Dangel J, et al.

**Results:** The value of Tei LV ranged from 0,28 to 0,59, mean  $0,41 \pm 0,08$ , and for Tei RV from 0,23 to 0,56, mean  $0,37 \pm 0,11$ . There was no statistically important correlation either between Tei index and both ventricles or gestational age and fetal heart rate. The possibility to measure Tei index increased with the progress of the pregnancy. There remains a significant correlation between Tei LV and Tei RV values.

**Conclusions:** Tei index may be useful for the assessment of fetal myocardial performance in the first trimester of pregnancy. Tei index is independent of gestational age and fetal heart rate. It is easier to measure the Tei index for the left ventricle than for the right one.

Key words: **Tei index / fetal heart – physiology / fetal heart – ultrasonography / echocardiography Doppler – methods / pregnancy trimester – first**

## Wstęp

Tei index (*myocardial performance index*) jest uznany za użyteczną, nieinwazyjną metodę oceny skurczowej i rozkurczowej funkcji komór serca w różnych jednostkach chorobowych u osób dorosłych i dzieci oraz na modelu zwierzęcym [1-12]. Został po raz pierwszy wykorzystany do oceny funkcji serca u osób z kardiomiopatią rozstrzeniową w 1995 roku [1]. W kilku pracach udowodniono również przydatność Tei index do oceny funkcji serca u płodów w drugim i trzecim trymestrze ciąży [13-24]. Na temat jego wykorzystania w pierwszym trymestrze ciąży dostępne są pojedyncze doniesienia [18, 22]. Tei index jest definiowany jako suma czasu skurczu i rozkurczu izowolumetrycznego dzielona przez czas wyrzutu do wielkich naczyń [1]. Jego wartość nie zależy od budowy komory ani rytmu serca [11]. W przypadku dysfunkcji komór czas wyrzutu ulega skróceniu, a czas skurczu i rozkurczu izowolumetrycznego wydłużeniu, co prowadzi do podwyższenia wartości Tei index [12].

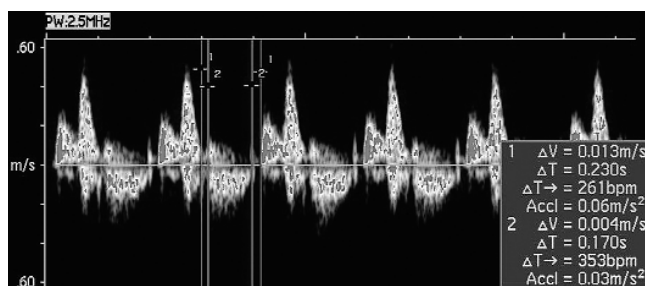
## Cel pracy

Celem pracy jest ocena wartości Tei index dla lewej (Tei LV) oraz prawej (Tei RV) komory u płodów między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży.

## Materiał i metody

Materiał stanowiło 55 płodów między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży. U płodów tych przeprowadzono badania ultrasonograficzne zgodnie z zasadami *The Fetal Medicine Foundation* oraz badanie echokardiograficzne. W badanej grupie znalazły się tylko płody z ciąż pojedynczych, bez widocznych nieprawidłowości w badaniu USG, z prawidłową anatomią serca, bez niedomykalności zastawki trójdzielnej, z prawidłową wartością przezierności karku NT (poniżej 95 centyla dla danego CRL), z widoczną kością nosową oraz prawidłowym przepływem w przewodzie żylnym. U każdego płodu przeprowadzono kontrolne badanie echokardiograficzne w 20-22 tygodniu ciąży, we wszystkich przypadkach potwierdzono prawidłową anatomię układu krążenia. Pomiar Tei index dla lewej komory wykonano u 55 płodów, a dla prawej komory u 27 płodów.

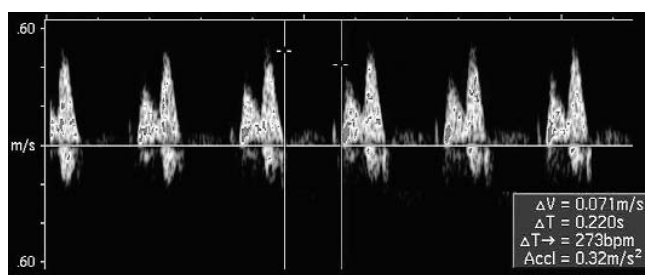
Tei LV mierzono na wykresie przepływu metodą Dopplera pulsacyjnego przez zastawkę mitralną i aortalną, po uzyskaniu obrazu pięciu jam serca (Rycina 1). Kąt między wiązką ultradźwięków a kierunkiem przepływu krwi był mniejszy niż 20 stopni. Nie stosowano korekcji kąta.



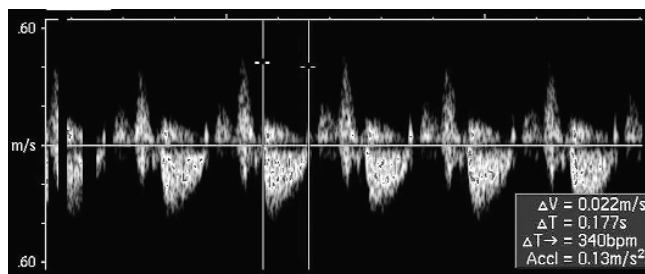
**Rycina 1.** Pomiar Tei LV w 12 tyg. ciąży.

Pomiar 1 – czas między zamknięciem a otwarciem zastawki mitralnej w kolejnym cyklu pracy serca; 2 – czas wyrzutu do aorty wstępującej.

Przy użyciu pionowych kursorów, *off-line*, mierzono czas między zamknięciem a otwarciem zastawki mitralnej w kolejnym cyklu pracy serca (a) oraz czas wyrzutu do aorty wstępującej (b). Celem pomiaru Tei RV wykonywano napływ przez zastawkę trójdzielną (a) oraz osobno napływ do pnia płucnego (b) (Rycina 2 i 3). Wartość Tei LV oraz Tei RV obliczano przy użyciu wzoru: a-b/b.



**Rycina 2.** Pomiar Tei RV w 12 tyg. ciąży – pomiar czasu między zamknięciem a otwarciem zastawki trójdzielnej w kolejnym cyklu pracy serca.



**Rycina 3.** Pomiar Tei RV w 12 tyg. ciąży – pomiar czasu wyrzutu do pnia płucnego.

Możliwości oceny skurczowo-rozkurczowej funkcji mięśnia sercowego...

Badania wykonywano sondą przezbrzuszną *convex* o częstotliwościach od 3,5 do 6 MHz, aparatem Acuson Sequoia 512.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu SPSS. Zastosowano test t-Studenta do porównania wartości Tei LV i Tei RV uzyskanych w naszym badaniu z danymi z piśmiennictwa. Obliczono korelację liniową Pearsona. Za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p < 0,05$ .

**Wyniki**

Wartość Tei index dla LV wynosiła od 0,28 do 0,59, średnio  $0,41 \pm 0,08$ , a dla RV od 0,23 do 0,56, średnio  $0,37 \pm 0,11$ . Liczbę pomiarów Tei index dla LV i RV wykonanych w poszczególnych tygodniach ciąży wraz z wartościami średnimi oraz odchyleniem standardowym przedstawia tabela I. Wartości Tei LV oraz Tei RV w zależności od CRL przedstawia rycina 4 i 5.

**Tabela I.** Liczba pomiarów Tei index dla LV i RV wykonanych w poszczególnych tygodniach ciąży wraz z wartościami średnimi oraz odchyleniem standardowym.

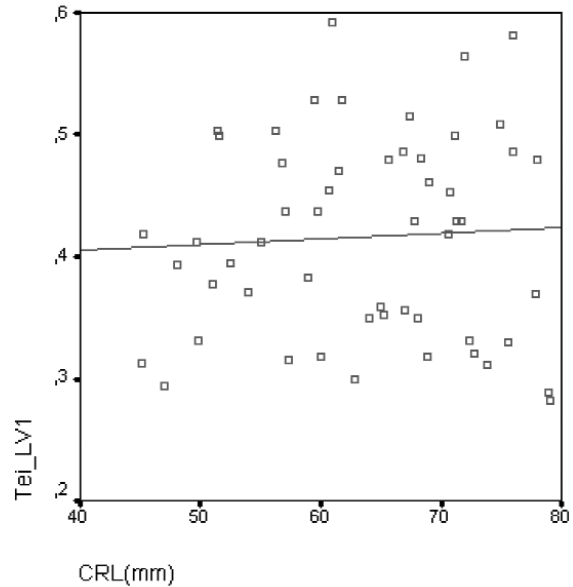
	Tydzień	Liczba płodów	Średnia	SD
Tei LV	11	10	0,39	0,07
	12	20	0,43	0,08
	13	25	0,42	0,08
Tei RV	11	2	0,42	0,12
	12	9	0,39	0,12
	13	16	0,35	0,1

Rytm serca płodów we wszystkich przypadkach był zatokowy, miarowy, od 136 do 173/min. i małał znamienne między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży ( $p=0,0001$ ), rycina 6.

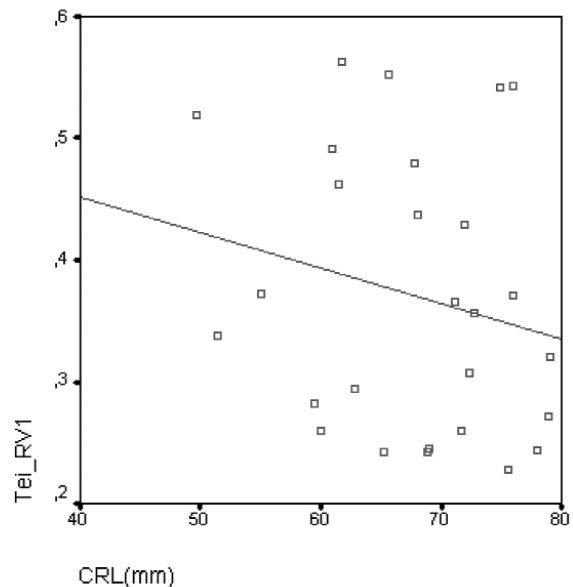
Nie wykazano różnic statystycznych między wartościami Tei index dla LV i RV w poszczególnych tygodniach ciąży (między Tei LV a CRL:  $p=0,707$ ; między Tei RV a CRL:  $p=0,294$ ). Nie wykazano również zależności między Tei LV i Tei RV a FHR (LV:  $p=0,624$ ; RV:  $p=0,449$ ). Wykazano natomiast silną zależność między Tei LV a Tei RV ( $p=0,008$ ).

**Dyskusja**

W prezentowanym materiale Tei index dla LV udało się zmierzyć u około dwukrotnie większej grupy płodów niż dla RV. Wynika to z faktu, że anatomia serca uniemożliwia jednoczesny pomiar przepływu krwi przez zastawkę trójdzielną i płucną. Serce płodu między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży jest bardzo małe (wymiar na wysokości zastawek przedsionkowo-komorowych wynosi 3-5mm) i trudno jest technicznie w maksymalnie krótkim czasie uzyskać napływ przez zastawkę trójdzielną z następowym napływem przez zastawkę pnia płucnego. Dodatkowo badanie jest utrudnione przez znaczną ruchliwość płodu w tym okresie ciąży. W przypadku lewej komory pomiar jest znacznie łatwiejszy do przeprowadzenia, gdyż napływ przez zastawkę mitralną i odpływ do aorty można zarejestrować w jednej projekcji (tzw. pięciojamowej) równocześnie, podobnie jak ma to miejsce w II i III trymestrze ciąży.



**Rycina 4.** Wartości Tei LV w zależności od CRL.

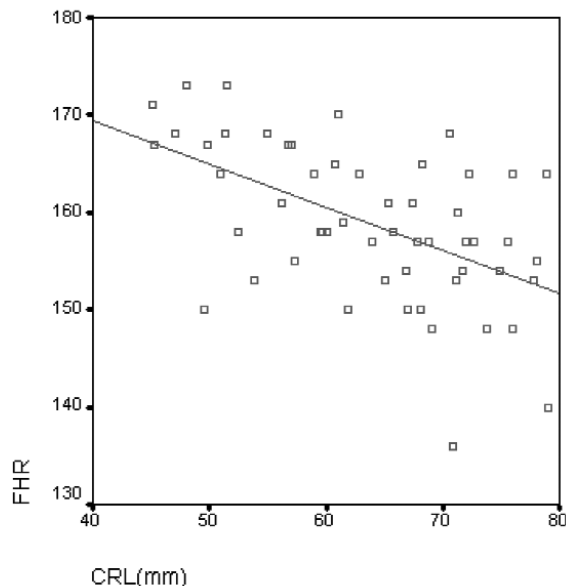


**Rycina 5.** Wartości Tei RV w zależności od CRL.

Jak wynika z tabeli I możliwość pomiaru Tei index dla obu komór zwiększała się wraz z czasem trwania ciąży.

W dostępnym piśmiennictwie znaleziono tylko jedno doniesienie Huggona i wsp. oceniające Tei index między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży [18] oraz jedną pracę dotyczącą 12-15 tygodnia ciąży [22]. W pierwszym z tych doniesień u zdrowych płodów wartość średnia Tei LV wynosiła 0,378, a Tei RV 0,352. Celem porównania tych wartości z naszymi wynikami obliczono przedziały ufności i przy użyciu testu t-Studenta wykazano, że wartość średnia Tei LV w pracy Huggona i wsp. jest różna od wyniku uzyskanego w naszym badaniu ( $0,41 \pm 0,08$ ), dla poziomu ufności 99%.

Szymkiewicz-Dangel J, et al.



Rycina 6. Wartości FHR w zależności od CRL.

Natomiast wartości Tei RV nie mają istotnych statystycznie różnych średnich (przedziały ufności pomiaru średniej wartości Tei RV uzyskane w badaniu Huggona zawierają średni pomiar uzyskany w naszym badaniu dla poziomu ufności 95%). Zarówno w naszych badaniach, jak i w cytowanym artykule, Tei LV jest nieco wyższy niż Tei RV. Natomiast w pracy Russell i wsp. wartość Tei LV i RV między 12 a 15 tyg. ciąży wynosiła 0,5 [22].

Tsutsumi i wsp. jako pierwsi użyli Tei index do oceny funkcji serca u płodów [24]. W pracy tej Tei LV między 18 a 26 tygodniem ciąży wynosił  $0,62 \pm 0,07$ , a Tei RV  $0,62 \pm 0,06$  (Tab. II).

Po 34 tygodniu ciąży Tei LV wynosił  $0,43 \pm 0,03$ , a Tei RV  $0,49 \pm 0,05$  i obniżał się zmiennie wraz z czasem trwania ciąży. Zjawisko to autorzy tłumaczyli poprawą funkcji komórek wraz z zaawansowaniem ciąży. Wykazali oni ponadto, że Tei index ulega podwyższeniu u płodów z IUGR oraz u płodów matek z cukrzycą.

Tabela II. Podsumowanie norm dla wartości Tei LV oraz Tei RV w grupie zdrowych płodów na podstawie danych z piśmiennictwa.

Autor	Tei LV	Liczba płodów dla LV	Zmiana w ciąży	Tei RV	Liczba płodów dla RV	Zmiana w ciąży	Wiek płodów (tyg.)
Friedman et al. (8)	0,53	74	nie	-	-		18-31
Tsutsumi et al. (23)	0,62	50	tak	0,62	50	tak	18-26
Tsutsumi et al. (23)	0,43	50	tak	0,49	50	tak	>34
Mori i wsp. (13)	0,34	70	nie	0,35	70	nie	20-39
Eidem i wsp. (5)	0,36	125	nie	0,35	125	nie	20-40
Huggon i wsp. (11)	0,37	139	nie	0,35	124	nie	11-13,6
Russell i wsp. (17)	0,50	28	-	0,50	28	-	12-15
Dangel i wsp. (4)	0,51	65	nie	0,53	60	nie	20-30
Ichizuka i wsp. (12)	0,29	40	nie	0,31	40	nie	22-37

Inni badacze zaobserwowali również pogorszenie wartości Tei index u płodów biorców w przebiegu zespołu TTTS oraz u płodów z obrzękiem uogólnionym [19].

Inne doniesienia nie potwierdzają faktu zmniejszania się wartości Tei wraz z czasem trwania ciąży. W pracy Mori i wsp. Tei LV wynosił  $0,34 \pm 0,03$ , a Tei RV  $0,35 \pm 0,07$  i nie zmienił się między 20 a 39 tygodniem ciąży [20]. Podobnie niezmienną wartość Tei LV między 18 a 31 tygodniem ciąży wynoszącą  $0,53 \pm 0,13$  obserwował Friedman i wsp., Eidem i wsp. między 20 a 40 tygodniem z Tei LV:  $0,36 \pm 0,06$  i Tei RV:  $0,35 \pm 0,05$  oraz Dangel i wsp. z Tei LV: 0,51 oraz Tei RV: 0,54 [13, 14, 16]. Najniższe wartości Tei index dla płodów opublikowali Ichizuka i wsp.: Tei LV=0,29 oraz Tei RV=0,31 [19]. Dla porównania Williams i wsp. przedstawili normę Tei LV u dzieci wynoszącą  $0,32 \pm 0,1$  [12], a Bruch i wsp. u dorosłych:  $0,39 \pm 0,1$  [4].

Jak wynika z analizy wszystkich prac oceniających funkcję serca płodów przy pomocy Tei index, jest to metoda trudna, wymagająca dużego doświadczenia w ocenie serca płodu. Musi być wykonywana przez lekarzy znających zasady wykonywania badań echokardiograficznych w każdym okresie życia. Ze względu na podawane w różnych publikacjach bardzo duże różnice w wartościach Tei index u zdrowych płodów (Tabela II) wydaje się, że obecnie nie można jednoznacznie określić obowiązującej normy.

Ze względu na to, że różnice w mierzonych czasach są milisekundowe nie można wykluczyć, że wynikają one z różnicy w sposobie badania, uzależnionej od rodzaju sprzętu i techniki jego wykonywania. Wydaje się, że norma powinna być ustalona w każdym ośrodku, a dopiero po analizie przyczyn różnic można będzie określić wspólną normę.

Pomimo tego, iż niektórzy autorzy uznają, że pomiar Tei index powinien być rutynowo stosowany do oceny dobrostanu płodu [9] uważamy, że nie jest to możliwe w codziennej praktyce położniczej. Naszym zdaniem Tei index powinien być rutynowo określany podczas badania echokardiograficznego u płodów przez osoby przeszkolone w wykonywaniu echokardiografii płodu i rozumiejące zasadę badań Dopplerowskich w kardiologii. Na podstawie własnych wstępnych obserwacji i dostępnego piśmiennictwa uważamy, że ocena Tei index w pierwszym trymestrze może być przydatnym narzędziem do wczesnej oceny funkcji mięśnia sercowego płodu. Metoda ta powinna być zastosowana u wszystkich płodów ze zwiększoną przeziernością karku, gdyż może być przydatna w znalezieniu przyczyn tego objawu u płodów bez aberracji chromosomowych oraz bez strukturalnej wady serca.

## Wnioski

1. Tei index może służyć do oceny funkcji mięśnia sercowego płodów w pierwszym trymestrze ciąży.
2. Nie wykazano istotnej korelacji między czasem trwania ciąży w 11,0-13,6 tygodniu a wartościami Tei LV i Tei RV u płodów.
3. Wartość Tei LV oraz Tei RV jest niezależna od FHR.
4. Pomiar Tei RV między 11,0 a 13,6 tygodniem ciąży jest trudniejszy do wykonania niż pomiar Tei LV.

Serdecznie dziękujemy mgr Filipowi Raciborskiemu za pomoc w opracowaniu danych statystycznych.

## Możliwości oceny skurczowo-rozkurczowej funkcji mięśnia sercowego...

## Piśmiennictwo

1. 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.
2. Antonini-Canterin F, Huang G, Cervasato E, [et al.]. Relation of the total ejection iso-volume index to symptoms in aortic stenosis. *Am J Cardiol.* 2002, 90, 665-668.
3. Bruch C, Schmermund A, Dages N, [et al.]. Tei-index in symptomatic patients with primary and secondary mitral regurgitation. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2002, 18, 101-110.
4. 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.
5. Eidem B, O'Leary P, Tei C, [et al.]. Usefulness of the myocardial performance index for assessing right ventricular function in congenital heart disease. *Am J Cardiol.* 2000, 86, 654-658.
6. Harada K, Tamura M, Toyono M, [et al.]. Assessment of global left ventricular function by tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol.* 2001, 88, 927-932.
7. Peltier M, Slama M, Garbi S, [et al.]. Prognostic value of Doppler-derived myocardial performance index in patients with left ventricular systolic dysfunction. *Am J Cardiol.* 2002, 90, 1261-1263.
8. Poulsen S, Jensen S, Nielsen J, [et al.]. 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.
9. 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.
10. Sutton J, Wieggers S. The Tei-index – a role in the diagnosis of heart failure? *Eur Heart J.* 2000, 21, 1822-1824.
11. 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.
12. 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.
13. Dangel J, Hamela-Olkowska A, Więch K.M. Left and right ventricle Tei-index in normal fetuses in comparison to those with heart defects or arrhythmia. *Cardiol Young.* 2005, 15 Suppl 2, 61.
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. Falkensammer C, Paul J, Huhta J. Fetal congestive heart failure: correlation of Tei-index and Cardiovascular-score. *J Perinat Med.* 2001, 29, 390-398.
16. 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.
17. 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.
18. Huggon I, Turan O, Allan L. Doppler assessment of cardiac function at 11-14 weeks' gestation in fetuses with normal and increased nuchal translucency. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004, 24, 390-398.
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. 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.
21. Raboisson M, Bourdages M, Fouron J. Measuring left ventricular myocardial performance index in fetuses. *Am J Cardiol.* 2003, 91, 919-921.
22. Russell N, McAuliffe F. Fetal cardiac function in the first trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006, 28, 401.
23. Schaefer A, Meyer G, Hilfiker-Kleiner D, [et al.]. Evaluation of Tissue Doppler Tei index for global left ventricular function in mice after myocardial infarction: comparison with Pulsed Doppler Tei index. *Eur J Echocardiogr.* 2005, 6, 367-375.
24. 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.