

# Ecografia - Doppler Cerebral

## Avaliação das Velocidades de Fluxo Sanguíneo Cerebral nas Principais Artérias do Recém-Nascido

M.ª CONCEIÇÃO D'OREY

Hospital de S. João / Faculdade de Medicina do Porto  
Serviço de Neonatologia  
Departamento de Pediatria

### Resumo

As alterações do fluxo sanguíneo cerebral, observadas pelo estudo Doppler, têm importantes implicações clínicas na gênese da lesão cerebral, nomeadamente isquémica ou hemorrágica.

É um método não invasivo e que permite a visualização das principais artérias cerebrais do recém-nascido, possibilitando a avaliação das velocidades do fluxo sanguíneo cerebral e dos índices de resistência cerebrovasculares.

O Doppler a cores é muito útil para a localização exacta da amostra, condicionando o melhor ângulo de incidência, a que corresponde um erro negligenciável na avaliação das velocidades.

O conhecimento anatómico da vascularização cerebral e a experiência com a técnica Doppler, permitem uma interpretação correcta das alterações do fluxo sanguíneo cerebral.

Neste artigo, o autor descreve brevemente, o modo correcto de localização e medição das velocidades de fluxo sanguíneo cerebral nas principais artérias do recém-nascido.

**Palavras-chave:** Doppler cerebral, sistema arterial cerebral neonatal, medição das velocidades de fluxo cerebral.

### Summary

The changes in cerebral circulation observed with the Doppler technique may have important implications for the genesis of neonatal ischemic and hemorrhagic brain injury.

When the transducer is applied to the anterior fontanel or to the temporal bone, flow velocity in each cerebral artery can be determined non invasively.

Colour coded Doppler sonography is very helpful for the definition of the best localisation of the sample volume, where the angle between the Doppler line and axis of the vessel approximates 0° and can be neglected.

Experience and awareness of the anatomy are also important in interpretation.

In this paper the author briefly reviews the correct way of assessing the major cerebral arteries of the newborn, so that the velocity measurements can be properly done.

**Key-Words:** Cerebral Doppler, neonatal major cerebral arteries, blood flow velocity measurements.

### Introdução

Actualmente, considera-se que a maioria das lesões cerebrais do recém-nascido (RN), são de origem circulatória<sup>(1, 2-10)</sup>.

As alterações do fluxo sanguíneo cerebral, no período antenatal ou neonatal imediato, podem justificar o aparecimento da hemorragia intraventricular<sup>(1, 3-7)</sup>.

A encefalopatia hipóxico-isquémica, complicação frequente da asfixia perinatal, pode explicar-se por um débito sanguíneo cerebral escasso inicial, ao qual se segue uma vasodilatação difusa<sup>(1, 4, 7-12)</sup>.

O estudo Doppler permite por em evidência a vascularização cerebral, pelo carácter pulsátil das artérias, que têm um calibre muito pequeno no RN (1-5, 8). Contudo, com o Doppler a cores, a identificação dos vasos de pequeno calibre está muito facilitada e melhorada, permitindo ainda o estudo do sistema venoso cerebral<sup>(1, 2)</sup>.

Trabalho de revisão e actualização, subsidiado pela Comissão de Fomento da Investigação em Cuidados de Saúde do Ministério da Saúde (projecto 107/1995).

Entregue para publicação em 10/12/96.

Aceite para publicação em 15/07/97.



basilar da protuberância, para terminar acima, dividindo-se nas artérias cerebrais posteriores.

É facilmente localizada, à frente da protuberância e bolbo raquidiano, num corte sagital mediano, por via transfontanelar (figura 5).

Não existe um ângulo significativo (ângulo acima de 30°) entre o eixo do vaso e a linha Doppler, pelo que o fluxo no sentido ascendente é rapidamente identificado, permitindo a avaliação das velocidades de modo fiel.

Podem usar-se também, secções coronais, em cortes frontais posteriores.

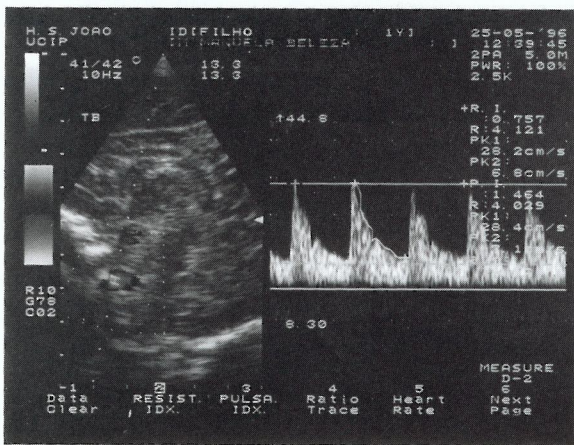


FIG. 5 – TRONCO BASILAR (TB) – secção sagital, via transfontanelar.

### Artéria Cerebral Anterior (ACA) (1, 2, 16, 29, 30)

A ACA constitui o ramo terminal mais interno da ACI, sendo o seu calibre no RN de termo, inferior a 1,5 mm. Emerge da região lateral e superior da sela turca, dirige-se para a frente e para cima, para descrever uma curva à volta do corpo caloso, ao longo da circunvolução pericalosa, para terminar na artéria pericalosa posterior (figura 1).

A ACA é melhor visualizada em secção sagital, num plano mediano, por via transfontanelar. A determinação das velocidades de fluxo sanguíneo cerebral, na sua porção ascendente, à frente do 3º ventrículo, antes de se curvar à volta do corpo caloso, permite a avaliação, mais fidedigna, pois esta porção tem um trajecto retilíneo (figura 6).

Deve posicionar-se o cursor Doppler no interior da ACA, segundo o eixo do vaso e na direcção do fluxo sanguíneo, sendo assim, o ângulo de incidência virtualmente 0°.

Pode-se contudo, fazer também a determinação das velocidades em planos coronais, com a sonda dirigida

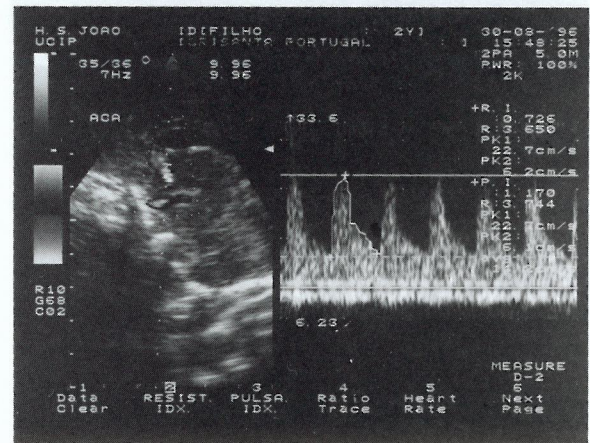


FIG. 6 – ARTÉRIA CEREBRAL ANTERIOR (ACA) – secção sagital, via transfontanelar

### Artéria Cerebral Média (ACM) e Posterior (1, 2, 31)

para a frente, numa secção frontal anterior ao 3º ventrículo, visualizando-se a ACA na parte lateral da cisterna supraquiasmática.

A ACM é o ramo terminal mais importante da ACI e tem cerca de 2 mm de calibre no RN de termo. Recebe o nome de artéria sílvica, pois a maior parte do seu trajecto situa-se na cisura de Sylvius, que separa o lobo frontal (acima), do lobo temporal (abaixo) (figura 2 e 7).

Dirige-se para fora e para trás, depois de ter contornado o lobo insular.

A ACP nasce da bifurcação do TB, a nível da face anterior da protuberância, rodeia os pedúnculos cerebrais, na cisterna pré-peduncular, e termina por um lado, na face posterior do tronco cerebral e por outro lado, no lobo occipital (figura 2 e 8).

Devido à escassa espessura dos ossos cranianos do RN, a colocação da sonda sobre o osso temporal, permite uma imagem nítida axial, por via transóssea, quer da ACM, quer da ACP, com um ângulo de incidência muito pequeno (figura 2).

A sonda deve ser colocada cerca de 0,5 a 1 cm à frente e a nível do hélix do pavilhão auricular.

É este o local ideal para o estudo do polígono de Willis (figura 2 e 9), que é formado pela reunião das artérias comunicantes anteriores e as ACAs, à frente; pelas artérias comunicantes posteriores, lateralmente; e pelas ACPs, posteriormente.

Não é aconselhada a via transfontanelar, pois o erro é significativo, devido ao ângulo ser desfavorável (ângulo ser desfavorável (ângulo superior a 30°) e não permitir, portanto, uma avaliação correcta do fluxo cerebral.

### Aplicações Clínicas

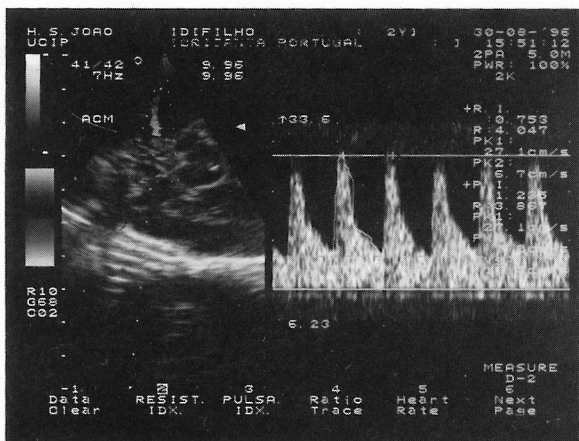


FIG. 7 – ARTÉRIA CEREBRAL MÉDIA (ACM) – secção axial, via transóssea

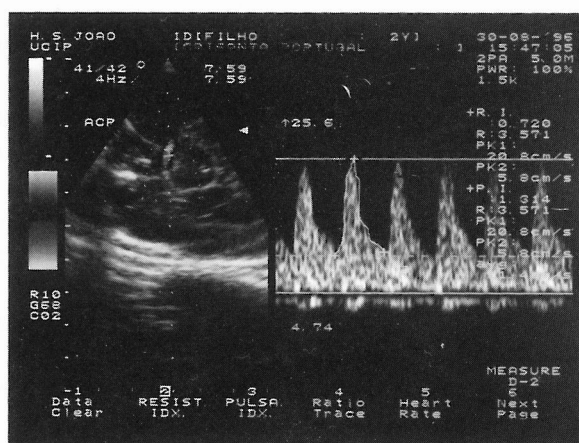


FIG. 8 – ARTÉRIA CEREBRAL POSTERIOR (ACP) – secção axial, via transóssea.



FIG. 9 – POLÍGONO DE WILLIS (PW) – secção axial, via transóssea. (ACA – artéria cerebral anterior; ACM – artéria cerebral média; ACP – artéria cerebral posterior)

Actualmente, a fluxometria Doppler tem inúmeras aplicações clínicas, tornando-se uma técnica imprescindível nas Unidades de Cuidados Intensivos Neonatais, complementando a ecografia morfológica tradicional.

O estudo Doppler tem particular interesse no diagnóstico precoce e prognóstico imediato e a longo prazo da **encefalopatia hipóxico-isquémica**. A existência de um aumento da velocidade diastólica e conseqüente baixa do índice de resistência ( $IR < 0.50 - 0.60$ ), condiciona invariavelmente um prognóstico desfavorável. O valor predictivo de morte ou de sequelas neurológicas major é de 83% (sensibilidade de 100% e especificidade de 81%), segundo Archer<sup>(32)</sup>. Se as velocidades se desviam da normalidade no sentido ascendente ( $> 3 DP$ ) ou descendente ( $< 2 DP$ ), o valor predictivo de prognóstico adverso sobe para 94%, segundo Levene<sup>(3,7)</sup>. É considerado o método mais precoce de prognóstico no momento actual, uma vez que as referidas alterações são observadas desde o 1º dia e persistem habitualmente até ao 5º - 6º dia de vida<sup>(3, 4, 7, 13, 33)</sup>.

Sabe-se hoje, que uma curva espectral de tipo flutuante (com picos sistólicos variáveis), representa um sinal premonitório de **hemorragia intraventricular no pré-termo**<sup>(3, 34)</sup>.

A presença de fluxo diastólico nulo ou retrógrado e um IR elevado nas artérias cerebrais no pré-termo com **canal arterial patente**, indica que este é hemodinamicamente significativo. A perfusão cerebral deficiente durante a diástole, torna necessário o seu tratamento médico ou cirúrgico, de modo a não haver potenciação de lesões neurológicas eventuais<sup>(13, 14, 35, 36)</sup>.

No RN com **hidrocefalia** (pós-hemorragica, em particular), a ultrasonografia Doppler contribui para o estabelecimento de medidas terapêuticas atempadas. A eficácia, o ritmo, a quantidade de punções lombares ou ventriculares e a indicação para a derivação ventrículo peritoneal estão dependentes do aumento das resistências vasculares ( $> IR$ ) e da diminuição das velocidades de fluxo cerebral<sup>(15, 22, 37-39)</sup>.

O **aneurisma da veia de Galeno** é facilmente diagnosticada por Doppler, ao identificar-se um fluxo turbulento no interior de uma formação anecóide mediana supratentorial<sup>(1, 3, 4, 34, 40)</sup>.

No RN com **policitemia**, se existe uma franca diminuição das velocidades, por aumento da viscosidade sanguínea, pode indicar a necessidade de permuta parcial pelo risco potencial de enfarte cerebral<sup>(17, 18, 41)</sup>.

**Diversos fármacos e tóxicos de uso pré ou pós-natal** podem interferir na hemodinâmica cerebral, e o estudo Doppler pode limitar, contra-indicar ou modificar o seu modo de utilização, tendo pois, implicações práticas óbvias na assistência ao RN<sup>(19-21, 42-50)</sup>.

É ainda útil em várias situações clínicas, tais como no seguimento de RN com **meningite neonatal e no rastreio das suas complicações** (51).

O contributo do Doppler no estabelecimento da **morte cerebral** no RN é importante. Existe um padrão de fluxo diastólico invertido ou nulo, a que se segue uma diminuição global das velocidades, que culmina na ausência de fluxo sanguíneo cerebral. Pode assim, **orientar atitudes de reanimação ou de suspensão de cuidados intensivos**, quando a situação é irreversível (1, 3, 4).

### Conclusões

A **fluxometria Doppler cerebral** deve efectuar-se com o recurso simultâneo ao **sistema pulsátil e a cores**, que permite a localização correcta do vaso e o posicionamento adequado do cursor, obtendo-se assim o melhor sinal audio-visual, reproductível por diferentes operadores (1, 2, 26, 27, 31, 52, 53).

A ACI, o TB e a ACA podem ser estudadas por via transfontanelar (em corte sagital mediano ou coronal frontal), enquanto a ACM, a ACP e todo o polígono de Willis, devem ser avaliados por via transóssea (secções axiais), para se minimizar os factores de erro (1, 2, 25-28, 31, 52, 54-56).

As velocidades de fluxo sanguíneo cerebral dependem da artéria estudada, da idade gestacional e pós-natal do RN e da patologia associada e ainda, do uso de fármacos que de algum modo interfiram com a perfusão cerebral — figuras 10 - 13 (24, 31, 55, 56).

Deve fazer-se um estudo do sistema arterial tão completo quanto possível, uma vez que podem existir perturbações apenas regionais do fluxo sanguíneo cerebral, como acontece por exemplo nas malformações vasculares ou no enfarte cerebral (23).

A sua principal aplicação clínica é na asfíxia perinatal, em que constitui um bom meio para diagnosticar lesões cerebrais graves e prognosticar precocemente o futuro neurológico do RN, confirmados posteriormente por exames electrofisiológicos e imagiológicos.

O uso rotineiro do eco-Doppler nas Unidades de Cuidados Intensivos Neonatais introduz melhorias significativas na assistência prestada ao RN. Este método permite observar importantes modificações do fluxo sanguíneo cerebral, tal como o verificado nas aspirações traqueais prolongadas, no posicionamento e manipulação brusca do pré-termo ou nas grandes alterações dos parâmetros ventilatórios (59).

Apenas o perfeito conhecimento da vascularização do sistema nervoso central e da fisiopatologia da lesão cerebral do RN, podem conduzir a uma correcta interpretação das alterações do fluxo sanguíneo cerebral e contribuir para uma diminuição da morbilidade neurológica e mortalidade nas Unidades de Cuidados Intensivos Neonatais.

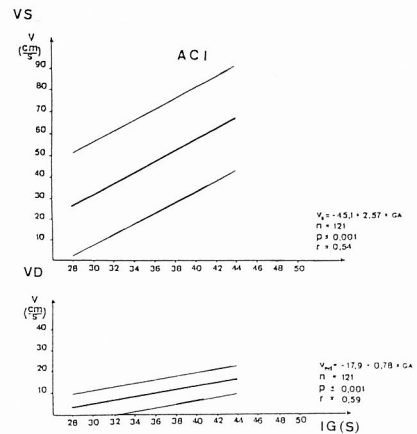


FIG. 10 – VELOCIDADES NORMAIS NA ARTÉRIA CARÓTIDA INTERNA (ACI) DE ACORDO COM A IDADE CRONOLÓGICA DO RECÉM-NASCIDO

(V – velocidade; VS – velocidade sistólica; VD – velocidade no final da diástole; IG(s) – idade gestacional corrigida (semanas) Adaptado de Deeg, 1989 (12).

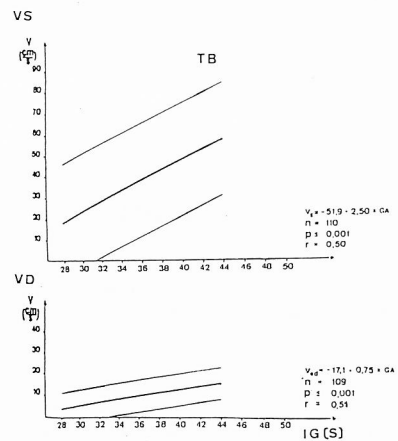


FIG. 11 – VELOCIDADES NORMAIS NO TRONCO, BASILAR (TB) DE ACORDO COM A IDADE CRONOLÓGICA DO RECÉM-NASCIDO

(V – velocidade; VS – velocidade sistólica; VD – velocidade no final da diástole; IG(s) – idade gestacional corrigida (semanas) Adaptado de Deeg, 1989 (12).

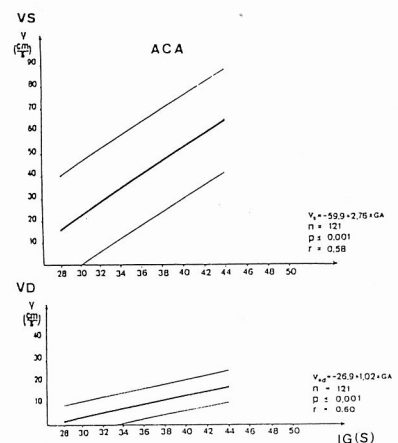
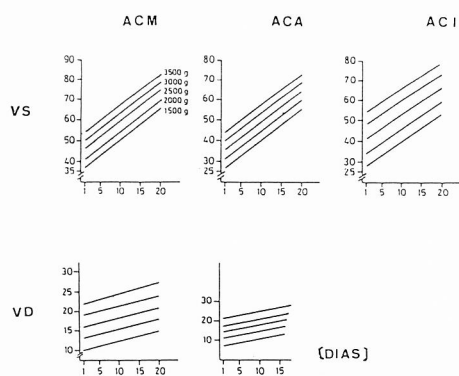


FIG. 12 – VELOCIDADES NORMAIS NA ARTÉRIA CEREBRAL ANTERIOR (ACA) DE ACORDO COM A IDADE CRONOLÓGICA DO RECÉM-NASCIDO

(V – velocidade; VS – velocidade sistólica; VD – velocidade no final da diástole; IG(s) – idade gestacional corrigida (semanas) Adaptado de Deeg, 1989 (12).



**FIG. 13** – VELOCIDADES NORMAIS NA ARTÉRIAS BASAIS DE ACORDO COM A IDADE PÓS-NATAL DO RECÉM-NASCIDO

(ACM – artéria cerebral média; ACA – artéria cerebral anterior; ACI – artéria carótida interna; VS – velocidade sistólica; VD – velocidade no final da diástole)

Adaptado de Bode, 1988 (22).

#### BIBLIOGRAFIA

- Couture A. Anatomie Echographique Normale Du Nouveau-Né. In: Couture A, Veyrac C, Baud C. *Echographie Cérébrale Du Foetus Au Nouveau Né*. Sauramps Médical, Montpellier, 1984.
- Raju TNK. Cerebral Doppler studies in the fetus and newborn infant. *J. Pediatr*, 1991, 119: 165-174.
- Sirry HW, Anthony MY, Whittle MJ. Doppler assessment of fetal and neonatal brain. In: Levene MI, Lilford RJ. *Fetal and Neonatal Neurology and Neurosurgery*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 2ª ed, 1995.
- Volpe JJ. *Neurology of The Newborn*. WB Saunders Company, Philadelphia, 3ª ed, 1995.
- Ment LR, Ehrenkrantz RA, Lange RC. Alterations in cerebral blood flow in preterm infants with intraventricular hemorrhage. *Pediatrics*, 1981, 68: 763-769.
- Winberg P, Sonesson S-E, Lundell BPW. Postnatal Changes in Intracranial Blood Flow Velocity in Preterm Infants. *Acta Paediatr Scand*, 1990, 79: 1150-1155.
- Levene MI, Fenton AC, Evans DH, Archer LN, Shortland DB, Gibson NA. Severe birth asphyxia and abnormal cerebral flow velocity. *Dev Med Child Neurol*, 1989, 31: 427-434.
- Friis-Hansen B. Perinatal brain injury and cerebral flow in newborn infants. *Acta Paediatr Scand*, 1985; 74: 323.
- Levene MI, Shortland DB, Archer NJ. Resistance-Area Product in the Cerebral Arteries of Very Low Birth Infants During the First Week of Life. *Ultrasound in Med & Biol*, 1988, 14: 103-110.
- Ohlsson A, Fong K, Ryan ML, Yap L, Smith JO, Shennan AT, Glanc P. Cerebral-blood-flow velocity measurements in neonates: technique and interobserver reliability. *Pediatric Radiol*, 1991; 21: 395-397.
- Menke J, Michel E, Rabe B, Grohs B, Schmitt RM, Jorch G. Simultaneous Influence of Blood Pressure, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> on cerebral Blood Flow Velocity in Preterm Infants of Less than 33 Weeks' Gestation. *Pediatr Res*, 1993, 34 (2): 173-177.
- Horinchi I, Sanada S, Ohtahara S. Developmental and Physiologic Changes in Cerebral Blood Flow Velocity. *Pediatr Res*, 1993, 34 (3): 385-387.
- Stark JE, Seibert JJ. Cerebral artery Doppler ultrasonography for prediction of outcome after perinatal asphyxia. *J Ultrasound Med*, 1994, 13 (8): 595-600.
- Quinn M, Levene MI. Changes in cerebral artery blood velocity after intermittent cerebrospinal fluid drainage. *Arch Dis Child*, 1994, 70: f 158 (Abstract).
- Kempley ST, Gamsu HR. Changes in Cerebral Artery Blood Flow Velocity After Intermittent Cerebrospinal Fluid Drainage. *Arch Dis Child*, 1993, 69: 74-76.
- Anderson JC, Mawc JR. Intracranial arterial duplex Doppler waveform analysis in infants. *Child's Nerv Syst*, 1988, 4: 144-148.
- Mandelbaum VHA, Guajardo CD, Nelle M, Linderkamp O. Effects of polycythaemia and haemodilution on circulation in neonates. *Arch Dis Child*, 1994, 71: 53-54.
- Perlman JM, Rollins NK, Evans D. Neonatal stroke: clinical characteristics and cerebral blood flow velocity measurements. *Pediatr Neurol*, 1994, 11(4): 281-284.
- Govan JJ, Ohlsson A, Ryan ML, Myhr T, Fong K. Aminophylline and Doppler time-average mean velocity in the middle cerebral artery in preterm neonates. *J Paediatr Child Health*, 1995, 31 (5): 461-464.
- Ohlsson A, Bottu J, Govan J, Ryan ML, Myhr T, Fong K. The effect of dexamethasone on time average mean velocity in the middle cerebral artery in very low birth weight infants. *Eur J Pediatr*, 1994, 153 (5): 363-366.
- Hammerman C, Glaser J, Schimmel MS, Ferber B, Kaplan M, Eidelman AI. Continuous versus multiple rapid infusion of indomethacin: effects on cerebral blood flow velocity. *Pediatrics*, 1995, 95 (2): 244-248.
- Hanlo PW, Gooskans RH, Nijhuis IJ, Faber JA, Peters RJ, van Huffelen AC, Tulleken CA, Willense J. Value of transcranial Doppler indices in predicting raised ICP in infantile hydrocephalus. A study with review of the literature. *Childs Nerv Syst*, 1995, 11 (10): 595-603.
- Ando Y, Takashima S, Takeshita K. Postnatal changes of cerebral blood flow velocity in normal term neonates. *Brain Dev*, 1983, 5: 525-528.
- Deeg KH, Rupprecht TH. Pulsed Doppler sonographic measurement of normal values for the flow velocities in the intracranial arteries of healthy newborns. *Pediatr Radiol*, 1989; 19: 71-78.
- Perlman JM. Neonatal cerebral blood flow velocity measurement. *Clinics in perinatology*, 1985, 12: 179-193.
- Tasuno M, Kubota T, Okuyama K, Kawauchi A. Intracranial vessels with color Doppler ecoencephalography in infants. *Brain Dev*, 1989, 11: 125-130.
- Taylor GA, Short BL, Walker LK, Traystman RJ. Intracranial blood flow: quantification with duplex Doppler flow US. *Radiology*, 1990, 176: 231-234.
- Yoshida H, Yasuhara A, Kobayashi Y. Transcranial doppler sonographic studies of cerebral blood flow velocity in neonates. *Pediatr Neurol*, 1991, 7: 105-110.
- Archer LN, Evans DH, Levene MI. Doppler ultrasound examination of the anterior cerebral arteries of normal newborn infants: the effect of postnatal age. *Early Hum Dev*, 1985; 10: 255-260.
- Hansen NB, Stonestreet BS, Rosen-Krantz JS, Williams OA. Validity of Doppler measurements of anterior cerebral artery blood flow velocity: correlation with brain blood flow in piglets. *Pediatrics*, 1983, 72: 526-531.
- Raju TN, Kim SY, Chapman L. Circle of Willis blood flow patterns in healthy newborn infants. *J Pediatr*, 1989, 114: 455-458.
- Archer LN, Levene MI, Evans DH. Cerebral artery Doppler ultrasonography for prediction of outcome after perinatal asphyxia. *Lancet* ii, 1986: 1116-1118.
- Deeg KH, Rupprecht TH, Zeilinger G. Doppler sonographic classification of brain edema in infants. *Ped. Radiol* 1990, 20: 508-514.
- Couture A, Veyrac C, Baud C, Ferran JL. Le Doppler cérébral en pédiatrie. *JEMU*, 1996, 17 (1): 21-29.
- Saliba EM, Chantepie A, Gold F, Marchand M, Pourcelot L, Laugier J. Intraoperative measurements of cerebral haemodynamics during ductus arteriosus ligation in preterm infant. *Eur J Pediatr*, 1991, 150: 362-365.
- Martin CG, Snider AR, Katz SM, Peabody JL, Brady JP. Abnormal cerebral blood flow patterns in preterm infants with a large patent ductus arteriosus. *J. Pediatr*, 1982, 101 (4): 587-593.
- Hill A, Volpe JJ. Decrease in Pulsatile Flow in the Anterior Cerebral Arteries in Infantile Hydrocephalus. *Pediatrics*, 1982, 69 (1): 4-7.
- Cowan F, Whitelaw A. Acute Effects of Acetazolamide on Cerebral Blood Flow Velocity and pCO<sub>2</sub> in the Newborn Infant. *Acta Paediatr Scand*, 1991, 80: 22-27.
- Perkins AC, Lawes SC, Mitchell LA, Jaspan T. A simple simulation for the visualisation of CSF flow in infants with hydrocephalus. *Ultrasound Med. Biol*, 1994, 20 (1): 21-26.

40. Stockberger S, Smith R, Don S. Color Doppler sonography as a primary diagnostic tool in the diagnosis of vein of Galen aneurysm in a critically ill neonate. **Neuroradiology**, 1993, 35 (8): 616-618.
41. Taylor GA. Alterations in regional cerebral blood flow in neonatal stroke: preliminary findings with color Doppler sonography. **Pediatr Radiol**, 1994, 24: 111-115.
42. Ohisson A, Bottu J, Govan J, Ryan ML, Fong K, Myhr T. Effect of indomethacin on cerebral blood flow velocities in very low birth weight neonates with a patent ductus arteriosus. **Dev Pharmacol Ther**, 1993, 20 (1-2): 100-106.
43. Corcoran JD, Berggren P, Sun B, Halliday HL, Robertson B, Curstedt T. Comparison of surface properties and physiological effects of a synthetic and a natural surfactant in preterm rabbits. **Arch Dis Child**, 1994, 71: 165-169.
44. Abdul-Khaliq H, Segerer H, Luck W, Obladen M. Increased cerebral blood flow velocities in newborn infants of smoking mothers. **Eur J Pediatr**, 1993, 152: 232-235.
45. Westas LH, Bell AH, Skow L, Greisen G, Svenningsen NW. Cerebro-electrical Depression Following Surfactant Treatment in Preterm Neonates. **Pediatrics**, 1992, 89 (4): 643-647.
46. Seri i, Rudas G, Bors Z, Kanycska B, Tulassay T. Effects of low dose Dopamine infusion on Cardiovascular and Renal Functions, Cerebral blood Flow and Plasma Catecholamine Levels in Sick Preterm Neonates. **Pediatr Res**, 1993, 34 (6): 742-748.
47. Bucher HV, Wolf M, Keel M, Siebenthal K, Duc G. Effects of aminophiline on cerebral haemodynamics and oxidative metabolism in premature infants. **Eur J Pediatr**, 1994, 153: 123-128.
48. McDonnell M, Ives NK, Hope PL. Intravenous aminophiline and cerebral blood flow in preterm infants. **Arch Dis Child**, 1992, 67: 416-418.
49. Mardoum R, Bejar R, Merritt A, Berry C. Controlled study of the effects of indomethacin on cerebral blood flow velocities in newborn infants. **J Pediatr**, 1991, 118 (1): 112-115.
50. Austin NC, Pairandean PW, Hames TK, Hall MA. Regional cerebral blood flow velocity changes after indomethacin infusion in preterm infants. **Arch Dis Child**, 1992, 67: 851-854.
51. Goh D, Minns RA. Cerebral blood flow velocity monitoring in pyogenic meningitis. **Arch Dis Child**, 1993, 68: 111-119.
52. Winkler P, Helmke K, Mahl M. Major pitfalls in Doppler investigations. Part II. Low flow velocities and color Doppler applications. **Pediatr Radiology**, 1990, 20: 304-310.
53. Maeda H, Etani H, Handa N-A. Validation Study on the Reproducibility of Transcranial Doppler Velocimetry. **Ultrasound in Med & Biol**, 1990, 16 (1): 9-4.
54. Wong WS, Tsuruda JS, Liberman RL, Chirino A, Vogt JF, Gangitano E. Color Doppler imaging of intracranial vessels in the neonate. **A J N R**, 1989, 10: 425-430.(55) Bode H, Wais U. Age dependence of flow velocities in basal cerebral arteries. **Arch Dis Child**, 1988, 63: 606-611.
55. Bode H, Wais U. Age dependence of flow velocities in basal cerebral arteries. **Arch Dis Child**, 1988, 63: 606-611.
56. Younkin D, Delivoria-Papadopoulos M, Reivich M, Jaggi J, Obrist W. Regional variations in human newborn cerebral blood flow. **J Pediatr**, 1988, 112: 104-107.
57. Zermikow B, Michel E, Kohlmann G, Steck J, Schmitt RM, Jorch G. Cerebral autoregulation of preterm neonates - a non-linear control system? **Arch Dis Child**, 1994, 70: 166-173.
58. Scherjon SA, Oosting H, Kok JH, Zondervan HA. Effect of fetal brainsparing on the early neonatal cerebral circulation. **Arch Dis Child**, 1994, 71: 11-15.
59. Anthony MY, Evans DH, Levene MI. Neonatal cerebral blood flow velocity responses to changes in posture. **Arch Dis Child**, 1993, 69: 304-308.

Correspondência: M.<sup>a</sup> Conceição d'Orey  
 Serviço de Neonatologia  
 Departamento de Pediatria  
 Hospital de S. João  
 Porto