

Dopplervelocimetria das artérias oftálmica e central da retina em gestantes normais

Dopplervelocimetry of ophthalmic and central retinal arteries in normal pregnancies

Angélica Lemos Debs Diniz¹, Antonio Fernandes Moron², Maria Célia dos Santos³,
Nelson Sass⁴, Claudio Rodrigues Pires⁵

RESUMO

Objetivos: avaliar os padrões dos índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina durante o segundo e terceiro trimestres da gestação normal e comparar os valores obtidos do olho direito e esquerdo das gestantes. **Métodos:** estudo transversal no qual se avaliaram seis índices dopplervelocimétricos das artérias central da retina e oftálmica em 51 gestantes normais, com idades gestacionais entre a 20^a e a 38^a semana. As variáveis analisadas foram os índices de resistência e pulsatilidade (IR, IP), os picos de velocidade sistólica e diastólica (PVS, PVD) e a razão entre picos de velocidade (RPV). A análise dos índices dopplervelocimétricos dos olhos direito e esquerdo foi realizada utilizando-se a mediana dos valores. Para a comparação dos valores dos índices entre os dois olhos das gestantes, utilizou-se o teste *t* de Student para dados pareados. A associação entre a idade gestacional e os índices foi testada empregando-se o coeficiente de correlação linear de Pearson. Adotou-se o nível de significância de 5% para os testes estatísticos. **Resultados:** a mediana dos índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina foram, respectivamente: IP=1,83; IR=0,78; PVS=34,20; PVD=6,80; RPV=0,48 e IP=1,34; IR=0,70; PVS=7,40; PVD=2,10. Não houve diferenças na análise comparativa dos índices dopplervelocimétricos entre os olhos direito e esquerdo das gestantes normais. O coeficiente de correlação linear entre a idade gestacional e os índices de ambas as artérias não mostrou diferença significativa durante a gestação normal. **Conclusão:** é factível a análise unilateral dos índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina no estudo de doenças maternas sistêmicas. Não há mudança significativa dos índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina ao longo da gestação normal entre a 20^a e a 38^a semana.

PALAVRAS CHAVE: Artéria oftálmica; Velocidade do fluxo sanguíneo; Artéria retiniana; Fluxometria por laser-doppler; Gestação

ABSTRACT

Purpose: to evaluate ophthalmic and retinal central artery Doppler indices during the second and third trimesters of normal pregnancy and to compare the right with left eye Doppler indices of normotensive women. **Methods:** a cross-sectional study which evaluated central retinal and ophthalmic artery Doppler velocimetry values of 51 normal pregnant women, in the 20th to 38th week of gestation. The following values were analyzed: pulsatility and resistance indexes (PI, RI), peak systolic and end-diastolic flow velocity (PSV, EDFV) and peak velocity ratio (PVR). The Doppler indices in the right and left eyes were studied by the median. The paired Student's *t* test was used to confront the right and left eye values and the Pearson linear correlation analysis was performed to study the value changes throughout the gestation, with the level of significance set at 5%. **Results:** Doppler velocimetry indices of ophthalmic and central retinal arteries (median values) were, respectively: PI=1.83; RI=0.78; PSV=34.20; EDFV=6.80; PVR=0.48 and PI=1.34; RI=0.70; PSV=7.40; EDFV=2.10. There was no significant difference between the right and left side Doppler values. Linear correlation analysis showed no association between the arterial values and pregnancy age. **Conclusion:** the unilateral analysis of ophthalmic and central retinal artery Doppler velocimetry values can be used in systemic maternal disease. There is no significant change in ophthalmic and central retinal artery Doppler velocimetry values throughout normal pregnancy.

KEYWORDS: Ophthalmic artery; Blood flow velocity; Retinal artery; Laser-doppler fluxometry; Pregnancy

1 Médica assistente do Setor de Ultra-sonografia do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Minas Gerais (MG).

2 Professor Titular do Departamento de Obstetrícia – Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP).

3 Professora Titular da Ginecologia e Obstetrícia da UFU – Minas Gerais (MG).

4 Professor Adjunto do Departamento de Obstetrícia da UNIFESP – São Paulo (SP).

5 Médico Diretor da CETRUS – Centro de Treinamento de Ultra-sonografia – São Paulo (SP).

Correspondência: Angélica Lemos Debs Diniz

Alameda João César de Souza, 110 – Morada da Colina – 38411-154 – Uberlândia – MG – Fone: (34) 3236-3361 – Fax: (34) 3236-1277 – e-mail: angelyca@uai.com.br

Recebido em: 3/1/2005 Aceito com modificações em: 11/4/2005

Introdução

A dopplervelocimetria colorida (DVC) da circulação orbital é motivo de estudo há mais de vinte anos, quando foram descritos os padrões de normalidade dos vasos arteriais e venosos orbitais e demonstrada sua importância na investigação de doenças oculares e retrobulbares¹⁻³. O estudo destes vasos não ficou restrito à área da oftalmologia, pois Hata et al.⁴ utilizaram-se do método para análise da artéria oftálmica em gestantes com pré-eclâmpsia leve e registraram diminuição significativa dos índices de pulsatilidade (IP) da artéria oftálmica, contrariando a hipótese inicial de vasoconstricção no território ocular. Atualmente, com o emprego de equipamentos de alta resolução, é possível determinar a anatomia vascular orbital com precisão, o que reduz o tempo de execução do exame, além de favorecer a correção do ângulo de amostra, sem o que não é possível a exata determinação das velocidades de fluxo⁵⁻⁷.

Apesar de a DVC ser estudada em gestantes com doenças sistêmicas^{7,8}, somente duas publicações enfocaram a correlação entre três índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina e a idade gestacional em pacientes normais^{9,10}. Estes autores não detectaram modificações do IP da artéria oftálmica durante o segundo e terceiro trimestres da gestação normal, porém, registraram queda do IR, IP e relação sistole/diástole (S/D) na artéria central da retina, além de queda do índice de resistência (IR) e relação S/D na artéria oftálmica neste período gestacional.

O objetivo deste estudo foi avaliar os padrões dos índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina durante o segundo e terceiro trimestres da gestação normal e verificar se há diferenças entre os lados direito e esquerdo.

Métodos

Realizado estudo transversal com inclusão de 51 gestantes normais, atendidas em ambulatório de pré-natal normal no período de agosto de 2003 a fevereiro de 2004. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo. As pacientes foram informadas sobre o caráter de pesquisa do exame e manifestaram, por escrito, sua concordância em participar do estudo, pelo termo de consentimento livre e esclarecido.

A média de idade das pacientes foi de 26,7±4,1 anos, variando entre 17 e 36 anos. Con-

sideramos normais as pacientes que preencheram os seguintes critérios: gestação espontânea, não induzida por drogas ou métodos de fertilização *in vitro*; níveis normais de pressão arterial e ausência de edema significativo; ganho de peso ponderal dentro dos padrões de normalidade esperado para a idade gestacional; ausência de qualquer doença intercorrente ou decorrente do ciclo gestacional; exame ultra-sonográfico no primeiro trimestre datando a idade gestacional.

Foram excluídas do estudo gestantes em trabalho de parto, as cardiopatas, as que apresentavam gravidezes gemelares, as usuárias de drogas e medicações vasoativas, as portadoras de glaucoma e as tabagistas.

O exame dopplervelocimétrico foi realizado com transdutor linear eletrônico, na frequência de 10 MHz. As pacientes permaneceram dez minutos em repouso no decúbito lateral esquerdo antes da realização do exame. Os vasos orbitais foram avaliados em ambos os olhos, adotando-se a técnica descrita por Diniz et al.⁷. Os exames foram executados com a paciente em decúbito dorsal, posicionando-se o transdutor transversalmente sobre a pálpebra superior com os olhos fechados, após a colocação de uma gota de gel. O examinador realizou movimentos no sentido crânio-caudal, sem pressionar o olho da paciente com o transdutor para evitar alterações dos dados dopplervelocimétricos.

A primeira artéria identificada foi a oftálmica e seu fluxo registrado a aproximadamente 15 mm do disco óptico, medialmente ao nervo óptico (Figura 1). A artéria central da retina foi identificada em seu trajeto junto à veia central da retina no interior do nervo óptico e seu fluxo aferido a aproximadamente 3 mm do disco óptico (Figura 2). Após a identificação dos vasos oculares, foram registradas pelo menos seis ondas sem mudança do padrão, para posterior aferição dos índices dopplervelocimétrico sem uma mesma onda. O ângulo da amostra volume da dopplervelocimetria foi obrigatoriamente inferior a 20 graus, com filtro de 50 Hz, frequência de repetição de pulso de 125 KHz e amostra volume de 2 mm. As variáveis analisadas em ambas as artérias foram o IP e o IR, os picos de velocidade sistólica e diastólica (PVS e PVD) e a razão entre picos de velocidade (RPV).

O IP e o IR foram calculados automaticamente pelo equipamento de ultra-sonografia. A RPV foi calculada a partir da seguinte fórmula $RPV = P2/P1$ (Figura 1), sendo P1 o pico de velocidade sistólica e P2 o pico de velocidade mesodiastólico. A RPV é índice específico que só foi empregado na artéria oftálmica.



Figura 1 - Onda de velocidade de fluxo da artéria oftálmica com padrão de fluxo tipicamente dicrótico.

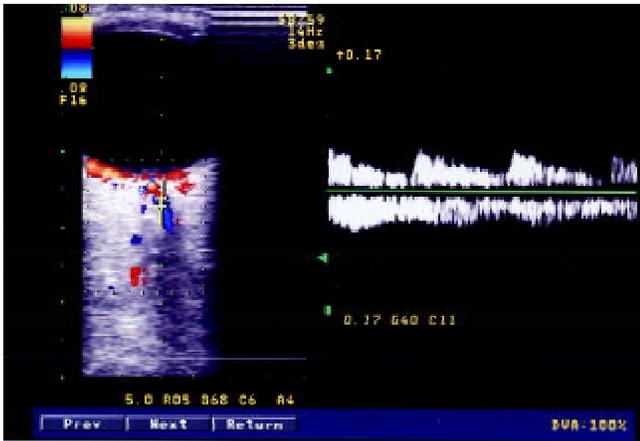


Figura 2 - Artéria central da retina no interior do nervo óptico, demonstrando fluxo bifásico de baixa velocidade.

Os dados foram apresentados de forma descritiva, utilizando-se mediana, média aritmética e desvio padrão. Para fins de comparação entre os índices das artérias orbitais dos lados direito e esquerdo adotou-se o teste *t* de Student pareado, com significância de 0,05. No estudo da associação entre a idade gestacional e os índices doppler-velocimétricos foi empregado o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Resultados

A mediana dos índices doppler-velocimétricos obtidos nas artérias oftálmica e central da retina durante a gestação normal é mostrada na Tabela 1. Os IR dessas artérias foram, respectivamente, de 0,78 e 0,70, enquanto os IP foram de 1,83 e 1,34. As medianas obtidas do PVS e PVD na artéria oftálmica foram, respectivamente, de 34,20 cm/s e 6,80

cm/s e, na artéria central da retina, de 7,43 cm/s e 2,10 cm/s. A mediana observada da RPV na artéria oftálmica foi de 0,49. A média e o desvio padrão dos índices das artérias central da retina e oftálmica, em diferentes idades gestacionais, estão descritos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 1- Mediana dos índices doppler-velocimétricos das artérias oftálmica e central da retina na gestação normal.

Índices	Artéria oftálmica	Artéria central da retina
IR	0,7	0,7
IP	1,8	1,3
PVS (cm/s)	34,2	7,4
PVD (cm/s)	6,8	2,1
RPV	0,4	-

IR = índice de resistência; IP = índice de pulsatilidade; PVS = pico de velocidade sistólica; PVD = pico de velocidade diastólica; RPV = razão entre picos de velocidade.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos índices doppler-velocimétricos da artéria central da retina em diferentes idades gestacionais.

Índices	Idade gestacional (semanas)				
	20 a 23	24 a 27	28 a 31	32 a 35	36 a 38,5
Doppler*					
IR	0,7 ± 0,07	0,7 ± 0,08	0,7 ± 0,22	0,6 ± 0,04	0,7 ± 0,15
IP	1,4 ± 0,29	1,3 ± 0,38	1,3 ± 0,50	1,3 ± 0,21	1,4 ± 0,04
PVS	7,8 ± 1,15	7,1 ± 0,97	7,3 ± 1,69	7,2 ± 1,91	7,3 ± 1,48
PVD	2,2 ± 0,66	2,0 ± 0,54	2,1 ± 0,83	2,3 ± 0,60	2,4 ± 1,04

*Média ± desvio padrão; PVS = pico de velocidade sistólica; IR = índice de resistência; PVD = pico de velocidade diastólica; IP = índice de pulsatilidade.

Tabela 3 - Média e desvio padrão dos índices doppler-velocimétricos da artéria oftálmica em diferentes idades gestacionais.

Índices	Idade gestacional (semanas)				
	20 a 23	24 a 27	28 a 31	32 a 35	36 a 38,5
Doppler*					
IR	0,78 ± 0,04	0,8 ± 0,03	0,7 ± 0,03	0,8 ± 0,03	0,7 ± 0,05
IP	1,92 ± 0,45	2,1 ± 0,34	1,8 ± 0,26	2,0 ± 0,39	1,6 ± 0,27
PVS	35,8 ± 6,58	38,5 ± 6,55	32,1 ± 6,70	33,7 ± 5,04	34,1 ± 8,07
PVD	6,8 ± 1,59	7,5 ± 2,71	7,3 ± 2,54	7,8 ± 2,26	7,3 ± 1,98
RPV	0,5 ± 0,09	0,4 ± 0,07	0,5 ± 0,08	0,4 ± 0,08	0,5 ± 0,08

*Média ± desvio padrão; VS = pico de velocidade sistólica; IR = índice de resistência; PVD = pico de velocidade diastólica; IP = índice de pulsatilidade; RPV = razão entre picos de velocidade.

O número de pacientes apresentou distribuição uniforme entre 20 e 38,5 semanas de gestação, permitindo a análise dos índices de doppler-velocimetria durante a gravidez.

O coeficiente de correlação linear, entre a idade gestacional e os índices IP, IR, PVS e PVD da artéria central da retina, variou de -0,0862 a -0,1310, sendo estatisticamente diferente de zero. Isto demonstrou a ausência de variações significantes desses índices, durante o segundo e terceiro trimestres da gestação normal. O coeficiente de correlação linear, entre a idade gestacional e IP, PVS, PVD e RPV da artéria oftálmica, variou de -0,0550 a -0,2288, sendo estatisticamente

diferente de zero. Isto demonstrou a ausência de variações significantes desses índices, durante o segundo e terceiro trimestres da gestação normal.

Foram comparadas as médias dos índices de dopplervelocimetria das artérias oftálmica e central da retina entre os olhos direito e esquerdo de gestantes dos grupos controle e de estudo. Não houve diferenças significantes entre os índices dos dois olhos, considerando-se a probabilidade de 5% (Tabela 4).

Tabela 4 - Comparação entre as medianas dos índices dopplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina obtidos dos lados direito e esquerdo das gestantes normais.

Índices	AOD	AOE	p < 0,05	ACR direita	ACR esquerda	p < 0,05
IR	0,78	0,77	0,09	0,78	0,74	0,15
IP	1,92	1,87	0,19	1,38	1,34	0,23
PVS (cm/s)	34,10	35,20	0,18	7,47	7,41	0,37
PVD (cm/s)	7,00	7,50	0,06	2,00	2,00	0,19
RPV	0,50	0,49	0,09	-	-	-

AOD: artéria oftálmica direita; AOE: artéria oftálmica esquerda; ACR: artéria central da retina; IR = índice de resistência; IP = índice de pulsatilidade; IR = índice de resistência; RPV = razão entre picos de velocidade; PVS = pico de velocidade sistólica; PVD = índice de velocidade diastólica.

Discussão

A análise dopplervelocimétrica dos vasos orbitais está ganhando destaque no contexto da medicina moderna, tanto na Oftalmologia quanto na Obstetrícia. Não há dúvidas de que a dopplervelocimetria, assim como a ultra-sonografia, apresentaram grande desenvolvimento tecnológico ligado aos progressos da eletrônica e informática nos últimos anos. Isto faz com que a aplicabilidade do método seja ampliada e sua acurácia diagnóstica cada vez maior. O estudo não invasivo dos vasos orbitais só foi possível devido ao desenvolvimento da dopplervelocimetria colorida. O aumento da sensibilidade dos equipamentos disponíveis no mercado permitiu a detecção e quantificação dos fluxos com grande fidedignidade e reprodutibilidade⁵⁻⁷.

O padrão dopplervelocimétrico da artéria oftálmica normal é caracterizado por onda monofásica com ascensão sistólica lenta e pico discretamente arredondado, seguido de duas pequenas elevações do fluxo durante a diástole (padrão dicrótico) e fluxo diastólico anterógrado, que não atinge a linha de base em nenhum momento do ciclo cardíaco. A artéria oftálmica normal tem padrão de baixa resistência. Na artéria central da retina normal há fluxo de baixíssima resistência, caracterizado por padrão monofásico, com curva de ascensão sistólica lenta, pico de curva arredondado, sem incisura aórtica e diástole positiva².

A artéria oftálmica é ramo direto da artéria carótida interna e a artéria central da retina é um dos ramos da artéria oftálmica. Sabe-se que as artérias oftálmica e central da retina têm similaridades embriológicas, anatômicas e funcionais com as artérias cerebrais intracranianas de pequeno calibre¹¹, inacessíveis, até o momento, aos exames de imagem não invasivos. A descrição do comportamento destes vasos poderá ajudar no melhor entendimento de doenças sistêmicas com comprometimento vascular central. Dentre estas destacamos a pré-eclâmpsia, entidade cuja incidência é elevada, variando de 5 a 10%, além de ser responsável por altas taxas de morbimortalidade materna e perinatal em todo o mundo^{12,13}. A entidade constitui a principal causa de morte materna no Brasil, encontrando-se em 29% das declarações de óbito¹⁴. Isso faz com que vários estudos sejam direcionados para o melhor entendimento desta entidade, visando reduzir seu grande impacto econômico e social.

O emprego da DVC em gestantes foi proposto por Hata et al.⁴. Os autores registraram redução do IP nas artérias oftálmicas de gestantes com pré-eclâmpsia, demonstrando hiperperfusão e vasodilatação orbital, contrariando a hipótese inicial de vasoconstrição nesse território. Os autores concluíram que a dopplervelocimetria da artéria oftálmica seria técnica útil na avaliação da circulação central, além de factível na monitorização dos efeitos das medicações vasoativas usadas no tratamento da pré-eclâmpsia. No entanto,

para que se conheçam melhor as alterações que ocorrem no território vascular de gestantes com doenças sistêmicas como a pré-eclâmpsia, é importante que se tenham dados bem estabelecidos na gestação normal. Há na literatura, entretanto, somente dois artigos que estudaram as médias e o comportamento IP, IR e da relação S/D nas artérias central da retina e oftálmica no segundo e terceiro trimestres da gestação normal^{9,10}. Portanto, torna-se necessário aumentar o número de publicações sobre este tema.

No atual estudo, as medianas obtidas dos índices doplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina no grupo de gestantes normais foram concordantes com as encontradas pela maioria dos autores^{4,8,10,15}. No entanto, não observamos correlação entre os índices doplervelocimétricos dessas artérias em relação à idade gestacional. Este achado é diferente dos relatados por MacKenzie et al.¹⁰ e Ohno et al.⁹, que registraram redução do IR e da relação S/D na artéria oftálmica, além de queda do IR, IP e relação S/D na artéria central da retina. Estes autores, porém, não detectaram modificações do IP da artéria oftálmica ao longo da gestação, o que está de acordo com os nossos achados. Salientamos que os resultados obtidos pelos autores apresentam coeficiente de determinação extremamente baixo (9%), sendo este um modelo estatisticamente não confiável e, portanto, a chance de haver associação negativa entre os índices doplervelocimétricos e a idade gestacional é de 9%. Ressaltamos que o nosso estudo é o pioneiro na análise do comportamento de cinco índices das artérias oftálmica e central da retina (IR, IP, PVS, PVD e RPV) durante a gestação normal.

Não verificamos diferenças nos índices doplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina, quando comparados os olhos direito e esquerdo de gestantes normais e com pré-eclâmpsia, o que está de acordo com o observado por outro estudo⁴. Há registros de estudos semelhantes na literatura, porém em mulheres não grávidas^{16,17}. A comprovação da semelhança dos índices doplervelocimétricos nos olhos de gestantes normais é extremamente importante para a prática diária do ultra-sonografista, pois o registro unilateral reduz o tempo de execução do exame.

Não enfocamos neste estudo a análise da reprodutibilidade do método doplervelocimétrico das artérias orbitais. Há, porém, evidência do aumento da reprodutibilidade do método relacionada ao treinamento dos médicos, assim como o uso de equipamentos de maior precisão^{5,6,18}. Sabe-se que a DVC dos vasos orbitais é método não invasivo,

reprodutível e útil no manejo de várias doenças, entre elas a pré-eclâmpsia⁶. Entretanto, é necessário que os médicos da área de imagem recebam treinamento específico a fim de executarem adequadamente este exame, validando assim os resultados de futuras pesquisas nesta área.

Os índices mais importantes para se quantificar a vascularização no território orbital são o IP em conjunto com a RPV. O IP leva em consideração a análise de todo o envelope da onda doplervelocimétrica e não somente o PVS e PVD, o que ocorre no cálculo do IR, sendo, assim, mais representativo para a avaliação de territórios com baixa resistência e vasos de pequeno calibre. A RPV analisa a elevação da mesodiástole da onda de velocidade de fluxo, dividido pelo pico PVS, quantificando melhor as mudanças específicas de uma onda dicrótica¹⁵. Este último índice, que só é empregado na artéria oftálmica, parece ser o mais importante para predizer a gravidade da pré-eclâmpsia, pois nessas pacientes a OVF (Onda de Velocidade de Fluxo) apresenta uma maior elevação da mesodiástole, com formação de uma corcova característica na onda, o que representa sinais de hiperperfusão local. O PVS e o PVD não têm sido valorizados em todos os estudos da literatura, por se tratar de índices dependentes da adequação do ângulo na amostra doplervelocimétrica. Nem sempre é possível obter um ângulo adequado, principalmente quando se estudam vasos tão pequenos, o que leva a registros de falsas velocidades, invalidando a interpretação correta das alterações hemodinâmicas locais.

Concluimos que é factível a análise unilateral dos índices doplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina no estudo de doenças maternas sistêmicas. Não há mudanças significativas dos índices doplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina durante o segundo e terceiro trimestres da gestação normal. Este é o primeiro trabalho que aborda o comportamento de cinco índices doplervelocimétricos das artérias oftálmica e central da retina, incluindo a RPV, em gestantes normais. As tabelas de normalidade serão fundamentais para o embasamento dos resultados obtidos no estudo de doenças maternas sistêmicas como a pré-eclâmpsia.

Referências

1. Erickson SJ, Hendrix LE, Massaro BM, Harris GJ, Lewandowski MF, Foley DW, et al. Color Doppler flow imaging of normal and abnormal orbit. *Radiology*. 1989;173(2):511-6.

2. Lieb WE, Cohen SM, Merton DA, Shields JA, Mitchell DG, Goldberg BB. Color Doppler imaging of the eye and orbit. Technique and normal vascular anatomy. *Arch Ophthalmol.* 1991;109(4):527-31.
3. Guthoff RF, Berger RW, Winkler P, Helmke K, Chumbley LC. Doppler ultrasonography of the ophthalmic and central retinal vessels. *Arch Ophthalmol.* 1991;109(4):532-6.
4. Hata T, Senoh D, Hata K, Kitao M. Ophthalmic artery velocimetry in pregnant women. *Lancet.* 1992;340(8812):182-3.
5. Senn BC, Kaiser HJ, Schotzau A, Flammer J. Reproducibility of color Doppler imaging in orbital vessels. *Ger J Ophthalmol.* 1996;5(6):386-91.
6. Nemeth J, Kovacs R, Harkanyi Z, Knezy K, Senyi K, Marsovszky I. Observer experience improves reproducibility of color Doppler sonography of orbital blood vessels. *J Clin Ultrasound.* 2002;30(6):332-5.
7. Diniz ALD, Moron AF, Santos MC, Sass N. Dopplervelocimetria colorida dos vasos orbitais: técnica de exame e anatomia vascular normal. *Radiol Bras.* 2004;37(4):287-90.
8. Takata M, Nakatsuka M, Kudo T. Differential blood flow in uterine, ophthalmic, and brachial arteries of preeclamptic women. *Obstet Gynecol.* 2002;100(5 Pt 1):931-9.
9. Ohno Y, Kawai M, Wakahara Y, Kitagawa T, Kakihara M, Arii Y. Ophthalmic artery velocimetry in normotensive and preeclamptic women with or without photophobia. *Obstet Gynecol.* 1999;94(3):361-3.
10. MacKenzie F, De Vernet R, Nimrod C, Boisvert D, Jackson B. Doppler sonographic studies on the ophthalmic and central retinal arteries in the gravid woman. *J Ultrasound Med.* 1995;14(9):643-7.
11. Belfort MA. Doppler assessment of retinal blood flow velocity during parenteral magnesium treatment in patients with preeclampsia. *Magnes Res.* 1993;6(3):239-46.
12. Sass N, Mattar R, Rocha NSC, Camano L. Coeficientes de mortalidade materna geral e decorrentes de hipertensão arterial na Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo no período de 1983 a 1993. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 1995;17(10):989-98.
13. Cunningham FG, Gant NF, Leveno KJ, Gilstrap III LC, Hauth JC, Wenstrom KD. *Williams Obstetrics.* 21st ed. New York: McGraw-Hill; 2001. p. 567-18.
14. Ministério da Saúde. *Mortalidade Brasil 1995.* Brasília: CENEPI/Fundação Nacional de Saúde/MS; 1998.
15. Nakatsuka M, Takata M, Tada K, Kudo T. Effect of a nitric oxide donor on the ophthalmic artery flow velocity waveform in preeclampsia women. *J Ultrasound Med.* 2002;21(3):309-13.
16. Costa VP, Molnar LJ, Cerri GG. Avaliação da circulação retrobulbar através do Doppler colorido: estudo de indivíduos normais. *Arq Bras Oftalmol.* 1996;59(1):17-21.
17. Matthiessen ET, Zeitz O, Richard G, Klemm M. Reproducibility of blood flow velocity measurements using colour decoded Doppler imaging. *Eye.* 2004;18(4):400-5.
18. Costa VP, Suzuki R, Molnar LB, Cerri GG. A reprodutividade do exame de Doppler colorido. *Rev Bras Oftalmol.* 1996;55(2):43-7.