

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE - ICBS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS - PPGN

SISTEMATIZAÇÃO DAS ARTÉRIAS DA BASE DO ENCÉFALO DE  
*AVESTRUZ (Struthio camelus)*

Dissertação de Mestrado

Manoel Brandes Nazer

PORTO ALEGRE

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE - ICBS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS - PPGN

SISTEMATIZAÇÃO DAS ARTÉRIAS DA BASE DO ENCÉFALO DE  
*AVESTRUZ (Struthio camelus)*

Manoel Brandes Nazer

Orientador: Prof. Dr. Rui Campos

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas:  
Neurociências, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre.

PORTO ALEGRE

2009

## AGRADECIMENTOS

- À minha família, pelo carinho, incentivo e apoio incondicional. Em especial à minha amada esposa, por ter sido o pilar de sustentação fundamental para essa conquista.
  
- Ao professor Dr. Rui Campos, orientador zeloso e paciente que dedicou seu tempo, conhecimento e energias durante esses anos para que esse projeto tornasse realidade.
  
- Aos amigos da Universidade de Santa Cruz do Sul, Leda Bartholdy, Pedro de Souza, Deivis de Campos, Luciane Gobbi e bolsistas do Lab. Anatomia pela amizade, incentivo e apoio; em especial à Leda Bartholdy, pelo estímulo e flexibilidade nos horários, o que possibilitou a realização deste.
  
- Aos colegas e amigos do Laboratório de Anatomia Veterinária, Ana Cristina, Amarílis, Lígia, Jurema, Patrícia e Rodrigo, pela amizade, companheirismo e apoio nestes anos de convivência.
  
- Ao Veterinário Leonardo Bertaco e ao Sr. Laudelino Sardo, pelo fornecimento dos animais e pelas informações repassadas.
  
- A todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, estiveram envolvidas nessa conquista, em especial aos Procariontes.

Muito Obrigado!

## RESUMO

O avestruz (*Struthio camelus*) é uma ave da família *Struthionidae*, originária da África. Embora a irrigação da base do encéfalo de outras aves já tenha sido fonte de estudo por alguns pesquisadores, desconhece-se o padrão, as variações, as distribuições e o comportamento das artérias que promovem a irrigação sangüínea na base do encéfalo em avestruz. Neste trabalho, foram utilizados 30 espécimes, nos quais o sistema arterial foi preenchido com látex corado em vermelho através das artérias (Aa.) carótida comum direita e esquerda. Sistematizou-se as artérias da face ventral do encéfalo, à direita e à esquerda, com suas respectivas percentagens de ocorrência. A a. carótida do cérebro, um vaso de grosso calibre, foi predominante na direita (43,3%), esquerda (36,7%) e equivalentes (20%). A anastomose intercarótica apresentou calibre médio (46,7%), grosso (43,3%) e fino (10%), tendo inclinação de fluxo para esquerda (53,3%) e direita (46,7%). A a. oftálmica interna direita apresentou, à direita, calibre médio (43,3%), fino (33,3%) e grosso (23,3%); à esquerda, calibre médio (60%), fino (26,7%) e grosso (13,3%). O ramo caudal da a. carótida do cérebro foi, à direita, desenvolvido (53,3%) e vestigial (46,7%); à esquerda, desenvolvido (66,7%) e vestigial (33,3%). A a. tectal mesencefálica ventral foi ramo colateral do ramo caudal da a. carótida do cérebro à direita (53,3%) e à esquerda (66,7%), ramo direto da a. carótida do cérebro à direita (43,3%) e à esquerda (30%) e, ramo direto da a. basilar (3,3%) em ambos os antímeros. A a. basilar foi um vaso ímpar (80%), duplo em quase toda sua extensão calibrosa (13,3%) e, apresentou uma formação “em ilha” em seu segmento de grosso calibre (6,7%). A a. cerebelar ventral caudal foi única (96,7%) e dupla (3,3%) à direita e, única (93,3%) e dupla (6,7%) à esquerda. A a. espinhal dorsal foi ramo colateral da a. cerebelar ventral caudal à direita (96,7%) e à esquerda (93,3%), sendo também ramo da porção fina da a. basilar à direita (3,3%) e à esquerda (6,7%). A a. espinhal ventral, sempre ramo da a. basilar, foi dupla (90%) e única (10%). O ramo rostral da a. carótida do cérebro, um vaso de grosso calibre, apresentou, à direita, um trajeto padrão (86,7%) e um deslocamento rostral (13,3%) e, à esquerda, trajeto padrão (83,3%) e um deslocamento rostral (16,7%). A a. cerebral caudal, à direita, foi dupla (90%) e única (10%); à esquerda, foi dupla (53,3%) e única (46,7%). A a. cerebral média, em ambos os antímeros, foi um vaso único (100%) e de grosso calibre, sendo o segundo ramo colateral do ramo rostral da a. carótida do cérebro. A a. cerebroetmoidal foi única (100%), de médio a grosso calibre, em ambos os antímeros. A a. cerebral rostral foi única (90%) e dupla (10%) à direita e única (96,7%) e dupla (3,3%) à esquerda. A a. etmoidal foi única (100%), de médio a grosso calibre, sendo a continuação natural da a. cerebroetmoidal, após a emissão da a. cerebral rostral. O círculo arterial cerebral apresentou-se rostralmente aberto (100%) e, caudalmente, aberto (80%) e fechado (20%).

## ABSTRACT

The ostrich (*Struthio camelus*) is a bird from the Struthionidae family, originated from Africa. Although the irrigation of the base of the brain of other birds has already been the source of study by some researchers, the pattern, variations, distribution and the behavior of the arteries that promote the blood irrigation in the base of ostrich's brain are not known. In this work, 30 specimens, in which the arterial system was filled with red colored latex in the common carotid arteries left and right. We systematized the arteries of the ventral face of the brain, to the right and to the left, with their respective occurrence percentage. The carotid artery (a.) of the brain, a thick caliber vase, was predominant in the right (43.3%), left (36.7%) and equivalents (20%). The intercarotid anastomosis presented a medium caliber (46.7%), thick (43.3%) and thin (10%), with flux inclination to the left (53.3%) and right (46.7%). The inner right ophthalmic a. presented, to the right, medium caliber (43.3%), thin (33.3%) and thick (23.3%); to the left, medium caliber (60%), thin (26.7%) and thick (13.3%). The caudal branch of the carotid a. of the brain was, to the right, developed (53.3%) and vestigial (33.3%). The midbrain ventral tectal a. was the collateral branch of the caudal branch of the carotid a. of the brain to the right (53.3%) and to the left (66.7%), right branch of the carotid a. of the brain to the right (43.3%) and to the left (30%) and, right branch of the basilar a. (3.3%) in both antimeres. The basilar a. was an unpaired vase (80%), double in almost the entire caliber extension (13.3%) and, presented the "island" formation in its segment of thick caliber (6.7%). The caudal ventral cerebellar a. was single (96.7%) and double (3.3% to the right and, single (93.3%) and double (6.7%) to the left. The dorsal spinal a. was a collateral branch of the caudal ventral cerebellar a. to the right (96.7%) and to the left (93.3%), which was also a branch of the thin portion of the basilar a. to the right (3.3%) and to the left (6.7%). The ventral spinal a., always a branch of the basilar a., was double (90%) and single (10%). The rostral branch of the carotid a. of the brain, a vase of thick caliber, presented, to the right, a standard path (86.7%) and a rostral displacement (13.3%) and, to the left, a standard path (83.3%) and a rostral displacement (16.7%). The caudal brain a., to the right, was double (90%) and single (10%); to the left, it was double (53.3%) and single (46.7%). The medium cerebral a., in both antimeres, was a single vase (100%) and of thick caliber, being that the second collateral branch of the rostral branch of the brain carotid a. The brain ethmoidal a. foi single (100%), of medium to thick caliber, in both antimeres. The rostral brain a. was single (90%) and double (10%) to the right and single (96.7%) and double (3.3%) to the left. The ethmoidal a. was single (100%), of medium to thick caliber, being the natural continuity of the brain ethmoidal, after the emission of the rostral brain a.. The brain artery circle was rostrally open (100%) and, caudally, open (80%) and closed (20%).

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS .....	07
LISTA DE FIGURAS .....	08
1 – INTRODUÇÃO .....	10
2 - OBJETIVOS	
2.1 Objetivo geral.....	35
2.2 Objetivos específicos.....	35
3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4 - RESULTADOS.....	38
4.1 – Artérias da Base do Encéfalo em Avestruz .....	39
4.1.1 – Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda) .....	39
4.1.1.1 – Ramos Colaterais das Artérias Carótidas do Cérebro (direita e esquerda).....	40
4.1.1.1.1 – Anastomose Intercarótica .....	41
4.1.1.1.2 - Artéria Oftálmica Interna (direita e esquerda) .....	42
4.1.1.2 – Ramos Terminais das Artérias Carótidas do Cérebro (direita e esquerda) .....	43
4.1.1.2.1 – Ramo Caudal da Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda) .....	43
4.1.1.2.1.1 – Ramo Colateral do Ramo Caudal da Artéria Carótida do Cérebro (direito e esquerdo) .....	45
4.1.1.2.1.1.1 – Artéria Tectal Mesencefálica Ventral (direita e esquerda) .....	46
4.1.1.2.1.2 – Artéria Basilar .....	47
4.1.1.2.1.2.1 – Ramos Colaterais da Artéria Basilar .....	48
4.1.1.2.1.2.1.1 – Artéria Cerebelar Ventral Caudal (direita e esquerda) .....	48
4.1.1.2.1.2.1.1.1 – Artéria Espinhal Dorsal (direita e esquerda).....	50

4.1.1.2.1.2.2 – Ramo Terminal da Artéria Basilar.....	51
4.1.1.2.1.2.2.1 – Artéria Espinhal Ventral.....	51
4.1.1.2.2 – Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro.....	51
4.1.1.2.2.1 – Ramos Colaterais do Ramo Rostral da A. Carótida do Cérebro (direita e esquerda).....	52
4.1.1.2.2.1.1 – Artéria Cerebral Caudal (direita e esquerda).....	52
4.1.1.2.2.1.2 – Artéria Cerebral Média (direita e esquerda).....	55
4.1.1.2.2.2 – Ramo Terminal do Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda).....	56
4.1.1.2.2.2.1 – Ramo Colateral da Artéria Cerebroetmoidal .....	57
4.1.1.2.2.2.1.1 – Artéria Cerebral Rostral (direita e esquerda) .....	57
4.1.1.2.2.2.1.2 – Ramo Terminal da Artéria Cerebroetmoidal (direita e esquerda) .....	59
4.1.1.2.2.2.1.2.1 – Artéria Etmoidal (direita e esquerda) .....	59
4.2 – Círculo Arterial Cerebral .....	60
5 - DISCUSSÃO.....	98
6 - CONCLUSÕES .....	106
7 - REFERÊNCIAS.....	108
8 – ANEXO.....	110

## LISTA DE ABREVIATURAS

- a – artéria carótida do cérebro
- b – anastomose intercarótica
- c – artéria oftálmica
- d – ramo rostral da artéria carótida do cérebro
- e – ramo caudal da artéria carótida do cérebro
- f – ramo vestigial da artéria carótida do cérebro
- g – artéria tectal mesencefálica ventral
- h – artéria basilar
- i – artéria cerebelar ventral caudal
- j – artéria espinhal dorsal
- k – artéria espinhal ventral
- l – artéria cerebral caudal
- m – artéria cerebral média
- n – artéria cerebroetmoidal
- o – artéria etmoidal
- p – artéria cerebral rostral
- bo – bulbo olfatório
- fl – flóculo
- fp – flexura pontina
- hc – hemisfério cerebral
- lo – lobo óptico
- me – medula espinhal
- mo – medula oblonga
- qo – quiasma óptico
- tc – túber cinéreo
- to – tracto óptico

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Desenho esquemático em vista ventral do encéfalo de avestruz indicando a localização das estruturas.....	61
Figura 02 – Observação 01 (fêmea).....	62
Figura 03 – Observação 02 (fêmea).....	63
Figura 04 – Observação 03 (macho).....	64
Figura 05 – Observação 04 (macho).....	65
Figura 06 – Observação 05 (macho).....	66
Figura 07 – Observação 06 (fêmea).....	67
Figura 08 – Observação 07 (macho) .....	68
Figura 09 – Observação 08 (fêmea) .....	69
Figura 10 – Observação 09 (fêmea) .....	70
Figura 11 – Observação 10 (macho).....	71
Figura 12 – Observação 11 (macho) .....	72
Figura 13 – Observação 12 (macho) .....	73
Figura 14 – Observação 13 (fêmea) .....	74
Figura 15 – Observação 14 (fêmea) .....	75
Figura 16 – Observação 15 (fêmea).....	76
Figura 17 – Observação 16 (fêmea).....	77
Figura 18 – Observação 17 (macho).....	78
Figura 19 – Observação 18 (macho).....	79
Figura 20 – Observação 19 (macho).....	80
Figura 21 – Observação 20 (macho).....	81
Figura 22 – Observação 21 (fêmea).....	82
Figura 23 – Observação 22 (fêmea).....	83
Figura 24 – Observação 23 (fêmea).....	84
Figura 25 – Observação 24 (fêmea).....	85
Figura 26 – Observação 25 (macho).....	86
Figura 27 – Observação 26 (macho).....	87
Figura 28 – Observação 27 (macho).....	88
Figura 29 – Observação 28 (macho).....	89

Figura 30 – Observação 29 (macho).....	90
Figura 31 – Observação 30 (macho).....	91
Figura 32 – Vista ventral do encéfalo (Obs. 13) sem hipófise, salientando os maiores aparecimentos dos vasos da base, modelo padrão .....	92
Figura 33 - Detalhe em vista ventral salientando as formas de anastomoses intercarótica.....	93
Figura 34 - Detalhe em vista ventral do encéfalo de Avestruz (Obs. 01) para salientar a persistência do ramo caudal da artéria carótida do cérebro fechando o círculo arterial cerebral, caudalmente.....	94
Figura 35 - Detalhe em vista ventral do encéfalo (Obs. 21) para destacar a origem da artéria tectal mesencefálica ventral esquerda da artéria basilar.....	95
Figura 36 - Detalhe em vista ventral do encéfalo do Avestruz (Obs. 08) salientando a duplicidade da artéria basilar, fechando o círculo arterial cerebral e duplicidade da artéria cerebelar ventral caudal direita.....	96
Figura 37 - Vista ventral do hemisfério cerebral do Avestruz (Obs. 07) salientando a presença de duplicidade da artéria cerebral rostral direita.....	97
Figura 38 - Avestruz ( <i>Struthio camelus</i> ).....	110

## 1 - INTRODUÇÃO

O avestruz (*Struthio camelus*) é uma ave da família *Struthionidae*, originária da África (anexo). Em função do crescente interesse de criadores e pesquisadores nessa ave como animal de comercialização e, devido à escassez de dados, principalmente anatômicos sobre essa espécie, procede a necessidade desse projeto de pesquisa.

Existem poucos estudos sobre a irrigação encefálica nas espécies selvagens e exóticas, sendo o primeiro trabalho clássico realizado por De Vriese (1905) que trouxe importantes considerações sobre a filogênese e a ontogênese dos modelos das artérias encefálicas.

Entre outros autores, podemos citar alguns trabalhos relativos à vascularização encefálica das aves como: Crowe (1979) em *N. meleagris*, Midtgard (1984) em *Larus argentatus*, Campos (1987) em *Gallus gallus* e Holliday (2006) *Phoenicopterus ruber*.

Embora a irrigação da base do encéfalo de outras aves já tenha sido fonte de estudo por alguns pesquisadores, desconhece-se o padrão, as variações, as distribuições e o comportamento das artérias que promovem a irrigação sanguínea na base do encéfalo em avestruz (*Struthio camelus*). Sendo assim, não foi encontrada nenhuma citação sobre a vascularização arterial do encéfalo em *Struthio camelus*.

O estudo desse assunto dentro de uma área básica como neuroanatomia, recebe posição de destaque, pois apóia outras áreas correlatas, fornecendo subsídios básicos para a avaliação anátomo-funcional da vascularização do sistema nervoso central.

Os dados bibliográficos referentes à irrigação encefálica em *Struthio camelus* são inexistentes, sendo que à maioria das informações apresentadas sobre os assuntos, referem-se, genericamente as aves.

DE VRIESE (1905), em investigação sobre a significação morfológica das artérias cerebrais, descreve nas aves, que a artéria carótida do cérebro divide-se ao lado da hipófise em um calibroso ramo cranial e um médio ramo caudal. O ramo rostral fornece um colateral caudal, após uma artéria cerebral média bem desenvolvida e alguns ramos para o bulbo olfatório. Na sua terminação, o ramo rostral envia uma pequena artéria cerebral rostral não interligada àquela do lado oposto; seu ramo terminal principal é o etmoidal que abandona a cavidade craniana, para terminar-se na órbita. Os ramos de divisão caudal das carótidas unem-se muito cedo e formam uma artéria basilar, que diminui rapidamente de calibre para continuar-se como artéria espinhal ventral. Ela recebe as artérias paralelas dos primeiros nervos espinais, pouco desenvolvidos; a este nível, existe somente uma disposição reticular. O sistema arterial vertebral é muito pouco desenvolvido e junta-se ao sistema carotídeo cerebral por finos ramos.

Nos peixes, anfíbios, répteis e aves, as artérias terminais caudais das carótidas internas ligam-se em um tronco basilar, terminando como artéria espinhal ventral, diminuindo de calibre à medida da progressão na direção caudal, demonstrando neste caso, que o sangue da artéria basilar é de fonte carotidiana.

O sistema arterial vertebral de todos os vertebrados anastomosa-se com o sistema carotídeo, mas o primeiro é rudimentar e não intervém diretamente na circulação encefálica.

Em suas conclusões filogenéticas, a autora classifica os círculos arteriais cerebrais em três tipos (I, II e III) fundamentais.

No tipo II relata que, em uma série de mamíferos o círculo arterial cerebral é constituído, parcialmente pelas artérias carótidas internas e parcialmente pelas artérias vertebrais; cada uma dessas artérias intervém com uma parte maior ou menor de contribuição, e modifica a composição do círculo arterial, segundo a predominância de uma ou de outra.

No tipo III, descreve que em uma série de mamíferos as artérias carótidas internas quase não intervém, na composição do círculo arterial cerebral, que é quase exclusivamente formado pelas artérias vertebrais. Estas se unem em uma forte artéria basilar que se divide em dois grandes ramos terminais. Cada um deles origina primeiramente a artéria cerebral caudal, recebe depois, quando não está ainda totalmente atrofiada, o vestígio da artéria carótida interna e emite, um pouco mais adiante, a artéria cerebral média e a cerebral rostral.

O tipo I: em uma série de mamíferos, as artérias carótidas internas intervém quase que, exclusivamente, na constituição das artérias da base do cérebro. A artéria carótida interna ou a rede admirável, que substitui no adulto a carótida interna do embrião se divide, após a perfuração da dura-máter, em dois ramos terminais, um rostral e outro caudal. O ramo rostral emite, entre outros, a artéria cerebral média e termina como artéria cerebral rostral; o ramo caudal fornece a artéria cerebral caudal, une-se àquela do antímero oposto para formar a artéria basilar. Na maioria destes casos, ocorre anastomose do sistema cerebral carotídeo com o vertebral ao nível da artéria basilar, já que esta resulta do lado cranial da fusão dos ramos caudais das artérias carótidas internas e do lado caudal das artérias vertebrais. A artéria basilar diminui caudalmente de calibre provando desta forma que, todo o sangue vem das artérias carótidas; neste caso, apenas delgadas terminações das artérias vertebrais unem-se na basilar. O tipo I é encontrado nos vertebrados inferiores, répteis, aves, monotrêmatas, marsupiais (cangurus), cetáceos, perissodactylos, artiodactilos em numerosos carnívoros e nos pinípedes.

Westpfahl (1961) utilizou quarenta e duas galinhas, sacrificadas com 3ml de Eunarcon através da veia basílica, as quais foram injetadas com resina artificial

(Polystyrol-Bunawwerke) pela artéria isquiática ao nível do joelho, sendo quatro aves submetidas à corrosão com fermento digestivo e outras formolizadas.

Seus estudos revelam que, na parte caudal da sela túrcica a carótida interna emerge na cavidade craniana e é denominada de artéria carótida do cérebro; no bordo da sela túrcica se divide originando a artéria oftálmica interna rostralmente, e após, como nos mamíferos, emite um ramo rostral e outro ramo caudal. A artéria oftálmica interna deixa junto com o nervo óptico a caixa craniana e anastomosa-se com a artéria oftálmica externa.

Não há fechamento do círculo arterial cerebral, pois o ramo rostral não comunica-se macroscopicamente e em apenas dois casos em 30 encontrou-se uma anastomose entre os ramos caudais, para formar a artéria basilar cerebral; nestes dois casos sempre um ramo é ainda significativamente mais fino que o outro. A artéria basilar cerebral formou-se de um único ramo caudal, em 18 casos de 30 do antímero esquerdo e em 10 do direito.

O ramo rostral percorre látero-rostralmente a face ventral do cérebro médio e atinge a fissura transversa do cérebro, onde emite a artéria cerebral caudal, percorrendo-a entre o mesencéfalo e o hemisfério cerebral e alcança a superfície dorsal do encéfalo, para aí subdividir-se em seus ramos terminais.

Após a origem da artéria cerebral caudal o ramo rostral ramifica-se formando a artéria cerebral média e a artéria etmoidal.

A artéria cerebral média descreve um arco convexo lateral na porção ventral da superfície do hemisfério cerebral dando origem a inúmeras ramificações que penetram no mesmo.

A artéria etmoidal, segundo ramo da bifurcação do ramo rostral, aparece como continuação direta deste, formando igual convergência na base do cérebro em direção à órbita, indo se anastomosar com a artéria oftálmica externa.

O ramo caudal atinge a porção caudal da sela túrcica em direção à linha mediana e forma em continuação, a artéria basilar cerebral. Esta dá origem para o rombencéfalo

de três a quatro pares de pequenos vasos, que se projetaram lateralmente, com a designação de artérias cerebelares rostrais. A seguir, a artéria basilar no meio do rombencéfalo, fornece um calibroso par de artérias cerebelares caudais. Estas projetam-se, em ângulo agudo à basilar caudo-lateralmente, indo ao cerebelo contornando-o lateralmente e ramificando-se em leque, na sua face lateral.

Finalmente, a artéria basilar torna-se cada vez mais delgada na face ventral da medula oblonga, originando dois pequenos ramos paralelos que próximo ao forame magno, novamente unem-se para anastomosar-se formando a artéria espinhal ventral.

Kitoh (1962), estudando oito *Gallus gallus*, injetou a cabeça pela artéria carótida comum, sendo sete com tinta da China a 10% em gelatina e um com Neoprene látex, a qual sofreu o processo de corrosão em ácido clorídrico concentrado. Em seus resultados consta que as artérias carótidas do cérebro, na face caudo-ventral da hipófise, anastomosam-se através de um grande ramo. Em sua continuação rostral lançam a artéria oftálmica interna que saindo para a órbita se interliga com a artéria oftálmica externa. A artéria carótida do cérebro, na base do mesmo divide-se em dois ramos quase do mesmo tamanho, isto é, um ramo rostral e outro caudal.

No caso das galinhas, a artéria que se une à artéria espinhal, a partir da artéria vertebral, não é muito desenvolvida, e por esta razão, todas as artérias que se distribuem no cérebro partem das artérias carótidas do cérebro.

O ramo rostral emite a artéria cerebral caudal que penetra na fissura transversa do cérebro; logo após origina as artérias cerebral média e etmoidal.

A artéria etmoidal antes de perfurar a dura-máter, cede à artéria cerebral rostral. Às vezes este ramo sai da artéria etmoidal ou da cerebral média.

O ramo caudal, das artérias carótidas do cérebro, nos dois antímeros, diferem consideravelmente em calibre. O ramo caudal, maior, depois de originar a artéria tectal mesencefálica ventral, passa a ser chamada de artéria basilar. O ramo terminal do ramo caudal, menor, recebe a denominação de artéria tectal mesencefálica ventral. A

formação da artéria basilar de um ou de outro ramo caudal está na dependência de diferenças individuais. O ramo caudal direito e esquerdo, após sua origem da respectiva artéria carótida do cérebro, anastomosam-se através de vasos extremamente delgados. Este ramo anastomótico dá origem ao elo caudal do círculo arterial cerebral dos mamíferos e provavelmente corresponda ao ramo comunicante caudal. O presente autor denominou-o de artéria comunicante caudal. O ramo caudal emite a artéria tectal mesencefálica ventral; em um antímero ela é derivação do ramo caudal que se continua como a artéria basilar e no antímero oposto é a artéria terminal do ramo caudal e dirige-se para o tecto óptico. A artéria basilar é formada a partir da anastomose do ramo caudal desenvolvido com o ramo comunicante caudal do antímero oposto, a qual percorre ventralmente a linha mediana do rombencéfalo. A artéria basilar origina uma série de colaterais entre eles, as artérias cerebelares ventrais rostrais e caudais; após a emissão da última, a artéria basilar torna-se extremamente fina, continuando-se na artéria espinhal ventral. Antes de alcançar a medula espinhal, na base do mielencéfalo, a artéria basilar divide-se em duas.

Richards (1967), trabalhou com 24 *Gallus gallus*, adultos de ambos os sexos, injetados pela aorta em contrafluxo, com neopreme látex e tinta da índia.

As observações revelaram que a artéria carótida interna representa o único suprimento sangüíneo direto do encéfalo, mas existem inúmeras anastomoses importantes entre a circulação cerebral e extra-cranial. Existe uma artéria oftálmica interna unindo a rede temporal com vasos cerebrais.

O círculo arterial cerebral está aberto tanto rostral como caudalmente; as artérias cerebrais rostrais não se unem, e a artéria basilar é geralmente assimétrica na origem. A artéria basilar adelgaça-se caudalmente e continua como artéria espinhal ventral. Como nos mamíferos há somente tênues comunicações entre estes vasos e as artérias vertebrais.

A artéria carótida interna dirige-se rostro-medialmente e adentra a sela túrcica onde se encontra com a do antímero oposto para formar uma ligação em “H”,

correspondente à anastomose intercarótica. O ramo rostral desta estrutura passa lateralmente em torno da parte distal da hipófise e antes da bifurcação do tronco principal, origina a artéria oftálmica interna.

Depois de emitir a artéria oftálmica interna, a carótida do cérebro divide-se em dois ramos, rostral e caudal. O primeiro é maior e responsável pelo suprimento sanguíneo do hemisfério cerebral, passando rostro-lateralmente em torno do quiasma óptico para dar as três principais artérias cerebrais.

A grande artéria cerebral caudal emerge do ramo rostral lateralmente pouco antes do último penetrar para o interior da fissura transversa do cérebro, na frente do quiasma óptico. Ela se dirige lateralmente no início, mas logo se dorsaliza entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral.

A artéria cerebral média sai do ramo rostral lateralmente, dirigindo-se rostralmente em arco em direção ao bulbo olfatório.

A artéria cerebral rostral é um delicado vaso passando em direção dorsomedial entre os hemisférios cerebrais, surgindo do ponto onde o ramo rostral se divide em artérias oftálmicas cerebral (etmoidal) e cerebral média. A artéria etmoidal é a continuação direta do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, o qual depois de emitir as três artérias cerebrais, passa rostro-medialmente através da dura-máter para a órbita pelo forame etmoidal.

O círculo arterial cerebral na ave é incompleto caudalmente na maioria dos indivíduos, porque o ramo caudal é persistente somente em um antímero. O primeiro ramo emitido do ramo caudal do círculo arterial cerebral é a artéria tectal mesencefálica ventral. Ocasionalmente este vaso nasce do ponto de bifurcação dos dois ramos do círculo, mas em muitos espécimes ele se origina do ramo caudal, quando este está presente. No antímero contralateral, onde não existe este ramo, o vaso nasce do bordo caudal do ramo rostral. Esta artéria supre a superfície ventral do lobo óptico.

A artéria basilar projeta-se para trás na superfície ventral da medula, sendo um vaso mediano com diminuição de diâmetro no sentido caudal. Um número de pequenas

artérias sai da mesma e suprem a face ventral da medula oblonga dando também dois grandes vasos para o cerebelo.

A artéria cerebelar ventral rostral de pequeno calibre é o primeiro destes ramos, projeta-se dorsolateralmente para os lados da porção caudal do cerebelo e têm anastomoses com ramos finais das artérias cerebelar ventral caudal e cerebelar dorsal. A artéria cerebelar ventral caudal é o maior dos dois ramos principais da artéria basilar; origina a artéria espinhal dorsal e continua-se contornando o flóculo em arco abrindo-se em inúmeros pequenos ramos os quais suprem a maior parte do cerebelo. A artéria espinhal ventral é um delicado vaso que tem sua origem de uma ou outra artéria cerebelar ventral caudal, não se constituindo mais na terminação da artéria basilar. Esta segue na face ventral da medula espinhal freqüentemente como um par de vasos.

Finalmente, em análise funcional, tal autor diz que recentemente foi demonstrado que as finas comunicações entre o sistema occipito-vertebral e a artéria espinhal ventral não são rotas adequadas capazes de manter a vida em aves, porque as artérias espinhal ventral e basilar são derivadas exclusivamente do ramo caudal do círculo arterial cerebral, sendo o fluxo sangüíneo de direção caudal. Isto poderá impedir sua influência de proteção durante a isquemia cerebral, mesmo supondo que suas delicadas anastomoses com o sistema occipito-vertebral sejam funcionantes. Entretanto, sob tais condições a possibilidade de pequeno fluxo retrógrado não pode ser descartada.

Baumel & Gerchman (1968), analisando a anastomose intercarótica em aves e em outros vertebrados, estudaram 82 espécies de aves e, classificaram quatro tipos de conformação dessas ligações, situando os Galliformes (*Gallus gallus*) no tipo “H” de anastomose intercarótica.

Aves, geralmente, não possuem círculo arterial cerebral (de Willis) comparadamente àquele dos mamíferos onde a artéria basilar normalmente não é formada pela união de ambos os ramos caudais da carótida cerebral e a comunicação entre a artéria cerebral rostral é rara. A anastomose intercarótica obviamente serve como um admirável substituto.

Crowe & Croswe (1979) nos estudos de distribuição sanguínea da cabeça e pescoço, utilizando oito galinhas d'angola (*N. meleagris*) adultas, cujas artérias cerebrais foram preenchidas através de injeções de látex, dissecação, molde de resina, injeções de lipidol e raio X, obteve os seguintes resultados:

A irrigação vascular que supre à região da cabeça e do pescoço da galinha d'angola são as artérias carótidas. Logo após divergirem da artéria inominada, as duas carótidas comuns entram no canal hipofisial das vértebras cervicais, e continuam, lado a lado, até o pescoço sem se unirem. Na base da 5ª vértebra cervical, as carótidas emergem do canal hipofisial e continuam superficialmente para a base do crânio. Neste ponto, cada carótida comum divide-se em dois ramos iguais, a carótida interna que é, essencialmente, uma continuação do ramo principal e, a carótida externa.

A carótida interna, na base do basisfenóide, se divide em dois vasos iguais. A maior é a artéria oftálmica externa, e a menor é a carótida cerebral.

Após dar origem a esses dois ramos, a carótida interna cerebral continua através de canais carotídeos até que ela forma uma anastomose em formato de “H” com a carótida interna do lado oposto. Esta anastomose é formada caudalmente a sela túrcica. A conexão entre as duas carótidas é fina e curta.

A artéria oftálmica interna origina-se antes do tronco principal da carótida cerebral, o círculo arterial cerebral, passa dorsolateralmente. Esta artéria passa rostralmente, em associação ao nervo óptico, e origina ramos que se conectam com as artérias oftálmica cerebral e oftálmica externa. Ela também possui conexões com a artéria etmoidal.

Após dar origem à artéria oftálmica interna, o círculo arterial cerebral se divide em um ramo rostral e num ramo caudal incompleto. O ramo rostral supre o cérebro e os lobos ópticos. Ele origina a artéria tectal mesencefálica ventral que se ramifica, irrigando a superfície ventral do lobo óptico, e possui conexões com a artéria cerebelar ventral rostral. O ramo rostral então passa rostro-lateralmente ao redor o cérebro para

originar quatro ramos: a artéria cerebral caudal era mais desenvolvida no lado direito da cabeça nas três espécimes, onde o cérebro foi dissecado. Ela origina ramos que nutrem o cerebelo e a superfície dorsal do lobo óptico. A artéria cerebral média sai do ramo rostral após a origem da artéria cerebral caudal. Esta artéria passa lateralmente ao redor dos hemisférios cerebrais em direção aos lobos olfatórios. Ela origina vários vasos pequenos ao longo do caminho. A artéria cerebroetmoidal, surge a partir do mesmo ponto que a artéria cerebral média. Este vaso passa rostro-medialmente através da dura-máter. Ela recebe ramos da artéria oftálmica externa após entrar na órbita pelo forame etmoidal. A artéria cerebral rostral, é o mais fino dos quatro ramos do ramo rostral. Ela passa em direção medial e parece entrar na dura-máter.

Em dois espécimes, o ramo caudal do circulo de Willis, ou artéria basilar, era bem desenvolvido no lado esquerdo e rudimentar no lado direito. O contrário foi achado no 3º espécime. Em um dos espécimes, com uma artéria basilar esquerda, ocorre uma conexão fina entre os ramos dos dois lados, antes que a artéria cerebelar ventral seja originada. O ramo caudal passa caudalmente, ao longo da superfície ventral mediana da medula, emitindo pequenos vasos laterais pelo caminho.

Artéria cerebelar ventral rostral nutre o cerebelo. As duas artérias cerebelares ventrais caudais surgem na vizinhança da medula, e irrigam o flóculo e a superfície dorsal do cerebelo. Artéria espinhal ventral se origina da artéria basilar. Este vaso passa ao longo da superfície ventral da medula espinhal, como um vaso único.

Midtgard (1984) utilizando quatro cabeças de gaivotas adultas (*Larus argentatus*), as quais foram injetadas com metilmetacrilato, obteve os seguintes resultados:

Gaivotas são pássaros bi-carotídeos, ou seja, a cabeça é suprida por dupla artéria carótida interna.

Na fossa hipofisial, a artéria carótida do cérebro encontra sua homóloga contralateral para formar a anastomose intercarótica, e logo adiante, a pequena artéria

oftálmica interna deixa a cavidade cranial através de um orifício próximo ao forame óptico. Após a origem da artéria oftálmica interna, a artéria carótida do cérebro curva-se dorsalmente e divide-se em dois ramos: o ramo caudal, completamente desenvolvido em apenas um lado do cérebro, dá origem à artéria cerebelar ventral, que se curva dorsalmente e irriga o cerebelo. O ramo caudal da artéria carótida do cérebro continua caudalmente, na linha mediana, como a artéria basilar. O ramo rostral, irriga a maior parte do cérebro, origina a artéria tectal mesencefálica ventral e, ao alcançar a base dos hemisférios, lança as artérias cerebrais médias e caudais. A artéria cerebral caudal passa entre o lobo óptico e o hemisfério e origina a artéria cerebelar dorsal e ramos da parte caudal dos hemisférios. O ramo rostral da artéria carótida do cérebro continua medialmente como a artéria cerebroetmoidal, que origina a artéria cerebral rostral. Esta última passa dorsalmente e estende-se pela fissura entre os dois hemisférios. Assim como no caso do ramo caudal, não há conexão entre as duas artérias cerebrais rostrais, sendo a fissura inter-hemisférica irrigada pela principal, localizada apenas em um antímero.

A artéria etmoidal, que é a continuação extra-cranial da artéria cerebroetmoidal, irriga a porção rostral da glândula nasal.

Campos (1987), utilizando trinta aves (*Gallus gallus*), nas quais as artérias braquiocefálicas foram canuladas através do coração e, o sistema arterial foi preenchido com 2,5ml de resina artificial Batson.

Em seus resultados, as artérias que suprem o encéfalo do *Gallus gallus* surgem de ramos provenientes de ambas artérias carótidas do cérebro direita e esquerda no sistema carotídeo estudado em todos espécimes. Estas artérias deixam o canal carotídeo, na sela túrcica, ventro-caudalmente à hipófise, onde estão transversalmente interconectadas por um calibroso vaso, formando a anastomose intercarótica.

Artérias carótidas do cérebro (100%), após a anastomose intercarótica, dirigem-se ventro-lateralmente à hipófise, no sentido caudo-rostral, curvando-se dorsalmente, formando um ângulo de 90° de onde se projetam as artérias oftálmicas internas. Elas

acompanham ventro-lateralmente o nervo óptico, deixando o crânio através do forame óptico, entrando na cavidade orbital, anastomosando-se com a artéria oftalmotemporal.

Em todos os exemplares, ao nível do trato óptico, as artérias carótidas do cérebro, dividem-se em dois ramos terminais, o ramo caudal e o ramo rostral.

O ramo caudal da artéria carótida do cérebro, projeta-se em direção caudomedial, formando a artéria basilar na linha mediana, após anastomosar-se com o seu homólogo contralateral, da seguinte maneira: em 70% dos casos, o ramo caudal esquerdo era persistente e muito bem desenvolvido. O ramo caudal direito era vestigial, e surgiu como um vaso anastomótico de fino calibre ligando a artéria tectal mesencefálica ventral com o ramo caudal esquerdo desenvolvido da artéria carótida do cérebro. Em 26,6% dos exemplares, o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita era muito desenvolvido, enquanto o ramo caudal esquerdo permaneceu vestigial. Em 23,3% desses casos, apresentou-se como uma anastomose de fino calibre ligando a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda com o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita. Em 3,3% desses achados, apresentou-se como um vaso de fino calibre ligando a artéria carótida do cérebro esquerda diretamente com o ramo caudal direito desenvolvido da artéria carótida do cérebro. Em 3,3% de todas as preparações, o ramo caudal de ambas artérias carótidas do cérebro eram bem desenvolvidos. Todavia, o ramo caudal esquerdo foi ligeiramente mais calibroso que o direito.

O ramo caudal da art. carótida do cérebro originou como ramo colateral a art. tectal mesencef. ventral, que supria o hemi-lobo ventralmente; originando-se de duas formas (maneiras): Em 73,3% dos casos, a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda. Também foi observado que em 26,6% dos casos ocorreu como ramo direto da artéria carótida do cérebro esquerda. Em 70% dos achados, a artéria tectal mesencefálica ventral direita foi ramo direto da artéria carótida do cérebro direita. Em 30% dos casos, era ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita.

A artéria basilar originou-se da anastomose dos ramos caudais direito e esquerdo das artérias carótidas do cérebro da seguinte maneira:

Em 70% dos casos o ramo caudal esquerdo é formado da artéria basilar e, o caudal direito vestigial, aparecendo como um ramo anastomótico entre a artéria tectal mesencefálica ventral direita e o ramo caudal esquerdo.

Em 26,66% das peças o ramo caudal direito da artéria carótida do cérebro foi o formador da artéria basilar, havendo dois tipos diferentes de ramo anastomótico vestigial. Em 23,33% dessas observações, o ramo vestigial é uma anastomose de fino calibre entre a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda e o ramo caudal direito. Em 3,33% das preparações o ramo vestigial é uma anastomose direta da artéria carótida do cérebro esquerda com o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita.

Em 3,33% dos achados, os ramos caudais direito e esquerdo das artérias carótidas do cérebro apresentaram-se persistentes funcionais, havendo um ligeiro predomínio de calibre do ramo caudal esquerdo sobre o direito, os quais anastomosaram-se na formação da artéria basilar.

Em toda extensão de seu trajeto a artéria basilar lança ramos colaterais constantes para irrigar quase todo o rombencéfalo, as artérias cerebelar ventral rostral e caudal. As artérias cerebelares ventrais rostrais originaram-se da artéria basilar dorso-caudalmente à hipófise proporcionando a irrigação de uma pequena área rostro-ventral do cerebelo. Em 100% das peças foi visualizada a presença da artéria cerebelar ventral rostral direita, já em 96,66% dos casos a artéria cerebelar ventral rostral esquerda nasceu diretamente da artéria basilar, enquanto que, em 3,33% dos encéfalos, a artéria cerebelar ventral rostral esquerda não se mostra como ramo da artéria basilar e sim como ramo da artéria cerebelar ventral caudal esquerda.

As artérias cerebelares ventrais caudais nascem da artéria basilar quando esta inicia o percurso ventralmente à medula oblonga, projetando-se latero-caudalmente e, aos poucos, indo abraçar a medula oblonga em trajeto dorsal, para o flóculo e cerebelo.

Em 100% dos casos, a artéria cerebelar ventral caudal direita foi encontrada padrão, já em 100% das peças, a artéria cerebelar ventral caudal esquerda está presente no antímero oposto. A artéria cerebelar ventral caudal acessória esquerda, em 33,33% das observações, apareceu como um ramo atípico da artéria basilar, surgindo na altura da artéria cerebelar ventral direita e apresentou-se de fino calibre nutrindo uma pequena região ventral do cerebelo, abaixo do flóculo esquerdo.

A artéria espinhal dorsal esquerda foi encontrada em 33,33% dos encéfalos, como ramo direto da artéria basilar. A artéria espinhal dorsal, no restante das peças, apareceu como um ramo constante das artérias cerebelares ventrais caudais direita e esquerda.

O ramo rostral da artéria carótida do cérebro foi à continuação natural deste vaso. Este projetou-se rostro-lateralmente até a fissura transversa do cérebro, onde dividiu-se sequencialmente em seus três ramos terminais: a artéria cerebral caudal, a artéria cerebral média e a artéria cerebroetmoidal.

As artérias cerebrais caudais, direita e esquerda, foram os primeiros ramos terminais do ramo rostral em todos os encéfalos estudados. Ela foi emitida do ramo rostral ao nível da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico mesencefálico e o hemisfério cerebral, projetando-se profundamente em direção dorsal.

Em 96,66% das peças, a artéria cerebral caudal direita apareceu lançada do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, na altura da fissura cerebral transversa quando este projeta-se em arco, dorsalmente, para atingir o hemisfério cerebral.

Em 100% dos casos, a artéria cerebral caudal esquerda foi constante, surgindo do ramo rostral esquerdo, na altura da fissura cerebral transversa antes de atingir o hemisfério cerebral.

As artérias cerebrais médias, direita e esquerda, emergem do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, logo após a origem da artéria cerebral caudal. Estas

projetaram-se rostralmente, formando um arco lateral até alcançar o bulbo olfatório. Elas contornam lateralmente o bulbo, projetando-se finalmente em direção dorsal. Emitiram no seu percurso numerosos ramos perfurantes e ramos hemisféricos laterais finalizando em um ramo hemisférico rostral e num ramo rostral para a dura-máter. Em 100% dos casos, a artéria cerebral média direita apresentou comportamento padrão e único. Já em 3,33% dos encéfalos, a artéria cerebral média esquerda apareceu dupla e foi classificada pelo critério topográfico como artéria cerebral média esquerda lateral e artéria cerebral média esquerda medial.

As artérias cerebroetmoidais direita e esquerda foram os ramos terminais do ramo rostral da artéria carótida do cérebro. A artéria etmoidal foi sua continuação natural. Essa continuou-se medialmente e rostralmente aproximando-se do quiasma óptico e da linha mediana, em direção rostral, acompanhando lateralmente a fissura inter-hemisférica ventral. Juntamente com o nervo olfatório, a artéria etmoidal abandonou a cavidade craniana pelo forame olfatório, penetrando na cavidade orbitária acompanhando o septo interorbital. Essa anastomosa-se com as artérias oftalmotemporal e supra-orbitária, lançando-se a seguir na cavidade nasal onde se ramifica. Em 100% das preparações, a artéria etmoidal direita mostrou-se com um comportamento normal, já em 10% das peças, a artéria etmoidal esquerda apresentou-se duplicada.

O outro ramo colateral da artéria cerebroetmoidal é a artéria cerebral rostral, cuja origem e número foram variáveis. As artérias cerebrais rostrais foram classificadas como tais considerando-se seu território de irrigação: em 86,66 % dos casos, a artéria cerebral rostral direita apareceu dupla já em 10 % das observações apresentou-se única enquanto em 3,33% das peças apareceu tripla. À esquerda, em 66,66% dos casos, a artéria cerebral rostral esquerda foi dupla já em 23,33% das observações, a apresentou-se única enquanto que em 10 % das observações, a artéria cerebral rostral esquerda mostrou-se tripla.

Campos (1990), em seus resultados, a artéria cerebral média projeta-se látero-rostralmente, na base do encéfalo, formando um arco cuja extremidade aproxima-se da

linha mediana na lateral do bulbo olfatório, o qual é contornado por essa lateralmente através de seus ramos terminais que se projetam na face dorsal do encéfalo em sentido caudal até a altura da valécula, onde seus capilares anastomosam-se em ósculo com os capilares terminais dos ramos hemisféricos dorsais da artéria inter-hemisférica, que por sua vez é originada da artéria cerebral caudal.

O ramo terminal da artéria cerebral média, na altura do bulbo olfatório, divide-se em dois troncos principais denominados de ramos hemisféricos rostrais medial e lateral. O ramo hemisférico rostral medial, além de fornecer irrigação à parte dorsal do bulbo olfatório, geralmente mergulha na fissura inter-hemisférica dorsal. O ramo hemisférico rostral lateral é de maior calibre, projeta-se em sentido caudal formando sub divisões até a valécula onde, nesta altura ou próximo, origina a artéria meníngea rostral que incorpora-se à dura-máter percorrendo-a caudolateralmente em seu espessamento que corresponde a este sutil sulco chamado valécula. No trajeto compreendido desde sua origem até a formação de seus ramos terminais, a artéria cerebral média lança ramos superficiais em duas direções: os mediais e os hemisféricos laterais. Os ramos mediais, pequenos e em menor número, complementam a área ventral não irrigada pelas artérias cerebrais rostrais, sendo que o mais rostral deles dirige-se para o bulbo olfatório mergulhando na fissura inter-hemisférica ventral complementando um anel em torno da base do bulbo olfatório com o ramo hemisférico rostral medial. Em 90% dos casos, os ramos hemisféricos laterais aparecem com número variável, em média, de quatro a cinco, à esquerda.

A artéria cerebral média, em seu percurso origina, ainda, ramos perfurantes que penetram no tecido nervoso, irrigando o hiperestriado, com o número médio variável de quatro a sete ramos conforme seus calibres, muitos de fino calibre ou poucos de grosso calibre. Os ramos perfurantes podem ter origem diretamente da artéria cerebral média ou de seus ramos superficiais hemisféricos laterais, porém sempre em número de aparecimentos menor que os provenientes diretamente da artéria cerebral média.

A artéria cerebral caudal é o primeiro, dos três ramos terminais, a serem emitidos do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, mais precisamente no momento

da passagem desse ramo lateralmente aos tratos ópticos, na junção rostral do lobo tecto óptico mesencefálico com o hemisfério cerebral. A artéria cerebral caudal desprende-se penetrando na fissura transversa do cérebro percorrendo-a látero-caudo-médio-dorsalmente, indo de encontro à glândula pineal e daí penetrando na fissura inter-hemisférica dorsal. Ao projetar-se aí, caudo-rostralmente, no interior da fissura, nos casos padrões, a artéria cerebral caudal de um lado predomina formando a artéria inter-hemisférica que é responsável pela formação dos ramos hemisféricos dorsais que irrigaram a superfície dorso-medial dos dois hemisférios cerebrais. Porém, pouco antes de se tornar artéria inter-hemisférica origina ramos hemisféricos occipitais para a face caudal do hemisfério do mesmo lado de onde ela é proveniente. No antímero oposto a artéria cerebral caudal, não predominante, origina ramos hemisféricos occipitais e termina-se em um ou dois ramos hemisféricos dorsais para o próprio hemisfério do seu lado de origem. Os ramos occipitais, além de irrigarem as faces caudais dos hemisférios, projetam-se no dorso hemisferial rostrolateralmente atingindo a área mais caudal desta superfície e fazendo anastomose em ósculo com os ramos hemisféricos laterais mais caudais provenientes da artéria cerebral média. A artéria cerebral caudal origina as artérias tectais mesencefálicas dorsais e cerebelar dorsal, além da artéria inter-hemisférica, com modelos variáveis.

As artérias cerebelares ventrais caudais originam-se da artéria basilar na face ventral do rombencéfalo, compondo seus dois ramos principais. Elas lateralizam-se em direção mais caudal abraçando a ponte, e pouco antes de atingirem o cerebelo formam a artéria espinhal dorsal, e logo após, projetam-se rostralmente em ângulo quase reto até atingirem o ponto mais ventral da base da aurícula do cerebelo. A aurícula cerebelar (flóculo) é uma expansão nervosa par, nas laterais do cerebelo, em forma de cone achatado localizadas no interior das porções petrosas do crânio com leve inclinação caudal. A artéria cerebelar ventral caudal contorna o bordo ventral curvando-se em torno do ápice da aurícula, e a seguir percorre o bordo dorsal onde em vários níveis desse percurso pode emitir suas ramificações, que se acentuam no momento onde a base da aurícula toca dorsalmente o vérmis cerebelar. A artéria cerebelar ventral caudal divide-se, então, em diversos ramos como em raios nas faces laterais dos lóbulos do vérmis cerebelar. Nas faces rostral e caudal da aurícula descem finos ramos

provenientes da artéria cerebelar ventral caudal, esses vasos por vezes são muito retos ou muito serpenteados.

O primeiro ramo terminal da artéria cerebelar ventral caudal é o ramo caudal, que sempre desprende-se dela pela face caudal da aurícula e dirige-se aos lóbulos cerebelares mais caudais e para a parte caudal da base do cerebelo. O ramo terminal rostral é a continuação normal da própria artéria que irrigará a face lateral do vérmis cerebelar. Este ramo rostral é normalmente mais calibroso que o ramo caudal e, geralmente, bifurca-se quando atinge o vérmis cerebelar, formando a partir dessa divisão, todas as ramificações que originam o aspecto iridescente. Em 63,3% das peças, a artéria cerebelar ventral caudal esquerda apresentou-se dividida em ramos rostral e caudal no terço médio do bordo dorsal da aurícula esquerda. Em 50% das observações, a artéria cerebelar ventral caudal direita dividiu-se em seus ramos rostral e caudal ao nível do terço médio do trajeto do bordo dorsal da aurícula cerebelar direita.

Campos et al. (1995), utilizando trinta aves (*Gallus gallus*) nas quais as artérias braquiocefálicas foram canuladas através do coração e, o sistema arterial foi preenchido com 2,5ml de resina artificial Batson.

Em seus resultados, as artérias que suprem o encéfalo do *Gallus gallus* surgem de ramos provenientes de ambas artérias carótidas do cérebro no sistema carotídeo estudado em todas espécimes. Estas artérias deixam o canal carotídeo, na sela túrcica, ventro-caudalmente à hipófise, onde estão transversalmente interconectadas por um calibroso vaso, formando a anastomose intercarótica.

Em todos exemplares, as artérias carótidas do cérebro, projetaram-se ventro-lateralmente à hipófise em uma direção caudo-rostral, curvando dorsalmente em um ângulo reto, emitindo rostralmente as artérias oftálmicas internas direita e esquerda. Elas acompanharam ventro-lateralmente ao nervo óptico, deixando o crânio através do forame óptico, entrando na cavidade orbital, anastomosando-se com a artéria oftalmotemporal.

Em todos os exemplares, ao nível do tracto óptico, as artérias carótidas do cérebro, dividem-se em dois ramos terminais, o ramo caudal e o ramo rostral. O ramo caudal da artéria carótida do cérebro, projeta-se em direção caudo-medial: formando a artéria basilar na linha mediana, após anastomosar-se com o seu homólogo contralateral, da seguinte maneira: Em 70% dos casos, o ramo caudal esquerdo era persistente e muito bem desenvolvido. O ramo caudal direito era vestigial, e surgiu como um vaso anastomótico de fino calibre ligando a artéria tectal mesencefálica ventral com o ramo caudal esquerdo desenvolvido da artéria carótida do cérebro. Em 26,66% dos exemplares, o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita era muito desenvolvido, enquanto o ramo caudal esquerdo permaneceu vestigial. Em sete dos oito casos, apresentou-se como uma anastomose de fino calibre ligando a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda com o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita. Em uma das oito preparações, apresentou-se como um vaso de fino calibre ligando a artéria carótida do cérebro esquerda diretamente com o ramo caudal direito desenvolvido da artéria carótida do cérebro.

Em 3,33% de todas as preparações, o ramo caudal de ambas artérias carótidas do cérebro eram bem desenvolvidas. Todavia, o ramo caudal esquerdo foi ligeiramente mais calibroso que o direito.

O ramo caudal da artéria carótida do cérebro originou como ramos colaterais – artéria tectal mesencefálica ventral, que supriam o hemi-lobo óptico mesencefálico, ventralmente, de três formas. Em 73,33% dos casos, a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda. Também foi observado que em 26,66% dos casos ocorreu como ramo direto da artéria carótida do cérebro esquerda. Em 70% dos achados, a artéria tectal mesencefálica ventral direita foi ramo direto da artéria carótida do cérebro direita. Já em 30% dos casos, era ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita.

O ramo rostral da artéria carótida do cérebro era a continuação natural deste vaso. Este projetou-se rostro-lateralmente até a fissura transversa do cérebro, onde

dividiu-se seqüencialmente em seus três ramos terminais: a artéria cerebral caudal, a artéria cerebral média e a artéria cerebroetmoidal.

A artéria cerebral caudal foi o primeiro ramo terminal do ramo rostral em todos os encéfalos estudados. Ela foi emitida do ramo rostral ao nível da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico mesencefálico e o hemisfério cerebral, projetando-se profundamente em direção dorsal.

As artérias cerebrais médias emergem do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, logo após a origem da artéria cerebral caudal. Estas projetaram-se rostralmente, formando um arco lateral até alcançar o bulbo olfatório. Elas contornam lateralmente o bulbo, projetando-se finalmente em direção dorsal. Emitiram no em seu percurso numerosos ramos perfurantes e ramos hemisféricos laterais finalizando em um ramo hemisfério rostral e num ramo rostral para a dura-máter. Em todos os exemplares, a artéria cerebral média direita era ímpar. Em 96,6% das preparações, a artéria cerebral média esquerda apresentou-se com o mesmo modelo anatômico ímpar. Em 3,3% dos casos, entretanto, ela foi par. Neste caso, por razões topográficas, os vasos foram denominados de artéria cerebral média esquerda lateral e artéria cerebral média esquerda medial. A primeira citada foi a primeira artéria lançada do ramo rostral; comportando-se como um modelo padrão normal em arco, terminando-se próximo do bulbo olfatório. Essa mergulhou no tecido nervoso como um ramo perfurante. A artéria cerebral média esquerda medial foi lançada paralelamente à outra. Projetou-se rostralmente em uma linha reta, contornando a lateral do bulbo olfatório terminando-se nos ramos hemisférico rostral e rostral para a dura-máter.

As artérias cerebroetmoidais foram os ramos terminais do ramo rostral da artéria carótida do cérebro. A artéria etmoidal foi sua continuação natural. Essa continuou-se medialmente e rostralmente aproximando-se do quiasma óptico e da linha mediana, em direção rostral, acompanhando lateralmente a fissura inter-hemisférica ventral. Juntamente com o nervo olfatório, a artéria etmoidal abandonou a cavidade craniana pelo forame olfatório, penetrando na cavidade orbitária acompanhando o septo interorbital. Essa anastomosa-se com as artérias oftalmotemporal e supra-orbitária,

lançando-se a seguir na cavidade nasal onde se ramifica. O outro ramo colateral da artéria cerebroetmoidal é a artéria cerebral rostral, cuja origem e número foram variáveis.

Holliday (2006), em sua descrição da anatomia vascular da cabeça de flamingos (*Phoenicopterus ruber*), um espécime de macho adulto de foi utilizado e o sistema vascular encefálico foi injetado com meio de látex/bário obtendo-se os seguintes resultados:

O círculo da artéria cerebral é visível na cavidade endocranial. A artéria basilar divide-se nas artérias encefálicas caudais pares, sendo que cada uma delas se anastomosa com a artéria encefálica comum ipsilateral. A artéria encefálica comum, ramo terminal da artéria carótida interna, se ramifica nas artérias cerebral rostral comum e cerebral caudal. A cerebral rostral comum, subseqüentemente, se ramifica nas artérias cerebral frontal, etmoidal e oftálmica cerebral.

Embora não tenha sido bem visualizado pelos dados *scaneados*, a artéria cerebral caudal surge a partir da artéria encefálica comum direita, uma assimetria comum presente na classe aviária.

Schwarze & Schroder (1970), em *Gallus gallus*, citaram que a artéria carótida do cérebro dividiu-se para originar a artéria oftálmica interna e, após fornecer um ramo rostral e outro caudal. Não existe círculo arterial cerebral fechado. A artéria basilar do cérebro está formada unicamente pelos ramos caudais direito e esquerdo. A artéria espinhal ventral, em cuja formação participam pequenos ramos da vertebral ascendente, anastomosa-se com a artéria basilar do cérebro e com ramos terminais das artérias intercostais e lombares.

Nickel et al (1977), em *Gallus gallus*, descreveram que a artéria carótida alcança a base do cérebro na cavidade cranial. Lateralmente à glândula hipófise divide-se na artéria oftálmica interna e nos ramos rostral e caudal. O ramo rostral cede à artéria cerebral caudal a qual mergulha entre o cérebro médio e o rombencéfalo, e também bifurca-se na artéria cerebral média e artéria etmoidal. A artéria cerebral média forma uma curva convexa na superfície da base do cérebro suprimindo-o com numerosos vasos subsidiários. A artéria etmoidal atinge a órbita onde se anastomosa com a artéria oftálmica externa. Deixando a órbita pela sua borda rostral, adentra a cavidade nasal vascularizando a membrana mucosa nasal e turbinada. Caudalmente à hipófise, os ramos caudais das artérias carótidas do cérebro unem-se para formar a artéria basilar. Esta percorre a base do rombencéfalo e origina vários pequenos ramos arteriais para cada lado, afora a artéria cerebelar caudal, a qual percorre dorsalmente a superfície lateral do cerebelo. A artéria basilar continua-se sob a medula oblonga e finalmente termina como artéria espinhal ventral.

Baumel (1981) menciona que, próximo à base do crânio, no ângulo de cruzamento das veias cefálicas caudal e rostral, cada artéria carótida interna emite a artéria carótida externa e penetra na fossa parabasal, rasa, localizada na base do crânio. Aqui ela divide-se em seus dois ramos terminais, as artérias oftálmica externa e a carótida do cérebro. A artéria carótida do cérebro penetra no canal carotídeo, ligeiramente rostral ao canal da artéria oftálmica externa. A artéria carótida do cérebro segue rostro-medialmente no canal carotídeo, na base do crânio, em companhia do nervo carótico interno e da veia carótida do cérebro. Cada artéria carótida do cérebro continua no sentido da linha média, imediatamente caudal à hipófise, as duas artérias aproximam-se uma da outra e unem-se através da anastomose intercarotídea, transversal. A anastomose intercarotídea é um trajeto colateral para o sangue que se destina ao encéfalo, sendo o análogo funcional do círculo arterial cerebral, dos mamíferos. Lateralmente à hipófise, cada artéria carótida do cérebro emite a artéria oftálmica interna, que penetra na órbita, lateralmente ao nervo óptico.

A artéria oftálmica interna anastomosa-se com a artéria oftalmotemporal, e contribui para o suprimento sangüíneo para o olho e o conteúdo orbital. A artéria

carótida do cérebro dobra no sentido do cérebro; ventralmente ao trato óptico, cada uma divide-se em um ramo rostral e um caudal. Na maioria das aves os ramos caudais direito e esquerdo da artéria carótida do cérebro são de desenvolvimento desigual; o ramo de um lado (o lado é variável) é normalmente o principal ramo da artéria basilar para a parte caudal do cérebro; o ramo caudal do lado oposto é vestigial, e persiste como um pequeno vaso regional. Ocasionalmente, os dois ramos caudais formam a artéria basilar. A artéria basilar, única, segue próximo a linha média, na fossa cranial caudal, emitindo em pares os ramos trigêmeos, medulares e as artérias cerebelares ventrais.

Cada ramo rostral da artéria carótida do cérebro forma uma alça ventralmente ao trato óptico e emite caudalmente uma artéria tectal mesencefálica ventral. Na extremidade rostral da fissura transversa do cérebro (entre o hemisfério cerebral e o tecto óptico), o ramo rostral fornece as artérias cerebroetmoidal, cerebral média e cerebral caudal. O segmento da artéria cerebroetmoidal prossegue rostro-medialmente, dá uma pequena artéria cerebral rostral para as superfícies orbital e ventral do hemisfério cerebral e para o lobo olfatório. A artéria cerebroetmoidal continua-se como artéria etmoidal; após abordar sua parceira, próximo à linha mediana e por baixo do pólo rostral do hemisfério deixa a cavidade craniana através do forame olfatório e penetra na órbita, no lado do septo inter-orbitário. Na órbita, a artéria etmoidal recebe anastomoses das artérias oftalmotemporal e supra-orbitária.

A artéria cerebral média segue dorsalmente na face orbital do hemisfério e depois emite ramos irradiantes para a parte dorsal do mesmo, lobo olfatório e pólos rostral e caudal do hemisfério. Estes anastomosam-se com ramos hemisféricos dorsais da artéria cerebral caudal.

A artéria cerebral caudal caminha profunda e caudo-medialmente na fissura transversa, próximo à cruz do cérebro, isto é, entre a parte caudal do hemisfério cerebral e o lobo óptico. A primeira parte da artéria envia ramos para a base do diencéfalo, para os plexos coriáceos, para o tecto óptico dorsal e pólo caudal do hemisfério. A artéria cerebelar dorsal é o prolongamento único da artéria tectal mesencefálica dorsal, de um lado, que envia ramos ascendentes e descendentes às superfícies rostral e dorsal de

ambos os lados do cerebelo. A artéria cerebral caudal também vasculariza o corpo pineal e a dura-máter sobre a região occipitocerebelar.

King & Mclelland (1981), em *Gallus gallus*, citaram que o segmento intra-esfenóide da artéria carótida do cérebro tem interesse especial porque aqui, a maioria das aves, apresentam anastomose intercarótica (*anastomosis intercarotica*) pela qual ambas as carótidas se intercomunicam. Um círculo arterial cerebral semelhante ao de Willis nos mamíferos está ausente, já que a artéria cerebral rostral direita e esquerda não se apresentam interligadas e a artéria basilar origina-se do ramo caudal de somente uma das artérias carótidas do cérebro. O círculo está, entretanto, incompleto, tanto rostralmente quanto caudalmente. As anastomoses intercaróticas nas aves podem ser mais efetivas do que o círculo arterial cerebral dos mamíferos na provisão de circulação colateral do cérebro. Os vasos das anastomoses, em muitas espécies de aves, são maiores do que as artérias carótidas deles mesmos. Distalmente à anastomose intercarótica a artéria carótida do cérebro ascende para fora da sela túrcica da cavidade cranial passando através da sellae diafragmatica aproximando-se do cérebro lateralmente à hipófise. Aqui elas se dividem em ramo rostral e caudal. O ramo rostral cede três artérias cerebrais incluindo a cerebral caudal, cerebral média e a cerebroetmoidal. A maior porção da artéria cerebroetmoidal deixa a cavidade craniana através da artéria etmoidal. No *Gallus gallus*, entretanto, origina pequenos vasos os quais suprem as regiões ventral e medial do telencéfalo.

A artéria cerebral média estende-se rostro-lateralmente da artéria cerebroetmoidal terminando-se em ramos que suprem as regiões rostro-lateral dos hemisférios cerebrais os quais formam anéis anastomóticos em volta das artérias dos bulbos olfatórios. Estes ramos caracterizam dois grupos, ou seja, um deles corre sobre a face do hemisfério suprimindo o córtex e o *hiperestriatum* subjacente e o outro nutre o *paleoestriatum*, além de porções do *neostriatum* relativo ao corpo estriado.

A artéria cerebral caudal termina entre o telencéfalo caudal e o tecto óptico, originando numerosos ramos os quais suprem a sua face dorsal.

O ramo caudal da artéria carótida do cérebro também tem um arranjo assimétrico distinto. Na maioria das aves, a artéria basilar origina-se de um só ramo. A artéria basilar corre caudalmente por uma curta distância antes de esgotar-se no limite entre a medula oblonga e a medula espinhal.

## 2 – OBJETIVOS

### 2.1 - Objetivos Gerais:

- Ampliar as informações na área de ciências morfológicas, fornecendo recursos para futuras investigações pertinentes à vascularização do sistema nervoso central.
- Dar continuidade às pesquisas de estudos de anatomia comparada já realizadas sobre o desenvolvimento filogenético da irrigação do sistema nervoso central.

### 2.2 - Objetivos Específicos:

- Descrever e sistematizar as artérias que promovem o aporte sangüíneo na base do encéfalo em avestruz (*Struthio camelus*). Caracterizar um modelo padrão de vascularização arterial e suas principais variações nesta espécie.
- Descrever e sistematizar as fontes de suprimento sangüíneo das artérias da base do encéfalo em avestruz (*Struthio camelus*), determinando também um modelo padrão e suas principais variações.

### 3 – MATERIAL E MÉTODOS

Na realização desta pesquisa utilizou-se 30 encéfalos de avestruz (*Struthio camelus*) com o segmento da medula espinhal, 17 machos (Obs. 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29 30) e 13 fêmeas (Obs. 1, 2, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23 e 24), jovens e adultos, provenientes de criatórios do estado do Rio Grande do Sul, os quais foram coletados em abates organizados pela Cooperativa dos Criadores e Produtores de Avestruz do Rio Grande do Sul - CPARS e pela Cooperativa dos Criadores de Avestruz de Santa Catarina - COOPERCASC.

O abate das aves seguiu as normas de rotina para os mesmos, conforme exigência do Ministério da Agricultura para inspeção federal.

As partes utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa, como a cabeça e uns cinco centímetros de pescoço, seriam descartadas por não serem utilizadas para comercialização, tanto da carne como da pele. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Após a coleta da cabeça com a extremidade proximal do pescoço, os mesmos foram dissecados para exposição das artérias carótidas comuns direita e esquerda, as quais foram canuladas com sondas gástricas<sup>1</sup> N.º08.

O sistema arterial foi lavado primeiramente com 40ml de uma solução composta por 5ml de heparina<sup>2</sup> (5000UI) diluída em 500ml de solução salina (0,9%) resfriada (15°C) e, posteriormente, com 120ml de solução salina (0,9%) resfriada (15°C). Após a lavagem, o sistema arterial foi preenchido utilizando-se 20 ml de látex<sup>3</sup> corado em vermelho com corante<sup>4</sup> específico. Os animais permaneceram por uma hora submersos em água corrente para polimerização do látex, sendo que, em seguida, foram abertas janelas ósseas na abóbada craniana. As peças foram então fixadas em formaldeído a 20% por sete dias e, transcorrido esse período, o encéfalo, com um segmento de medula espinhal cervical, foram removidos da caixa craniana e do canal medular cervical. Após a dura-máter foi retirada e as artérias dissecadas e estudadas sob lupa.

Desenhos esquemáticos das artérias da base do encéfalo de todas as preparações foram confeccionados com o auxílio de lupa<sup>5</sup>, sendo as mesmas denominadas, em se tratando de uma ave, conforme a Nomina Anatomica Avium (1993).

Para documentação e ilustração do material, foram realizadas fotografias em algumas peças que apresentaram os padrões e/ou variações descritas no trabalho.

A análise estatística dos resultados constou da aplicação de cálculo de porcentagem.

<sup>1</sup> Sonda Gástrica Levine – MarkMed Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP.

<sup>2</sup> Heparin – Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda, Itapira, SP.

<sup>3</sup> Látex Altamira – Indústria e Comércio de Látex Altamira Ltda, São Paulo, SP.

<sup>4</sup> Suvinil corante – BASF S.A. São Bernardo do Campo, SP.

<sup>5</sup> Lupa com lâmpada LTS – aumento de 5X

<sup>5</sup> Stemi SV8 - Zeiss

## 4 – RESULTADOS

Os resultados pertinentes ao estudo sistemático das artérias da base do encéfalo em Avestruz (*Struthio camelus*), estão representados pelas figuras de 1 a 37 e, serão descritos conforme os itens abaixo:

### 4.1 – Artérias da Base do Encéfalo em Avestruz

#### 4.1.1 – Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda)

##### 4.1.1.1 – Ramos Colaterais das Artérias Carótidas do Cérebro (direita e esquerda)

###### 4.1.1.1.1 – Anastomose Intercarótica

###### 4.1.1.1.2 - Artéria Oftálmica Interna (direita e esquerda)

##### 4.1.1.2 – Ramos Terminais das Artérias Carótidas do Cérebro (direita e esquerda)

###### 4.1.1.2.1 – Ramo Caudal da Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda)

###### 4.1.1.2.1.1 – Ramo Colateral do Ramo Caudal da Artéria Carótida do Cérebro (direito e esquerdo)

###### 4.1.1.2.1.1.1 – Artéria Tectal Mesencefálica Ventral (direita e esquerda)

###### 4.1.1.2.1.2 – Artéria Basilar

###### 4.1.1.2.1.2.1 – Ramos Colaterais da Artéria Basilar

###### 4.1.1.2.1.2.1.1 – Artéria Cerebelar Ventral Caudal (direita e esquerda)

- 4.1.1.2.1.2.1.1.1 – Artéria Espinhal Dorsal (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.1.2.2 – Ramo Terminal da Artéria Basilar
- 4.1.1.2.1.2.2.1 – Artéria Espinhal Ventral
- 4.1.1.2.2 – Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro
- 4.1.1.2.2.1 – Ramos Colaterais do Ramo Rostral da A. Carótida do Cérebro (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.2.1.1 – Artéria Cerebral Caudal (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.2.1.2 – Artéria Cerebral Média (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.2.2 – Ramo Terminal do Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.2.2.1 – Ramo Colateral da Artéria Cerebroetmoidal
- 4.1.1.2.2.2.1.1 – Artéria Cerebral Rostral (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.2.2.1.2 – Ramo Terminal da Artéria Cerebroetmoidal (direita e esquerda)
- 4.1.1.2.2.2.1.2.1 – Artéria Etmoidal (direita e esquerda)
- 4.2 – Círculo Arterial Cerebral
- 4.1 – Artérias da Base do Encéfalo em Avestruz
- 4.1.1 – Artéria Carótida do Cérebro (Direita e Esquerda)

A artéria carótida interna abandonou o canal carotídeo cervical divergindo lateralmente até alcançar a base do crânio, onde dividiu-se em uma artéria carótida externa para a face e em uma carótida do cérebro. Esta penetrou no canal carotídeo ósseo que percorria a base do crânio rostralmente e medialmente, indo aflorar no interior da sela túrcica, caudo-ventralmente. Neste ponto, as artérias carótidas do cérebro, direita e esquerda, situavam-se muito próximas da linha mediana e eram interligadas por uma anastomose intercarótica.

a) Quanto à presença

a.1) Artéria carótida do cérebro direita

a.1.1) Em 100% dos casos (Obs. 1 a 30) a artéria carótida do cérebro direita foi um vaso de grosso calibre.

a.2) Artéria carótida do cérebro esquerda

a.2.1) Em todas as amostras (Obs. 1 a 30) a artéria carótida do cérebro esquerda foi um vaso de grosso calibre.

b) Quanto à predominância de calibre entre os dois antímeros da artéria carótida do cérebro.

b.1) Em 13 das 30 preparações ( $43.3\% \pm 9.0$  – Obs. 2, 3, 4, 10, 11, 13, 16, 19, 21, 24, 25, 27 e 29) a artéria carótida do cérebro direita apresentou um maior calibre que a esquerda.

b.2) Em onze das 30 peças ( $36.7\% \pm 8.8$  – Obs. 1, 5, 7, 8, 14, 15, 17, 23, 26, 28 e 30) a artéria carótida do cérebro esquerda mostrou uma predominância do calibre sobre a direita.

b.3) Em seis dos 30 encéfalos ( $20\% \pm 7.3$  – Obs. 6, 9, 12, 18, 20 e 22) as artérias carótidas do cérebro direita e esquerda mostraram-se com calibres equivalentes.

4.1.1.1 – Ramos Colaterais das Artérias Carótidas do Cérebro (Direita e Esquerda)

#### 4.1.1.1.1 – Anastomose Intercarótica

A anastomose intercarótica apresentou-se como um vaso de calibre considerável, geralmente ampla, interligando as artérias carótida do cérebro de forma oblíqua.

##### a) Quanto ao calibre da anastomose intercarótica

a.1) Em 14 dos 30 achados ( $46.7\% \pm 9.1$  – Obs. 2, 3, 4, 7, 10, 14, 17, 20, 23, 24, 25, 27, 28 e 29) a anastomose intercarótica apresentou um calibre médio.

a1.1) Em três dos 14 casos (Obs. 3, 14 e 25) a anastomose intercarótica era mais extensa.

a.2) Em 13 das 30 amostras ( $43.3\% \pm 9.0$  – Obs. 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 21, 22, 26 e 30) a anastomose intercarótica apresentou um grosso calibre.

a.3) Em três das 30 preparações ( $10\% \pm 5.5$  – Obs. 16, 18 e 19) a anastomose intercarótica apresentou um calibre um pouco mais fino.

##### b) Quanto à inclinação da anastomose intercarótica

b.1) Em 16 das 30 peças ( $53.3\% \pm 9.1$  – Obs. 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23, 24, 25, 27 e 29) a anastomose intercarótica apresentou-se de forma oblíqua com inclinação de fluxo para o antímero esquerdo.

b.2) Em 14 dos 30 encéfalos ( $46.7\% \pm 9.1$  – Obs. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 14, 15, 18, 21, 22, 26, 28 e 30) a anastomose intercarótica apresentou-se de forma oblíqua com inclinação de fluxo para o antímero direito.

#### 4.1.1.1.2 - Artéria Oftálmica Interna (Direita e Esquerda)

A artéria oftálmica interna, um vaso de médio a grosso calibre, foi lançado da artéria carótida do cérebro, ventrorostralmente, logo após a anastomose intercarótica. Esta projetava-se rostralmente, alcançando ventralmente o nervo óptico, abandonando com este a cavidade craniana, para o interior da cavidade orbitária através do forame óptico.

##### a) Artéria oftálmica interna direita

a.1) Em 13 dos 30 casos ( $43.3\% \pm 9.0$  – Obs. 1, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 20, 22 e 28) a artéria oftálmica interna direita apresentou-se como um vaso de médio calibre.

a.2) Em dez das 30 amostras ( $33.3\% \pm 8.6$  – Obs. 2, 5, 13, 14, 16, 18, 25, 26, 29 e 30) a artéria oftálmica interna direita mostrou-se como um vaso de fino calibre.

a.3) Em sete das 30 preparações ( $23.3\% \pm 7.7$  – Obs. 4, 10, 19, 21, 23, 24 e 27) a artéria oftálmica interna direita mostrou-se como um vaso de grosso calibre.

##### b) Artéria oftálmica interna esquerda

b.1) Em 18 das 30 peças ( $60\% \pm 8.9$  – Obs. 1, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27 e 28) a artéria oftálmica interna esquerda mostrou-se como um vaso de médio calibre.

b.2) Em oito dos 30 encéfalos ( $26.7\% \pm 8.1$  – Obs. 2, 5, 13, 14, 16, 25, 29 e 30) a artéria oftálmica interna esquerda mostrou-se como um vaso de fino calibre.

b.3) Em quatro dos 30 achados ( $13.3\% \pm 6.2$  – Obs. 6, 10, 11 e 20) a artéria oftálmica interna esquerda mostrou-se como um vaso de grosso calibre.

#### 4.1.1.2 – Ramos Terminais das Artérias Carótidas do Cérebro (Direita e Esquerda)

As artérias carótidas do cérebro, após a anastomose intercarótica, projetaram-se no interior da sela túrcica rostralmente, sulcando a hipófise e curvando-se dorsalmente até alcançar o túber cinéreo. Neste ponto, emitiram seus ramos terminais caudal e rostral. O ramo caudal projetou-se caudo-medialmente indo formar a artéria basilar, de forma variada. O ramo rostral era a continuação natural da artéria carótida do cérebro látero-rostralmente em direção ao hemisfério cerebral.

##### 4.1.1.2.1 – Ramo Caudal da Artéria Carótida do Cérebro (Direita e Esquerda)

O ramo caudal da artéria carótida do cérebro, direita e esquerda, apresentou-se normalmente desenvolvido em um único antímero, continuando-se caudalmente como artéria basilar após lançar seu ramo colateral, a artéria tectal mesencefálica ventral, deixando o círculo arterial cerebral aberto caudalmente. O ramo correspondente do antímero oposto foi, geralmente, um vaso vestigial que se projetava da artéria tectal mesencefálica ventral, medialmente, para o interior da fossa interpeduncular, caudalmente ao corpo mamilar.

##### a) Ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita

a.1) Em 16 dos 30 casos ( $53.3\% \pm 9.1$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 26 e 30) o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita mostrou-se desenvolvido.

a.2) Em 14 das 30 amostras ( $46.7\% \pm 9.1$  – Obs. 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 23, 25, 27, 28 e 29) o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita foi um vaso vestigial.

a.2.1) Em 13 das 14 preparações (Obs. 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 23, 25, 28 e 29) o ramo caudal vestigial era ramo colateral da artéria tectal mesencefálica ventral direita.

a.2.2) Em uma das 14 peças (Obs. 27) o ramo vestigial foi emitido diretamente da artéria carótida do cérebro direita, não sendo ramo colateral da artéria tectal mesencefálica ventral direita.

b) Ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda

b.1) Em 20 dos 30 encéfalos ( $66.7\% \pm 8.6$  – Obs. 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 28 e 29) o ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda mostrou-se desenvolvido.

b.2) Em dez dos 30 achados ( $33.3\% \pm 8.6$  – Obs. 2, 4, 5, 6, 14, 21, 22, 24, 26 e 30) o ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda mostrou-se como um vaso vestigial.

b.2.1) Em nove dos dez casos (Obs. 2, 4, 5, 6, 14, 22, 24, 26 e 30) o ramo caudal vestigial era ramo colateral da artéria tectal mesencefálica ventral esquerda.

b.2.2) Em uma das dez amostras (Obs. 21) o ramo caudal vestigial da artéria carótida do cérebro esquerda, nasceu diretamente desta, pois a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda era ramo da artéria basilar.

c) Quanto ao fechamento do círculo arterial cerebral, caudalmente:

c.1) Em 24 das 30 preparações ( $80\% \pm 7.3$  – Obs. 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) o círculo arterial cerebral

mostrou-se aberto devido a não anastomose entre os ramos caudais das artérias carótidas do cérebro direita e esquerda.

c.2) Em seis das 30 peças ( $20\% \pm 7.3$  – Obs. 1, 3, 8, 15, 18 e 20) o ramo caudal de ambos os antímeros uniram-se fechando o círculo arterial cerebral caudalmente.

c.2.1) Em dois dos seis encéfalos (Obs. 1 e 3) o ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita apresentou um calibre maior que o ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda, e a anastomose ocorreu logo caudalmente ao túber cinéreo.

c.2.2) Em dois dos seis achados (Obs. 8 e 15) o fechamento do círculo arterial cerebral foi feito pela artéria basilar bem mais caudalmente, quase na origem das artérias cerebelares ventrais caudais. Entretanto, na observação 8, o vaso do antímero direito apresentou maior calibre, enquanto na observação 15, o vaso do antímero esquerdo era bem mais calibroso que o direito.

c.2.3) Em dois dos seis casos (Obs. 18 e 20) o círculo arterial cerebral foi fechado pela anastomose das artérias basilares no terço médio de seu trajeto, antes da origem das artérias cerebelares ventrais caudais. Na observação 18, o vaso do antímero direito era mais desenvolvido enquanto que, na observação 20, o vaso do antímero esquerdo apresentou-se mais desenvolvido que o direito.

#### 4.1.1.2.1.1 – Ramo Colateral do Ramo Caudal da Artéria Carótida do Cérebro (direita e esquerda)

O ramo caudal da artéria carótida do cérebro, quando desenvolvido, lançou como ramo colateral a artéria tectal mesencefálica ventral. Quando este ramo era vestigial, a artéria tectal mesencefálica ventral foi ramo direto da artéria carótida do cérebro.

#### 4.1.1.2.1.1.1 – Artéria Tectal Mesencefálica Ventral (direita e esquerda)

A artéria tectal mesencefálica ventral projetou-se caudolateralmente no interior da fissura que separa o lobo óptico do rombencéfalo, lançando ramificações arborescentes que vascularizaram o hemi-lobo óptico ventralmente.

##### a) Artéria Tectal Mesencefálica Ventral direita

a.1) Em 16 das 30 amostras ( $53.3\% \pm 9.1$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 26 e 30) a artéria tectal mesencefálica ventral direita foi ramo colateral do ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita.

a.2) Em 13 das 30 preparações ( $43.3\% \pm 9.0$  – Obs. 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 23, 25, 28 e 29) a artéria tectal mesencefálica ventral direita foi ramo direto da artéria carótida do cérebro direita.

a.3) Em uma das 30 peças ( $3.3\% \pm 3.3$  - Obs. 27) a artéria tectal mesencefálica ventral direita era ramo direto da artéria basilar, originada logo caudalmente ao túber cinéreo.

##### b) Artéria Tectal Mesencefálica Ventral Esquerda

b.1) Em 20 dos 30 encéfalos ( $66.7\% \pm 8.6$  – Obs. 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 28 e 29) a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo colateral da artéria carótida do cérebro esquerda.

b.2) Em nove dos 30 achados ( $30\% \pm 8.4$  – Obs. 2, 4, 5, 6, 14, 22, 24, 26 e 30) a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo direto da artéria carótida do cérebro esquerda.

b.3) Em um dos 30 casos ( $3.3\% \pm 3.3$  – Obs. 21) a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda era ramo direto da artéria basilar, originada logo caudalmente ao túber cinéreo.

#### 4.1.1.2.1.2 – Artéria Basilar

A artéria basilar foi um vaso de grosso calibre que se formou da continuação do ramo caudal desenvolvido da artéria carótida do cérebro, na altura da origem aparente do nervo Oculomotor (III par craniano), ventralmente a fossa interpeduncular. Este vaso projetou-se caudalmente, na fissura mediana ventral, de forma pouco sinuosa, onde logo depois da flexura pontina, emitiu os seus dois ramos colaterais mais desenvolvidos, as artérias cerebelares ventral caudal direita e esquerda. A partir daí, continuou-se como um vaso de fino calibre que ao abandonar a cavidade craniana através do forame magno, formou a artéria espinhal ventral da medula espinhal. A artéria basilar lançou ainda inúmeros ramos medulares em seu trajeto, porém não apresentou artéria cerebelar ventral rostral.

##### a) Quanto à presença da porção de grosso calibre da artéria basilar

a.1) Em 24 das 30 amostras ( $80\% \pm 7.3$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria basilar foi um vaso ímpar, em sua porção de grosso calibre.

a.2) Em quatro das 30 preparações ( $13.3\% \pm 6.2$  – Obs. 8, 15, 18 e 20) a artéria basilar apresentou duplicidade, em quase toda a sua extensão de sua porção calibrosa.

a.3) Em duas das 30 peças ( $6.7\% \pm 4.5$  – Obs. 16 e 19) a artéria basilar apresentou uma formação “em ilha” em seu segmento de grosso calibre.

b) Quanto à presença da porção de fino calibre da artéria basilar

b.1) Em 27 dos 30 encéfalos ( $90\% \pm 5.5$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a porção de fino calibre da artéria basilar mostrou-se ímpar.

b.2) Em 3 dos 30 casos ( $10\% \pm 5.5$  – Obs. 9, 12 e 20) a porção de fino calibre da artéria basilar foi dupla.

4.1.1.2.1.2.1 – Ramos Colaterais da Artéria Basilar

4.1.1.2.1.2.1.1 – Artéria Cerebelar Ventral Caudal (direita e esquerda)

As artérias cerebelares ventrais caudais, direita e esquerda, foram os principais ramos colaterais da artéria basilar. Projetaram-se látero-dorsalmente geralmente como um vaso único de grosso calibre. Emitiram como ramo colateral, na face lateral da medula oblonga, a artéria espinhal dorsal, logo a seguir, lançaram um importante ramo para o plexo coriíode do IV ventrículo. A seguir, alcançaram à base ventral do flóculo, circundando-o, até a base do mesmo dorsalmente, formando uma típica alça, indo distribuir-se em toda extensão da face lateral do vérmis cerebelar, exceto no lobo rostral.

a) Artéria Cerebelar Ventral Caudal Direita

a.1) Em 29 dos 30 encéfalos ( $96.7\% \pm 3.3$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria cerebelar ventral caudal direita apresentou-se única.

a.1.1) Em 25 dos 29 achados (Obs. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29 e 30) a artéria cerebelar ventral caudal

direita mostrou-se com ramificações padrão, formação de alça e distribuição territorial normal.

a.1.2) Em 4 dos 29 casos (Obs. 5, 17, 22 e 28) a artéria cerebelar ventral caudal direita não apresentou a formação da alça, devido a ausência do flóculo, porém suas ramificações e distribuição territorial foram padrão.

a.2) Em uma das 30 amostras ( $3.3\% \pm 3.3$  – Obs. 8) a artéria cerebelar ventral caudal direita apresentou-se dupla, formando a artéria espinhal dorsal como ramo colateral da porção de fino calibre da artéria basilar, quase próximo do forame magno.

#### b) Artéria Cerebelar Ventral Caudal Esquerda

b.1) Em 28 das 30 preparações ( $93.3\% \pm 4.5$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria cerebelar ventral caudal esquerda mostrou-se como um vaso único.

b.1.1) Em 18 das 28 peças (Obs. 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 27 e 30) a artéria cerebelar ventral caudal esquerda mostrou-se com ramificações padrão, formação de alça e distribuição territorial normal.

b.1.2) Em seis dos 28 encéfalos (Obs. 5, 17, 22, 23, 28 e 29) a artéria cerebelar ventral caudal esquerda não apresentou a formação de alça devido a ausência de flóculo.

b.1.3) Em quatro dos 28 achados (Obs. 3, 6, 11 e 26) a artéria cerebelar ventral caudal esquerda, apesar da presença do flóculo, não formava a alça típica, desviando seu trajeto rostralmente a este.

b.2) Em dois dos 30 casos ( $6.7\% \pm 4.5$  – Obs. 12 e 20) a artéria cerebelar ventral caudal esquerda apresentou-se dupla, pois seu componente, a artéria espinhal

dorsal foi originado da porção fina esquerda da artéria basilar dupla, no terço médio-caudal da medula oblonga.

#### 4.1.1.2.1.2.1.1.1 – Artéria Espinhal Dorsal (Direita e Esquerda)

A artéria espinhal dorsal foi, normalmente, um vaso de fino calibre, originado como ramo colateral da artéria cerebelar ventral caudal, que se projetava caudo-dorsalmente, formando na medula espinhal, uma cadeia vascular na face dorsal da medula espinhal, lateralmente, a partir de anastomoses sucessivas com as artérias espinhais segmentares.

##### a) Artéria Espinhal Dorsal Direita

a.1) Em 29 das 30 amostras ( $96.7\% \pm 3.3$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria espinhal dorsal direita era ramo colateral da artéria cerebelar ventral caudal direita.

a.2) Em uma das 30 preparações ( $3.3\% \pm 3.3$  – Obs. 8) a artéria espinhal dorsal direita foi ramo colateral da porção de fino calibre da artéria basilar, originada próximo ao forame magno.

##### b) Artéria Espinhal Dorsal Esquerda

b.1) Em 28 das 30 peças ( $93.3\% \pm 4.5$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria espinhal dorsal esquerda era ramo colateral da artéria cerebelar ventral caudal esquerda.

b.2) Em dois dos 30 encéfalos ( $6.7\% \pm 4.5$  – Obs. 12 e 20) a artéria espinhal dorsal esquerda era ramo colateral do segmento esquerdo da porção de fino calibre dupla da artéria basilar, no terço médio-caudal da medula oblonga.

#### 4.1.1.2.1.2.2 – Ramo Terminal da Artéria Basilar

##### 4.1.1.2.1.2.2.1 – Artéria Espinhal Ventral

A artéria espinhal ventral foi a continuação natural da porção de fino calibre da artéria basilar, no sentido caudal, percorrendo e ladeando a fissura mediana ventral da medula espinhal, a partir do forame magno. Apresentou-se como um vaso duplo, a partir da bifurcação da porção de fino calibre da artéria basilar, próximo ao forame magno. Foi perfeitamente perceptível a diminuição gradual do calibre da porção de fino calibre da artéria basilar no sentido da artéria espinhal ventral.

a) Em 27 dos 30 achados ( $90\% \pm 5.5$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29 e 30) a artéria espinhal ventral apresentou-se com duplicidade em sua origem da artéria basilar.

b) Em três dos 30 casos ( $10\% \pm 5.5$  – Obs. 11, 25 e 26) a artéria espinhal ventral apresentou-se como um vaso único, continuando-se da porção de fino calibre da artéria basilar.

#### 4.1.1.2.2 – Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro (Direita e Esquerda)

O ramo rostral da artéria carótida do cérebro foi a continuação natural desta, a partir da emissão do ramo caudal, na altura do túber cinéreo. Este vaso de grosso calibre projetou-se látero-rostralmente, em arco, até alcançar a fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral. Neste ponto, emitiu seu primeiro ramo colateral, a artéria cerebral caudal, normalmente dupla, variando de grosso a médio calibre, sendo o componente mais rostral mais fino. Projetou-se, a seguir, rostralmente, emitindo seu segundo ramo colateral, a artéria cerebral média, continuando-se medialmente como seu ramo terminal, a artéria cerebroetmoidal.

#### 4.1.1.2.2.1 – Ramos Colaterais do Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro (Direita e Esquerda)

##### a) Ramo Colateral do Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro Direita

a.1) Em 26 das 30 preparações ( $86.7\% \pm 6.2$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29 e 30) o ramo rostral da artéria carótida do cérebro direita apresentou um trajeto padrão.

a.2) Em quatro das 30 peças ( $13.3\% \pm 6.2$  – Obs. 10, 11, 12 e 25) o ramo rostral da artéria carótida do cérebro direita apresentou-se com um deslocamento rostral, fora de seu trajeto normal, fazendo com que a artéria cerebral caudal, simples ou dupla, tenha que percorrer um certo trajeto caudal antes de adentrar a fissura transversa do cérebro.

##### b) Ramo Colateral do Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro Esquerda

b.1) Em 25 dos 30 encéfalos ( $83.3\% \pm 6.8$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, e 30) o ramo rostral da artéria carótida do cérebro esquerda apresentou um trajeto padrão.

b.2) Em cinco dos 30 achados ( $16.7\% \pm 6.8$  – Obs. 10, 11, 12, 25 e 29) o ramo rostral da artéria carótida do cérebro esquerda não cursou em seu trajeto habitual, projetando-se rostralmente no hemisfério cerebral, obrigando seu ramo colateral, a artéria cerebral caudal a deslocar-se caudalmente até alcançar a fissura transversa do cérebro.

#### 4.1.1.2.2.1.1 – Artéria Cerebral Caudal (Direita e Esquerda)

A artéria cerebral caudal, normalmente dupla, foi o primeiro ramo colateral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, apresentando um calibre variável entre

médio e grosso, devido às opções de variações em suas ramificações. Geralmente o primeiro componente a ser emitido apresentava um calibre maior que o segundo. O primeiro vaso, normalmente, era lançado do ramo rostral na altura da fissura transversa do cérebro, enquanto o segundo vaso foi emitido do ramo rostral, próximo a origem da artéria cerebral média, na base do hemisfério cerebral. Os ramos colaterais da artéria cerebral caudal podem ser emitidos dos dois antímeros como as artérias tectal mesencefálica dorsal e ramos hemisféricos occipitais, ou de apenas um antímero, como as artérias inter-hemisférica e cerebelar dorsal. Essa artéria inter-hemisférica única, após percorrer a fissura transversa do cérebro, penetra na fissura longitudinal do cérebro, originando ramos hemisféricos dorsais para ambos os hemisférios, até a altura do bulbo olfatório.

#### a) Artéria Cerebral Caudal Direita

##### a.1) Quanto a presença

a.1.1) Em 27 dos 30 casos ( $90\% \pm 5.5$  – Obs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria cerebral caudal direita mostrou-se como um vaso duplo.

a.1.2) Em três das 30 amostras ( $10\% \pm 5.5$  – Obs. 1, 18 e 23) a artéria cerebral caudal direita apresentou-se como um vaso único.

##### a.2) Quanto a Topografia de Origem

a.2.1) Em 21 das 30 preparações ( $70\% \pm 8.4$  – Obs. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29 e 30) o primeiro componente da artéria cerebral caudal direita foi emitido do ramo rostral na altura da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral, e o segundo componente, foi lançado do ramo rostral, pouco antes da emissão da artéria cerebral média.

a.2.2) Em 5 dos 30 encéfalos ( $16.7\% \pm 6.8$  – Obs. 1, 7, 9, 18 e 23) a artéria cerebral caudal direita foi única, originou-se do ramo rostral da artéria carótida do cérebro direita, na altura da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral, onde penetrou.

a.2.3) Em 4 das 30 peças ( $13.3\% \pm 6.2$  – Obs. 10, 11, 12 e 25) devido ao deslocamento rostral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro direita, tanto o componente rostral como o caudal, nos casos de duplicidade da artéria cerebral caudal direita, tiveram um trajeto caudal aumentado, para então penetrarem na fissura transversa do cérebro.

## b) Artéria Cerebral Caudal Esquerda

### b.1) Quanto a presença

b.1.1) Em 16 dos 30 achados ( $53.3\% \pm 9.1$  – Obs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 22, 23, 24, 28 e 29) a artéria cerebral caudal esquerda mostrou-se como um vaso duplo.

b.1.2) Em 14 dos 30 casos ( $46.7\% \pm 9.1$  – Obs. 1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 25, 26, 27 e 30) a artéria cerebral caudal esquerda apresentou-se como um vaso único.

### b.2) Quanto a Topografia de Origem

b.2.1) Em 14 das 30 amostras ( $46.7\% \pm 9.1$  – Obs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 22, 23, 24 e 28) o primeiro componente da artéria cerebral caudal esquerda foi emitido do ramo rostral na altura da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral, e o segundo componente, foi lançado do ramo rostral, um pouco antes da emissão da artéria cerebral média.

b.2.2) Em 12 das 30 preparações ( $40\% \pm 8.9$  – Obs. 1, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 25, 26, 27 e 30) em que a artéria cerebral caudal esquerda foi única, esta originou-se do ramo rostral da artéria carótida do cérebro esquerda, na altura da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral, onde penetrou.

b.2.3) Em duas das 30 peças ( $6.7\% \pm 4.5$  – Obs. 10 e 29) devido ao deslocamento rostral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro esquerda, tanto o componente rostral como o caudal, nos casos de duplicidade da artéria cerebral caudal esquerda, tiveram um trajeto caudal aumentado, para então penetrarem na fissura transversa do cérebro.

b.2.4) Em dois dos 30 encéfalos ( $6.7\% \pm 4.5$  – Obs. 11 e 12) a artéria cerebral caudal foi única, porém, devido ao deslocamento rostral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro esquerda, a artéria teve que fazer um percurso caudal maior para então penetrar na fissura transversa do cérebro.

#### 4.1.1.2.2.1.2 – Artéria Cerebral Média (Direita e Esquerda)

A artéria cerebral média, segundo ramo colateral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, foi um vaso único, de grosso calibre, que se projetou lateral e rostralmente, na face ventral do hemisfério cerebral, formando um arco. Seu ramo terminal alcançou a face convexa do hemisfério cerebral, no terço médio lateral deste, atingindo o bulbo olfatório dorsalmente. Emitiu em seu trajeto inúmeros ramos hemisféricos laterais que ascenderam a face convexa do hemisfério cerebral ultrapassando a valécula e, próximo a fissura longitudinal do cérebro anastomosaram-se com os ramos terminais hemisféricos da artéria inter-hemisférica. Emitiu ainda inúmeros ramos perfurantes para os núcleos do estriado subjacente, além de ramos ventrais.

a) Artéria Cerebral Média Direita

a.1) Em todos os achados (100% - Obs. 1 a 30) a artéria cerebral média direita esteve presente como um vaso ímpar e de grande calibre, originada como segundo ramo colateral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro. Na observação 18, apresentou um deslocamento medial em sua origem no ramo rostral.

b) Artéria Cerebral Média Esquerda

b.1) Em todos os casos (100% - Obs. 1 a 30) a artéria cerebral média esquerda esteve presente como um vaso ímpar e de grande calibre, originada como segundo ramo colateral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro.

4.1.1.2.2.2 – Ramo Terminal do Ramo Rostral da Artéria Carótida do Cérebro (Direita e Esquerda)

A partir da emissão da artéria cerebral média, o ramo rostral da artéria carótida do cérebro, já na face ventral do hemisfério cerebral, curvou-se medialmente, formando seu ramo terminal, a artéria cerebroetmoidal. Seu eixo principal, ao sobrepassar dorsalmente o nervo óptico, porém antes de atingir a linha mediana, emitiu a artéria cerebral rostral, continuando-se como artéria etmoidal. Esta última curvou-se ventral e rostralmente acompanhando a linha mediana, alcançando o bulbo olfatório, abandonando a cavidade craniana através do forame olfatório, juntamente com o nervo homônimo. A artéria etmoidal apresentou um grande calibre, indo distribuir-se na cavidade nasal.

a) Artéria Cerebroetmoidal Direita

a.1) Em 100% das amostras (Obs. 1 a 30) a artéria cerebroetmoidal direita esteve sempre presente, como um vaso único, de médio a grosso calibre.

## b) Artéria Cerebroetmoidal Esquerda

b.1) Em todas as amostras (100% - Obs. 1 a 30) a artéria cerebroetmoidal esquerda esteve sempre presente, como um vaso único, de médio a grosso calibre.

### 4.1.1.2.2.2.1. – Ramo Colateral da Artéria Cerebroetmoidal

#### 4.1.1.2.2.2.1.1. – Artéria Cerebral Rostral (Direita e Esquerda)

A artéria cerebral rostral foi um vaso bem desenvolvido, projetado rostralmente da artéria cerebroetmoidal, na altura do nervo óptico até próximo da fissura mediana ventral, para uma área ventral do hemisfério cerebral, limitada pelas artérias cerebral média e etmoidal, até alcançar rostralmente o bulbo olfatório.

## a) Artéria Cerebral Rostral Direita

### a.1) Quanto a presença

a.1.1) Em 27 das 30 preparações ( $90\% \pm 5.5$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29 e 30) a artéria cerebral rostral direita apresentou-se única.

a.1.2) Em três das 30 peças ( $10\% \pm 5.5$  – Obs. 7, 25 e 27) a artéria cerebral rostral direita apresentou-se dupla.

### a.2) Quanto a extensão do território

a.2.1) Em 15 dos 30 encéfalos ( $50\% \pm 9.1$  – Obs. 1, 3, 6, 8, 11, 12, 13, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 28) a artéria cerebral rostral direita apresentou um avanço

territorial em sua área rostro-lateral na face ventral do hemisfério cerebral, devido à presença de um ramo hemisférico ventral da artéria cerebral média, reduzido.

a.2.2) Em 15 dos 30 achados ( $50\% \pm 9.1$  – Obs. 2, 4, 5, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 27, 29 e 30) a artéria cerebral rostral apresentou uma diminuição territorial, na face ventral do hemisfério cerebral, rostro-lateral, devido a um maior desenvolvimento de um ramo hemisférico ventral da artéria cerebral média.

## b) Artéria Cerebral Rostral Esquerda

### b.1) Quanto a presença

b.1.1) Em 29 dos 30 casos ( $96.7\% \pm 3.3$  – Obs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) a artéria cerebral rostral esquerda apresentou-se como um vaso único. Em duas das 29 peças (Obs. 3 e 6) a artéria cerebral rostral não era ramo colateral da artéria cerebrotmdoidal e sim ramo colateral da artéria cerebral média esquerda, próximo da sua origem.

b.1.2) Em uma das 30 amostras ( $3.3\% \pm 3.3$  – Obs. 18) a artéria cerebral rostral esquerda mostrou-se como um vaso duplo.

### b.2) Quanto a extensão do território

b.2.1) Em 16 das 30 preparações ( $53.3\% \pm 9.1$  – Obs. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 19, 21, 24, 25, 28 e 29) a artéria cerebral rostral esquerda apresentou um avanço territorial em sua área rostro-lateral, da face ventral do hemisfério cerebral, devido à presença de um ramo hemisférico ventral da artéria cerebral média, reduzido.

b.2.2) Em 14 das 30 peças ( $46.7\% \pm 9.1$  – Obs. 4, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 26, 27 e 30) a artéria cerebral rostral esquerda apresentou uma redução territorial, na face ventral do hemisfério cerebral, rostro-lateralmente, devido ao grande

desenvolvimento do ramo hemisférico ventral da artéria cerebral média. Em duas das amostras (Obs. 15 e 27), a artéria cerebral rostral esquerda mostrou-se extremamente reduzida, e o ramo hemisférico ventral avançou, suprimindo a maior parte de sua área territorial.

#### 4.1.1.2.2.2.1.2 – Ramo Terminal da Artéria Cerebroetmoidal (Direita e Esquerda)

##### 4.1.1.2.2.2.1.2.1 – Artéria Etmoidal (Direita e Esquerda)

A artéria etmoidal, um vaso único, de médio a grosso calibre, foi a continuação natural da artéria cerebroetmoidal, após a emissão da artéria cerebral rostral. Projetou-se ventral e rostralmente, acompanhando a fissura longitudinal do cérebro, abandonando a cavidade craniana pelo forame olfatório, juntamente com o nervo homônimo, percorrendo a cavidade orbitária, indo distribuir-se na cavidade nasal.

##### a.) Artéria Etmoidal Direita

a.1) Em 100% dos encéfalos (Obs. 1 a 30) a artéria etmoidal direita apresentou-se de forma padrão e única.

##### b) Artéria Etmoidal Esquerda

b.1) Em todos os achados (100% - Obs. 1 a 30) a artéria etmoidal esquerda apresentou-se de forma padrão e única.

#### 4.3 – Círculo Arterial Cerebral

O círculo arterial cerebral da avestruz (*Struthio camelus*) apresentou-se sempre aberto rostralmente já que as artérias cerebroetmoidais direita e esquerda, ou seus ramos, não apresentaram anastomose entre os vasos dos dois antímeros.

a) Em 24 dos 30 casos ( $80\% \pm 7.3$  – Obs. 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30) o círculo arterial cerebral apresentou-se aberto caudalmente, já que o ramo caudal da artéria carótida do cérebro de cada antímero, não formava anastomose relevante entre os mesmos.

b) Em seis das 30 amostras ( $20\% \pm 7.3$  – 1, 3, 8, 15, 18 e 20) o círculo arterial cerebral apresentou-se fechado, devido a anastomose formada entre o ramo caudal da artéria carótida do cérebro ou da artéria basilar, dos dois antímeros.

b.1) Em 4 das seis preparações (Obs. 8, 15, 18 e 20), o círculo arterial cerebral estava fechado, através da anastomose entre as artérias basilares, direita e esquerda.

b.2) Em duas das seis peças (Obs. 1 e 3), o círculo arterial cerebral mostrou-se fechado, devido a anastomose entre o ramo caudal da artéria carótida do cérebro, dos dois antímeros.

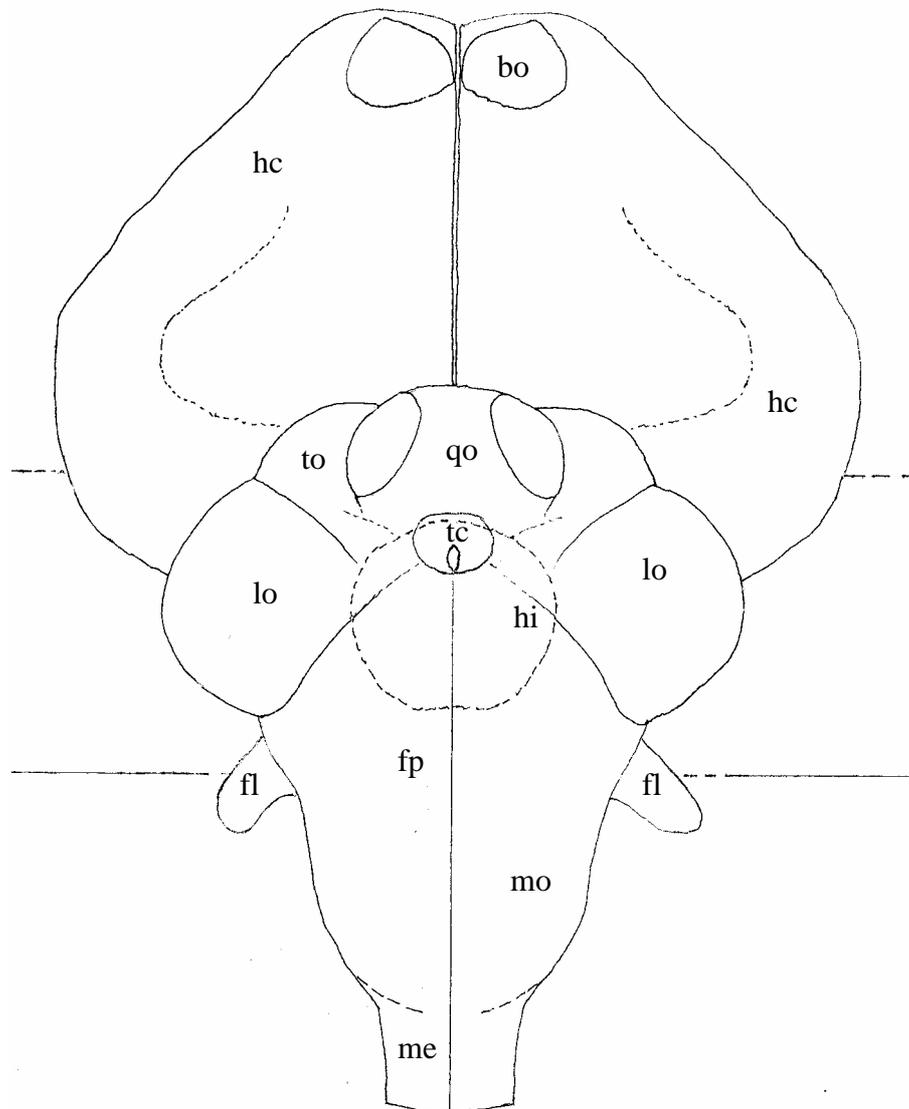


Figura 01 – Desenho esquemático da vista ventral do encéfalo de avestruz indicando a localização das estruturas: bo – bulbo olfatório; hc – hemisfério cerebral; qo – quiasma óptico; to – trato óptico; lo – lobo óptico; tc – túber cinéreo; hi – hipófise pontilhada; fp – flexura pontina; fl – flóculo (aurícula do cerebelo); mo – medula oblonga; me – medula espinhal.

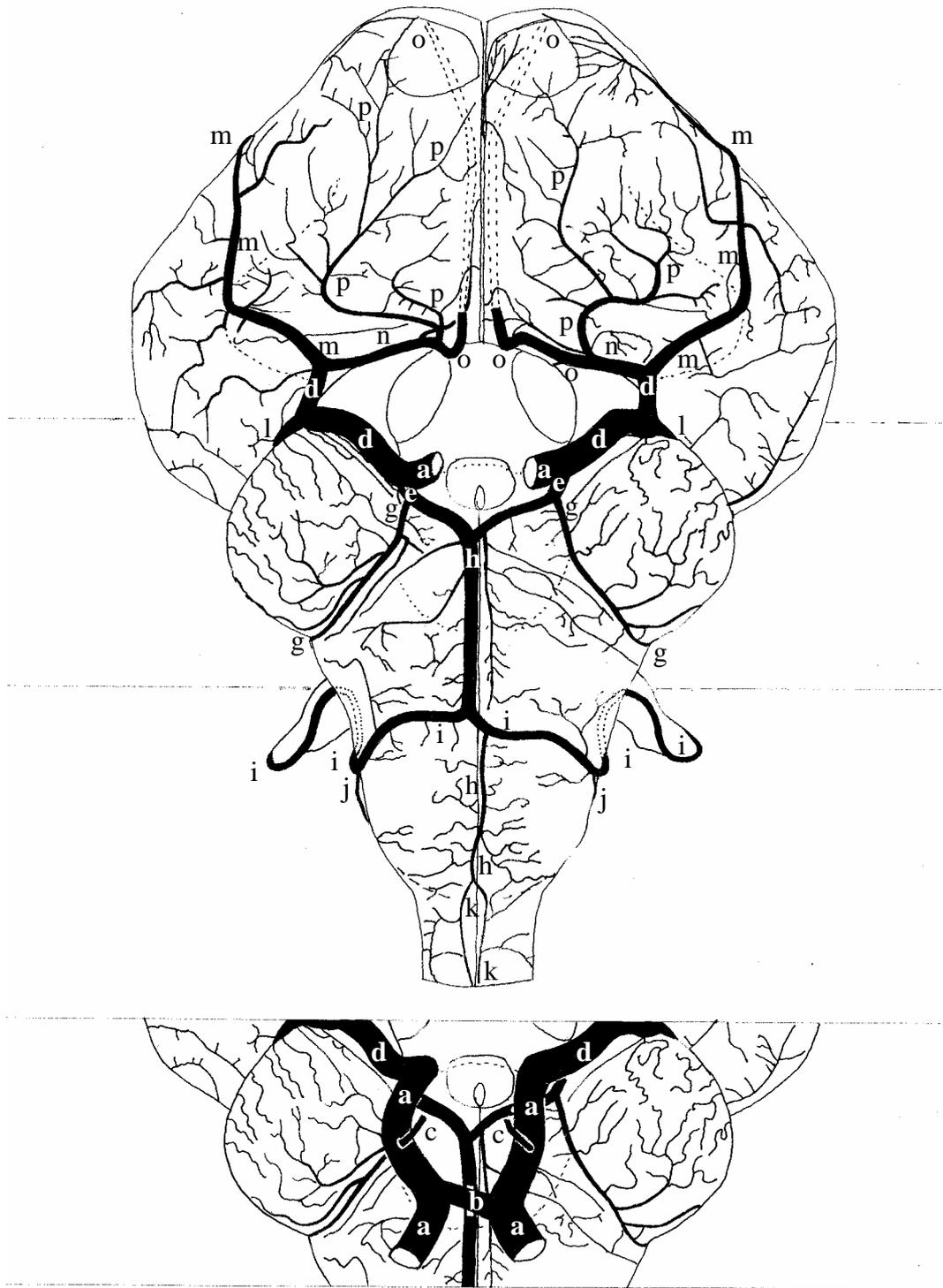


Figura 02 – Obs. 01

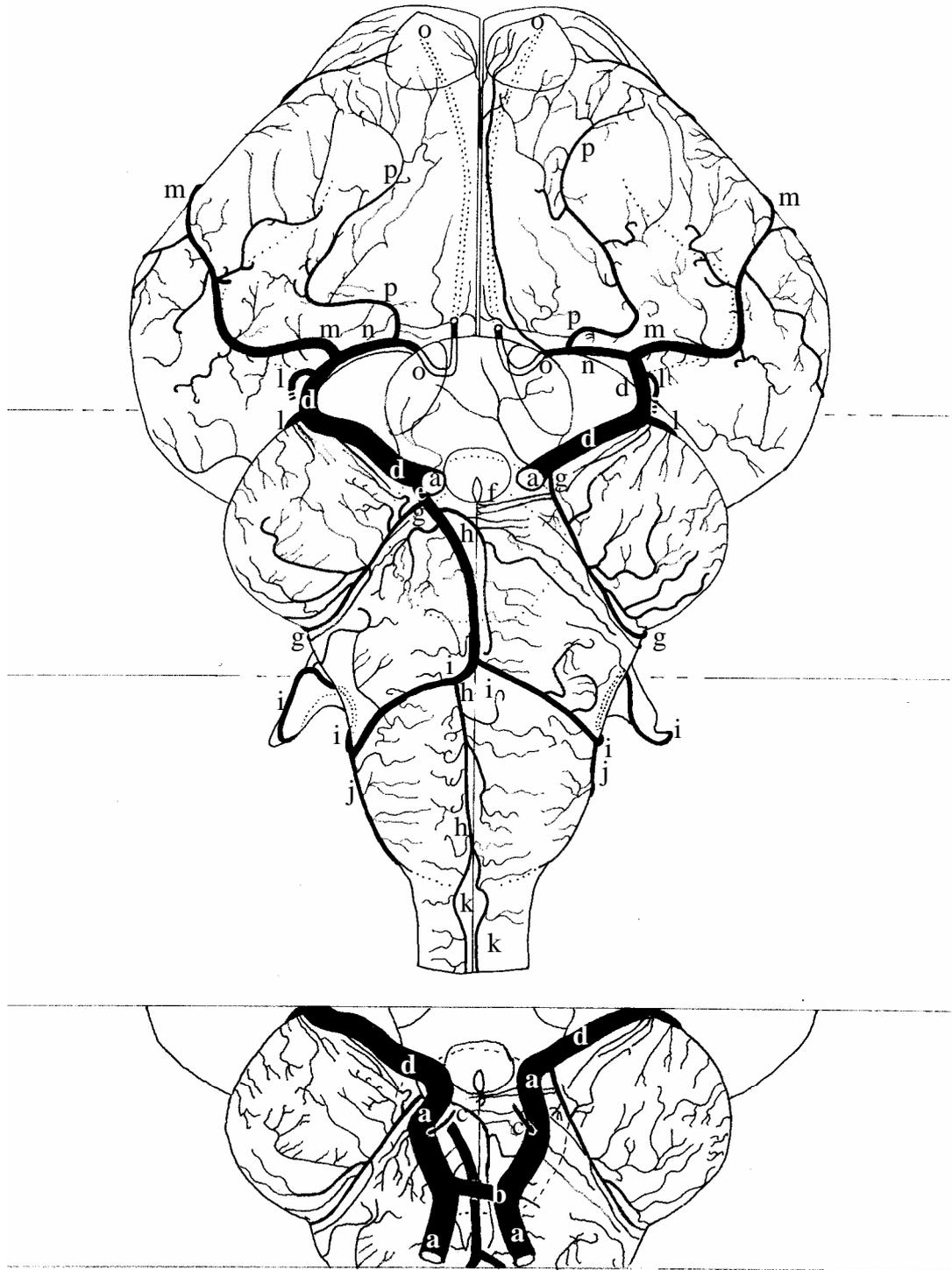


Figura 03 – Obs. 02

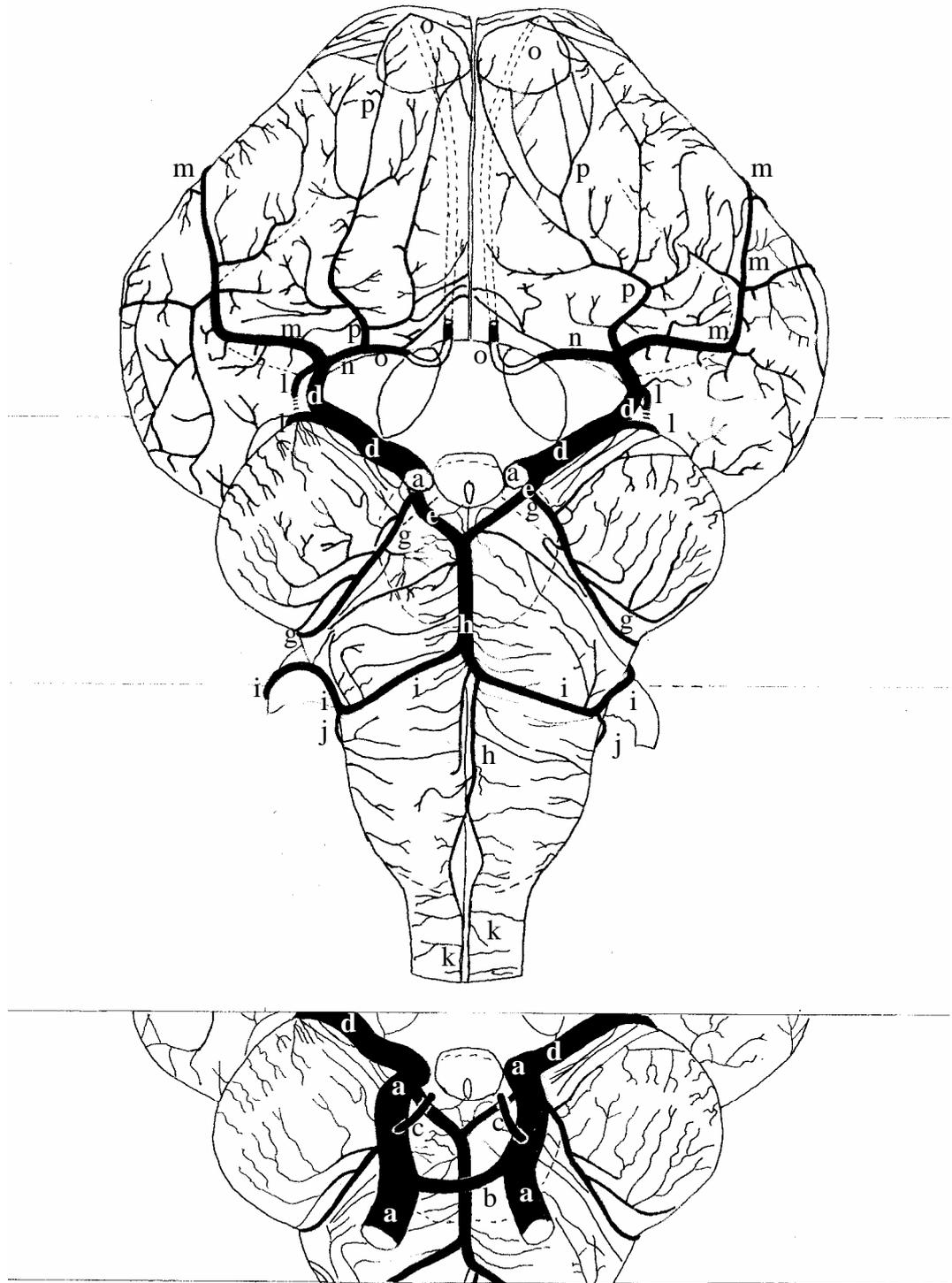


Figura 04 – Obs. 03

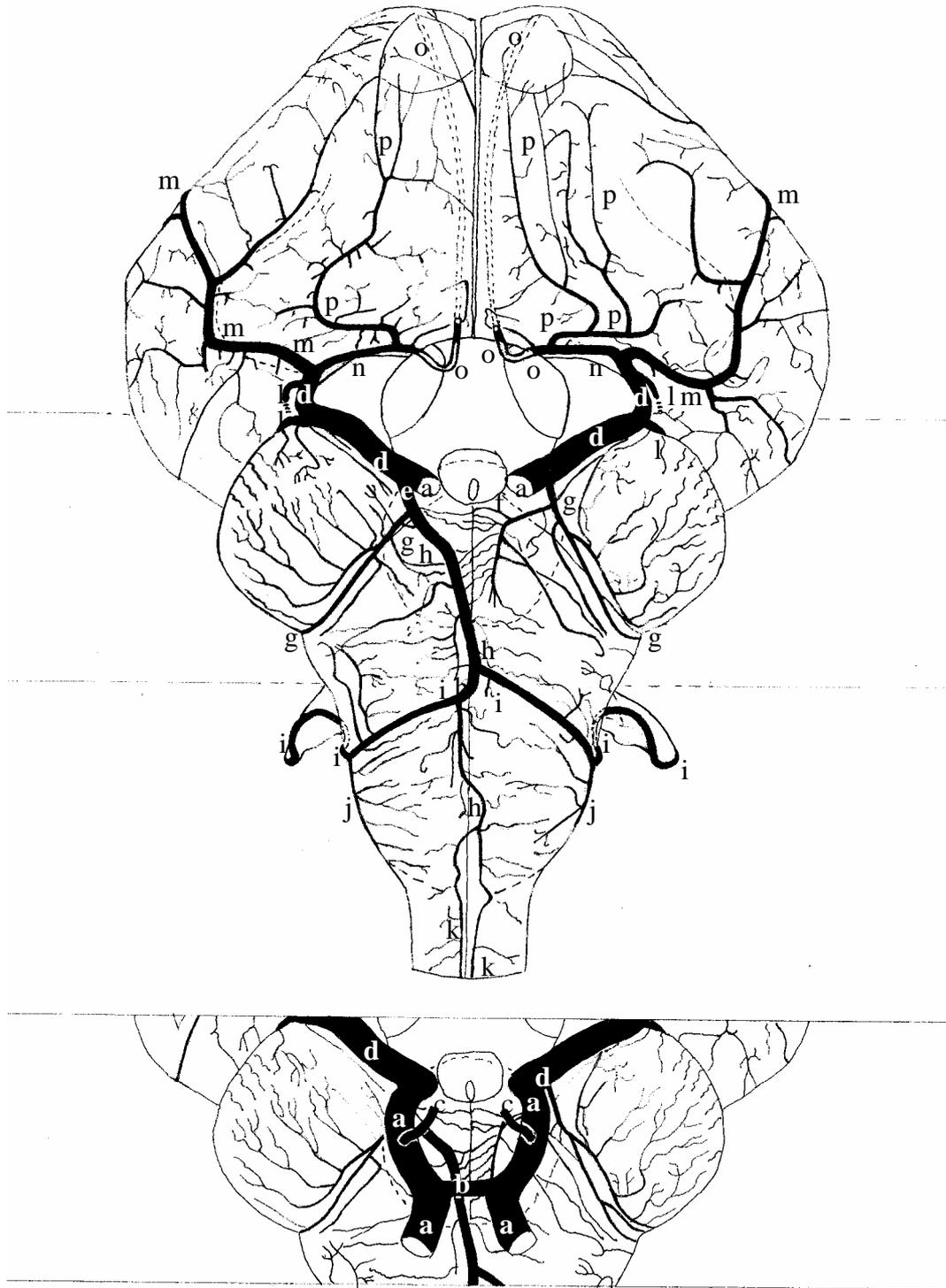


Figura 05 – Obs. 04

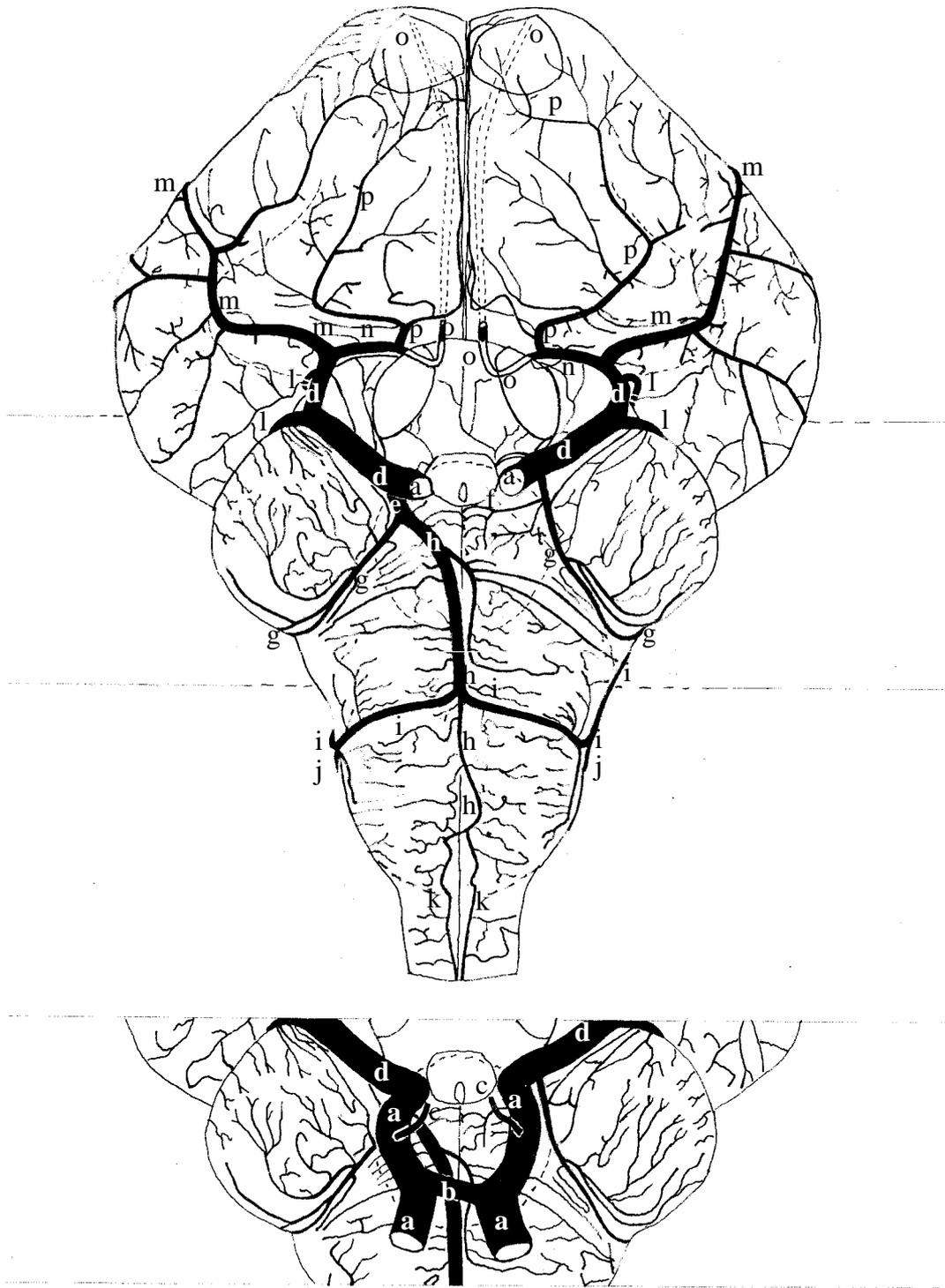


Figura 06 – Obs. 05

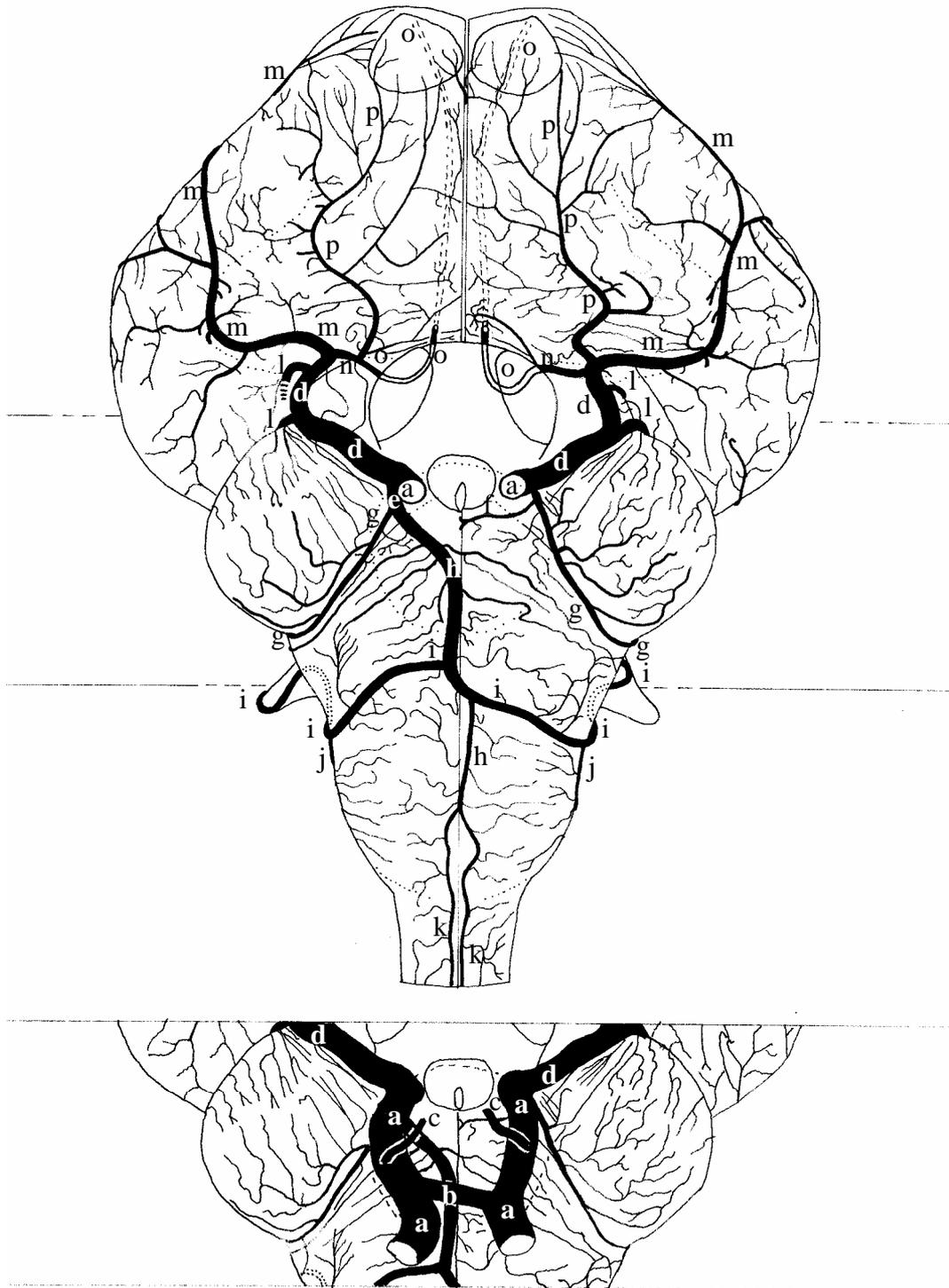


Figura 07 – Obs. 06

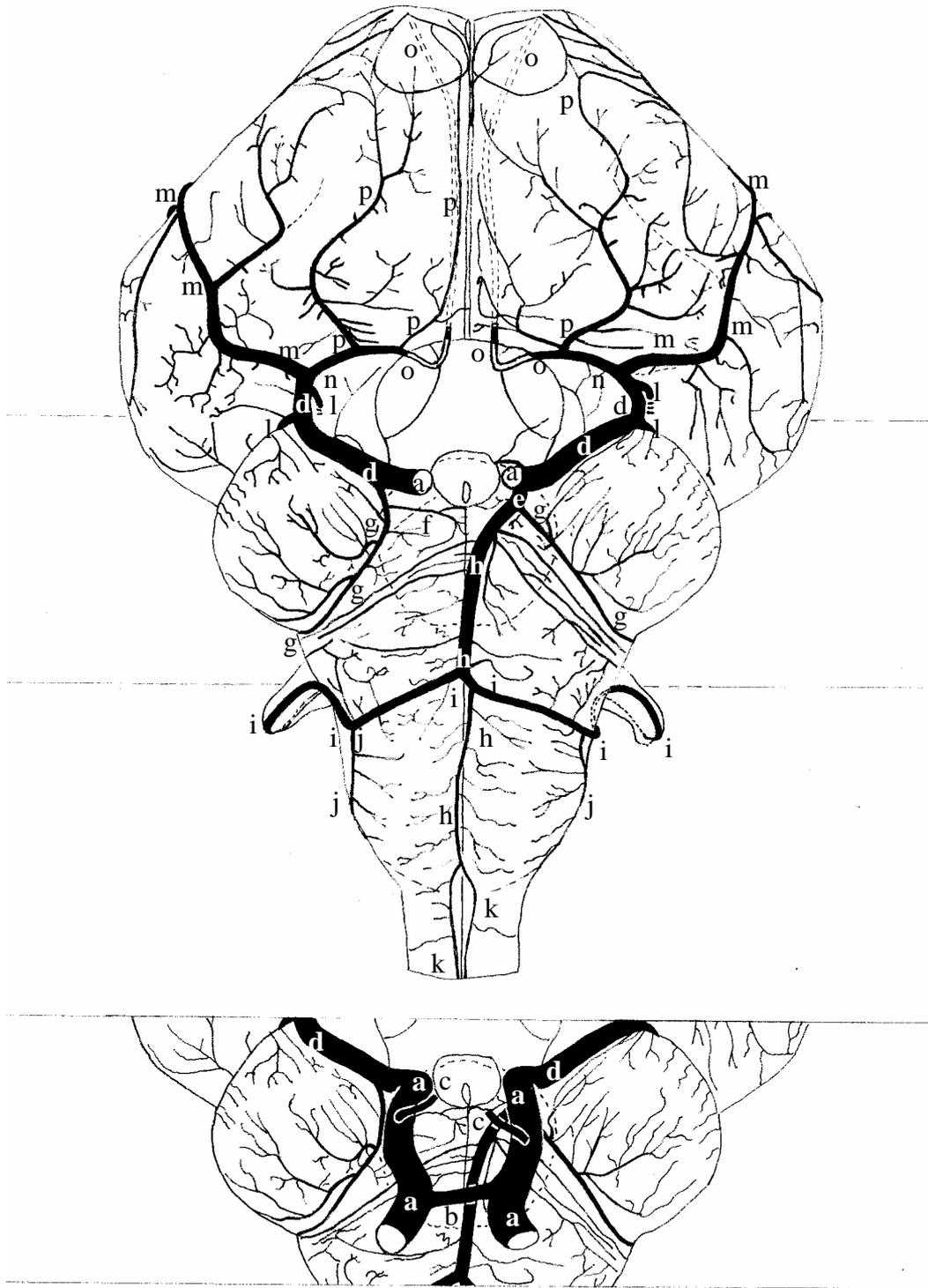


Figura 08 – Obs. 07

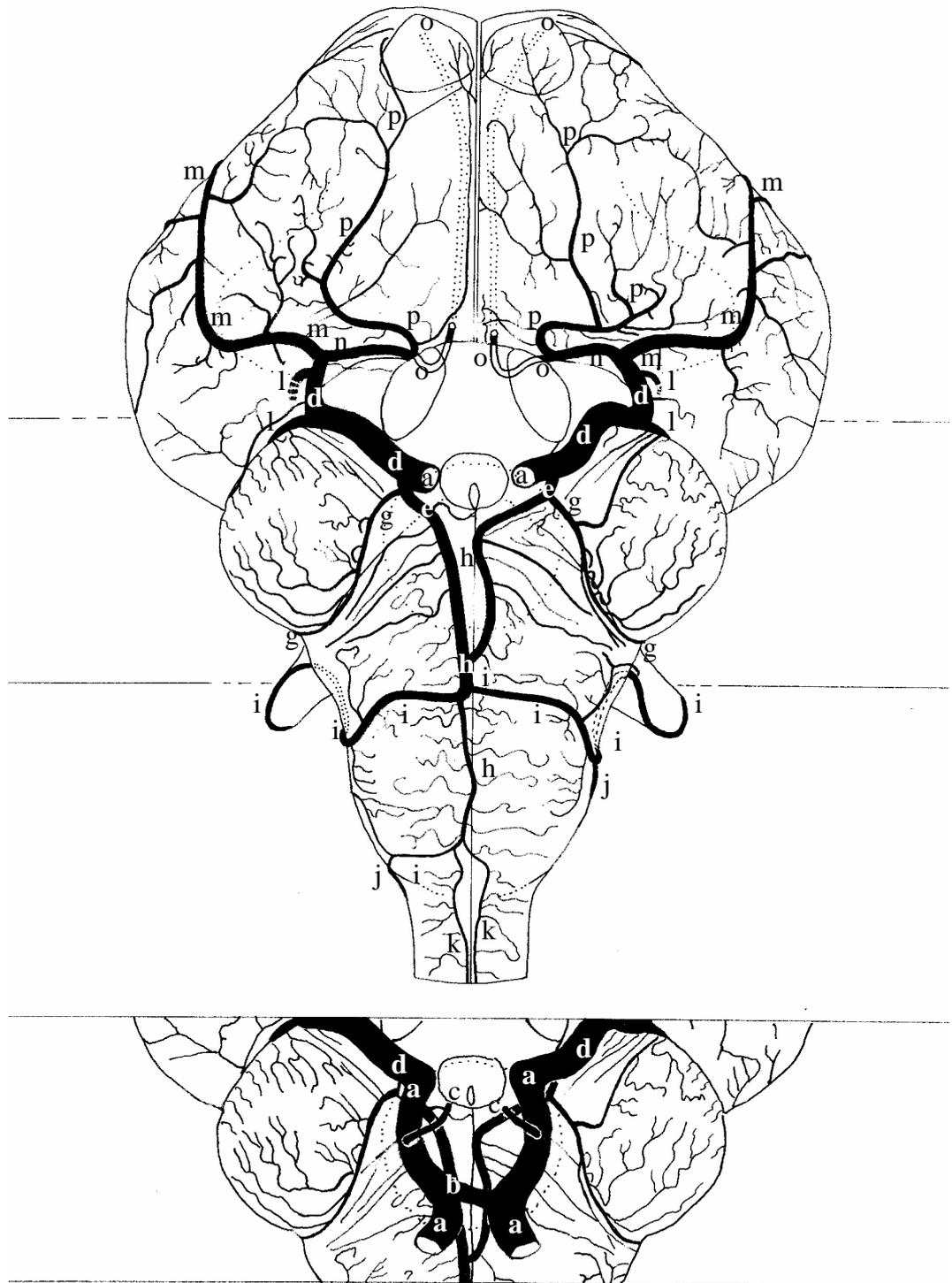


Figura 09 – Obs. 08

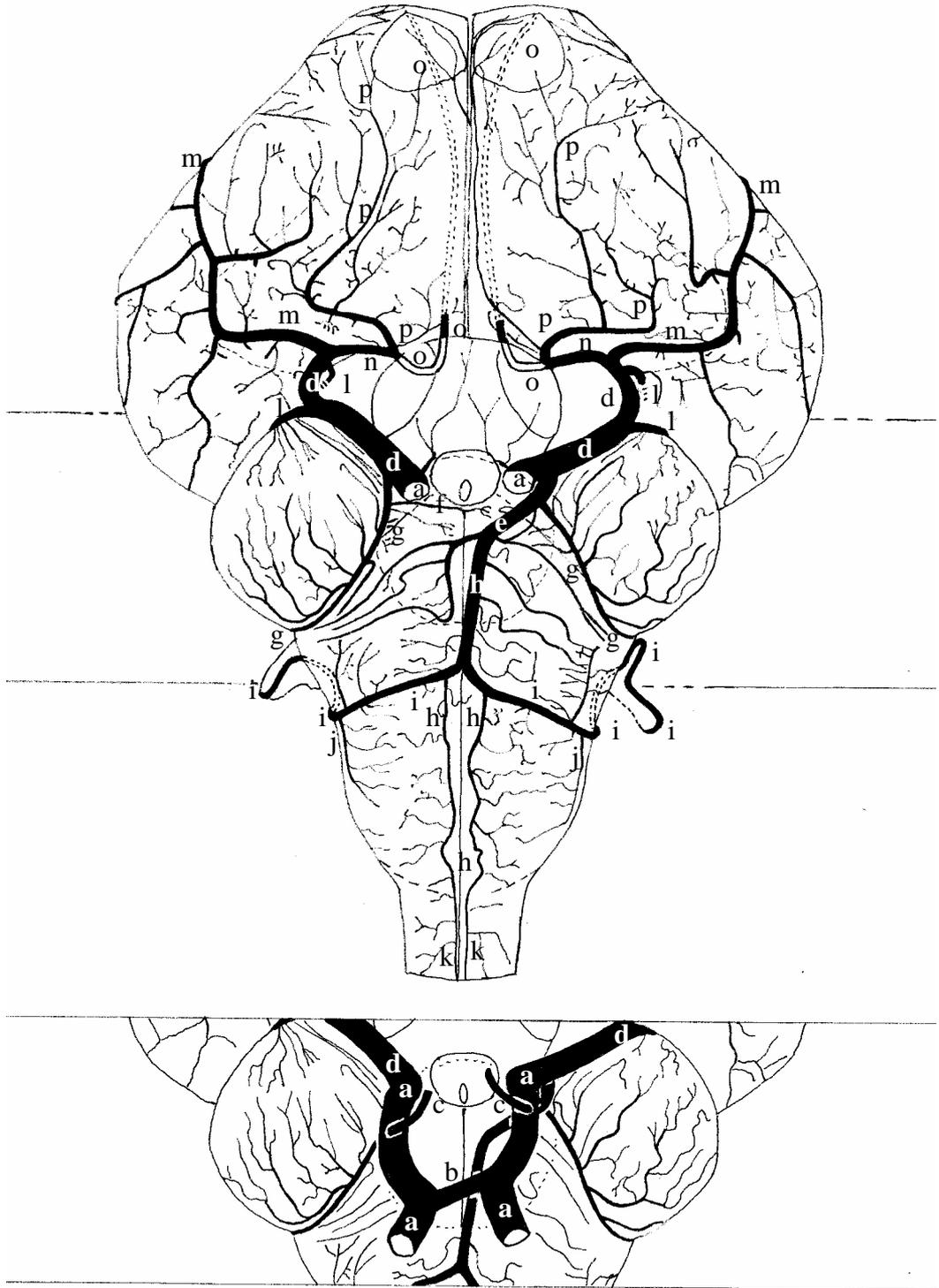


Figura 10 – Obs. 09

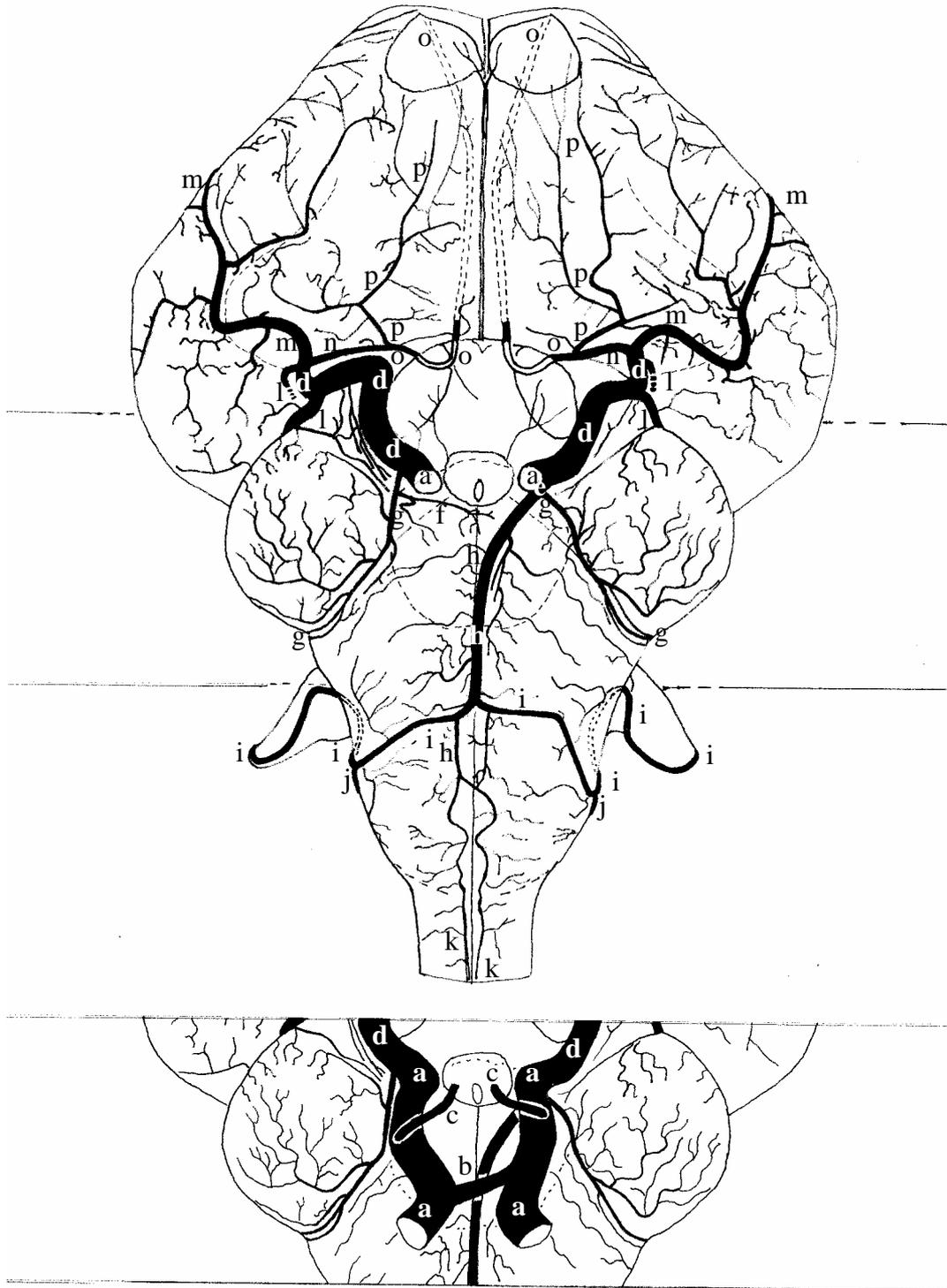


Figura 11 – Obs. 10

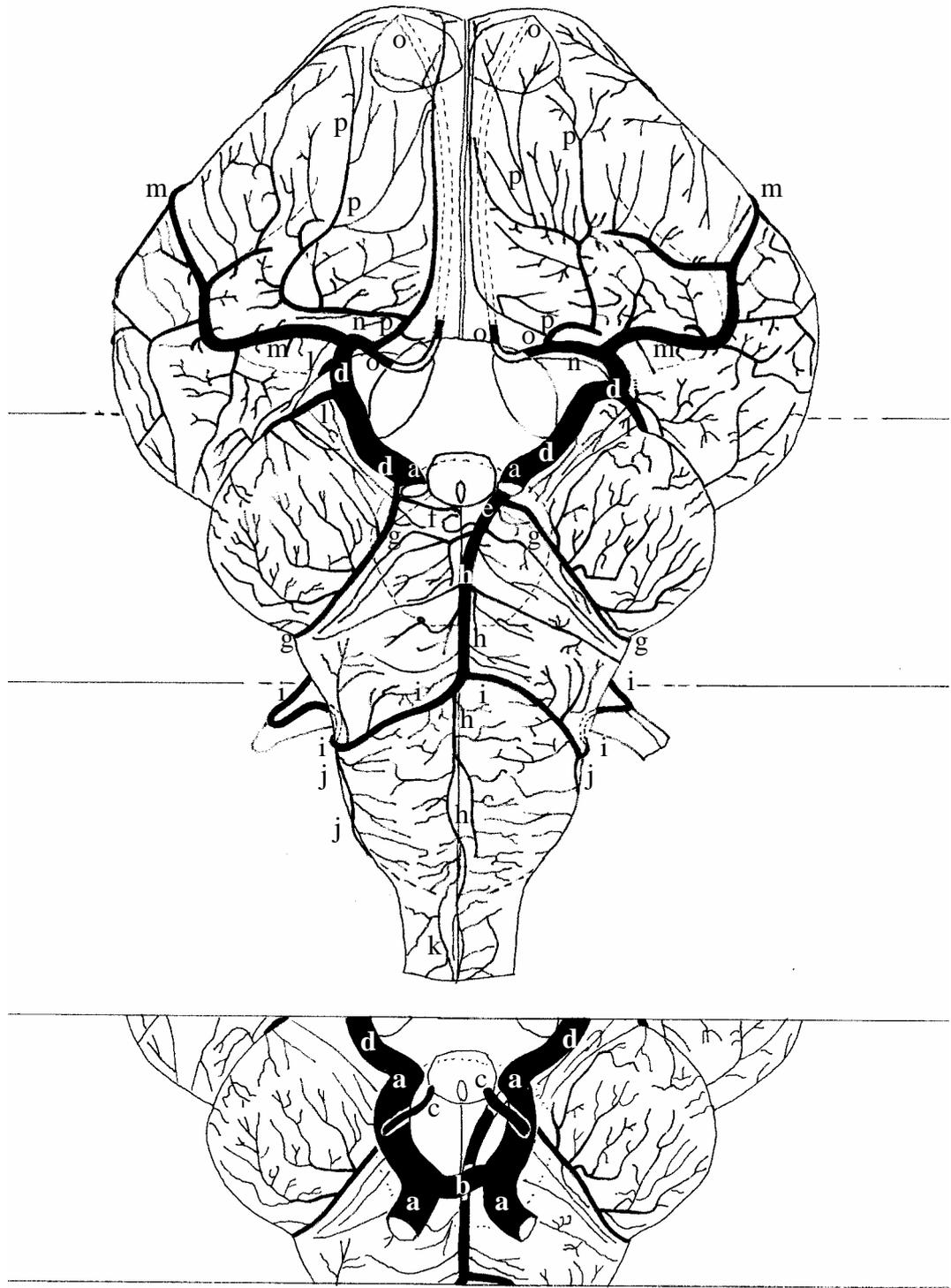


Figura 12 – Obs. 11

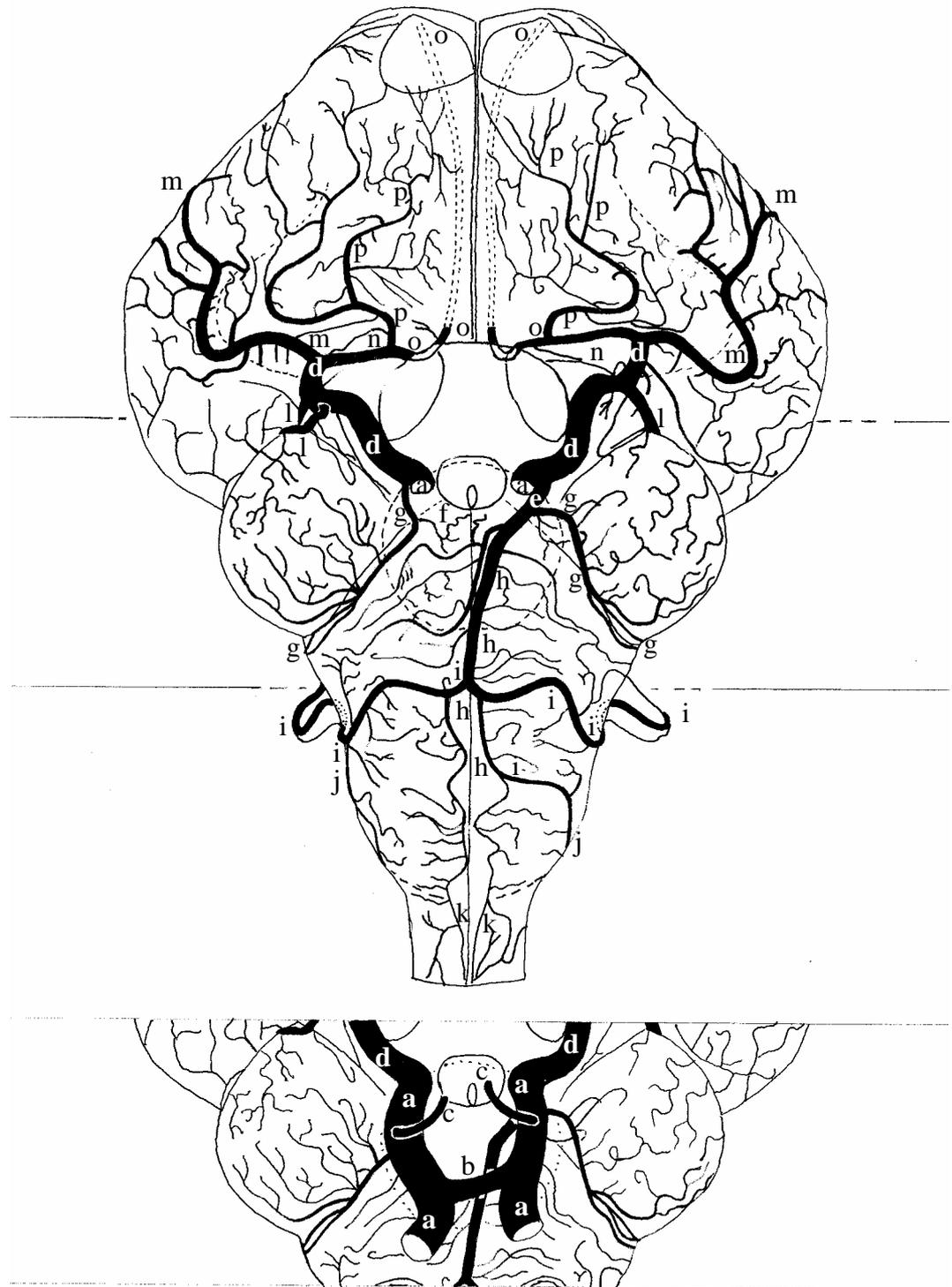


Figura 13 – Obs. 12

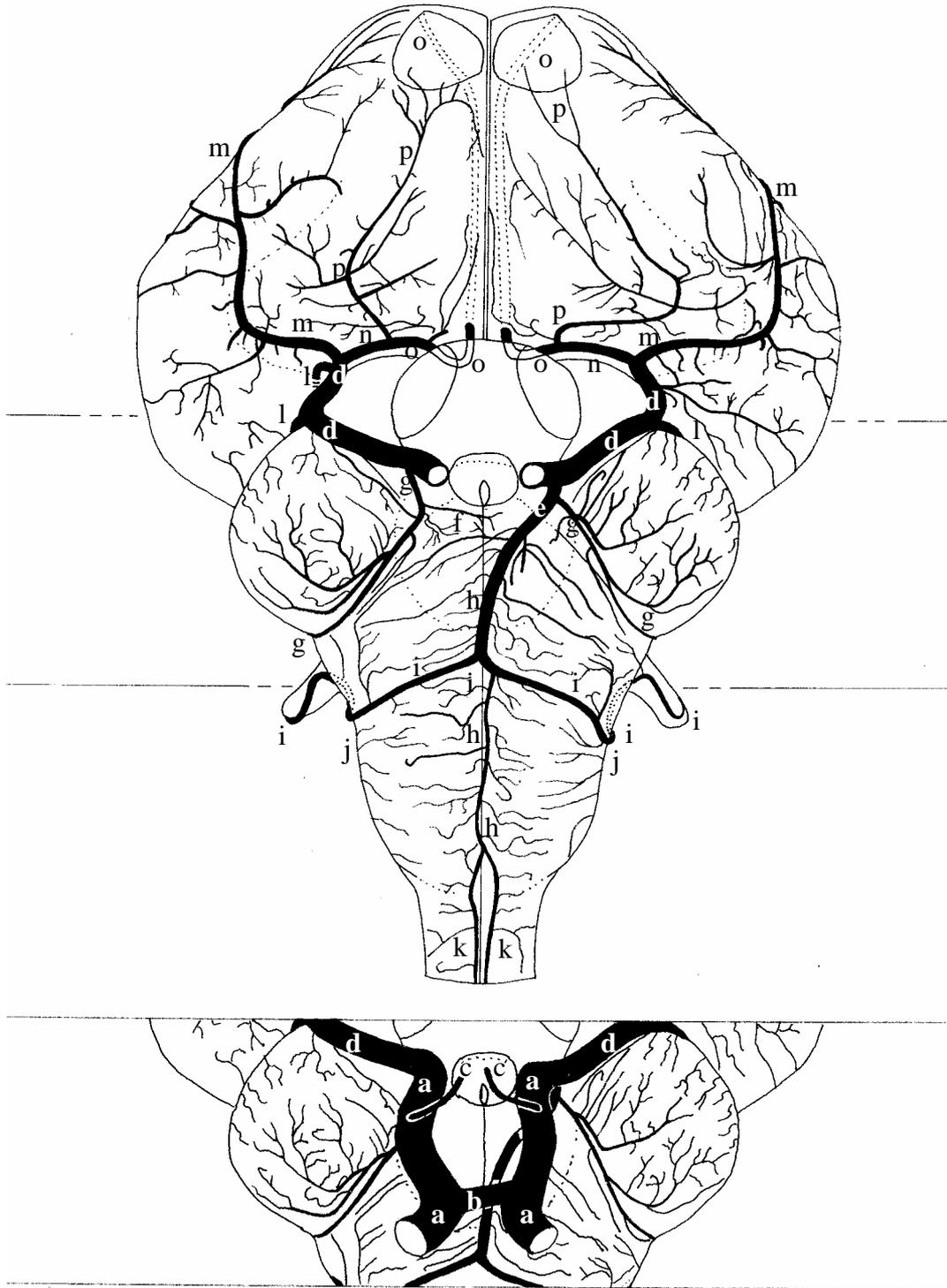


Figura 14 – Obs. 13

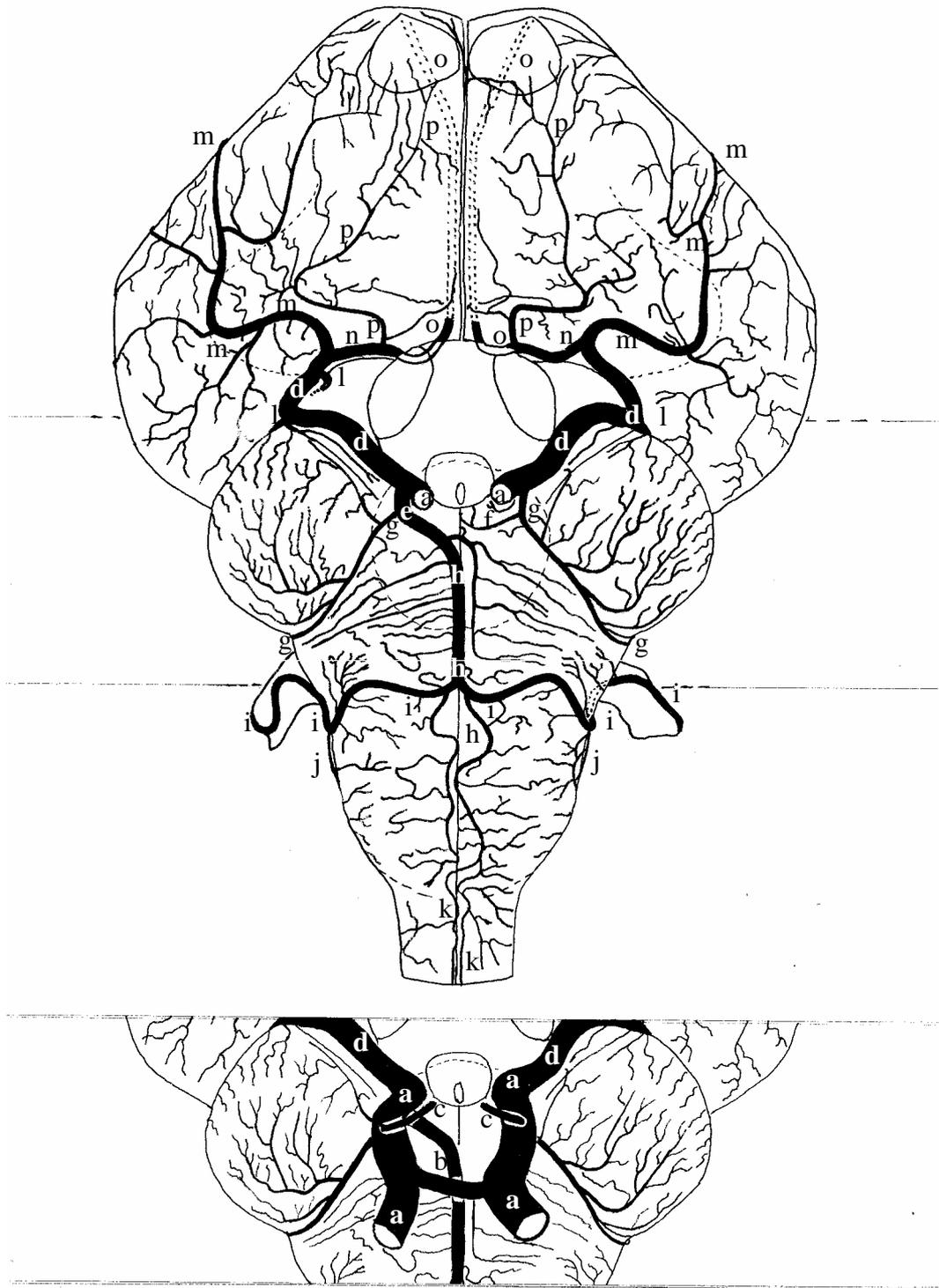


Figura 15 – Obs. 14

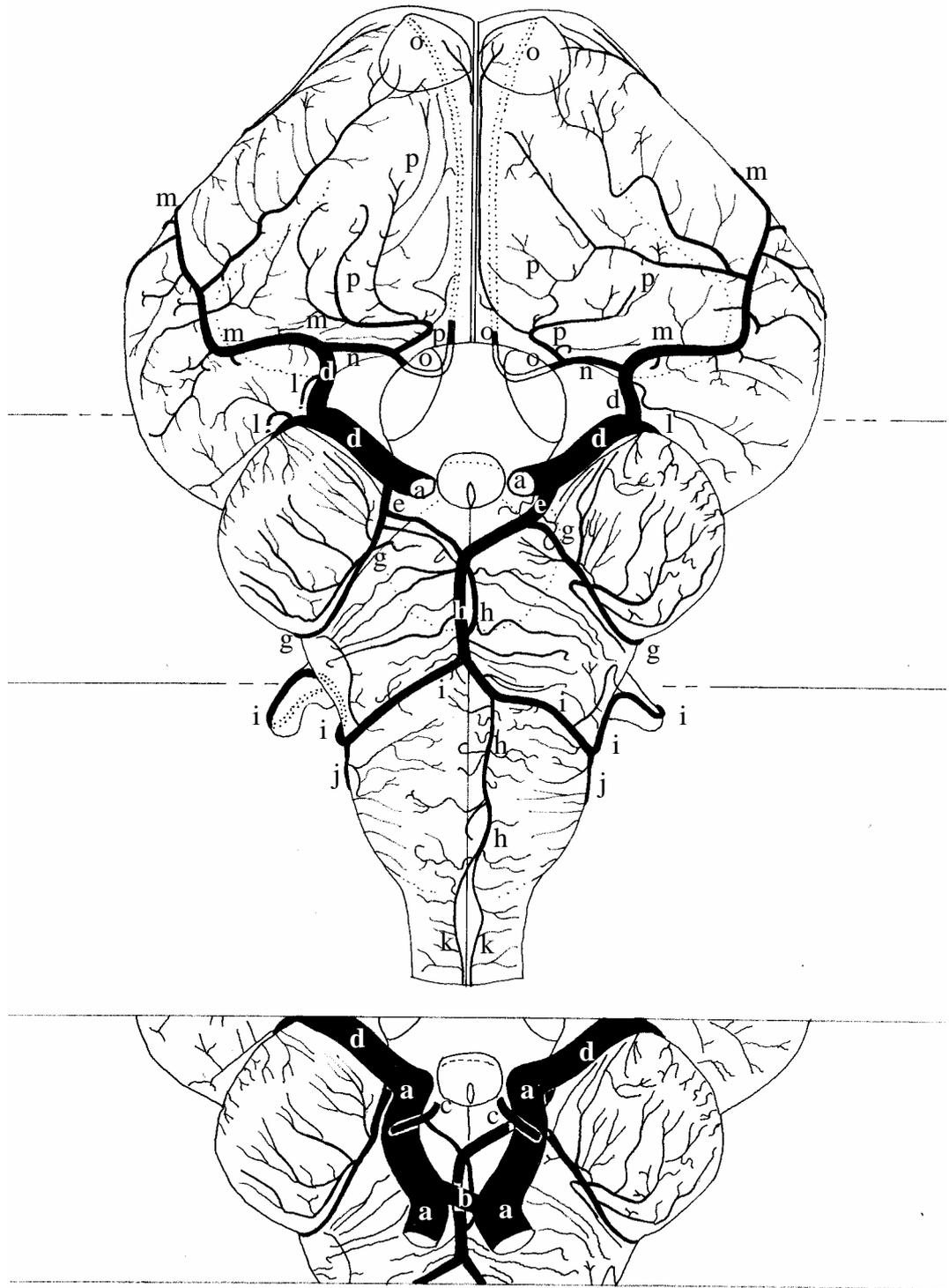


Figura 16 – Obs. 15

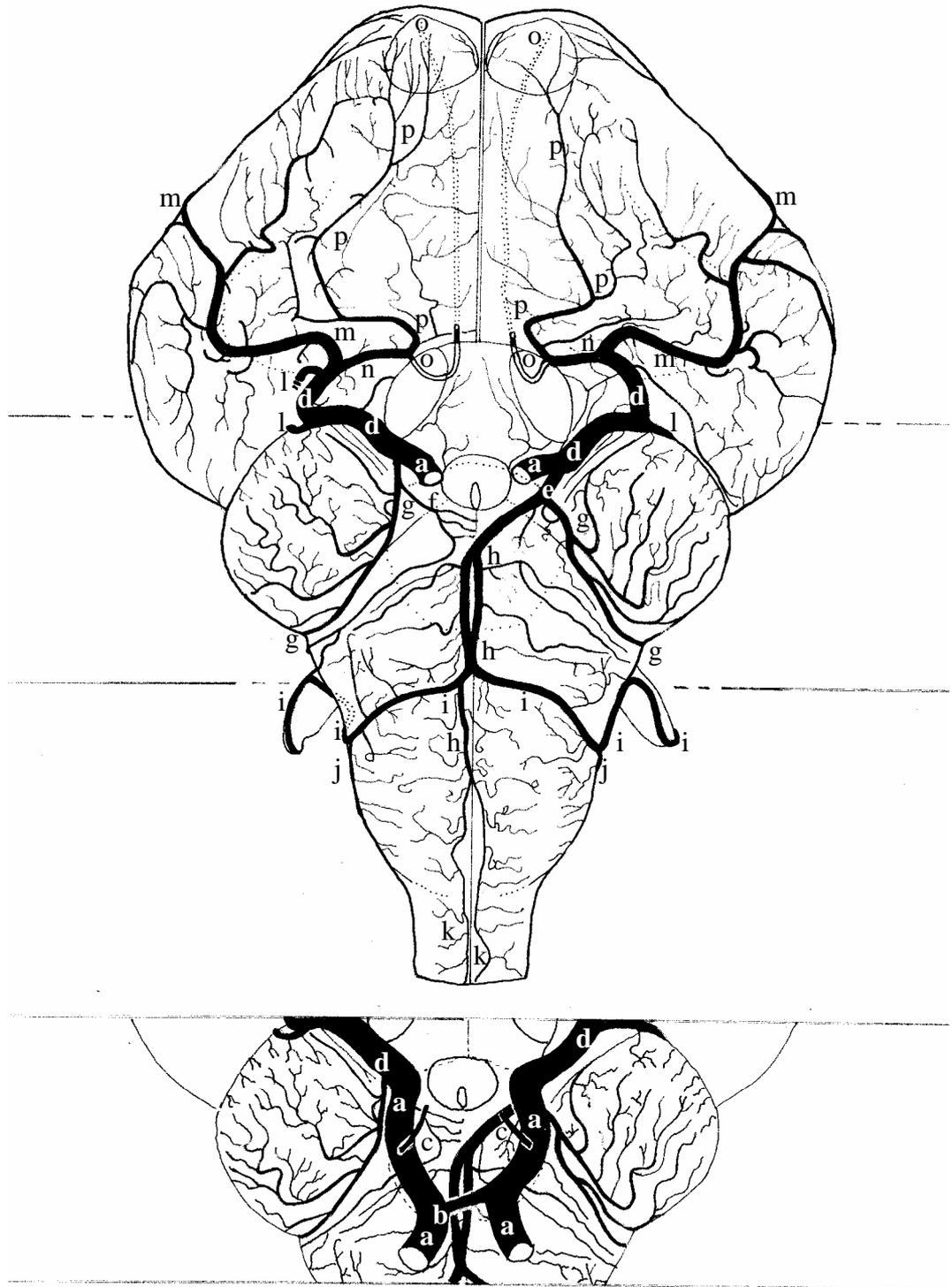


Figura 17 – Obs. 16

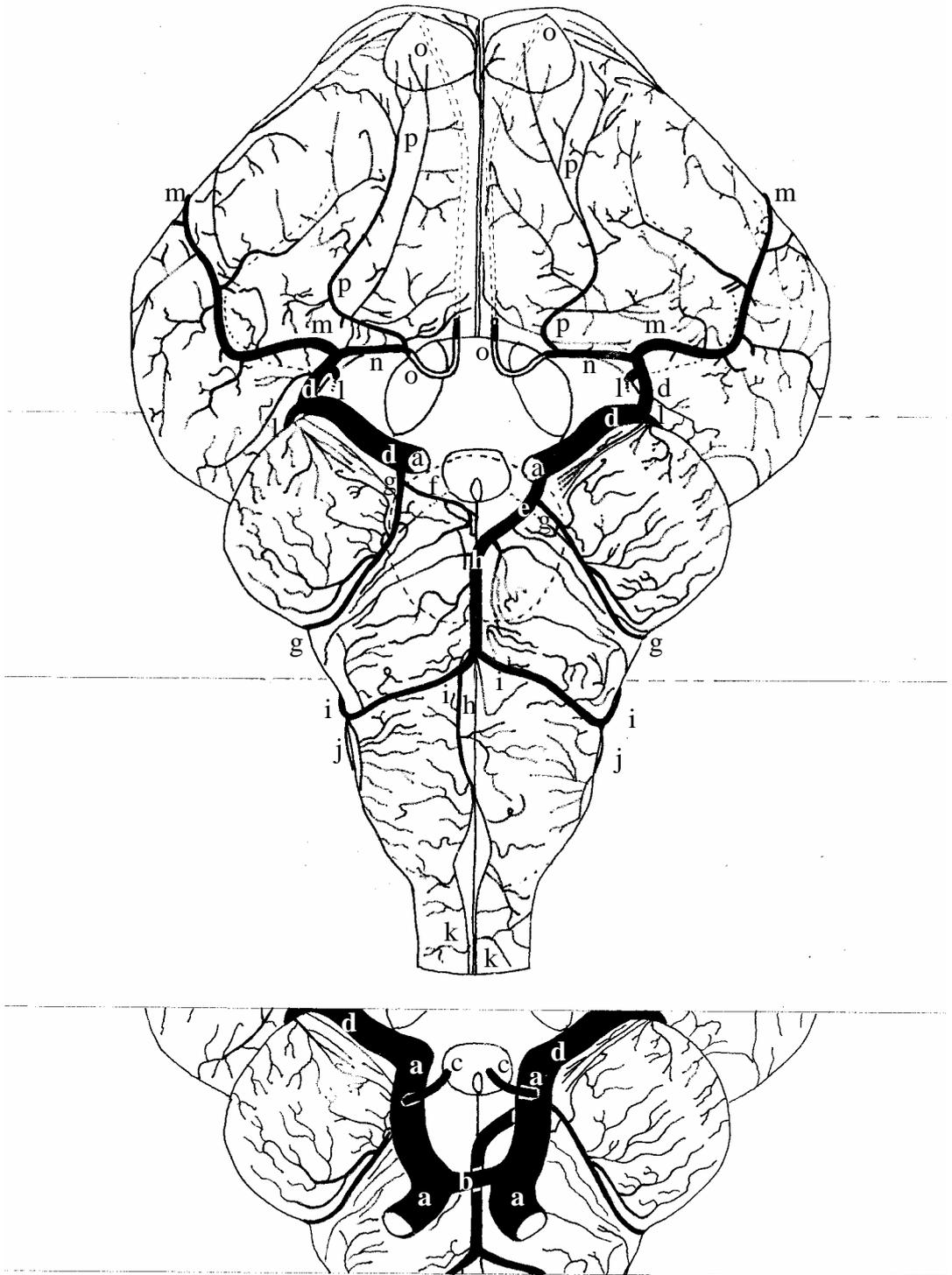


Figura 18 – Obs. 17

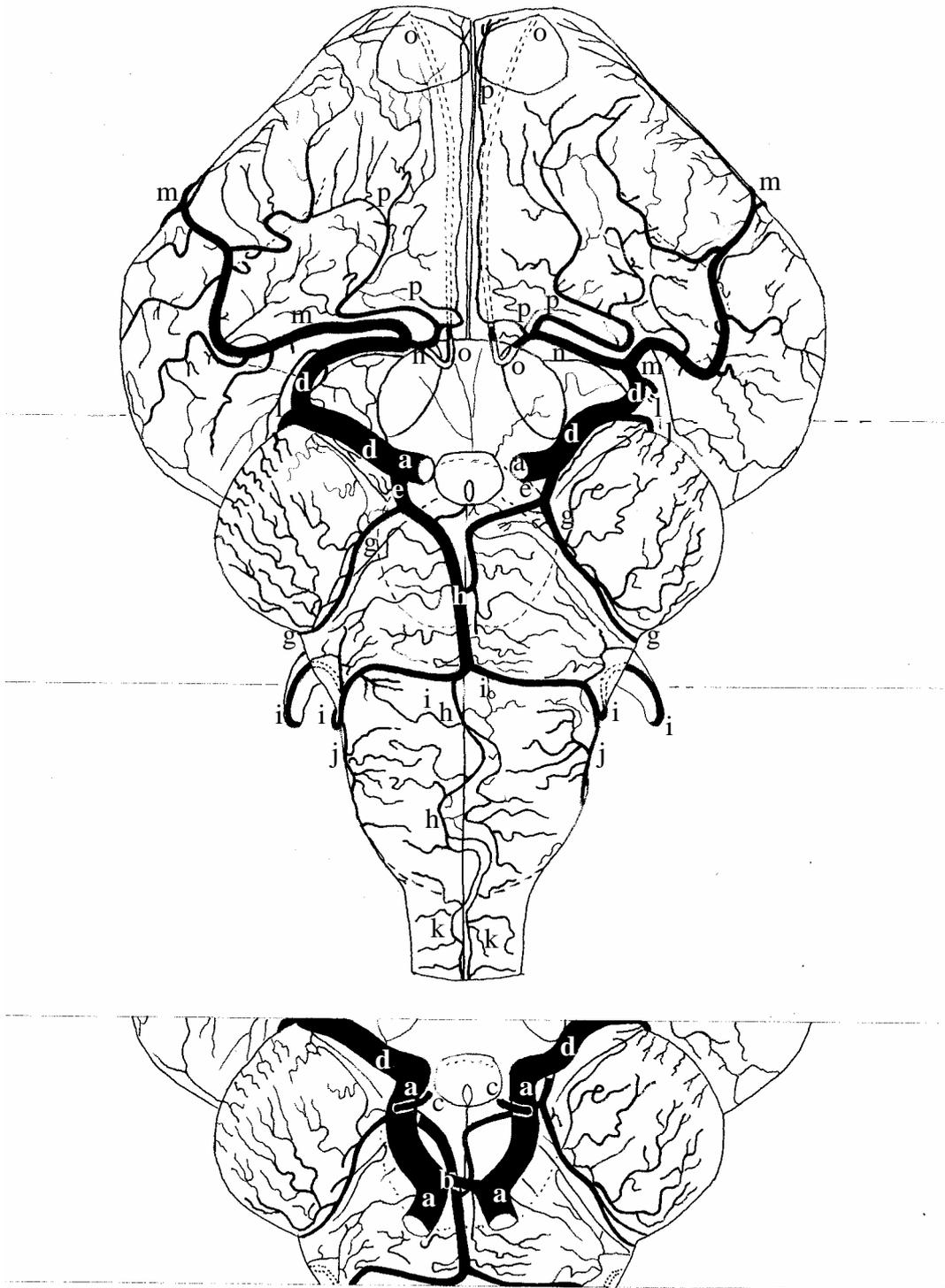


Figura 19 – Obs. 18

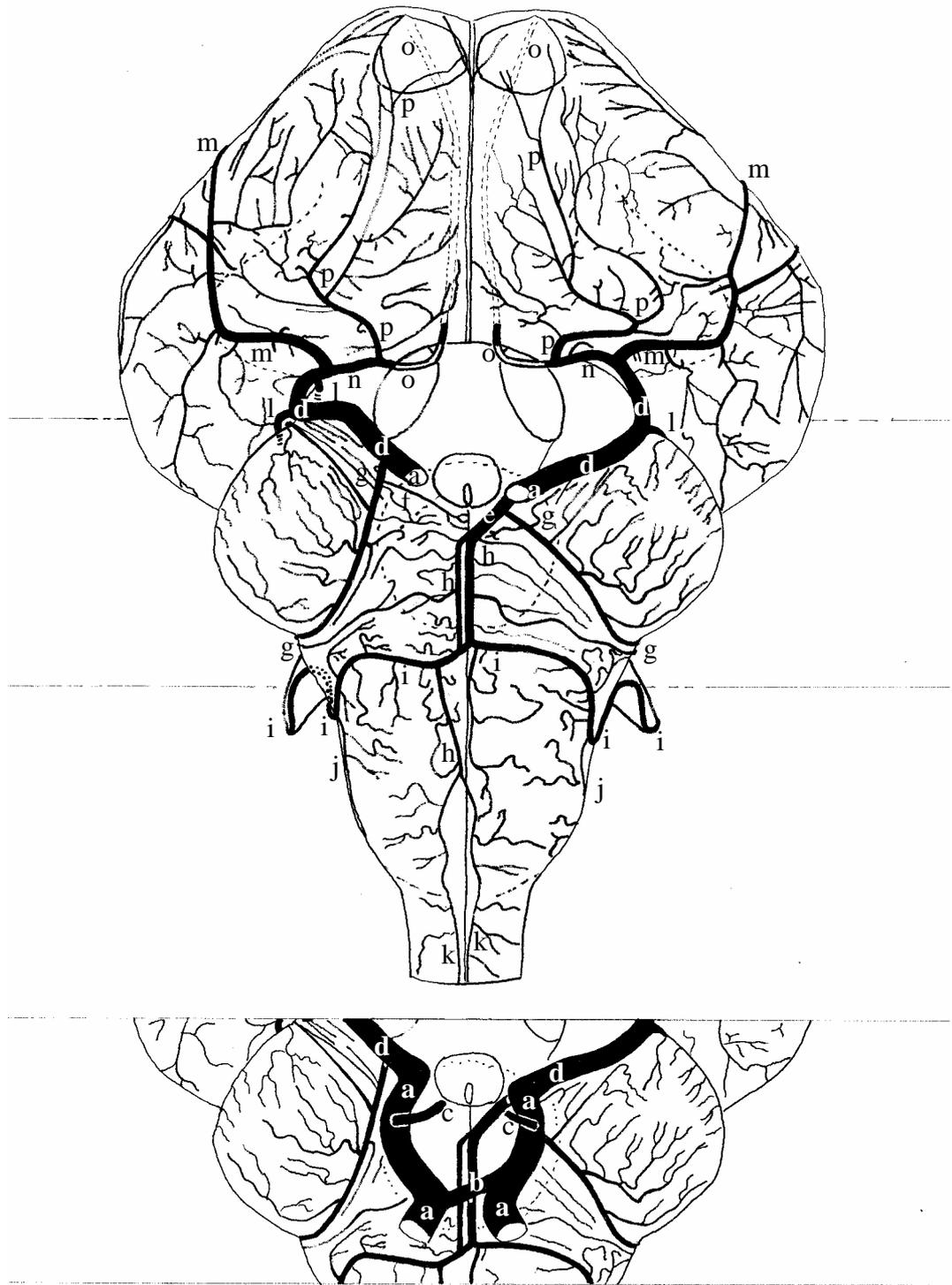


Figura 20 – Obs. 19

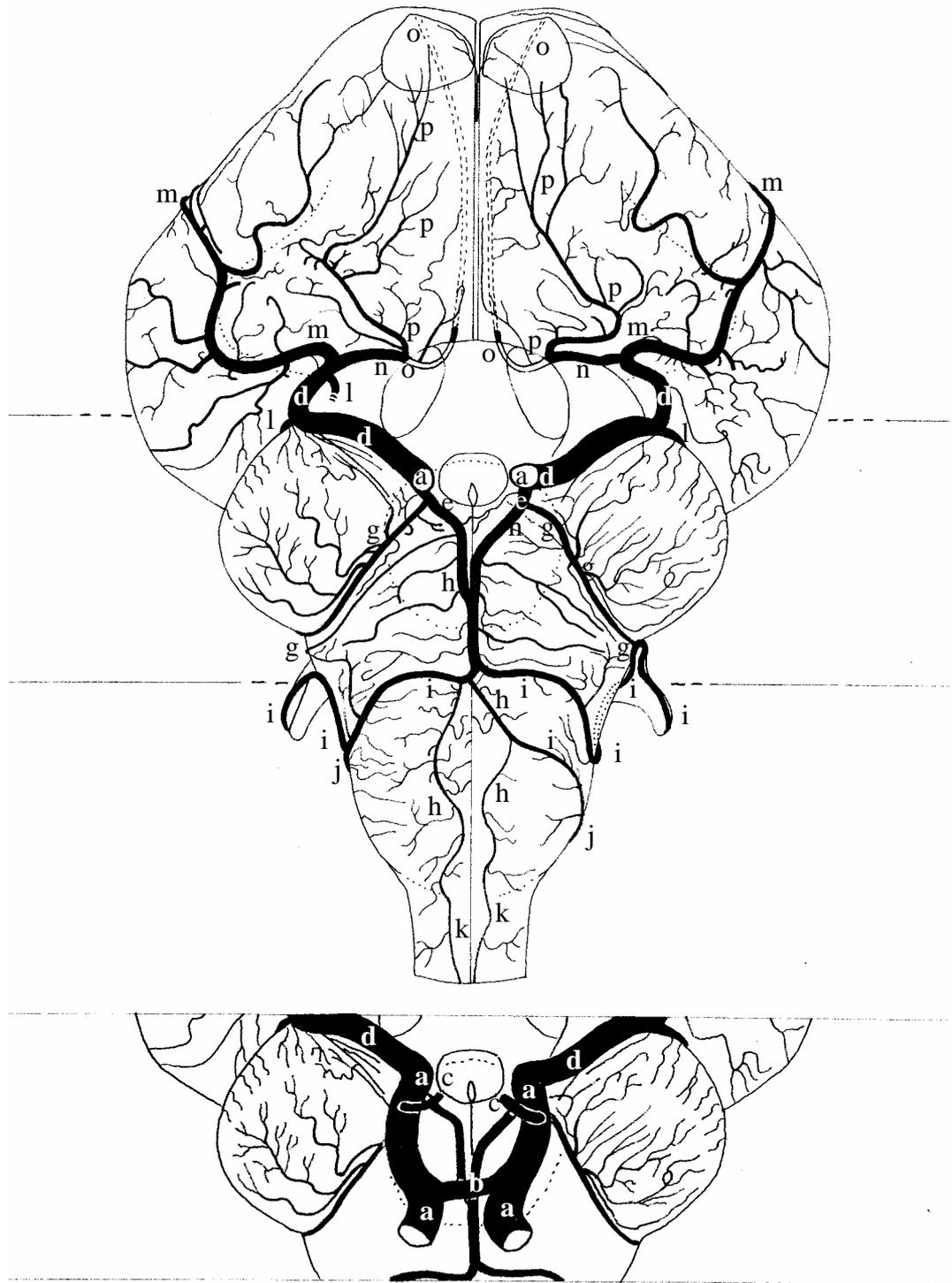


Figura 21 – Obs. 20

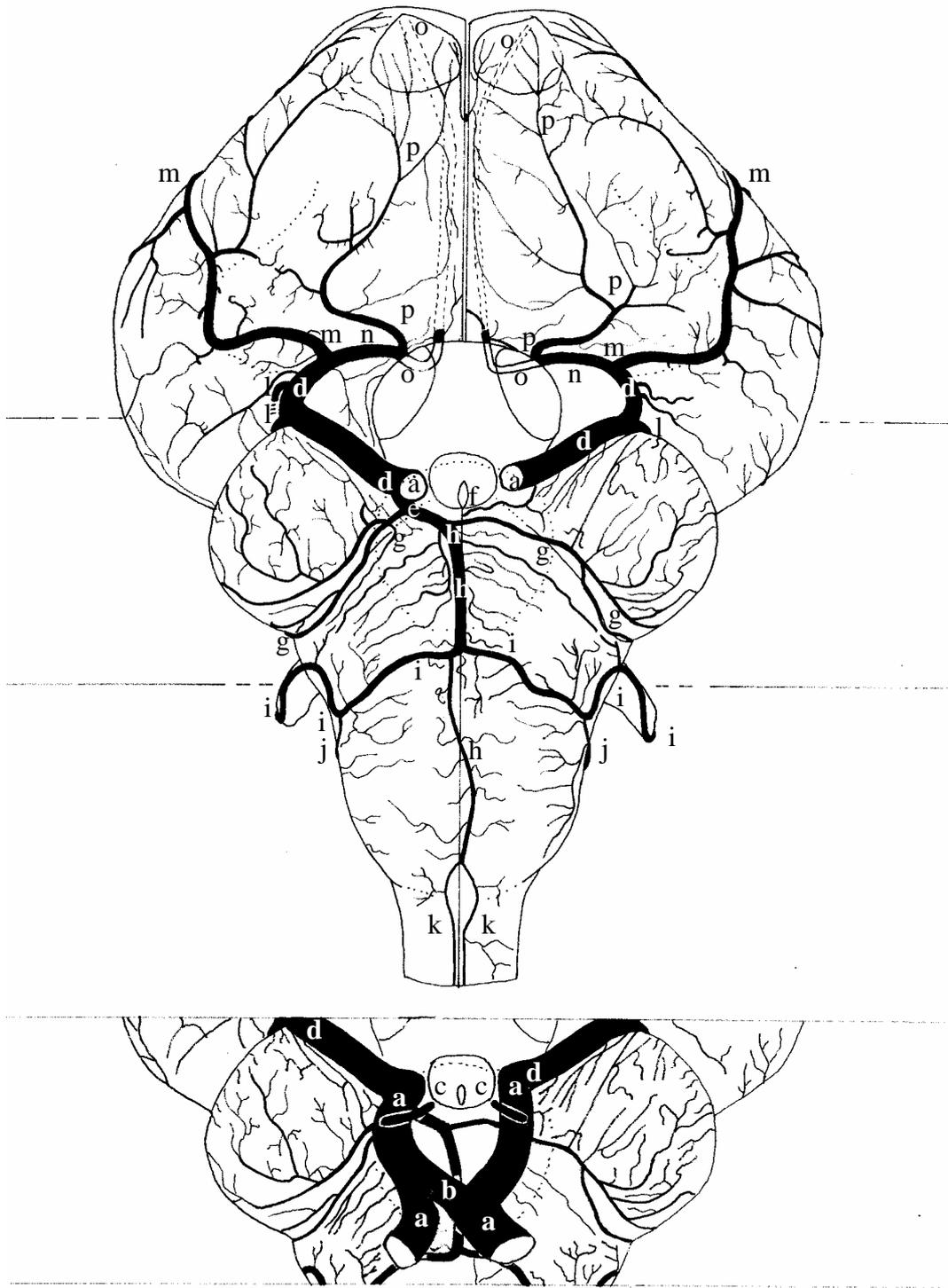


Figura 22 – Obs. 21

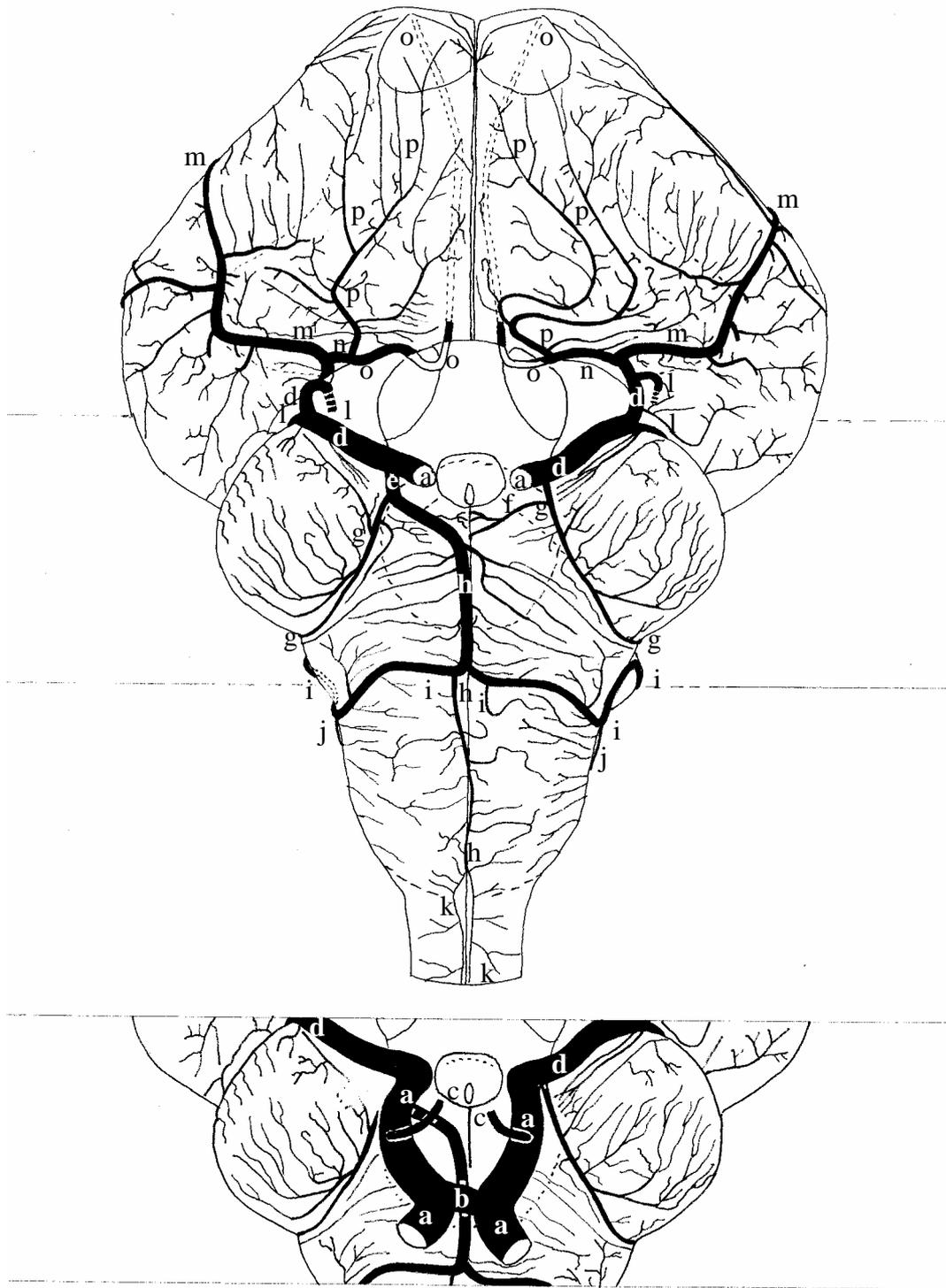


Figura 23 – Obs. 22

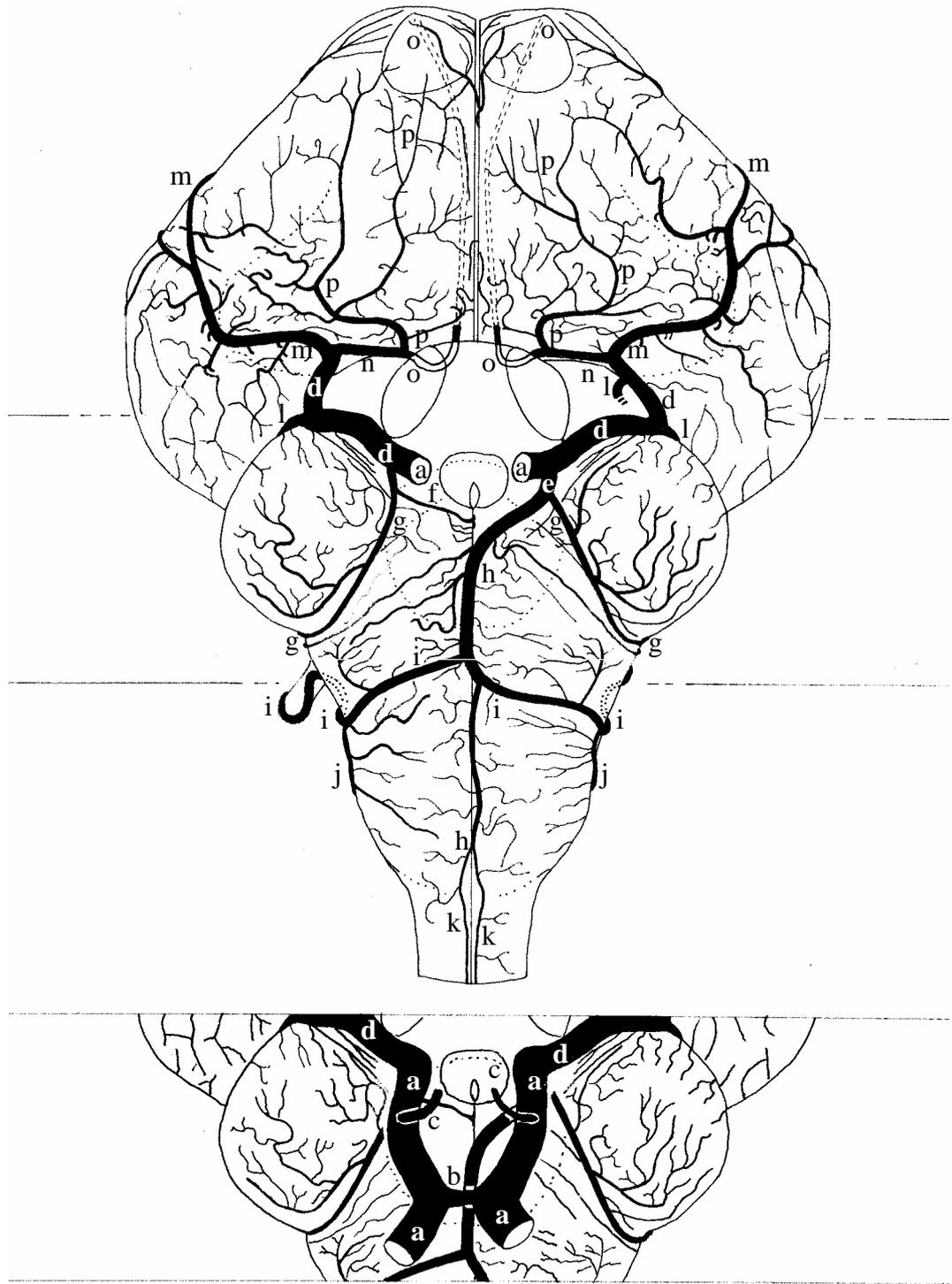


Figura 24 – Obs. 23

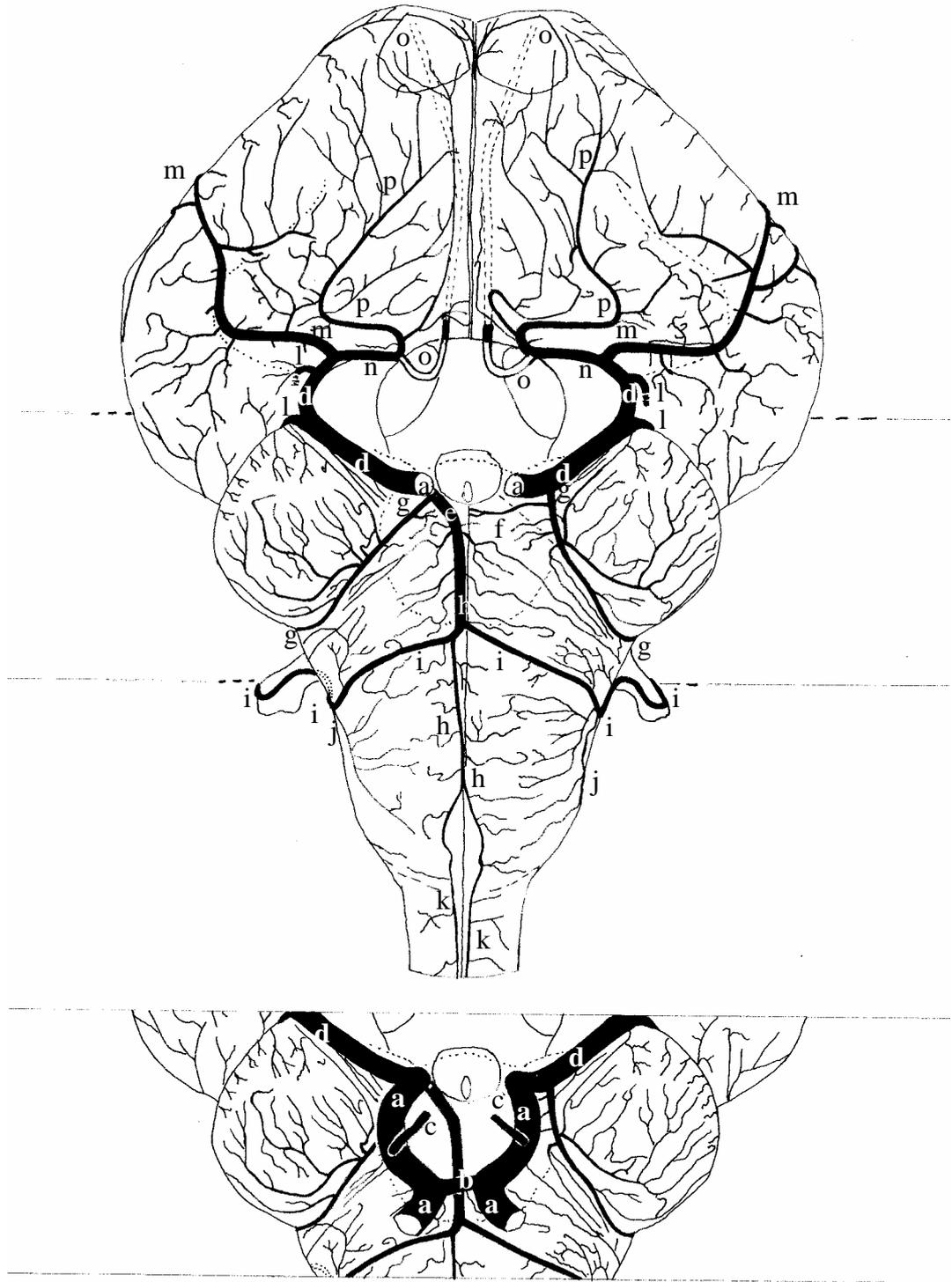


Figura 25 – Obs. 24

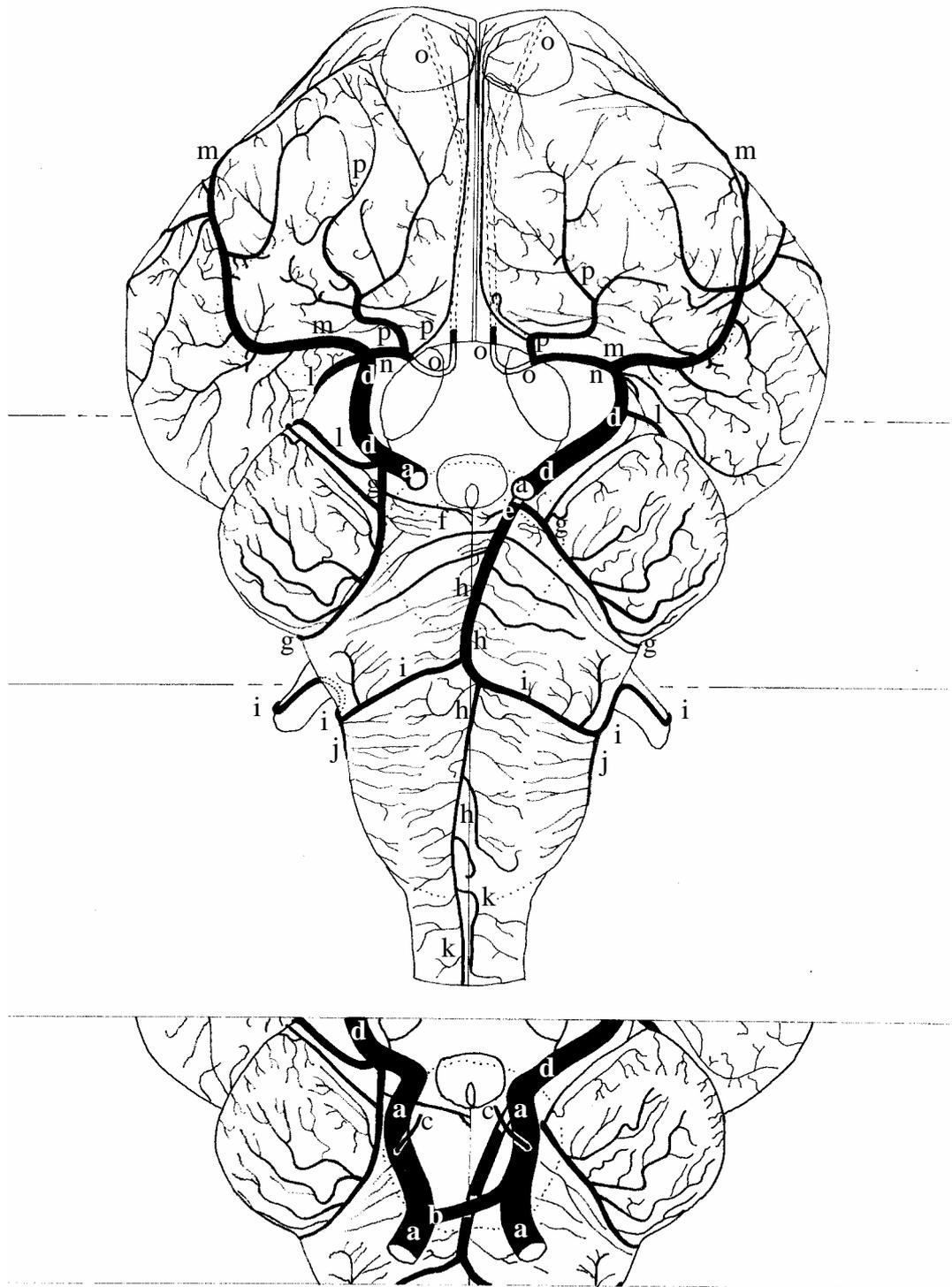


Figura 26 – Obs. 25

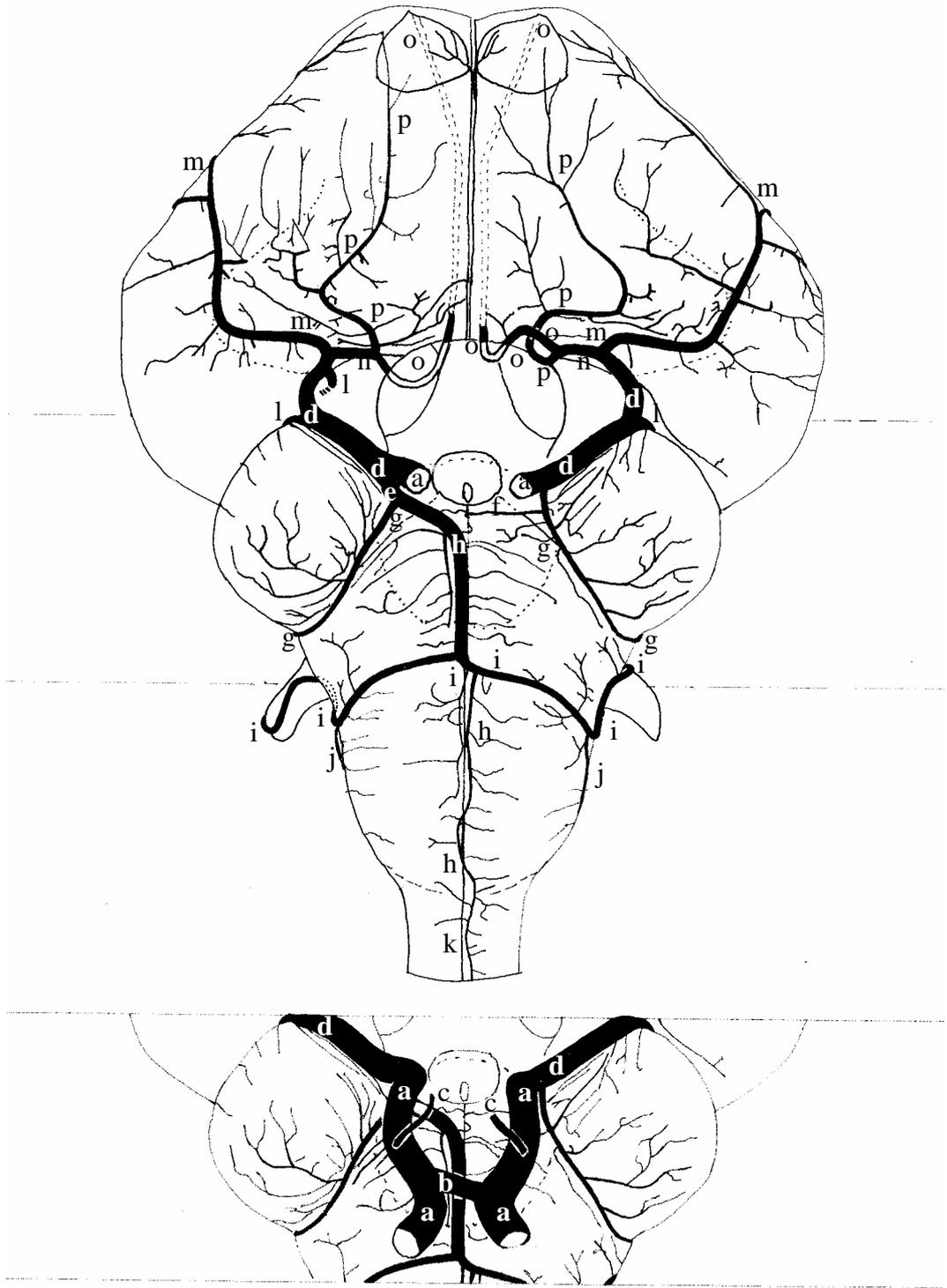


Figura 27 – Obs. 26

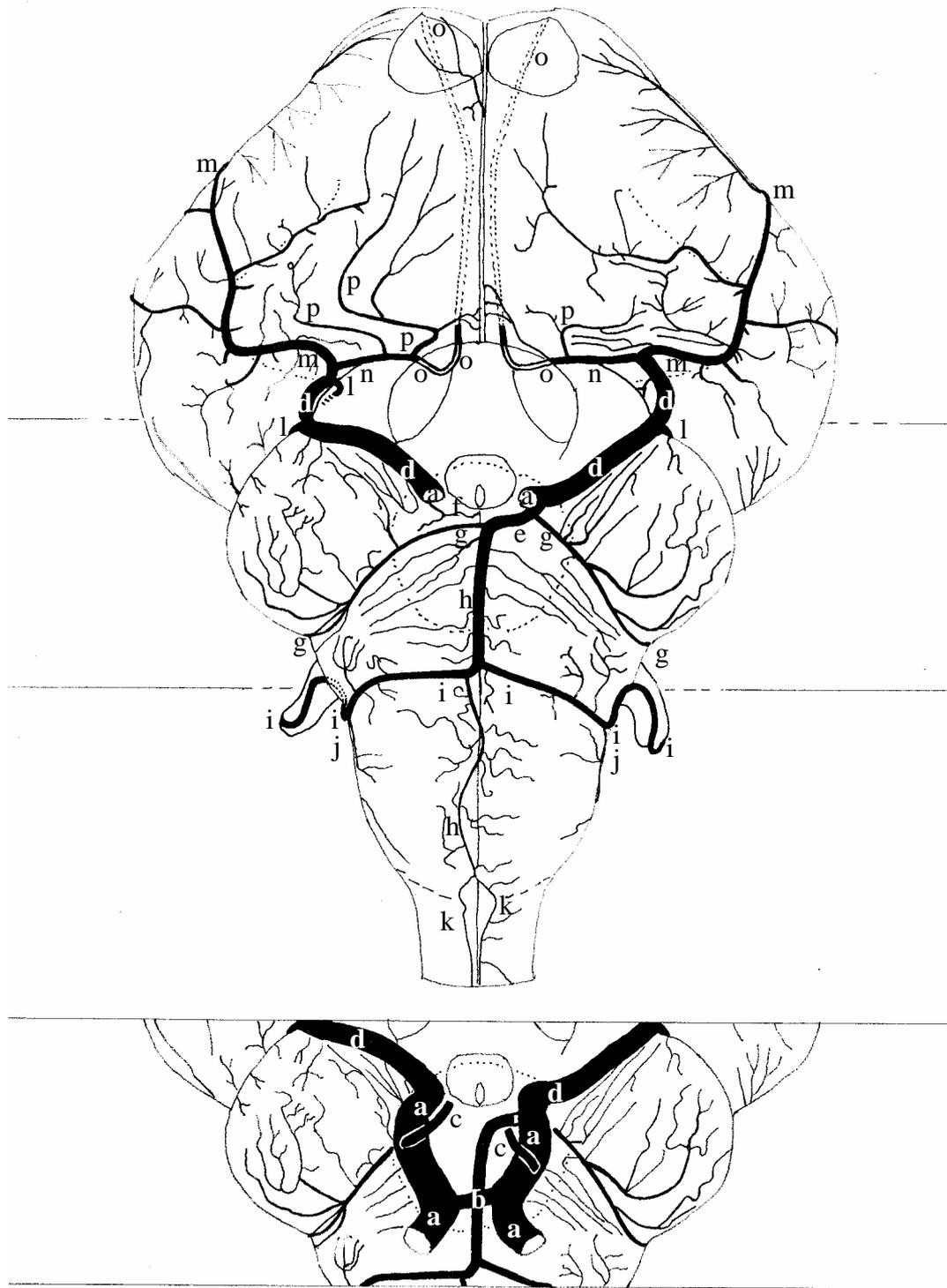


Figura 28 – Obs. 27

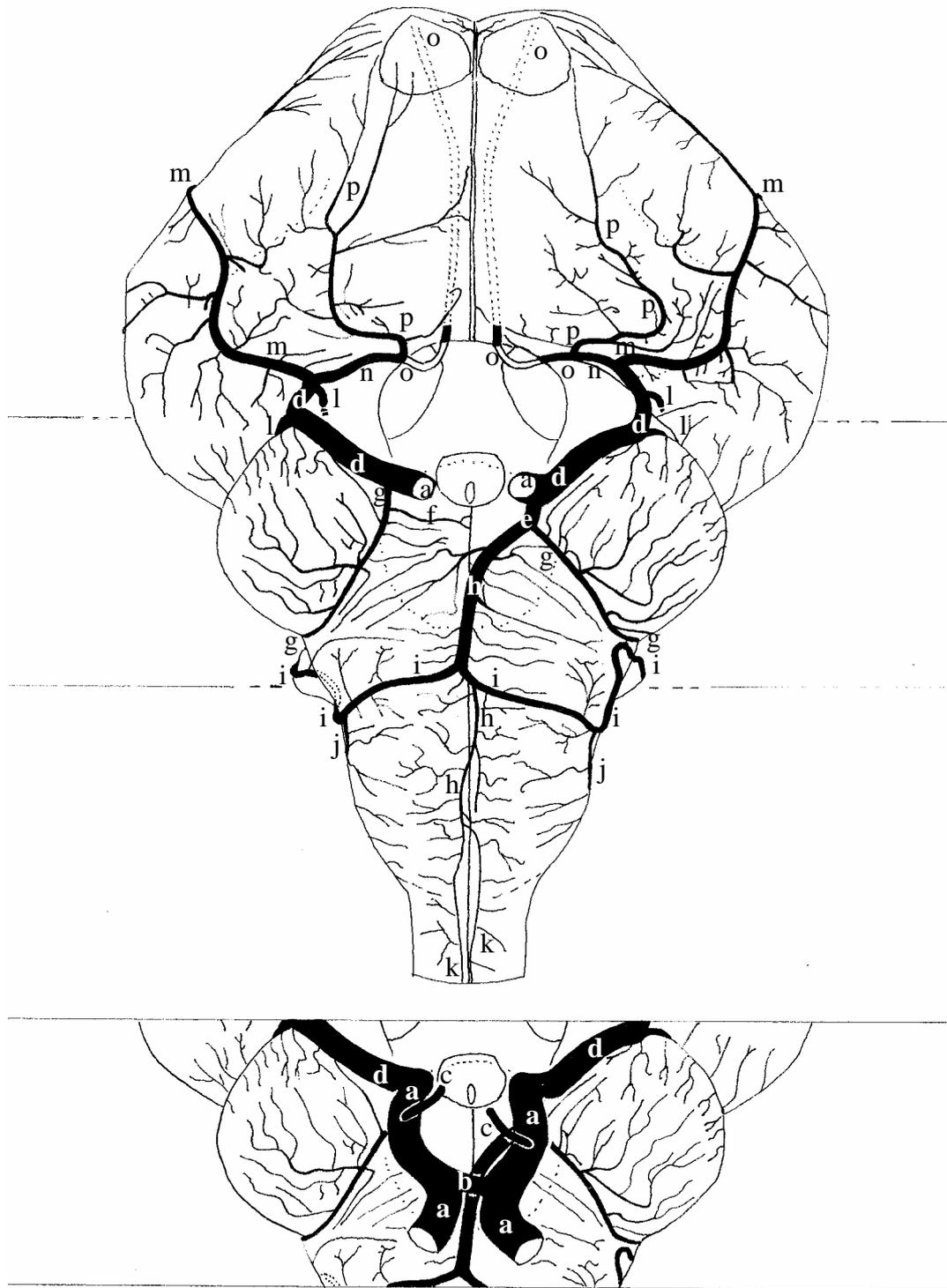


Figura 29 – Obs. 28

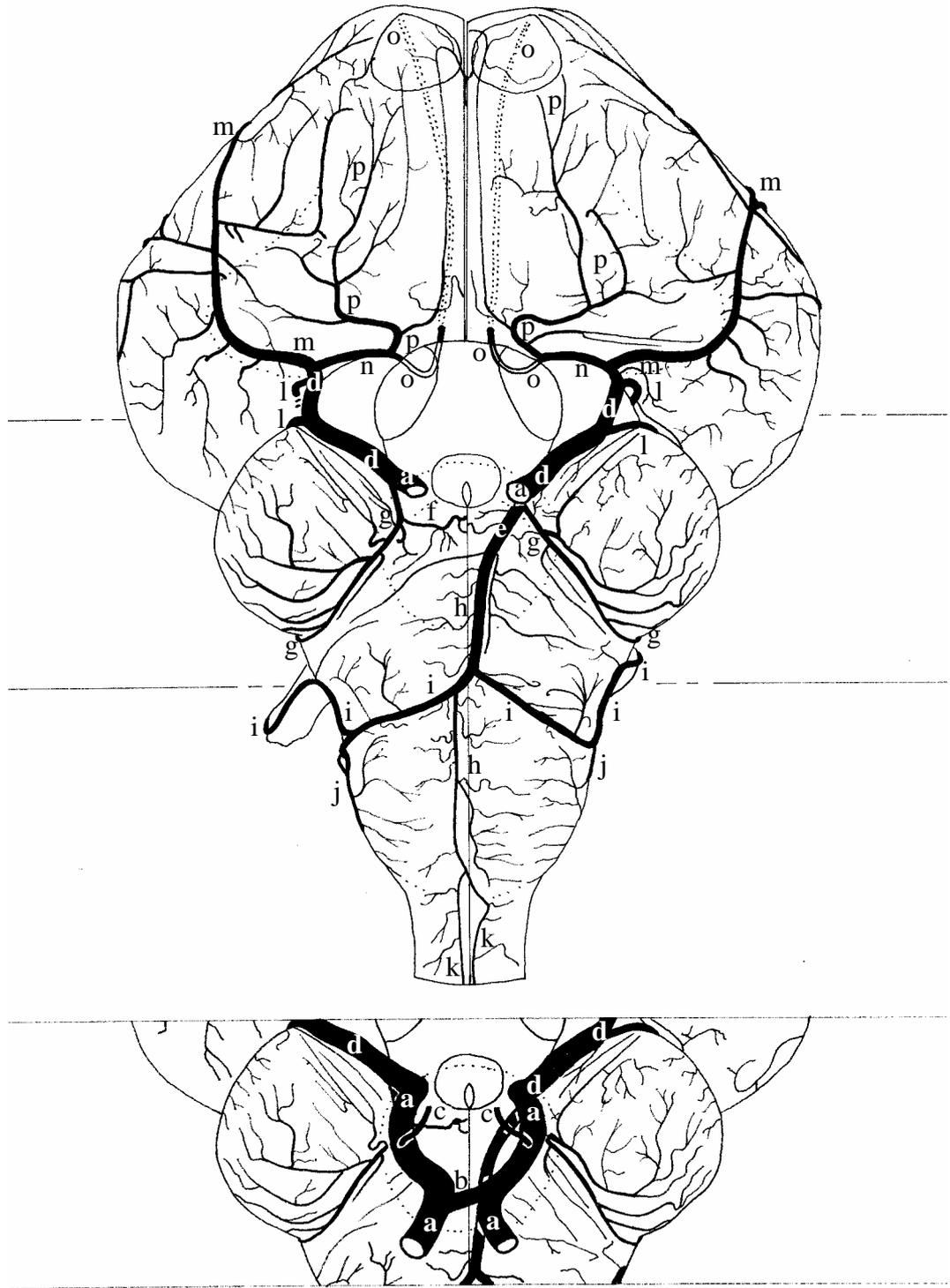


Figura 30 – Obs. 29

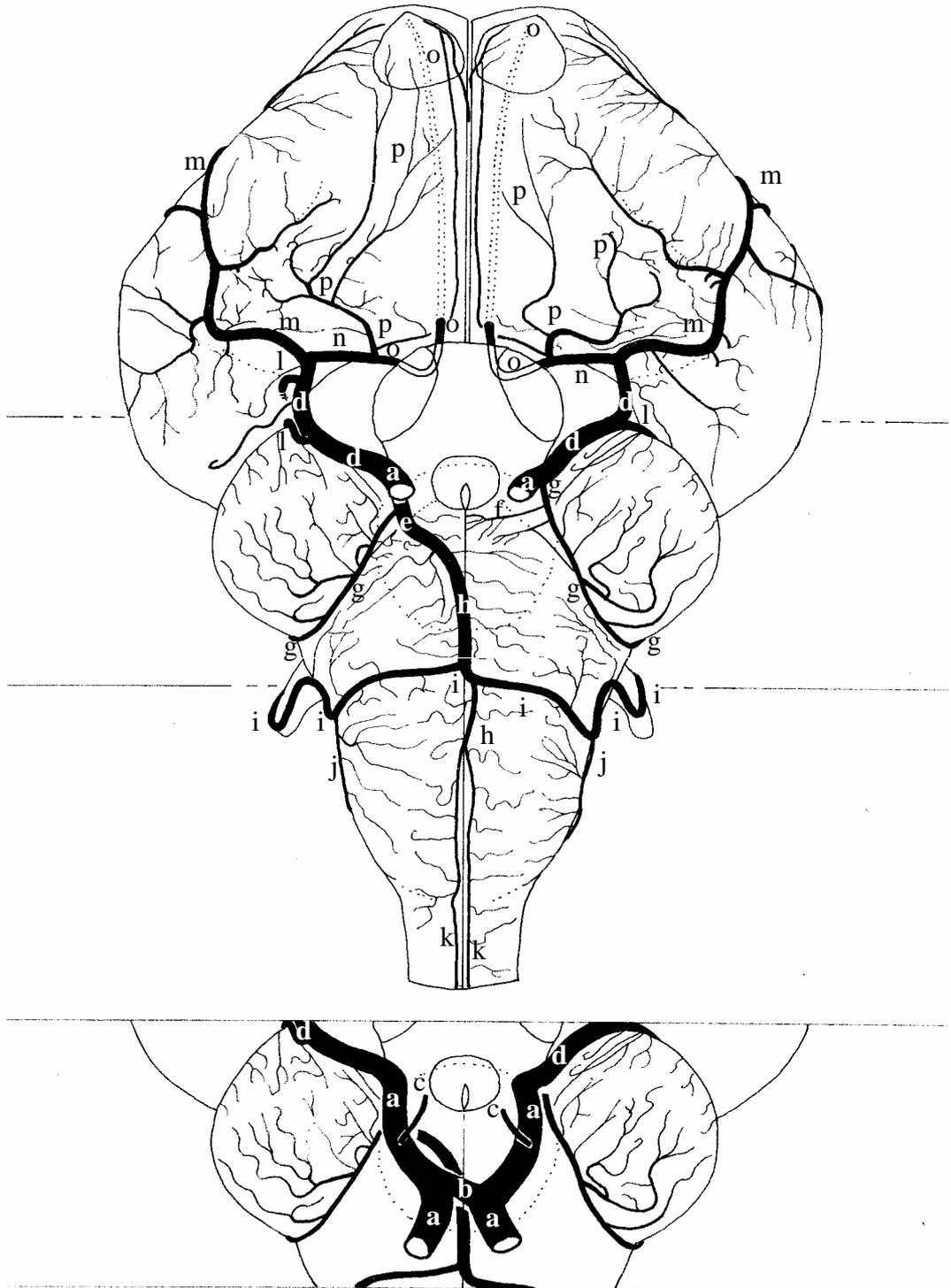


Figura 31 – Obs. 30

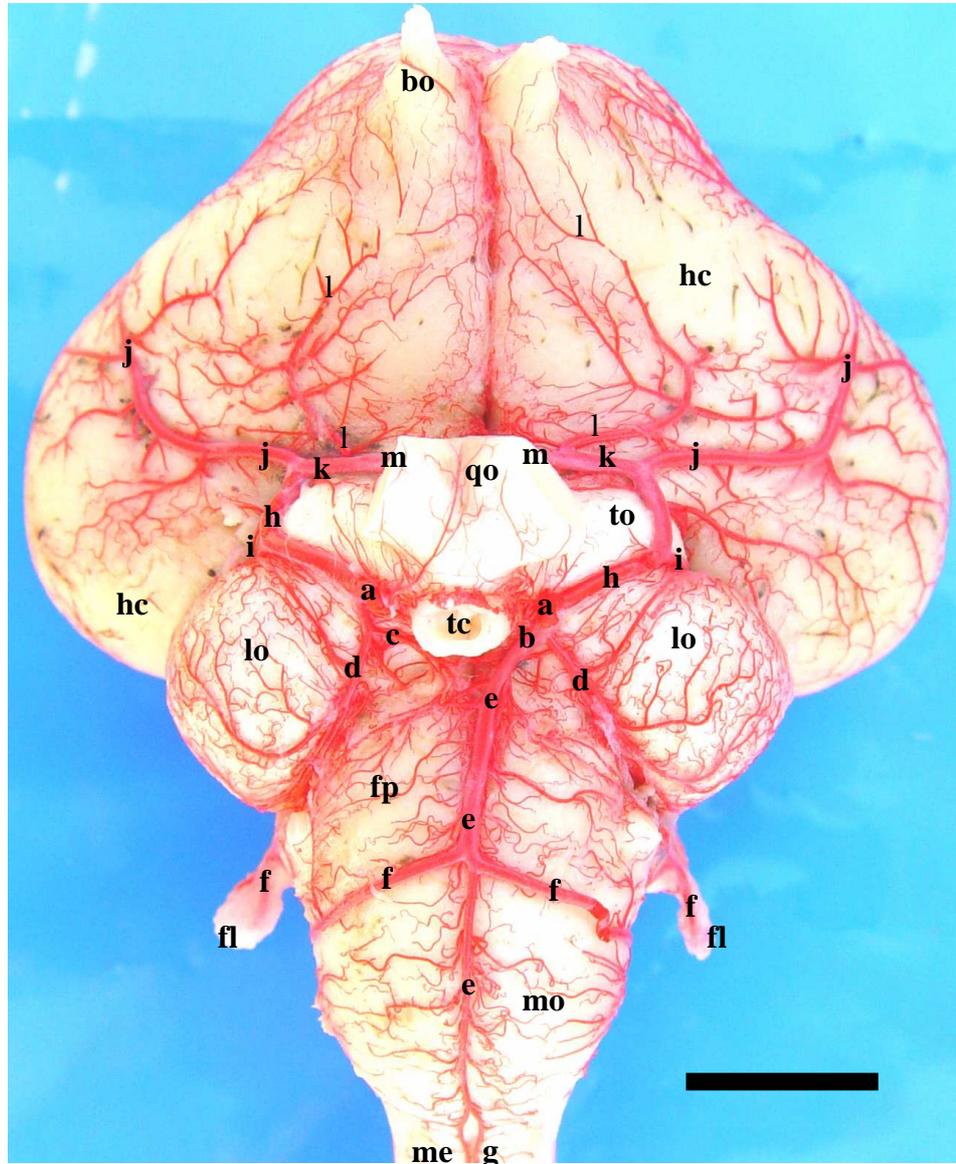


Figura 32: vista ventral do encéfalo (Obs. 13) sem hipófise, salientando os maiores aparecimentos dos vasos da base, modelo padrão: a – a. carótida do cérebro; b – ramo caudal desenvolvido de a; c - ramo caudal vestigial de a; d – a. tectal mesencefálica ventral; e – a. basilar; f – a. cerebelar ventral caudal; g – a. espinhal ventral; h – ramo rostral de a; i – a. cerebral caudal; j – a. cerebral medial; k – a. cerebroetmoidal; l – a. cerebral rostral; m – a. etmoidal; bo – bulbo olfatório; hc – hemisfério cerebral; qo – quiasma óptico; to – tracto óptico; tc – túber cinéreo; lo – lobo óptico; fp – flexura pontina; fl – flóculo; mo – medula oblonga; me – medula espinhal. Barra = 9,5 mm.

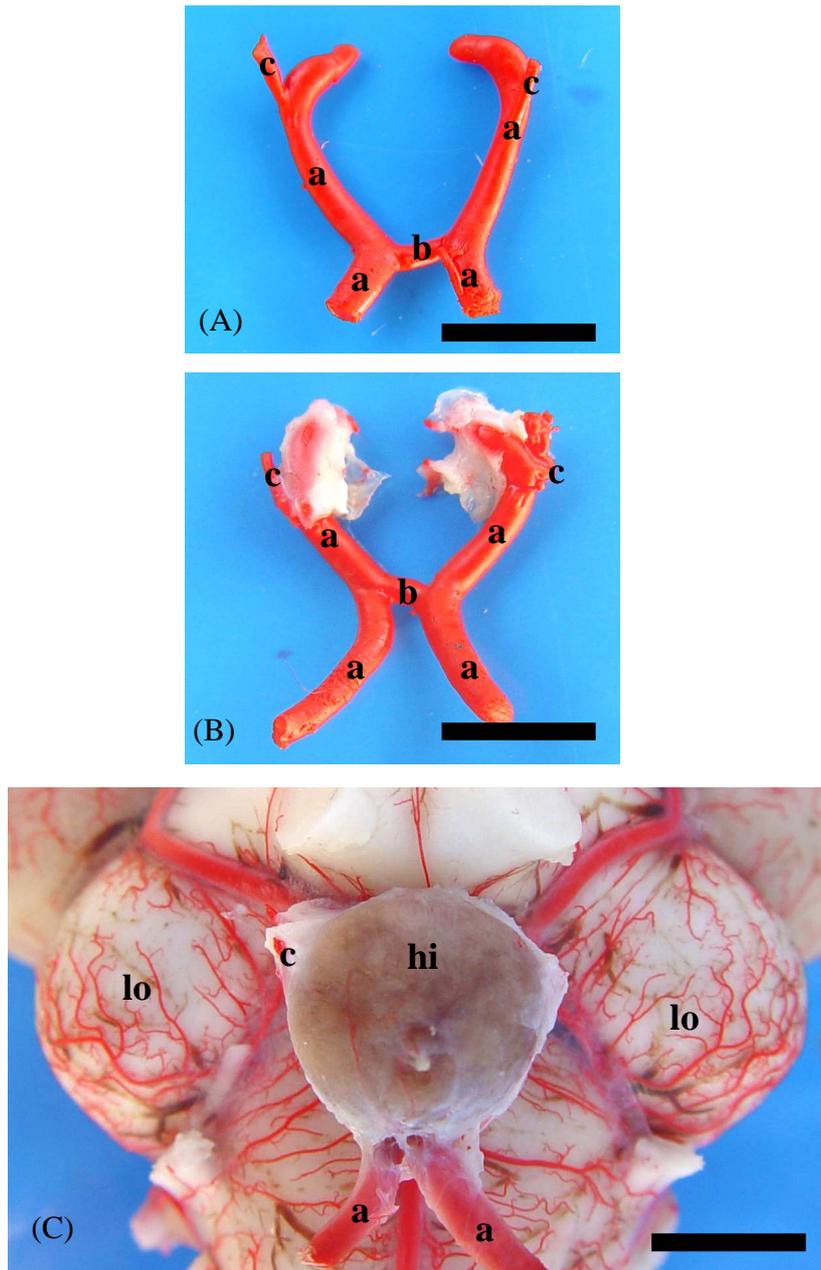


Figura 33: Detalhe em vista ventral salientando as formas de anastomoses intercaróticas. Em (A) Obs. 09, anastomose intercarótica oblíqua com fluxo para a esquerda. Em (B) Obs. 08, para direita. Em (C) Obs. 28, encéfalo com hipófise. a – a. carótida do cérebro; b – anastomose intercarótica; c – a. oftálmica interna; hi – hipófise; lo – lobo óptico. Barra = 5,3 mm.

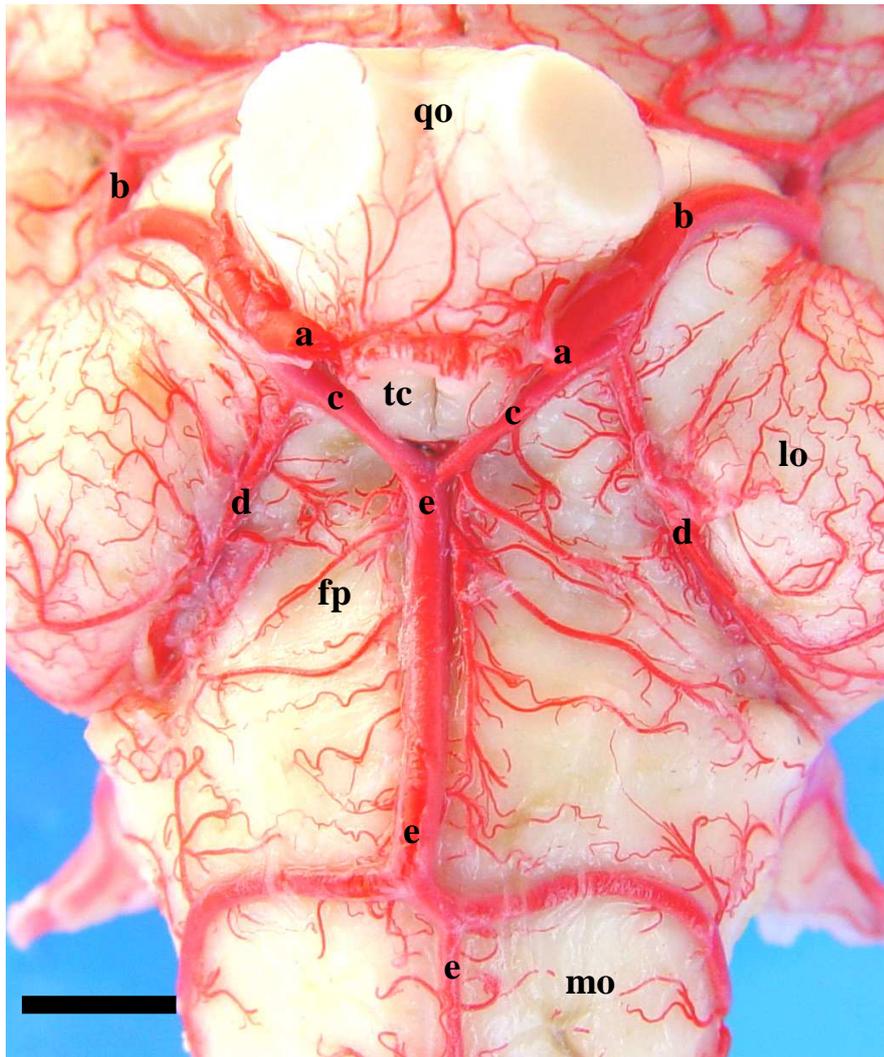


Figura 34: Detalhe em vista ventral do encéfalo de Avestruz (Obs. 01) para salientar a persistência do ramo caudal da artéria carótida do cérebro fechando o círculo arterial cerebral, caudalmente. a – a. carótida do cérebro; b – ramo rostral; c – ramo caudal desenvolvido; d – a. tectal mesencefálica ventral; e – a. basilar; qo – quiasma óptico; tc – túber cinéreo; lo – lobo óptico; fp – flexura pontina; mo – medula oblonga. Barra = 4,5 mm.

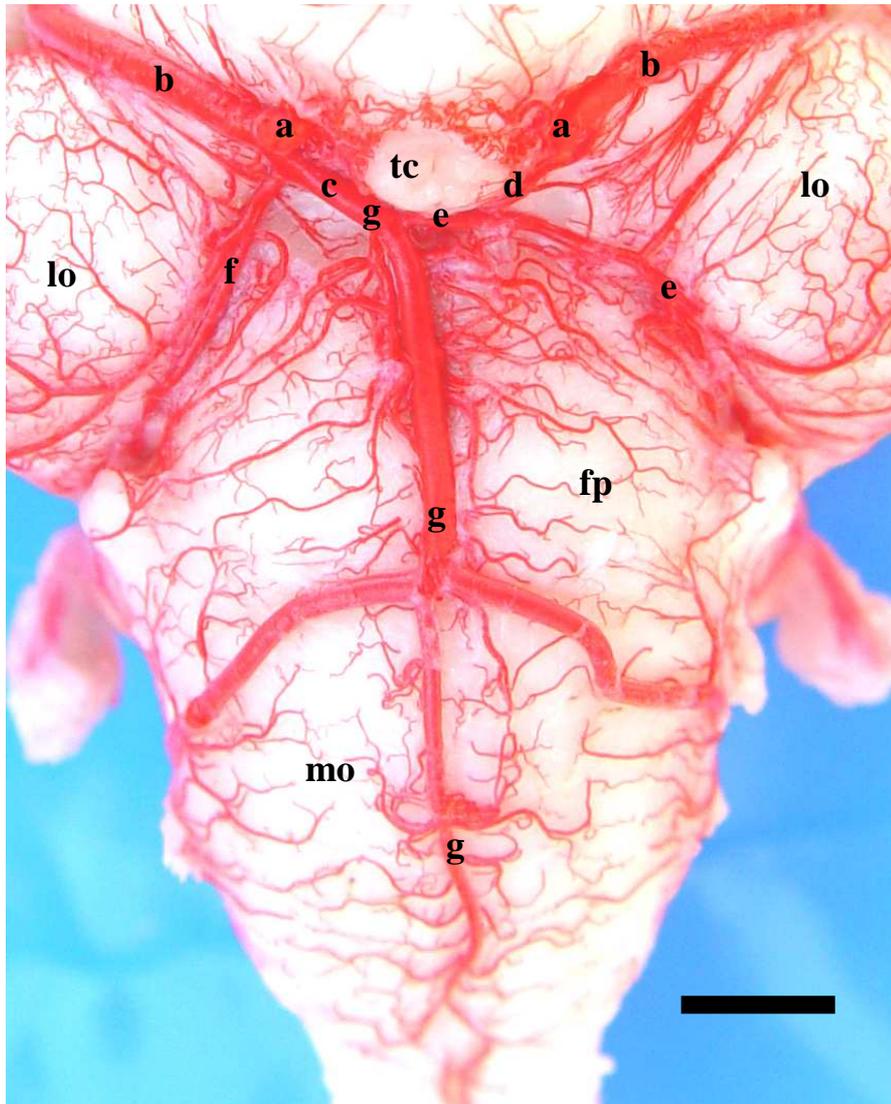


Figura 35: Detalhe em vista ventral do encéfalo (Obs. 21) para destacar a origem da artéria tectal mesencefálica ventral esquerda da artéria basilar. a – a. carótida do cérebro; b – ramo rostral de a; c – ramo caudal desenvolvido de a; d – ramo caudal vestigial de a; e – a. tectal mesencefálica ventral esquerda; f – a. tectal mesencefálica ventral direita; g – a. basilar; tc – túber cinéreo; lo – lobo óptico; fp – flexura pontina; mo – medula oblonga. Barra = 4,1 mm.

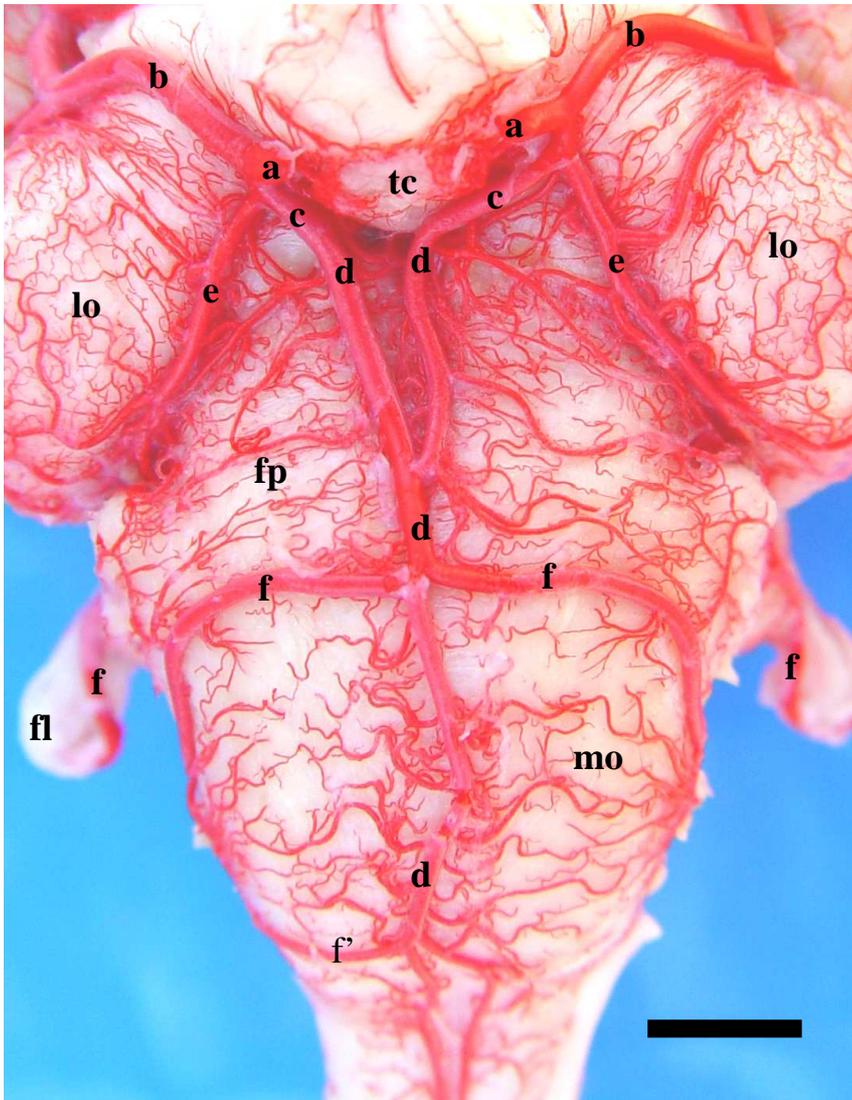


Figura 36: Detalhe em vista ventral do encéfalo do Avestruz (Obs. 08) salientando a duplicidade da artéria basilar, fechando o círculo arterial cerebral e duplicidade da artéria cerebelar ventral caudal direita. a – a. carótida do cérebro; b – ramo rostral de a; c – ramo caudal desenvolvido de a; d – a. basilar; e – a. tectal mesencefálica ventral; f – a. cerebelar ventral caudal; f' – a. cerebelar ventral caudal direita acessória; tc – túber cinéreo; lo – lobo óptico; fp – flexura pontina; fl – flóculo; mo – medula oblonga. Barra = 4,6 mm.

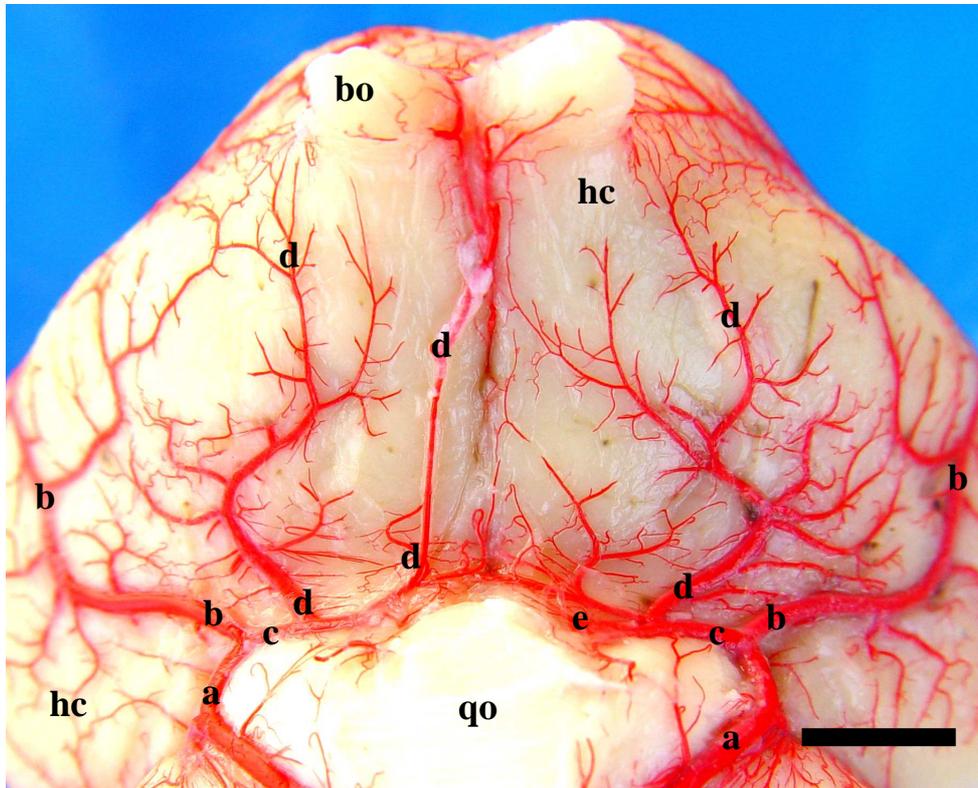


Figura 37: Vista ventral do hemisfério cerebral do Avestruz (Obs. 07) salientando a presença de duplicidade da artéria cerebral rostral direita. a – ramo rostral da a. carótida do cérebro; b – a. cerebral média; c – a. cerebrotmoidal; d – a. cerebral rostral; e – a. etmoidal; bo – bulbo olfatório; hc – hemisfério cerebral; qo – quiasma óptico. Barra = 6 mm

## 5 – DISCUSSÃO

Na revisão de literatura não foi encontrada nenhuma citação da irrigação encefálica do avestruz, assim como também nos tratados clássicos de anatomia, enquanto que na bibliografia especializada, achou-se apenas trabalhos em outras aves tratando especificamente do assunto. Portanto, em um estudo sistemático descritivo, torna-se pertinente a comparação entre espécies tão próximas.

A artéria carótida do cérebro, segundo Baumel (1981) em *Gallus gallus*, segue rostro-medialmente no canal carotídeo e, imediatamente caudal a hipófise, as duas artérias aproximaram-se e uniram-se através da anastomose intercarotídea transversal (CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al. ,1995). De acordo com Westpfahl (1961) em *Gallus gallus*, a artéria carótida interna emerge na cavidade craniana, na parte caudal da sela túrcica, como artéria carótida do cérebro. Esta, no avestruz, também alcança a base do crânio e penetra no canal carotídeo ósseo, indo aflorar no interior da sela túrcica caudo-ventralmente. Ainda foi observado que as artérias carótidas do cérebro, direita e esquerda, convergiram rostro-medialmente formando uma anastomose intercarótica de calibre considerável, conforme Kitoh (1962), Campos (1987) e Campos et al. (1995) em *Gallus gallus*. No avestruz, a anastomose intercarótica, geralmente ampla, apresentou-se oblíqua em 100% dos casos, variando à inclinação da mesma mais para o antímero esquerdo (53,3%).

No que se refere à artéria oftálmica interna, Westpfahl (1961), observou que este vaso foi emitido da artéria carótida do cérebro. A mesma deixou a caixa craniana junto com o nervo óptico e anastomosou-se com a artéria oftálmica externa em *Gallus gallus* (KITOH, 1962 ; RICHARDS, 1967 ; SCHWARZE & SCHRODER, 1970 ; NICKEL et al, 1977 ; BAUMEL, 1981 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al. ,1995), Midtgard (1984) em gaivota e Crowe (1979) em galinha d'angola. No avestruz, a artéria oftálmica interna também foi emitida pela artéria carótida do cérebro, ventrorostralmente, logo após a anastomose intercarótica. A artéria oftálmica interna foi um vaso de médio calibre em 60% dos casos no antímero esquerdo e em 43,3% no direito.

Segundo De Vriese (1905), a artéria carótida do cérebro dividiu-se ao lado da hipófise em um calibroso ramo rostral e um médio ramo caudal (WESTPFAHL, 1961 ; RICHARDS, 1967 ; CROWE, 1979 ; MIDTGARD, 1984 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al. ,1995), assim como ocorre no avestruz. Para Kitoh (1962), o ramo caudal, direito e esquerdo, diferem consideravelmente em tamanho sendo que, o ramo caudal de maior calibre originou a artéria tectal mesencefálica ventral e continuou-se como artéria basilar, já no antímero oposto o ramo caudal originou apenas a artéria tectal mesencefálica ventral. No avestruz, o ramo caudal da artéria carótida do cérebro, quando desenvolvido, também originou como ramo colateral a artéria tectal mesencefálica ventral, e continuou-se como artéria basilar. Enquanto no antímero oposto, nos casos em que o ramo caudal não era desenvolvido, a artéria tectal mesencefálica ventral projetou-se da artéria carótida do cérebro e lançou, medialmente, um vaso vestigial de fino calibre, que mergulhava na fossa interpeduncular, correspondendo à continuação do ramo caudal (BAUMEL, 1981 ; KING & MCLELLAND, 1981 ; MIDTGARD, 1984 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al. ,1995). No avestruz, em 20% dos achados, o ramo caudal dos dois antímeros mostrou-se desenvolvido, fechando o círculo arterial cerebral caudalmente. O mesmo fechamento foi citado em *Gallus gallus* por Westpfahl (1961) em 6,7% dos casos e, Campos (1987) e Campos et al. (1995) em 3,3% dos encéfalos. Kitoh (1962), Nickel et al. (1977) e Crowe (1979) também relatam haver uma anastomose de fino calibre entre os ramos caudais, fechando o círculo arterial cerebral caudalmente, embora os mesmos não forneçam a porcentagem de ocorrência. Campos (1987) e Campos et al. (1995)

descreveram que o fino ramo caudal sempre se anastomosava ao ramo caudal desenvolvido do antímero oposto, fechando o círculo arterial cerebral.

Segundo Westpfahl (1961), o ramo caudal formou a artéria basilar em 60% dos casos à esquerda e 33,3% à direita, sendo que em apenas 6,7% das amostras, encontrou-se uma ligação de ambos os ramos caudais para formar a artéria basilar, sendo que destes, um ramo era significativamente mais fino que o outro. Porém, neste trabalho, verificou-se que o ramo caudal formou a artéria basilar em 46,7% à esquerda e 33,3% à direita, sendo que em 20% das amostras, encontrou-se uma ligação de ambos os ramos caudais para formar a artéria basilar, sendo que destes, em 6,7%, um ramo era significativamente mais fino que o outro. No avestruz, a artéria basilar foi um vaso de grosso calibre que se formou da continuação do ramo caudal desenvolvido da artéria carótida do cérebro, na altura da origem aparente do nervo Oculomotor (III par craniano), ventralmente a fossa interpeduncular. A artéria basilar apresentou como normalmente ocorre em aves, uma porção inicial de grosso calibre e uma porção final, após a origem da artéria cerebelares ventrais caudais de fino calibre. Sua porção de fino calibre mostrou-se em 80% dos casos ímpar, em 13,3% dupla e em 6,7% com uma formação “em ilha”. Em sua porção de fino calibre a artéria basilar apresentou-se ímpar em 90% dos encéfalos e dupla em 10%. A artéria basilar projetou-se caudalmente, na fissura mediana ventral, de forma pouco sinuosa, onde logo depois da flexura pontina, emitiu os seus dois ramos colaterais mais desenvolvidos, as artérias cerebelares ventral caudal direita e esquerda, não sendo evidenciada nesta ave a presença da artéria cerebelar ventral rostral, como descrita nos trabalhos de Westpfahl (1961), Kitoh (1962) e Campos (1987). A artéria basilar, após a emissão de seus dois ramos principais, continuou-se como um vaso de fino calibre que, ao abandonar a cavidade craniana através do forame magno, formou a artéria espinhal ventral da medula espinhal (DE VRIESE, 1905 ; WESTPFAHL, 1961; KITOH, 1962 ; NICKEL et al, 1977).

A artéria tectal mesencefálica ventral projetou-se caudolateralmente no interior da fissura que separa o lobo óptico do rombencéfalo, projetando ramificações arborescentes que vascularizavam o hemi-lobo óptico ventralmente, sendo o mesmo observado por (RICHARDS, 1967 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al., 1995). Para Campos (1987) e Campos et al. (1995), a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda

foi ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda em 73,3% dos casos e 26,7% foi ramo direto da artéria carótida do cérebro esquerda. Enquanto a artéria tectal mesencefálica direita em 70% das amostras foi ramo direto da artéria carótida do cérebro direita e em 30% era ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita. No avestruz, em 66,7% das amostras, a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo do ramo caudal da artéria carótida do cérebro esquerda, em 30% dos casos a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo direto da artéria carótida do cérebro esquerda e, em 3,3% dos encéfalos, a artéria tectal mesencefálica ventral esquerda foi ramo direto da artéria basilar. No antímero direito, em 53,3% das preparações, a artéria tectal mesencefálica ventral direita foi ramo colateral do ramo caudal da artéria carótida do cérebro direita, em 43,3% dos achados foi ramo direto da artéria carótida do cérebro direita e, em 3,3% das peças foi ramo direto da artéria basilar.

No avestruz, a artéria cerebelar ventral caudal direita e esquerda, foram os principais ramos colaterais da artéria basilar, sendo um vaso único em 96,7% e duplo em 3,3% à direita. Já à esquerda, foi único em 93,3% e duplo em 6,7% dos casos. Para Campos (1987), a artéria cerebelar ventral caudal também foi um vaso originado da artéria basilar, estando presente e única em 100% dos achados à direita, enquanto à esquerda foi única em 96,7% e dupla em 3,3%, sendo denominada de artéria cerebelar ventral caudal acessória (CAMPOS, 1990 ; CAMPOS et al., 1995). Para Richards (1967), também em *Gallus gallus*, a artéria cerebelar ventral caudal foi o ramo principal da artéria basilar, contornando o flóculo em arco, abrindo-se em inúmeros pequenos ramos, os quais supriam a maior parte do cerebelo. No avestruz, evidenciou-se que, a artéria cerebelar ventral caudal alcançou à base ventral do flóculo, circundando-o, até a base do mesmo dorsalmente, formando uma típica alça, indo distribuir-se em toda extensão da face lateral do vérmis cerebelar, exceto no lobo rostral.

A artéria espinhal ventral foi a continuação natural da porção de fino calibre da artéria basilar, no sentido caudal, percorrendo e ladeando a fissura mediana ventral da medula espinhal, a partir do forame magno. Apresentou-se como um vaso duplo em 90% das amostras, a partir da bifurcação da porção de fino calibre da artéria basilar, ou de sua duplicidade, próximo ao forame magno. Para Richard (1967), a artéria espinhal

ventral é um delicado vaso, único ou duplo, que tem sua origem de uma ou outra artéria cerebelar ventral caudal, não sendo mais a terminação da artéria basilar. Foi perfeitamente perceptível a diminuição gradual do calibre da porção de fino calibre da artéria basilar no sentido da artéria espinhal ventral, também referido por Westpfahl (1961), Kitoh (1962) e Richards (1967).

O ramo rostral da artéria carótida do cérebro foi a continuação natural desta, a partir da emissão do ramo caudal, na altura do túber cinéreo. Este vaso de grosso calibre projetou-se látero-rostralmente, em arco, até alcançar a fissura transversa do cérebro (KITOH, 1962 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al., 1995). Este ramo rostral apresentou como ramos colaterais, a artéria cerebral caudal e a artéria cerebral média. Seu ramo terminal foi à artéria cerebroetmoidal (CROWE, 1979 ; BAUMEL, 1981 ; KING & MCLELLAND, 1981 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al., 1995). Já para Westpfahl (1961) o ramo rostral percorre látero-rostralmente a face ventral o cérebro médio e atinge a fissura transversa do cérebro, onde emite a artéria cerebral caudal, percorrendo-a entre o mesencéfalo e o hemisfério cerebral, não sendo, como nos mamíferos, um vaso colateral do ramo caudal da artéria carótida do cérebro. O autor ainda relatou que, após a origem, da artéria cerebral caudal, o ramo rostral originava a artéria cerebral média e continuava-se como artéria etmoidal (RICHARDS, 1967 ; NICKEL et al, 1977). Para Crowe (1979) o ramo rostral deu origem a artéria tectal mesencefálica ventral, caudalmente, e após dirigiu-se rostralmente emitindo as artérias cerebral caudal, cerebral média, etmoidal e artéria cerebral rostral (MIDTGARD, 1984 ; HOLLIDAY, 2006), o primeiro em gaivota e o segundo em flamingo.

A artéria cerebral caudal foi, no avestruz, o primeiro ramo colateral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, apresentando um calibre variável entre médio e grosso, devido às opções de variações em suas ramificações. Esta foi dupla em 90% dos casos à direita e 53,3% à esquerda. Em 86,7% à direita e, 76,7% à esquerda, a artéria cerebral caudal foi ramo do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, na altura da fissura transversa do cérebro, entre o lobo óptico e o hemisfério cerebral (RICHARDS, 1967). Para Campos (1987), a artéria cerebral caudal foi emitida do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, na altura da fissura cerebral transversa em 96,7% dos casos à direita e em 100% dos casos à esquerda. Em 3,3% das amostras à direita, a artéria

cerebral caudal originou-se do ramo rostral, antes da fissura transversa do cérebro (CAMPOS, 1990 ; CAMPOS et al., 1995). No avestruz, devido ao deslocamento rostral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, tanto o componente rostral como o caudal, nos casos de duplicidade da artéria cerebral caudal, tiveram um trajeto caudal aumentado, para então penetrarem na fissura transversa do cérebro em 13,3% à direita e 13,3% à esquerda.

A artéria cerebral média, segundo ramo colateral do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, foi um vaso único, de grosso calibre, que projetou-se lateral e rostralmente, na face ventral do hemisfério cerebral, formando um arco. Para Westpfahl (1961), Richards (1967), Nickel et al. (1977), Campos (1987), Campos (1990) e Campos et al. (1995), a artéria cerebral média em *Gallus gallus* formava um arco que alcançava o bulbo olfatório sem abandonar a face ventral do hemisfério cerebral. No avestruz o ramo terminal alcançou a face convexa do hemisfério cerebral no terço médio lateral deste, indo até o bulbo olfatório, dorsalmente. A artéria cerebral média emitiu ainda inúmeros ramos perfurantes para os núcleos do estriado subjacente, além de ramos ventrais (BAUMEL, 1981 ; KING & MCLELLAND, 1981 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS, 1990 ; CAMPOS et al., 1995). Emitiu ainda, em seu trajeto, inúmeros ramos hemisféricos laterais que ascenderam a face convexa do hemisfério cerebral ultrapassando a valécula e, próximo a fissura longitudinal do cérebro anastomosaram-se com os ramos terminais hemisféricos da artéria inter-hemisférica, comportamento este, não observado em *Gallus gallus*. Também não foi evidenciado, neste trabalho, caso de artéria cerebral média dupla, como verificado por Campos (1987), onde houve duplicidade deste vaso em 3,3% das observações, no antímero esquerdo.

A partir da emissão da artéria cerebral média, o ramo rostral da artéria carótida do cérebro, já na face ventral do hemisfério cerebral, curvou-se medialmente, formando seu ramo terminal, a artéria cerebroetmoidal que, ao sobrepassar dorsalmente o nervo óptico, porém antes de atingir a linha mediana, emitiu a artéria cerebral rostral, continuando-se como artéria etmoidal (CROWE, 1979 ; BAUMEL, 1981 ; KING & MCLELLAND, 1981 ; MIDTGARD, 1984 ; CAMPOS, 1987 ; CAMPOS et al., 1995).

No avestruz, a artéria cerebroetmoidal esteve presente, em todos os casos, como um vaso único, de médio a grosso calibre, em ambos os antímeros, projetando rostralmente a artéria cerebral rostral, na altura do nervo óptico até próximo da fissura mediana ventral, para uma área ventral do hemisfério cerebral, limitada pelas artérias cerebral média e etmoidal, até alcançar rostralmente o bulbo olfatório. Para Richards (1967) e Crowe (1979), o ramo rostral da artéria carótida do cérebro também emitia a artéria cerebral rostral entre as artérias cerebral média e etmoidal, porém, esta era um vaso de fino calibre. Já para Campos (1987), a artéria cerebral rostral, também lançada pela artéria cerebroetmoidal, apresentou, na grande maioria das peças, casos de duplicidade, sendo também única e tripla. No avestruz, a artéria cerebral rostral direita foi única em 90% dos casos e dupla em 10%, enquanto à esquerda foi única em 96,7% e dupla em 3,3%, sendo, em ambos os antímeros, um vaso bem desenvolvido. Quando comparado a extensão territorial da artéria cerebral rostral do avestruz com a do *Gallus gallus*, percebe-se um aumento muito grande da área territorial em avestruz. Pode-se afirmar que a artéria cerebral rostral do *Struthio Camelus* é um vaso de expressão considerável.

A artéria etmoidal, um vaso único, de médio a grosso calibre, foi a continuação natural da artéria cerebroetmoidal, após a emissão da artéria cerebral rostral. Projetou-se ventral e rostralmente, acompanhando a fissura longitudinal do cérebro, abandonando a cavidade craniana pelo forame olfatório, juntamente com o nervo homônimo, percorrendo a cavidade orbitária, indo distribuir-se na cavidade nasal. Assim como para Richards (1967), a artéria etmoidal foi única em 100% dos casos, em ambos os antímeros. Para Kitoh (1962) a artéria etmoidal foi quem emitiu a artéria cerebral rostral; e para Campos (1987) houve casos de duplicidade da artéria etmoidal em 10% das amostras à esquerda.

O círculo arterial cerebral do avestruz (*Struthio camelus*) mostrou-se sempre aberto rostralmente, já que as artérias cerebroetmoidais direita e esquerda, ou seus ramos, não apresentaram anastomose entre os vasos dos dois antímeros. O círculo arterial cerebral foi fechado caudalmente em 20% dos casos, enquanto, em *Gallus gallus*, Westpfahl (1961) cita 6,7% e, Campos (1987) e Campos et al. (1995) encontrou 100% de fechamento caudal do círculo arterial cerebral. Em outros trabalhos realizados

em aves, o mesmo foi considerado aberto caudalmente, pois não foram encontradas anastomoses entre os ramos caudais das artérias carótidas do cérebro. (WESTPFAHL, 1961 ; KITO, 1962 ; BAUMEL & GERCHMAN, 1968 ; KING & MCLELLAND, 1981).

## 6 – CONCLUSÕES

- As artérias carótidas do cérebro apresentam como ramos terminais os ramos rostral e caudal. O ramo rostral apresenta, como ramos colaterais, as artérias cerebral caudal e média e, como ramo terminal, a artéria cerebroetmoidal. Estas distribuem-se e vascularizam todo o hemisfério cerebral, a face dorsal do lobo óptico e a parte rostral do vérmis cerebelar.
- As artérias carótidas do cérebro apresentam uma anastomose intercarótica no interior da sela túrcica, provavelmente com a mesma função do círculo arterial cerebral.
- Não se encontrou anastomoses do sistema carotídeo extra-craniano com o intracraniano que pudessem proporcionar um aporte intracraniano. As anastomoses das artérias oftálmicas internas, assim como das artérias etmoidais, proporcionam um fluxo para as cavidades orbitárias e, para as cavidades nasais, respectivamente.
- A artéria basilar abandona a cavidade craniana pelo forame magno, como artéria espinhal ventral, geralmente dupla, sendo o sentido do fluxo sanguíneo extra-craniano.
- O ramo caudal da artéria carótida do cérebro é desenvolvido em 53,3 % à direita e 66,7% à esquerda, vestigial em 46,7% à direita e 33,3% à esquerda e, era ramo colateral da artéria tectal mesencefálica ventral, que mergulha na fossa interpeduncular. A artéria basilar tem como ramos colaterais, a artéria cerebelar ventral caudal direita e esquerda

e, destas origina-se a artéria espinhal dorsal. Os ramos caudais da artéria carótida do cérebro vascularizam a face ventral do lobo óptico, a medula oblonga e quase todo o cerebelo.

- O círculo arterial cerebral do avestruz é sempre aberto rostralmente, enquanto caudalmente é aberto em 80% dos encéfalos e fechado em 20%. Sua vascularização encefálica, classificada como exclusivamente carotídea, corresponde ao tipo I descrito por De Vriese (1905).

## 7 - REFERÊNCIAS

ACAB, Associação dos Criadores de Avestruzes do Brasil. Disponível em: <http://www.acab.org.br/>. Acesso em: 07 de jan. 2008.

BAUMEL, J.J. & GERCHMAN, L. – **The avian intrecarotid anastomosis and its homologue in other vertebrates**. Amer. J. Anat., 122: 1-18, 1968.

BAUMEL, J.J. Coração e vasos sanguíneos das aves. In: GETTY, R. **Sisson/Grossman anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. v.2. p. 1842 – 1869.

BAUMEL, J.J. et al (Ed.). **Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium**. 2 ed. Cambridge: Nuttall Ornithological Club, 1993. 778 p.

CAMPOS, R. **Contribuição ao estudo do comportamento das artérias carótidas na base do encéfalo em *Gallus gallus***. São Paulo, 1987, 60f. / Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAMPOS, R. **Contribuição ao estudo do comportamento e distribuição das artérias cerebral média, cerebral caudal e cerebelar ventral caudal na superfície do encéfalo em *Gallus gallus***. São Paulo, 1990 / Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAMPOS, R. et al. A systematic study of encephalic blood supply in *Gallus gallus*. **Journal of Anatomy Embryology**, v. 100, n° 2, p. 111-121, 1995.

CROWE T. M. & CROWE A. A. **Anatomy of the vascular system of the head and neck of the helmeted guineafowl *Numida meleagris***. J. Zool. London., 188: 221-233, 1979.

DE VRIESE, B. – **Sur la signification morphologique des artères cérébrales**. **Arch. Biol.** , 21: 357-457, 1905.

HOLLIDAY, C. M. et al. Cephalic vascular anatomy in Flamingos (*Phoenicopterus ruber*) based on novel vascular injection and computed tomographic imaging analyses. **The Anatomical Record Part A**, v. 288, p. 1031 – 1041, 2006.

KING, A.S. & MCLELLAND, J. – **Form and function in birds**. London Academic Press., 1981.

KITOH, J. – **Comparative and topographical anatomy of the fowl**. XII. Observation on the arteries with their anastomoses in and around the brain in the fowl. (in Japanese). **Jap. J. vet. Sci.**, 24: 141-150, 1962.

MIDTGARD, U. The blood vascular system in the head of the herring gull (*Larus argentatus*). **Journal of Morphology**, v. 179, p. 135 – 152, 1984.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. – **Anatomy of the domestic birds**. Berlin, Hamburg. Parey, 1977.

RICHARDS, S.A. – **Anatomy of the arteries of the head in the domestic fowl**. J. Zool. Lond. , 152: 221-234, 1967.

SCHWARZE, E. & SCHRODER, E. – **Compêndio de anatomia veterinária – anatomia de las aves**. Zaragoza, Acribia, 1970.

WESTPFAHL, V. – **Das arteriensystem des haushuhnes (*Gallus domesticus*)**. **Wiss. Z. Humboldt – Univ. Berl., Math – Nat. R.**, 10: 93-124, 1961.

## 8 - ANEXO

O nome *Struthio Camelus* provém de duas importantes características do avestruz (figura 8), correr em zigue-zague para escapar de predadores (*Struthio*) e ser altamente resistente à falta de água (*Camelus*). A maior espécie viva das aves pode atingir, na idade adulta, 2,80 metros de altura e pesar até 150 kg; sendo longevas atingindo até 70 anos e possuindo uma excelência reprodutiva em torno de 40 anos, porém nunca perdendo a fertilidade. Caracteriza-se também por possuir pernas fortes, 2 dedos e asas somente para dar equilíbrio durante a corrida, na qual pode atingir uma velocidade média de 70 km/h. Sua dieta alimentar é composta de folhas, frutos, sementes, insetos e pequenos animais, como roedores e répteis.



Figura 38 – *Struthio camelus*

Conforme dados fornecidos pela Associação dos Criadores de Avestruzes do Brasil – ACAB, o avestruz africano (*Struthio camelus*), o emu (*Dromaius novaehollandiae*) da Austrália, os casuares (*Casuarius sp.*) e os kiwis (*Apteryx sp.*) tem como parentes distantes à ema (*Rhea americana* ou “avestruz sul-americano”) e a ema de Darwin (*Pterocnemia pennata*) da Argentina, incluídas na família *Rheidae* e na ordem *Rheiforme*. Todas pertencem ao grupo das Ratitas ou aves corredoras (Superordem *Paleognathae*). Esta apresenta um grande valor comercial pelo fato de serem comercializados sua carne, pele, penas e gordura, sendo que:

- A carne: seus índices de calorias, colesterol e gorduras são inferiores ao da carne de frango e a de peru sem pele. É rica em Omega 3 e 6, que protege o corpo do mau colesterol e do triglicérides. Tem alto teor de proteína, apenas 1% de índice de gordura e é recomendada pelas sociedades Brasileira e Americana de Cardiologia;

- O couro: é resistente, macio, fácil de extrair e de tingir, e possui marcas características do implante das penas, o que é muito valorizado. A pele das pernas parece escamosa e assemelha-se ao couro de répteis. Com as peles são fabricados sapatos, cintos, carteiras, bolsas, pastas e pequenas peças de vestuário como coletes e almofadas para os ombros. Marcas famosas como Gucci, Christian Dior e outras usam couro de avestruz. Os principais mercados são os EUA, Japão, Itália, França, Alemanha, Inglaterra, África do Sul e alguns países da Ásia;

- A pena: o avestruz é famoso por causa de suas penas. O adulto pode produzir penas de excelente qualidade por 40 anos ou mais, desde que receba cuidados apropriados. No entanto, as melhores penas são produzidas por avestruzes de 3 a 12 anos de idade. As mais valiosas são aquelas penas longas, largas e completamente simétricas. As penas estão maduras para coleta aos 8 meses. As penas de excelente qualidade são exportadas para a Europa e América e as penas pequenas são usadas para fabricar espanadores, leques e enfeites. Dados de 1993 mostram que o Brasil importou 8 toneladas de plumas só da África do Sul, sendo o maior importador de plumas do mundo;

- A gordura: entra na preparação de cremes e pomadas;

Sendo assim, devido às boas perspectivas da colocação dos produtos derivados do avestruz no mercado nacional e internacional e, as vantagens que apresenta esta criação em comparação com as demais atividades agropecuárias, têm-se um grande aumento no número de criadores de avestruz cadastrados pela Associação dos Criadores de Avestruzes do Brasil – ACAB.