

VARIAÇÕES ANATÔMICAS NA PORÇÃO POSTERIOR DO POLÍGONO DE WILLIS.

Maurus Marques Almeida de Holanda^{1*}, Daniel de Araujo Paz², Débora de Araujo Paz³, Lorena Luryann Cartaxo da Silva³, Raiza Luna Peixoto³, Juliete Melo Diniz³.

1. Professor Adjunto – Neurologia. Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

*Correspondência: Rua Borja Peregrino, 191, Centro, João Pessoa, CEP 58013-342. Endereço Eletrônico: maurusholanda@hotmail.com

2. Residente em Neurocirurgia. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

3. Discentes do Curso de Medicina. Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

RESUMO

O encéfalo é vascularizado pelas artérias carótidas internas e vertebrais que, na base do crânio, formam um polígono anastomótico; o círculo arterial cerebral (CAC), também conhecido como polígono de Willis, é fundamental para a irrigação cerebral. É frequente a ocorrência de variações anatômicas no CAC, muitas das quais se correlacionam ao surgimento de doenças cerebrovasculares. O estudo objetivou identificar a prevalência das variações anatômicas das artérias da porção posterior do CAC com base em dados obtidos no exame necroscópico de cadáveres humanos do Serviço de Verificação de Óbitos localizado na Universidade Federal da Paraíba. Foram dissecados 30 hemisférios cerebrais de cadáveres humanos de ambos os sexos, entre 18 e 70 anos. Posteriormente, foram estudadas a circulação vétebro-basilar e a carotídea interna. Observou-se uma taxa de variação anatômica de 60% na circulação cerebral posterior. O hemisfério cerebral mais acometido por anormalidades foi o direito. As variações anatômicas foram mais prevalentes na artéria comunicante posterior, e o tipo de variação anatômica mais frequente foi a hipoplasia. O conhecimento das peculiaridades das variações anatômicas do CAC é fundamental, devido a sua grande prevalência; o estudo dele é imprescindível para a compreensão do surgimento de doenças cerebrovasculares, como os aneurismas; para a realização de procedimentos microvasculares reconstrutivos; bem como para o fornecimento de informações essenciais às avaliações radiológicas.

Descritores: Polígono de Willis; Artéria comunicante posterior; Variação anatômica.

ANATOMICAL VARIATIONS IN THE POSTERIOR PORTION OF THE WILLIS POLYGON.

ABSTRACT

The brain is vascularized by the internal carotid and vertebral arteries, which form, at the base of the skull, an anastomotic polygon, the cerebral arterial circle (CAC), also known as the circle of Willis. The anatomical variation in the CAC is frequent, many of them being correlated to the occurrence of cerebrovascular diseases. This study has aimed at identifying the prevalence of anatomical variations of the arteries of the posterior portion of the CAC based on data obtained from autopsies of cadavers of the *Serviço de Verificação de Óbitos*, located at Federal University of Paraíba. 30 human cerebral hemispheres of both sexes between 18 and 70 years of age were dissected. Next, the vertebrobasilar and the internal carotid circulation were studied. There was a rate of 60% of abnormalities in the anatomic posterior cerebral circulation. The cerebral hemisphere more affected was the right one. Anatomical variations were more prevalent in the posterior communicating artery, and the type of anatomical variation

that occurred most frequently was the hypoplasia. Knowing the peculiarities of the anatomical variations of CAC is fundamental, due to its high prevalence and its essentiality to understand the emergence of cerebrovascular diseases, such as aneurysms, to perform microvascular reconstructive procedures, as well as to provide essential information on radiological examinations.

Keywords: Willis polygon; Posterior communicant artery; Anatomical variation.

INTRODUÇÃO

O sistema nervoso central (SNC) é constituído por estruturas biológicas nobres, altamente especializadas e de papel fundamental no organismo humano, seja ao efetuar o controle visceral fino, seja ao propiciar a interação do homem com seu meio. Embora represente, aproximadamente, 2% do peso corporal total, sua elevada taxa metabólica requer um intenso e permanente suprimento hemodinâmico, cerca de um quinto do débito cardíaco de repouso, para que haja equilíbrio entre a oferta e a demanda sanguíneas, o chamado acoplamento metabólico cerebral. As condições de altos fluxos exigidas para manter seus tecidos livres de isquemia tornam o SNC particularmente sensível a interrupções ou decrementos no fornecimento sanguíneo, circunstâncias nas quais lesões irreversíveis podem sobrevir em muito pouco tempo (1).

O círculo arterial cerebral (CAC, também conhecido como o círculo de Willis) foi descrito pelo anatomista e fisiologista inglês Thomas Willis em 1664, como uma anastomose arterial de forma poligonal situado na base do cérebro, onde circunda o quiasma óptico, o túber cinéreo e relaciona-se, ainda, com a fossa interpenduncular e a substância perfurada anterior. Este é formado pelas porções proximais das artérias cerebrais anterior, média e posterior, pela artéria comunicante anterior (ACoA) e pelas artérias comunicantes posteriores (ACoP) direita e esquerda. A artéria comunicante anterior é pequena e anastomosa as duas artérias cerebrais anteriores adiante do quiasma óptico. As artérias comunicantes posteriores unem, de cada lado, as carótidas internas com as cerebrais posteriores correspondentes.

Deste modo elas anastomosam o sistema carotídeo interno ao sistema vértebro-basilar. Entretanto, essa anastomose é apenas potencial, pois, em condições normais, não há passagem significativa de sangue do sistema vertebral para o carotídeo interno ou vice-versa. Do mesmo modo, praticamente não existe troca de sangue entre as metades direita e esquerda do círculo arterial(1).

O fluxo sanguíneo das artérias cerebrais posteriores provém, primariamente, da artéria basilar (em 70% dos casos) e da artéria carótida interna (10% dos casos), nos 20% restantes, uma ACP é irrigada pela artéria carótida interna e, a outra, pela artéria

basilar. A ACP passa, dorsalmente, ao terceiro par craniano, atravessa os pedúnculos cerebrais e, a seguir, ascende ao longo da borda medial do tentório, onde se ramifica em divisão anterior e posterior. A divisão anterior irriga a superfície inferior do lobo temporal, onde os seus ramos fazem anastomose com a artéria cerebral média (ACM). A divisão posterior irriga o lobo occipital, onde seus ramos terminais fazem anastomose com a ACA e com a ACM. Em seu trajeto mais proximal ao longo da base do cérebro a ACP dá origem a vários grupos de artérias tálamoperfurantes e coróides posteriores. O núcleo vermelho, a substância negra, as partes mediais dos pedúnculos cerebrais, os núcleos do tálamo, o hipocampo e a porção posterior do hipotálamo recebem sangue desses ramos penetrantes(2).

A função do polígono de Willis é manter um fluxo sanguíneo adequado em caso de obstrução. Na maioria dos casos há algumas variações dessa definição anatômica original. Em uma grande série de autópsias de indivíduos normais, mais da metade apresentou círculo de Willis incompleto. O local mais comum onde ocorrem essas anormalidades, que amiúde se manifestam na forma de hipoplasia e atresia, é encontrado nas artérias comunicantes posteriores (20%) e nas cerebrais anteriores (10%) (2). Estudos prévios mostram que pacientes que possuem variantes do círculo com circulação colateral eficiente têm um menor risco de ataque isquêmico transitório e acidente vascular cerebral do que pacientes sem essas colaterais (3, 4). Alguns estudos propuseram a correlação entre variantes do CAC e algumas doenças cerebrovasculares e também diferenças na incidência dessas doenças em populações diferentes. Dessa forma, cogita-se que a distribuição diferente de variações do CAC pode explicar, parcialmente, a incidência distinta de algumas doenças cerebrovasculares em grupos étnicos ou raciais diferentes(5).

Outros estudos encontraram uma correlação entre aneurisma cerebral e certas alterações anatômicas vasculares, e estas, provavelmente, estão implicadas na patogênese de aneurismas intracranianos congênitos, podendo atuar como *time markers* de possíveis eventos negativos durante a vasculogênese (6,7). A relevância da pesquisa se mostra importante, pois o conhecimento minucioso da circulação carotídea e vértebro-basilar podem esclarecer, em parte, tais questionamentos ainda presentes na literatura científica.

Nesse estudo foram avaliadas as seguintes variações anatômicas da circulação arterial cerebral posterior:

- **PICA extra-dural:** a PICA tem origem angiográfica no segmento extra-dural da artéria vertebral;

- **Assimetria do topo da basilar:** quando os segmentos P1 da circulação posterior têm alturas diferentes na projeção angiográfica frontal.
- **Fenestração:** quando um segmento arterial apresenta dois canais distintos, próximos e paralelos, os quais possuem, histologicamente, uma única túnica externa. Em relação à artéria basilar, o termo mais apropriado seria fusão incompleta, já que esse vaso tem a peculiaridade de originar-se da fusão de duas artérias longitudinais embrionárias.
- **Duplicação:** quando dois canais vasculares, não necessariamente próximos e paralelos, têm o seu curso envolto por túnicas distintas, tocam-se proximal e distalmente.
- **Hiploplasia:** quando um segmento arterial apresenta calibre inferior a 50% do correspondente contralateral.
- **Dilatação juncional de ACoP:** também conhecida como dilatação infundibular. São alargamentos que afetam a origem da ACoP, em sua junção com a artéria carótida interna.
- **ACoP fetal:** quando a artéria comunicante posterior permanece com o padrão observado na circulação fetal, de calibre maior que o normal.

Objetivou-se, portanto, identificar a prevalência de variações anatômicas das artérias da porção posterior do círculo de Willis com base em dados obtidos no exame necroscópico de cadáveres humanos do Serviço de Verificação de Óbitos do Estado da Paraíba (SVO-PB), anexo à Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada se caracteriza como estudo transversal, descritivo, com abordagem quantitativa, baseada no estudo anatômico da circulação arterial cerebral de cérebros submetidos à necropsia no Serviço de Verificação de Óbito (SVO-PB) localizado na UFPB.

O projeto foi registrado no Comitê de Ética em Pesquisa, observando-se todas as diretrizes e normas regulamentadoras para pesquisas que envolvem seres humanos, estabelecidas na Resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, em vigor no país, principalmente no que diz respeito ao consentimento livre e esclarecido do participante, bem como da garantia do seu anonimato e o sigilo de dados confidenciais (protocolo n. 150/10 do Comitê de Ética em Pesquisa – HULW).

O processo de amostragem foi do tipo não probabilístico por conveniência. Esse processo de seleção de unidades amostrais tem a vantagem de ser mais facilmente

acessível, rápido e menos dispendioso. A amostra total do estudo foi composta por 15 cérebros de cadáveres humanos (cuja soma resultou em 30 hemisférios cerebrais). As artérias do círculo de Willis foram retiradas no momento da necropsia, as quais foram removidas a partir da emergência das artérias vertebrais no crânio através do forame magno.

Os critérios de inclusão e exclusão estão demonstrados no quadro 1:

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão da pesquisa.

Critério de inclusão	Critérios de exclusão
Indivíduos com idades entre 18 e 70 anos.	História de trauma crânio encefálico
	Antecedentes de cirurgias neurológicas
	Presença de doenças que alteram a anatomia e dificultam a observação das estruturas arteriais.

Os dados foram armazenados em planilhas do programa *Microsoft Excel 2007*, inicialmente, e, ao término da pesquisa, foram analisados pelo Programa Estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Science*), versão 15.0.

RESULTADOS

A casuística foi composta de 30 hemisférios cerebrais, dissecados por ocasião da necropsia, de modo que 9 (60%) do sexo masculino e 6 (40%) do sexo feminino. A média de idade foi de 54,12 anos.

No estudo, foi possível identificar 18 variações anatômicas entre os 30 hemisférios cerebrais analisados. A taxa de diferenciação entre o observado e a descrição anatômica original foi de 60%.

Houve discrepância no índice de acometimento entre os hemisférios. Enquanto o hemisfério direito contou com 13 variações, o esquerdo apresentou apenas 6 delas.

O tipo de variação anatômica mais prevalente foi a hipoplasia da AcoP (55,5%), seguida da AcoP fetal (16,6%). Não foram evidenciadas variações anatômicas do tipo: assimetria do topo a basilar, fenestração, PICA extra-dural, dilatações juncionais, duplicação e agenesia da AcoP. Foram encontradas alterações não esperadas: um caso de AICA-PICA e outra variação ao nível de bifurcação da artéria cerebral posterior, conforme apresentado na figura 1.

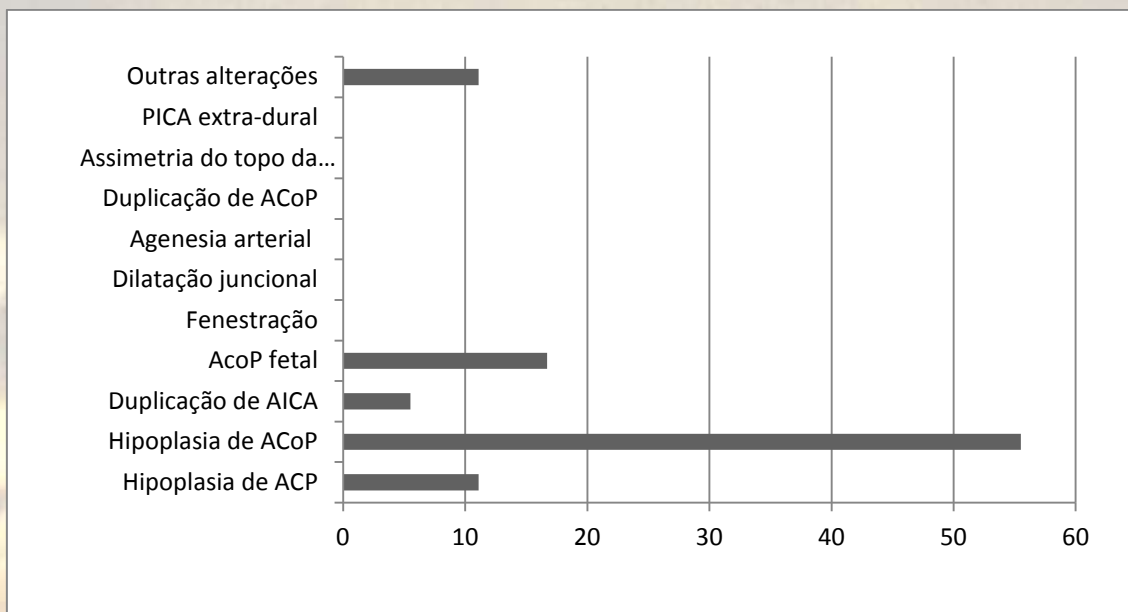


Figura 1. Prevalência das variações anatômicas no CAC(%).

O segmento vascular do território posterior mais acometido foi a artéria comunicante posterior, local onde foram observadas 72,2% das alterações. Não foram observadas alterações: na artéria basilar (AB), nas vertebrais (AV), nem na artéria cerebelar póstero-inferior (PICA) (Figura 2).

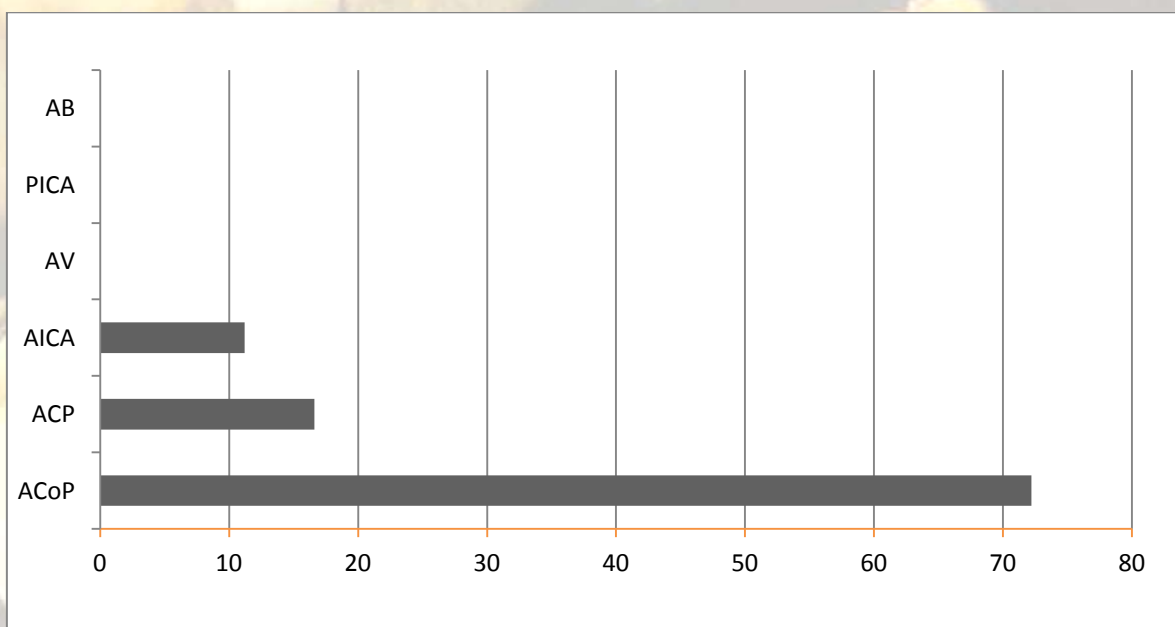


Figura 2. Distribuição percentual das variações anatômicas no segmento arterial posterior.

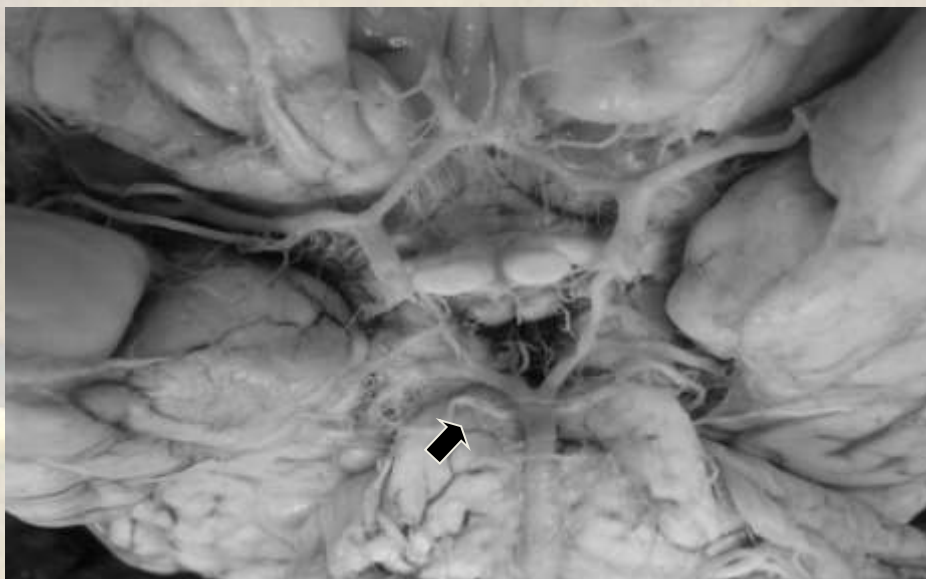


Figura 3. Vista ântero-posterior da CAC. Nota-se hipoplasia de ACoP (seta).

DISCUSSÃO

O presente estudo buscou avaliar a presença de variações anatômicas na circulação posterior do polígono de Willis e identificou a presença de 18 anomalias em 30 hemisférios cerebrais, o que indica uma considerável ocorrência de alterações anatômicas em relação ao que foi descrito como círculo de Willis típico, em 1664, por Thomas Willis.

Outros dados da literatura corroboram com esse achado. Segundo Krishnamurthy (8), as variações no polígono de Willis são muito comuns, de modo que a sua descrição clássica só é encontrada muito raramente. Cecil(2) refere ser muito frequente o achado de variações anatômicas no círculo arterial cerebral. Soares(9), em seu estudo anatômico e morfométrico dos vasos que constituem o polígono de Willis, identificou a presença de onze anormalidades em todo o polígono, em nove encéfalos.

No presente estudo as alterações mostraram-se mais presentes no hemisfério cerebral direito, onde foram observados onze das dezoito alterações arteriais. Não foram encontrados dados na literatura acerca desse parâmetro, o que sugere uma maior necessidade de investigação a esse respeito.

O segmento vascular mais acometido foi a artéria comunicante posterior (ACoP), seguido pela artéria cerebral posterior e artéria cerebelar anterior inferior.

Isso corrobora com o achado de Cecil(2), segundo o qual os locais mais comuns de anormalidades seriam as artérias comunicantes posteriores (22%) e artérias

cerebrais anteriores (10%). Eftekhari (5), em seu trabalho, também aponta a artéria comunicante posterior como o local mais comum de anormalidades.

No presente estudo não foi possível estabelecer correlações entre as variações anatômicas encontradas e a cor da pele dos indivíduos, visto que a vasta maioria dos exames realizados se tratava de pardos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os sexos bem como entre os hemisférios cerebrais acometidos.

Os resultados da presente pesquisa divergem do publicado por Bisaria(10)em 1984. Em seu estudo com 126 cadáveres, foi concluído que a variação mais comum da artéria comunicante posterior seria a AcoP fetal, sendo descrita em 31,7% dos casos. Ainda, a dilatação juncional foi considerada um achado importante, já que se fez presente em 6,3% dos casos. Os estudos de Schomer (11), em 1994, corroboram com a presente pesquisa no que diz respeito à elevada prevalência de hipoplasia de AcoP. Esse achado é de grande repercussão clínica, já que o menor diâmetro da AcoP está relacionado ao maior risco de acidente vascular isquêmico.

Sengüi (12) descreveu que a AcoP estaria normal em 66,6% dos casos; em 26,6% ela estaria fetal (hiperplásica) e, em 6,7%, ela estaria hipoplásica. Em seu estudo, assim como no presente, não foram encontrados casos de ausência ou de duplicação da AcoP. Silva (13) também encontrou alta prevalência de hipoplasia de AcoP em seu estudo no Sri Lanka.

Merkkola (14) notificou a ausência da AcoP em 46% dos casos, resultado bastante discrepante do aqui apresentado, que não conseguiu evidenciar nenhuma agenesia dessa artéria na presente casuística.

Os resultados de Caruso(15) divergem do achado deste trabalho. Segundo ele, as variações na artéria cerebral posterior incluem notória duplicação do seu segmento P1, fenestração e tronco comum para sua origem e da artéria cerebelar superior. Relata que a hipoplasia é um evento raro e, em tais casos, refere que a parte distal da artéria é substituída ou reforçada pela artéria comunicante posterior, que deverá ser grande nesses casos.

Kappor (16), em seu estudo, avaliou 1.000 indivíduos, dos quais 452 cérebros (45,2%) apresentaram um círculo de Willis típico e, em 54,8% observaram-se variações. Alterações hipoplásicas da artéria cerebral posterior foram encontradas em 10,6% dos casos, ao passo em que a sua multiplicidade foi relatada em apenas 2,4%. Os achados para os outros vasos foi o seguinte: a artéria cerebral anterior estava ausente em 0,4% dos casos; era hipoplásica em 1,7%; era duplicada em 2,6%; triplicada em 2,3% e única em 0,9%. A artéria comunicante anterior estava ausente em

1,8%; duplicada em 10% e triplicada em 1,2%. A artéria comunicante posterior estava ausente em 1% e hipoplásica em 13,2% dos casos, o que reitera os achados do presente trabalho.

CONCLUSÃO

A alta prevalência de alterações anatômicas no circuito arterial cerebral justifica a relevância em conhecê-las. No que concerne à circulação posterior, a artéria comunicante posterior parece ser o local de maior índice de variações. A hipoplasia foi a alteração mais documentada no estudo aqui empreendido.

Em suma, o conhecimento dessas variações permite evitar algumas iatrogenias neurocirúrgicas.

REFERÊNCIAS

1. Machado A. Neuroanatomia funcional. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2006.
2. Cecil L. Textbook of Medicine. 20th ed. Philadelphia: W. B Company; 2005.
3. Henderson RD, Eliasziw M, Fox AJ, *et al.* Angiographically defined collateral circulation and risk of stroke in patients with severe carotid artery stenosis. *Stroke*. 2000; 31:128–132.
4. Horikoshi T, Akiyama I, Yamagata Z, *et al.* Magnetic resonance angiographic evidence of sex-linked variations in the circle of willis and the occurrence of cerebral aneurysms. *J Neurosurg*. 2002; 96:697–703.
5. Eftekhari B, Dadmehr M, Ansari S, *et al.* Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? - Results of an anatomical study and review of literature. *BMC Neurology*. 2006; 6: 1-9.
6. Miyazaki S, Kamata K, Yamaura A, *et al.* Multiple aneurysms of the vertebrobasilar system associated with fenestration of the vertebral artery. *Surg Neurol*. 1981; 15(3): 192-195.
7. Mazighi M, Porter PJ, Rodesch G, *et al.* Vascular anomalies and the risk of multiple aneurysms development and bleeding. *Interventional Neuroradiology*. 2002; 8(1):15-20.
8. Krishnamurthy A, Rao CP, Narayana K *et al.* Circulus arteriosus cerebri: a study of variation in the fetal and adult human brains of south Indians. *Morphologie*. 2006; 90(290): 139-43.
9. Soares JC, Tamega OJ, Schwerdtfeger W *et al.* Estudo anatômico e morfométrico dos vasos que constituem o Polígono de Willis. *Rev. bras. ciênc. morfol*. Jul-dez 1994; 11(2): 115-24.
10. Bisaria KK. Anomalies of the posterior communicating artery and their potential clinical significance. *Journal of Neurosurgery*. 1984; 60: 572-675.
11. Shomer DF, Marks MP, Steinberg G *et al.* The anatomy of the posterior communicating artery as a risk factor for ischemic cerebral infarction. *N Engl J Med*. 1994; 330: 1565-70.
12. Şengül G, Akar A, Aydın IH. Intraoperative Observations of Anatomic Variations of the Posterior Communicating Artery: a Microsurgical Approach. *J Neurol Sci*. 2009; 26:279-285.
13. Silva KR de, Silva R, Amaratunga D, Gunasekera WS, Jayasekera RW. Types of the cerebral arterial circle (circle of Willis) in a Sri Lankan population. *BMC Neurol*. 2011 Jan 17; 11:5.
14. Merkkola P, Tulla H, Ronkainen A, Soppi V, Oksala A, Koivisto T, Hippelainen M. Incomplete circle of Willis and right axillary artery perfusion. *Ann Thorac Surg*. 2006; 82: 74–79.
15. Caruso G; Vincentelli, F; Rabehanta, P; Giudicelli G; Grisoli, F. Anomalies of the P1 segment of the posterior cerebral artery: early bifurcation or duplication, fenestration, common trunk with the superior cerebellar artery. *Acta Neurochir (Wien)*. 1991; 109: 66–71.

16.Kapoor K, Singh B, Dewan LI. Variations in the configuration of the circle of Willis. *Anat Sci Int.* 2008; 83: 96–106.

Recebido: março / 2012

Aceito: maio / 2012

