

Otrzymano:  
08.07.2017  
Zaakceptowano:  
07.09.2017  
Opublikowano:  
29.12.2017

## Badanie dopplerowskie przepływu przez tętnice maciczne w nadciśnieniu tętniczym u ciężarnych w Nigerii

### Uterine artery Doppler velocimetry in hypertensive disorder of pregnancy in Nigeria

Ibukun A. Abidoye<sup>1</sup>, Oluwagbemiga O. Ayoola<sup>1</sup>, Bukunmi M. Idowu<sup>1</sup>, Adeniyi S. Aderibigbe<sup>1</sup>, Olabisi M. Loto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology, Obafemi Awolowo University Teaching Hospitals Complex, Ile – Ife, Osun state, Nigeria

<sup>2</sup> Obstetrics and Gynecology, Obafemi Awolowo University Teaching Hospitals Complex, Ile – Ife, Osun state, Nigeria

Adres do korespondencji: Dr. Bukunmi M. Idowu, Department of Radiology, Obafemi Awolowo University Teaching Hospitals Complex, PMB 5538, Ile-Ife, Osun State, Nigeria, tel.: +234 803 2164 229, e-mail: ibmcontacts@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2017.0037

#### Słowa kluczowe

nadciśnienie  
tętnicze w ciąży,  
tętnice maciczne,  
ultrasonografia  
dopplerowska,  
wewnątrzmaciczne  
zahamowanie wzrostu  
płodu

#### Keywords

hypertensive disorder  
of pregnancy,  
uterine artery,  
Doppler sonography,  
intrauterine growth  
restriction

#### Abstract

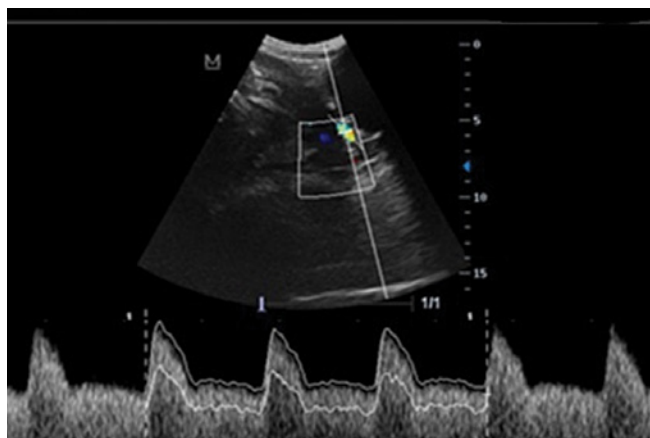
**Aim of the study:** To evaluate the value of uterine artery Doppler indices and waveform pattern in predicting fetuses at risk for intrauterine growth restriction in hypertensive disorders of pregnancy. **Materials and methods:** This was a prospective cross-sectional study including 80 pregnant subjects with hypertensive disorders of pregnancy and two control groups. Uterine artery Doppler sonography was performed in all study participants. Uterine artery Doppler indices across the groups were compared using the analysis of variance (ANOVA) while the presence of prediastolic notch was analyzed with the Chi Square test. **Results:** For the hypertensive disorders of pregnancy group, resistivity index > 0.66 had a sensitivity of 50.0%, specificity of 69.1% and a positive predictive value of 22.2% for predicting intrauterine growth restriction. The odds ratio was 2.2 with a 95% confidence interval of 0.6–7.8. The presence of prediastolic notching had a sensitivity of 100.0%, specificity of 96.0% and a positive predictive value of 80.0% for predicting intrauterine growth restriction. The odds ratio was 22.7 with a 95% confidence interval of 7.5–68.5. **Conclusion:** Uterine artery Doppler sonography is useful for predicting fetuses at risk for intrauterine growth restriction in hypertensive disorder of pregnancy. Prediastolic notching is more sensitive and more specific than uterine artery resistivity index in predicting fetuses at risk of intrauterine growth restriction in established hypertensive disorder of pregnancy.

## Wstęp

Nadciśnienie tętnicze w ciąży (*hypertensive disorders of pregnancy*, HDP) jest główną przyczyną zachorowalności i umieralności okołoporodowej, również wśród kobiet ciężarnych w krajach rozwijających się, do których należy Nigeria<sup>(1)</sup>. Za przyczynę HDP uznaje się zaburzenia w rozwoju łożyska, polegające na nieprawidłowej inwazji trofoblastu do ścian tętnic spiralnych, prowadzącej do zwiększenia oporu naczyniowego w krążeniu maciczno-

łożyskowym<sup>(2)</sup>. W przypadku braku interwencji dochodzi do wystąpienia wewnątrzmacicznego zahamowania wzrostu płodu (*intrauterine growth restriction*, IUGR).

Uznaje się, że nadciśnienie tętnicze w ciąży występuje, gdy skurczowe ciśnienie krwi przekracza 140 mmHg, a rozkurczowe 90 mmHg podczas co najmniej dwóch pomiarów przeprowadzonych w 6-godzinnych odstępach. HDP obejmuje nadciśnienie indukowane ciążą (nadciśnienie bez towarzyszącego białkomoczu), stan przedzru-



Ryc. 1. Obraz USG w prezentacji tripleksowej przedstawiający falę przepływu (doppler) w tętnicach macicznych w prawidłowej ciąży

cawkowy (nadciśnienie z towarzyszącym białkomoczem) oraz rzucawkę (stan przedrzucawkowy z drgawkami)<sup>(3)</sup>. Szacuje się, że w omawianym środowisku 5–10% ciąży jest powikłanych nadciśnieniem tętniczym<sup>(4)</sup>.

Z uwagi na ugruntowaną pozycję ultrasonografii dopplerowskiej w ocenie hemodynamiki naczyniowej człowieka uzasadnione wydaje się przypuszczenie, że technikę tę można stosować w celu przewidywania lub monitorowania wpływu HDP na płód. Parametry dopplerowskie tętnic macicznych, takie jak wskaźnik oporu naczyniowego (*resistivity index*, RI), współczynnik pulsacyjności (*pulsatility index*, PI) i stosunek skurczowo-rozkurczowy (*systolic/diastolic ratio*, S/D), charakteryzują się przypuszczalnie większą wrażliwością i specyficznością niż parametry dopplerowskie tętnicy pępowinowej w monitorowaniu płodu<sup>(5–7)</sup>. Celem niniejszego badania była ocena użyteczności parametrów dopplerowskich tętnic macicznych u pacjentek z HDP w przewidywaniu ryzyka rozwoju IUGR w omawianym środowisku.

## Materiał i metody

Było to prospektywne badanie przekrojowe przeprowadzone w trzech grupach obejmujących 80 dopasowanych pod względem wieku pacjentek. Do pierwszej grupy włączono ciężarne z nadciśnieniem tętniczym (HDP), natomiast grupy kontrolne stanowiły zdrowe kobiety ciężarne z prawidłowym ciśnieniem krwi (*pregnant controls*, PC) oraz zdrowe pacjentki niebędące w ciąży (*non-pregnant controls*, NPC), również z prawidłowym ciśnieniem krwi. Wszystkie ciężarne rekrutowano z oddziału przedporodowego. Od wszystkich uczestniczek uzyskano pisemną świadomą zgodę na udział w badaniu. Badanie zatwierdziła komisja etyczna instytucji. Zostało ono przeprowadzone między lutym 2014 a styczniem 2015 roku na Oddziale Radiologii Zespołu Klinik.

Z grupy HDP i PC wykluczono pacjentki z cukrzycą, przewlekłym nadciśnieniem tętniczym, zaburzeniami układu krążenia, przewlekłą chorobą nerek, wadami wrodzonymi płodu oraz pacjentki palące tytoń, natomiast z grupy NPC

wykluczono pacjentki z patologiami macicy oraz kobiety po menopauzie.

Obowiązująca definicja nadciśnienia tętniczego w ciąży stosowana w badaniu to ciąża  $\geq 20$ . tygodnia powikłana nadciśnieniem tętniczym, białkomoczem i/lub drgawkami indukowanymi ciążą. Dokonano analizy wywiadu chorobowego oraz pomiaru ciśnienia krwi pacjentek (z użyciem sfigmomanometru rtęciowego). Od ciężarnych z grupy HDP pobrano pierwsze poranne próbki moczu, które badano w kierunku białkomoczu z wykorzystaniem pasków testowych; białkomocz potwierdzano w przypadku stwierdzenia poziomu białka  $\geq 0,3$  g/l moczu ( $\geq 1$  + odczyt na pasku testowym).

Oceny dopplerowskie przeprowadzono w 20.–24. tygodniu ciąży, przed rozpoczęciem farmakoterapii w grupie HDP. Każdą pacjentkę badano w pozycji leżącej na leżance zabiegowo-diagnostycznej. Po odpowiednim przygotowaniu ciężarnej na okolicę brzucha nakładano żel przewodzący i przeprowadzono rutynowe badanie położnicze w celu określenia szacunkowej masy płodowej z zastosowaniem wzoru Hadlocka i urządzenia Mindray® DC-7 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Shenzhen, Chiny), jak również w celu wykluczenia wszelkich wad wrodzonych. Na podstawie szacunkowej masy płodowej ocenianej za pomocą badania ultrasonograficznego stwierdzano IUGR lub klasyfikowano płody jako zbyt małe w stosunku do wieku ciążowego (*small for gestational age*, SGA). Amerykańskie Kolegium Położników i Ginekologów (American College of Obstetrics and Gynecology, ACOG) definiuje IUGR jako szacunkową masę płodu poniżej 10. percentyla dla wieku ciążowego<sup>(6)</sup>.

Następnie głowicę umieszczano w dolnym kwadrancie brzucha i kierowano dośrodkowo, po czym z zastosowaniem opcji kolorowego dopplera identyfikowano obie tętnice maciczne w miejscu ich widocznego przecięcia z tętnicą biodrową zewnętrzną. Pomiary wykonywano w odległości około 1 cm od punktu przecięcia<sup>(8)</sup>. Punkt ten wybrano po przeprowadzeniu badania pilotażowego, w którym stwierdzono, że charakteryzuje się on łatwiejszą odtwarzalnością.

Bramkę dopplera pulsacyjnego umieszczono w środkowej części naczynia, a sygnał aktualizowano do momentu uzyskania trzech kolejnych podobnych kształtów fali. We wszystkich przypadkach kąt insonacji był mniejszy niż  $60^\circ$ . Parametry RI, PI oraz S/D tętnic macicznych mierzono z zastosowaniem opcji pomiaru automatycznego (*autotrace*) (ryc. 1). Pomiary zostały przeprowadzone w trzech powtórzeniach przez pierwszego autora, a następnie uśrednione. Odnotowano obecność lub brak wcięcia wczesnorozkurczowego.

Choć istnieją przypuszczenia, że strona, po której znajduje się łożysko, wywiera wpływ na dopplerowskie wskaźniki tętnic macicznych u ciężarnych kobiet, ocena obu tętnic macicznych u wszystkich ciężarnych pacjentek biorących udział w badaniu nie ujawniła żadnych statystycznie istotnych różnic między dwiema stronami w odniesieniu do dopplerowskich wskaźników tętnic macicznych. Z uwagi na dogodność w dalszej analizie uwzględniono stronę prawą.

Zmienne	NPC	PC	HDP	$\chi^2$	df	Wartość p
	n = 80	n = 80	n = 80			
<b>Wiek (lata)</b>						
Średnia $\pm$ SD*	31,7 $\pm$ 5,5	31,8 $\pm$ 5,6	31,8 $\pm$ 4,7	0,009	2,237	0,991
Zakres	20–42	20–42	20–40			
<b>n (%)</b>						
<25	9 (11,2)	8 (10,0)	6 (7,5)	8,818	8	0,358
25–29	15 (18,8)	19 (23,8)	14 (17,5)			
30–34	34 (42,5)	24 (30,0)	35 (43,8)			
35–39	13 (16,2)	24 (30,0)	20 (25,0)			
$\geq$ 40	9 (11,2)	5 (6,2)	5 (6,2)			
* Jednokierunkowa ANOVA do porównania średnich wartości. $\chi^2$ – test chi-kwadrat; NPC – grupa kontrolna nieciążarnych kobiet; PC – grupa kontrolna ciężarnych kobiet; HDP – nadciśnienie tętnicze w ciąży						

Tab. 1. Charakterystyka demograficzna pacjentek

Zmienne	NPC	PC	HDP	F	df	Wartość p
Wzrost (m)	1,61 $\pm$ 0,09	1,60 $\pm$ 0,11	1,63 $\pm$ 0,06	2,684	2, 237	0,070
Masa ciała (kg)	–	72,8 $\pm$ 12,7	86,0 $\pm$ 18,1	4,4631	158	<0,001
<b>Cięśnienie krwi</b>						
SBP (mmHg)	121,4 $\pm$ 9,1	117,6 $\pm$ 8,8	149,8 $\pm$ 11,5	254,42	2,237	<0,001
DBP (mmHg)	79,8 $\pm$ 5,7	68,5 $\pm$ 8,3	95,8 $\pm$ 8,8	251,18	2,237	<0,001
MAP (mmHg)	93,67 $\pm$ 5,8	84,9 $\pm$ 6,9	113,8 $\pm$ 7,8	371,65	2,237	<0,001
F – jednokierunkowa analiza wariancji ANOVA; NPC – grupa kontrolna nieciążarnych kobiet; PC – grupa kontrolna ciężarnych kobiet; HDP – nadciśnienie tętnicze w ciąży; SBP – ciśnienie skurczowe; DBP – ciśnienie rozkurczowe; MAP – średnie ciśnienie tętnicze						

Tab. 2. Parametry kliniczne pacjentek z trzech grup

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu pakietu statystycznego SPSS dla systemu Windows (SPSS Inc., USA), wersja 20. W celu porównania średnich wartości zmiennych we wszystkich trzech grupach zastosowano analizę wariancji (ANOVA), natomiast obecność wcięcia wczesnorozkurczowego badano z zastosowaniem testu chi-kwadrat. Za istotną statystycznie przyjęto wartość  $p \leq 0,05$ .

## Wyniki

Badane grupy nie różniły się istotnie statystycznie ( $p = 0,99$ ) pod względem średniej wieku (tab. 1).

Najwyższą wartość ciśnienia tętniczego odnotowano w grupie HDP, ze średnim ciśnieniem skurczowym wynoszącym 149,8  $\pm$  11,5 mmHg, natomiast najniższą wartość ciśnienia tętniczego stwierdzono w grupie PC, ze średnim ciśnieniem skurczowym wynoszącym 117,6  $\pm$  8,8 mmHg (tab. 2). Różnice między grupami pod względem wartości średniego ciśnienia skurczowego, ciśnienia rozkurczowego oraz średniego ciśnienia tętniczego były istotne statystycznie ( $p < 0,001$ ; tab. 2). Podobnie różnica dotycząca średniej masy ciała w grupach PC i HDP była statystycznie istotna ( $p < 0,001$ ). Jednak nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy ( $p = 0,057$ ) dla średniej wartości ciśnienia skurczowego między grupą NPC a grupą PC.

Badanie moczu u pacjentek z grupy HDP nie ujawniło białkomoczu u 56 (70%) kobiet, natomiast wykazało go u 24 (30%).

Porównanie statystyczne między średnią wartością RI prawej i lewej tętnicy macicznej we wszystkich badanych grupach nie wykazało istotnych statystycznie różnic. W związku z tym, z uwagi na dogodność, do dalszej analizy wybrano wskaźnik RI prawej tętnicy macicznej.

Zmienne	NPC	PC	HDP	F	df	Wartość p
RI prawej tętnicy macicznej	0,76 $\pm$ 0,09	0,50 $\pm$ 0,08	0,61 $\pm$ 0,14	109,51	2,237	<0,001
PI prawej tętnicy macicznej	1,74 $\pm$ 0,40	0,87 $\pm$ 0,22	1,39 $\pm$ 0,86	47,71	2,237	<0,001
S/D prawej tętnicy macicznej	5,18 $\pm$ 1,62	2,07 $\pm$ 0,33	2,98 $\pm$ 1,53	119,05	2,237	<0,001
* Zastosowano jednokierunkową analizę wariancji ANOVA. NPC – grupa kontrolna nieciążarnych kobiet; PC – grupa kontrolna ciężarnych kobiet; HDP – nadciśnienie tętnicze w ciąży; RI – wskaźnik oporu naczyniowego; PI – współczynnik pulsacyjności; S/D – stosunek skurczowo-rozkurczowy						

Tab. 3. Porównanie dopplerowskich parametrów przepływu w tętnicach macicznych w trzech grupach pacjentek\*

Zmienne	Wartości <i>p</i>		
	NPC vs PC	NPC vs HDP	HDP vs PC
RI prawej tętnicy macicznej	<0,001	<0,001	<0,001
PI prawej tętnicy macicznej	<0,001	<0,001	<0,001
S/D prawej tętnicy macicznej	<0,001	<0,001	<0,001

NPC – grupa kontrolna nieciążarnych kobiet; PC – grupa kontrolna ciężarnych kobiet; HDP – nadciśnienie tętnicze w ciąży; RI – wskaźnik oporu naczyniowego; PI – współczynnik pulsacyjności; S/D – stosunek skurczowo-rozkurczowy

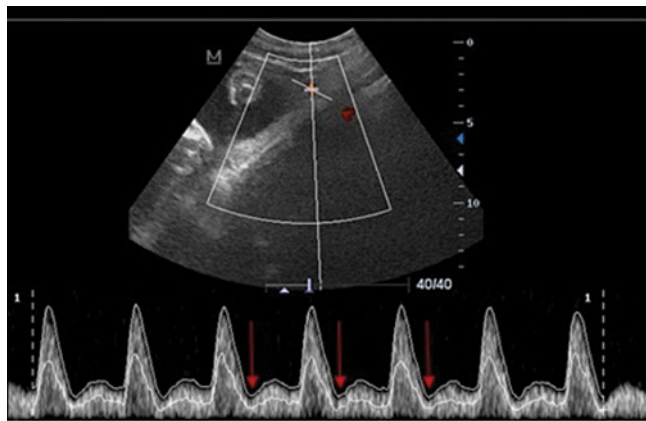
Tab. 4. Analizy post hoc Scheffego dla różnic w parametrach dopplerowskich między grupami

Najwyższą średnią wartość RI dla prawej tętnicy macicznej odnotowano w grupie NPC, nieco niższą w grupie HDP, natomiast najniższą w grupie PC ( $p < 0,001$ , tab. 3). Podobną tendencję obserwowano w odniesieniu do parametru PI i stosunku S/D (tab. 3). Analiza *post hoc* Scheffego różnic międzygrupowych w odniesieniu do średnich wartości parametrów dopplerowskich wykazała istotną statystycznie różnicę (tab. 4).

Obecność wcięcia wczesnorozkurczowego (ryc. 2) stwierdzono jedynie w grupach HDP i NPC. W grupie PC nie odnotowano występowania wcięcia wczesnorozkurczowego. W grupie HDP wcięcia wczesnorozkurczowe zaobserwowano u 15 (18,8%) spośród 80 pacjentek, w przeciwieństwie do pozostałych 65 (81,1%). Podobnie w grupie NPC wcięcia wczesnorozkurczowe stwierdzono u 14 (17,5%) pacjentek, natomiast jego brak – u 66 (82,5%; tab. 5).

Spośród 80 pacjentek z grupy HDP szacunkową masę ciała płodu poniżej 10. percentyla, a zatem wysokie ryzyko wystąpienia IUGR, stwierdzono u 12 kobiet; w pozostałych przypadkach szacunkowa masa ciała płodu utrzymywała się powyżej 10. percentyla. Średnia wartość wskaźnika RI w tętnicy macicznej była znacznie wyższa u pacjentek ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia IUGR ( $0,69 \pm 0,07$ ), w porównaniu z kobietami, w których przypadku szacunkowa masa ciała płodu wynosiła powyżej 10. percentyla ( $0,59 \pm 0,15$ ;  $p = 0,025$ ).

Dalszą analizę grupy HDP prowadzono z zastosowaniem wartości wskaźnika RI równej 0,66 jako górnej granicy normy/wartości odcięcia. Wartość odcięcia otrzymano w tym badaniu ze średniej wartości wskaźnika RI w gru-



Ryc. 2. Obraz USG w prezentacji tripleksowej u pacjentki z grupy HDP przedstawiający obecność wcięcia wczesnorozkurczowego (czerwone strzałki)

pie kontrolnej kobiet z prawidłowym przebiegiem ciąży, która wynosiła  $0,50 \pm 0,08$ , z 95-percencylowym RI wynoszącym 0,66 (tj. 95. percentyl = średni RI + 2 odchylenia standardowe).

Spośród 12 pacjentek z IUGR (szacunkowa masa ciała płodu <10. percentyla) wartość wskaźnika RI powyżej 0,66 stwierdzono u 6 (50%), natomiast poniżej 0,66 – u pozostałych 6 (50%) pacjentek. W grupie 68 pacjentek z szacunkową masą ciała płodu powyżej 10. percentyla wartość wskaźnika RI poniżej 0,66 stwierdzono u większego odsetka kobiet (69,1%,  $n = 47$ ;  $p = 0,20$ ).

W grupie PC u żadnej spośród 8 pacjentek z szacunkową masą ciała płodu poniżej 10. percentyla nie stwierdzono wskaźnika RI powyżej 0,66. Jednak wskaźnik RI powyżej 0,66 odnotowano u 3 spośród 72 pacjentek z szacunkową masą ciała płodu powyżej 10. percentyla ( $p = 0,726$ ). Wartości wskaźnika RI wyższe niż 0,66 zaobserwowano w przypadku większej liczby kobiet z grupy HDP [27 (33,8%) na 80 pacjentek w grupie] niż w przypadku grupy PC [3 (3,8%) pacjentki z wartością wskaźnika RI > 0,66 na 80;  $p < 0,001$ ].

Wcięcia wczesnorozkurczowe w fali przepływu w prawej tętnicy macicznej wykazano u wszystkich 12 (100%) pacjentek z grupy HDP z szacunkową masą ciała płodu <10. percentyla. Wśród pozostałych 68 pacjentek, z szacunkową masą ciała płodu >10. percentyla, wcięcia wczesnorozkurczowe w fali przepływu w prawej tętnicy macicznej stwierdzono jedynie u 3 (4,4%) kobiet.

Badana grupa	N	Tętnica	Wcięcia wczesnorozkurczowe		$\chi^2$	df	Wartość <i>p</i>
			obecne N (%)	brak N (%)			
Grupa NPC	80	Tętnica maciczna prawa	14 (17,5)	66 (82,5)	73,117	1	<0,001
Grupa PC	80	Tętnica maciczna prawa	0 (0,0)	0 (0,0)	–	–	–
Grupa HDP	80	Tętnica maciczna prawa	15 (18,8)	65 (81,2)	29,32	1	<0,001

NPC – grupa kontrolna nieciążarnych kobiet; PC – grupa kontrolna ciężarnych kobiet; HDP – nadciśnienie tętnicze w ciąży;  $\chi^2$  – test chi-kwadrat

Tab. 5. Porównanie występowania wcięcia wczesnorozkurczowego w tętnicach macicznych w trzech grupach

	Wrażliwość (%)	Swoistość (%)	PPV (%)	NPV (%)	Iloraz szans	95% CI
RI >0,66	50,0	69,1	22,2	88,7	2,2	0,6–7,8
Wcięcie wczesnorozkurczowe	100,0	96,0	80,0	100,0	22,7	7,5–68,5

RI – wskaźnik oporu naczyniowego; PPV – dodatnia wartość predykcyjna; NPV – ujemna wartość predykcyjna; CI – przedział ufności

**Tab. 6.** Przewidywalność wystąpienia wewnątrzmacicznego zahamowania wzrostu płodu w grupie nadciśnienia tętniczego w ciąży z zastosowaniem współczynnika RI i wcięcia

Obecność wcięcia wczesnorozkurczowego u kobiet z wysokim ryzykiem wystąpienia IUGR (tj. z szacunkową masą ciała płodu <10. percentyla) była statystycznie istotna ( $p < 0,001$ ).

Spośród 80 pacjentek z grupy HDP wcięcie wczesnorozkurczowe w fali przepływu w prawej tętnicy macicznej stwierdzono u 15 (18,8%) kobiet. Odnotowano u nich także wyższy średni RI ( $0,73 \pm 0,10$ ), w porównaniu z pozostałymi 65 pacjentkami bez wcięcia wczesnorozkurczowego oraz ze średnim RI równym  $0,58 \pm 0,12$  ( $p < 0,001$ ). Ponadto u wszystkich 15 pacjentek z grupy HDP, u których odnotowano wcięcie wczesnorozkurczowe w kształcie fali, stwierdzono również białkomocz.

Wrażliwość, specyficzność, dodatnią wartość predykcyjną (*positive predictive values*, PPV) oraz ujemną wartość predykcyjną (*negative predictive values*, NPV) dla RI > 0,66 oraz wcięcia wczesnorozkurczowego w odniesieniu do przewidywania IUGR przedstawiono w tab. 6.

## Dyskusja

Uważa się, że stan przedrzucawkowy i IUGR wynikają z nieprawidłowego rozwoju łożyska, polegającego na nieprawidłowej inwazji trofoblastu do ścian tętnic spiralnych, powodującej zwiększenie oporu naczyniowego w krążeniu maciczno-łożyskowym<sup>(9)</sup>. Prowadzi to ostatecznie do zmniejszenia dopływu krwi do macicy i płodu. Zatem wczesna interwencja wymaga szybkiego rozpoznania IUGR, czego dowodem jest szczególnie badanie przepływów z zastosowaniem opcji dopplerowskich.

Zgodnie z doniesieniami Audiberta i wsp.<sup>(10)</sup> obecność wcięcia wczesnorozkurczowego tętnicy macicznej wiązała się z istotnie zwiększonym ryzykiem stanu przedrzucawkowego i IUGR w ogólnej populacji ciężarnych kobiet. W innym badaniu<sup>(11)</sup> wrażliwość wykrywania wcięcia wczesnorozkurczowego w fali przepływu w tętnicy macicznej w 20.–24. tygodniu ciąży, mającego na celu przewidzenie rozwoju HDP i/lub IUGR w trzecim trymestrze, wynosiła 73,68%, natomiast specyficzność była równa 97,15%. Wyniki te są zgodne z wynikami prezentowanego badania.

Spośród różnych parametrów kształtu fali przepływu krwi przez macicę wcięcie wczesnorozkurczowe charakteryzowało się najwyższą wrażliwością i specyficznością<sup>(5)</sup>. Jego występowanie w późnej ciąży wskazuje na zwiększony opór naczyń macicznych oraz upośledzenie krążenia macicznego<sup>(12)</sup>. Jednak obecność wcięcia wczesnorozkurczowego może być prawidłowa w przypadku macicy nieciążarnej,

a nawet macicy do 16. tygodnia ciąży<sup>(13)</sup>. Według niektórych badaczy<sup>(14,15)</sup> zastosowanie wcięcia wczesnorozkurczowego jako definicji nieprawidłowości zwiększa wiarygodność oraz wartość predykcyjną badań dopplerowskich macicy u ciężarnych kobiet w odniesieniu do stanu przedrzucawkowego i IUGR. Obecność wcięcia wczesnorozkurczowego sygnalizuje istotne upośledzenie krążenia maciczno-łożyskowego oraz najbardziej niekorzystne rokowanie dla płodu<sup>(16)</sup>.

Średnia wartość wskaźnika RI w grupie HDP była wyższa niż w grupie PC, jednak niższa niż w grupie NPC ( $p < 0,001$ ). Wyniki te są zgodne z wcześniej udokumentowanymi badaniami<sup>(2,14)</sup>. W prawidłowym przebiegu ciąży implantacja i rozwój łożyska powodują zmiany w krążeniu krwi w obrębie macicy – z takiego, które charakteryzuje się niskim przepływem i wysokim oporem, do takiego, które wykazuje znaczny przepływ i niski opór<sup>(14)</sup>. Choć wydaje się, że częściowo lub całkowicie zaburzona inwazja trofoblastu<sup>(2)</sup> u pacjentek z HDP<sup>(17)</sup> stanowi główny czynnik predysponujący do powikłań maciczno-łożyskowych, przyczyny tych nieprawidłowości pozostają niejasne<sup>(14)</sup>.

Kształt fali przepływu w tętnicy macicznej u kobiety nieciążarnej wykazuje wcięcie na początku rozkurczu przy słabym przepływie na końcu rozkurczu, wynikającym z wysokiego oporu na przepływ krwi (stąd zazwyczaj wysoki wskaźnik RI). Jest to zgodne z prezentowanymi wynikami, gdyż w grupie NPC odnotowano najwyższy średni RI w porównaniu z pozostałymi grupami. Cięża wiąże się z rozwojem naczyń łożyskowych, co prowadzi do zmniejszenia oporu na przepływ krwi przy jednoczesnym zwiększeniu wysokości fali rozkurczowej i większym ukrwieniu ciężarnej macicy<sup>(14)</sup>. Świadczy o tym najniższa średnia wartość wskaźnika RI u pacjentek z prawidłowym przebiegiem ciąży (grupa PC) – 95-percentylowy wskaźnik RI wynosił 0,66, co stanowiło podstawę do zastosowania wartości 0,66 jako wartości odcięcia RI w prezentowanym badaniu.

Utrzymujące się wcięcie rozkurczowe (po 24. tygodniu ciąży) lub nieprawidłowe współczynniki szybkości przepływu wiążą się z nieprawidłową inwazją trofoblastu u pacjentek z HDP<sup>(18)</sup>. Ma to swoje odzwierciedlenie w wysokich wartościach RI u tych ciężarnych w porównaniu z kobietami z prawidłowym przebiegiem ciąży (grupa PC), zarówno w prezentowanym badaniu, jak i w poprzednich<sup>(2,14)</sup>.

W obecnym badaniu stwierdzono, że w odniesieniu do przewidywania ryzyka wystąpienia IUGR u płodu wskaźnik RI >0,66 charakteryzował się wrażliwością wynoszącą 50%, specyficznością równą 69% oraz dodatnią wartością predykcyjną wynoszącą 22,2%. Jest to zgodne z wynikami badań przedstawionymi przez Zimmermanna i wsp.<sup>(19)</sup>, którzy w ra-

mach 20-miesięcznego prospektywnego badania przekrojowego przebadali 175 ciężarnych kobiet z wysokim ryzykiem wystąpienia nadciśnienia tętniczego oraz 172 pacjentki z grupy niskiego ryzyka. Autorzy stwierdzili, że nieprawidłowości w kształcie fali przepływu cechują się wcięciami w fali przepływu w głównym pniu tętnic macicznych, podwyższonym współczynnikiem oporności  $>0,68$  w tętnicach macicznych oraz RI  $>0,38$  w tętnicach maciczno-łożyskowych.

Wskaźnik PI w grupie HDP był w tym badaniu znacznie wyższy w porównaniu z grupą PC (tab. 2). Podobne wyniki uzyskali badacze, którzy stwierdzili, że wzrost oporu przepływu wyrażony jako wskaźnik PI lub RI większy niż wybrana wartość (odpowiednio  $>1,45$  lub  $0,58$ ) bądź obecność jednostronnych lub dwustronnych wcięć w przypadku macicy ciężarnej należy uznać za nieprawidłowe<sup>(20,21)</sup>. Istotne znaczenie wcięcia wczesnorozkurczowego zostało również podkreślone w badaniu długofalowym<sup>(22)</sup>, w którym dokonano oceny wskaźników dopplerowskich w pierwszym trymestrze ciąży (w 11.–13. tygodniu), a pacjentki objęto obserwacją kliniczną do pierwszego tygodnia po porodzie. Aworinde i wsp.<sup>(22)</sup> stwierdzili, że dodatnia wartość

predykcyjna wskaźnika PI dla rozwoju nadciśnienia tętniczego w ciąży wynosi 12%, dodatnia wartość predykcyjna wskaźnika RI dla rozwoju nadciśnienia tętniczego w ciąży – 11%, natomiast dodatnia wartość predykcyjna wcięcia wczesnorozkurczowego dla rozwoju nadciśnienia tętniczego w ciąży – 35%.

## Podsumowanie

Ultrasonografia dopplerowska jest nieocenionym narzędziem w przewidywaniu ryzyka wystąpienia IUGR u płodu w kontekście klinicznym rozpoznanego HDP. Obecność wcięcia wczesnorozkurczowego charakteryzuje się znacznie większą wrażliwością i specyficznością niż wskaźnik oporu w tętnicach macicznych.

## Konflikt interesów

*Autorzy nie zgłaszają finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.*

## Piśmiennictwo

- Ebeigbe P, Aziken M: Early onset pregnancy-induced hypertension/eclampsia in Benin City, Nigeria. *Niger J Clin Pract* 2010; 13: 388–393.
- Khong TY, De Wolf F, Robertson WB, Brosens I: Inadequate maternal vascular response to placentation in pregnancies complicated by pre-eclampsia and by small-for-gestational age infants. *Br J Obstet Gynaecol* 1986; 93: 1049–1059.
- Program NHBPE: Report of the national high blood pressure education program working group on high blood pressure in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183(1): S1–S22.
- Singh S, Ahmed EB, Egundu SC, Ikechukwu NE: Hypertensive disorders in pregnancy among pregnant women in a Nigerian Teaching Hospital. *Niger Med J* 2014; 55: 384–388.
- Lakhkar BN, Ahamed SA: Doppler velocimetry of uterine and umbilical arteries during pregnancy. *Indian J Radiol Imaging* 1999; 9: 119–125.
- Law TL, Korte JE, Katikaneni LD, Wagner CL, Ebeling MD, Newman RB: Ultrasound assessment of intrauterine growth restriction: relationship to neonatal body composition. *Am J Obstet Gynecol* 2011; 205: 255.e1–255.e6.
- Platz E, Newman R: Diagnosis of IUGR: Traditional Biometry. *Seminars in Perinatology* 2008; 32:140–147.
- Gómez O, Figueras F, Fernández S, Bennasar M, Martínez JM, Puerto B *et al.*: Reference ranges for uterine artery mean pulsatility index at 11–41 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 128–132.
- Steel SA, Pearce JM, Chamberlain G: Doppler ultrasound of the uteroplacental circulation as a screening test for severe pre-eclampsia with intra-uterine growth retardation. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1988; 28: 279–287.
- Audibert F, Benchimol Y, Benattar C, Champagne C, Frydman R: Prediction of preeclampsia or intrauterine growth restriction by second trimester serum screening and uterine Doppler velocimetry. *Fetal Diagn Ther* 2005; 20: 48–53.
- Sieroszewski P, Guzowski G: [Prognostic value of the uterine doppler velocimetry at 20–24 gestation weeks for PIH and IUGR development in pregnancy]. *Ginekol Pol* 2005; 76: 348–357.
- Ochi H, Matsubara K, Kusanagi Y, Taniguchi H, Ito M: Significance of a diastolic notch in the uterine artery flow velocity waveform induced by uterine embolisation in the pregnant ewe. *Int J Obstet Gynaecol* 1998; 105: 1118–1121.
- Bashir O, Weerakkody Y: Uterine artery flow notching. Available from: <http://radiopaedia.org/articles/uterine-artery-flow-notching>.
- Harrington K, Cooper D, Lees C, Hecher K, Campbell S: Doppler ultrasound of the uterine arteries: the importance of bilateral notching in the prediction of pre-eclampsia, placental abruption or delivery of a small-for-gestational-age baby. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 182–188.
- Fleischer A, Schulman H, Farmakides G, Bracelo M, Grunfeld L, Rolchelson B *et al.*: Uterine artery Doppler velocimetry in pregnant women with hypertension. *Am J Obstet Gynecol* 1986; 154: 806–813.
- Thaler I, Weiner Z, Itskovitz J: Systolic or diastolic notch in uterine artery blood flow velocity waveforms in hypertensive pregnant patients: relationship to outcome. *Obstet Gynecol* 1992; 80: 277–282.
- Shanklin DR, Sibai BM: Ultrastructural aspects of preeclampsia. I. Placental bed and uterine boundary vessels. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 735–741.
- Cnossen JS, Morris RK, ter Riet G, Mol BW, van der Post JA, Coomarasamy A *et al.*: Use of uterine artery Doppler ultrasonography to predict pre-eclampsia and intrauterine growth restriction: a systematic review and bivariable meta-analysis. *CMAJ* 2008; 178: 701–711.
- Zimmermann P, Eiriö V, Koskinen J, Kujansuu E, Ranta T: Doppler assessment of the uterine and uteroplacental circulation in the second trimester in pregnancies at high risk for pre-eclampsia and/or intrauterine growth retardation: comparison and correlation between different Doppler parameters. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 330–338.
- Zhong Y, Tuuli M, Odibo AO: First-trimester assessment of placenta function and the prediction of preeclampsia and intrauterine growth restriction. *Prenat Diagn* 2010; 30: 293–308.
- Chappell L, Bewley S: Pre-eclamptic toxemia: the role of uterine artery Doppler. *Br J Obstet Gynecol* 1998; 105: 379–382.
- Aworinde O, Ayoola O, Loto O, Olufemi-Aworinde K, Idowu M, Adeniji AO *et al.*: First trimester prediction of hypertensive disorders in pregnancy using Doppler ultrasonography in an African population. *Int J Pharm Res Health Sci* 2015; 3: 886–890.