

Otrzymano: 02.11.2019  
 Zaakceptowano: 07.12.2019  
 Opublikowano: 31.12.2019

## Ocena przepływu krwi w tętnicach spiralnych w połowie pierwszego trymestru (od 4. do 8. tygodnia ciąży) w przypadkach poronienia zagrażającego i w prawidłowo przebiegającej ciąży z zastosowaniem metody USG doppler kolorowy

Color Doppler ultrasound of spiral artery blood flow in mid first trimester (4–8 weeks) in cases of threatened abortion and in normal pregnancies

Rohit Bhoil<sup>1</sup>, Sushruti Kaushal<sup>2</sup>, Reena Sharma<sup>2</sup>, Jaswinder Kaur<sup>3</sup>,  
 Tanupriya Sharma<sup>2</sup>, Rohini Thakur<sup>1</sup>, Rakesh Sharma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiodiagnosis, SLBS Mandi, Himachal Pradesh, Indie

<sup>2</sup> Department of Obstetrics and Gynaecology, SLBS Mandi, Himachal Pradesh, Indie

<sup>3</sup> Department of Community Medicine, SLBS Mandi, Himachal Pradesh, Indie

Adres do korespondencji: Rohit Bhoil, Department of Radiodiagnosis, SLBS Mandi (HP), India; tel. +91-9418021905, e-mail: rohitbhoil@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2019.0038

### Słowa kluczowe

krążenie maciczne,  
 USG  
 przezpochwowe,  
 ultrasonografia,  
 tętnica spiralna,  
 poronienie

### Keywords

uterine circulation,  
 trans-vaginal  
 ultrasound,  
 sonography,  
 spiral artery,  
 miscarriage

### Abstract

**Introduction:** The aim of the study was to evaluate and compare the spiral artery flow in mid first trimester (4–8 weeks) in cases of threatened abortion and in normal pregnancies.

**Material and methods:** Spiral artery was sonographically evaluated in 50 patients comprising two groups of 25 women each. The first group included patients presenting with threatened miscarriage (vaginal bleeding/spotting with or without abdominal pain). The second group comprised of females who had no complications, but had no desire to continue the pregnancy. Spiral artery flow velocity measurements were performed using Color Doppler (pulsatility indices, resistive indices and systolic/diastolic values) in mid first trimester (between 4–8 weeks of gestation), each measurement was performed twice. Statistical analysis was performed using Statistical package for social sciences software. Values were rounded off to two digits after decimal point. **Results:** Significant differences were noted in the spiral artery Doppler values in the two groups. In particular, the Resistive Indices was higher in cases of women with threatened miscarriage. The difference in Pulsatility Indices was also statistically significant between the two groups. **Conclusion:** Doppler values of spiral artery may be used as a useful parameter in assessing the prognosis in cases presenting with threatened miscarriage.

### Wstęp

Poronienie zagrażające to termin kliniczny określający krwawienie z dróg rodnych występujące w ciąży pierwszych 20 tygodni ciąży, kiedy w badaniu klinicznym stwierdza się żywy płód. Krwawieniu może, ale nie musi, towarzyszyć ból brzucha. Objawy poronienia zagrażającego dotyczą około 1/5 wszystkich kobiet w pierwszym

trymestrze ciąży, natomiast u prawie połowy tych pacjentek dochodzi do utraty ciąży<sup>(1)</sup>. Nawet kobiety, u których stwierdzono poronienie zagrażające i żywy płód, mają podwyższone ryzyko utraty ciąży – do 15% w porównaniu z populacją ogólną<sup>(1,2)</sup>. Z uwagi na wysoką częstość występowania poronień w tej grupie pacjentek ogromną zaletą kliniczną byłaby dostępność metody umożliwiającej przewidzenie wyniku ciąży na jej wczesnym etapie.

Wprowadzenie przezpochwowego badania USG kolorowy doppler wysokiej częstotliwości z analizą spektralną pozwoliło na ocenę krążenia maciczo-łożyskowego na wczesnym etapie ciąży oraz analizę nieprawidłowości związanych z powikłaniami ciążowymi, takimi jak nadciśnienie, wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu, stan zagrożenia płodu oraz niepowodzenie wczesnej ciąży<sup>(2-4)</sup>. Zdolność przezpochwowej ultrasonografii dopplerowskiej do analizy schematu krążenia nawet w obrębie końcowych gałęzi unaczynienia maciczo-łożyskowego zachęcała naukowców do prowadzenia badań nad jej potencjalnym zastosowaniem w przewidywaniu powikłań wczesnej i późnej ciąży, związanych z nieprawidłowym procesem tworzenia się łożyska. Zburzenia przebudowy naczyń krwionośnych w obrębie jednostki maczyno-płodowej to jeden z najważniejszych czynników związanych z powikłaniami wczesnej i późnej ciąży<sup>(3,5-7)</sup>. Obecnie przyjmuje się powszechnie, że najczęstsze powikłania ciąży są spowodowane nieprawidłowościami występującymi na wczesnym etapie inwazji trofoblastu oraz utrzymującym się wzrostem oporności w tętnicach spiralnych<sup>(2-5)</sup>. Celem niniejszego badania było sprawdzenie, czy za pomocą przezpochwowej ultrasonografii dopplerowskiej można wychwycić potencjalne modyfikacje przepływu krwi w tętnicach spiralnych oraz czy wyniki takiego badania mogą okazać się pomocne w przewidzeniu niekorzystnego wyniku ciąży.

## Pacjentki i metody

Było to badanie przekrojowe prowadzone w okresie od października 2017 r. do czerwca 2018 r.

## Kryteria włączenia do badania

Do badania włączono kobiety (z ciążą potwierdzoną w teście paskowym) poniżej 35. roku życia, będące w połowie pierwszego trymestru ciąży (od 4. do 8. tygodnia) z poronieniem zagrażającym (krwawienie z dróg rodnych/plamienie z towarzyszącym bólem brzucha lub bez niego) oraz kobiety w ciąży bez objawów w wywiadzie położniczym. Do badania włączono jedynie pacjentki z pojedynczym pęcherzykiem ciążowym uwidocznionym w badaniu USG jamy brzusznej lub badaniu USG przezpochwowym w czasie rzeczywistym. Wiek ciążowy obliczano na podstawie wystąpienia ostatniej miesiączki (tygodnie/dni). Do grupy kontrolnej zakwalifikowano kobiety w ciąży bez żadnych dolegliwości, które nie wyrażały woli kontynuowania ciąży.

## Kryteria wyłączenia z badania

Z badania wyłączone:

- pacjentki, które nie były w stanie podać terminu ostatniej miesiączki oraz kobiety z nieregularnym cyklem miesiączkowym w ciągu ostatnich 6 miesięcy w wywiadzie;
- pacjentki z zaśnadem groniastym lub co najmniej dwiema utratami ciąży w wywiadzie;
- pacjentki z ciążą ektopową;
- pacjentki z patologiami ciąży, takimi jak wady rozwojowe lub mięśniaki; pacjentki z uwidocznionymi w badaniu klinicznym zmianami w regionie pochwy lub szyjki macicy mogącymi stanowić przyczynę krwawienia z dróg rodnych;

- pacjentki, u których wiarygodne uwidocznienie tętnic spiralnych nie było możliwe i/lub pacjentki, u których nie było możliwe przeprowadzenie badania w ciągu 10 minut.

## Liczba pacjentek

Spośród 86 rekrutowanych pacjentek do badania włączono 50 ciężarnych spełniających kryteria. Następnie przydzielono je do dwóch grup (25 osób w każdej grupie). Pierwsza grupa (grupa I,  $n = 25$ ) obejmowała kobiety, u których stwierdzono poronienie zagrażające (krwawienie z dróg rodnych/plamienie z towarzyszącym bólem brzucha lub bez niego). Druga grupa (grupa II,  $n = 25$ ) obejmowała ciężarne bez dolegliwości, które z różnych powodów psychospołecznych wyrażały chęć przedwczesnej terminacji ciąży. Od wszystkich pacjentek spełniających kryteria i włączonych do badania uzyskano pisemną świadomą zgodę na udział w badaniu.

## Badanie USG dopplerowskie

Wszystkie badania przeprowadzono z zastosowaniem aparatu Siemens Acuson X300 (Siemens Ultrasound, Monachium, Niemcy) wyposażonego w dopochwową głowicę 6,0 MHz do badania w czasie rzeczywistym.

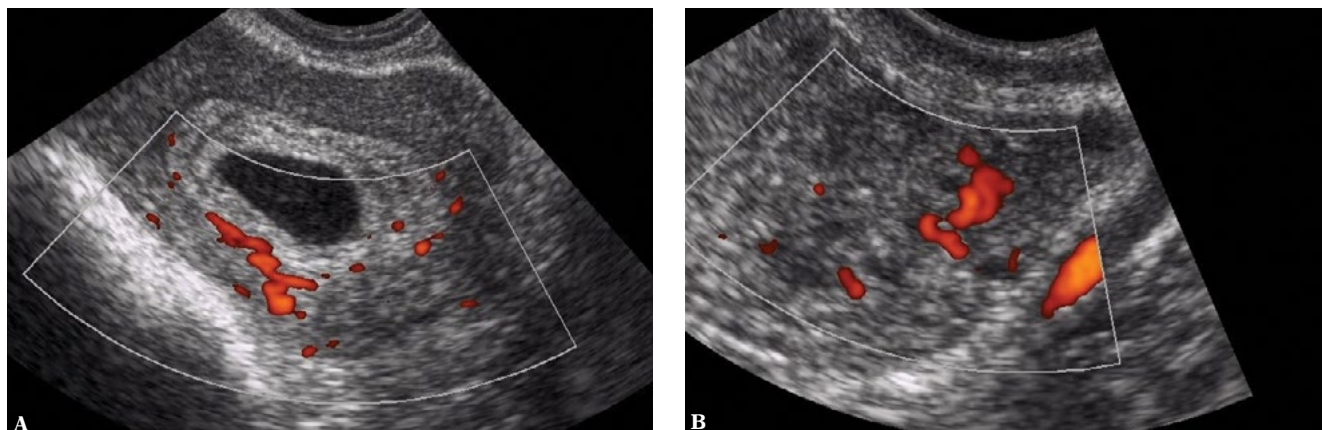
Przed badaniem kobiety poproszono o opróżnienie pęcherza moczowego. Po ostrożnym umieszczeniu głowicy w pochwie przystępowano do badania szyjki macicy i przydatków w celu potwierdzenia obecności pęcherzyka ciążowego.

Tętnice spiralne macicy badano z użyciem trybu Triplex (połączenie obrazowania w skali szarości z trybem doppler kolorowy oraz spektrum przepływu na fali spektralnej). Tętnice spiralne znajdujące się bezpośrednio pod *frondosum* kosmówki badano w trybie doppler mocy (Ryc. 1). Krzywe prędkości przepływu otrzymano poprzez umieszczenie bramki dopplera nad kodowanymi kolorem obszarami i aktywowanie funkcji fali pulsacyjnej dopplera. Objętość próbki w badaniu popplera pulsacyjnego ustawiono na szerokość 2 mm. Filtr górnoprzepustowy ustawiono na 50 Hz. Wskaźnik mechaniczny (*mechanical index*, MI) wynosił 0,82, natomiast wskaźnik termiczny dla tkanek miękkich (*thermal index for soft tissues*, TIS) wynosił 0,7.

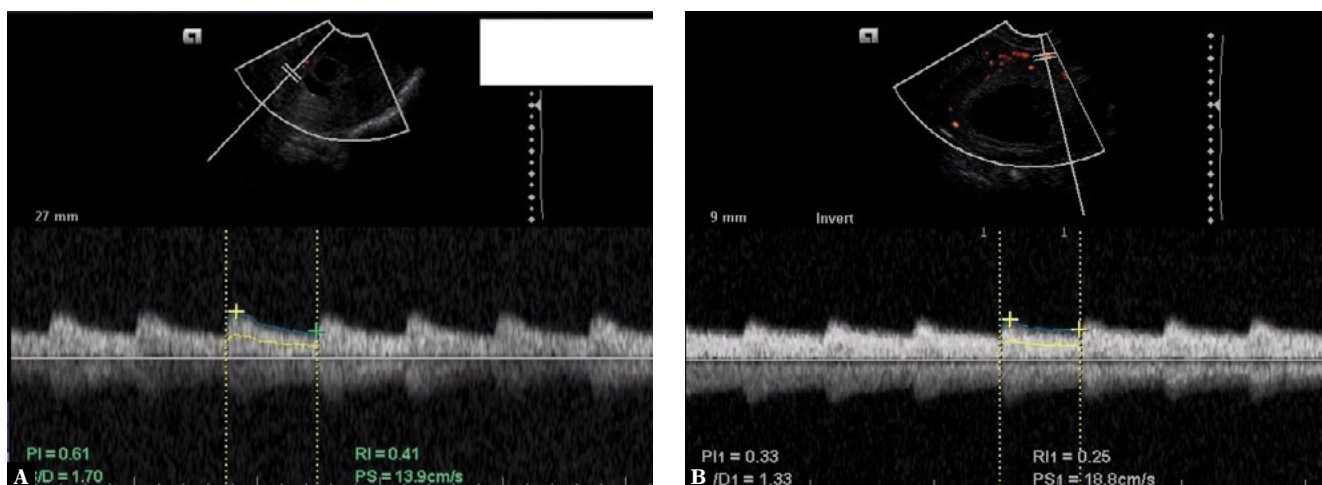
Wartości wskaźnika skurczowo-rozkurczowego (*systolic/diastolic*, S/D), wskaźnika oporności (*resistance indices*, RI) i wskaźnika pulsacji (*pulsatility indices*, PI) były obliczane automatycznie z zastosowaniem oprogramowania urządzenia USG [Ryc. 2, Ryc. 3 i film (dostępny w wersji elektronicznej artykułu na [www.jultrason.pl](http://www.jultrason.pl) – przyp. red.)]. Obliczono średnią odpowiednich wartości z dwóch kolejnych krzywych prędkości przepływu w tętnicach spiralnych. W celu uniknięcia rozbieżności w wynikach uzyskanych przez różnych operatorów wszystkie badania USG były wykonywane przez tę samą osobę.

## Analiza statystyczna

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej z zastosowaniem oprogramowania SPSS (Statistical Package for Social



Ryc. 1. Obrazy tętnic spiralnych uzyskane w badaniu USG doppler mocy. A. Poronienie zagrażające w 5. tygodniu ciąży. B. Prawidłowy przebieg ciąży w 4. tygodniu i 5. dniu



Ryc. 2. Krzywa uzyskana w badaniu doppler mocy tętnic spiralnych. A. Poronienie zagrażające w 5. tygodniu ciąży. B. Prawidłowy przebieg ciąży w 6. tygodniu



Ryc. 3. Obraz uzyskany w przezpochwowym badaniu USG w skali szarości u pacjentki z objawami w postaci bólu podbrzusza i krwawienia z dróg rodnych w 5. tygodniu i 2. dniu ciąży. [Film (dostępny na [www.jultrason.pl](http://www.jultrason.pl) – przyp. red.) przedstawia śledzenie przepływu za pomocą trybu power Doppler]

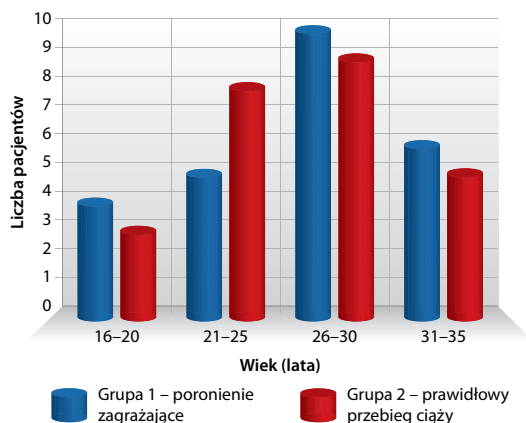
Sciences). Zmienne ciągle danych o normalnym rozkładzie analizowano za pomocą sparowanego testu t-Studenta. Za poziom istotności przyjęto  $p = 0,05$ .

## Wyniki

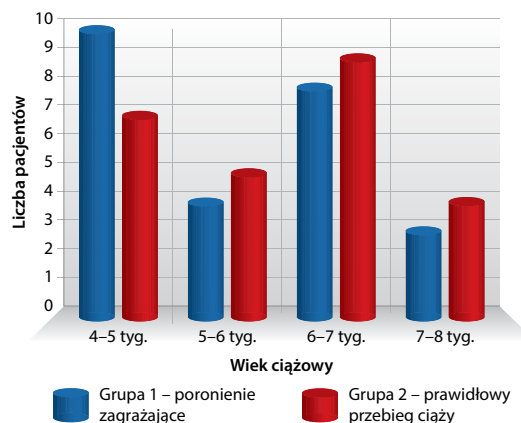
Średnia wieku pacjentek wynosiła 26,8 roku (16–35 lat) (Ryc. 4). Między grupami nie odnotowano istotnej różnicy w odniesieniu do wieku lub wskaźnika masy ciała (BMI).

Średnia wieku ciążowego wynosiła 6 miesięcy i 5 dni (Ryc. 5).

Wartości wskaźników RI, PI i S/D miały normalny rozkład i analizowano je z zastosowaniem sparowanego testu t-Studenta. Za statystycznie istotną przyjęto wartość  $p$  poniżej 0,05. Średnie wartości wskaźników RI i PI wynosiły odpowiednio 0,48 i 0,72 w grupie z poronieniem zagrażającym oraz 0,25 i 0,41 w grupie kobiet z prawidłowo przebiegającą ciążą (Tab. 1). Różnica między wartościami wskaźników RI i PI w obu badanych grupach była statystycznie istotna. Niemniej nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy w wartościach wskaźnika S/D między badanymi grupami ( $p = 0,147$ ).



Ryc. 4. Wykres przedstawiający rozkład wieku (w latach) pacjentek z obu badanych grup



Ryc. 5. Rozkład wieku ciążowego (w tygodniach)

Ryciny 6 i 7 przedstawiają rozkład wartości wskaźników PI i RI w obu grupach.

W Tab. 1 podsumowano dane demograficzne i wartości wskaźników dopplerowskich w obu badanych grupach.

Czas trwania każdego badania (USG + doppler) wynosił średnio 5–8 minut.

## Omówienie

Powodzenie ciąży zależy od nieograniczonego dwukierunkowego transportu tlenu, substancji odżywczych i zbędnych produktów przemiany materii między matką a płodem. W tym celu niezbędny jest prawidłowy rozwój układu krążenia maciczo-łożyskowego na wczesnym etapie ciąży, który jest z kolei uwarunkowany prawidłową inwazją trofoblastu do macicznej doczesnej, błony mięśniowej macicy i naczyń krwionośnych<sup>(2-5)</sup>. W trakcie tego procesu następuje inwazja migrujących pozanacyniowych komórek trofoblastu do ścian naczyń krwionośnych, a w szczególności ścian tętnic spiralnych, powodująca ich stopniowe rozszerzenie i dostarczanie krwi do przestrzeni międzykosmkowej nawet przy niskich wartościach ciśnienia, zapewniając tym samym odpowiednią, stałą perfuzję. Wszelkie nieprawidłowości/niedobory w opisanym procesie przyczyniają się do wystąpienia wielu powikłań w ciąży, takich jak niepowodzenie wczesnej ciąży, stan przedzrutowawkowy, wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu czy płód za mały w stosunku do wieku ciążowego. Rola hemodynamiki tętnicy spiralnej w etiopatogenezie bezpłodności również została dobrze opisana w piśmiennictwie<sup>(8,9)</sup>. Zgodnie z doniesieniami Uysal i wsp.<sup>(10)</sup> impedancja przepływu krwi w tętnicy spiralnej była znacznie wyższa u pacjentek z niepłodnością o nieznanym przyczynie niż u kobiet płodnych.

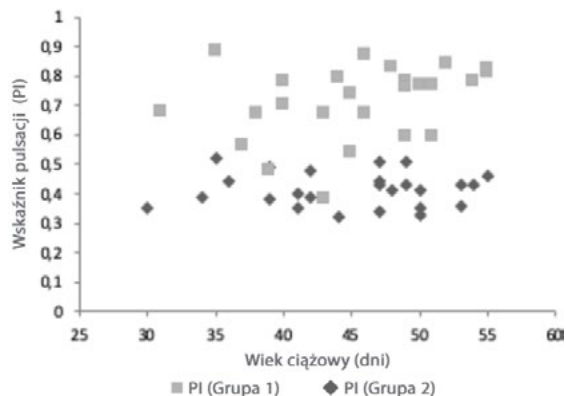
W badaniach histologicznych wykazano, że w przypadku prawidłowo przebiegającej ciąży z prawidłową inwazją trofoblastu komórki trofoblastu migrują do doczesnej i błony mięśniowej macicy, przekształcając tętnice spiralne z naczyń o małym kalibrze, wrażliwych na czynniki wazodylatacyjne, w naczynia o niskiej oporności i dużym kalibrze, dostarczając tym sposobem znaczne ilości krwi do łożyska<sup>(7,11-13)</sup>.

Mając powyższe na uwadze, badacze próbowali stosować USG do oceny najwcześniejszych objawów zwiększonej oporności łożyska w celu zidentyfikowania przypadków ciąży z najwyższym ryzykiem wystąpienia tych patologii. Istotne korzyści mogłyby przynieść opracowanie metody przesiewowej umożliwiającej identyfikację kobiet z grupy ryzyka przed drugą fazą rozwoju łożyska, kiedy interwencja terapeutyczna może jeszcze okazać się użyteczna. W badaniach wykazano zmniejszoną częstość występowania różnych powikłań, takich jak stan przedzrutowawkowy i wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu po objęciu pacjentek z grupy ryzyka leczeniem kwasem acetylosalicylowym przed 16. tygodniem ciąży, jednak zastosowanie takiego leczenia na późniejszym etapie ciąży nie przyniosło podobnych efektów<sup>(4,11,14)</sup>.

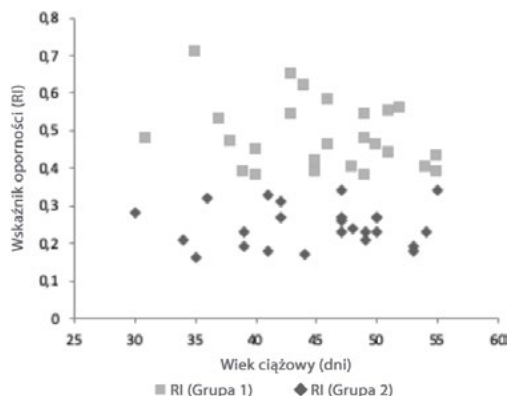
Najwcześniej wpływowi podlega krążenie maciczo-łożyskowe, przy czym zmiany są widoczne począwszy od 4. tygodnia ciąży<sup>(15)</sup>. Badanie dopplerowskie USG stanowi nieinwazyjną i szeroko dostępną metodę przesiewową stosowaną do wykrywania zaburzeń czynności łożyska na wczesnym etapie ciąży, którą można wykorzystywać w celu przewidzenia wielu powikłań położniczych związanych z nieprawidłowościami w procesie rozwoju łożyska i implantacji.

Celem niniejszego badania było sprawdzenie, czy za pomocą przezpochwowej ultrasonografii dopplerowskiej przeprowadzonej w połowie pierwszego trymestru (od 4. do 8. tygodnia ciąży) można wychwycić potencjalne zmiany przepływu krwi w tętnicach spiralnych oraz czy wyniki takiego badania mogą pomóc w przewidzeniu niekorzystnego wyniku ciąży.

W 2007 r. Ozkaya i wsp.<sup>(16)</sup> przeprowadzili dopplerowskie badanie USG krążenia maciczo-łożyskowego u 105 kobiet w 6–12. tygodniu ciąży w celu sprawdzenia, czy wyniki pomiarów wykonanych w ramach obrazowania w trybie dopplera spektralnego uzyskane obustronnie dla tętnic macicznych, łukowatych, promieniowych i spiralnych na wczesnym etapie ciąży są skorelowane z jej niekorzystnym wynikiem. Autorzy stwierdzili, że wartości wskaźników PI i RI w prawej tętnicy macicznej były znacznie wyższe u kobiet z niekorzystnym wynikiem ciąży niż u kobiet z jej prawidłowym przebiegiem. Wartości wskaźników PI i RI w tętnicy spiralnej również były wyższe, jednak różnica nie była statystycznie istotna.



Ryc. 6. Wykres punktowy przedstawiający rozkład wartości wskaźnika PI w obu badanych grupach



Ryc. 7. Wykres punktowy przedstawiający rozkład wartości wskaźnika RI w obu badanych grupach

Autorzy doszli do wniosku, że przezpochwowe badanie USG doppler (na wczesnym etapie ciąży) umożliwia wykrycie zmian hemodynamicznych krążenia maciczo-łożyskowego związanych z późniejszym niekorzystnym przebiegiem ciąży.

W 2016 r. Nagy i Gardo i wsp.<sup>(17)</sup> porównali parametry dopplerowskie tętnicy spiralnej w dwóch grupach liczących po 30 pacjentek między 8. a 12. tygodniem ciąży powikłanej i niepowikłanej. Autorzy stwierdzili, że wartości maksymalnej prędkości skurczowej, wskaźnika oporności oraz wskaźnika pulsacji były wyższe w grupie z ciążami powikłanymi w porównaniu z grupami z ciążami o prawidłowym przebiegu. Autorzy opowiedzieli się za stosowaniem dopplerowskiego badania USG tętnic spiralnych w celu nieinwazyjnej oceny zaburzeń inwazji trofoblastu na wczesnym etapie ciąży.

Wyniki otrzymane w niniejszym badaniu (Tab. 1) przemawiają za stosowaniem przezpochwowego badania USG doppler tętnic spiralnych w nieinwazyjnej ocenie nieprawidłowej inwazji trofoblastu na wczesnym etapie ciąży (od 4. do 8. tygodnia). Wyniki sugerują, że wartości zarówno wskaźnika pulsacji (PI), jak i wskaźnika oporności (RI) są znacznie wyższe u pacjentek z cechami poronienia zagrażającego w porównaniu z kobietami z prawidłowym przebiegiem ciąży. Wyniki te pokrywają się z wynikami prezentowanymi w literaturze<sup>(16-19)</sup>. Dlatego autorzy są zdania, że badanie dopplerowskie tętnic spiralnych może stanowić użyteczne nieinwazyjne narzędzie do oceny zaburzeń inwazji trofoblastu na wczesnym etapie ciąży (4-8. tydzień) w przypadkach poronienia zagrażającego.

Tab. 1. Średnia wieku, BMI oraz wartości wskaźników dopplerowskich (S/D, RI, PI) w grupie z poronieniem zagrażającym (grupa I) i grupie kontrolnej kobiet z prawidłowym przebiegiem ciąży bez dolegliwości (grupa II)

Parametr	Grupa I (n = 25) Średnia ± SD	Grupa II (n = 25) Średnia ± SD	Wartość p
Wiek	27,45±3,27	26,72±4,83	0,241
BMI	23,52±2,37	24,63+/-2,91	0,633
S/D	1,82±0,12	1,77±0,24	0,147
RI	0,48±0,08	0,25±0,05	0,003 (istotna)
PI	0,72±0,04	0,41±0,06	0,041 (istotna)

BMI – wskaźnik masy ciała; S/D – wskaźnik skurczowo-rozkurczowy; RI – wskaźnik oporności; PI – wskaźnik pulsacji; SD – odchylenie standardowe

Warto również wspomnieć, że wykonanie badania USG doppler z zastosowaniem fali pulsacyjnej jest technicznie trudne, zwłaszcza w przypadku niewielkich naczyń, takich jak tętnice spiralne, oraz że jest to badanie zależne od operatora<sup>(10)</sup>. Może to stanowić czynnik ograniczający powszechne stosowanie tej metody w praktyce klinicznej. W niniejszym badaniu, w celu uniknięcia rozbieżności w wynikach uzyskanych przez różnych operatorów, wszystkie badania USG były wykonywane przez tego samego badacza.

**Bezpieczeństwo badania USG doppler we wczesnej ciąży:** Chociaż nie stwierdzono żadnych niekorzystnych działań związanych ze stosowaniem badania USG w diagnostyce położniczej, wykorzystanie tej metody w pierwszym trymestrze jest na ogół odradzane z uwagi na potencjalne działanie termiczne na rozwijający się zarodek/płód, o ile nie ma wyraźnych wskazań do jego zastosowania<sup>(20-23)</sup>. Odnosząc się do kwestii etycznej przeprowadzania badania USG doppler u kobiet z prawidłowo przebiegającą ciążą – grupa kontrolna w niniejszym badaniu obejmowała kobiety w ciąży (grupa II), które z różnych powodów psychospołecznych wyraziły chęć przedwczesnej terminacji ciąży. Niemniej niezwykle ważne jest stosowanie ustawień pozwalających na utrzymanie jak najniższych wartości wskaźników termicznych i mechanicznych, umożliwiających uzyskanie diagnostycznie przydatnych informacji oraz zgodnych z przepisami krajowymi i/lub międzynarodowymi<sup>(24-27)</sup>. Ponadto należy ograniczyć czas badania USG oraz zawsze stosować zasadę „poziomu tak niskiego, jak tylko to możliwe” (*as low as reasonably achievable, ALARA*). Podczas wykonywania ultrasonografii w ramach niniejszego badania wskaźnik mechaniczny (MI) ustawiano na 0,82, natomiast wskaźnik termiczny dla tkanek miękkich (TIS) ustawiano na 0,7, co jest zgodne z zaleceniami zawartymi w wytycznych British Medical Ultrasound Society<sup>(28)</sup> dotyczących bezpiecznego stosowania urządzeń do ultrasonografii diagnostycznej. Dodatkowo, w celu uniknięcia przedłużonego narażenia pacjentek, z badania wykluczono kobiety, u których przeprowadzenie badania w ciągu 10 minut nie było możliwe.

### Ograniczenia badania

- Mała wielkość próby. Całkowita liczba pacjentek wynosiła 50 (po 25 w każdej grupie). Tak niska liczba pacjentek wyklucza możliwość jednolitej ekstrapolacji wyników badań.

- Do badania nie włączono/z badania nie wyłączono przypadków ciąży bezzarodkowej.

Zatem istnieje potrzeba przeprowadzenia większej liczby badań prospektywnych obejmujących większą liczbę pacjentek, aby lepiej zrozumieć znaczenie biologiczne wyżej przedstawionych wyników.

## Wnioski

W badaniu stwierdzono, że pomimo zbliżonych parametrów demograficznych w obu grupach wartości wskaźników PI i RI dla tętnic spiralnych były znacznie wyższe u kobiet, u których wystąpiło krwawienie z dróg rodnych niż w grupie kontrolnej z prawidłowym przebiegiem ciąży. Autorzy doszli do wniosku, że przezpochwowe badanie dopplerowskie USG może stanowić użyteczne narzędzie do oceny dynamiki przepływu krwi w tętnicach spiralnych na wczesnym etapie ciąży (od 4. do 8. tygodnia ciąży). Pomimo pewnych

ograniczeń technicznych w ocenie drobnych naczyń, takich jak tętnice spiralne oraz istotnej zależności badania USG od operatora, jest to obiecująca metoda oceny zmian hemodynamicznych w tętnicy spiralnej na wczesnym etapie ciąży, zwłaszcza w przypadku pacjentek z grupy wysokiego ryzyka. W celu zwiększenia czułości w zakresie słabego przepływu krwi użyteczne może okazać się zastosowanie techniki dopplera mocy. Niemniej potrzebne są dalsze badania, które pomogą wyjaśnić znaczenie biologiczne tych obserwacji oraz ich implikacji klinicznych.

## Konflikt interesów

*Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.*

*Wszystkie zastosowane procedury były zgodne z normami etycznymi komisji ds. eksperymentów badawczych prowadzonych z udziałem ludzi (instytucjonalnymi i krajowymi) oraz z Deklaracją Helsińską z 1975 r., zmienioną w 2000 r. Badanie przeprowadzono bez udziału zwierząt.*

## Piśmiennictwo

- Alcázar JL, Ruiz-Perez ML: Uteroplacental circulation in patients with first-trimester threatened abortion. *Fertil Steril* 2000; 73: 130–135.
- Deurloo KL, Spreeuwenberg MD, Bolte AC, Van Vugt JM: Color Doppler ultrasound of spiral artery blood flow for prediction of hypertensive disorders and intra uterine growth restriction: a longitudinal study. *Prenat Diagn* 2007; 27: 1011–1016.
- Vahanian SA, Vintzileos AM: Placental implantation abnormalities: a modern approach. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2016; 28: 477–484.
- Gebb J, Dar P: Colour Doppler ultrasound of spiral artery blood flow in the prediction of pre-eclampsia and intrauterine growth restriction. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2011; 25: 355–366.
- Mäikkilä K, Tekay A, Jouppila P: Uteroplacental hemodynamics during early human pregnancy: a longitudinal study. *Gynecol Obstet Invest* 2004; 58: 49–54.
- Moser G, Huppertz B: Implantation and extravillous trophoblast invasion: From rare archival specimens to modern biobanking. *Placenta* 2017; 56: 19–26.
- Nanaev AK, Kosanke G, Kemp B, Frank HG, Huppertz B, Kaufmann P: The human placenta is encircled by a ring of smooth muscle cells. *Placenta* 2000; 21: 122–125.
- Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine: Effectiveness and treatment for unexplained infertility. *Fertil Steril* 2006; 86: S111–114.
- Düzgüner S, Ozkan MB, Küçüközkan T, Ozkaya E, Kara F, Balın IN *et al.*: Role of spiral artery Doppler to screen type 2 endometrial cancer cases. *J Turk Ger Gynecol Assoc* 2014; 15: 1–5.
- Uysal S, Ozbay EP, Ekinci T, Aksüt H, Karasu S, Işık AZ *et al.*: Endometrial spiral artery Doppler parameters in unexplained infertility patients: is endometrial perfusion an important factor in the etiopathogenesis? *J Turk Ger Gynecol Assoc* 2012; 13: 169–171.
- Pijnenborg R, Vercruyse L, Hanssens M: The uterine spiral arteries in human pregnancy: facts and controversies. *Placenta* 2006; 27: 939–958.
- Weiss G, Sundl M, Glasner A, Huppertz B, Moser G: The trophoblast plug during early pregnancy: a deeper insight. *Histochem Cell Biol* 2016; 146: 749–756.
- Pijnenborg R, Vercruyse L, Hanssens M: The uterine spiral arteries in human pregnancy: facts and controversies. *Placenta* 2006; 27: 939–958.
- Guzin K, Tomruk S, Tuncay YA, Naki M, Sezginsoy S, Zemheri E *et al.*: The relation of increased uterine artery blood flow resistance and impaired trophoblast invasion in pre-eclamptic pregnancies. *Arch Gynecol Obstet* 2005; 272: 283–288.
- Lyall F, Robson SC, Bulmer JN: Spiral artery remodeling and trophoblast invasion in preeclampsia and fetal growth restriction: relationship to clinical outcome. *Hypertension* 2013; 62: 1046–1054.
- Ozkaya U, Ozkan S, Ozeren S, Corakçı A: Doppler examination of uteroplacental circulation in early pregnancy: can it predict adverse outcome? *J Clin Ultrasound* 2007; 35: 382–386.
- Nagy S, Gardo S. P15.09: First-trimester Doppler assessment of spiral arteries in normal and abnormal pregnancies. *Ultrasound in Obstetrics & Gynaecology* 2006; 28: 601.
- Zhong Y, Tuuli M, Odibo AO: First-trimester assessment of placenta function and the prediction of preeclampsia and intrauterine growth restriction. *Prenatal Diagnosis* 2010; 30: 293–308.
- 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.
- Helmy S, Bader Y, Koch M, Tiringier D, Kollmann C: Measurement of thermal effects of Doppler ultrasound: an in vitro study. *PLoS One* 2015; 10: e0135717.
- Barnett SB, Maulik D, International Perinatal Doppler Society: Guidelines and recommendations for safe use of Doppler ultrasound in perinatal applications. *J Matern Fetal Med* 2001; 10: 75–84.
- Sheiner E, Abramowicz JS: A symposium on obstetrical ultrasound: is all this safe for the fetus? *Clin Obstet Gynecol* 2012; 55: 188–198.
- Torloni MR, Vedmedovska N, Meriardi M, Betran AP, Allen T *et al.*: Safety of ultrasonography in pregnancy: WHO systematic review of the literature and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 599–608.
- Meizner I: What do doctors understand regarding ultrasound safety during pregnancy?. *Harefuah* 2012; 151: 234–236.
- Salvesen KÅ, Lees C, Abramowicz J, Brezinka C, Ter Haar G, Maršál K: Safe use of Doppler ultrasound during the 11 to 13 + 6-week scan: is it possible? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 625–628.
- Abramowicz JS, Kossoff G, Marsal K, Ter Haar G: International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynaecology Bioeffects and Safety Committee. Executive Board of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynaecology. Safety Statement, 2000 (reconfirmed 2003). *International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynaecology (ISUOG). Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21: 100.
- Barnett SB, Ter Haar GR, Ziskin MC, Rott HD, Duck FA, Maeda K: International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine. *Ultrasound Med Biol* 2000; 26: 355–366.
- Ter Haar G: The new British Medical Ultrasound Society Guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound equipment. *Ultrasound* 2010; 18: 50–51.