

Otrzymano:
24.12.2019
Zaakceptowano:
07.02.2020
Opublikowano:
15.06.2020

Porównanie wskaźników oporu naczyniowego w tętnicy macicznej i w tętnicy ocznej u pacjentek ze stanem przedrzucawkowym i prawidłowym ciśnieniem tętniczym w badaniu dopplerowskim

Comparison of the resistive indices obtained in the uterine artery and the ophthalmic artery in preeclamptic and normotensive patients in Doppler US

Syeda Rabi Madina¹, Raham Bacha¹, Syed Amir Gilani¹, Wafa Fatima², Wahida Awais³, Hamnah Fatima¹, Iqra Manzoor¹

¹ University Institute of Radiological Sciences and Medical Imaging Technologies (UIRSMIT), Faculty of Allied Health Sciences (FAHS), University of Lahore, Lahaur, Pakistan

² University Institute of Public Health (UIPH), Faculty of Allied Health Sciences (FAHS), University of Lahore, Lahaur, Pakistan

³ Gilani Ultrasound Center, Lahaur, Pakistan

Adres do korespondencji: Iqra Manzoor, Gilani Ultrasound Center, Ferozpur Road, Chungi AmarSadhu, Lahore Pakistan; tel.: 03454512555, e-mail: iqramanzoor36@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2020.0015

Słowa kluczowe

stan przedrzucawkowy, wskaźnik oporu naczyniowego, tętnica maciczna, tętnica oczna, doppler

Keywords

preeclampsia, resistive index, uterine artery, ophthalmic artery, Doppler

Abstract

Introduction: Preeclampsia is a medical condition characterized by hypertension and proteinuria during pregnancy, with the symptoms generally manifesting in the 3rd trimester. Hypertension brings hemodynamic changes; it is therefore expected that arterial blood flow velocity waveforms will be different in the uterine and ophthalmic arteries in preeclampsia. Vascular changes do occur in preeclampsia, which in turn induces hemodynamic changes. **Aim:** To compare mean values of the resistive index of the ophthalmic and uterine arteries in patients with preeclampsia and normotensive individuals in Doppler US. **Methods:** In this cross-sectional observational study, ultrasound of the uterine and ophthalmic arteries was performed in 60 pregnant women in the 2nd and 3rd trimester of pregnancy to compare the resistive index of these arteries in preeclamptic and normotensive individuals. All the patients, i.e. 30 preeclamptic and 30 normotensive pregnant women, took part in this study voluntarily. The study was approved by the institutional review board (IRB) of the University of Lahore. **Results:** The mean resistive index of the uterine artery was 0.50 ± 0.08 in normotensive participants and 0.64 ± 0.09 in preeclamptic women, with the p -value <0.001 . The mean resistive index of the ophthalmic artery was 0.70 ± 0.05 in normotensive participants and 0.63 ± 0.04 in preeclamptic women, with the p -value <0.001 . **Conclusions:** There was a significant negative correlation between the resistive index of the uterine and ophthalmic arteries among the patients with preeclampsia and a significant positive correlation among normotensive individuals. Preeclampsia could be easily diagnosed with Doppler ultrasound based on hemodynamic changes in response to vascular changes in the ophthalmic and uterine arteries.

Wstęp

Stan przedrzucawkowy to jedna z głównych przyczyn chorobowości kobiet w ciąży na całym świecie⁽¹⁾. Jest to choroba ciążowa cechująca się występowaniem wysokiego ciśnienia tętniczego i istotnej ilości białka w moczu⁽²⁾. Zapadalność wynosi w tym przypadku 5–10%^(3,4), a chorobowość 2–8%⁽⁵⁾. Możliwymi przyczynami stanu przedrzucawkowego są: przesadna odpowiedź zapalna komórek śródbłonka, przez którą miejscowo zwiększa się ukrwienie danej okolicy⁽⁶⁾, oraz aktywacja monocytów^(7,8) i granulocytów w ramach odpowiedzi odpornościowej kobiety ciężarnej⁽⁹⁾. Ponadto wzrost ciśnienia rozkurczowego w czasie ciąży również może prowadzić do wystąpienia tej choroby⁽¹⁰⁾. U kobiet ze stanem przedrzucawkowym zaleca się: terapie melatoniną⁽¹¹⁾ w celu zmniejszenia ciśnienia tętniczego, glikokortykosteroidy (w ciężkich przypadkach), leki przeciwdrgawkowe (w celu zapobiegania drgawkom w ciężkich przypadkach), a także odpoczynek, hospitalizację i poród. Według nowej i najbardziej popularnej teorii sugeruje się, że ciężkie nadciśnienie tętnicze zwiększa granicę autoregulacji krążenia mózgowego i prowadzi do poszerzenia naczyń krwionośnych z obrzękiem mózgu. Uszkodzenie śródbłonka uważa się za główną cechę w patofizjologii stanu przedrzucawkowego oraz potencjalny czynnik ryzyka rozwoju zespołu odwracalnej tylnej encefalopatii. Badania wskazują, że zespół odwracalnej tylnej encefalopatii, związany ze znacznym uszkodzeniem śródbłonka, może rozwinąć się bez istotnego wzrostu ciśnienia tętniczego⁽¹²⁾.

Oznacza to, że identyfikacja w badaniu dopplerowskim tętnic ocznych nadmiernego przepływu mózgowego u pacjentek ze stanem przedrzucawkowym może pomóc zidentyfikować ryzyko krwotoku śródczaszkowego i określić stopień zaawansowania choroby u kobiet ze stanem przedrzucawkowym⁽¹³⁾. Z drugiej strony krążenie maciczno-łożyskowe jest istotne dla uzyskania prawidłowego wyniku ciąży. Zwiększone wartości wskaźnika oporu naczyniowego (*resistive index*, RI), wskaźnika pulsacji (*pulsatility index*, PI) i stosunku ciśnienia skurczowego do rozkurczowego (*systolic/diastolic*, S/D) oraz występowanie wcięcia wczesnorozkurczowego (*notch*) uznaje się za nieprawidłowe parametry przepływu w tętnicy macicznej. Zaburzona inwazja trofoblastu do macicznych tętnic spiralnych wiąże się ze zwiększonym ryzykiem powikłań w czasie ciąży, takich jak nadciśnienie indukowane ciążą, stan przedrzucawkowy, oddzielenie się łożyska, powikłania ze strony płodu, wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu płodu (*intrauterine growth restriction*, IUGR) czy dziecko urodzone za małe w stosunku do wieku płodowego (*small for gestational age*, SGA)⁽¹⁴⁾. Na występowanie ryzyka stanu przedrzucawkowego może wskazywać wiele badań, w tym test wzrostu ciśnienia pod wpływem zimna⁽¹⁵⁾.

Badanie USG z opcją dopplera i dopplera kolorowego jest nieinwazyjne, szybkie i łatwe do przeprowadzenia w ocenie krążenia macicznego i łożyskowego⁽¹⁶⁾. Ponadto można uzyskać dzięki niemu rzetelne wyniki w tętnicy ocznej⁽¹⁷⁾. Poza tym nie ma dowodów na jakiegokolwiek szkodliwe działanie ultrasonografii u ludzi. Badanie ultrasonograficzne jest

zatem nieszkodliwe i niedrogi, a dodatkowo daje dokładne wyniki⁽¹⁸⁾. W przebiegu stanu przedrzucawkowego pojawiają się zmiany naczyniowe wywołujące zmiany hemodynamiczne, które z kolei można z łatwością ocenić w badaniu dopplerowskim. Choroby tętnic są niemal uogólnione; uważa się, że jeśli zmiany w przebiegu stanu przedrzucawkowego występują w tętnicy macicznej, zajęta może być także tętnica oczna⁽¹⁹⁾.

Niniejsze badanie przeprowadzono w celu porównania wskaźnika oporu w tętnicy macicznej i tętnicy ocznej za pomocą badania dopplerowskiego u pacjentek ze stanem przedrzucawkowym. Zastosowanie badania dopplerowskiego we wczesnej diagnostyce stanu przedrzucawkowego może przyczynić się do zmniejszenia chorobowości kobiet poprzez możliwość szybkiego wdrożenia odpowiedniego postępowania.

Materiał i metody

Niniejsze przekrojowe badanie obserwacyjne przeprowadzono w Centrum Ultrasonografii Gilani w Lahaurze w Pakistanie. Celem było porównanie wartości wskaźnika oporu w tętnicy macicznej i ocznej w badaniu ultrasonograficznym u pacjentek w 2. i 3. trymestrze ciąży. Rada naukowa i niezależna komisja bioetyczna Uniwersytetu w Lahaurze zatwierdziły protokół badania. Liczebność próby w wielkości 60 pacjentek obliczono za pomocą równania mocy próby. W celach porównawczych do badania zrekrutowano 30 pacjentek z prawidłowym ciśnieniem tętniczym i 30 pacjentek ze stanem przedrzucawkowym. Udział w badaniu był dobrowolny, a pacjentki lub ich opiekunowie wyrazili pisemną zgodę. Pacjentki z przewlekłym nadciśnieniem tętniczym, osoby niewspółpracujące, kobiety, u których nie udało się zobrazować tętnic macicznych z powodu obecności gazów jelitowych lub dużego płodu oraz pacjentki z jakąkolwiek chorobą oczu lub zaburzeniami widzenia zostały wykluczone z badania. Aparat ultrasonograficzny wykorzystany w badaniu (Toshiba Xerio) wyposażono w głowicę liniową o częstotliwości 7–14 MHz przy badaniu tętnic ocznych oraz w głowicę konweksową o częstotliwości 3–6 MHz przy ocenie tętnic macicznych. Badania przeprowadzono zgodnie z zaleceniami Amerykańskiego Instytutu Ultradźwięków w Medycynie (American Institute of Ultrasound in Medicine, AIUM)⁽²⁰⁾. Wiek ciążowy podano w tygodniach na podstawie oceny ultrasonograficznej i daty ostatniej menstruacji. Zebrano wywiad w kierunku białkomoczu i nadciśnienia tętniczego oraz wywiad rodzinny, a także zapytano o wcześniejsze występowanie stanu przedrzucawkowego. Tętnicę maciczną zlokalizowano w pozycji leżącej na plecach z dostępu od lewej lub prawej strony w celu omięcia części płodu umiejscowionych w pobliżu szyjki macicy. Zapisy spektralne oceniono w przekroju podłużnym; pomiary wykonano u pacjentek ze stwierdzonym stanem przedrzucawkowym oraz u kobiet z prawidłowym ciśnieniem tętniczym. Używając głowicę liniową, zlokalizowano tętnice oczne i wykonano zapis spektralny. Obliczono wskaźnik RI dla tętnicy ocznej i macicznej, a uzyskane dane przeanalizowano w programie Statistical Package

Tab. 1. Wartości średnie i odchylenie standardowe dla wieku oraz wskaźnika oporu w tętnicach macicznych i ocznych w grupie 30 pacjentek z prawidłowym ciśnieniem tętniczym oraz 30 chorych ze stanem przedzucawkowym

Zmienne	Badane grupy	Średnia	Odchylenie standardowe
Wiek (lata)	Stan przedzucawkowy	25,4	3,79
	Normotensja	25,8	3,33
Wskaźnik oporu w tętnicy macicznej	Stan przedzucawkowy	0,65	0,09
	Normotensja	0,50	0,08
Wskaźnik oporu w tętnicy ocznej	Stan przedzucawkowy	0,63	0,05
	Normotensja	0,71	0,06

Tab. 2. Korelacja Pearsona dotycząca wskaźnika oporu w tętnicy ocznej i tętnicy macicznej w grupie 30 pacjentek z prawidłowym ciśnieniem tętniczym i 30 pacjentek ze stanem przedzucawkowym

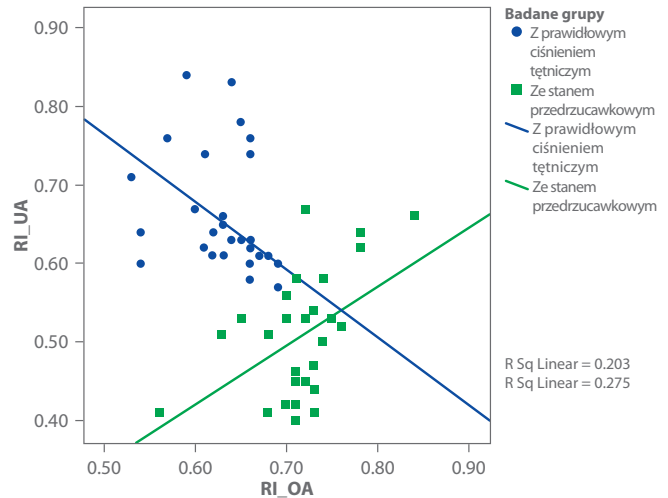
Zależności				
Badane grupy			RI w tętnicy macicznej	RI w tętnicy ocznej
Stan przedzucawkowy	RI w tętnicy macicznej	Korelacja Pearsona	1	-0,450*
		Istotna (test dwustronny)		0,013
Normotensja	RI w tętnicy macicznej	Korelacja Pearsona	1	0,524**
		Istotna (test dwustronny)		0,003

* Istotność na poziomie 0,05 (test dwustronny)
** Istotność na poziomie 0,01 (test dwustronny)

for the Social Sciences wersja 24 (SPSS 24, IBM, Armonk, NY, Stany Zjednoczone). Wartości średnie i odchylenia standardowe obliczono dla wieku oraz wskaźnika oporu naczyniowego w tętnicach macicznych i ocznych. Dane miały rozkład normalny. Korelacje wskaźnika RI w tętnicy macicznej i ocznej u pacjentek ze stanem przedzucawkowym oraz u kobiet z prawidłowym ciśnieniem tętniczym oceniono, stosując model korelacji Pearsona.

Wyniki

Średnia wieku pacjentek z prawidłowym ciśnieniem tętniczym wynosiła $25,40 \pm 3,8$ roku w zakresie od 19 do 35 lat. Średnia wieku pacjentek ze stanem przedzucawkowym wynosiła $25,9 \pm 3,3$ roku w zakresie od 20 do 33 lat. Średni wskaźnik oporu naczyniowego w tętnicy macicznej wynosił $0,50 \pm 0,08$ u osób z prawidłowym ciśnieniem tętniczym oraz $0,64 \pm 0,09$ u kobiet ze stanem przedzucawkowym; $p < 0,001$. Z kolei średni wskaźnik oporu naczyniowego w tętnicy ocznej wynosił $0,70 \pm 0,05$ u osób z prawidłowym ciśnieniem tętniczym oraz $0,63 \pm 0,04$ u kobiet ze stanem przedzucawkowym; $p < 0,001$. Szczegóły przedstawiono w Tab. 1 i Tab. 2. Zaobserwowano istotną ujemną

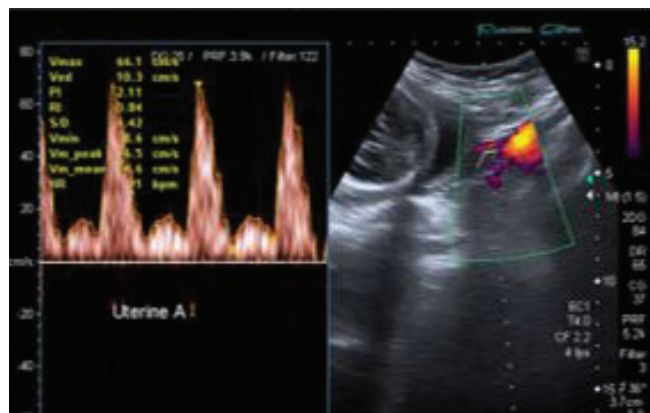


Ryc. 1. Wykres punktowy porównujący wskaźniki oporu naczyniowego (RI) w tętnicy macicznej (UA) i ocznej (OA) u kobiet ze stanem przedzucawkowym i prawidłowym ciśnieniem tętniczym

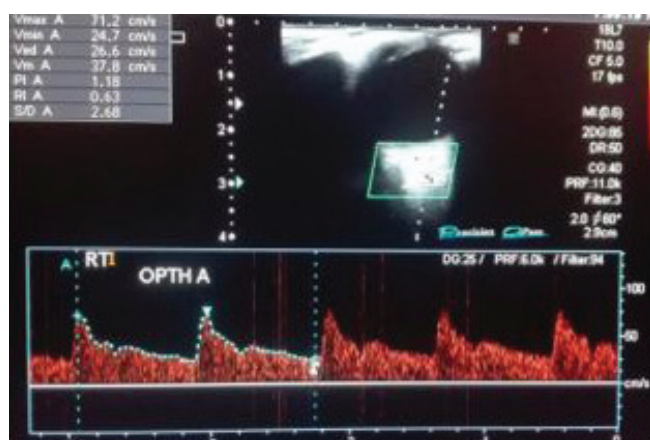
korelację ($0,450$ z wartością $p = 0,013$) pomiędzy wartością wskaźnika oporu w tętnicy macicznej i ocznej u kobiet ze stanem przedzucawkowym oraz dodatnią korelację ($0,524$ z wartością $p = 0,003$) pomiędzy wartością wskaźnika oporu w tętnicy macicznej i ocznej u kobiet z prawidłowym ciśnieniem tętniczym (Tab. 2 i Ryc. 1).

Omówienie

Ultrasonografię stosuje się w celu przewidzenia wczesnych oznak stanu przedzucawkowego na podstawie oceny parametrów przepływu w badaniu dopplerowskim. U osób z nadciśnieniem tętniczym z ryzykiem stanu przedzucawkowego wzrasta wskaźnik oporu naczyniowego w tętnicy macicznej. Z kolei wskaźnik oporu naczyniowego w tętnicy ocznej spada u osób ze stanem przedzucawkowym. W badaniu de Oliveira i wsp., przeprowadzonym w 2013 roku w celu określenia zmian parametrów dopplerowskich w tętnicy ocznej u kobiet ciężarnych z nadciśnieniem tętniczym⁽²¹⁾, wskaźnik oporu naczyniowego w tętnicy ocznej oceniono na $0,75 \pm 0,05$ u pacjentek ciężarnych z prawidłowym ciśnieniem tętniczym i $0,63 \pm 0,09$ u kobiet ze stanem przedzucawkowym. Do badania włączono 73 pacjentki. Celem było potwierdzenie roli wskaźnika oporu naczyniowego tętnicy ocznej jako predyktora stanu przedzucawkowego w 2. trymestrze ciąży. Do badania włączono pacjentki z ryzykiem stanu przedzucawkowego. Tętnicę oczną oceniono w badaniu dopplerowskim w 24–28. tygodniu ciąży, a następnie pacjentki obserwowano pod kątem występowania stanu przedzucawkowego do czasu zakończenia ciąży. W celu oceny charakteru predykcyjnego wskaźnika oporu w tętnicy ocznej stworzono krzywe ROC. W grupie obserwowanych pacjentek stan przedzucawkowy stwierdzono u 14 chorych, podczas gdy wartości ciśnienia tętniczego pozostawały w normie do czasu porodu u 59 kobiet. U kobiet ze stwierdzonym stanem przedzucawkowym obserwowano niższe wartości wskaźnika oporu w tętnicy ocznej ($0,682 \pm 0,028$) w porównaniu z kobietami z prawidłowym ciśnieniem



Ryc. 2. W badaniu USG pacjentki w 33. tygodniu ciąży ze stanem przedrzucawkowym wskaźnik RI w tętnicy macicznej jest wysoki (0,84)



Ryc. 3. W badaniu USG pacjentki w 33. tygodniu ciąży ze stanem przedrzucawkowym wskaźnik RI w tętnicy ocznej jest niski (0,63)

tętnicznym ($0,700 \pm 0,029$, wartość p pozostawała na poziomie istotności statystycznej: $p = 0,044$). Niski opór naczyniowy w tętnicy ocznej uznano za czynnik ryzyka rozwoju stanu przedrzucawkowego z polem powierzchni pod krzywą równym $0,694$ i przedziałem ufności od $0,54$ do $0,8$. Uznano, że niski opór w tętnicy ocznej jest związany ze stanem przedrzucawkowym⁽²²⁾. W obecnym badaniu średnie wartości oporu naczyniowego w tętnicy ocznej u ciężarnych z prawidłowym ciśnieniem tętniczym i u kobiet ze stanem przedrzucawkowym były zbliżone do wartości podanych w badaniu opisanym powyżej (patrz Tab. 1 i Ryc. 1, Ryc. 2 i Ryc. 3).

W poprzednich badaniach parametry dopplerowskie dla tętnicy macicznej spadały wraz z postępem ciąży. Adekanmi i wsp. porównali parametry dla tętnicy macicznej i pępowinowej w badaniu dopplerowskim w grupie

zdrowych mieszkanki Nigerii będących w 2. i 3. trymestrze ciąży pojedynczej. Stwierdzono, że prawidłowe wartości oporu naczyniowego wynosiły $0,53 \pm 0,18$ w 2. trymestrze i $0,48 \pm 0,20$ w 3. trymestrze⁽²³⁾. W innym badaniu, prowadzonym przez Valensise i wsp. wartości wskaźnika oporu w tętnicy macicznej powyżej $0,58$ uznano za nieprawidłowe⁽²⁴⁾. W obecnym badaniu średnia wartość oporu naczyniowego w tętnicy macicznej u ciężarnych z prawidłowym ciśnieniem tętniczym wynosiła $0,50$, a u kobiet ze stanem przedrzucawkowym – $0,64$, co jest zgodne z wynikami wyżej opisanego badania Valensise i wsp. Wyniki badania pokazują, że opór naczyniowy w tętnicy ocznej jest w sposób istotny skorelowany z oporem w tętnicy macicznej zarówno u kobiet z prawidłowym ciśnieniem tętniczym, jak i u pacjentek ze stanem przedrzucawkowym. Odnotowano ujemną liniową korelację – opór naczyniowy u kobiet ze stanem przedrzucawkowym wzrasta w tętnicy macicznej, a spada w tętnicy ocznej. Stan przedrzucawkowy ma prawie jednakowy wpływ na przepływ krwi w tętnicy macicznej i ocznej poza przypadkami, w których jeden z tych parametrów pozostawał prawidłowy. Wystąpienie poważnego powikłania ciąży, jakim jest stan przedrzucawkowy, można przewidzieć na podstawie oceny obu naczyń, co może zmniejszyć chorobowość i umieralność kobiet. Długotrwałe badanie USG kobiet w 2. i 3. trymestrze ciąży, podczas którego operator porusza głowicą w okolicy brzucha w celu zlokalizowania tętnic macicznych, może nie być dla pacjentek wygodne. Dużo łatwiej jest zlokalizować tętnicę oczną, a pomiary wykonywane są w krótkim czasie. Dlatego też w niniejszym badaniu porównano opór naczyniowy w tętnicy ocznej u pacjentek ze stwierdzonym stanem przedrzucawkowym i u kobiet z prawidłowym ciśnieniem tętniczym.

Wnioski

Odnotowano istotną ujemną korelację między wskaźnikiem oporu naczyniowego w tętnicy macicznej i ocznej u pacjentek ze stanem przedrzucawkowym oraz znamienne dodatnią korelację u kobiet z prawidłowym ciśnieniem tętniczym. Stan przedrzucawkowy można z łatwością rozpoznać w badaniu dopplerowskim na podstawie zmian hemodynamicznych pojawiających się w konsekwencji zmian naczyniowych w tętnicach macicznej i ocznej.

Konflikt interesów

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

Piśmiennictwo

1. Say L, Chou D, Gemmill A, Tunçalp Ö, Moller A-B, Daniels J *et al.*: Global causes of maternal death: a WHO systematic analysis. *Lancet Glob Health* 2014; 2: e323–e333.
2. Hobson SR, Lim R, Mockler JC, Gurusinghe S, Wallace EM: Role of activin a in the pathogenesis of endothelial cell dysfunction in preeclampsia. *Methods Mol Biol* 2018; 1710: 39–52.
3. Rigó J Jr, Nagy B, Fintor L, Tanyi J, Beke A *et al.*: Maternal and neonatal outcome of preeclamptic pregnancies: the potential roles of factor V Leiden mutation and 5, 10 methylenetetrahydrofolate reductase. *Hypertens Pregnancy* 2000; 19: 163–172.
4. Duckitt K, Harrington D: Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies. *BMJ* 2005; 330: 565.
5. Jeyabalan A: Epidemiology of preeclampsia: impact of obesity. *Nutr Rev* 2013; 71 Suppl 1: S18–S25.
6. Redman CW, Sacks GP, Sargent IL: Preeclampsia: an excessive maternal inflammatory response to pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 180: 499–506.
7. Medeiros LT, Peraçoli JC, Bannwart-Castro CF, Romão M, Weel IC, Golim MA *et al.*: Monocytes from pregnant women with pre-eclampsia are polarized to a M1 phenotype. *Am J Reprod Immunol* 2014; 72: 5–13.
8. Haram K, Mortensen JH, Mastrolia SA, Erez O: Disseminated intravascular coagulation in the HELLP syndrome: how much do we really know? *J Matern Fetal Neonatal Med* 2017; 30: 779–788.
9. Barden AE, Beilin LJ, Ritchie J, Walters BN, Michael C: Does a predisposition to the metabolic syndrome sensitize women to develop preeclampsia? *J Hypertens* 1999; 17: 1307–1315.
10. Sibai BM: Diagnosis and management of gestational hypertension and preeclampsia. *Obstet Gynecol* 2003; 102: 181–192.
11. Hobson SR, Gurusinghe S, Lim R, Alers NO, Miller SL, Kingdom JC *et al.*: Melatonin improves endothelial function in vitro and prolongs pregnancy in women with early-onset preeclampsia. *J Pineal Res* 2018; 65: e12508.
12. Mazoor I, Bacha R, Gilalni SA: The significance of doppler ultrasound in the causes of varicose veins. *J Vasc Ultrasound* 2017; 41: 159–164.
13. Bartynski W: Posterior reversible encephalopathy syndrome, part 2: controversies surrounding pathophysiology of vasogenic edema. *AJN Am J Neuroradiol* 2008; 29: 1043–1049.
14. Kurjak A, Chervenak FA: *Donald School Textbook of Ultrasound in Obstetrics & Gynaecology*: JP Medical Ltd; 2017.
15. Jani PS, Patel UM, Gandhi MR, Thakor NC, Kakani C: Placental laterality and uterine artery resistance as predictor of preeclampsia: a prospective study at GMERS Medical College, Dharpur-Patan, North Gujarat, India. *Int J Res Med Sci* 2017; 3: 1484–1487.
16. Angelova M, Todorov I, Kovachev E: Early prognostic factors for the progress of preeclampsia – our experience in the period 2010–2011. *Open Access Maced J Med Sci* 2016; 4: 420–422.
17. Harris A, Williamson TH, Martin B, Shoemaker JA, Sergott RC, Spaeth GL *et al.*: Test/Retest reproducibility of color Doppler imaging assessment of blood flow velocity in orbital vessels. *J Glaucoma* 1995; 4: 281–286.
18. ter Haar G: The new British Medical Ultrasound Society Guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound equipment. *Ultrasound* 2010; 18: 50–51.
19. Manzoor I, Bacha R, Gilani SA: Diagnostic accuracy of sonoelastography in different diseases. *J Ultrason* 2018; 18: 29–36.
20. Zaman S, Gilani SA, Bacha R, Manzoor I, Hasan ZU: Correlation between portal vein diameter and craniocaudal length of the spleen. *J Ultrason* 2019; 19: 276–281.
21. de Oliveira CA, de Sá RAM, Velarde LGC, daSilva FC, doVale FA, Netto HC: Changes in ophthalmic artery Doppler indices in hypertensive disorders during pregnancy. *J Ultrasound Med* 2013; 32: 609–619.
22. Aquino LOD, Leite HV, Cabral AC, Brandão AH: Doppler flowmetry of ophthalmic arteries for prediction of pre-eclampsia. *Rev Assoc Med Bras* 2014; 60: 538–541.
23. Adekanmi AJ, Roberts A, Adeyinka AO, Umeh EO, Anor F, Odo JC *et al.*: Normal second and third trimester uterine and umbilical doppler indices among healthy singleton gestation Nigerian women. *West Afr J Radiol* 2017; 24: 1.
24. Valensise H, Bezzeccheri V, Rizzo G, Tranquilli AL, Garzetti G, Romanini C: Doppler velocimetry of the uterine artery as a screening test for gestational hypertension. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; 3: 18–22.