

Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science (2004) 41:207-214
ISSN printed: 1413-9596
ISSN on-line: 1678-4456

Anatomia das artérias pericalosas do encéfalo de primata neotropical e seus ramos frontais e parietais (*Cebus apella*, Linnaeus, 1766)

Anatomy of the pericalosum artery of the encephalon of the neotropical primates and his frontal and parietal branches (*Cebus apella*, Linnaeus, 1766)

Juliana Soares PIRES¹;
Jussara Rocha FERREIRA²

1- Médica Veterinária, Goiânia – GO
2- Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO

Resumo

Estudou-se no primata *Cebus apella* a anatomia das artérias pericalosas e seus ramos em trinta hemisférios cerebrais dissecados sob lupa injetados com látex corado (Neoprene 450) e fixados em formol a 10%. As artérias pericalosas nos dois antímeros representaram ramos de bifurcação terminal da artéria inter-hemisférica em quatro diferentes arranjos, com ramos distribuídos para as seguintes regiões corticais: fronto polar, um ramo; frontal superior, de um a dois ramos; pré-central, de um a quatro ramos; pós-central, de um a quatro ramos. As artérias contribuíram para vascularizar as regiões pré e pós-central, onde seus ramos se superpuseram aos ramos da artéria inter-hemisférica, demonstrando a importância funcional desta área. Os vasos pericalosos terminaram se distribuindo na região parietal medial do encéfalo deste primata.

Palavras-chave:

Cebus apella.
Cérebro.
Encéfalo.
Primates neotropicais.
Artéria cerebral rostral.

Correspondência para:

JUSSARA ROCHA FERREIRA
Departamento de Morfologia
Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Goiás
Rua 111, 250, Setor Sul
74085-130 – Goiânia – GO
jussararocha@terra.com.br

Recebido para publicação: 29/05/2003
Aprovado para publicação: 18/05/2004

Introdução

A metade final do século XX representou para o Brasil uma fase onde os órgãos de fomento e apoio à pesquisa tem procurado incentivar novos grupos de investigação, que emergem nas diferentes regiões, à busca de elucidações para contribuir com o desenvolvimento sustentado desta nação. Tendo como norte este chamamento, a partir de linha de pesquisa da professora Irvênia Luiza de Santis Prada, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, estudando-se em vários pontos do país, a vascularização do encéfalo de várias classe de vertebrados atuais; em carnívoros¹; nos ungulados^{2,3}; nos marsupiais nos ungulados^{4,5,6,7} nos roedores e nos primatas neotropicais.^{8,9}

Este estudo teve por objetivo descrever a circulação cerebral de animais adaptados aos trópicos e de animais nativos do Continente Sul Americano.

Na recuperação da literatura encontramos trabalhos que trataram da artéria cerebral anterior e seus ramos, bem como do círculo anastomótico arterial da base do encéfalo em vários primatas. A união da artéria cerebral anterior com sua homonina contralateral próximo à entrada da fissura longitudinal do cérebro formando um tronco simples foi observada pelo autor em macacos do velho mundo. No orangotango as artérias cerebrais anteriores encontraram-se unidas por comunicantes formando um arco que separou as duas artérias que correm na fissura longitudinal do cérebro, enviando ramos corticais para a substância perfrurada anterior, região orbital,

giro reto, superfície medial do sulco, sub-rostral, pólo frontal, regiões frontal anterior, média e posterior, corpo caloso e seus sulcos, região pré-central e parte superior dos giros pré e pós-centrais, região pré-cuneal e parte superior do giro pós-central. Nos cercopitecídeos a nomenclatura adotada para os ramos corticais da artéria cerebral anterior foi diferente da usada para o orangotango e o chimpanzé vascularizando áreas assim referidas: orbital anterior e posterior, frontal, anterior média e posterior, parietal e pré-cuneal.^{10,11}

Tratando do sistema arterial dos *Cebídeos*¹² são referidas duas artérias cerebrais anteriores unindo-se em curto trajeto ao longo do corpo caloso, separando-se a seguir, suprindo as partes mediais dos lobos parietais dos hemisférios correspondentes. Relato semelhante foi feito nos *Callithrix jacchus*,¹³ nos *Macaca mulatta*.^{14,15} Em prossímios da Malásia, *Nycticebus couang couang* as duas artérias corótidas se anastomosam, após a emergência da artéria cerebral média, através de ramos comunicantes, continuaram-se em sentido rostral anastomosando-se em vaso único: a artéria cerebral anterior, tendo o autor observado em dois espécimes uma artéria cerebral anterior acessória¹⁶.

Em primatas humanos a artéria cerebral anterior foi descrita, tendo entre os antímeros a união por um sistema de comunicantes no ponto de penetração na fenda inter-hemisférica.^{17,18,19,20,21} Encontramos na literatura consultada estudos sobre a vascularização do encéfalo de primatas neotropicais^{8,13,22,23,24,25}, dentre estes, nossas observações no *Cebus apella*, poderão contribuir para a análise comparativa do conhecimento da morfologia da vascularização arterial do encéfalo deste com outros primatas.

Resultados e Discussão

Analisamos nesta pesquisa o modo de origem, o trajeto e o destino dos ramos das artérias pericalosas direita e esquerda do encéfalo do macaco prego, *Cebus apella*. As artérias pericalosas representam os ramos de

bifurcação terminal da artéria inter-hemisférica em seu segmento horizontal sobre o corpo caloso (Figura 1). Estes vasos representam os ramos de continuidade de domínio da artéria cerebral rostral, dependente do sistema carótico do encéfalo em 100% das observações. Das artérias pericalosas direita e esquerda surgiram ramificações arteriais destinadas aos hemisférios cerebrais correspondentes, desde a região fronto-polar até a região pós-central, responsáveis pelo aporte sanguíneo de regiões corticais. Os esquemas (a, b, c, d, Figura 2) ilustraram esquematicamente os níveis de bifurcação das artérias interhemisféricas (↓) e os ramos pericalosos no macaco prego. Os ramos colaterais destas artérias penetram nos sulcos corticais das regiões anteriormente referidas, se subdividem na profundidade destes sulcos em pequenos vasos, voltando a emergir para a superfície cortical (Figura 3).

Origem, trajeto e destino, dos ramos das artérias pericalosas direita e esquerda, no território de irrigação da artéria cerebral rostral

A artéria inter-hemisférica, correndo na profundidade da fissura inter-hemisférica sobre a superfície dorsal do corpo caloso, terminou por se dividir em dois ramos terminais, dirigidos aos hemisférios cerebrais do antímero correspondente. Esta bifurcação apresentou-se em diferentes arranjos. Os dois ramos assim formados continuaram seu trajeto em sentido rostro-causal, ramificando-se nos giros cerebrais a partir do tronco principal em ângulos agudos, voltados caudalmente sobre a superfície medial do hemisfério cerebral.

O modo de origem das artérias pericalosas resultaram em quatro diferentes arranjos: em quatro casos: (26,66% - esquemas a e b - obs: 03, 04, 07, 08, 15, 16, 17, 18) essa bifurcação ocorreu ao nível da metade caudal do joelho do corpo caloso (Figura 2, esquemas a e b); oito vezes (53,33% - obs: 01, 02, 05, 06, 09, 10, 11, 12, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28) essa bifurcação ocorreu

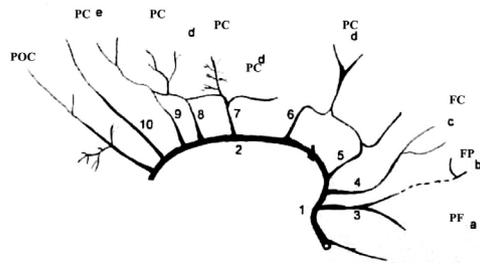


Figura 1

Representação esquemática dos ramos (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) da artéria cerebral anterior (1) a partir de sua penetração da fenda inter-hemisférica, até sua bifurcação (2) em artérias pericalosas direita e esquerda (2), objeto deste estudo, evidenciando a distribuição dos ramos nas áreas corticais pré-frontal (PF), fronto-polar (FP), frontal superior (FS), pré-central (PC) e pós-central (POC).

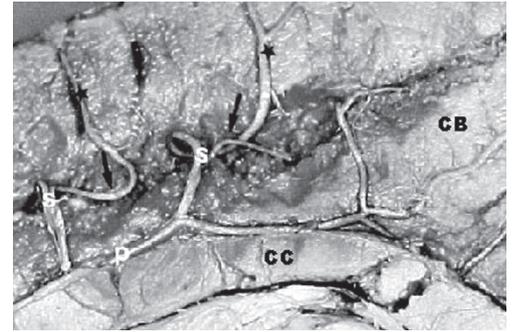


Figura 3

fotografia da vista medial parcial do encéfalo do primata *Cebus apella*, onde estão representados o tálamo (T), corpo caloso(CC), córtex cerebral (CB), destacando-se os ramos colaterais da artéria pericalosa direita (P) penetrando nos sulcos corticais (S), subdividindo-se na profundidade (P) e emergindo para a superfície (H)

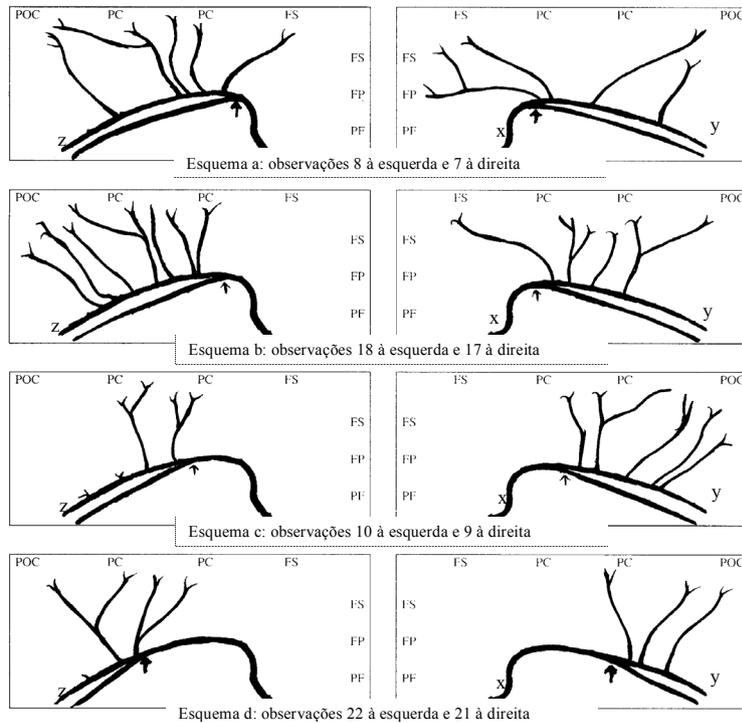


Figura 2

Representações esquemáticas das artérias interhemisféricas (x), pericalosa direita (y) e esquerda (z), estando indicado (-seta) o seu nível de bifurcação em relação ao corpo caloso do encéfalo no *Cebus apella*, onde foram representados os ramos colaterais das artérias pericalosas, em ambos os antímeros, para regiões corticais cerebrais correspondentes: região pré-frontal (PF); fronto polar (FP); frontal superior (FS); pré-central (PC); pós-central (POS)

no nível do terço rostral do tronco do corpo caloso nos dois antímeros (Figura 2, esquema c); em dois espécimes, nos dois antímeros (13,33% - obs: 21, 22, 29, 30), essa bifurcação aconteceu ao nível do terço médio do tronco do corpo caloso (Figura 2, esquema d); em um encéfalo, nos dois lados (6,7% - obs: 13, 14) essa bifurcação foi observada no nível do terço caudal do tronco do corpo caloso.

Ramos das artérias pericalosas direita e esquerda, destinados ao hemisfério cerebral correspondente na região fronto polar

Foram observados vasos oriundos do tronco principal de trajeto vertical com inclinação rostro caudal, como segue: a) em treze casos (86,66% - obs: 01, 05, 09, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29) a artéria pericalosa direita não forneceu nenhum ramo para a região fronto-polar à direita, esquemas b, c, d, e, em quinze casos à esquerda, (100% - obs: 02, 04, 06, 08, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30); b) em dois casos (13,34 - obs: 03, 07) a pericalosa direita forneceu um ramo para a região fronto-polar (Figura 2 – FP, corresponde à região fronto polar nos esquemas).

Ramos da artéria pericalosa para a região frontal superior dos hemisférios cerebrais nos dois antímeros

a) em onze casos, a direita (73,33% - obs: 01, 05, 09, 11, 13, 19, 21, 23, 25, 27, 29) a artéria pericalosa direita não forneceu nenhum ramo para a região frontal superior e, em outros doze casos, à esquerda, (80% obs: 04, 06, 10, 12, 14, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30); b) em três casos do lado direito (20% - obs: 03, 15, 17) a artéria pericalosa direita forneceu um ramo para a região frontal superior e, em três casos, à esquerda (20% - obs: 02, 08, 16); c) em um caso (6,67% - obs: 07) a artéria pericalosa direita forneceu dois ramos para a região frontal superior, no antímero direito (Figura 2 – FS, corresponde à região frontal superior).

Ramos da artéria pericalosa para a região pré-central dos hemisférios cerebrais

a) em três casos (20% - obs: 07, 13, 23) a artéria pericalosa direita não forneceu nenhum ramo para a região pré-central no lado direito e, no esquerdo, em dois casos (13,33% - obs: 14, 24); b) em quatro casos à direita (26,66% - esquema d - obs: 01, 15, 21, 29), a artéria pericalosa direita forneceu um ramo para a região pré-central, e em dois casos, do lado esquerdo (13,33% - obs: 06, 30); c) em cinco casos (33,33% - obs: 03, 05, 09, 25, 27) a artéria pericalosa forneceu dois ramos para a região pré-central, no antímero direito e, em quatro casos, no esquerdo (26,66% - obs: 10, 12, 22, 26); d) em três casos à direita (20% - obs: 11, 17, 19) a artéria pericalosa direita forneceu três ramos para a região pré-central, e em seis, à esquerda (40% - obs: 02, 04, 08, 16, 20, 28); e) em um caso (6,67% - obs: 18) a artéria pericalosa apenas à esquerda forneceu quatro ramos para a região pré-central (Figura 2 – PC, corresponde à região pré-central).

Ramos da artéria pericalosa para a região pós-central dos hemisférios cerebrais

a) em um caso, à direita (6,67% - obs: 13), a artéria pericalosa direita não forneceu nenhum ramo para a região pós-central, e em dois casos, à esquerda (13,33% - obs: 10, 14); b) em quatro casos, no lado direito (26,67% - obs: 15, 17, 19, 20), a artéria pericalosa direita forneceu um ramo para a região pós-central, contra cinco casos, à esquerda (33,33% - obs: 02, 04, 16, 22, 24); c) em nove casos (60% - obs: 01, 03, 05, 07, 11, 21, 23, 25, 27) a artéria pericalosa direita forneceu dois ramos para a região pós-central no antímero direito e no esquerdo, em sete casos (46,66% - obs: 06, 08, 12, 20, 26, 28, 30); d) em um caso à direita (6,67% obs: 9) e outro à esquerda (6,66% - obs: 18) a artéria pericalosa direita forneceu quatro ramos para a região pós-central (Figura 2 – POC, corresponde nos esquemas à região pós-central).

Ao percorrer este trajeto as artérias pericalosas à direita e à esquerda emitiram ramos colaterais que se distribuíram na face medial dos hemisférios cerebrais dos antímeros correspondentes. Chamamos a atenção para as quatro áreas irrigadas e os diferentes arranjos contatados em cada área. Na região fronto polar percebemos dois arranjos com predominância na ausência de vasos (86,66% à direita e 100% à esquerda) ou a presença de um vaso colateral. A região frontal superior mostrou três arranjos que contemplaram um ou dois ramos colaterais para os antímeros com predominância de ausência de vasos (73,33% à direita e 80% à esquerda). Na região pré-central foram constatados cinco diferentes arranjos de vasos colaterais (de zero a quatro ramos) sem predomínio de um dos tipos. A região pós-central apresentou quatro diferentes arranjos de ramos colaterais (de zero a quatro ramos) com maior frequência de dois ramos (à direita 60%, e à esquerda 46,66%). Estes arranjos significam que quantitativamente as artérias pericalosas direita e esquerda forneceram maior número de vasos para as regiões pré e pós-central.

Ao comentar os resultados temos de considerar que as artérias que estudamos são dependentes do sistema carótico do encéfalo e representaram a continuação caudo-rostral das artérias cerebrais rostrais do macaco prego, *Cebus apella*^{8,22}. Os autores supra citados relataram a anastomose das artérias entre os antímeros em um vaso inter-hemisférico. Em todas as oportunidades observamos que após fornecer ramos para os hemisférios cerebrais direito e esquerdo, como vaso único, a artéria inter-hemisférica se bifurcou. Os ramos desta bifurcação (100% dos casos) foram denominados de artérias pericalosas direita e esquerda.

Esta bifurcação ocorreu na metade caudal do joelho do corpo caloso (26,66%), no terço rostral do tronco (53,33%), no terço médio do tronco do corpo caloso (13,33%) e no terço caudal do tronco do corpo caloso (6,7%). Referindo-se à classificação feita por Tandler em 1898, autores^{21,26,27} comentaram

que a partir dos répteis, as artérias cerebrais anteriores se unem em vaso único e mediano que contorna o joelho do corpo caloso e a seguir se bifurcam. As artérias por nós observadas no macaco prego encontram-se neste estágio de desenvolvimento onto e filogenético.

A artéria pericalosa direita descrita forneceu uma vez (6,67%), um, três ou seis ramos; três vezes (20%), dois ou cinco ramos; e seis vezes (40%), quatro ramos para o hemisfério cerebral correspondente. Enquanto a artéria pericalosa esquerda forneceu uma vez (6,67%), um ramo; duas vezes (13,33%), dois ramos; e quatro vezes (26,66%), três, quatro ou cinco ramos ao hemisfério cerebral esquerdo. Estes vasos se destinaram ao suprimento do córtex cerebral, dado estes confirmados^{10,11,28} admitidos pelos autores²⁹ como ramos para as circunvoluções (TESTUT, 1900 apud VIEIRA³⁰, 1981, p. 16-41).

Tratando do suprimento sangüíneo cerebral de primatas, foi descrito¹² considerou que as artérias do cérebro dos *Cebídeos* são dependentes do sistema carótico; o círculo de Willis representou uma anastomose potencial²⁰ enquanto outros autores^{5,29} referindo-se à complexão e não complexão e simetria e assimetria do círculo, citaram como causas possíveis, dentre outras, as duplicações da artéria cerebral anterior. Foram referidas a diferentes anomalias da artéria cerebral anterior em primatas humanos.¹⁷ A formação da artéria cerebral anterior foi descrita entre a 7ª e 12ª semana de desenvolvimento embrionário em humanos³¹, sendo considerada de calibre relativamente grande.^{32,33}

As variações do círculo anastomótico da base do encéfalo, com relação a calibres, complexão, hipoplasia, hiperplasia e ausência, tem sido referida pelos autores^{16,34,35,36} em várias espécies animais, como indicativo de diversas anomalias ou outros problemas de sanidade neurológica. Foi descrito no macaco prego um padrão morfológico bastante estável²², tendo sido feita uma proposta de denominação para os vasos da base do encéfalo⁸, que seguimos

parcialmente nesta oportunidade.

A descrição do círculo arterial da base feita por Willis (1664 apud VIEIRA³⁰, 1981, p. 29) foi confirmada no primata humano³⁷ estes trabalhos referiram também aos ramos da artéria cerebral anterior na região do corpo caloso, análogas aos nossos achados para o *Cebus apella*.

Analisando os ramos corticais das artérias pericalosas direita e esquerda, consideramos que o modelo de suprimento que encontramos para a região anterior do encéfalo se aproximou dos referidos por Tandler²⁷ e, De Vriese²⁶ para primatas. Além do que, acreditamos igualmente ao referido pelos autores³⁸, que na medida em que os cérebros foram ficando circunvolutos, houve um crescimento potencial, vertical e horizontal dos ramos da artéria cerebral rostral dominante nesta área cortical. Na literatura compulsada a ontogenia foi referida³¹ como um aspecto a ser considerado no estudo de padrões vasculares. A plasticidade dos biótipos definida³⁹ e os modelos de suprimento dos primatas atuais e extintos^{21,40} permitem-nos pressupor que os ramos das artérias por nós estudadas podem ter evoluído a partir da região promontorial, passando por modificações, onde a artéria cerebral anterior que corria paralela dentro da porção anterior do cérebro, se fundiu ou se ligou por vasos comunicantes. No caso do *Cebu apella*, já se fundiram originando a artéria inter-hemisférica. Ficou claro que os ramos corticais do tronco arterial acima referido, seguido de sua bifurcação; as artérias pericalosas, estão na dependência de leis ontogenéticas e filogenéticas que vão estabilizando os modelos de suprimento sanguíneo de cada espécie no tempo geológico que transcende ao entendimento atual pela falta de registros fósseis.

É interessante que nos primatas houve um expressivo desenvolvimento das áreas corticais cerebrais pré e pós-central, vinculadas à motricidade.^{12,18} As artérias pericalosas, neste primata, em ambos os antímeros, após a sua origem, preferencialmente se distribuíram

nestas áreas. Há que se considerar que nas zonas limítrofes de território de vascularização responsável pela artéria inter-hemisférica esta se superpôs às artérias pericalosas na vascularização da região frontal superior e fronto-polar. O mesmo pode-se considerar para a região parietal onde os vasos, no córtex limítrofe, também se superpuseram ao território de drenagem das artérias pericalosas. A nosso ver, esta superposição dos territórios adjacentes rostral e caudalmente reforçam a importância das artérias pericalosas e seus ramos no aporte sanguíneo das regiões pré e pós central no *Cebus apella*, indicando que estas artérias são as mais relevantes fontes de suprimento desta área cortical cerebral. Acreditamos, com base na literatura, poder afirmar que estes ramos corticais representam um modelo biotipológico considerado evoluído para o *Cegus apella*, de acordo com os autores^{26,40} (TESTUT, 1900 apud VIEIRA³⁰, 1981, p.16-41)

Com relação a estes resultados acreditamos que o estudo do padrão da artéria cerebral rostral e seus ramos neste primata, desde a macroscopia até a ultraestrutura, deverá ser continuado em trabalhos científicos futuros, e que este se assemelhou ao padrão do macaco *rhesus*⁴¹, sendo no entanto diferente do modelo do primata humano¹⁸, que no caso da artéria cerebral anterior apresentou-se em um estágio de menor estabilidade morfofuncional.^{21,26}

Relativamente ao estudo do comportamento das artérias pericalosas direita e esquerda, podemos concluir que elas representam os ramos de bifurcação terminal da artéria inter-hemisférica. As artérias pericalosas direitas e esquerdas em seu trajeto ao longo do corpo caloso, emitiram ramos colaterais para as áreas corticais fronto-polar, frontal superior, pré-central e pós central. Em apenas 13,34% dos casos a artéria pericalosa vascularizou a região fronto polar, e em 20% a direita e 26,67% à esquerda, emitiu colaterais destinados à região frontal superior. Dos ramos colaterais emitidos pelas artérias pericalosas em ambos os antímeros houve uma predominância de vasos destinados à região

pré-central (de 1 a 4 ramos bilateralmente). A distribuição dos ramos da artéria pericalosa, nos dois antímeros, nas regiões pré e pós-central, são indicativos do rico aporte sanguíneo destas regiões corticais no *Cebus apella*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Profa. Dra.

Irvênia Luiza de Santis Prada (FMVZ/USP) por armazenar estes animais por duas décadas e cedê-los para serem utilizados nesta pesquisa, evitando o sacrifício de vidas, ajudando na construção de um novo paradigma na ética científica contemporânea.

Os autores agradecem à FUNAPE, Fundação de Apoio a Pesquisa (UFG) pelo apoio financeiro e ao programa PIBIC/CNPq/UFG.

Abstract

The anatomy of peri-callosum arteries and its branches were studied in *Cebus apella* monkeys. Thirty cerebral hemispheres were dissected under magnifying glasses. After having been injected with coloured latex (neoprene 450) and fixed in formaldehyde solution at 10%. The peri-callosum arteries of both antimeres represent terminal bifurcation branches of the inter-hemispheric artery in four different dispositions. Its branches were distributed in the following cerebral regions: a branch in the fronto-polar region; from one to branches in the superior frontal region; from one to four branches in the post-central region. In this sector, the artery contributed to vascularize the pre and post-central regions, where its branches are located above the inter-hemispheric artery branches. It demonstrates a rich vascularization in this cortical area. The peri-callosum vessels ends up by distributing themselves in the medium parietal region of the encephalon.

Key-words:

Cebus apella.
Brain.
Neotropical primates.
Cerebral.

Referências

1. ALCÂNTARA, M. A. **Estudo anatômico das artérias da base do encéfalo de cães (*Canis familiaris*, Linnaeus, 1758)**. São Paulo, 1992. 101 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
2. SANTOS, A. **Estudo anatômico das artérias da base do encéfalo de eqüinos da raça puro sangue inglês**. 1987. 111 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
3. SANTOS, R. M. B. **Estudo anatômico das artérias da base do encéfalo em ovinos (*Ovis áries*, L. 1758)**. São Paulo, 1993. p. 45 Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
4. FERREIRA, C. G.; PRADA, I. L. S. Comportamento da artéria basilar em suínos (*Sus scrofa domesticus*, Linnaeus, 1758). **Veterinária Notícias**. Uberlândia, v. 5, n. 2. p. 33-39, 1999.
5. MELO, A. P. F. **Estudo anatômico das artérias da base do encéfalo em fetos de bovinos azebuados**. 1996. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 1996.
6. MELO, A. P. F.; PRADA, I. L. S. Anatomic study of the arteries of the base of encephalon in fetuses of zebu crossbred bovines. **Bras. J. Morphol. Sci.** São Paulo, v. 15, n. 2, p. 143-149, 1998.
7. SANTOS JÚNIOR, I.; CAMPOS, A.; SANTOS, D. Frequência da artéria carótico-basilar em eqüinos da raça puro sangue inglês. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 4. n. 1 p. 21,25, 1998.
8. FERREIRA, C. G.; PRADA, I. L. S. 2001. Nomenclatura proposta para denominar as artérias da base do encéfalo do macaco prego (*Cebus apella*, L., 1766). **Acta Scientiarum**, v. 23, n.2, p. 635-643, 2001.
9. PRADA, I. L. S. et al. Análise comparativa do circuito anastomótico arterial da base do encéfalo em primatas neotropicais das famílias *Atelidae* e *Cebidae* (*Brachyteles arachnoides*, *Alouatta belzebul* e *Cebus apella*). In: CONGRESSO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 15., 1996, [s.e.]. **Anais...** resumo 783, p. 66.
10. WATTS, J. W. Ligation of the anterior cerebral artery in the monkey. **Journal of Nervous and Mental Diseases**, v. 79, p. 153-158, 1934a.
11. _____. A comparative study of the anterior cerebral artery and the circle of Willis in primates. **Journal of Anatomy**, v. 68, p. 534-550, 1934b.
12. HILL, W. C. O. **Primates Comparative Anatomy and Taxonomy - IV Cebidae Part A**. Edimburg, University Press. 1960. p. 63-66, 281-282.
13. SOUZA, M. M. G.; TEIXEIRA, A. M. C.; MIRAGLIA, T. Dados sobre a vascularização do encéfalo do

- sagui (*Callithrix jacchus*). **Folia Clínica et Biológica**, v. 31, p. 104-114, 1962.
14. KASSEL, N. F.; LANGFITT, T. W. Variations in the Circle of Willis in *Macaca mulatta*. **Anatomical Record**, v. 162, p. 257-264, 1965.
 15. WEINSTEIN, J. D.; HEDGES JR., T. R. Studies of intracranial and orbital vasculature of the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). **Anatomical Record**, v. 144, p. 37-41, 1962.
 16. ISHNAMURTI, A. The cerebral arteries of *Nycticebus Couang couang*. **Folia Primatologica**, v. 8, n. 2, p. 159-168, 1968.
 17. KLEISS, E. Die verschiedenen des circulus arteriosus cerebri Willis. (Eline statistische untersuchung von 325 menschlischen gerhinen) **Anatomischer Anzeiger**, v. 92, n. 15-16, p. 216-30, 1942.
 18. MACHADO, A. **Neuroanatomia Funcional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1988. p. 92.
 19. MITTERWALLNER, F. V. Variationsstatische untersuchungen na den basalen hirngefassen. **Acta anatomica**, Basel, v. 24, p. 51-58, 1955.
 20. ROGERS, L. The function of the circulus arteriosus of Willis. *Brain*, London, v. 70, p. 171-178, 1947.
 21. TESTUT, L.; LATARJET, A. **Tratado de anatomia humana**. Rio de Janeiro: Sahat, 1954. v. 2, p. 1239-1244.
 22. FERREIRA, J. R. **Estudo anatômico das artérias da base do encéfalo do macaco prego (*Cebus apella*, Linnaeus, 1766)**. 1997. 199 p. Tese (Doutorado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
 23. MIRAGLIA, T.; TEIXEIRA, A. M. Appunti sulla struttura e sulla vascolarizzazione dell'ipofise Del sagüi (*Callithrix jacchus*). **Excerpta Médica**, v. 13, p. 199-218, 1960.
 24. SILVA, R. A.; FERREIRA, J. R. Morfologia da artéria cerebelar superior do macaco prego (*Cebus apella*, L., 1766): divisões e anastomoses. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 3, p. 687-695, 2002.
 25. SIQUEIRA NETO, E. G. B.; FERREIRA, J. R. Estudo anatômico da origem e distribuição dos ramos corticais das artérias cerebrais caudais do encéfalo do macaco prego (*Cebus apella* L., 1766). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 639-646, 2002.
 26. DE VRIESE, B. Sur la significtion morfologique des artères cérébrales. **Archives de Biologie**, v. 21, p. 357-457, 1905.
 27. TANDLER. Zur vergleichenden anatomie der kopfarterien bei den mammalia. **Denkschr. Akad. Wiss**, v. 67, p. 677-689, 1898.
 28. SHELLSHEAR. The arteries of the brain of the Orang-Utan. **Journal of Anatomy**, v. 61, p. 167-197, 1927.
 29. FAWCETT, E.; BLANCHFORD, J. V. The circle of Willis: an examination of 700 specimens. **Journal of Anatomy and Physiology**, v. 40, p. 63-70, 1905-1906.
 30. VIEIRA, R. M. **A artéria cerebral anterior do homem: estudo da anatomia de seus segmentos e ramificações**. São Paulo, 1981. 655 p. Tese (Doutorado) - Escola Paulista de Medicina, Saõ Paulo, 1981.
 31. GONZÁLEZ, A. A. Círculo arterial de Willis - sus medidas externas y variaciones anatómicas. **Acta Neurologica Latinoamericana**, v. 5, p. 1-6, 1959.
 32. HIMWICH, W. A.; CLARK, M. E. Model studies of the circle of Willis: flow and pressure changes. **Progress in Brain Research**. v. 30, p. 135-43, 1968.
 33. SOARES, J. C. et al. Estudo anatômico e morfométrico dos vasos que constituem o polígono de Willis. **Revista Brasileira de Ciências Morfológicas**, v. 11, n. 2, p. 115-124, 1994.
 34. ANDRADE, F. F. **O círculo arterial da base do cérebro do rato de laboratório: contribuição para o seu estudo analítico e comparativo**. 1983. 384 p. Trabalho de síntese, no âmbito das provas de aptidão pedagógica e capacidade científica do Estatuto da Carreira Docente Universitária. Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1983.
 35. GUERIN, J.; GOUAZE, A.; LAZORTHES, G. Le polygone de Willis de l'enfant et les facteurs de son modelage. **Neurochirurgie**, v. 22, n. 3, p. 217-226, 1976.
 36. PUCHARDES-ORTS, A.; NOMBLELA-GOMES, M.; ORTUNO-PACHECO, G. Variation in form of circle of Willis: some anatomical and embryological considerations. **Anatomical Record**, Philadelphia; v. 185, p. 119-24, 1975.
 37. WARWICK, R.; WILLIAMS, P. L. **Gray Anatomia**. 35. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979. v. 1, p. 600-605.
 38. HERSHKOVITZ, P. **Living New World monkeys**. (Platyrrhini) - with an introduction to primates. Chicago. The University of Chicago Press, 1977. v. 1, p. 352..
 39. VALLS, A. **Introduccion a la antropologia**. Fundamentos de la evolucion y de la variabilidad biológica del hombre. 2. ed. Barcelona: Labor Universitaria, 1985. p.302-306, 560-562.
 40. FEAGLE, J. G. The Brain and Senses. In: FEAGLE, J. G. **Primate adaptation & evolution**. San Diego: Academic Press. 1988. p.21-23.
 41. CASTELLI, W. A.; HUELKE, D. F. The arterial system of the head and neck of the rhesus monkey with emphasis on the external carotid system. **American Jhournal of Anatomy**, v. 116, n. 1, p. 149-170, 1964.
 42. RECKZIGER, S. H. Sistematização da irrigação na base do encéfalo de capivara (*Hydrochoeris hydrochoeris*) Porto Alegre, 1994. Dissertação (Mestrado) Fac. Vet. da UFRGS, Porto Alegre, 1994.
 43. _____. The arterial supply of the cerebral cortex in the chympanzee (*Anthropopithecus troglodytes*). **Journal of Anatomy**, Cambridge, v. 65, p. 44-93, 1930.