

# Rolul impedanței cardiace în evaluarea profilului hemodinamic al primului trimestru de sarcină

*The role of impedance cardiography in the evaluation of the hemodynamic profile in the first trimester of pregnancy*

Romina-Marina Sima<sup>1,2</sup>,  
Ioana Anca Bădărău<sup>1</sup>,  
Cătălina Ciornej<sup>1</sup>,  
Raluca Papacocea<sup>1</sup>,  
Irina Iuriet<sup>2</sup>,  
Anca-Daniela Stănescu<sup>1,2</sup>,  
Liana Pleș<sup>1,2</sup>

1. UMF „Carol Davila”,  
București, România  
2. Spitalul Clinic  
de Urgență „Sf. Ioan”,  
Maternitatea „Bucur”,  
București, România

Autor de corespondență:  
Dr. Romina-Marina Sima  
e-mail: romina.sima@  
yahoo.es

## Abstract

**Introduction.** Pregnancy is characterized by specific cardiovascular changes which begin in the early weeks of gestation. There are multiple means of monitoring hemodynamics, and cardiac impedance proved its applicability in obstetrics in recent years. **Material and methods.** We performed a prospective study in “Bucur” Maternity, which involved assessing the hemodynamic profile of pregnant women with single fetus in the first trimester of pregnancy compared to a control group of non-pregnant women. We used the technique of impedance cardiography. **Results.** This study involved 86 pregnant women in the first trimester compared to 20 non-pregnant women. Using the impedance cardiography technique we found that base impedance in women with single fetus (56.47 Ohm) is increased compared with non-pregnant women (26.14 Ohm),  $U=51,000$ ,  $Z=-6,535$ ,  $p<0,0001$ . Pregnancy influences heart rates values, which has higher values (85.6 b/min) compared with non-pregnant women (74.3 b/min). Electromechanical systole in the first trimester of pregnancy in women with single fetus (399.73 ms) registered increased values than the control group (393.36 ms),  $p=0,030$ . The duration of ventricular is significantly increased in pregnant women (281.7 ms) compared to non-pregnant women (277.39 ms). **Conclusions.** Impedance cardiography provides the hemodynamic profile of pregnant women and the variation of cardiovascular parameter is detected from the first trimester of pregnancy. **Keywords:** base impedance, cardiac output, hemodynamics, cardiovascular

## Rezumat

**Introducere.** Sarcina este caracterizată de modificări cardiovasculare specifice, care debutează din primele săptămâni de gestație. Există multiple mijloace de monitorizare a hemodinamicii, iar impedanța cardiacă și-a dovedit aplicabilitatea în obstetrică în ultimii ani. **Material și metodă.** Am realizat un studiu prospectiv la Maternitatea „Bucur”, care a presupus evaluarea profilului hemodinamic al gravidelor cu făt unic în primul trimestru de sarcină prin comparație cu un lot-martor de femei negravidă. Am utilizat tehnica impedanței cardiace. **Rezultate.** Acest studiu a analizat 86 de gravide în primul trimestru de sarcină prin comparație cu 20 de femei negravidă. Prin utilizarea impedanței cardiace am constatat că valorile impedanței la gravidele cu făt unic (56,47 Ohm) sunt crescute comparativ cu femeile negravidă (26,14 Ohm),  $U=51000$ ,  $Z=-6,535$ ,  $p<0,0001$ . Sarcina influențează valorile frecvenței cardiace, aceasta având valori superioare (85,6 b/min), comparativ cu femeile negravidă (74,3 b/min). Sistola electromecanică în trimestrul I de sarcină la gravidele cu făt unic (399,73 ms) a înregistrat valori crescute față de lotul-martor normotensiv (393,36 ms),  $p=0,030$ . Durata perioadei de preejecție ventriculară este crescută semnificativ la gravidele din trimestrul I (281,7 ms) de sarcină comparativ cu negravidă (277,39 ms). **Concluzii.** Impedanța cardiacă oferă profilul hemodinamic al gravidelor, cu detectarea variațiilor parametrilor cardiovasculari din primul trimestru de sarcină. **Cuvinte-cheie:** impedanță de bază, debitul cardiac, hemodinamică, cardiovascular

## Introducere

Modificările hemodinamice materne încep devreme în sarcină, ating apogeul în trimestrul al doilea și rămân relativ constante până la termen. Acestea includ retenția apei și creșterea debitului cardiac, care determină creșterea volumului sangvin, reducerea rezistenței vasculare sistemice și a tensiunii arteriale. Ele permit o creștere și dezvoltare optimă a fătului și protejează mama de riscurile majore ale nașterii, precum hemoragia<sup>(1)</sup>.

Impedanța electrică toracică a fost măsurată prima dată în 1930, dar Kubicek este acela care a realizat determina-

rea funcției cardiace printr-o metodă neinvazivă, 30 de ani mai târziu. Tot atunci a fost stabilită formula originală pentru determinarea debitului cardiac, având la bază fizica elementară<sup>(2)</sup>.

Această tehnică (ICG) permite evaluarea debitului cardiac (DC), a indexului cardiac (IC), a volumului sistolic (VS), a indexului volumului sistolic (SI), a rezistenței vasculare sistemice (RVS), a indexului rezistenței vasculare sistemice (IRVS), a fracției de ejecție a ventriculului stâng (FEVS), a timpului de ejecție a ventriculului stâng (TEV) și a altor parametri hemodinamici<sup>(3)</sup>.

Primit:  
7.12.2016  
Acceptat:  
15.01.2017

## Material și metodă

Am realizat un studiu prospectiv la Maternitatea „Bucur”, care a presupus evaluarea profilului hemodinamic al gravidelor cu făt unic în primul trimestru de sarcină. Am folosit tehnica neinvazivă a impedanței cardiace. Astfel am realizat un studiu de cohortă de tip II, în care am comparat, din punctul de vedere al parametrilor hemodinamici, gravide sănătoase în trimestrul I de sarcină cu un lot-martor de femei negravidе.

## Rezultate

Acest studiu a analizat 86 de gravide în primul trimestru de sarcină în comparație cu 20 de femei negravidе. Principalele caracteristici ale parametrilor hemodinamici ai sarcinii în trimestrul I au fost:

■ Distribuția valorilor impedanței de bază (Z0) (figura 1) la gravidele cu făt unic și la cele din grupul-martor nu a fost similară, așa cum reiese din reprezentarea grafică. Valorile lui Z0 la gravidele cu făt unic (rang mediu 62,91) și la cele din grupul-martor (rang mediu 13,05) diferă statistic semnificativ,  $U=51000$ ,  $Z=-6,535$ ,  $p<0,0001$ . Valorile impedanței la gravidele cu făt unic (56,47 Ohm) sunt crescute comparativ cu femeile negravidе (26,14 Ohm),  $U=51000$ ,  $Z=-6,535$ ,  $p<0,0001$ .

■ Sarcina influențează valorile frecvenței cardiace (FC), aceasta având valori superioare (85,6 b/min) comparativ cu femeile negravidе (74,3 b/min). Valorile FC la gravidele cu făt unic (rang mediu 57,01) și la cele din grupul nehipertensiv (rang mediu 38,43) diferă statistic semnificativ,  $U=558.500$ ,  $Z=-2,437$ ,  $p=0,015$  (figura 2).

■ Sistola electromecanică (SEM) în trimestrul I de sarcină la gravidele cu făt unic (399,73 ms, rang mediu 56,62) a înregistrat valori mai mari comparativ cu lotul-martor

normotensiv (393,36 ms, rang mediu 40,10),  $U=592000$ ,  $Z=-2,165$ ,  $p=0,030$  (figura 3).

■ Durata perioadei de preejecție ventriculară (PPE) este crescută semnificativ la gravidele din trimestrul I (281,7 ms, rang mediu 56,81) de sarcină comparativ cu persoanele negravidе (277,39 ms, rang mediu 34,40),  $U=478000$ ,  $Z=-2,989$ ,  $p=0,003$  (figura 4).

■ Pentru gravidele în primul trimestru de sarcină incluse în studiu am realizat corelațiile posibile între parametrii hemodinamici obținuți prin impedanță cardiacă și am constatat că există o corelație puternică pozitivă (directă) între indexul volumului sistolic (IVS) și indexul cardiac (IC),  $r(82)=0,591$ ,  $p<0,0001$  (figura 5 a,b).

■ A fost calculat un coeficient de corelație Pearson pentru a evalua relația dintre indexul vitezei de evacuare sistolică ventriculară (IVESV) și IC măsurate la gravidele cu făt unic.

Analiza grafică a indicat prezența unei legături liniare între cele două variabile. Există o corelație puternică pozitivă (directă) între IVESV și IC măsurate în trimestrul I la gravidele cu făt unic,  $r(82)=0,675$ ,  $p<0,0001$ . Volumul sistolic se corelează cu indexul vitezei de evacuare sistolic ventricular. Există o corelație puternică pozitivă (directă),  $r(82)=0,600$ ,  $p<0,0001$ . În același timp, indexul volumului sistolic are o relație de corelație directă și cu indexul cardiac pentru lotul I,  $r(82)=0,591$ ,  $p<0,0001$ .

## Discuții

S-a observat că inima maternă este supusă unor modificări morfologice și funcționale în sarcina normală și mai ales la gravidele cu risc de a dezvolta preeclampsie<sup>(4)</sup>. Mai mult, s-a dovedit că preeclampsia este asociată cu disfuncție venoasă<sup>(5)</sup>, care apare cu săptămâni înainte de debutul clinic al bolii în preeclampsia cu debut precoce, dar care nu survine în

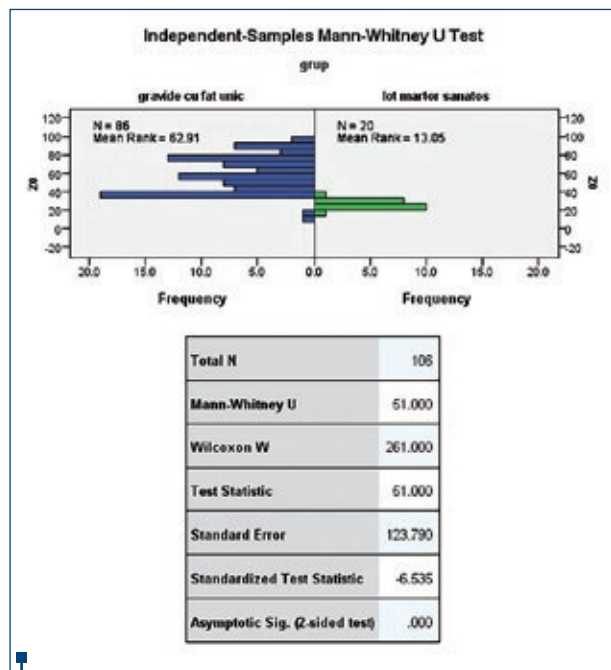


Figura 1. Distribuția valorilor impedanței de bază

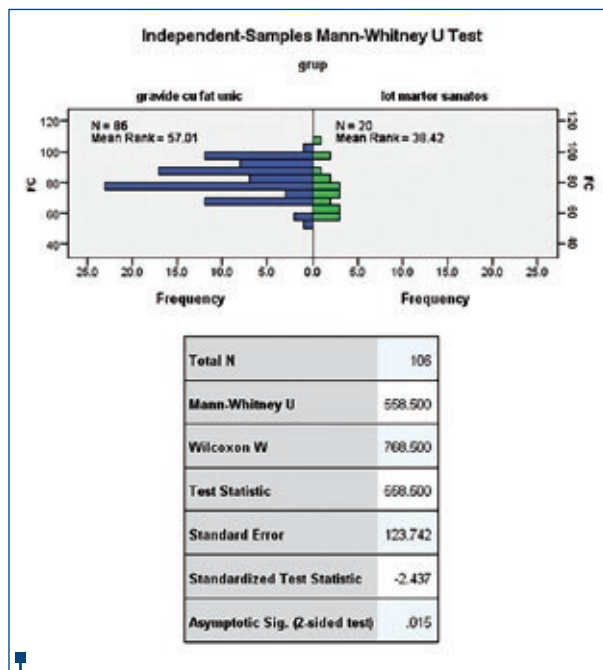


Figura 2. Distribuția valorilor frecvenței cardiace

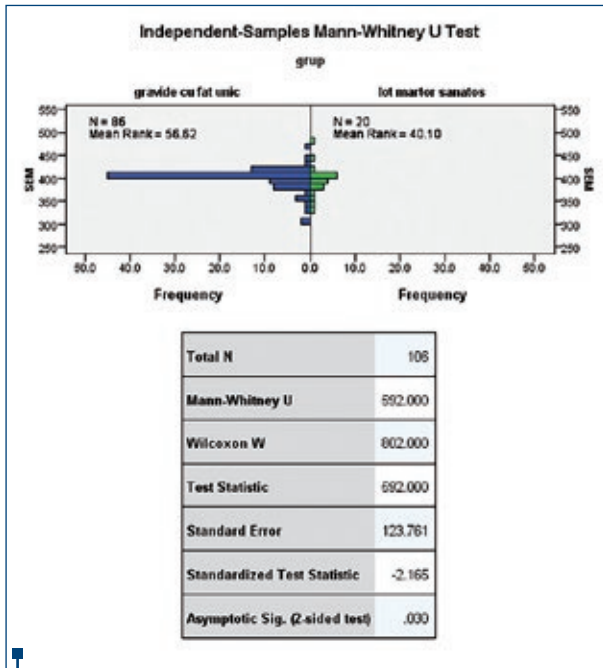


Figura 3. Distribuția valorilor sistolei electromecanice

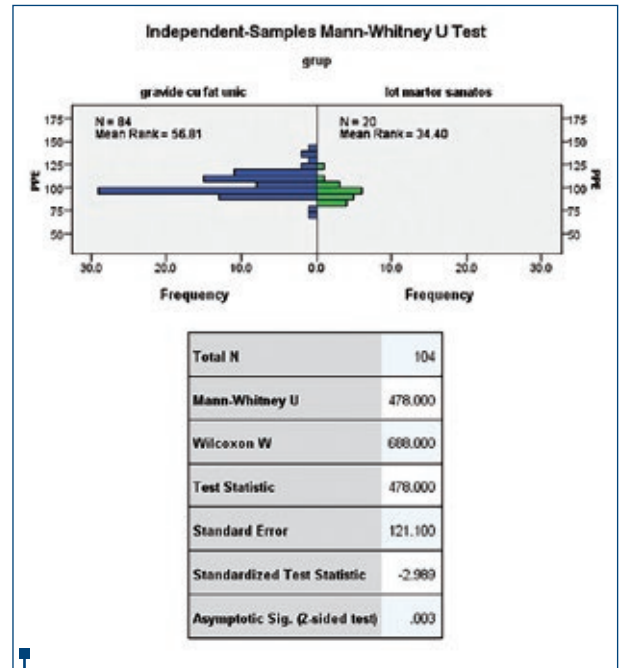


Figura 4. Distribuția valorilor perioadei de preejecție ventriculară

preeclampsia cu debut tardiv<sup>(6)</sup>. Tonusul arterial anormal și stresul arterial sunt caracteristici bine cunoscute ale preeclampsiei<sup>(7)</sup>. Acestea sunt reflectate de creșterea indexului de pulsilitate al arterelor uterine<sup>(8)</sup> și de modificări serologice la pacientele care dezvoltă preeclampsie<sup>(9)</sup>.

Profilul hemodinamic este definit ca parte integrantă a funcției cardiace și vasculare a unui individ, care s-a dovedit a fi distinct în preeclampsia cu debut precoce de cea cu debut tardiv<sup>(10)</sup>. S-a sugerat că adăugarea hemodinamicii venoase la profilul cardiovascular matern poate fi utilă în conduita pacientelor cu hipertensiune arterială asociată sarcinii<sup>(11)</sup>.

S-a constatat că electrocardiograma și ecografia Doppler combinată cu impedanța cardiacă sunt metode neinvazive

pentru studiul hemodinamicii gravidei<sup>(12,13,14)</sup>, cu reproducibilitate și repetabilitate, dacă sunt aplicate după protocoale standard<sup>(15,16)</sup>. Parametrii hemodinamici pot fi modificați la pacientele cu sarcină normală, înainte ca acestea să dezvolte simptome clinice<sup>(17)</sup>, și pot fi folosiți pentru stratificarea riscului<sup>(18)</sup> și pentru a îmbunătăți conduita complicațiilor<sup>(19,29)</sup>.

Comparând parametrii cardiovasculari ai gravidelor din trimestrul I cu lotul-martor normotensiv, s-au observat modificări semnificative statistice la: impedanța de bază, frecvența cardiacă, sistola electromecanică și durata perioadei preejecției ventriculare și la indexul acesteia. Astfel, impedanța cardiacă este crescută prin comparație cu femeile negravidе, aspect justificat de faptul că modificările

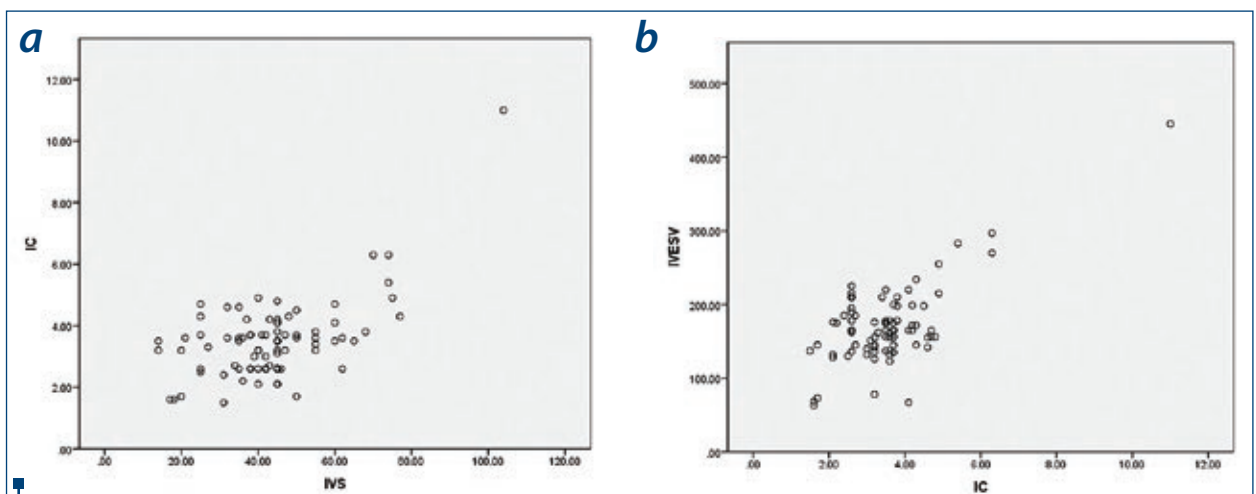


Figura 5 a, b. Corelațiile parametrilor hemodinamici

volemice survin încă din primul trimestru de sarcină<sup>(20)</sup>. Parametrii de ejecție ai ventriculului stâng sunt debitul cardiac, frecvența cardiacă și volumul sistolic, iar parametrii aortici sunt indexul de contractilitate miocardică, acesta fiind echivalentul amplitudinii pe unda ICG, și produsul viteză-presiune echivalent cu distensibilitatea sistemului arterial<sup>(21)</sup>.

Modificarea debitului cardiac la debutul sarcinii se justifică prin răspunsul organismului la un necesar crescut de oxigen impus de o creștere rapidă a embrionului. Debitul cardiac a fost monitorizat cel mai frecvent prin impedanță cardiacă și Vartun et al. au prezentat variația acestuia în sarcina normală, cu făt unic, având următoarele caracteristici: la 20-24 de săptămâni a fost de 6,58 ml, cu o creștere la 7,03 ml la 28 de săptămâni și o scădere la 7,03 ml la 36 de săptămâni de sarcină<sup>(22)</sup>. În sarcină, debitul cardiac se modifică prin schimbarea poziției gravidei, crescând în decubit lateral stâng, ca o consecință a creșterii întoarcerii venoase cu decompresia marilor vase<sup>(23)</sup>. Se mai descrie un status eterogen al debitului cardiac în funcție de vârsta pacientei<sup>(24)</sup>, neobservat în prezentul lot de studiu. S-a observat că funcția cardiacă maternă este influențată de multiparitate, dar pentru pacientele investigate de noi nu s-a obiectivat în parametrii hemodinamici obținuți<sup>(25)</sup>. Performanța cardiacă este accentuată în sarcină pe baza principalilor factori care influențează debitul cardiac: presarcina este crescută pe baza unui volum sangvin crescut, frecvența cardiacă maternă crește cu circa 10-15 bătăi/minut și postsarcina scade pe baza unei rezistențe vasculare reduse<sup>(26)</sup>.

Adaptările fiziologice ale debitului cardiac în sarcină survin în primă fază pe baza volumului sistolic și ulterior ca urmare a modificărilor frecvenței cardiace<sup>(27)</sup>.

Variabilitatea rezistenței vasculare sistemice este consecința sistemului autonom și a scăderii postsarcinii pe parcursul sarcinii, aspecte evidențiate prin metode atât invazive, cât și neinvazive pentru explorarea hemodinamicii<sup>(28)</sup>. Tendința de creștere a RVS din trimestrul al II-lea în trimestrul al III-lea s-a observat și în cadrul studiului lui Vartun et al., cu o valoare medie de 899 dyne.sec.cm<sup>-5</sup> în trimestrul al II-lea la 971899 dyne.sec.cm<sup>-5</sup> la termen<sup>(3)</sup>. Pentru trimestrul I nu s-au observat modificări semnificative în studiul nostru.

Frecvența cardiacă înregistrează o creștere pe parcursul sarcinii, încă din primul trimestru, aspect observat și în cadrul studiului nostru prin compararea cu femei negravidе. Toate corelațiile obținute sunt în concordanță cu modificările adaptative cardiovasculare care survin precoce în sarcină și duc la o creștere inițială a debitului cardiac. Această expansiune pentru trimestrul I are la bază o augmentare a volumului sistolic, pentru a permite organismului matern un consum de oxigen crescut.

## Concluzii

În trimestrul I al sarcinii există corelații importante între valoarea medie a volumului sistolic, indexul de evacuare sistolică ventriculară și indexul cardiac. Comparând valorile parametrilor impedanței între gravidele din trimestrul I și lotul-martor de negravidе, se constată valori crescute ale sistolei electromecanice, ale impedanței de bază, ale frecvenței cardiace și ale perioadei de preejecție ventriculară în trimestrul I. Tehnica impedanței cardiace a evidențiat neinvaziv profilul cardiovascular al gravidelor sănătoase în trimestrul I. Prin realizarea unor studii există speranța obținerii unor parametri utili pentru depistarea precoce a pacientelor cu risc cardiovascular. ■

## Bibliografie

- Chapman AB, Abraham WT, Zamudio S, et al. Temporal relationships between hormonal and hemodynamic changes in early human pregnancy. *Kidney Int* 1998; 54:2056.
- Kubicek WG, Patterson RP, Witsoe DA. Impedance cardiography as a non-invasive method for monitoring cardiac function and other parameters of the cardiovascular system. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1970; 170: 724-32.
- Wynne JL, Ovadje LO, Akridge CM, Sheppard SW, Vogel RL, Van de Water JM. Impedance cardiography: a potential monitor for hemodialysis. *J Surg Res.* 2006;133:55-60.
- Vasapollo B, Novelli GP, Valensise H. Total vascular resistance and left ventricular morphology as screening tools for complications in pregnancy. *Hypertension.* 2008;51(4):1020-6.
- Gyselaers W, Mesens T, Tomsin K, Molenberghs G, Peeters L. Maternal renal interlobar vein impedance index is higher in early- than in late-onset pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010;36(1):69-75.
- Gyselaers W, Mullens W, Tomsin K, Mesens T, Peeters L. Role of dysfunctional maternal venous hemodynamics in the pathophysiology of pre-eclampsia: a review. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;38(2):123-9.
- Carbillon L, Uzan M, Uzan S. Pregnancy, vascular tone, and maternal hemodynamics: a crucial adaptation. *Obstet Gynecol Surv.* 2000;55(9):574-81.
- Cnossen JS, Morris RK, ter Riet G, Mol BW, van der Post JA, Coomarasamy A, Zwinderman AH, Robson SC, Bindels PJ, Kleijnen J, Khan KS. Use of uterine artery Doppler ultrasonography to predict pre-eclampsia and intrauterine growth restriction: a systematic review and bivariable meta-analysis. *CMAJ.* 2008;178(6):701-11.
- Grill S, Rusterholz C, Zanetti-Dallenbach R, Tercanli S, Holzgreve W, Hahn S, Lapaire O. Potential markers of preeclampsia – a review. *Reprod Biol Endocrinol.* 2009;7:70.
- Melchiorre K, Sutherland G, Sharma R, Nanni M, Thilaganathan B. Mid-gestational maternal cardiovascular profile in preterm and term pre-eclampsia: a prospective study. *BJOG.* 2013;120(4):496-504.
- Gyselaers W, Mesens T. Renal interlobar vein impedance index: a potential new Doppler parameter in the prediction of preeclampsia? *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2009;22(12):1219-21.
- Mesens T, Tomsin K, Molenberghs G, Gyselaers W. Reproducibility and repeatability of maternal venous Doppler flow measurements in renal interlobar and hepatic veins. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010;36(1):120-1.
- Tomsin K, Mesens T, Molenberghs G, Peeters L, Gyselaers W. Time interval between maternal electrocardiogram and venous Doppler waves in normal pregnancy and preeclampsia: a pilot study. *Ultraschall Med.* 2010;33(7):E119-E125.
- Tomsin K, Mesens T, Molenberghs G, Gyselaers W. Venous pulse transit time in normal pregnancy and preeclampsia. *Reprod Sci.* 2012;19(4):431-6.
- Da Silva EG, Carvalho MA, Hirakawa HS, Peracoli JC. Bioimpedance in pregnant women with preeclampsia. *Hypertens Pregnancy.* 2010;29(4):357-65.
- Sharwood-Smith G, Bruce J, Drummond G. Assessment of pulse transit time to indicate cardiovascular changes during obstetric spinal anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2006;96(1):100-105.
- Vasapollo B, Valensise H, Novelli GP, Altomare F, Galante A, Arduini D (2004) Abnormal maternal cardiac function precedes the clinical manifestation of fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 24: 23-9.
- Parrish MR, Laye MR, Wood T, Keiser SD, Owens MY, May WL, et al. (2012) Impedance cardiography facilitates differentiation of severe and superimposed preeclampsia from other hypertensive disorders. *Hypertens Pregnancy* 31: 327-340.
- Brun C, Zieskiewicz L, Textoris J, Muller L, Bellefleur JP, Antonini F, et al. Prediction of fluid responsiveness in severe preeclamptic patients with oliguria. *Intensive Care Med.* 2013; 39: 593-600.
- Ueland K. Cardiorespiratory physiology of pregnancy. In: *Gynecology and Obstetrics*, Harper and Row, Baltimore 1979, Vol 3.
- Tomsin K, Mesens T, Molenberghs G, Gyselaers W. Diurnal and position-induced variability of impedance cardiography measurements in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2011;31(2):145-50.
- Åse Vårtun, Kari Flo, Tom Wilsgaard, Ganesh Acharya Fatima Crispi-Brillas, Maternal Functional Hemodynamics in the Second Half of Pregnancy: A Longitudinal Study *PLoS One.* 2015; 10(8):e0135300. Published online 2015 Aug 10.
- Hankins GD, Harvey CJ, Clark SL, Uckan EM, Van Hook JW. The effects of maternal position and cardiac output on intrapulmonary shunt in normal third-trimester pregnancy. *Obstetrics and gynecology.* 1996;88(3):327-30.
- Ventura HO, Taler SJ, Strobeck JE. Hypertension as a hemodynamic disease: the role of impedance cardiography in diagnostic, prognostic, and therapeutic decision making. *Am J Hypertens.* 2005;18: 265-435.
- Turan OM, De Paco C, Kametas N, Khaw A, Nicolaidis KH. Effect of parity on maternal cardiac function during the first trimester of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;32: 849-54.
- Robson SC, Hunter S, Boys RJ, Dunlop W. Serial study of factors influencing changes in cardiac output during human pregnancy. *Am J Physiol.* 1989;256:H1060.
- Duvekot JJ, Peeters LL. Maternal cardiovascular hemodynamic adaptation to pregnancy. *Obstet Gynecol Surv.* 1994;49(12Suppl):S1-14.
- Moertl, Manfred G.; Ulrich, Daniela; Pickel, Karoline I.; et al. Changes in haemodynamic and autonomous nervous system parameters measured non-invasively throughout normal pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2009; 144:S179-S183.
- Mihăilescu IC, Mitran M, Marinescu B. Indexul miocardic (Tei index) în cadrul evaluării Doppler a funcției cardiace fetale. *Ginecologia.ro.* 2013;1(1):26-31.