

Studiu comparativ între Doppler pulsatil și Doppler tisular în evaluarea cardiacă fetală prin Tei index

Cosmin Iuliu
Mihăilescu,
Mihai Mitran,
Bogdan
Marinescu

UMF „Carol Davila”,
Spitalul Clinic
de Obstetrică-Ginecologie
„Prof. Dr. Panait Sărbu”
București

Correspondență:
Dr. Cosmin Mihăilescu
e-mail: cosmin_iuliu_mihailiescu@yahoo.com

Abstract

Objectives. The aim of this study is to compare the myocardial performance indices (Tei index) of left ventricular function obtained by pulsed Doppler (PD) and tissue Doppler (TD) in fetuses with normal heart structure. **Methods.** This was a retrospective study during a period of 3 months, conducted on 40 women with single pregnancy and gestational age of 16-36 weeks. Tei index of the left ventricle was measured using both pulsed Doppler DP (pulsed-wave Doppler) and DT Tissue Doppler (Doppler tissue imaging). **Results.** Both DP and DT Tei Indexes were measured successfully. PD Tei index was $0,43 \pm 0,25$ and DT Tei index was $0,66 \pm 0,3$ (mean values \pm standard deviation). The DT Tei index was significantly higher than the DP Tei index ($p < 0,0001$) while a correlation between the two methods of measuring myocardial performance index was not statistically significant ($p > 0,5$). **Conclusions.** Among the myocardial performance indicators - DP and DT Tei index - there is a weak correlation that is not statistically significant. It is indicated to perform both measurements separately, as interchangeability is not recommended. **Keywords:** Tei index, myocardial performance index, tissue Doppler, pulsed-wave Doppler

Rezumat

Obiective. Scopul prezentului studiu este să compare indicii de performanță miocardică (Tei index) ai funcției ventriculare stângi obținuți prin Doppler pulsatil (DP) și Doppler tisular (DT) în foetuși cu structuri cardiace normale. **Metode.** Studiul retrospectiv pe o perioadă de 3 luni, efectuat pe un lot de 40 de gravide cu sarcină monofetală, cu vârsta gestațională cuprinsă între 18 și 36 de săptămâni. Tei index-ul pentru ventriculul stâng a fost măsurat folosind atât Doppler-ul pulsatil DP (pulsed-wave Doppler), cât și Doppler-ul tisular DT (tissue Doppler imaging). **Rezultate.** Tei index DP și Tei index DT au fost măsurate cu succes în toate cele 40 de cazuri. Valoarea medie a Tei index DP a fost de $0,43 \pm 0,25$ deviație standard, iar cea a Tei index DT de $0,66 \pm 0,3$ deviație standard. Tei index-ul DT a fost semnificativ mai mare decât Tei index-ul DP ($p < 0,0001$). Nu s-a putut stabili o corelație între cele două metode de măsurare a indicelui de performanță miocardică ($p > 0,5$). **Concluzii.** Între indicii de performanță miocardică - Tei index măsurați prin metoda Doppler pulsatil și Doppler tisular - se înregistrează o corelație slabă, nerelevantă statistic, iar pentru o corectă evaluare a funcției cardiace fetale este recomandat a fi executate ambele măsurători, separat, întrucât fiecare aduce o informație diferită și nesuperpozabilă. **Cuvinte-cheie:** Tei index, indice de performanță miocardică, Doppler tisular, Doppler pulsatil

Introducere

Indicele de performanță miocardică (Tei index) este o metodă simplă și reproductibilă de apreciere a performanței globale a ventriculului stâng la adulți, introdusă în 1995 de către Tei și colaboratorii săi, indice definit prin raportul dintre suma timpilor de contracție și relaxare izovolumetrică și timpul de ejeecție al ventriculului stâng (VS). Este calculat după formula:

Indicele miocardic (Tei Index) = $(a-b)/b$, unde **a** este suma timpului de contracție izovolumetrică (TCI), timpul de relaxare izovolumetrică (TRI), iar **b** este timpul de ejeecție (TE)⁽¹⁾.

Ecocardiografia DT permite evaluarea funcției cardiace sistolice globale prin măsurarea velocităților la nivelul inelului mitral și tricuspidian, precum și a funcției diastolice, prin măsurarea velocităților E' (velocitate maximă diastolică precoce sau undă de umplere pasivă a ventriculului stâng)

și A' (velocitate tardivă prin contracție atrială sau undă de umplere activă a ventriculului stâng) la nivelul inelului mitral, respectiv tricuspidian.

Velocitățile diastolice DT reprezintă un marker al relaxării ventriculare, fiind relativ independente de presiunile de umplere.

Raportul care definește Tei index, obținut prin DP, poate fi determinat prin măsurarea mișcării peretelui miocardic, folosind DT (Tissue Doppler Imaging). Tei index-ul determinat prin DP este bine corelat cu indicele de performanță cardiovascular care este folosit în evaluarea insuficienței cardiace congestive fetale. Studiile recente sugerează că și Tei index-ul determinat prin DT este util în evaluarea disfuncțiilor cardiace fetale.

Datorită dispunerii în paralel a circulației fetale, este importantă evaluarea separată a ventriculului stâng și a celui drept. Studiile pediatrice au arătat că există o corelație între

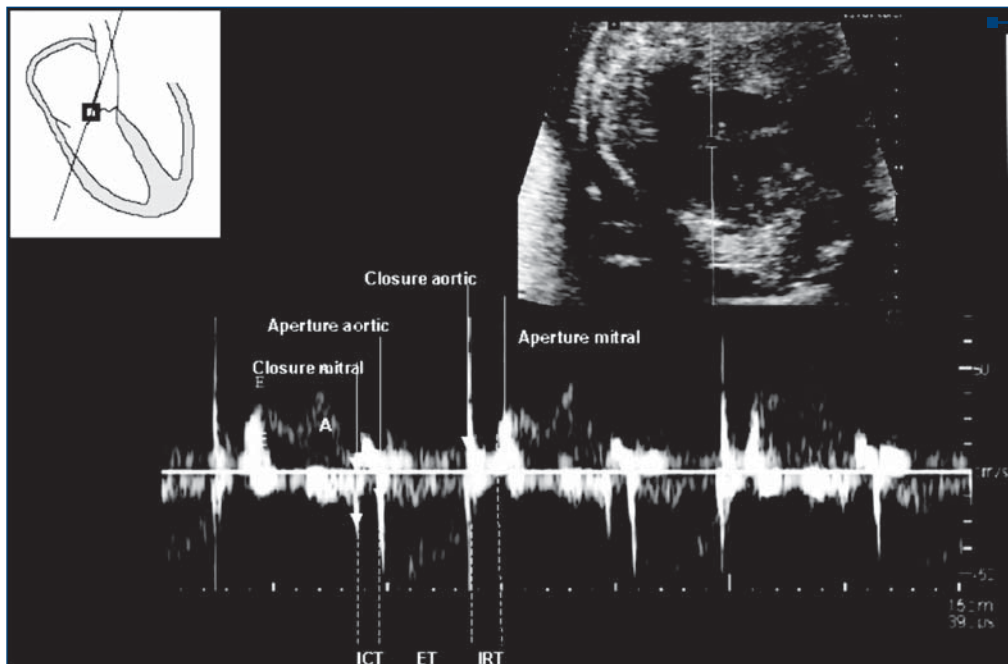


Figura 1. Modul de măsurare a vitezilor în Doppler pulsatil: măsurarea intervalelor de timp la nivelul conului de ejecție aortic pentru determinarea Tei index Doppler pulsatil, în care ICT=TCl; ET=TE; IRT=TRl⁽³⁾

Tei index determinat prin DP și cel prin DT în populația pediatrică sănătoasă, în special cu referință la cordul drept al copilului. Nu există date în literatură cu privire la menținerea acestei corelări referitoare la cordul fetal.

Scopul studiului prezent a fost să compare Tei index-ul funcției ventriculare stângi obținut prin două metode diferite la foetusii cu funcție cardiacă normală și să stabilească dacă se poate determina o corelație între aceștia.

Metode

Studiul a fost efectuat retrospectiv pe o perioadă de 3 luni, implicând un lot de 40 de gravide cu sarcină monofetală, cu vârsta gestațională cuprinsă între 18 și 36 de săptămâni, care s-au prezentat la vizitele clinice de rutină și care și-au exprimat acordul scris pentru includerea în studiu.

Examinările ecografice au fost efectuate cu un aparat Voluson 730 Expert (GE Medical Systems) folosind o sondă convexă de 4-8 MHz. Au fost incluse numai gravide care au efectuat ecografia de screening malformativ fetal, în vederea excluderii cazurilor cu anomalii cardiace congenitale și a feților cu retard de creștere intrauterin. Măsurătorile au fost efectuate în absența mișcărilor fetale și cu mama aflată în apnee voluntară. Pentru evidențierea cu claritate a undei doppler s-a folosit cea mai înaltă viteză (15 cm/s), iar unghiul de insonanță a fost mereu sub 20 de grade. Filtrul de mișcare a peretelui vascular (wall motion filter) a fost reglat la valoarea de peste 200 Hz, pentru evitarea artefactelor⁽²⁾. S-au efectuat trei măsurători succesive, de fiecare dată obținându-se toate intervalele de timp propuse. Frecvența cardiacă a fost, de asemenea, măsurată de trei ori succesiv, fiind realizată o medie. Indicele miocardic, în ambele variante, a fost calculat folosind media celor trei măsurători succesive, pentru fiecare interval măsurat.

Calcularea Tei index prin Doppler pulsatil (Tei index-DP)

La evaluarea Tei index - DP, eșantionul de volum doppler pulsatil (dimensionat la 3 mm deschidere) a fost plasat în ventriculul stâng, la nivelul joncțiunii dintre foiața anterioară a valvei mitrale și conul de ejecție aortic, sub valvele semilunare, în imaginea apicală de cinci camere. În acest fel, fluxul doppler înregistrat include unda E/A pozitivă (flux transmitral) și unda cu fluxul aortic negativ, în același timp, dar poziționarea diferită a caliperului permite înregistrarea semnalului doppler produs de închiderea/deschiderea (click-ul) valvei mitrale și a valvei semilunare aortice, facilitând desemnarea unor repere clare pentru măsurarea intervalelor

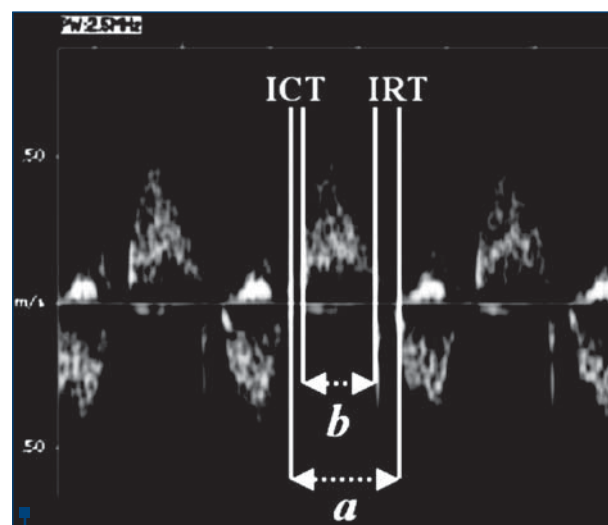


Figura 2. Măsurarea intervalelor de timp pentru determinarea Tei index Doppler pulsatil, în care $a = TCl + TRl$ și $b = TE$ (ICT=TCl; ET=TE; IRT=TRl)⁽¹⁰⁾

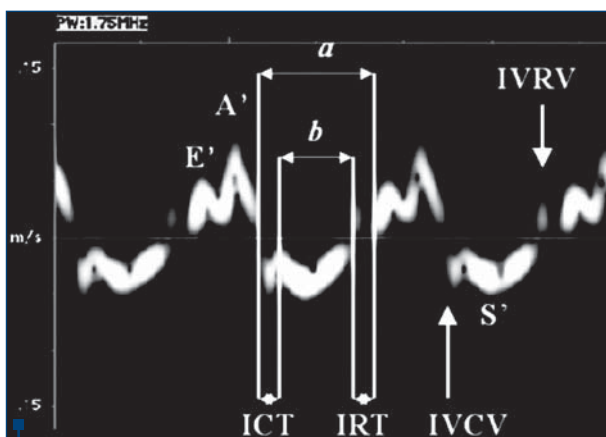


Figura 3. Măsurarea intervalelor de timp pentru determinarea Tei index Doppler tisular, în care $a = TCI + TRI$ și $b = TE$ ($ICT = TCI$; $ET = TE$; $IRT = TRI$); E' = viteza maximă diastolică precoce, A' = viteza maximă tardivă prin contracție atrială, S' = viteză sistolică maximă⁽¹⁰⁾

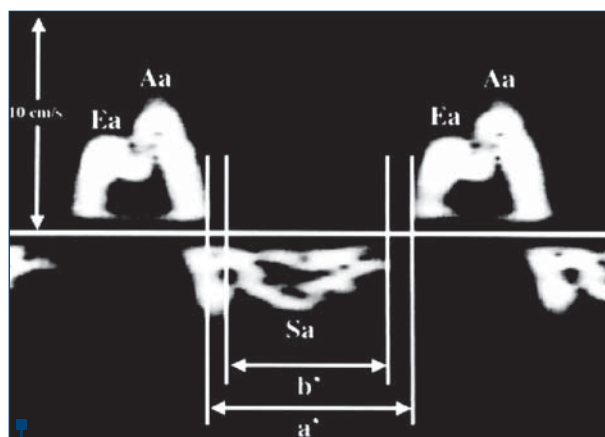
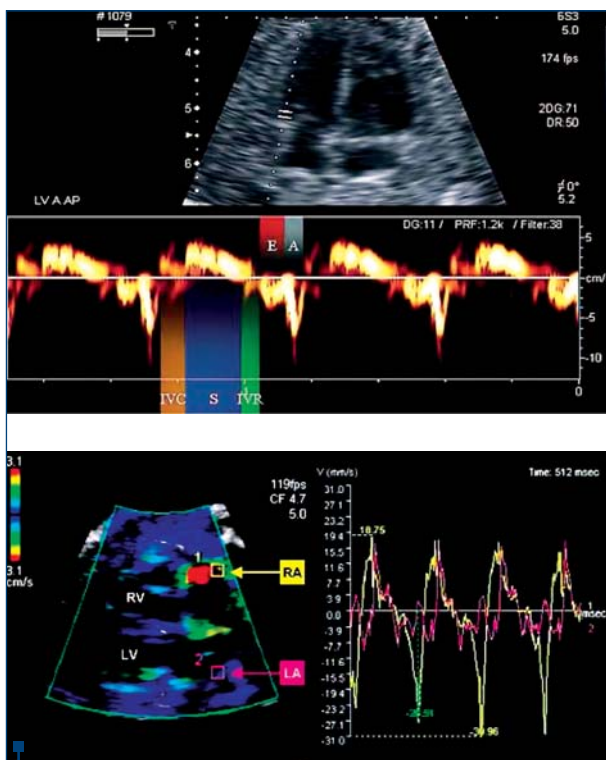


Figura 4. Măsurarea intervalelor de timp pentru determinarea Tei index Doppler tisular, în care $a' = TCI + TRI$ și $b' = TE$ ($ICT = TCI$; $ET = TE$; $IRT = TRI$), Ea = viteza maximă diastolică precoce, Aa = viteza maximă tardivă prin contracție atrială, Sa = viteză sistolică maximă⁽¹⁰⁾



Figurile 5 și 6. Modul de măsurare a vitezărilor în Doppler tisular: plasarea eșantionului de volum la marginea inelului mitral (tricuspidian) și obținerea intervalelor de timp pentru definirea Tei index

de timp ce definesc Tei index-DP⁽³⁾. În acest mod a a fost măsurat ca interval de timp de la click-ul de închidere până la click-ul de deschidere al valvei mitrale și b a fost măsurat ca interval de timp de la deschiderea până la închiderea valvei aortice^(4,5). TRI-ul a fost măsurat de la închiderea valvei aortice până la deschiderea valvei mitrale.

Calcularea Tei index prin Doppler tisular (Tei index-DT)

Pentru evaluarea Tei index-DT, măsurarea Dopplerului tisular pulsat la nivelul ventriculului stâng se realizează

în secțiunea patru camere apical, plasând eșantionul de volum la nivelul inelului mitral lateral.

Valoarea a a fost determinată ca intervalul de timp de la sfârșitul perioadei de umplere tardivă (contracție atrială) a ventriculului stâng (A') până la debutul perioadei de umplere precoce a VS (E').

Undele de contracție miocardică izovolumetrică (IVCV) și cele de relaxare (IVRV) au fost incluse în intervalul a .

Intervalul b a fost măsurat ca interval de timp de la începutul până la sfârșitul undei de viteză sistolică maximă (S') ce caracterizează sistola ventriculară. Timpul de relaxare izovolumetrică (TRI) a fost măsurat de la sfârșitul undei S' până la începutul undei E' ⁽⁶⁾.

Datele obținute au fost evaluate prin testul t-Student pentru valorile medii și derivații standard, iar semnificația statistică a fost afirmată la valori ale $p < 0,05$.

Rezultate

Atât Tei index DP, cât și Tei index DT au fost cu succes măsurate în toate cele 40 de cazuri, rezultatele fiind prezentate în tabelul 1.

Tei index-ul DT a fost semnificativ mai mare decât Tei index-ul DP, $p < 0,0001$. Acest lucru se explică printr-un timp izovolumetric mai lung și un TE mai scurt, în cazul DT. Nu s-a putut stabili o corelație între cele două metode de măsurare a indicelui de performanță miocardică.

Discuții

Între metodele noi, Dopplerul tisular pulsat și color permite evaluarea fidelă și reproductibilă a funcției intracardiace fetale. Vitezățile miocardice măsurate cu Dopplerul tisular (Tissue Doppler Imaging) reprezintă un marker sensibil al funcției cardiace sistolice sau diastolice, cu alterare ușoară, utile pentru identificarea precoce a disfuncțiilor cardiace în stadiile incipiente.

În general, evaluarea Tei index prin DP și respectiv DT este echivalentă cu determinările obținute prin tehnici invazive pentru măsurarea performanței globale a ventriculului stâng la adult și copii sănătoși⁽⁷⁾.

Tabelul 1 Tei index obținut prin ambele metode

Parametri	Metoda DP	Metoda DT
Ventriculul stâng		
a (ms)	244+/-20	270+/-21
B (ms)	170+/- 16	162+/- 25
Tei index	0,43+/-0,25	0,66+/- 0,3

* Sunt prezentate valorile medii +/- deviația standard

Tei index-ul DP este calculat prin intervalele de timp ale ciclului cardiac, care traduc fenomene de curgere a sângelui transmitral și transaortic, pe când Tei index-ul prin DT se bazează pe mișcarea peretelui miocardic. Astfel, informațiile furnizate de cei doi indici pot fi semnificativ diferite. De exemplu, în cazurile cu leziuni valvulare, Tei index-ul DP poate fi influențat de hemodinamica anormală, chiar înainte de apariția disfuncției miocardice fetale, în timp ce Tei index-ul DT poate fi mult mai precis în detectarea disfuncției miocardice primare⁽⁸⁾.

Patologiile diferite pot avea efecte diferite asupra ciclului cardiac. Deși se credea inițial că Tei index-ul DP e independent de frecvența cardiacă, de geometria ventriculară și presarcină, s-a dovedit a fi influențat de presarcină și poate să nu reflecte funcția miocardică globală, când pre-sarcina sau post-sarcina sunt modificate⁽⁹⁾. În viața intrauterină, condiții de pre-sarcină anormală pot rezulta din impedanța periferică crescută, prin insuficiență placentară, anemie, tumori, fistule arteriovenoase, sindromul de transfuzie twin-twin, insuficiență valvulară. Tei index-ul DT este mult mai puțin afectat de modificări ale pre-sarcinii sau post-sarcinii și este mai precis, în condiții de acidoză, infecții, medicamente cardio-toxice, ce pot cauza disfuncție miocardică intrinsecă.

Cu toate că Tei index-ul DP s-a dovedit a fi un parametru foarte util pentru evaluarea performanței cardiace fetale, Tei index-ul DT se dovedește a fi mai performant în evaluarea funcției cardiace fetale, dar acest lucru trebuie fundamentat prin cercetări viitoare. Studiul prezent are un număr mic de cazuri incluse în observație și prin aceasta are un grad de extrapolare redus. Cu toate acestea, am

demonstrat că măsurarea Tei index prin Doppler tisular este facilă și reproductibilă, acesta reprezentând o nouă metodă de evaluare a dinamicii cardiace fetale. Deși acest parametru a fost inițial folosit pentru evaluarea amplitudinii excursiilor peretelui miocardic, în acest studiu am folosit formula de calcul a Tei index derivată din mișcarea peretelui miocardic, care s-a dovedit a fi la fel de utilă ca și cea calculată "tradițional", prin Doppler pulsatil.

Credem că aceste date reprezintă o informație importantă pentru evaluarea cantitativă, pe viitor, a funcției ventriculului stâng în situații patologice de tipul retardului de creștere intrauterin (IUGR), cardiomiopatiilor sau bolilor congenitale cardiace.

În acest studiu am constatat că Tei index-ul Doppler tisular are valori mai mari decât Tei index-ul Doppler pulsatil, aceste valori fiind în concordanță cu cele raportate în literatură^(10,11).

Concluzii

Între indicii de performanță miocardică - Tei index măsurați prin metoda Doppler pulsatil și Doppler tisular - se înregistrează o corelație slabă, nerelevantă, iar pentru o corectă evaluare a funcției cardiace fetale este recomandat a fi executate ambele măsurători, separat, întrucât fiecare aduce o informație diferită și nesuperpozabilă. ■

Acknowledgement: Acest articol este susținut de Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane (POS DRU) 2007-2013, finanțat din Fondul Social European și de către Guvernul României, în cadrul contractului POSDRU/107/1.5/S/82839"

Bibliografie

- Tei C., Ling L.H., Hodge D.O., Bailey K.R., Oh J.K., Rodeheffer R.J., Tajik A.J., Seward J.B. 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.
- Meriki N., Izurieta A., Welsh A.W. Fetal left modified myocardial performance index: technical refinements in obtaining pulsed-Doppler waveforms. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 39: 421-429.
- Hernandez-Andrade E., Lopez-Tenorio J., Figueroa-Disel H., Sanin-Blair J., Carreras E., Cabero L., Gratacos E. 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.
- Friedman D., Buyon J., Kim M., Glickstein J.S. Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 351-357.
- Raibonsson M.J., Bourdages M., Fouron J.C. Measuring left ventricular myocardial index in fetuses. *Am J Cardiol* 2003; 91: 919-921.
- Aoki M., Harada K., Ogawa M., Tanaka T. Quantitative assessment of right ventricular function using doppler tissue imaging in fetuses with and without heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:28-35.
- Van Myeghem T., Gucciardo L., Lewi P., Lewi L., Van Schoubroeck D., Devliegher R., De Catte L., Verhaeghe J., Deprest J. Validation of the fetal myocardial performance index in the second and third trimesters of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 58-63.
- Romiti A., Caforio L., Mappa I., Triunfo S., Guariglia L., Scambia G. P12.09: Fetal cardiac function assessed by myocardial performance index in normal pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 36: 214.
- Munoz H., Pedraza D., Jimenez J., Pohlhammer S., Parra-Cordero M., Rodriguez M., Yamamoto M., Carrillo J., Polanco M., Alvarez P. OP04.05: Assessment of fetal myocardial performance using standard and modified Tei index in normal population. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 73-74.
- Acharya G., Pavlovic M., Ewing L., Nollmann D., Leshko J. Comparison between pulsed-wave Doppler - and tissue Doppler - derived Tei indices in fetuses with and without congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31:406-411.
- Eidem B.W., Edwards J.M., Cetta F. Quantitative assessment of fetal ventricular function: establishing normal values of the myocardial performance index in the fetus. *Echocardiography* 2001; 18:9-13.