

Ocena dopplerowskiego przepływu krwi w tętnicy macicznej ciężarnej w predykcji nadciśnienia w ciąży i hipotrofii płodu

Uterine artery Doppler in prediction of fetal intrauterine growth restriction and hypertension during pregnancy

© GinPolMedProject 1 (19) 2011

Artykuł oryginalny/Original article

JERZY FLORJAŃSKI, MARIUSZ ZIMMER, MAREK TOMIAŁOWICZ, MARTA ZASTAWNY, MICHAŁ POMORSKI

II Katedra i Klinika Położnictwa, Ginekologii i Neonatologii Akademii Medycznej we Wrocławiu

Kierownik: dr hab. n. med. Mariusz Zimmer, prof. AM

Adres do korespondencji/Address for correspondence:

Jerzy Florjański

II Katedra i Klinika Położnictwa, Ginekologii i Neonatologii AM we Wrocławiu

ul. Dłubyńska 5/7, 50-528 Wrocław

tel. + 48 71 7331400, fax: + 48 71 7331409, mobile: + 48 601776129

e-mail: jerzyflorjanski@wp.pl

Statystyka/Statistic

Liczba słów/Word count	1000/1098
Tabele/Tables	3
Ryciny/Figures	0
Piśmiennictwo/References	13

Received: 29.09.2010

Accepted: 10.11.2010

Published: 05.03.2011

Streszczenie

Wstęp. U niektórych ciężarnych po 24 tygodniu ciąży obserwuje się nieprawidłowe widma dopplerowskie przepływu w tętnicach macicznych.

Cel pracy. Ocena możliwości przewidywania wystąpienia hipotrofii płodu i nadciśnienia indukowanego ciążą na podstawie analizy w II trymestrze ciąży dopplerowskiego przepływu krwi w tętnicach macicznych ciężarnych kobiet.

Material i metody. Badaniami ultrasonograficznymi w latach 2007-2009 objęto łącznie 721 ciężarnych w II trymestrze ciąży. Za pomocą sond brzusznych oceniano przepływ krwi w tętnicach macicznych, przyjmując za nieprawidłowy przepływ: występowanie „notch” w jednej lub obu tętnicach macicznych względnie nieprawidłowe wskaźniki dopplerowskie $PI > 1,2$ i $RI > 0,55$. Przydatność badań dopplerowskich w predykcji nadciśnienia tętniczego oraz hipotrofii płodu oceniano obliczając czułość, swoistość, dodatnią i ujemną wartość prognostyczną.

Wyniki. Czuość, swoistość, dodatnia i ujemna wartość prognostyczna nieprawidłowego przepływu krwi w tętnicach macicznych w predykcji nadciśnienia w ciąży wynosiła odpowiednio: 57%, 95%, 35%, 98% (dla nieprawidłowego przepływu w jednej tętnicy) oraz 56%, 96%, 40%, 98% (dla nieprawidłowego przepływu w dwóch tętnicach). Czuość, swoistość, dodatnia i ujemna wartość prognostyczna nieprawidłowego przepływu krwi w tętnicach macicznych w predykcji hipotrofii płodu wynosiła odpowiednio: 56%, 96%, 52%, 97% (dla nieprawidłowego przepływu w jednej tętnicy) oraz 52%, 97%, 54%, 97% (dla nieprawidłowego przepływu w dwóch tętnicach).

Wnioski. W II trymestrze ciąży ocena dopplerowskich przepływów krwi w tętnicach macicznych jest przydatnym badaniem w przewidywaniu wystąpienia nadciśnienia oraz ograniczenia wewnątrzmacicznego wzrastania płodu. Parametry dopplerowskie (wskaźnik pulsacji i wskaźnik oporu) oraz wcięcie wczesnorozkurczowe w II trymestrze ciąży charakteryzują się mierną czułością i wysoką swoistością w predykcji powikłań w dalszym przebiegu ciąży. Lokalizacja łożyska nie wpływa istotnie na wyniki parametrów przepływu krwi w tętnicach macicznych w II trymestrze ciąży.

Słowa kluczowe: Doppler, tętnica maciczna, ciąża, hipotrofia, nadciśnienie

Summary

Introduction. In some pregnant women after the 24th week of pregnancy abnormal Doppler flow in uterine arteries is observed.

Aim of the study. The aim of this study was to estimate the prognostic value of uterine artery Doppler examination in the second trimester of pregnancy in prediction of fetal intrauterine growth restriction and pregnancy induced hypertension.

Material and methods. During the years 2007-2009 seven hundred twenty one ultrasound scans in the second trimester of pregnancy were performed. The uterine artery Doppler was performed by using transabdominal ultrasound transducers. The presence of "notch", pulsatility index values $>1,2$ and resistance index values $> 0,55$ were regarded as abnormal. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values were calculated in order to determine the usefulness of uterine artery Doppler in prediction of hypertension and fetal intrauterine growth restriction.

Results. The sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of abnormal uterine artery Doppler flow in prediction of pregnancy induced hypertension were as follows: 57%, 95%, 35%, 98% (for abnormal flow in one uterine artery) and 56%, 96%, 40%, 98% (for abnormal flow in both uterine arteries). The sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of abnormal uterine artery Doppler flow in prediction of fetal intrauterine growth restriction were as follows: 56%, 96%, 52%, 97% (for abnormal flow in one uterine artery) and 52%, 97%, 54%, 97% (for abnormal flow in both uterine arteries).

Conclusions. The assessment of uterine artery Doppler flow in the second trimester of pregnancy is a useful method for prediction of fetal intrauterine growth restriction and pregnancy induced hypertension. Pulsatility index, resistance index and the presence of "notch" have low sensitivity and high specificity in predicting complications in the further course of pregnancy. The localization of placenta does not have a significant influence on the uterine artery Doppler flow parameters in the second trimester of pregnancy.

Key words: Doppler, uterine artery, pregnancy, hypotrophy, hypertension

WSTĘP

Dopplerowski przepływ krwi w tętnicach macicznych u ciężarnych kobiet można oceniać ilościowo – stosując powszechnie uznane parametry jak: wskaźnik skurczowo-rozkurczowy (S/D), indeks pulsacji (PI), indeks oporu (RI), maksymalna, średnia i minimalna prędkość skurczowa bądź rozkurczowa oraz jakościowo – biorąc pod uwagę kształt fali, obecność wcięcia wczesnorozkurczowego (*notch*), indeks wcięcia wczesnorozkurczowego (*notch index* – NI), indeks głębokości wcięcia wczesnorozkurczowego (*notch deep index* – NDI) lub tzw. skalę tętnicy macicznej (*uterine artery score* – UAS) [1-4]. Badanie można przeprowadzić za pomocą sond brzusznych o częstotliwości 3,5 MHz lub dopochwowych – 7,5 MHz, a ułatwieniem w odnalezieniu właściwego do oceny odcinka naczynia jest Doppler znakowany kolorem. Zazwyczaj stosując sondy brzuszne odprowadza się widmo dopplerowskie z tętnicy macicznej prawej i lewej w okolicy skrzyżowania tętnic macicznych z naczyniami biodrowymi. Prawidłowe spektrum dopplerowskie w tętnicach macicznych charakteryzuje się wysoką falą skurczową i wolnym przejściem w falę rozkurczową. U niektórych ciężarnych obserwuje się nieprawidłowe widma dopplerowskie – z obecnością obniżenia przepływu na początku fazy rozkurczowej – o około 50 Hz od maksymalnej prędkości rozkurczowej, co nazywa się wcięciem (*notch*). Zjawisko to może występować w obu tętnicach macicznych lub też jednej z nich i wynika ze zwiększonego oporu w tych naczyniach wskutek niepełnej inwazji trofoblastu w tętnice spiralne w I trymestrze

INTRODUCTION

Doppler sonographic analysis of uterine arterial blood flow in pregnant women might be quantitative owing to the use of commonly recognized parameters such as systolic/diastolic ratio (S/D), pulsation index (PI), maximal, mean and minimal systolic or diastolic velocity, or qualitative – considering wave shape, presence of early diastolic notch, notch index (NI), notch deep index (NDI) or uterine artery score (UAS) [1-4]. The scan can be performed using abdominal 3.5 MHz probes or transvaginal 7.5 MHz probes, while searching for an appropriate part of the blood vessel might be facilitated with color Doppler. Usually, when using abdominal probes, the analysis is based on the Doppler spectrum of right and left uterine arteries gathered in the area where uterine arteries cross iliac blood vessels. Normal Doppler spectrum of uterine arteries is characterized by high systolic wave and slow change into diastolic wave. In some pregnant women abnormal Doppler spectra are observed. The abnormal spectra include so called notch, described as blood flow decrease at the beginning of diastolic phase approx. 50 Hz from the maximal diastolic velocity. The phenomenon might be observed in both uterine arteries or in one of them and is related to increased resistance of uterine blood vessels caused by incomplete trophoblast invasion into the spiral arteries during the I trimester [5]. Early diastolic notch after 24th week of pregnancy is considered abnormal [6].

cięży [5]. Obecność wcięcia wczesnorozkurczowego po 24 tygodniu ciąży uważa się za nieprawidłowe [6].

Współczynnik skurczowo-rozkurczowy (S/D) w tętnicach macicznych znacznie obniża się w czasie trwania ciąży od wartości 7-11 w I trymestrze do 2,5-4,5 pod koniec ciąży. Parametr ten jest obecnie rzadko wykorzystywany do oceny przepływu w tętnicach macicznych.

Wskaźnik pulsacji (PI) obniża się do około 24 tygodnia ciąży, kiedy jego wartości wahają się między 0,5-1,2. Po 24 tygodniu indeks przekraczający 1,2 uważa się za nieprawidłowy i świadczy o zwiększonym oporze przepływu krwi w tętnicach macicznych [1-3].

Wskaźnik oporu (RI) spada podczas ciąży. Wśród autorów nie ma jednomyślności jakie wartości RI należy uważać za nieprawidłowe: np. według Bowera – powyżej 95 percentyla jego siatki wartości RI w ciążach fizjologicznych, według Kurdiego – wartości RI > 0,55 [5,7].

CEL PRACY

Celem pracy była ocena możliwości przewidywania wystąpienia powikłań w ciąży takich jak hipotrofii płodu i nadciśnienia indukowanego ciążą na podstawie analizy w II trymestrze ciąży dopplerowskiego przepływu krwi w tętnicach macicznych ciężarnych kobiet.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami ultrasonograficznymi w latach 2007-2009 objęto łącznie około 721 ciężarnych w II trymestrze ciąży zgłaszających się do badań przesiewowych. Wiek ciężarnych wahał się od 22-47 lat (średnia 28 lat). Wśród badanych było 327 (45,3%) pierworódek i 394 (54,7%) wieloródek. Przy użyciu sond brzusznych oceniano dopplerowski przepływ krwi w tętnicach macicznych u ciężarnych, przyjmując za nieprawidłowy przepływ: występowanie wcięcia wczesnorozkurczowego (*notch*) w jednej lub obu tętnicach macicznych matki względnie nieprawidłowe wskaźniki dopplerowskie – PI > 1,2 i RI > 0,55. Wskaźnika skurczowo-rozkurczowego (S/D) nie analizowano. Zwrócono uwagę na umiejscowienie łożyska, co mogłoby mieć wpływ na przepływ krwi w tętnicach macicznych. Stosując test t-Studenta porównano wartości wskaźników PI i RI w tętnicach macicznych, które znajdowały się po stronie łożyska, z takimi samymi wskaźnikami po przeciwnej stronie.

Badane ciężarne podzielono na II grupy, zależnie od wyników analizy widm dopplerowskich w tętnicach macicznych: grupa I – 77 ciężarnych (10,7%) z nieprawidłowymi wynikami badań dopplerowskich w jednej lub obu tętnicach macicznych, grupa II – 644 (89,3%) z prawidłowymi badaniami. Wśród badanych w II trymestrze ciąży w dalszym przebiegu ciąży u 40 (5,5%) wystąpiło nadciśnienie tętnicze oraz u 58 (8,0%) hipotrofia płodu, w tym u 15 (2,1%) oba te powikłania jednocześnie. Za hipotrofię płodu przyjmowano warto-

ści w tętnicach macicznych systolic/diastolic ratio (S/D) decreases during the pregnancy from 7-11 during the I trimester to 2.5-4.5 at the end of pregnancy. This parameter is currently rarely used in the assessment of uterine arteries blood flow.

Pulsation index (PI) decreases up to 24th week of pregnancy to achieve 0.5-1.2. After 24th week of pregnancy PI value more than 1.2 is considered abnormal and is related to increased resistance in uterine arteries [1-3].

Resistance index (RI) decreases during pregnancy. However, the experts do not agree on abnormal values of RI: e.g. according to Bower abnormal RI values are those above 95 percentile of his centile rank for physiologic pregnancies, while according to Kurdy values above 0.55 should be considered abnormal [5,7].

AIM OF THE STUDY

Aim of the study was to assess the possibility to predict pregnancy complications such as fetal hypotrophy and pregnancy induced hypertension according to Doppler sonographic analysis of uterine arterial blood flow during the II trimester.

MATERIALS AND METHODS

Total number of 721 Doppler scans performed as a routine screening between 2007-2009 in II trimester of pregnancy were analyzed. Age of pregnant women was between 22 and 47 years (mean 28 years). Among the studied group 327 were primiparas (45.3%) and 394 (54.7%) were multiparas. Doppler sonographic analysis of uterine arterial blood flow was performed using abdominal probes. The following parameters were considered abnormal: the presence of early diastolic notch in one or both uterine arteries or abnormal Doppler parameters such as PI > 1.2 or RI > 0.55. Systolic/diastolic (S/D) ratio was not analyzed. Moreover, placenta localization was considered, as it may affect uterine arterial blood flow. Using Student's t-test the comparison of PI and RI of uterine arteries at placenta side values with the same indexes at the other side was performed.

Pregnant women were divided into two groups in relation to the results of Doppler scan of uterine arteries: group I – 77 pregnant women (10.7%) with abnormal results of Doppler scan in one or both uterine arteries, group II – 644 pregnant women (89.3%) with normal results of the scan. Further, in the studied groups, 40 patients (5.5%) developed arterial hypertension and in 58 cases (8.0%) fetal hypotrophy was observed, including 15 cases (2.1%) with both complications. Fetal hypotrophy was diagnosed when approximate fetal mass, calculated using Shepard formula, was below 10 percentile of our own centile rank of birth mass developed based on the observation of over 5000 newborns from uncomplicated pregnancies. Hypertension in pregnancy was diagnosed when blood pressure was over 140/90 mmHg.

ści szacunkowej masy płodu, obliczonej wg formuły Shepada, poniżej 10 percentyla własnej siatki centylowej, opracowanej na podstawie analizy masy urodzeniowej ponad 5 tysięcy dzieci z ciąż niepowikłanych. Za nadciśnienie w ciąży przyjmowano utrzymywanie się wartości powyżej 140/90 mmHg.

Przydatność badań dopplerowskich w predykcji nadciśnienia tętniczego oraz hipotrofii płodu oceniano obliczając czułość, swoistość, dodatnią i ujemną wartość prognostyczną tych badań. Zastosowano następujące wzory: czułość = $WPD/WPD+WFU \times 100$, swoistość = $WPU/WPU+WFD \times 100$, dodatnia wartość

Usefulness of Doppler scan for prediction of arterial hypertension and fetal hypotrophy was assessed by calculation of sensitivity, specificity and positive and negative prognostic value of these tests. The following formulas were used: sensitivity = $WPD/WPD+WFU \times 100$, specificity = $WPU/WPU+WFD \times 100$, positive prognostic value = $WPD/WPD+WFD \times 100$, negative prognostic value = $WPU/WPU+WFU \times 100$, where: WPD – number of true positive results, WFD – number of false positive results, WPU – number of true negative results, WFU – number of false negative results.

Tab. 1. Zależność między nieprawidłowymi wynikami badań dopplerowskich w tętnicach macicznych a rozwojem w ciąży hipotrofii płodu i nadciśnienia tętniczego

Przepływ krwi w tętnicach macicznych	Powikłania w przebiegu ciąży	
	Nadciśnienie (n=40)	Hipotrofia (n=58)
Nieprawidłowy w jednej tętnicy (n=42)	15	22
Nieprawidłowy w obu tętnicach (n=35)	14	19
Prawidłowy (n=644)	11	17

Tab. 1. Relation between abnormal Doppler scan of uterine arteries results and development of fetal hypotrophy and arterial hypertension

Uterine arteries blood flow	Complications of pregnancy	
	Hypertension (n=40)	Hypotrophy (n=58)
Abnormal in one artery (n=42)	15	22
Abnormal in both arteries (n=35)	14	19
Normal (n=644)	11	17

Tab. 2. Czułość, swoistość, dodatnia i ujemna wartość prognostyczna nieprawidłowego przepływu krwi w tętnicach macicznych w predykcji nadciśnienia w ciąży

Przepływ krwi w tętnicach macicznych	Czułość	Swoistość	Dodatnia wartość prognostyczna	Ujemna wartość prognostyczna
Nieprawidłowy w jednej tętnicy	57%	95%	35%	98%
Nieprawidłowy w obu tętnicach	56%	96%	40%	98%

Tab. 2. Sensitivity, specificity, positive and negative prognostic value of abnormal uterine arteries flow rate in prediction of hypertension during pregnancy

Uterine arteries blood flow	Sensitivity	Specificity	Positive prognostic value	Negative prognostic value
Abnormal in a single artery	57%	95%	35%	98%
Abnormal in both arteries	56%	96%	40%	98%

Tab. 3. Czułość, swoistość, dodatnia i ujemna wartość prognostyczna nieprawidłowego przepływu krwi w tętnicach macicznych w predykcji hipotrofii płodu

Przepływ krwi w tętnicach macicznych	Czułość	Swoistość	Dodatnia wartość prognostyczna	Ujemna wartość prognostyczna
Nieprawidłowy w jednej tętnicy	56%	96%	52%	97%
Nieprawidłowy w obu tętnicach	52%	97%	54%	97%

Tab. 3 Sensitivity, specificity, positive and negative prognostic value of abnormal uterine arteries blood flow in prediction of fetal hypotrophy

Uterine arteries blood flow	Sensitivity	Specificity	Positive prognostic value	Negative prognostic value
Abnormal in a single artery	56%	96%	52%	97%
Abnormal in both arteries	52%	97%	54%	97%

gnostyczna = $WPD/WPD+WFD \times 100$, ujemna wartość prognostyczna = $WPU/WPU+WFU \times 100$, gdzie: WPD – liczba wyników prawdziwie dodatnich, WFD – liczba wyników fałszywie dodatnich, WPU – liczba wyników prawdziwie ujemnych, WFU – liczba wyników fałszywie ujemnych.

WYNIKI

Wyniki przedstawiono w tabelach 1, 2, 3.

Porównanie wartości wskaźników PI i RI w tętnicach macicznych znajdujących się po stronie łożyska z takimi samymi wskaźnikami po stronie przeciwnej nie wykazało istotnych statystycznie różnic.

DYSKUSJA

Pierwszym doniesieniem dotyczącym zmian w krążeniu maciczno-łożyskowym w przypadkach wewnątrzmacicznego ograniczenia wzrastania płodu była praca Campbella z 1983r. [8]. Na podstawie badań klinicznych wykonywanych między 18. a 22. tygodniem ciąży oraz między 23. a 24. tygodniem wykazano, że wyższą wartość w prognozowaniu wystąpienia nadciśnienia oraz hipotrofii płodu mają pomiary przepływów w tętnicach macicznych w tym drugim okresie. Biorąc pod uwagę nasze badania przeprowadzaliśmy w 24. tygodniu ciąży. Ocena parametrów przepływu krwi w tętnicach macicznych jako prognostyk dalszych powikłań w ciąży w naszym materiale wykazała mierną ich czułość oraz wysoką swoistość. Podobne wyniki przedstawił Albaiges, Aquilina oraz Papageorghiou [9-11].

Hofstaetter stwierdził istotnie niższy opór naczyniowy w tętnicy macicznej znajdującej się po stronie łożyska, w stosunku do przeciwnej tętnicy macicznej [12]. W naszym materiale podobnej zależności nie obserwowaliśmy. Przepływy krwi w obu tętnicach okazały się podobne. Wprawdzie i tak należy oceniać przepływy z obu stron, jednak lokalizacja łożyska nie wpływa istotnie na wartości badanych parametrów. Stwierdzenie nieprawidłowych przepływów krwi w tętnicach macicznych u ciężarnych w II trymestrze ciąży jest istotnym czynnikiem rokowania co do wystąpienia powikłań w dalszym przebiegu ciąży i obliguje położnika do dokładnej obserwacji rozwoju ciąży. Takie postępowanie umożliwiłoby wczesne wykrycie ewentualnych powikłań i zadbanie o właściwy nadzór nad ciężarną. Wśród ciężarnych kobiet z nieprawidłowymi parametrami przepływu w tętnicach macicznych obserwuje się 4-6-krotny wzrost ryzyka urodzenia dziecka w gorszym stanie ogólnym [10-12]. Obok badań dopplerowskich wykonywanych w naczyniach krążenia płodowego ocena przepływów krwi w tętnicach macicznych matki jest ważnym elementem w diagnostyce prenatalnej [13].

RESULTS

The results are presented in tables 1, 2, 3.

The comparison of PI and RI of uterine arteries at placenta side values with the same indexes at the other side did not reveal any statistically significant differences.

DISCUSSION

In 1983, Campbell et al. were the first to find that intrauterine growth retardation is related to the changes in maternal-placental circulation [8]. Based on comparison of results of clinical analysis performed between 18 and 22 week of pregnancy and 23 and 24 week of pregnancy it was proved that prognostic value of uterine blood flow examination in prediction of arterial hypertension and fetal hypotrophy is higher in the second period. Taking the above into consideration, we performed our analyses at 24 week of pregnancy. In our material, uterine arterial blood flow analysis as a prognostic factor for further complications of pregnancy was characterized by low sensitivity and high specificity. Similar results were published by Albaiges, Aquilina and Papageorghiou [9-11].

Hofstaetter found significant decrease of vascular resistance in uterine artery at the placenta side in comparison to uterine side [12]. However, such relation was not observed in our material. Blood flow was comparable at both sides. Indeed, blood flow should be analyzed at both sides, however, placenta localization did not influence studied parameters. Abnormal uterine arterial blood flow in II trimester of pregnancy is a significant prognostic factor for complications in further course of pregnancy and should obligate obstetrician to careful observation of such a pregnancy. Such conduct will result in early detection of potential complications and appropriate supervision of pregnant women health status. Among pregnant women with abnormal parameters of uterine arterial blood flow there is 4-6-fold higher risk of poor general condition after birth [10-12]. Apart from Doppler scans performed to analyze fetal blood flow, mother's uterine arterial blood flow examination is important part of prenatal diagnostics [13].

WNIOSKI

1. W II trymestrze ciąży ocena dopplerowskich przepływów krwi w tętnicach macicznych jest przydatnym badaniem w przewidywaniu wystąpienia nadciśnienia oraz ograniczenia wewnątrzmacicznego wzrastania płodu.
2. Parametry dopplerowskie (wskaźnik pulsacji i wskaźnik oporu) oraz wcięcie wczesnorozkurczowe w II trymestrze ciąży charakteryzują się mierną czułością i wysoką swoistością w predykcji powikłań w dalszym przebiegu ciąży.
3. Lokalizacja łożyska nie wpływa istotnie na wyniki parametrów przepływu krwi w tętnicach macicznych w II trymestrze ciąży.

CONCLUSIONS

1. Doppler sonographic analysis of uterine arterial blood flow in II trimester of pregnancy is an useful clinical tool to predict development of hypertension and intrauterine growth retardation.
2. Doppler parameters (pulsation index, resistance index) and early diastolic notch in II trimester have poor sensitivity and high specificity in prediction of further complications of pregnancy.
3. Placenta localization does not statistically significantly affect uterine arterial blood flow parameters analyzed during the II week of pregnancy.

Piśmiennictwo / References:

1. **Gudmundsson S, Korszun P, Olofsson P.** New score indicating placental vascular resistance. *Acta Obstet Scand* 2003;82:807-12.
2. **Hernandez-Andrade E, Brodzki J, Lingman G.** Uterine artery score and perinatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002;19:438-42.
3. **Jurkovic D, Jauniaux E, Kurjak A.** Transvaginal color Doppler assessment of the uteroplacental circulation in early pregnancy. *Obstet Gynecol* 1991;77:365-9.
4. **Thaler I, Manor D, Itskovitz J.** Changes in uterine blood flow during human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1990;162:121-5.
5. **Bower S, Schuster K, Campbell S.** Doppler ultrasound screening as part of routine antenatal scanning. Prediction of pre-eclampsia and intrauterine growth retardation. *Br J Obstet Gynecol* 1999;100:989-95.
6. **Brażert J, Szaflik K, Pietryga M i wsp.** Ultrasonografia dopplerowska w położnictwie i ginekologii. *Ośrodek Wyd Nauk, Poznań* 2004:39-48.
7. **Kurdi W, Campbell S, Aquilina J.** The role of color Doppler imaging of the uterine arteries at 20 weeks gestation in stratifying antenatal care. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998;12:339-45.
8. **Campbell S, Diaz-Recasens J, Griffin D et al.** New Doppler technique for assessing uteroplacental blood flow. *Lancet* 1983;1:675-7.
9. **Albaiges G, Missfelder-Lobos H, Lees C.** One stage screening for pregnancy complications by color Doppler assessment of the uterine arteries at 23 week's gestation. *Obstet Gynecol* 2000;96:559-64.
10. **Aquilina J, Thompson O, Thilaganathan B.** Improved early prediction of pre-eclampsia by combining second-trimester maternal serum inhibin-A and uterine artery Doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;17:477-84.
11. **Papageorgiou A T, Yu C K H, Bindra R.** Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18:441-9.
12. **Hofstaetter C, Dubiel M, Gudmundsson S et al.** Uterine artery color Doppler assisted velocimetry and perinatal outcome. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1996;75:612-9.
13. **Nalewczyńska A, Timorek-Lemieszczuk A, Osuch B.** Nadciśnienie w ciąży – patofizjologia i postępowanie. *GinPolMedProject* 2008;4(10):10-13.