

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS MORFOLÓGICAS

VASCULARIZAÇÃO ARTERIAL DO HIPOCAMPO  
VENTRAL HUMANO

HUMBERTO ALVES CLAUDINO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas, Área de Concentração: Neuroanatomia da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. med FELIPE L. SCHNEIDER

Porto Alegre

1996

*Aos meus familiares.*

UFPA  
BIBLIOTECA SETORIAL DE  
INSTITUTO DE BIOCENCIA

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Felipe L. Schneider, pela orientação e dedicação.

À Professora Matilde Achaval Elena, pela revisão deste trabalho.

Ao Biólogo Antonio Generoso Severino pelos ensinamentos, auxílios técnicos e inestimável companheirismo.

Ao Professor Antonio Carlos Huff Marrone, cujos conhecimento e camaradagem auxiliaram na conclusão deste trabalho.

Ao Professor Mauro G. Aquini, pelo auxílio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Professor Rita de Almeida, do Instituto de Física, pelo auxílio na interpretação dos dados estatísticos.

Ao colega Lino Pinto de Oliveira Júnior pelo companheirismo.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação pelo convívio.

Ao Sr. Arão de Moraes, secretário do DCM-IB, pela cooperação durante a realização deste trabalho.

À CAPES pela bolsa de Mestrado.

Às Pró-Reitorias de Pesquisa e Pós-Graduação pelo auxílio na aquisição de parte dos equipamentos utilizados.

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Neuroanatomia e de Ensino de Anatomia Humana do Departamento de Ciências Morfológicas do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## SUMÁRIO

<b>ABREVIATURAS</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMO</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. ORIGEM DO NOME	2
1.2. LOBO TEMPORAL	3
1.3. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL	6
1.3.1. FILOGÊNESE GERAL DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL	6
1.3.2. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NOS CICLÓSTOMOS	7
1.3.3. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NOS PEIXES CARTILAGINOSOS	8
1.3.4. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NOS PEIXES ÓSSEOS	8
1.3.5. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NOS ANFÍBIOS	9
1.3.6. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NOS RÉPTEIS	9
1.3.7. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NAS AVES	9
1.3.8. FILOGÊNESE DA FORMAÇÃO HIPOCAMPAL NOS MAMÍFEROS	10
1.4. DADOS MORFOLÓGICOS RELEVANTES SOBRE O HIPOCAMPO HUMANO	11
1.4.1. ANATOMIA MACROSCÓPICA DO HIPOCAMPO	11
1.5. AS ESTRUTURAS LÍMBICAS	25
1.5.1. CONCEITOS SOBRE AS ESTRUTURAS LÍMBICAS	25
1.5.2. FUNÇÕES DO SISTEMA LÍMBICO	27
1.6. CONEXÕES DO HIPOCAMPO	28
1.6.1. AFERÊNCIAS DO HIPOCAMPO	28
1.6.2. EFERÊNCIAS DO HIPOCAMPO	30
1.6.3. CONEXÕES COMISSURAS	30

1.7.	VASCULARIZAÇÃO	31
1.7.1.	HISTÓRICO SOBRE O ESTUDO DOS VASOS ENCEFÁLICOS	31
1.7.2.	CONSIDERAÇÕES EMBRIOLÓGICAS SOBRE OS VASOS ENCEFÁLICOS	35
1.7.3.	CONSIDERAÇÕES FILOGENÉTICAS	38
1.7.4..	O POLÍGONO DE WILLIS	41
1.7.5.	ANATOMIA DA ARTÉRIA CORÓIDEA ANTERIOR	43
1.7.6.	ANATOMIA DA ARTÉRIA CEREBRAL POSTERIOR	45
1.7.7.	PLEXO CORÓIDE DO CORNO INFERIOR DO VENTRÍCULO LATERAL	52
1.7.8.	ANASTOMOSES E ARCADAS VASCULARES	52
1.7.9.	VASCULARIZAÇÃO DO HIPOCAMPO HUMANO	53
2.	<b>OBJETIVOS</b>	<b>56</b>
3.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>58</b>
4.	<b>RESULTADOS</b>	<b>61</b>
5.	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>96</b>
5.1	ANALISE DA TÉCNICA	97
5..2.	ACHADOS VASCULARES	100
6.	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>116</b>
7.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>120</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

AB	- artéria basilar
AC	- artéria calcarina
ACA	- artéria cerebral anterior
ACI	- artéria carótida interna
ACM	- artéria cerebral média
ACP	- artéria cerebral posterior
AComA	- artéria comunicante anterior
ACoMP	- artéria comunicante posterior
ACorA	- artéria coróide anterior
ACorPL	- artéria coróide póstero-lateral
ACorPL	- artéria coróide póstero-medial
AE	- artéria esplenial
AH	- artérias hipocampais
APO	- artéria parieto-occipital
ARC	- arcadas vasculares
ATIA	- artéria temporal inferior anterior
ATIC	- artéria temporal inferior comum
ATIM	- artéria temporal inferior média
ATIP	- artéria temporal inferior posterior
AU	- artéria de Uchimura
CC	- esplênio do corpo caloso
df	- graus de liberdade
dp	- desvio padrão
GD	- giro denteado
F	- fimbria
HC	- hemisfério cerebral
HE	- hemisfério esquerdo
HD	- hemisfério direito
L1	- limite inferior
L2	- limite superior
PC	- plexo coróide
PH	- pé do hipocampo
SNC	- sistema nervoso central

## LISTA DE FIGURAS

- Figura nº 1 Desenho do giro denteado do hipocampo
- Figura nº 2: Desenho do hipocampo vista intra e extraventricular
- Figura nº 3: Diagrama dos três segmentos dorsais da cauda do hipocampo
- Figura nº 4: Desenho mostrando o desenvolvimento da formação hipocampal
- Figura nº 5: Peça 18, HD. Vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 6: Peça 18, HD. Vista da face medial do lobo temporal
- Figura nº 7: Principais zonas topográficas da formação hipocampal
- Figura nº 8: Disposição do hipocampo no rato e no homem
- Figura nº 9: Diagrama de uma dissecção da face medial de um HC
- Figura nº 10: Diagrama das artérias que formam o polígono de Willis
- Figura nº 11: Desenho mostrando as ramificações da ACP
- Figura nº 12: Peça 21, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 13: Peça 21, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 14: Peça 45, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 15: Peça 45, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 16: Peça 40, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 17: Peça 40, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 18: Peça 41, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 19: Peça 41, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 20: Peça 25, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo
- Figura nº 21: Peça 36, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo



Figura nº 22: Peça 36, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 23: Peça 44, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 24: Peça 44, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 25: Peça 36, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 26: Peça 36, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 27: Peça 36, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 28: Peça 46, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 29: Peça 46, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 30: Peça 44, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 31: Peça 35, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 32: Peça 35, HD, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 33: Peça 22, HE, vista intra e extraventricular do hipocampo  
Figura nº 34: Peça 12, HD, vista anterior de um corte coronal do hipocampo  
Figura nº 35: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo A  
Figura nº 36: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo B  
Figura nº 37: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo B  
Figura nº 38: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo C  
Figura nº 39: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo D  
Figura nº 40: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo E  
Figura nº 41: Esquema de uma vista intra e extraventricular, grupo F

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre os estágios de desenvolvimento embriológico, tamanho e idade dos embriões

Tabela 2: Nomenclatura dos ramos da ACP encontrados na literatura

Tabela 3: Análise da variância (ANOVA)

Tabela 4: AH observadas por hemisférios

Tabela 5: Classificação dos Grupos Vasculares em Decorência da Origem das Artérias Hipocampais

Tabela 6: Origem e Frequência das Artérias Hipocampais

## RESUMO

O lobo temporal, e conseqüentemente o hipocampo, podem ser locais de processos patológicos como neoplasias, abscessos, malformações vasculares, focos epilépticos e complicações decorrentes de traumatismos cranianos. Neste trabalho foi estudada a vascularização arterial do hipocampo ventral humano em 58 hemisférios cerebrais, de ambos os sexos, com idades entre 12 e 72 anos. Foram feitas repleções vasculares com látex, gelatina e resina acrílica através das ACorA e ACP, seguida de microdissecções anatômicas. Os principais vasos envolvidos na vascularização do hipocampo foram a ACorA e a ACP. Esse aporte vascular ocorreu, na grande maioria das vezes, através de um conjunto de vasos, que foram reunidos em seis grupos. Várias anastomoses foram observadas e apresentam, com certeza, interesse clínico-cirúrgico. Dentre elas destacamos as encontradas entre as próprias AHs, freqüentemente formando arcadas vasculares. Somente em 2 HC (3,7%), a vascularização do hipocampo esteve restrita, praticamente, a um único vaso (artéria de Uchimura), fugindo dos padrões usuais. Os resultados foram analisados estatisticamente, e as diferenças encontradas entre a média verificada neste trabalho (4,63 AH por HC) e os valores citados na literatura, não foram significativas. Analisamos também as médias dos HE e HD bem como o número de AHs encontradas nesses hemisférios de um mesmo indivíduo. Em ambos os casos as diferenças não foram significativas. Os resultados aqui apresentados mostram a grande variação anatômica que os vasos hipocampais apresentam, chamando a atenção para suas múltiplas origens e anastomoses, dados esses extremamente importantes, tanto para os estudos que se valem de imagens como para os procedimentos cirúrgicos clássicos e aqueles minimamente invasivos.

## ABSTRACT

The temporal lobe, and thus the hippocampus, could be sites of pathological diseases like neoplasias, abscesses, vascular malformations, epileptic focus and others damages caused by cranial traumatism. In this work was studied the arterial vascularization of the human ventral hippocampus, using 58 cerebral hemispheres, of both sexes, aged from 12 to 72 years. Vascular repletions were made with latex, gelatin and acrylic resin through the ACorA and ACP, followed by anatomical microdissections approach. The main vessels involved in the hippocampus vascularization were ACorA and ACP. This vascularization was realized most of time through a vessel network, that could be separated in six groups. Anastomoses could be observed and they surely would be of clinical-surgical interest. We would like to ressalt those found between the AHs, frequently displaying vascular arches. Only in 2 HC (3,7%) the vascularization of the hippocampus was restricted to just one vessel (the Uchimura artery), deviating from the usual pattern. The results obtained were statistically analysed and the differences found between the mean verified in this work (4,63 AH per HC) and the values related in others works, were not significant. The means of the HE and HD and the numbers of AHs found in single person, were analysed too. In both cases the differences found were not significant. The results presented here show the great anatomical variability presented by the hippocampus vessels, calling our attention to the multiple origins and anastomoses they could present, being these figures very important for studies based on images or even for the classic surgical procedures or those minimally invasive.

---

INTRODUÇÃO

---

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Origem do Nome

Ao abordarmos o estudo da morfologia e da vascularização do hipocampo nossa principal preocupação foi em colaborar para o avanço dos conhecimentos anatômicos com possíveis aplicações nas áreas neurológica/neurocirúrgica e na imageologia desta região do encéfalo. Alguns aspectos chamaram a atenção durante o estudo do hipocampo: em primeiro lugar sua complexidade e em segundo, a confusão em torno dos termos descritos. Para Duvernoy (1988) quem primeiro descreveu o hipocampo foi *Arantius* (1587), comparando a proeminência no assoalho do corno inferior do ventrículo lateral à um hipocampo ou cavalo-marinho, hesitando entre os seguintes termos “cavalo-marinho” e “bicho-da-seda”. O primeiro anatomista a ilustrar o hipocampo foi Duvernoy em 1729. Winslow em 1739 sugeriu a denominação “corno-de-carneiro”. Todos esses termos foram sugeridos pela aparência intraventricular apresentada pelo hipocampo (DUVERNOY, 1988).

Mais tarde os anatomistas compararam o hipocampo às figuras da mitologia. Desta maneira o “corno-de-carneiro” tornou-se “*corno ammonis*” em analogia ao deus egípcio Ammon (Ammun Kneph). Quem provavelmente utilizou essa denominação pela primeira vez foi Garengot (1742). O termo “*pes hippocampi*” foi introduzido posteriormente. Como se não bastasse só o termo o hipocampo, foi também descrito a existência de dois pés: o *pes hippocampi principal* para o próprio hipocampo, e *pes hippocampi minor* para o calcar avis que é uma projeção no corno posterior do ventrículo lateral provocada pelo sulco calcarino. Segundo Williams & Warwick (1975) o termo *pes hippocampi* é reservado para designar a região anterior do hipocampo, ou seja, as digitações do hipocampo. Atualmente, o termo hipocampo aplica-se à toda

proeminência ventricular observada no assoalho do corno inferior do ventrículo lateral, sendo constituído por duas lâminas corticais enroladas uma sobre a outra, o giro denteado e o hipocampo (corno de Ammon). Essa denominação é a que será utilizada em nosso trabalho.

## **1.2 Lobo Temporal**

O lobo temporal está localizado na região látero-ventral do hemisfério cerebral, sendo separado dos lobos frontal na região anterior e do parietal na região posterior pelo sulco lateral. Na região posterior, o lobo temporal é separado do lobo occipital por uma linha imaginária, traçada entre o sulco parieto-occipital, localizado na margem superior do hemisfério, até a incisura pré-occipital na margem ínfero-lateral. O limite do lobo temporal na região súpero-lateral posterior é constituído por um prolongamento imaginário do ramo posterior do sulco lateral. O lobo temporal na superfície súpero-lateral apresenta dois sulcos denominados: sulco temporal superior ou sulco paralelo e o sulco temporal inferior. O primeiro, inicia-se próximo ao polo temporal e dirige-se para a região posterior, descreve um trajeto paralelo ao ramo posterior do sulco lateral. O segundo, descreve um trajeto semelhante ao seu antecessor, sendo pouco profundo e apresentando-se as vezes de forma descontínua. Os sulcos descritos, anteriormente, delimitam no lobo temporal três giros que apresentam um trajeto paralelo entre si. O primeiro é o giro temporal superior, localizado entre os sulcos lateral e temporal superior, possuindo um trajeto retilíneo. O giro temporal médio, está localizado entre os dois sulcos temporais superior e inferior. Esse giro une-se na região posterior com um giro do lobo parietal. O último, o giro temporal inferior, forma a borda ventro-lateral do hemisfério, invadindo a face inferior do lobo temporal. Esse

giro é delimitado pelos sulcos temporal inferior e occipito-temporal, fazendo parte da face inferior do lobo temporal (TESTUT & LATARJET, 1949; DUVERNOY, 1988, MACHADO, 1993).

A face inferior do hemisfério cerebral é dividida pelo sulco lateral em duas partes distintas. A região situada anterior ao sulco lateral constitui a face inferior do lobo frontal, e a região posterior ao sulco lateral é a face têmporo-occipital. Em uma sintopia látero-medial, encontram-se sulcos e giros na face inferior do lobo têmporo-occipital. O sulco occípito-temporal, que juntamente com o sulco colateral, este último medial, delimitam o giro occipito-temporal lateral ou fusiforme que se apresenta tortuoso e composto por depressões irregulares. O sulco colateral tem início nas proximidades do polo occipital e se dirige à região anterior. Esse sulco em conjunto com o sulco calcarino no lobo occipital e o sulco do hipocampo no lobo temporal delimitam o giro occípito-temporal medial e o giro para-hipocampal. A segunda circunvolução têmporo-occipital se estende ao longo da margem interna do hemisfério, sendo dividida em duas partes: uma anterior e outra posterior. A porção anterior do giro para-hipocampal curva-se em volta do sulco do hipocampo formando o uncus. O sulco do hipocampo em sua origem apresenta-se contínuo ao sulco do corpo caloso na região do esplênio, dirigindo-se anteriormente, onde termina separando o giro para-hipocampal do uncus. Em sua porção posterior o giro para-hipocampal apresenta-se unido ao do giro cíngulo através de um giro delgado denominado de istmo do giro do cíngulo. Desta forma, o uncus, o giro para-hipocampal, o istmo do giro do cíngulo e o giro do cíngulo constituem um circuito contínuo ao redor das estruturas inter-hemisféricas considerada por muitos como um lobo separado, denominado lobo límbico, fazendo parte do sistema límbico. Broca havia denominado este lobo límbico como o giro *fornicatus*. Brodal (1984), verificou que o giro para-hipocampal aparece com nomes tais como: circunvolução do



hipocampo ou giro *uncinato*. Sua superfície exterior não apresenta uma coloração tão acinzentada como os outros giros, é pálida e com relevos, sendo na verdade coberta por uma lâmina de substância branca, a substância reticulada de Arnold (TESTUT & LATARJET, 1949; BRODAL, 1984; DUVERNOY, 1988, ADAM et al., 1994).

Alguns autores utilizam a expressão formação hipocampal ou região hipocampal quando se referem não somente ao hipocampo, mas também ao giro denteado e ao subículo. O subículo nesse caso é a denominação coletiva de diferentes áreas corticais como o pré-subículo, o parasubículo, o pró-subículo e o próprio subículo. No embrião as estruturas hipocampais aparecem ao longo do sulco ou fissura do hipocampo, acima e com uma orientação paralela à fissura coroidéia no ventrículo lateral. Durante a formação do lobo temporal, estas estruturas hipocampais são empurradas ântero-ventralmente, e irão formar um arco que vai estender-se por todo o corno inferior do ventrículo lateral. Algumas regiões do sulco hipocampal, como as regiões superiores e anteriores, são invadidas pelas fibras cruzadas do corpo caloso e transformam-se na fissura sub-calosa. A região que não foi afetada pelo corpo caloso, vai diferenciar-se nas estruturas principais da formação hipocampal. Partes correspondentes do hipocampo, encontradas acima do corpo caloso, sofrem pouca diferenciação no adulto (SARNAT & NETSKY, 1976; BRODAL, 1984, DUVERNOY, 1988).

Nos marsupiais e monotremos, o hipocampo prolonga-se dorsalmente na face medial do hemisfério, descrevendo uma estrutura curva que lembra o corpo caloso. Nos mamíferos superiores, a presença do corpo caloso impede o desenvolvimento desta porção superior da formação hipocampal, formando uma circunvolução vestigial muito delgada, denominada *indusium griseum* ou giro supra-caloso (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

O sulco do hipocampo aprofunda-se, deprimindo a parede medial do corno inferior do ventrículo lateral à altura da região esfenoideal. A parte invaginada faz uma acentuada saliência na luz do ventrículo formando o hipocampo. Os lábios do sulco formarão os giros denteado e para-hipocampal. Na parede inferior (assoalho) do corno inferior do ventrículo lateral podemos visualizar três estruturas salientes, que apresentam um formato longitudinal e curvilíneo. Em uma sintopia da região medial para a região lateral vamos encontrar: o giro denteado, a fimbria e o corno de Ammon ou hipocampo propriamente dito (CHIARUGI, 1949; WILLIAMS & WARWICK, 1975; AMARAL, 1978; CARPENTER, 1978; DUVERNOY, 1988; ).

### **1.3 Filogênese da Formação Hipocampal**

#### **1.3.1 Filogênese Geral da Formação Hipocampal**

Segundo Ariens Kappers et al., (1936) a formação hipocampal ou amônica dos mamíferos corresponde ao quadrante dorso-medial do pálido do hemisfério de um anfíbio ou de um réptil, e que portanto assume o valor do arquipálido. O aparecimento e a expansão do neopálido que se diferencia entre o quadrante dorso-lateral, ou paleopálido e o dorso-medial, ou arquipálido determinou um deslocamento, do primeiro quadrante em direção lateral e ventral, e do segundo posterior e medialmente. Portanto, devido a estes deslocamentos, que seriam em parte por circunstâncias mecânicas, o quadrante dorso-medial teria se enrolado e as duas lâminas que o compõem (córtex hipocampal e giro denteado) teriam conservado as mesmas relações recíprocas que elas possuem no encéfalo de réptil, ou seja, uma sobreposição. Em animais com encéfalos desprovidos de corpo caloso o arquipálido apresenta-se mais extenso posteriormente, e mais enrolado, sendo representado por uma faixa cortical ao longo de toda a margem medial ao redor do hilo do hemisfério. A borda da formação hipocampal, com o neopálido dorsalmente, e

com o paleopálio posteriormente, é marcada pela fissura hipocampal, e por diferenças citoarquitetônicas no fundo dessa. Nessa zona, terminam de forma abrupta as camadas celulares múltiplas do neopálio e do paleopálio e começa uma única camada de células piramidais densas e dispostas regularmente formando uma lâmina, sendo a camada que caracteriza o hipocampo propriamente dito, e que corresponde a lâmina lateral do arquipálio dos répteis. Na região posterior, o hipocampo aparece dobrado sobre si mesmo com a concavidade virada medial e ventralmente. No córtex hipocampal, Ramón y Cajal (1952) distinguiu sete camadas, começando a partir da face ventricular: a) o epêndima b) o álveo do hipocampo c) o estrato oriens d) o estrato piramidal e) o estrato radiado f) o estrato lacunoso g) o estrato molecular (WILLIAMS & WARWICK, 1975; DUVERNOY, 1988; DE GROOT, 1991; BURT, 1993).

### **1.3.2 Filogênese da Formação Hipocampal nos Ciclostomos**

Os petromizantes e mixinoídes apresentam um grande contraste no que diz respeito a posição e a aparência da região hipocampal. O hemisfério cerebral da lampréia apresenta uma evaginação de forma tradicional. Mas, para muitos pesquisadores, incluindo Nieuwenhuys et al. (1981), não de maneira completa. Assim, duas estruturas ou caudas não evaginadas e dorsalmente estão ligadas entre os dois hemisférios uma de frente para outra e separadas por uma delgada faixa dorsal do terceiro ventrículo. Embora, estas estruturas e seus supostos homólogos em outros vertebrados são chamados de *primordium hippocampi*, mas segundo alguns autores tais estruturas representam, não primórdios, se não áreas totalmente diferenciadas (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

### **1.3.3 Filogênese da Formação Hipocampal nos Peixes Cartilaginosos**

Os hemisférios cerebrais originam-se por evaginações e apresentam bulbos olfatórios bem desenvolvidos, embora mostrem diferenças estruturais consideráveis nos três grupos principais dessa classe. Essas diferenças dizem respeito, principalmente ao grau de separação dos ventrículos laterais, que comunicam-se amplamente ao longo da linha média e a extensão da união entre as paredes médias dos hemisférios (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

### **1.3.4 Filogênese da Formação Hipocampal nos Peixes Ósseos**

Os peixes ósseos representam um formidável problema do ponto de vista neuroanatômico, essa classe de vertebrados aquáticos oferece uma base nada sólida para os anatomistas comparativos na procura de homologias entre subsistemas neuronais específicos em mamíferos, tais como, os da região hipocampal. O prosencéfalo desses animais desenvolve-se de maneira totalmente diferente dos processos de evaginação detectado na maioria dos outros vertebrados. Enquanto, as paredes ventrais do telencéfalo conservam a aparência geral observada na vesícula cerebral primária, as paredes dorsais não se curvam medialmente, invertem para formar uma abóbada sobre as partes mediais, mas divergem e curvam-se lateralmente. Somente uma fina placa de teto telencefálico alonga-se sobre as estruturas mediais e liga-se às bordas laterais das paredes dorsais revestidas. O grau de reversão difere nas várias espécies, bem como a espessura das partes que se revertem, as quais, são tão volumosas na maioria dos peixes ósseos que os ventrículos laterais existem apenas como espaços virtuais entre as paredes dorsais e suas membranas de revestimento (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

### **1.3.5 Filogênese da Formação Hipocampal nos Anfíbios**

A divisão em três partes geralmente aceita para o pálio de anfíbios coloca o *primordium hippocampi* dorso-medialmente na parede do hemisfério evaginado. Em urodelos e anuros mas não em gimnofontes, os corpos celulares do hipocampo são dispersos quase até a superfície da meninge, em contraste com os somas principalmente periventriculares, vistos nas demais partes do pálio (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

### **1.3.6 Filogênese da Formação Hipocampal nos Répteis**

O deslocamento para a superfície dos corpos celulares, de localizações periventriculares para formar núcleos ou lâminas, é tão avançado nos hemisférios cerebrais dos répteis, especialmente no pálio, que se considera a existência de um verdadeiro córtex em toda sua extensão. Três principais áreas corticais ou faixas citoarquitetônicas longitudinais podem ser reconhecidas, onde o setor dorso-medial corresponde ao hipocampo. As conexões da região hipocampal dos répteis inclui uma entrada estreita do trato olfatório medial em extenso sistema fórnix pré e pós-comissural como nos anfíbios (SARNAT & NETSKY, 1976; ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

### **1.3.7 Filogênese da Formação Hipocampal nas Aves**

A região hipocampal de aves está bem reconhecida e esquematizada em atlas, mas tentativas para defini-la não foram bem sucedidas por falta de estudos experimentais. A principal via de saída das áreas para-hipocampal e hipocampal ocorre essencialmente pelo fórnix, mas esse contém componentes adicionais telencefálicos, como fibras do septo (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

UFPA  
BIBLIOTECA SETORIAL DE  
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA

### 1.3.8 Filogênese da Formação Hipocampal nos Mamíferos

O tamanho, a forma, as fibras de conexão e relações topográficas da região hipocampal variam amplamente nos diferentes mamíferos. Essa é uma região que atualmente é mais importante do que, era em sua origem, ou seja, um campo de neurônios analisadores indiretamente conectados a estruturas olfatórias do prosencéfalo. A região hipocampal em mamíferos acalosos, monotremados e marsupiais, formaria uma estrutura que foi denominada como um crescente paramediano, um verdadeiro lobo límbico, começando logo acima da área olfatória, onde as principais comissuras, anterior e hipocampal, localizam-se e estendem-se dorsal e posteriormente para as amígdalas, formando assim a maior parte da borda do grande forame interventricular de Monro. Quando o corpo caloso esta presente, os componentes localizados acima do crescente persistem mas são atenuados e rudimentários. A fasciola cinérea, *indusium griseum* e as estrias longitudinais lateral e medial correspondem na seqüência ao giro denteado, hipocampo e ao sistema de fibras fimbria-fornix. Quanto maior a massa do corpo caloso, mais rudimentarres aparecem essas estruturas (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975).

No *didelphys marsupialis*, animal acaloso, a formação hipocampal foi subdividida à partir de um plano transversal que passa pelas comissuras anterior e hipocampal em: hipocampo anterior (pré-comissural) e posterior (pós-comissural). O hipocampo anterior pode ser subdividido em hipocampo rostral e dorsal anterior. O hipocampo posterior divide-se em hipocampo dorsal posterior e ventral (CHIARUGI, 1949; ARIENS KAPPERS et al., 1936; SARNAT & NETSKY, 1976).

Naqueles telencéfalos onde aparece o corpo caloso, este modifica e reduz parcialmente o hipocampo rostral e dorsal. A redução é proporcional ao volume do corpo caloso e atinge especialmente o hipocampo dorsal anterior e o rostral. No cão o

hipocampo dorsal anterior não completamente estendido, constitui ao redor do joelho do corpo caloso o giro geniculado. Assim, o hipocampo rostral só é encontrados nos encéfalos primitivos com corpo caloso ausente ou pequeno, por exemplo, nos edentados e insetívoros. O hipocampo ventral empurrado ventralmente conservou sua forma e manteve-se volumoso. Nos primatas enrolou-se mais ainda, de tal forma que o giro denteado localiza-se completamente escondido no fundo do sulco do hipocampo. As principais vias eferentes da formação hipocampal, nos macrosmáticos bem como nos microsmáticos é a fimbria (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ALLISON, 1954; ANGEVINE, 1975; ADDISON, 1975).

#### **1.4 Dados Morfológicos Relevantes Sobre o Hipocampo Humano**

##### **1.4.1 Anatomia Macroscópica do Hipocampo**

Segundo Duvernoy (1988), o hipocampo forma um arco ao redor do mesencéfalo podendo ser dividido em três segmentos: um corpo, ou segmento intermediário com uma disposição sagital; uma cabeça, segmento mais anterior, achatado dorso-ventralmente, saliências, as digitações hipocampais; uma cauda, ou segmento posterior, orientada transversalmente que sofre um estreitamento até desaparecer por debaixo do esplênio do corpo caloso. O hipocampo é uma estrutura formada pelo enrolamento de duas lâminas corticais sobre si mesmas. São elas o corno de Ammon (ou hipocampo propriamente dito) e o giro denteado. Autores como Elliot Smith (1896) e William & Warwick (1975), procuraram uma explicação para tal fato durante o desenvolvimento cerebral. Em uma fase prematura do desenvolvimento as duas lâminas são contínuas, mas por razões incertas, parte do corno Ammon se projetaria para dentro da cavidade ventricular, progressivamente, formando uma proeminência de forma bem marcada (Figuras 1 e 2).

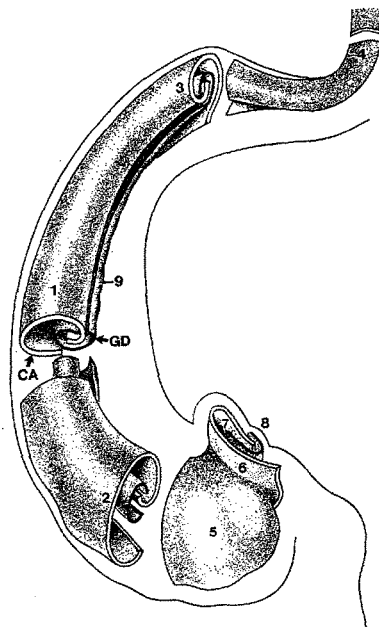


Figura 1: Formação hipocampal. CA=corno de Ammon, GD=giro denteado, 1=Corpo do hipocampo, 2=Cabeça do hipocampo, 3=Cauda do hipocampo, 4=Segmento terminal da cauda, 5=Digitações do hipocampo, 6=Digitação vertical, 7=corno de Ammon, 8=Banda de Giacomini, 9=Margem denticulada. Tomado de Duvernoy (1988).

No hipocampo distinguem-se duas partes, uma dorsal e outra ventral. O hipocampo dorsal é constituído principalmente pelo giro fasciolar, fasciola cinérea e pelo indúseo cinzento (*indusium griseum*) na região adjacente ao esplênio do corpo caloso. Na superfície dorsal do corpo caloso o hipocampo dorsal está representado pelas estrias longitudinais mediais (nervo de Lancisi) e laterais (estria tecta). O hipocampo ventral apresenta um desenvolvimento muito mais acentuado, representado pelo enrolamento do arquicórtex, e ocupando a maior parte do assoalho do corno inferior do ventrículo lateral. Apresenta uma forma cilíndrica, estendendo-se desde o trígono colateral (átrio ou encruzilhada ventricular) até a extremidade anterior do corno inferior do ventrículo lateral (ANGEVINE, 1975, LOCKHART, 1983; DUVERNOY, 1988).



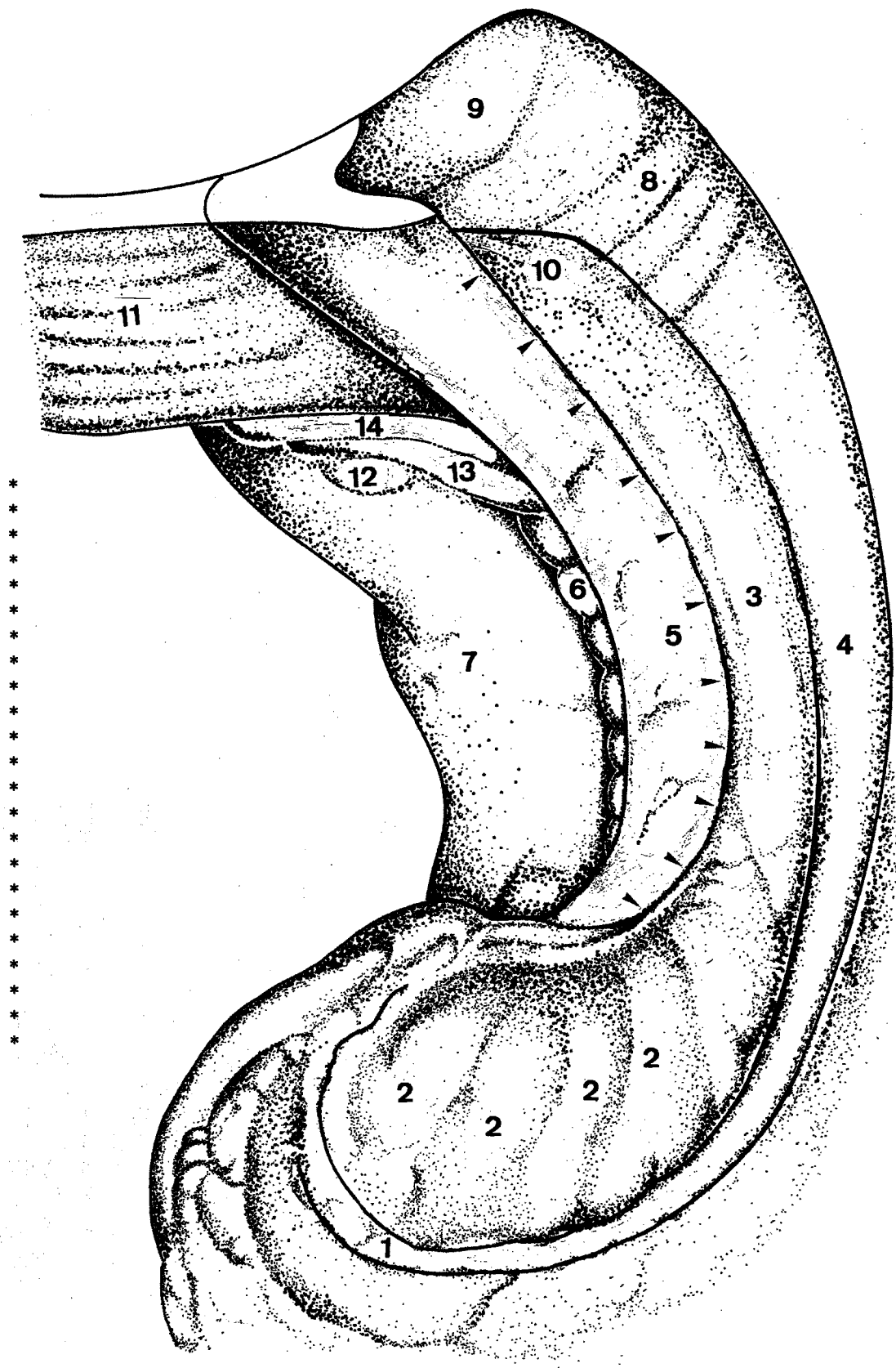


Figura 2: Vista intra e extraventricular do hipocampo. 1=recesso uncal, 2=pé do hipocampo, 3=corpo do hipocampo, 4=eminência colateral, 5=fimbria, 6=giro denteado, 7=giro parahipocampal, 8=trígono colateral, 9=calcar avis, 10=cauda do hipocampo, 11=esplênio do corpo caloso, 12=giro de Andreas Retzius, 13=fasciola cinérea, 14=giro fasciolar. Linha média (asteriscos), a margem lateral da fimbria (cabeças de seta) onde se prende a tela coróide, medialmente a essa está a região extraventricular e lateralmente, a região intraventricular.

O sulco do hipocampo separa o giro para-hipocampal do giro denteado. Esse sulco empurrou a parede do ventrículo para a cavidade ventricular, produzindo a estrutura saliente denominada hipocampo (TESTUT & LATARJET, 1949; RANSON & CLARK, 1963; WILLIAMS & WARWICK, 1975; DUVERNOY, 1988).

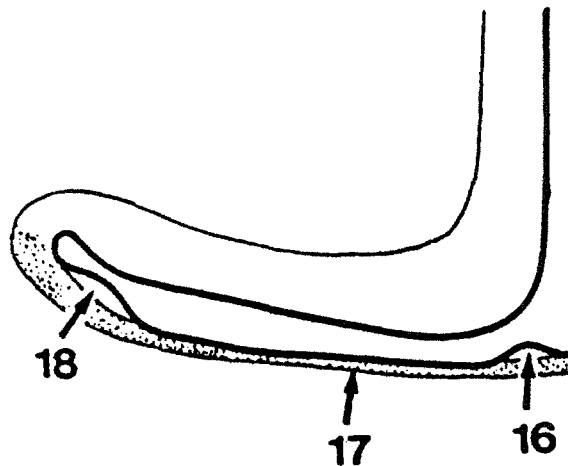


Figura 3: Diagrama, representando três segmentos dorsais extraventriculares da cauda do hipocampo, ao nível do sulco do corpo caloso. 16=estria longitudinal medial, 17=*indusium griseum*, 18=estria longitudinal lateral. Tomado de Duvernoy (1988).

O hipocampo apresenta duas faces, uma dorsal e outra ventral, duas bordas, uma medial e outra lateral e duas extremidades, uma anterior e outra posterior. A face dorsal é côncava e descreve na cavidade ventricular uma saliência. Na porção anterior distingue-se de quatro a cinco pequenas saliências (circunvoluções) delimitadas por pequenos sulcos transversais e oblíquos, essa porção confunde-se com a substância branca do lobo temporal. A face ventral adere e repousa sobre o giro parahipocampal, mais precisamente, sobre o subículo. Próximo à borda lateral, na cavidade ventricular, observa-se, as vezes, uma eminência, podendo ser bem desenvolvida ou diminuta, designada de hipocampo acessório ou eminência colateral. Essa saliência na cavidade ventricular é produzida pelo sulco colateral, que empurrou o parênquima do hemisfério

cerebral em direção ao ventrículo. Na borda medial ocorre a inserção da fimbria. O extremo posterior localiza-se no cruzamento dos cornos do ventrículo lateral, no local onde o hipocampo contorna o esplênio do corpo caloso. Além da divisão do hipocampo em cabeça, corpo e cauda apresentada por Duvernoy (1988), esse autor sugere que essas divisões do hipocampo acima citadas, apresentariam porções intraventriculares e extraventriculares (ARIENS KAPPERS et al., 1936; ANGEVINE, 1975), (Figuras 3, 4 e 5).

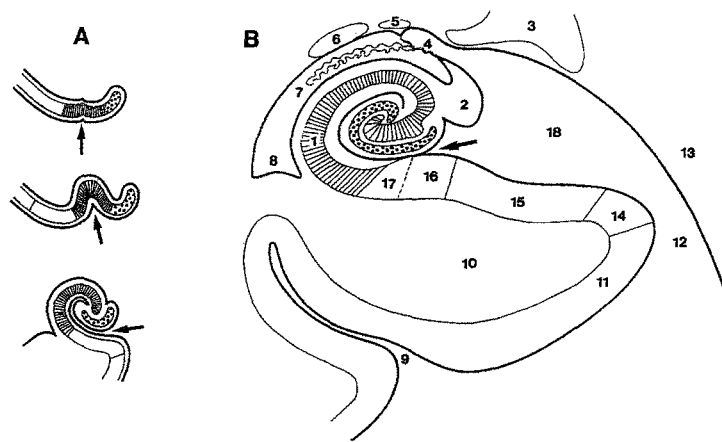


FIGURA 4: A -desenho mostrando o desenvolvimento do giro denteado (pontilhado) e corno de Ammon, (achuriado), seta indica o sulco do hipocampo. B - Representação esquemática de um corte coronal do hipocampo humano. 1=hipocampo, 2=fimbria, 3=corpo geniculado lateral, 4=fissura coróide e tela coróide, 5=estria terminal, 6=cauda do núcleo caudado, 7=corno inferior do ventrículo lateral e plexo coróide, 8=eminência colateral, 10=giro para-hipocampal, 11=área entorrinal, 12=cisterna *ambiens*, 13=mesencéfalo, 14= parasubículo, 15=presubículo, 16=subbículo, 17=prosubbículo, 18=fissura transversa. Tomado de Duvernoy (1988).

**Porção intraventricular da cabeça do hipocampo:** é a porção mais anterior do arco do hipocampo, que apresenta de 3 a 5 digitações com orientação sagital e separadas por sulcos pequenos. Para Duvernoy (1988) poder-se-iam considerar duas teorias, opostas, para o surgimento das digitações. A primeira hipótese sustenta que é devido a uma atrofia cortical e a segunda hipótese sugere que seria devido a presença de algum obstáculo durante o desenvolvimento do hipocampo, sendo essa ultima a mais aceita.

O plexo coróide localizado no corno temporal do ventrículo lateral está ausente na porção mais anterior, portanto, a cabeça do hipocampo é visível em uma vista

intraventricular. A cavidade ventricular prolonga-se anteriormente ao hipocampo em direção ao interior do uncus, formando o recesso uncal do corno temporal. A superfície intraventricular da amígdala, formada pelos núcleos basal e lateral, projeta-se sobre a cabeça do hipocampo ao longo de sua superfície (TESTUT & LATARJET, 1949; NIEUWENHUYS et al., 1981; DUVERNOY, 1988).

**Porção extraventricular da cabeça do hipocampo:** ou uncal, o uncus é o segmento anterior do giro para-hipocampal. O uncus curva-se posteriormente sobre o giro para-hipocampal, sendo separado desse pelo sulco uncal. Tal curvatura apresentada pelo uncus pode ser devido a uma obstrução da amígdala ao giro para-hipocampal, (STEPHAN & MANOLESCU, 1980). Outra hipótese é que a fimbria, fixada ao ápice do uncus esconderia-o durante o desenvolvimento da porção anterior do giro para-hipocampal (DUVERNOY, 1988).

O uncus pode ser dividido em duas porções: uma porção anterior pertencente, ao giro para-hipocampal e uma porção posterior, pertencente ao hipocampo. Na porção anterior do uncus podemos observar duas estruturas distintas, o giro semilunar e o giro *ambiens*, separados pelo sulco semi-anular ou sulco amigdalóide. O giro semilunar cobre o núcleo cortical da amígdala, sendo separada da substância perfurada anterior por uma dobra profunda, o sulco endorrinal. A incisura uncal anterior é contínua ao sulco uncal. É produzida pela margem livre do tentório ao nível do giro *ambiens*, esse giro continua-se para o interior da porção anterior do giro para-hipocampal, sendo delimitado pelo sulco rinal. Na porção posterior do uncus, em uma sintopia ântero-posterior encontra-se: o giro uncinado, a banda de Giacomini e o giro intralímbico. Essa porção do uncus é separada do giro para-hipocampal pelo sulco uncal. Pode-se observar uma superfície ventral, visível apenas após a dissecação do giro para-hipocampal, e uma superfície medial. Na superfície ventral observa-se a banda de Giacomini, as digitações

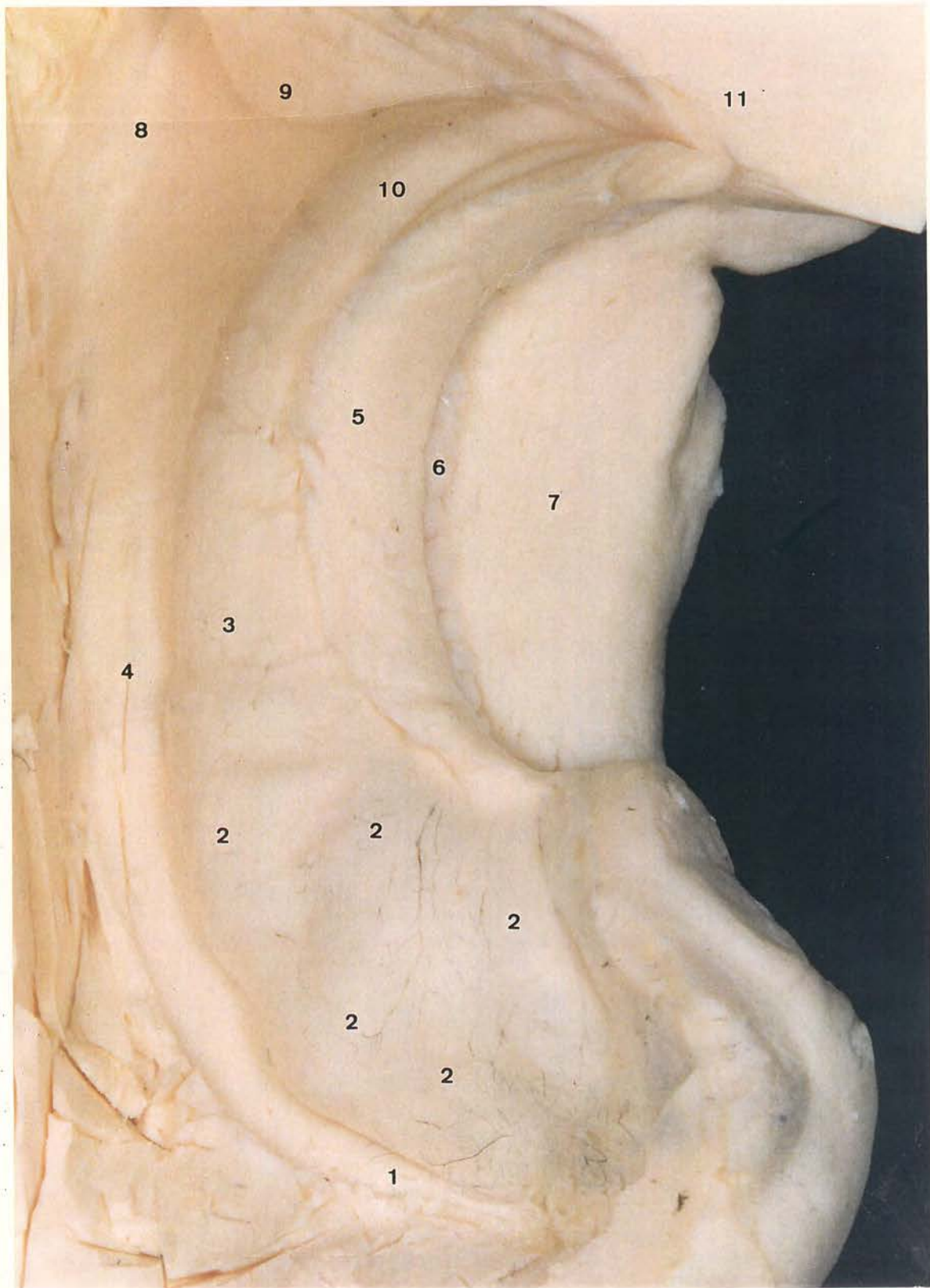


FIGURA 5: Peça 18, HD. Vista intra e extraventricular do hipocampo. 1=recesso uncal, 2=pé do hipocampo, 3=corpo do hipocampo, 4=eminência colateral, 5=fimbria, 6=giro denteado, 7=giro parahipocampal, 8=trígono colateral, 9=*calcar avis*, 10=cauda do hipocampo e 11=esplênio do corpo caloso.

externas e a face ventral do giro intralímbico. O giro denteado é uma estrutura medial e côncava localizado dorsalmente do sulco hipocampal. O segmento visível medialmente deste giro é denominado de margem denticulada. A banda de Giacomini, observada ao nível do uncus é uma parte do giro denteado. Na face ventral da porção posterior do uncus localiza-se o giro denteado, mais precisamente sua margem denteada, contornando essa porção posterior do uncus e, assumindo uma orientação vertical, torna-se visível na face medial do uncus, como banda de Giacomini. Essa banda possui um segmento inicial que está escondido na superfície inferior do uncus denominada *pars occulta*, e um segmento terminal, visível ao nível da superfície medial, denominado *pars aperta*. As digitações externas estão situadas anteriormente à banda de Giacomini, apresentando-se como duas ou três saliências separada pelo sulco sagital. Tais digitações seriam imagens inversas das digitações internas (digitações hipocampais) observadas em uma vista intraventricular (DUVERNOY, 1988). Essas digitações são formadas a partir de dobramentos do corno de Ammon, sendo formadas principalmente pelo campo CA1 deste corno. Na face inferior e medial do uncus, posterior a banda de Giacomini, encontra-se o giro intralímbico. A fimbria em sua extremidade anterior prende-se ao ápice do giro intralímbico voltado posteriormente, sendo esse giro formado pelos campos CA3 e CA4 do hipocampo, e coberto pelo álveo. Uma vez que a fimbria não cobre o giro intralímbico, esse foi denominado por Elliot Smith (1896), como "*hipocampus inversus*". O giro uncinado está localizado anteriormente à banda de Giacomini, e une-se ao giro *ambiens*. Esse giro parece ser constituído por uma faixa do campo de CA1 (NIEUWENHUYS et al., 1981), (Figuras 5 e 6).

**Porção intraventricular do corpo do hipocampo** ou parte profunda, ela é um elemento do assoalho do corno inferior do ventrículo lateral, apresenta sua superfície recoberta por epêndima sobre o álveo e inúmeras veias epêndimárias que estão localizadas em sua



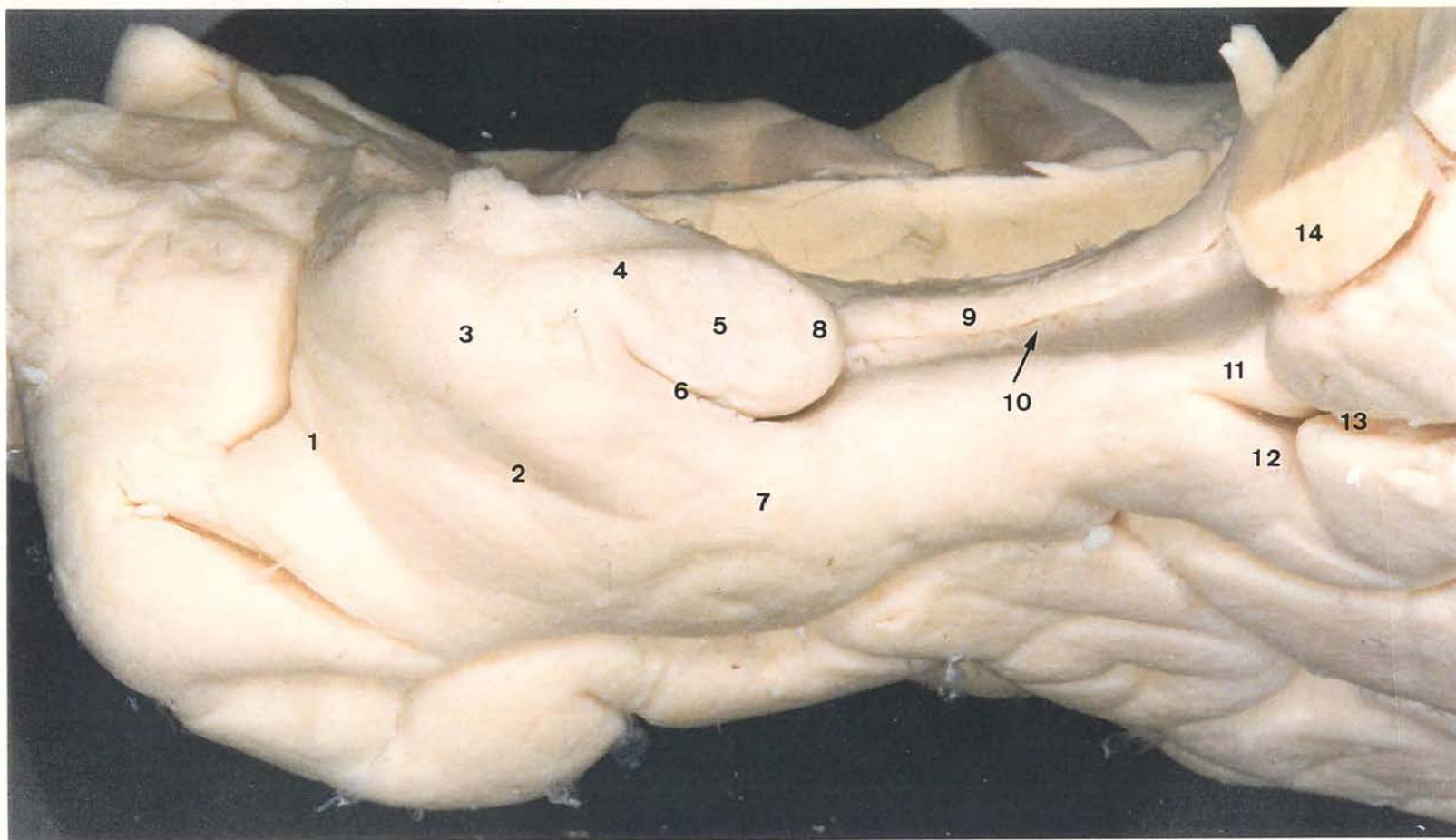


FIGURA 6: Peça 18, HD. Vista da face medial do lobo temporal direito. 1=sulco rinal, 2=incisura uncal, 3=giro *ambiens*, 4=giro semilunar, 5=giro uncinado, 6=sulco uncal, 7=giro parahipocampal, 8=giro intralímbico, 9=fimbria, 10=giro denteado, 11=istmo, 12=giro lingual, 13=sulco calcarino anterior e 14=esplênio do corpo caloso.

superfície, sendo constituída pelos campos CA1, Ca2 e CA3 hipocampais. É delimitado medialmente pela fimbria e lateralmente pela eminência colateral. O teto do corno inferior do ventrículo lateral projeta-se sobre a parte intraventricular do corpo do hipocampo, que é uma lâmina delgada de substância branca localizada entre a cavidade ventricular e o fundo do sulco temporal superior. A superfície intraventricular do corpo do hipocampo é quase totalmente coberta pelo extenso plexo coróide (TESTUT & LATARJET, 1949; NIEUWENHUYS et al., 1981 e DUVERNOY, 1988).

**Porção extraventricular do corpo do hipocampo** ou parte superficial, visível na superfície medial do hemisfério cerebral, é constituída pelo giro denteado, fimbria e pelo sulco hipocampal. A parte superficial do giro denteado é denominada de margem denticulada, sendo formada por elevações em número aproximado de 15, e são as estruturas responsáveis pelo aspecto denteado desse giro. As observadas na região intermediária são as mais desenvolvidas, elas diminuem de tamanho no sentido ântero-posterior. A ocorrência destas elevações (dentes) na margem denticulada do giro denteado é específica na espécie humana e em primatas superiores. Entre a fimbria e o giro denteado encontra-se uma depressão linear, o sulco fimbrio-denteado, separando estas duas estruturas, no qual está localizada a veia hipocampal longitudinal. Ventral à margem denticulada encontra-se o sulco hipocampal que a separa do subículo adjacente. Nesse sulco, longos vasos sangüíneos penetram para nutrir o hipocampo (TILNEY, 1939; WILLIAMS & WARWICK, 1975; SALAMON & HUANG, 1976)

**Porção intraventricular da cauda do hipocampo** é uma projeção que se dirige para as regiões posterior e dorsal. Sua estrutura interna é como a observada na cabeça do hipocampo, sendo composta por uma vasta camada do corno de Ammon centrada por extensas digitações do giro denteado e coberta por uma espessa camada de álveo e veias ependimárias. Essa parte intraventricular é cercada medialmente pela fimbria e



lateralmente pelo trigono colateral. O trigono colateral, bem como, a cauda intraventricular formam o assoalho do átrio. Mais posterior a cauda do hipocampo alcança uma protuberância o calcar avis (SMITH, 1896; WILLIAMS & WARWICK, 1975; DUVERNOY, 1988), (Figuras 5 e 6).

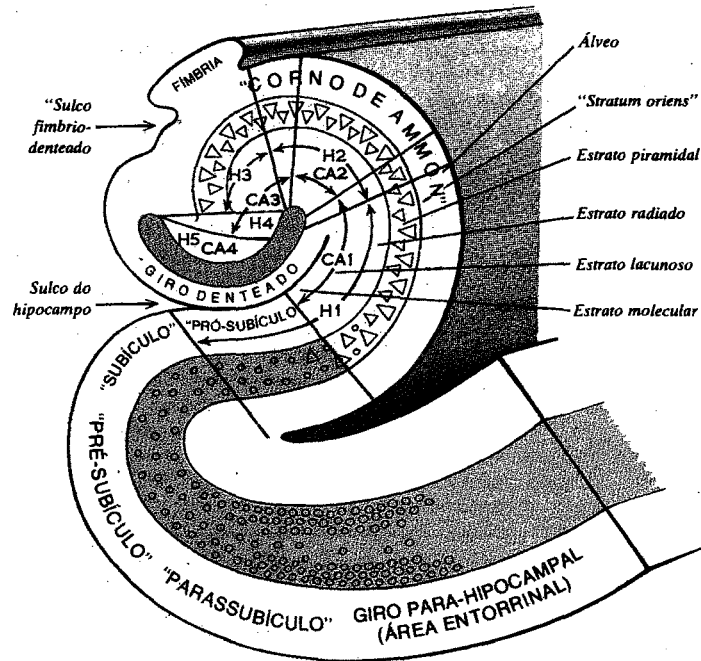


Figura 7: Principais zonas topográficas da formação hipocampal, vistas em um corte coronal do assoalho do corno inferior do ventrículo lateral em um cérebro humano adulto. CA 1-4 são os campos do hipocampo, corno de Ammon, de Lorente de Nó (1954) e H 1-5 são os campos hipocampais de Rose (1927). Tomado de Williams & Warwick (1975).

**Porção extraventricular da cauda do hipocampo** pode ser dividida em: 1) um segmento inicial; 2) um segmento intermediário; 3) um segmento terminal inferior ao esplênio. O segmento inicial lembra o corpo, com a margem denticulada formada por elevações (dentes) que diminuem à medida que avançam para a região posterior, e sendo parcialmente escondida pela fimbria e separada do subículo pelo sulco hipocampal. No segmento intermediário podemos observar três alterações: A) a margem denticulada torna-se lisa e estreita, formando a fasciola cinérea como uma extensão da margem denticulada. B) a fimbria separa-se da margem denticulada, curvando-se e ascende para juntar-se a perna do fórnix. Assim o sulco fimbrio-denteado que separa o giro denteado

da fimbria alarga-se progressivamente. Em consequência desta disposição, pode-se observar o surgimento de um aro branco denominado de giro fasciolar composto pelo campo CA3 e coberto por uma fina camada de álveo. Esse campo era profundo ao nível do corpo do hipocampo, mas nesse segmento transforma-se em superficial. O giro fasciolar é separado da fasciola cinérea pelo sulco dentatofasciolar. C) o campo CA1 é profundo ao nível do corpo do hipocampo e fica escondido pelo subículo. Na parte caudal o campo CA1 aparece de maneira progressiva, na superfície do giro para-hipocampal. Essa situação acaba provocando o surgimento de uma estrutura denominada de giro Andreas Retzius, pois esta camada do campo CA1 apresenta um dobramento que, as vezes, aumenta a superfície do giro para-hipocampal. O giro Andreas Retzius é separado da fasciola cinérea pelo sulco hipocampal. No segmento intermediário da cauda do hipocampo observamos em uma sintopia dorso-ventral as seguintes estruturas: o giro fasciolar, a fasciola cinérea e o giro Andreas Retzius, (WILLIAMS & WARWICK, 1975; DUVERNOY, 1988; BURT, 1993), (Figura 7).

Para Duvernoy (1988), o segmento terminal da cauda do hipocampo é uma extensão do giro fasciolar e está localizado abaixo do esplênio do corpo caloso, sendo então denominado de giro subesplênial. Já para Stephan (1975), o giro denteado e seu prolongamento posterior à fasciola cinérea desapareceriam no segmento terminal da cauda do hipocampo. Giacomini (1884) descreveu que eles prolongar-se-iam até a superfície dorsal do corpo caloso. O giro subesplênial, que é uma prolongação do giro fasciolar, é uma camada fina do corno de Ammon, que contorna o esplênio do corpo caloso, continuando-se dorsalmente a ele, pelo *indusium griseum*. As estrias longitudinais medial e lateral, são consideradas como fibras aberrantes do fórnix, que deixando a fimbria, alcançariam o dorso do corpo caloso, margeando medialmente e lateralmente o *indusium griseum* respectivamente, para se juntar ao fórnix de novo em

sua porção mais anterior. A estria longitudinal medial poderia ser derivada da fasciola cinérea, enquanto a lateral originar-se-ia do giro fasciolar, mas tal afirmativa não é aceita por todos os autores (DUVERNOY, 1988), (Figura 8).

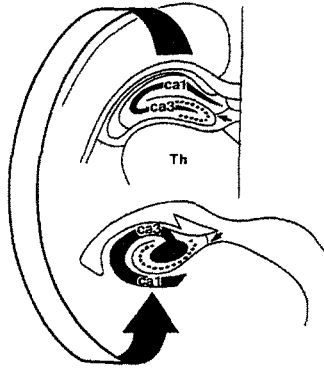


Figura 8: Disposição do hipocampo no rato e no homem. A seta maior indica a inversão do hipocampo entre essas duas espécies. Setas menores indicam o sulco do hipocampo. Tomado de Duvernoy (1988).

O sulco do hipocampo mergulha na parede medial do corno inferior do ventrículo lateral, formando o hipocampo, curvando-se dorsalmente e medialmente, e após curvar-se novamente, forma uma circunvolução semilunar, que é o giro dentado. O giro dentado pode ser visto como uma estreita faixa de córtex, evaginando-se entre o sulco do hipocampo ventralmente e a fimbria dorsalmente. A margem lateral do giro dentado está aderida solidamente ao hipocampo, enquanto, a margem medial está livre. Dorsal ao giro dentado encontra-se a fimbria, a qual está separada deste pelo sulco fimbrio-dentado. Ventralmente, está separado do giro para-hipocampal pelo sulco do hipocampo. Posteriormente, o giro dentado acompanha a fimbria até o nível do esplênio do corpo caloso, neste ponto separa-se da fimbria e perde sua aparência nodular. No momento em que o giro dentado adquire uma superfície lisa e uniforme ele transforma-se em giro fasciolar ou fasciola cinérea, passando para superfície dorsal do corpo caloso, espalhando-se em uma faixa delgada de substância cinzenta, que representa o *indusium griseum* ou giro supracaloso. As estrias longitudinais medial e lateral (estrias de Lancisi)

são duas faixas de substância branca formadas por fibras mielinizadas que mergulham no *indusium griseum*. Anteriormente, o giro denteado estende-se até o sulco existente entre o uncus e o giro para-hipocampal. Nesse ponto ele introduz-se no sulco, chegando à porção mais anterior, neste local o giro denteado dobra-se para dentro do sulco, após ele torna-se novamente visível, quando rodeia o uncus e vai progressivamente desaparecer no ventrículo lateral. Esta porção anterior e terminal do giro denteado é conhecida como faixa de Giacomini, e a região posterior do uncus é denominada de giro intralímbico. Portanto, o giro denteado apresenta três porções distintas: uma porção posterior, o giro fasciolar; uma porção média que está em contato com a fimbria, e corresponde ao giro denteado propriamente dito; uma porção anterior a faixa de Giacomini, e a faixa de Broca quando atravessa a substância perfurada anterior, sendo formado, assim como o hipocampo, por três camadas de células (TESTUT & LATARJET, 1949; WILLIAMS & WARWICK, 1975).

A superfície ventricular adjacente ao hipocampo é recoberta por uma camada de substância branca, o álveo, que é composto de axônios provenientes das células hipocampais (subículo). Essas fibras convergem sobre a superfície medial do hipocampo formando uma faixa branca achatada que é a fimbria. Essa, segue do lado medial e dorsal do hipocampo, apresentando um formato achatado como uma fita, possuindo uma borda medial e uma lateral, uma face dorsal e outra ventral. Sua borda lateral confunde-se com o hipocampo, sua borda medial apresenta-se inteiramente livre, e corresponde a borda voltada para a fissura transversa. A face ventral repousa sobre o giro denteado, não estando aderida ao mesmo, a face dorsal apresenta em quase toda sua extensão, e nas imediações da borda lateral, uma crista endimária, porque neste nível a membrana endimária que recobre o assoalho do corno inferior do ventrículo lateral, reflete-se dorsalmente, para recobrir o teto. A cavidade ventricular não se abre na fissura

transversa, pois essa cavidade encontra-se fechada neste local pela crista ependimária da fimbria e pelo epêndima. As fibras do álveo que contribuem para a formação da fimbria formam o início do sistema fornicial (WILLIAMS & WARWICK, 1975; DUVERNOY, 1988; PEREZ-DELGADO et al., 1992).

## **1.5 Estruturas Límbicas**

### **1.5.1 Conceitos Sobre as Estruturas Límbicas**

O grande lobo límbico, descrito pelo neurologista francês Broca em 1874, recebeu esta designação porque este complexo cortical formava um limbo (fronteira), em forma de anel entre as faces dorso-laterais do diencéfalo, que gradualmente se fundem com as áreas centrais das faces ventro-mediais dos hemisférios cerebrais. Esse anel cortical é separado das estruturas corticais adjacentes por um sulco, descontínuo, denominado de fissura límbica. Essa é composta, sucessivamente pelos, sulcos do cíngulo, subparietal, parte anterior do calcarino, colateral e rinal. Broca notou que esse anel de tecido cortical era uma característica constante no cérebro de todos os mamíferos. No cérebro humano, o lobo límbico seria constituído pelo giros do cíngulo, o para-hipocampal e do hipocampo. Esse anel cortical contorna as formações inter-hemisféricas e foi considerado como um lobo independente, o grande lobo límbico. Esse lobo, filogeneticamente muito antigo, existe em todos os vertebrados. Seu córtex apresenta uma certa uniformidade citoarquitetural, sendo mais simples que o do isocórtex que o circunda. Broca pensava que a olfação era a principal função deste lobo, fazendo parte do chamado rinencéfalo, ou encéfalo olfatório. O termo rinencéfalo foi usado anteriormente para descrever todas aquelas estruturas associadas com a olfação. Supos-se durante muito tempo, que a maioria das estruturas límbicas eram primariamente estruturas olfatórias (RANSON & CLARK, 1963; WILLIAMS &

WARWICK, 1975; NIEUWENHUYS et al., 1981; DUVERNOY, 1988; BURT, 1993; DE GROOT, 1994).

A correlação do lobo límbico ao comportamento e às emoções só foi feita em 1937 pelo neuroanatomista Papez. Ele propôs que a atividade cognitiva no neocórtex influenciava a expressão das emoções por uma série de vias que ligam o córtex cerebral ao hipotálamo. Tal mecanismo envolveria estruturas unidas entre si por um circuito hoje conhecido como circuito de Papez. Na proposta de Papez, as informações passam das áreas associativas neocorticais para o hipocampo, por meio do giro do cíngulo e do giro para-hipocampal. Após o processamento das informações no hipocampo, os sinais são retransmitidos aos núcleos mamilares do hipotálamo por meio do fórnix e, do hipotálamo, aos núcleos anteriores do tálamo através da via mamilotalâmica. Por sua vez, esses núcleos projetam-se para o giro do cíngulo através das projeções tálamo-corticais, fechando assim o circuito. Para Papez, esta ligação com os núcleos mamilares do hipotálamo proporcionava um meio para a regulação da atividade nervosa autonômica durante a expressão das emoções. Brodal (1984), verificou também que estas estruturas do lobo límbico não participam da apreciação consciente dos odores, sendo pois, incorreto incluí-los no rinencéfalo. Quase na mesma época das observações de Papez, Klüver e Bucy descreveram profundas alterações do comportamento em macacos após a retirada bilateral de grande parte do lobo temporal. Diferentemente do lobo límbico, o sistema límbico apresenta tanto componentes corticais como subcorticais. Os componentes corticais são semelhantes aos descritos por Broca, e incluem: a área para-olfatória, o giro subcaloso, o giro do cíngulo e o seu istmo, o giro para-hipocampal, o uncus e o hipocampo. Os componentes subcorticais incluem núcleos no prosencéfalo basal, estriado ventral, hipotálamo, epitálamo, partes do tálamo e regiões do tronco cerebral. Só após os trabalhos de Papez é que se estabeleceu, que o lobo límbico no

homem, está só em parte relacionado com a olfação, e seu papel principal relaciona-se com o comportamento emocional (WILLIAMS & WARWICK, 1975; NIEUWENHUYS et al., 1981; DUVERNOY, 1988; GERKE et al., 1992; SUTULA, 1990; BURT, 1993; DE GROOT 1994), (figura 9).

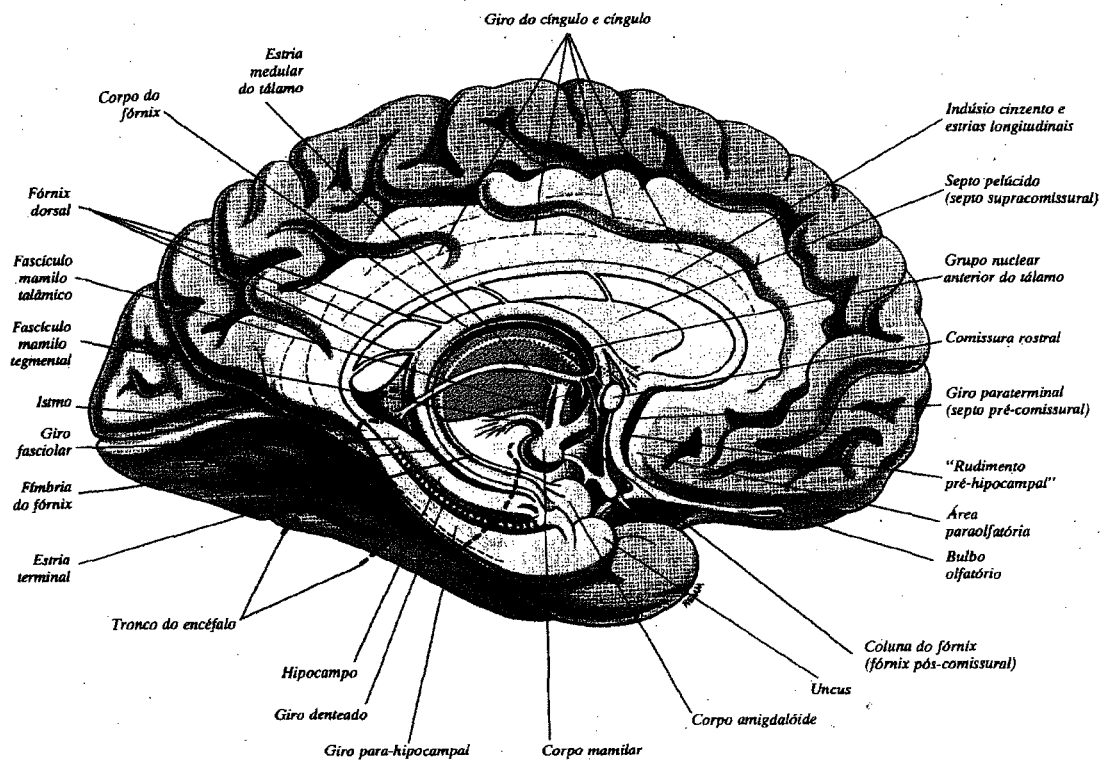


Figura 9: Diagrama de uma dissecção da face medial de um hemisfério cerebral, identificando as estruturas do sistema límbico na região central e mais clara. O tronco cerebral está identificado por uma linha pontilhada. Tomado de Williams & Warwick (1975).

### 1.5.2 Funções do Sistema Límbico

A função mais conhecida do sistema límbico é de controlar os processos emocionais. Relacionadas com esta função, estão as de regular o sistema nervoso autônomo e os processos motivacionais essenciais à sobrevivência da espécie e do indivíduo, como por exemplo, a fome, a sede e a atividade sexual. Alguns componentes do sistema límbico estão ligados diretamente aos mecanismos da memória e de aprendizagem (STEWART, 1939; SCOVILL & MILNER, 1957; BENESON et al.,

1974; ENGEL et al., 1982; HOREL et al., 1975; HOREL, 1978; WIEZER & YASARGIL, 1982; DUVERNOY, 1988;

## **1.6 Conexões do Hipocampo**

As principais vias aferentes e eferentes do hipocampo são compostas por uma longa corrente neuronal. Constituída em seqüência pela área entorrinal, giro denteado, CA3, CA1 e subículo (DUVERNOY, 1988).

### **1.6.1 Aferências do Hipocampo**

Originam-se de fontes variadas que incluem: 1) várias áreas corticais, 2) o complexo amigdalóide, 3) o septo medial - complexo da banda diagonal, 4) o tálamo, 5) região supramamilar e 6) núcleos da rafe e *locus coeruleus*.

1. Vias das áreas corticais projetam-se na área entorrinal de onde se originam as fibras perfurantes. As áreas corticais que emitem fibras para o hipocampo são: orbitofrontal posterior (áreas 12 e 13), infralímbica (área 25), insular, do cíngulo (áreas 23 e 24), córtex temporal (área 38). Áreas visual (área 19) e auditiva (área 22) projetam-se nas áreas perirrinal e entorrinal. As fibras originárias de áreas de associação situadas no córtex pré-frontal (áreas 9 e 46) no lóbulo parietal-inferior (áreas 7 e 39) e do lobo temporal (área 20), terminam no pré-subículo. A área entorrinal também recebe fibras provenientes do bulbo olfatório e do córtex piriforme (área 51). O córtex entorrinal envia dois tipos de fibras para o hipocampo: as fibras do álveo e as perfurantes. As fibras do álveo partem da porção medial da área entorrinal e alcançando o estrato oriens do corno de Ammon. Já as fibras perfurantes constituem a aferência principal. Literalmente elas perfuram o subículo para atingir o hipocampo. Todos os autores concordam que entre as conexões aferentes para o hipocampo, a projeção vinda da área



entorrinal (área 28) é, pelo menos quantitativamente, a mais importante (ROSENE et al. 1977; NIEUWENHUYS et al., 1981; BRODAL, 1984).

2. O hipocampo e o córtex entorrinal recebem importantes informações da amígdala. O núcleo basolateral projeta-se para a área entorrinal e distribui numerosas fibras para o subículo. Projeções do núcleo medial para o córtex entorrinal e para formação hipocampal também são encontradas (NIEUWENHUYS et al., 1981).

3. O núcleo medial do septo e o núcleo da banda diagonal projetam-se na área entorrinal e no hipocampo. Estas fibras seguem uma rota diferenciada através do sistema fórnix-fimbria. A projeção para o hipocampo termina principalmente no giro denteado e região adjacente do corno de Ammon (NIEUWENHUYS et al., 1981).

4. Duas partes do tálamo dorsal, o núcleo anterior e o complexo da linha média, projetam-se para o hipocampo e o giro para hipocampal. As fibras que se originam do núcleo anterior alcançam o lobo temporal via fascículo do cíngulo, terminando no pré-subículo, parasubículo e subículo. Já as fibras que se originaram do complexo da linha média, incorporam-se também ao fascículo do cíngulo, passando pelo joelho do corpo caloso, contornando o esplênio do corpo caloso, atingindo o córtex entorrinal, subículo e campo CA1 do hipocampo (NIEUWENHUYS et al., 1981).

5. A região supramamilar envia, através do fórnix, projeções para a região hipocampal. Inúmeras fibras terminam no giro denteado, mas fibras remanescentes chegam até o corno de Ammon e o córtex entorrinal (NIEUWENHUYS et al., 1981).

6. Fibras noradrenérgicas originárias do *locus coeruleus* no rombencéfalo e serotoninérgicas do núcleo da rafe no mesencéfalo projetam-se à região hipocampal (NIEUWENHUYS et al., 1981).

### **1.6.2 Eferências do Hipocampo.**

O fórnix constitui a principal via eferente para o hipocampo. Mas as fibras do fórnix, não são, em sua maioria, como se acreditou por uns 100 anos, derivadas do próprio hipocampo, mas sim do subículo. As eferências do hipocampo podem ser distribuídas da seguinte maneira: 1) eferência do corno de Ammon, 2) do subículo para o fórnix pré-comissural, 3) do subículo para o fórnix pós-comissural e 4) fibras não forníciais (DELMAS,1973).

1. Fibras do fórnix pré-comissural originam-se dos campos CA1 e CA3 do corno de Ammon e terminam exclusivamente no núcleo lateral do septo (NIEUWENHUYS et al., 1981; HAINES, 1995; NIEUWENHUYS et al., 1981).

2. As fibras que se originam do subículo terminam nos núcleos lateral do septo, accumbens, olfatório anterior, parte medial do córtex frontal, giro reto e hipocampo pré-comissural (NIEUWENHUYS et al., 1981; HAINES, 1995).

3. No fórnix pós-comissural, encontram-se parte da eferência do hipocampo e as fibras originárias do subículo. Essas fibras eferentes terminam no corpo mamilar, nos núcleos talâmico anterior, da estria terminal e hipotalâmicos ventromediais (NIEUWENHUYS et al., 1981; HAINES, 1995).

4. As fibras originárias do subículo projetam-se massivamente para a área entorrinal . Outras vias eferentes não forníciais incluem projeções para a região posterior do cíngulo (área 23), córtex retrosplenial (áreas 29 e 30) e para a amígdala (NIEUWENHUYS et al., 1981; HAINES, 1995).

### **1.6.3 Conexões Comissurais**

Conexões comissurais entre as duas formações hipocampais são numerosas. Marcações com métodos de impregnação argéptica indicam que a comissura hipocampal

contém em parte conexões entre regiões correspondentes das duas formações hipocampais (NOLTE & ANGEVINE, 1995; HAINES, 1995).

## **1.7 Vascularização**

### **1.7.1 Histórico Sobre o Estudo dos Vasos Encefálicos**

O estudo dos vasos encefálicos teve início no quinto século a.C., realizado pelos médicos da escola hipocrática. Herófilo, de Alexandria, em 300 a.C., foi um dos pioneiros a descrever a anatomia cerebral através de dissecações de cadáveres humanos, estabelecendo o princípio da *rete mirabilis*. Esse princípio baseava-se que a alma ou *animus*, era produzida por uma rede de vasos localizados na base do encéfalo. Dessa maneira, o sangue proveniente do ventrículo esquerdo do coração era combinado com um espírito do ar sendo então conduzido ao encéfalo onde seria transformado na alma, através da *rete mirabilis*. Galeno, aproximadamente 500 anos após os estudos de Herófilo, descrevendo com detalhes a anatomia vascular do encéfalo, mantém o princípio da *rete mirabilis*. Ele faz uma comparação de uma rede vascular na base do crânio de alguns mamíferos ungulados para os seres humanos, o que contribuiu para a perpetuação do princípio. Ele também descreveu outras estruturas da vascularização cerebral, tais como, a artéria carótida interna e seus ramos intracranianos, os seios venosos, a veia cerebral magna ou veia de Galeno. A influência de Galeno estendeu-se por aproximadamente 1600 anos, chegando a influenciar anatomistas renomados, tais como *Vesalius* e Leonardo da Vinci, com o princípio da *rete mirabilis* (DURET, 1874; LAZORTHES et al., 1976; TOWER, 1991).

No período da Idade Média não houve desenvolvimento nos estudos anatômicos, uma vez que as dissecações de corpos humanos ocorreriam apenas após o

ano de 1300 d.C., e segundo o que Singer enfatiza, após Galeno existem mil anos de escuridão onde medicina e a biologia pararam de ter uma história. Por um longo período, as dissecações apenas tratavam em reproduzir os tratados anatômicos de Galeno, perpetuando a idéia da *rete mirabilis*. Dentre os pesquisadores que refutaram tais princípios podemos destacar Berengario de Capri (1460-1530), como o primeiro, relatando dissecações de uma centena de encéfalos humanos sem a identificação da *rete mirabilis*. Acredita-se que um dos fatores que determinou a manutenção de tais erros anatômicos tenha sido o fato das dissecações serem realizadas em peças sem qualquer meio de fixação e conservação e em estado de decomposição (COOBB, 1929; CLARKE, 1974; TOWER, 1991).

Existia, nesta época, um dogma de que toda a matéria seria composta de quatro elementos aristotelianos: a) o fogo, b) o ar, c) a água e d) a terra. A fisiologia humana estava baseada nos conceitos galênicos de separação: veias não conectadas as artérias e três espíritos essenciais carreados por elas. De acordo com esses conceitos, os nutrientes eram absorvidos por vasos intestinais indo até o fígado para ser refinados, sendo então denominado de “espírito natural” e distribuído pelas veias para promover o crescimento do corpo. Parte do sangue venoso era limpo pela passagem através dos pulmões, e uma porção pequena passava através dos presumíveis poros no septo cardíaco para dentro do coração esquerdo para ser convertido em “espírito vital”, que era distribuído por artérias para gerar calor e vida no corpo. Uma porção pequena de sangue arterial era mandada através do cérebro onde era refinado em “espírito animal” (anima = alma), que era distribuído através de tubos ocos, os nervos, para produzir contrações musculares e movimentos. Em contraste ao período da Idade Média, Bacon (1561-1620) observa que uma revolução científica estava ocorrendo no mundo

ocidental. Novas descobertas deveriam ser procuradas à luz da natureza e não apenas trazidas de volta a escuridão da antiguidade (TOWER, 1991).

Nesse sentido, Dubois, chamado “Sylvius”, realiza progressos no conhecimento anatômico. Ele descreve o aqueduto cerebral, a cisura lateral e a veia cerebral média (de Sylvius ou silviana). Fallope (1523-1562), professor de Anatomia em Padua, apresenta uma descrição bem detalhada da cabeça e do pescoço. Contemporâneo desses autores podemos citar a Eustachi (1512-1574), que descrevendo minuciosamente o encéfalo, se depara com o sistema arterial do mesmo (LAZORTHE et al., 1976).

Harvey, realizando estudos em animais de laboratório e em seres humanos, observou a função cardíaca e a circulação sanguínea. Demonstrou que o coração se comportava como um músculo e que sua contração bombeava o sangue para as artérias, o que coincidia com o pulso, e que o sangue circulante retornava ao coração através das veias. Ele calculou que o ventrículo de um coração humano com aproximadamente 57 ml de capacidade sanguínea e uma média de 72 batimentos por minuto, em uma hora sua produção excederia 226 litros. Ora, se os conceitos de Galeno estavam corretos, de onde todo este volume de sangue viria e para onde ele iria? A solução desse dilema seria resolvida pelo desenvolvimento do conceito da circulação sanguínea. Harvey publicou suas observações em 1628, em seu trabalho “*De Motu cordis et sanguinis*”, invalidando o conceito tradicional galênico. Harvey precisaria de um microscópio para visualizar as conexões entre as artérias e veias, que Malpighi (1628-1694) de Bolonha, demonstrou, em 1661, em um pulmão de sapo, seguido da demonstração do holandês Van Leeuwenhoek (1632-1723) na cauda de um peixe. Nesse período, os estudos da anatomia e fisiologia da circulação cerebral intensificaram-se, mas o conceito de *rete mirabilis* persistiu até o final do século XVIII. A descrição do sifão carotídeo e da existência de anastomoses entre artérias da base do cérebro, demonstrou, ao menos nos

seres humanos, a inexistência da *rete mirabilis* (WEPFER, 1658). Ele também descreveu o trajeto das artérias cerebral anterior, coroidéia anterior, comunicante posterior, cerebral posterior e basilar. Porém, a descrição completa do polígono vascular da base do encéfalo deve-se a Willis. Juntamente com seus colegas Lawer e Wren, publicaram o “*Cerebri Anatome*” em 1664, que seria o primeiro estudo moderno da anatomia do cérebro, dos nervos e da circulação cerebral. Nesse estudo, através de experimentos com injeções intravasculares em animais, eles demonstraram o conceito funcional das anastomoses. No século XVIII, os anatomista já conhecem bem os troncos arteriais da base do encéfalo, e com a criação da academia de cirurgia, por Luís XV, ocorre um estímulo às pesquisas. Monro (o velho) (1697-1767), apresenta pranchas anatômicas realizadas graças a sua técnica de injeções vasculares com corantes. Monro (o jovem) (1735-1817), descreve o orifício que comunica os ventrículos laterais ao terceiro ventrículo conhecido por fórame interventricular (de Monro), bem como sua teoria sobre a pressão venosa e a do líquido cefalorraquidiano. A veia emissária que passa através do fórame parietal foi descrita por Santorini (1681-1737). Vicq d’Azyr (1748-1794), através de suas ilustrações, forneceu subsídios para a individualização das artérias basais, descrevendo ainda as anastomoses entre as arteríolas da artéria cerebral posterior e das artérias cerebelares superiores, bem como o papel das comunicantes. Já no século XIX, inicia-se um estudo sistemático da vascularização cerebral com os trabalhos de Breschet (1784-1840), Dupuytren (1777-1835), Malgaigne (1806-1865) e Weber (1795-1875). As pesquisas sobre a circulação cerebral aumentaram também com os estudos de Rosenthal (1870-1829), Trolard (1842-1910), Heubner (1872), Labbé (1879) e Browning (1853-1941), (LAZORTHES et al., 1976; LAZORTHES, 1983; TOWER, 1991).

Ainda, pode-se destacar os estudos do fisiologista holandês Donders (1818 - 1889), nos quais ele detectou o comportamento dos vasos cerebrais em diversas situações por uma vista direta dos mesmos através de aberturas realizadas no crânio de animais vivos. Nessa época, Horsley & Spencer em 1889 publicaram um artigo, descrevendo os efeitos da compressão da artéria carótida comum. Eles conseguiram demonstrar o controle da hemorragia da artéria cerebral média de um macaco, após compressão da artéria carótida comum, observando também a cessação da excitabilidade elétrica associada. Charcot (1826-1893) e Duret (1849-1921) executaram estudos profundos sobre a vascularização do cérebro, uma vez que seus predecessores realizaram, preferencialmente, uma descrição que abrangia a origem e a distribuição dos vasos cerebrais, de maneira genérica (LAZORTHES et al., 1976; TOWER, 1991).

Estudos morfológicos, mais recentes, dos vasos encefálicos utilizam técnicas de reconstruções tridimensionais computadorizadas de imagens (GERKE et al., 1992; VUILLEMIN et al 1992; KOYANAGI et al., 1993; GLOGER et al, 1994).

### **1.7.2 Considerações Embriológicas Sobre os Vasos Encefálicos**

Streeter (1918) dividiu o desenvolvimento da vascularização cerebral humana em cinco períodos:

-no primeiro período surgem os canais endoteliais primordiais, que ainda não são nem artérias nem veias, mas sim fontes de onde se originam as artérias, veias e capilares serão derivados. Esses canais tornam-se plexiformes, mas não apresentam circulação, nesse período. Tais eventos ocorrem, provavelmente, no IX estágio da classificação de O'Rahilly (1973).

-o segundo período, envolve a diferenciação dos canais primordiais observados anteriormente, em artérias, veias e capilares, sendo visualizadas conexões diretas desses vasos com o sistema aórtico primitivo. A drenagem do cérebro é feita através da veia

primitiva da cabeça. Nesse período, observa-se a primeira circulação da cabeça. Durante o XIV estágio, as então artérias longitudinais neurais bilaterais começam a unir-se ao nível da linha média para formar a artéria basilar primitiva. As artérias primitivas da parte posterior do cérebro (futuras ACP) mudarão regressivamente suas origens da ACI para AB. Esse período ocorre entre o X e o XIII estágios.

-no terceiro período, ocorre uma separação dos vasos sanguíneos, sendo que a diferenciação das estruturas de suporte que formam o mesoderma (exemplo a dura-máter) divide a circulação em dois componentes, superficial e profundo. O desenvolvimento subsequente de um crânio membranoso, adicionalmente separa o sistema dural (intracraniana) de uma rede externa de vasos (extracraniana) que abastece a camada de cobertura e os tecidos moles. Por esta razão, existem três níveis de vasos sanguíneos: o externo, o dural e o cerebral. Entre os estágios XV e XVI, três sistemas separados podem ser observados: 1. o sistema da artéria carótida interna; 2. a artéria faríngea ventral, mais tarde identificada como o sistema da artéria carótida externa; 3. o sistema vértebro-basilar com a haste da artéria cerebral posterior, rostralmente, é o primeiro estágio da formação da artéria vertebral, caudalmente. Na extremidade rostral da AB, a artéria metencefálica (futura artéria cerebelar superior) está claramente definida. Esse período se estende do XIV até o XIX estágio.

-no quarto período, ocorre o ajustamento de canais sanguíneos para o crescimento e mudança na forma do cérebro. Esse fase inicia no estágio XIX e estende-se até o período fetal. Nesse, os sistemas arterial e o venoso da cabeça são estabelecidas em linhas que correspondem àquelas encontradas no adulto. Entre o XX e o XXI estágios, ocorre o aparecimento de um círculo arterial de Willis completo, como observado no adulto.



-o quinto período apresenta as mudanças histológicas mais tardias nas paredes dos vasos convertendo-as para a sua forma final adulta. Esse período estende-se além do nascimento (Tabela 1).

Tabela 1 - relação entre os estágios de desenvolvimento embriológico, tamanho e idade dos embriões. Segundo O’Rahilly (1973), Iffy et al (1967) , Shepard (1969).

Estágio	Comprimento Fetal (mm) Cabeça - Nádega	Idade Gestacional - Dias
I	-	0 - 1
II	-	1 - 4
III	-	4 - 5
IV	-	6 - 9
V	0,1 - 0,2	10 - 12
VI	02	13 - 15
VII	04	16 - 17
VIII	1,0 - 1,5	18
IX	1,5 - 2,5	20
X	2,0 - 3,5	22
XI	2,5 - 4,5	24
XII	3,0 - 5,0	26
XIII	4,0 - 6,0	28
XIV	5,0 - 7,0	32
XV	7,0 - 9,0	34,5
XVI	8,0 - 11	37
XVII	11 - 14	40
XVIII	13 - 17	43
XIX	16 - 18	45
XX	18 - 22	47
XXI	22 - 24	48,5
XXII	23 - 28	50
XXIII	27 - 31	52

### 1.7.3 Considerações Filogenéticas

O estudo da anatomia comparada da vascularização do SNC fornece subsídios sobre o conhecimento do sistema arterial encefálico humano, bem como de suas variações. De Vriese (1905) observou que a circulação cerebral com a evolução das espécies passa de um sistema quase exclusivamente baseado na circulação anterior, carotídea, para uma distribuição mais equilibrada entre os sistemas carotídeo e vertebral, situado mais posteriormente.

#### a) Distribuição das artérias cerebrais dentre os grupos animais

Nos peixes, o encéfalo é vascularizado unicamente pelas artérias carótidas internas, que se dividem em dois ramos: um ramo pequeno rostral e um grande ramo caudal. O ramo caudal é o de maior importância, visto que, o ramo anterior nutre áreas predominantemente de função olfativa. Nos ciclóstomos, as artérias carótidas internas distribuem-se isoladamente no cérebro. Nos seláceos, as artérias carótidas internas dividem-se em um ramo caudal (bem desenvolvido) e um ramo cranial. Os dois ramos caudais bilaterais anastomosam-se e continuam como uma artéria espinhal anterior. Os ramos craniais permanecem individuais, sendo o círculo de Willis aberto na parte anterior (STREETER, 1918; SHEPARD, 1969).

Nos anfíbios, o cérebro é nutrido exclusivamente pelas ACI, que se dividem dentro da cavidade craniana, em um ramo cranial e um ramo caudal, de calibres iguais. Os ramos caudais unem-se em um tronco basilar e terminam em uma artéria espinhal anterior, unida às artérias vertebrais. Não há concordância quanto à existência de uma ACoA (STREETER, 1918; SHEPARD, 1969).

Em todos os répteis, são as artérias carótidas internas que irrigam o cérebro. Elas dividem-se, dentro da cavidade craniana, em um ramo caudal e um ramo cranial, com calibres iguais nos quelônios e com o ramo mais cranial maior nos crocodilianos e

sauros. Na maioria dos répteis, os ramos craniais unem-se em um ramo único, destinados, ao cérebro e ao lobo olfativo. Em quase todos, os ramos caudais unem-se em um tronco comum basilar que termina como artéria espinhal anterior. O sistema vertebral é pouco desenvolvido (STREETER, 1918; SHEPARD, 1969).

Nas aves, a circulação arterial é feita pela artéria carótida interna bilateralmente, também se dividindo em um ramo cranial e um caudal. O primeiro não se anastomosa entre si e o último se junta formando um tronco basilar. Esse termina em uma artéria espinhal anterior. O sistema vertebral é pouco desenvolvido e une-se ao sistema carotídeo por finas anastomoses (STREETER, 1918; SHEPARD, 1969; O'RAHILLY, 1973).

Segundo Streeter (1918), nos mamíferos em decorrência das variadas disposições que o círculo arterial de Willis assume, podemos reuni-los em três grupos:

- **TIPO I.** Em uma série de mamíferos, as artérias carótidas internas contribuem quase que exclusivamente para a formação das artérias da base do crânio. A artéria carótida interna ou, *rete mirabilis*, divide-se em dois ramos terminais: um cranial e um caudal. O ramo cranial fornece, entre outros, a ACM e se termina na ACA. O ramo caudal dá a ACP e une-se com a artéria contralateral para formar o tronco basilar. Na maioria dos casos o sistema vertebral se anastomosa com a ACI pela AB, sendo essa formada em sua porção cranial, pela união das artérias vertebrais. O tipo I encontra-se em monotremas, em marsupiais, em cetáceos, em perissodáctilos e em artiodáctilos, em pinípedes e em vários carnívoros.

- **TIPO II.** Em um outro grupo de mamíferos, o círculo arterial da base do crânio constitui-se parcialmente, pelas ACI e, parcialmente, pelas artérias vertebrais, podendo-se ser dividida em três sub-tipos

No sub-tipo  $\alpha$ , no qual a ACI divide-se em dois ramos terminais: cranial e caudal. Esse ramo caudal não se termina na artéria basilar, mas sim na ACP. A artéria basilar forma-se da união das vertebrais e anastomosa-se com a ACP, através de um ramo comunicante. Esse tipo se encontra em alguns carnívoros.

No sub-tipo  $\beta$ , a artéria basilar é muito importante e as ACP são ramos da sua divisão, anastomosados com as artérias carótidas internas. Esse sub-tipo é encontrado em alguns marsupiais, nos edentados, nos roedores, e em alguns carnívoros, nos insetívoros, nos símios, nos antropóides e no homem.

No sub-tipo  $\delta$ , os ramos terminais caudais das ACI não existem mais, sendo as mesmas divididas em dois ramos: cerebrais anterior e média. A artéria basilar forma-se da junção das vertebrais e as ACP são ramos terminais da artéria basilar, ligando-se às ACI por um ramo comunicante. O sub-tipo  $\delta$  é encontrado na maioria dos roedores, em alguns quirópteros e em alguns lemurídios.

**-TIPO III.** Em uma série de mamíferos, as artérias carótidas internas não colaboram para a formação do polígono de Willis, sendo esse formado, exclusivamente, pelas artérias vertebrais. Essas unem-se e formam uma artéria basilar calibrosa que acaba em dois ramos terminais grandes. Pode-se encontrar anastomosados à elas vestígios das ACM e ACA atroficas. Esse tipo está presente, em numerosos roedores, em alguns quirópteros, em lêmures e em alguns edentados.

Com base nesses dados filogenéticos, conclui-se que os círculos de Willis, nutridos pelas ACI têm as características mais primitivas, e os nutridos pelas artérias vertebrais, as mais recentes (STREETER, 1918).

#### b) Aspectos embrionários do desenvolvimento filogenético dos mamíferos

O estudo do desenvolvimento embrionário das artérias cerebrais nos artiodáctilos, nos roedores, nos insetívoros, nos quirópteros, nos carnívoros e no

homem evidencia que, nos estágios embrionários iniciais, a irrigação é predominantemente pelas ACI. Os estágios mais tardios se modificam pelo crescente aumento do sistema vértebro-basilar. Primitivamente, as artérias cerebrais anteriores, ramos terminais da divisão da ACI, marcham paralelas, como nos vertebrados inferiores, unindo-se por uma rede de finas anastomoses que mais tarde formam uma ACA mediana, existindo, assim, no período embrionário, três ACA. Nos mamíferos, que têm apenas uma ACA na vida adulta, as ACA situadas nas porções laterais involuíram, persistindo a ACA mediana. Naqueles que têm duas cerebrais anteriores unidas pela comunicante anterior, se supõe-se que é a ACA mediana que involui (STREETER, 1918; SHEPARD, 1969; O'RAHILLY, 1973).

#### 1.7.4 O Polígono de Willis

O encéfalo humano é vascularizado por dois sistemas arteriais: um anterior, representado pelas 2 artérias carótidas internas, e outro posterior, representado pelo conjunto arterial vértebro-basilar. Os dois sistemas mantêm uma série de comunicações vasculares na base do encéfalo e essa recebe o nome de círculo arterial cerebral, sendo mais conhecido por polígono de Willis. As artérias da base do cérebro foram descritas, pela primeira vez, em 1658, por Wepfer, porém, a primeira descrição detalhada foi apresentada por Willis, em 1664. Willis utilizou injeções com pigmentos e procurou delinear os vasos cerebrais, utilizando as ilustrações de Wren, em seu trabalho "**Fourfeld Chariot of the Arteries**". Willis demonstrou a associação das 2 artérias carótidas internas com as 2 artérias vertebrais. Esta comunicação foi demonimada, mais tarde, por Von Haller, de círculo de Willis. Da artéria carótida interna originam-se as artérias cerebrais anterior e média, e da artéria basilar, as artérias cerebrais posteriores. O conjunto desses vasos é unido pelas artérias comunicantes anterior (1) e posteriores (2). Apesar de estar comprovado que cada vaso arterial conserva sua individualidade,

irrigando um determinado território encefálico, no caso de uma falha de um vaso aferente, o polígono atuaria como um conjunto anastomótico de emergência (WATTS, 1934; RIGGS, 1938; HODES et al., 1953; GONZÁLEZ, 1959; BARBOSA et al., 1969; ROTHBERG et al., 1977), (Figura 10).

Segundo Lazorthes et al. (1976), o polígono de Willis representaria um dispositivo de segurança teoricamente ideal. De todo o conjunto vascular partem ramos superficiais e profundos que irrigarão áreas distintas do encéfalo. Outro dado anatômico relevante, é que todos esses vasos transitam pelo espaço subaracnoideo. Por outro lado, já no embrião de 21 milímetros a rede vascular da base do cérebro apresenta-se completa com a formação da artéria comunicante anterior (GONZÁLEZ, 1959).

Os polígonos podem ser divididos em dois grupos distintos: os polígonos típicos, ou normais quando apresentarem a disposição clássica descrita por Padget, (1944), ou quando apresentarem pequenas variações de calibre em um ou mais de seus vasos, insuficientes para perturbar o seu valor fisiológico e os atípicos ou anormais quando apresentarem anomalias representadas por ausência, hipoplasia, origem anômala, ou a presença de vasos acessórios (WINDLE, 1887; BARBOSA et al., 1969; THERON, 1976; HILLEN, 1987;).

González (1959), em seu estudo de 200 cérebros, encontrou 48 (24%) casos considerados típicos. Riggs & Rupp (1963), observando 994 cérebros encontraram 192 polígonos típicos. Alpers & Berry (1963), analisando 350 cérebros constataram a presença de 182 (52%) de polígonos típicos. Batista (1964), comparando 504 cérebros, encontrou 21% de polígonos típicos. Lazorthes et al. (1976), estudando 100, casos encontraram 50 (50%) de polígonos típicos. Barbosa et al. (1969), verificando 215 polígonos, constataram a presença de 74 (34,42%) de polígonos típicos. Como se pode observar, os resultados heterogêneos obtidos pelos diversos autores

citados, seriam em decorrência do critério de anomalia empregado (GOUAZÉ et al., 1966; BARBOSA et al., 1969).

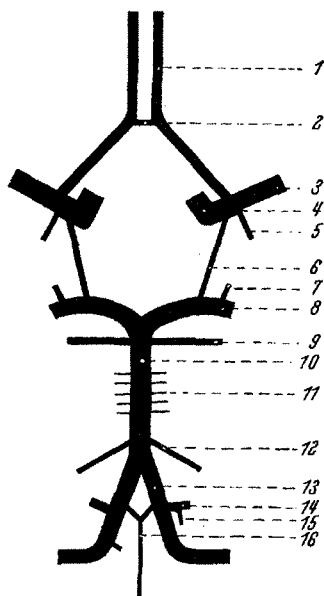


FIGURA 10: Diagrama das artérias que formam o polígono de Willis. 1=artérias cerebral anterior, 2= artéria comunicante anterior, 3=artéria cerebral média, 4=artéria carótida interna, 5=artéria coróideia anterior, 6=artéria comunicante posterior, 7=artéria coróideia posterior, 8=artéria cerebral posterior, 9=artéria cerebelar superior, 10=artéria basilar, 11=artérias paramedianas, 12=artéria cerebelar infero-anterior, 13=artéria vertebral, 14=artéria cerebelar infero-posterior, 15=artéria espinhal posterior, 16=artéria espinhal anterior. Tomado de Krayenbühl e Yasargil (1968)

### 1.7.5 Anatomia da Artéria Coróideia Anterior (ACorA)

#### Origem

O local de origem mais comum da ACorA, é da parede póstero-lateral da ACI (ABBIE, 1933; COOPER, 1954; MORELLO, 1955). Mas, Herman et al. (1966), Krayenbühl & Yasargil (1968), Rhoton et al. (1979), relataram outros locais de origem para a ACorA, tais como, da AComP, da ACM, ou da junção desta última com a ACA. Com relação à origem da ACorA como sendo da ACM, Hussein et al. (1988) acreditam que este dado provém de uma falsa interpretação e seria, na realidade, a artéria uncal que se originária do segmento M1 da ACM. Carpenter et al. (1954), estudando 200 hemisférios cerebrais, encontraram em 6,7% dos casos, a ACP, como local de origem da ACorA. Em 770 hemisférios cerebrais Otomo (1965) encontrou que em 0,4% dos

casos, a ACorA origina-se da ACP. Também, Milisavljevic et al. (1988), em 54 hemisférios, encontraram em apenas 1 caso uma ACorA, originando-se do segmento distal da ACP (TOWER, 1991; ALPERS et al., 1963; BAPTISTA, 1966).

### **Trajetos Cisternal**

Após sua origem, ao nível da cisterna carotídea, ventral e lateralmente ao tracto óptico, a ACorA segue, inicialmente, um trajeto pósteromedial, cruza o tracto óptico, correndo pela borda medial deste. Na cisterna crural, alcança a margem lateral do pedúnculo cerebral e, antes de atingir a fissura coróidea, ela cruza novamente o tracto óptico, trocando sua posição, penetrando por essa fissura, alcança o plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral (COOPER, 1954; MORELLO et al., 1955; COOPER, 1958; OTOMO, 1965; FIJII, 1980).

### **Estruturas Vascularizadas pela ACorA no seu Trajeto Cisternal**

Em seu trajeto cisternal, a ACorA emite ramos para as seguintes estruturas : substância perfurada anterior, tracto óptico, globo pálido, joelho e braço posterior da cápsula interna, radiação óptica, córtex piriforme, uncus, núcleo amigdalóide, porção anterior do hipocampo, fásia denteada, cauda do núcleo caudado, substância nigra, núcleo rubro, subtálamo, tálamo e corpo geniculado lateral (ABBIE, 1933; HERMANN et al., 1966; KRAYENBÜL & YASARGIL, 1968; FURLANI, 1973; RHOTON et al., 1979; FUJII et al., 1980; HUSSEIN et al., 1988; FERREIRA & BRAGA, 1990).

Goetzen & Sztamska (1992), estudando 60 hemisférios cerebrais injetados com látex, constataram que em 11% dos casos, a ACorA vascularizava o hipocampo. Marinkovic et al. (1992), estudando 25 hemisférios cerebrais injetados com gelatina corada com nanquim e resina acrílica, verificaram em 58,8% dos casos, que a ACorA vascularizava a cabeça do hipocampo. Já Erdem et al. (1993) encontraram em 23 hemisférios cerebrais (76,6%), a presença de pelo menos uma artéria hipocampal,



originando-se da ACorA, sendo responsável por um total de 24 AH (17,1%), que penetravam pelo sulco uncal e vascularizavam, preferencialmente, a cabeça e corpo do hipocampo. Goetzen & Sztamska (1992) referem que as AHs originárias da AcorA apresentam uma estrutura similar as AHs da ACP, e correm no sulco hipocampal, na região do uncus.

### **Estruturas Vascularizadas pela ACorA em seu Trajeto Plexal**

Segundo, Abbie (1933), Furlani (1973), Rhoton et al. (1979) e Ferreira & Braga (1990), os ramos da porção plexal da ACorA vascularizam, principalmente, o plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral. Mas, Erdem et al. (1993) constataram que em 16% de 30 hemisférios cerebrais examinados, o segmento coróide (plexal) passava através da fissura coróide como um tronco único e dividia-se em um ramo plexal lateral e perfurante medial, dentro do plexo coróide. Essa variação teria significado cirúrgico, pois, segundo esses autores, o conceito de que não existem ramos da ACorA para o tecido nervoso, após sua entrada no plexo coróide, estaria equivocado. Esse achado é importante, uma vez que, durante procedimentos cirúrgicos ou endovasculares, poderiam ser lesados ramos da ACorA ao nível do plexo coróide.

### **1.7.6 Anatomia da Artéria Cerebral Posterior (ACP)**

#### **Origem e Embriologia**

A ACP origina-se, preferencialmente, da artéria basilar, mais precisamente da região denominada de bifurcação ou topo da basilar, podendo originar-se, em alguns casos, da ACI (configuração fetal). A carótida interna, ao abordar o esboço telencefálico primitivo, divide-se em dois ramos, um anterior e um posterior. O ramo posterior, de direção caudal, representa a futura AComP que emite, próximo de sua origem, um ramo que se tornará a ACP. Desta forma a ACP em seu estágio inicial é um ramo do broto vascular primitivo posterior. Assim como a ACM é um ramo do broto

vascular primitivo anterior. Posteriormente, os dois ramos da ACP fusionam-se em um tronco único: o tronco basilar, que será secundariamente formado pelas artérias vertebrais, de aparecimento mais tardio. Aos poucos, o tronco basilar aumenta de importância e, junto a ele, seus prolongamentos para a ACP. Enquanto, a futura AComP sofre uma redução. Essas modificações alteram o sentido da corrente circulatória em benefício do tronco basilar e em detrimento da AComP. O desenvolvimento das hemisférios cerebrais e da fissura transversa conduzem à ACP a seu local definitivo (GABRIELLE, et al., 1949; KAPLAN et al., 1954; MOFFAT, 1961; LAINE, 1968, LAZORTHES et al., 1976; GRAND et al., 1977).

Saeki & Rhoton (1977), analisando 50 polígonos de Willis, acharam em 22% de casos uma ACP que apresentava configuração fetal. Zeal & Rhoton (1978), estudando 25 polígonos de Willis, encontraram em 40% dos casos uma configuração fetal para a ACP. Milisavljevic et al. (1988), estudando 74 hemisférios, observaram que a ACP originava-se da artéria basilar em 65,7% dos casos, em 14,3% da ACI (configuração fetal) e, em 20%, ocorria através de dois vasos, um partindo da AB e outro da ACI. Erdem et al. (1993), em 30 hemisférios, identificaram em 86% dos casos a origem da ACP ao nível da bifurcação da artéria basilar e em 14% uma configuração fetal.

### **Trajetória da ACP**

O trajeto da ACP apresenta duas porções: na primeira, basal, peduncular ou mesencefálica, a artéria contorna o mesencéfalo passando sobre o nervo oculomotor, na frente da face anterior, estendendo-se, depois, para a face lateral do pedúnculo cerebral, onde emite seus ramos colaterais centrais, também denominados de meso-diencefálicos. A segunda porção, também denominada de hemisférica, origina-se ao nível do tecto do mesencéfalo. Na altura dos corpos geniculados laterais, ela alcança a face interna do lobo temporal, margeando a borda interna do hemisfério cerebral e terminando na face

interna do lobo occipital, onde emite seus ramos corticais terminais, temporais e occipitais (GABRIELLE, et al., 1949; LAZORTHEs et al., 1976).

### **Segmentos**

A ACP pode ser subdividida segundo vários critérios, em segmentos peduncular, ambiente e quadrigêmino. Krayenbühl & Yasargil (1968), dividem a ACP em quatro partes que vão de P1 a P4. Em nosso trabalho adotamos a divisão que identifica a ACP em segmentos que vão de P1 a P3. O segmento P1 é a parte da ACP entre a sua origem na AB e a artéria comunicante posterior. O segmento P2 é o setor localizado entre a AComP e a margem posterior do pedúnculo cerebral. O segmento P3 é posterior ao pulvinar, terminando no limite anterior do sulco calcarino (SAEKI & RHOTON, 1977; ERDEM et al., 1993).

### **Ramificações**

Os ramos da ACP apresentam-se divididos da seguinte maneira: I) ramos centrais, II) ramos ventriculares e do plexo coróide, III) ramos cerebrais (corticais) (LAZORTHEs et al., 1976; ZEAL & RHOTON, 1978). No nosso trabalho, dirigiremos o foco de atenção para os ramos corticais, os ramos ventriculares e do plexo coróide, pois estes estão envolvidos com a vascularização do hipocampo (Figura 11).

### **Os ramos ventriculares e do plexo coróide**

Entre esses ramos, pode-se citar as artérias coróideas póstero-lateral e póstero-medial, as quais irrigam a tela coróide superior, os plexos coróideos do ventrículo lateral e do III ventrículo, o tálamo e a parte interna do núcleo caudado (SAEKI & RHOTON, 1977; ZEAL & RHOTON, 1978; ONO et al., 1984; STEIN, 1984; THEODORE et al., 1990), (Tabela 2).

## Os ramos corticais

Incluem as artérias hipocampais, ATIC, ATIA, ATIM, ATIP, APO, AC e AE. Estes vasos vão suprir, principalmente a face inferior dos hemisférios cerebrais, sendo responsáveis pelas vascularização dos giros temporal inferior, occípito-temporal lateral, occípito-temporal medial e para-hipocampal. Na face medial vascularizam o uncus, o hipocampo e a superfície superior do giro para-hipocampal, e a região posterior dos lobos parietal e occipital, incluindo o pré-cúneos e cúneos (SAEKI & RHOTON, 1977; ZEAL & RHOTON, 1978), (Tabela 2).

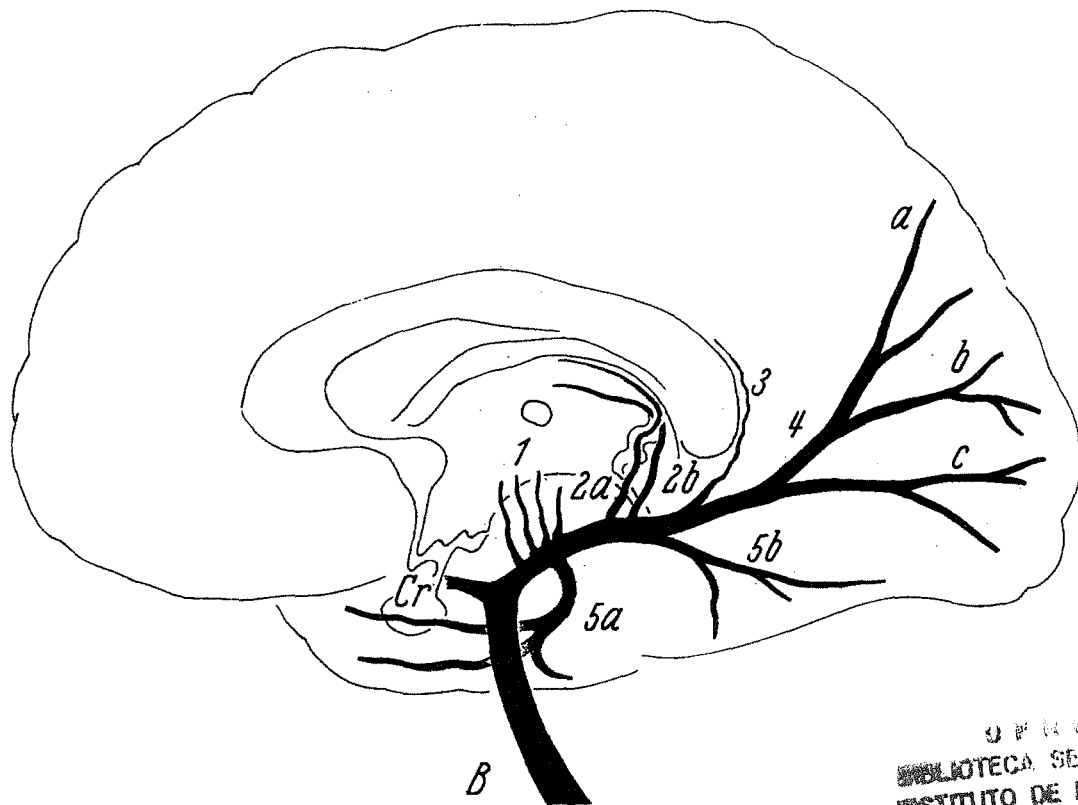


FIGURA 11: B=artéria basilar, Cr=ramos centrais, 1=artérias talâmicas, 2a=artéria coróideia pósteromedial, 2b=artéria coróideia pósterolateral, 3=artéria calosa dorsal, 4=artéria occipital medial (a. artérias parietais posteriores, b. artérias temporo-occipitais, c. artérias calcarinas), 5a=artérias temporal média e anterior, 5b=artéria temporal posterior.

Tomado de Krayenbühl e Yasargil (1968)

-Artérias Hipocampais (AH)

Este vaso é um dos primeiros ramos da ACP em seus segmentos P2 e P3. Vasculariza o uncus, o hipocampo, o giro denteado e o giro para-hipocampal. É um ramo delgado que se estende pelas superfícies inferior e medial do lobo temporal (SAEKI & RHOTON, 1977; ZEAL & RHOTON, 1978).

#### -Artéria Temporal Inferior Comum (ATIC)

Origina-se principalmente da porção posterior de P2, formando um tronco do qual se originarão as ATIA, ATIM e ATIP. Zeal & Rhoton (1978) encontraram este vaso presente em 8 casos (16%),

#### -Artéria Temporal Inferior Anterior (ATIA)

Usualmente, é o segundo ramo cortical da ACP, trafega pela cisterna *ambiens* e supri a superfície ventro-anterior do lobo temporal. Zeal & Rhoton (1978) encontraram este vaso presente em 42 casos (84%), e em 64% ela originava-se do tronco da ACP.

#### -Artéria Temporal Inferior Média (ATIM)

Vasculariza a porção inferior do lobo temporal. Laine (1968) descreve este vaso como raro. Krayenbühl & Yasargil (1968) identificam-o como inconstante. Zeal & Rhoton (1978) encontraram este vaso presente em 19 casos (38%).

#### -Artéria Temporal Inferior Posterior (ATIP)

Vasculariza a superfície ventral dos lobos temporal e occipital, incluído o polo occipital e giro lingual. Para Zeal & Rhoton (1978) este vaso esteve presente em 48

casos (96%). Erdem et al. (1993) encontraram este vaso participando da vascularização do hipocampo em 13 casos (43,3%) onde emitia 18 AH (12,9%).

#### -Artéria Parieto-Occipital (APO):

Este vaso é um dos dois ramos terminais da ACP. Originária da artéria cerebral posterior, principalmente ao nível dos segmentos P2 e P3. Este vaso esteve presente em 48 dos casos (96%), estudados por Zeal & Rhoton (1978). Em 2 casos, Milisavjevic et al. (1988) relatam que esse vaso apresentava uma curvatura sobre o giro parahipocampal ao nível da fissura coróide, em direção ao hipocampo.

#### Artéria Calcarina (AC):

Este vaso também é ramo terminal da artéria cerebral posterior, estando situado medial e inferiormente em relação a artéria parieto-occipital. Apresenta um percurso ao longo da fissura calcarina, suprindo um importante área cortical relacionada com a visão. Zeal & Rhoton (1978) descrevem este ramo terminal da ACP em todos os 50 casos estudados.

#### Artéria Esplénica (AE):

Esse vaso apresenta-se ao nível do esplenio do corpo caloso, anastomosando-se com ramos da artéria pericalosa. Zeal & Rhoton, (1978) encontraram este vaso presente em 31 hemisférios (62%). Erdem et al (1993) descreveram esta artéria, emitindo vasos para o hipocampo em 63,3% dos casos estudados e em 36,6% dos casos ela realizava uma curvatura na porção extraventricular do hipocampo, onde se originavam os vasos hipocampais.

Tabela 2: Nomenclatura dos ramos terminais da ACP encontrados na literatura.

Salamon & Huang (1976)	Zeal & Rhoton (1978)	Huber, Krayenbuhl & Yasargil (1982)	Lang (1983)	Nieuwenhuys et al. (1981)	Lasjaunias & Berenstein (1990)	Feneis - Dicionário ilustrado de anatomia (1976)	Gloger et al. 1994	Neste trabalho
		artéria parieto-occipital	artéria occipital média	artéria occipital medial		ramos occipitais	artéria occipital medial	
			ramo temporo-occipital medial	ramos terminais				
artéria calcarina	artéria calcarina	artéria calcarina	ramo calcarino	ramo calcarino	artéria calcarina	ramo calcarino	artéria calcarina	artéria calcarina
artéria parieto-occipital	artéria parieto-occipital	artéria occipital média	ramo parieto-occipital	ramos parieto-occipital	artéria parieto-occipital	ramos parieto-occipital	artéria parieto-occipital	artéria parieto-occipital
					artéria parietal medial			
artéria pericalosa	artéria esplenial	artéria pericalosa posterior	ramo pericaloso posterior	ramo corpo caloso dorsal	artéria esplenial		artéria pericalosa posterior	artéria esplenial
artéria temporo-occipital	artéria temporal posterior	artéria occipital lateral	artéria occipital lateral	artéria occipital lateral	artéria temporo-occipital		artéria occipital lateral	
			ramos terminais das artérias occipitais lateral e medial	ramos temporais posteriores				artéria temporal inferior comum
artéria temporal inferior posterior	artéria temporal média		ramo temporal inferior posterior	ramos temporais intermédios mediais	artéria temporal posterior	ramos temporais	artéria temporal inferior posterior	artéria temporal inferior posterior
			ramo temporal inferior médio		artéria temporal intermedia		artéria temporal inferior intermedia	artéria temporal inferior média
artéria temporal inferior anterior	artéria temporal anterior	ramos temporais anteriores	ramo temporal inferior anterior	ramos temporais anteriores	artéria temporal anterior		artéria temporal inferior anterior	artéria temporal inferior anterior
	artéria hipocampal		ramo parahipocampal		artéria hipocampal			artéria hipocampal

### **1.7.7 Plexo Coróide do Corno Inferior do Ventrículo Lateral**

O plexo coróideo é separado em duas partes, uma está localizada nos ventrículos laterais e terceiro e a outra está no quarto ventrículo e nos ângulos cerebropontinos. Nos ventrículos laterais, o plexo é suprido por uma ACorA e várias artérias coróideas posteriores (ACorPL e ACorPM). A ACorA contribui através de um vaso calibroso para a vascularização do plexo coróide do ventrículo lateral. Além da ACorA, outros vasos que nutrem o hipocampo, também participam da vascularização desse plexo. São eles: a ACP emitindo vasos para o plexo do seu segmento P2, a AC, a APO, finalmente, a AE (GALLOWAY & GREITZ, 1960, FUJII et al., 1980; MATSUSHIMA et al., 1993)

### **1.7.8 Anastomoses e Arcadas Vasculares**

Milisavjevic et al. (1986), examinando 40 cérebros humanos, encontraram anastomoses entre as AH em 16 casos (22,8%), essas anastomoses ocorreriam, preferencialmente, em forma de arcos. Neste trabalho, ainda foi observado que anastomoses ocorreram entre a AE (ACP) e a artéria pericalosa ramo da ACA em (75,7%) dos casos, localizadas ao nível do esplênio do carpo caloso. Goetzem & Sztamska (1992), estudando 60 hemisférios cerebrais injetados com látex, observaram em 28% dos casos, anastomoses na região do uncus, entre ramos da ACorA e ramos da ACP. Tais anastomoses constituiriam uma possível circulação colateral. Marinkovic et al. (1992), em 25 hemisférios cerebrais injetados com gelatina pigmentada com nanquim e resina acrílica, constataram em 52,9% dos casos anastomoses entre a ACorA, usualmente entre os ramos do uncus e as artérias hipocampais. Erdem et al., (1993)



identificaram o sulco uncal como um local importante para anastomoses entre os ramos da ACorA e ACP sem, contudo, apontar dados estatísticos.

Pode-se constatar a presença de anastomoses, ao nível do plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, entre a ACorA ou seus ramos e as artérias coróideas posteriores que são ramos da ACP. Abbie (1933) refere-se a anastomoses, no plexo coróide entre a ACorA e ramos da ACP. Rhoton et al (1979), também em um estudo de 50 hemisférios, encontraram anastomoses entre a ACP e a AcorA, e, em 44% dos casos, essas anastomoses eram localizadas no plexo, com as artérias coróideas posteriores, ramos da ACP. Além das anastomoses no plexo coróideo, encontram-se os ramos da ACorA, freqüentemente anastomosadas na superfície do corpo geniculado lateral com ramos da ACP (GALLOWAY & GREITZ, 1960; FUJII et al., 1980).

### **1.7.9 Vascularização do Hipocampo Humano**

A primeira descrição sobre o aporte arterial do hipocampo humano deve-se a Uchimura (1928), que acreditava serem as variações no suprimento arterial a causa das diferentes respostas de certas áreas hipocampais à anóxia. Esse autor descreveu duas artérias originadas da artéria cerebral posterior (ACP), como sendo as responsáveis pela irrigação do hipocampo. Devido a importância do trabalho e em sua homenagem, a artéria hipocampal mais calibrosa recebe, muitas vezes, o nome de artéria de Uchimura, Duus (1989). Em uma série de 30 hemisférios, Erdem et al. (1993) descrevem a artéria de Uchimura em apenas um hemisfério.

Depois, seguiram-se trabalhos importantes de Altschul (1938), Heimann (1938), Scharrer (1940), Nilges (1944) e Van Den Bergh et al., (1961). Heimann foi o primeiro a descrever a existência de arcadas vasculares de onde partem ramos que suprem o hipocampo.

Lierse (1963) em um estudo comparativo, sobre a densidade vascular do hipocampo do homem e de outros vertebrados (*Lacerta viridis*, *Gallus domesticus*, *Mus rattus*, *Felis domestica*), usando a reação histoquímica para fosfatase alcalina e a técnica do tricrômico de Goldner, concluiu que entre os diversos animais estudados, a maior densidade vascular é encontrada no *Gallus domesticus*, e que os valores percentuais das densidades capilares do homem e do rato estão muito próximas.

Müller & Schaw (1965), em um estudo em 14 cérebros injetados com látex, chamavam a atenção para a grande variação da disposição anatômica dos vasos hipocampais, que variavam de 1 a 4 ramos, tendo a origem na artéria cerebral posterior (ACP).

Hens & Van den Berg (1977) estudando *pes hippocampi* e giro denteado em 50 cérebros, usando uma técnica seletiva para injetar somente os territórios arteriais das ACorA e ACP, descreveram os padrões de penetração dos vasos aferentes e concluíram que o território da AChoA está restrito às regiões em torno da fimbria.

Estudos mais detalhados sobre a contribuição do segmento distal da ACP foram efetuados por Milisavljevic et al. (1988) em 37 cérebros. Esses autores, usando técnicas de repleção vascular (gelatina e ou resina acrílica) descreveram como originando-se deste segmento as artérias hipocampais anteriores (1 ou 2), e as artérias hipocampais média e posterior.

Marinkovic et al. (1991), estudando a vascularização do giro para-hipocampal e do uncus em 20 hemisférios, chama a atenção para a contribuição da artéria hipocampal anterior, ramo da artéria cerebral posterior, que participa na vascularização do uncus através de um ramo uncal.

Mais recentemente, em um trabalho específico sobre microvascularização do hipocampo, Marinkovic et al. (1992) estudando 25 hemisférios, também preparados com

injeções de gelatina ou resina acrílica, descreveram as artérias hipocampais agrupadas em artérias hipocampais anterior, média e posterior, presentes em número variável de 2 a 7 vasos. Sobre as anastomoses, esses autores relatam a presença das mesmas entre as artérias ACorA e as artérias hipocampais em 52,9 % dos casos. Também mostraram a existência de anastomoses entre as próprias artérias hipocampais e a existência de arcadas vasculares primárias e secundárias.

Erdem et al. (1993) descreveram 140 artérias hipocampais em 30 hemisférios injetados com látex ou silicone. A origem destas artérias é muito variada podendo ser ramos da ACorA, dos segmentos arteriais P2 e P3 da ACP ou então se originarem das artérias temporal inferior, parieto-occipital, calcarina, esplenial e coroidéa pósterolateral, que por sua vez são ramos da artéria cerebral posterior.

Tanto Marinkovic et al. (1991), quanto Erdem et al. (1993) chamaram a atenção para a necessidade de conhecer mais detalhadamente as contribuições das artérias ACorA e da ACP que dão origem a ramos uncais, para-hipocampais e hipocampais, a fim de que, nas intervenções neurocirúrgicas do hipocampo e ou estruturas adjacentes às lesões decorrentes das remoções de tecido nervoso e cauterizações de vasos sejam as menores possíveis.

---

OBJETIVOS

---

## 2. OBJETIVOS

Os grandes avanços tecnológicos na área de diagnóstico por imagens na medicina, principalmente com a introdução da tomografia computadorizada, da ressonância magnética nuclear e da angiografia digital, com resolução muitas vezes maior que o raio X convencional, exigem cada vez mais um conhecimento detalhado da árvore vascular cerebral. Outros procedimentos modernos e sofisticados como a navegação endovascular com aplicações no tratamento de alguns aneurismas, ou a utilização de tomografia por emissão de pósitrons (PET Scanning), técnica não invasiva para a visualização das mudanças do fluxo sanguíneo e do metabolismo que acompanham a atividade cerebral, são outros exemplos da necessidade de um profundo conhecimento da anatomia do sistema nervoso e logicamente dos seus vasos, Kandel et al. (1995).

Esses dados anatômicos são cruciais nas cirurgias, como por exemplo, nas amígdalo-hipocampectomias, cada vez mais freqüentemente praticadas com finalidade de controle de alguns tipos de crises epiléticas. Portanto, é preciso ter sempre presente as freqüentes variações anatômicas encontradas em um número grande de casos, quando se trata dos vasos sanguíneos e seus territórios.

Levando-se em conta essas possíveis variações, o escasso número de publicações sobre o tema, e a necessidade de estudos anatômicos cada vez mais detalhados, propomo-nos a demonstrar, usando técnicas anatômicas de repleção vascular e microdissecções, a contribuição dos diversos segmentos da artéria cerebral posterior, e da artéria coróidea anterior na vascularização do hipocampo ventral humano.

---

## MATERIAL E MÉTODOS

---

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O material obtido provem de cinquenta e oito (58) hemisférios cerebrais humanos de ambos os sexos, com idades entre 12 e 72 anos e com períodos de *post mortem* máximo de 18 horas, cuja *causa mortis* não compromettesse o encéfalo. Desses 58 hemisférios, 2 foram utilizados para descrever as estruturas anatômicas da formação hipocampal. E os outros 2 foram injetados com gelatina (Dellaware) adicinonada de nanquim, para o estudo da distribuição dos vasos no tecido hipocampal. Na seqüência, estes últimos hemisférios foram cortados em série no sentido coronal com 2 mm de espessura.

Os outros 54 hemisférios, mais os 2 injetados com gelatina, foram processados da seguinte maneira: após a retirada do encéfalo, as artérias carótidas internas e basilar eram canuladas (cânula de 1,5 a 4,5 mm de diâmetro) e perfundidos com solução salina a temperatura ambiente para proceder a lavagem da árvore vascular (cerca de 400 ml por vaso canulado). A seguir dáva-se início à pré-fixação rápida com uma mistura de formol 10% e glicerina 10%, seguida de nova lavagem com solução salina. Naqueles hemisférios injetados com gelatina, perfundía-se previamente solução salina à 40°C (100 ml por vaso canulado).

Para a realização de injeções seletivas, o primeiro passo consistia em clampear as artérias comunicantes posteriores D e E e as artérias cerebelares superiores D e E. Após a retirada das cânulas das artérias carótidas internas procedía-se à canulação das artérias coroidéas anteriores com cânulas de 0,5mm a 0,8 mm de diâmetro. Este procedimento era sempre realizado sob microscópio cirúrgico (DF - Vasconcellos, modelo M9) com objetiva de 200 mm e oculares de 12,5X.

Através das artérias basilar e coroidéa anterior eram injetados, sob controle de pressão (80 - 120 mm de Hg), um dos meios de repleção vascular a seguir:

- Gelatina (Dellaware) com nanquim (2 HC)
- Látex Industrial (Artecola, Brasil) com pigmento (Decoral P.V.A), (14 HC)
- Resina acrílica # 17 de Batson pigmentada (Polysciences, Inc. USA), (40 HC)

Após a repleção vascular os vasos foram clampeados e os encéfalos eram fixados em formol 25% pelo período mínimo de 03 semanas.

Para uma melhor exposição dos vasos a serem estudados realizava-se uma secção horizontal ao nível do terço superior da ponte, e uma segunda secção que passava pela fissura inter-hemisférica, separando-se assim o encéfalo em dois hemisférios. O próximo passo consistia em realizar uma secção horizontal acima do corpo caloso, sendo então exposta a cavidade do ventrículo lateral e o hipocampo ventral em toda sua extensão. Durante as dissecções foram removidos o tálamo, o núcleo caudado e grande parte do mesencéfalo. A preparação e o estudo detalhado dos vasos arteriais que se relacionavam com o hipocampo foram feitos sob microscópio cirúrgico (Vasconcellos).

Os registros fotográficos foram obtidos usando-se uma máquina Nikon F-601 com lente macro AF Micro Nikkor 60mm e filmes Kodak Ektapress de 100 ASA. A partir das fotografias obtidas, foram feitos esquemas da vascularização e após digitalizações de imagens. Para as digitalizações e processamento de imagens foi utilizado um equipamento Scanner HP ScanJet 3c. Os arquivos obtidos foram trabalhados com o programa Corel Photo-Paint 5.

Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente com o teste t de Student e através da análise da variância (ANOVA).



---

RESULTADOS

---

#### **4. RESULTADOS**

Através deste estudo foi possível descrever o suprimento vascular sanguíneo do hipocampo em 54 hemisférios cerebrais injetados e posteriormente dissecados. Nossos resultados mostraram que o hipocampo é suprido principalmente pela artéria cerebral posterior e seus ramos. Em poucos casos, o hipocampo também era vascularizado por ramos da artéria coróideia anterior. Com base na origem das artérias hipocampais foi possível identificar seis grupos básicos de vasos. Estes vasos estão resumidos nas tabelas 5 e 6.

##### **Grupo A:**

Apresenta irrigação mista com artérias hipocampais originárias das artérias coróideia anterior, cerebral posterior, temporal inferior anterior e esplenial. Foi o grupo mais freqüente, presente em 25 hemisférios cerebrais (46,30%): 13 HE (24,08%) e em 12 HD (22,22%) (Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 35).

##### **Grupo B:**

Este grupo apresenta como local principal das origens das artérias hipocampais os ramos temporais (artérias temporal inferior comum, temporal inferior anterior, temporal inferior média e temporal inferior posterior) e o tronco principal da artéria cerebral posterior. Este grupo esteve presente em 11 hemisférios cerebrais (20,37%): 6 HE (11,11%) e em 5 HD 9,26% (Figuras 18, 19, 20, 21, 22, 36 e 37).

##### **Grupo C:**

Neste grupo, a artéria temporal inferior anterior é o ramo principal que vasculariza o hipocampo. Foi encontrada em 8 hemisférios cerebrais (14,82%): 3 HE (5,56%) e em 5 HD (9,26%) (Figuras 23, 24 e 38).

**Grupo D:**

Este grupo mostrou o tronco principal da artéria cerebral posterior originando as artérias hipocampais, sendo encontrado em 7 hemisférios cerebrais (12,97%): 4 HE (7,41%) e em 3 HD (5,56%) (Figuras 25, 26, 27, 28, 29 e 39)

**Grupo E:**

Foi observado neste grupo, que o tronco principal da artéria cerebral posterior era o ponto de origem de um vaso que se dirigia ao hipocampo, e irrigava praticamente sozinho toda esta estrutura (artéria de Uchimura). Foi encontrado em 2 hemisférios direitos (3,70%) (Figuras 30, 31, 32, 33 e 40).

**Grupo F:**

Apresentava vasos hipocampais originados exclusivamente das artérias parieto-occipital, calcarina e esplenial, os quais estavam presentes em apenas 1 hemisfério esquerdo (1,85%) (Figura 41).

Os vasos que atingem o hipocampo estão localizados na porção extraventricular, não sendo observados na cavidade ventricular. Na face superior do giro para-hipocampal (subículo) as artérias hipocampais assumem uma posição paralela ao hipocampo onde emitem vasos retilíneos que alcançam perpendicularmente o mesmo. Estes vasos independentes de sua origem, penetram no hipocampo ao longo do giro denteado. Estes vasos hipocampais em sua grande maioria trafegam pela cisterna *ambiens* e fissura transversa. Alcançam o hipocampo (cabeça, corpo e cauda), mais precisamente pelos sulcos do hipocampo e fimbrio-denteado. Apresentam um trajeto retilíneo e radial, e foram observados em 43 hemisférios (79,63%): 22 HE (40,74%) em 21 HD (38,89%). Essa descrição só pôde ser feita de maneira completa, após a retirada da fimbria (Figuras 15, 17, 22, 26, 27, 29, 30 e 34).

Nos 54 hemisférios estudados constatou-se um total de 250 artérias hipocampais suprindo o hipocampo, apresentando uma média de 4,63 artérias hipocampais, moda de 5 artérias hipocampais, com um mínimo de 2 e um máximo de 10 vasos por hemisfério. Nos 27 hemisférios esquerdos foram encontradas 124 artérias hipocampais com média de 4,59 artérias hipocampais, moda de 4 artérias hipocampais, com um mínimo de 3 até um máximo de 7 artérias hipocampais por hemisfério. Nos 27 hemisférios direitos foi observado a presença de 126 artérias hipocampais com média de 4,67 moda de 5, com um mínimo de 2 e máximo de 10 artérias hipocampais por hemisfério. A diferença média de artérias hipocampais observada entre os hemisférios esquerdos e os direitos foi de 1,48 artérias e com um mínimo de 0 e um máximo de 7 artérias hipocampais (Tabelas 4, 5 e 6; Figuras 42, 43 e 44).

Do total, 81 artérias hipocampais (32,4%) originaram-se através de um tronco, e não diretamente dos vasos principais, tais como, as artérias cerebral posterior, parieto-occipital e calcarina, etc. Estes troncos podem ser divididos segundo Erdem et al. (1993) em: tronco unco-hipocampal quando esse suprir o uncus e a cabeça do hipocampo, e tronco parahipocampo-hipocampal, quando suprir o giro parahipocampal, corpo e cauda do hipocampo. Nesse estudo foram encontrados 36 troncos, sendo 18 unco-hipocampais, 3 destes (16,67%) originários da artéria coróideia anterior, 8 troncos (44,44%) do segmento P2 da artéria cerebral posterior, um (5,56%) da artéria parieto-occipital, 7 outros (38,89%) da artéria temporal inferior anterior. Foram encontrados também 18 troncos parahipocampo-hipocampais, 1 (5,56%) originário da artéria temporal comum, 11 (61,11%) da artéria temporal inferior anterior, 6 (33,33%) da artéria temporal inferior posterior.

### **Artéria Coróideia Anterior (ACorA)**

Em todos os hemisférios estudados foi constatado a presença da artéria coróideia anterior, originando-se sempre da artéria carótida interna. Nos 54 hemisférios, a artéria coróideia anterior emitia ramos para o plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral. Em seu segmento cisternal, sobre os giros *ambiens*, semilunar e uncinado, a artéria coróideia anterior emite ramos para a face medial do uncus, ramos estes que se estendem pelo sulco uncal atingindo a face inferior do uncus, (Figuras 12, 14, 16, 21, 23, 25, 28 e 30). Em 16 hemisférios (29,63%) a ACorA emitiu vasos para o hipocampo. Foi responsável por um total de 17 (6,80%) artérias hipocampais: das quais 10 AH (4,00%) ao nível dos hemisférios esquerdos e 7 AH (2,80%) nos hemisférios direitos. Em um hemisfério esquerdo (1,85%), caso HE-23 (Figura 33), foi observado uma artéria coróideia anterior que se estendia pela fissura transversa, sobre o giro parahipocampal (presubículo), até a região cortical localizada posterior ao esplênio. Em seu trajeto ela emitia um ramo (artéria hipocampal) que atingia o corpo e a cauda do hipocampo. Além disto, foi possível observar uma anastomose entre esta artéria hipocampal originária da artéria coróideia anterior e a artéria cerebral posterior. Devemos destacar ainda que em 28 hemisférios (51,85%) foi possível observar que o parênquima da cabeça do hipocampo apresentava vasos com enchimento de material pigmentado previamente injetado através da artéria coróideia anterior (Figuras 15, 19 e 20).

Ainda, se observa que em 20 hemisférios cerebrais (37,04%), 10 hemisférios esquerdos (18,52%) e 10 direitos (18,52%), suas artérias hipocampais originadas da artéria cerebral posterior, ou de seus ramos, parieto-occipital e calcarina, apresentavam repleção parcial de material pigmentado, previamente injetado pela artéria coróideia anterior (Figuras 15, 18, 19, 19, 20, 23 e 24).

### **Artéria Cerebral Posterior (ACP)**

Esta artéria também esteve presente em todos os 54 hemisférios cerebrais estudados. Em 52 dos hemisférios cerebrais (96,30%), apresentava sua origem na bifurcação da artéria basilar. Somente em 2 hemisférios (3,70%), mostrava uma configuração fetal, mantendo sua origem na artéria carótida interna. Em 26 casos (48,15%) a ACP emitia pelo menos um ramo para vascularizar o hipocampo. A artéria cerebral posterior é responsável pela formação de 233 AH (93,20%): 114 (45,60%) em hemisférios esquerdos e 119 (47,60%) em hemisférios direitos. Deste total de 233 vasos, foi possível observar que 44 AH (17,60%), distribuíam-se da seguinte maneira: 19 AH (7,60%) em hemisférios esquerdos e 25 AH (10%) em hemisférios direitos. Esses vasos originavam-se diretamente da artéria cerebral posterior. Ainda, se observou que a artéria cerebral posterior originava, indiretamente através de seus ramos, 189 AH (75,60%), as quais serão descritas a seguir.

### **Artérias Hipocampais AH**

Esteve presente em todos os casos estudados. Esse vaso é um dos primeiros ramos da ACP em seus segmentos P2 e P3. Constatou-se, ainda, que em 26 hemisférios (48,15%) as AH originavam-se diretamente do tronco principal da ACP. Esse tronco foi responsável por 44 AH (17,6%), sendo 19 AH (7,6%) em hemisférios esquerdos e 25 AH em direitos (Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 5, 26, 27, 28, 29, 30 31 e 32).

### **Artéria Temporal Inferior Comum (ATIC)**

Esse vaso esteve presente em 12 hemisférios cerebrais (22,22%) e emitiu ramos para o hipocampo em 2 hemisférios esquerdos (3,70%), sendo responsável por duas AH (0,80%) (Figura 37).

### **Artéria Temporal Inferior Anterior (ATIA)**

Presente em 50 hemisférios (92,59%) emitiu vasos para o hipocampo em 31 deles (57,41%). Foi responsável por 49 AH (19,6%), sendo que, 26 AH (10,40%) em hemisférios esquerdos e 23 AH (9,2%) em direitos (Figuras 18, 19, 35, 36, 37 e 38).

### **Artéria Temporal Inferior Média (ATIM)**

Esteve presente em 9 hemisférios (16,67%), dos quais apenas em 1 hemisfério esquerdo (1,85%) originou uma AH (0,4%) para vascularizar o hipocampo (Figuras 36 e 37).

### **Artéria Temporal Inferior Posterior (ATIP)**

Foi encontrada em 46 hemisférios (85,19%), emitindo vasos para o hipocampo em 17 deles (31,48%). Originou um total de 31 vasos (12,4%) para vascularizar o hipocampo, dos quais 22 AH (8,8%) localizadas em hemisférios esquerdos e 9 AH (3,6%) em direitos (Figuras 18, 19, 35, 36, 37 e 38).

### **Artéria Parieto-Occipital (APO)**

Esse vaso origina-se da artéria cerebral posterior, principalmente dos segmentos P2 e P3, sendo encontrado em 52 hemisférios (96,3%), emitindo ramos para o hipocampo em 26 casos (48,15%). A artéria parieto-occipital foi responsável pela origem de 43 AH (17,20%), sendo localizadas 13 AH (5,20%) em hemisférios esquerdos e 30 AH (12%) em hemisférios direitos (Figuras 12, 13, 14, 16, 20 e 23).

### **Artéria Calcarina (AC)**

Esse vaso também é ramo da artéria cerebral posterior, estando situado medial e ventralmente em relação à artéria parieto-occipital. Esteve presente em 52 hemisférios (96,3%), sendo que, em 17 deles (31,48%) emitiu 30 vasos (12%) para vascularizar o hipocampo distribuídos da seguinte maneira: 14 AH (5,60%) localizados em hemisférios esquerdos e 16 AH (6,40%) em hemisférios direitos (Figuras 12, 13, 14 e 16).

### **Artéria Esplénica (AE)**

Esta artéria foi encontrada em 35 hemisférios (64,81%) e emitia vasos para vascularizar o hipocampo em 29 casos (53,7%), originando-se do tronco principal da ACP 1 caso (1,85%) ou de seus ramos, da AC em 12 casos e da APO em 16 casos. Encontra-se um total de 33 AH (13,20%) originárias da AE, 17 AH (6,80%) em hemisférios esquerdos e 16 AH (6,40%) em direitos. Em 28 hemisférios (51,85%) as AH originavam-se do segmento P3, e em 1 hemisfério (1,85%) do segmento P2. A artéria esplénica geralmente descreve uma curvatura acentuada, em forma de alça, no sentido anterior, da qual, emergem os vasos hipocámpais.

### **Anastomoses e Arcadas Vasculares**

Em 23 hemisférios (42,59%) foi possível constatar anastomoses entre a artéria coróideia anterior, ou de seus ramos, e as artérias cerebral posterior, parieto-occipital, calcarina, e seus ramos. Essas anastomoses ocorreram da seguinte maneira: em 18 hemisférios (33,34%), 9 HE (16,67%), e 9 HD (16,67%), aconteciam entre os ramos unciais da artéria coróideia anterior e os ramos (artérias hipocámpais) dos outros vasos citados anteriormente. Já em 5 hemisférios (9,25%), essas anastomoses ocorreram entre os ramos (artérias hipocámpais) provenientes da artéria coróideia anterior e os ramos hipocámpais originários de outros vasos da seguinte forma: 3 nos hemisférios esquerdos (5,55%) e 2 nos hemisférios direitos (3,70%) (Figuras 13, 15, 17, 20, 23 e 24).

Em 44 hemisférios cerebrais (81,48%) foi possível observar a existência de anastomoses em forma de arcadas vasculares entre as artérias hipocámpais, originadas direta ou indiretamente das artérias coróideia anterior, cerebral posterior ou de seus ramos, as artérias parieto-occipital e calcarina. Foram encontradas essas arcadas vasculares em 21 hemisférios cerebrais esquerdos (38,89%) e em 23 hemisférios direitos (42,59%) (Figuras 13, 15, 17, 20, 22, 24, 26, 27, 29 e 30).



Em nosso trabalho, foi possível constatar também a presença, em 26 hemisférios cerebrais (48,15%), de anastomoses, ao nível do plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, entre a ACorA ou seus ramos e as artérias coróideas posteriores que são ramos da ACP (Figuras 14, 16, 18, 21, 22 e 28).

### **Plexo Coróide do Corno Inferior do Ventrículo Lateral**

Em todos os hemisférios estudados constatamos a contribuição da ACorA, através de um vaso calibroso, para a vascularização do plexo coróide (Figuras 12, 14, 16, 21, 23, 25 e 28). Além da ACorA, outros vasos que nutrem o hipocampo, também participam da vascularização deste plexo. São eles: a ACP emitindo 35 ramos originados no segmento P2, a AC com 4 ramos, a APO com 29 ramos e, finalmente, a AE com um ramo (Figuras 12, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23 e 28).

### **Análise Estatística**

Nossa análise incluiu comparações entre as médias de AHs encontradas nos hemisférios (esquerdo e direito) em relação aos valores consultados na literatura através do teste-t de Student e pela análise da variância (ANOVA).

Os limites de confiança foram estabelecidos com 99% de confiança e foi possível constatar que a média da população encontra-se entre  $L1 = 4,13$  e  $L2 = 5,13$ .

Pela análise da variância (ANOVA) das médias observadas (4,59 AHs nos HE, desvio padrão de 1,01 e de 4,66 AHs nos HD com um desvio padrão de 1,68,) foi possível concluir que a diferença observada não é significativa tanto para  $p > 0,05$  como para  $p > 0,01$  (Tabela 3).

Através do teste-t de Student para comparação pareada foi analisado o número de AHs encontradas nos hemisférios esquerdo e direito de um mesmo indivíduo (Tabela 4).

**Tabela 3**

Comparação das médias de AHs observadas entre os HC  
esquerdos e direitos -ANOVA

df	SS	MS	F.
1	00,7	0,07	0,0363
<u>52</u>	<u>100,52</u>	1,93	
53	100,59		
F.0,05 (1,52) = 4.0		F. 0,01 (1,52) = 7.08	

df = número de graus de liberdade

SS = soma dos grupos

MS = SS/df

F. = MS1/MS52

Tabela 4

AHs observadas por hemisfério para análise com teste-t de Student e análise da variância

Indivíduo	HE	*	HD	**	$\Sigma$	***	Diferença	****
1	5	25	3	9	8	64	2	4
2	3	9	4	16	7	49	1	1
3	3	9	10	100	13	169	7	49
4	6	36	5	25	11	121	1	1
5	7	49	3	9	10	100	4	16
6	4	16	4	16	8	64	0	0
7	5	25	8	64	13	169	3	9
8	4	16	5	25	9	81	1	1
9	5	25	4	16	9	81	1	1
10	6	36	5	25	11	121	1	1
11	5	25	5	25	10	100	0	0
12	4	16	5	25	9	81	1	1
13	6	36	5	25	11	121	1	1
14	4	16	5	25	9	81	1	1
15	3	9	3	9	6	36	0	0
16	4	16	2	4	6	36	2	4
17	5	25	5	25	10	100	0	0
18	5	25	5	25	10	100	0	0
19	4	16	6	36	10	100	2	4
20	4	16	5	25	9	81	1	1
21	6	36	3	9	9	81	3	9
22	5	25	3	9	8	64	2	4
23	5	25	6	36	11	121	1	1
24	4	16	2	4	6	36	2	4
25	4	16	5	25	9	81	1	1
26	4	16	5	25	9	81	1	1
27	4	16	5	25	9	81	1	1
$\Sigma Y$	124	596	126	662	250	2.417	40	116

- \* Número de AHs do HE elevado ao quadrado
- \*\* Número de AHs do HD elevado ao quadrado
- \*\*\* Somatório elevado ao quadrado
- \*\*\*\* Diferença elevada ao quadrado

F.01 (1,26) = 7,733

Tabela 5

Classificação dos Grupos Vasculares em Decorência da Origem das Artérias Hipocampais

<b>Grupo</b>	<b>Origem das Artérias Hipocampais</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
A	Irrigação mista com artérias hipocampais originárias das artérias coróidea anterior, cerebral posterior, temporal inferior anterior e esplenial.	25	46,30
B	Local principal de origem das artérias hipocampais: ramos temporais (tronco temporal inferior comum, artéria temporal inferior anterior, artéria temporal inferior média e artéria temporal inferior posterior) e da artéria cerebral posterior.	11	20,37
C	A artéria temporal inferior anterior é o ramo principal que vasculariza o hipocampo.	08	14,81
D	O tronco principal da artéria cerebral posterior é o local de origem das artérias hipocampais de maior suprimento sanguíneo ao hipocampo.	07	12,97
E	O tronco principal da artéria cerebral posterior é o ponto de origem de um vaso que se dirigia ao hipocampo onde irriga, praticamente sozinho, todo o hipocampo (artéria de Uchimura).	02	3,70
F	Vasos hipocampais originados exclusivamente das artérias parieto-occipital, calcarina e esplenial.	01	1,85
<b>Totais:</b>		<b>54</b>	<b>100</b>

Tabela 6

## Origem e Frequência das Artérias Hipocampais

Vasos de Origem das Artérias Hipocampais	Nº AH HE	% AH HE	Nº AH HD	% AH HD	Nº AH TOTAL	% AH TOTAL
<b>ARTÉRIA CORÓIDEA ANTERIOR</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>07</b>	<b>2,8</b>	<b>17</b>	<b>6,8</b>
<b>ARTÉRIA CEREBRAL POSTERIOR</b>	<b>19</b>	<b>7,6</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>44</b>	<b>17,6</b>
Artéria Cerebral Posterior, segmento P2	18	7,2	25	10	43	17,2
Artéria Cerebral Posterior, segmento P3	01	0,4	00	00	01	0,4
<b>Artéria Parieto-Occipital</b>	<b>13</b>	<b>5,2</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>43</b>	<b>17,2</b>
Artéria Parieto-Occipital, segmento P2	08	3,2	22	8,8	30	12
Artéria Parieto-Occipital, segmento P3	03	1,2	07	2,8	10	4,0
Artéria Parieto-Occipital, segmento P4	02	0,8	01	0,4	03	1,2
<b>Artéria Calcarina</b>	<b>14</b>	<b>5,6</b>	<b>16</b>	<b>6,4</b>	<b>30</b>	<b>12</b>
Artéria Calcarina, segmento P2	13	5,2	12	4,8	25	10
Artéria Calcarina, segmento P3	01	0,4	04	1,6	05	2
<b>Tronco Temporal Inferior Comum (ACP)</b>	<b>02</b>	<b>0,8</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>02</b>	<b>0,8</b>
<b>Artéria Temporal Inferior Anterior</b>	<b>26</b>	<b>10,4</b>	<b>23</b>	<b>9,2</b>	<b>49</b>	<b>19,6</b>
Artéria Temporal Inferior Anterior (ACP)	26	10,4	21	8,4	47	18,8
Artéria Temporal Inferior Anterior (APO)	00	00	00	00	00	00
Artéria Temporal Inferior Anterior (AC)	00	00	02	0,8	02	0,8
<b>Artéria Temporal Inferior Média (ACP)</b>	<b>01</b>	<b>0,4</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>0,4</b>
<b>Artéria Temporal Inferior Posterior</b>	<b>22</b>	<b>8,8</b>	<b>09</b>	<b>3,6</b>	<b>31</b>	<b>12,4</b>
Artéria Temporal Inferior Posterior (ACP)	21	8,4	07	2,8	29	11,6
Artéria Temporal Inferior Posterior (APO)	01	0,4	00	00	01	0,4
Artéria Temporal Inferior Posterior (AC)	00	00	02	0,8	02	0,8
<b>Artéria Esplénica</b>	<b>17</b>	<b>6,8</b>	<b>16</b>	<b>6,4</b>	<b>33</b>	<b>13,2</b>
Artéria Esplénica (ACP)	02	0,8	00	00	02	0,8
Artéria Esplénica (APO)	14	5,6	10	4	24	9,6
Artéria Esplénica (AC)	01	0,4	06	2,4	07	2,8
<b>Totais:</b>	<b>124</b>	<b>49,6</b>	<b>126</b>	<b>50,4</b>	<b>250</b>	<b>100</b>

\*As siglas entre parênteses identificam a origem das artérias.

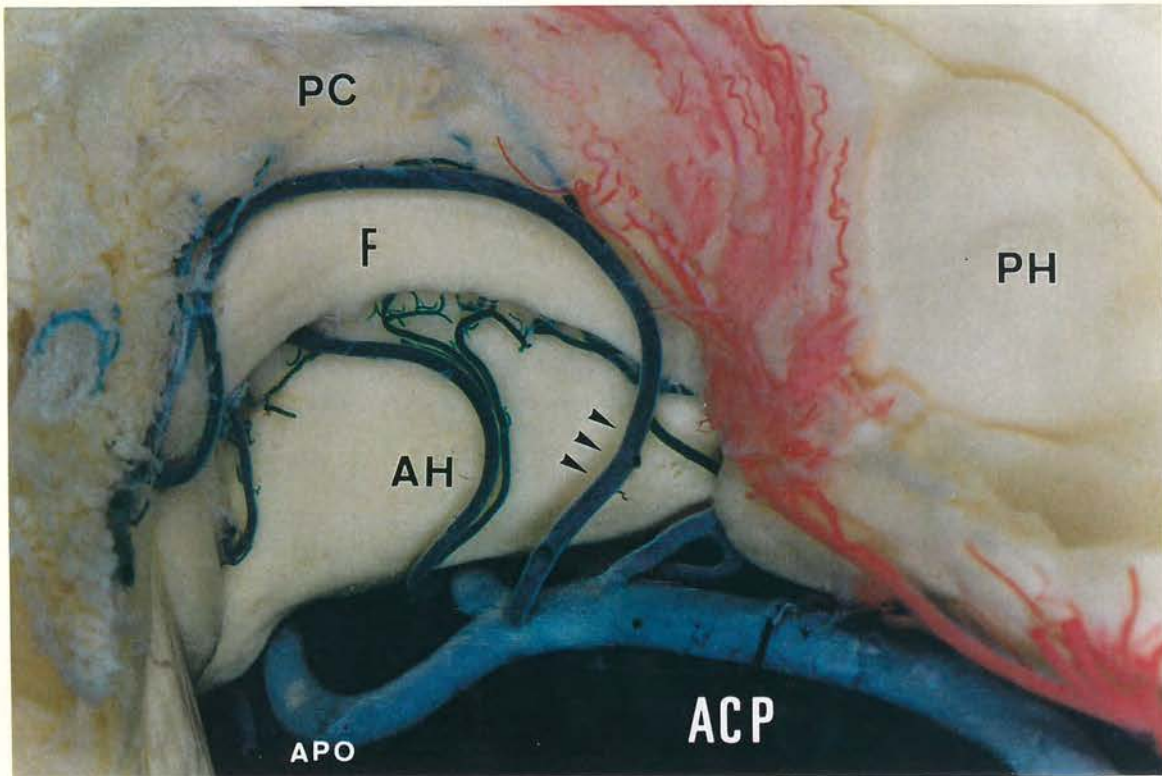


FIGURA 12: Grupo A, peça 21, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam uma artéria coróideia pótero-lateral originária da ACP. PC=plexo coróideo, F=fímbria, PH=pé do hipocampo, AH=artéria hipocampal, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, (resina de Batson).

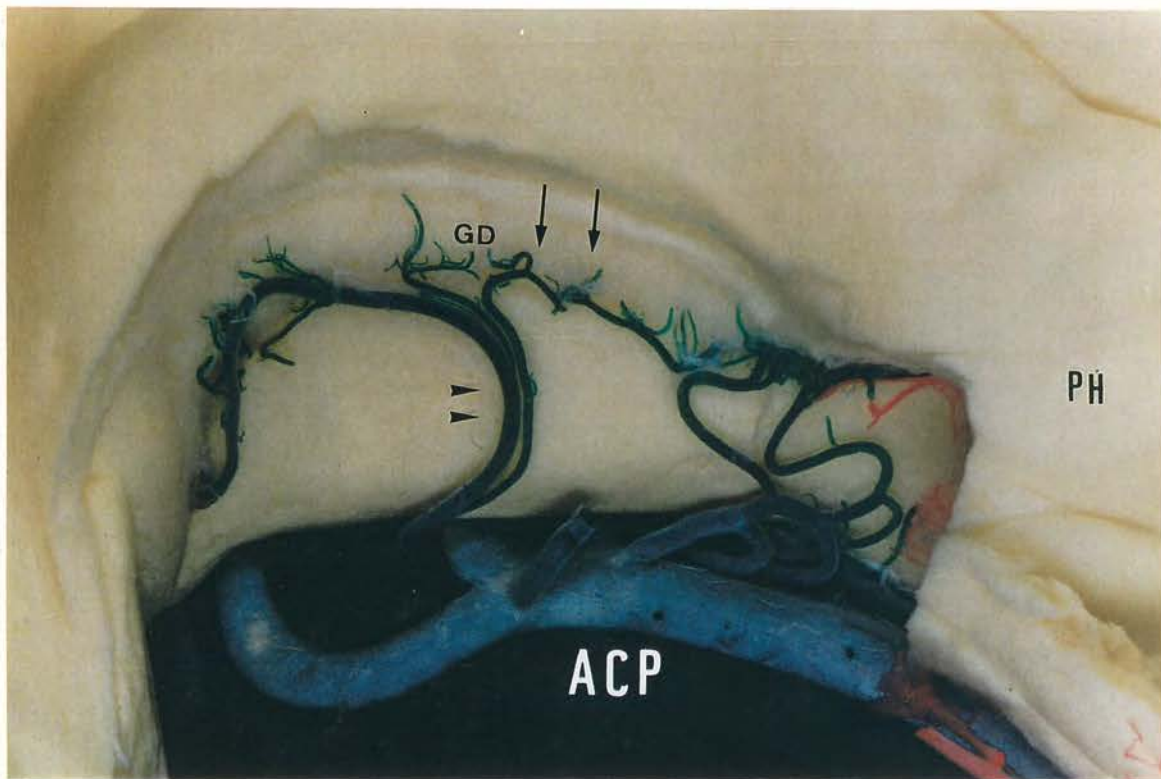


FIGURA 13: Grupo A, peça 21, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam uma artéria hipocampal originária da ACP. As setas apontam para uma arcada vascular. PH= pé do hipocampo, ACP=artéria cerebral posterior, GD=giro denteado, (resina de Batson).



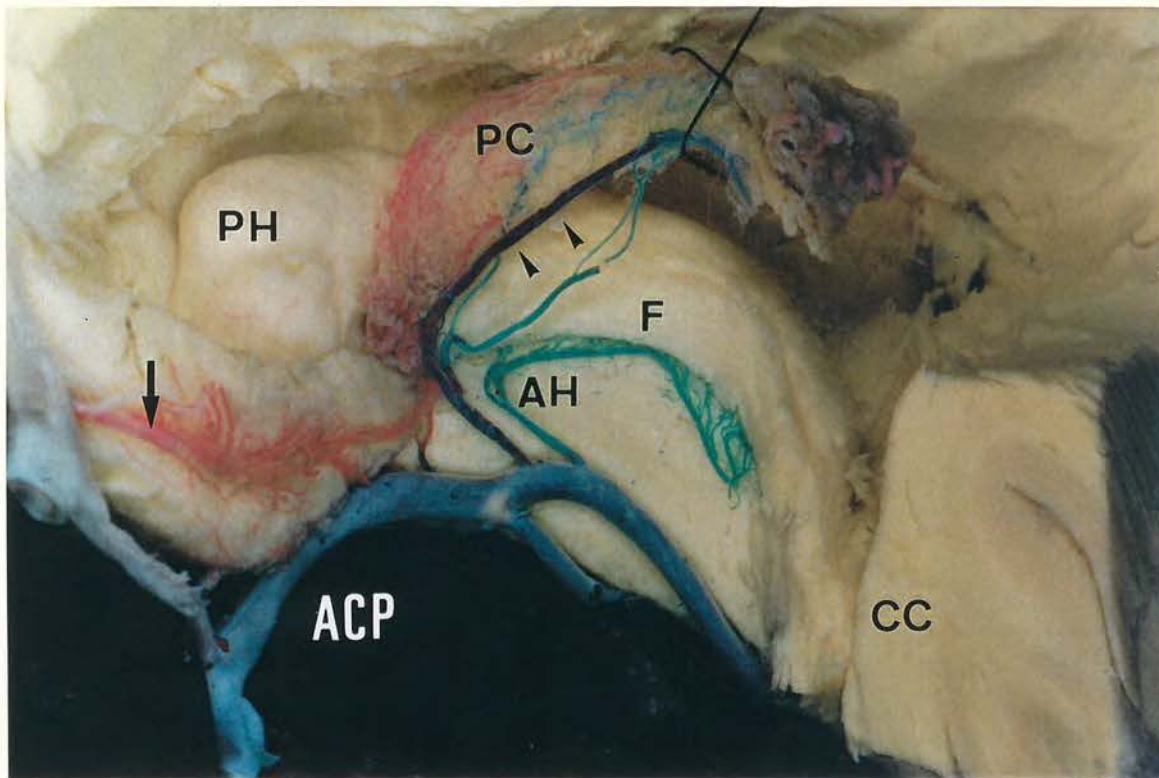


FIGURA 14: Grupo A, peça 45, HD. Vista intra e extraventricular; seta identifica a artéria coróidea anterior. Cabeças de seta identificam uma artéria coróidea póstero-lateral originária da ACP com material injetado através da ACorA. PC=plexo coróideo do corno inferior do ventrículo lateral, F=fimbria, PH=pé do hipocampo, AH=artéria hipocampal, CC=esplênio do corpo caloso, ACP= artéria cerebral posterior, (resina de Batson).

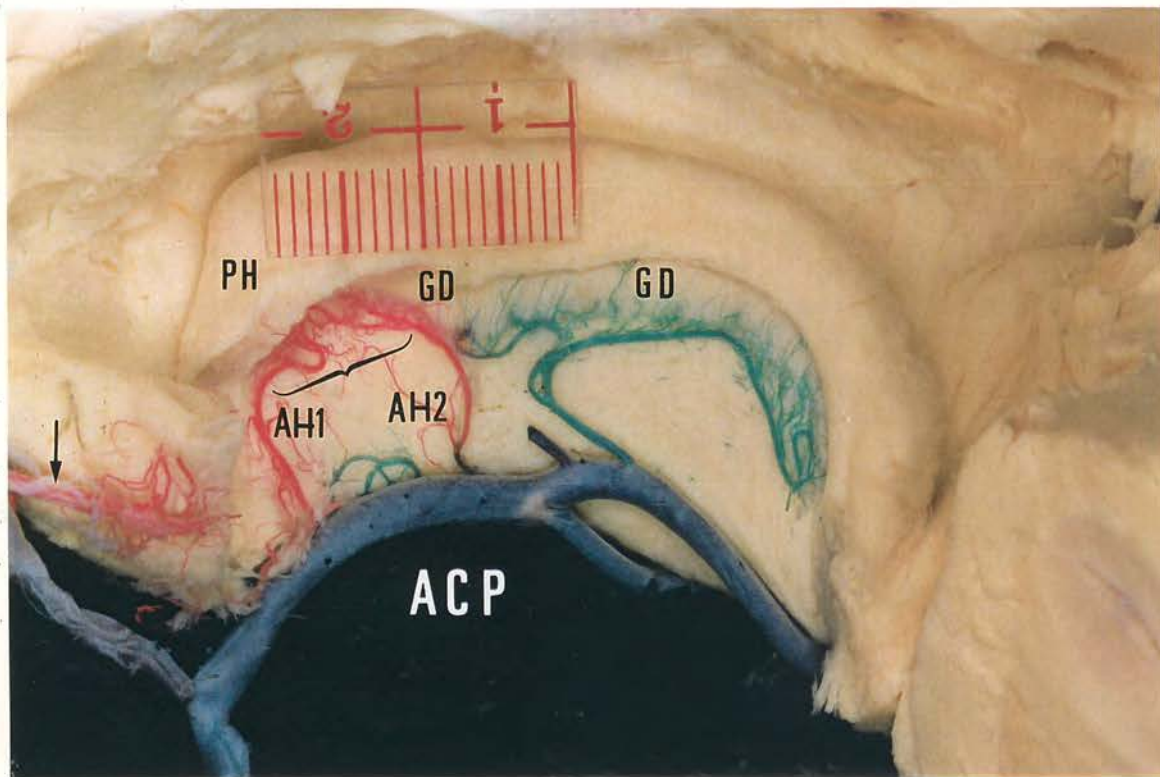


FIGURA 15: Grupo A, peça 45, HD. Vista intra e extraventricular; seta identifica a artéria coróidea anterior (ACorA) e a chave identifica uma arcada vascular entre uma AH1, originária da ACorA e outra AH2 originária da ACP. PH= pé do hipocampo, GD=giro denteado, ACP=artéria cerebral posterior, AH=artérias hipocampais, (resina de Batson).



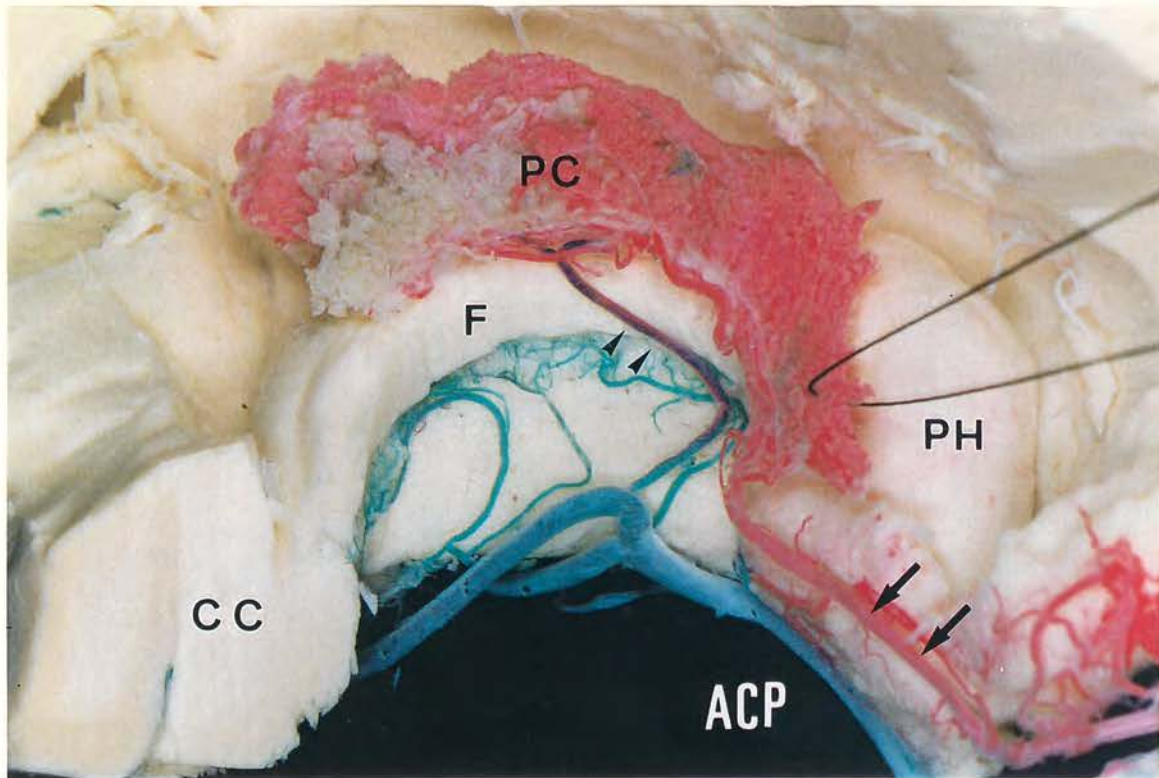


FIGURA 16: Grupo A, peça 40, HE. Vista intra e extraventricular; setas identificam a artéria coróidea anterior e cabeças de seta identificam uma artéria coróidea póstero-lateral originária da ACP, no interior desse vaso é possível observar resinas com cores diferentes. Isto se deve às calibrosas anastomoses entre os ramos da ACP e da ACorA ao longo do plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral. PC=plexo coróideo, F=fimbria, PH=pé do hipocampo, ACP=artéria cerebral posterior, CC=esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).

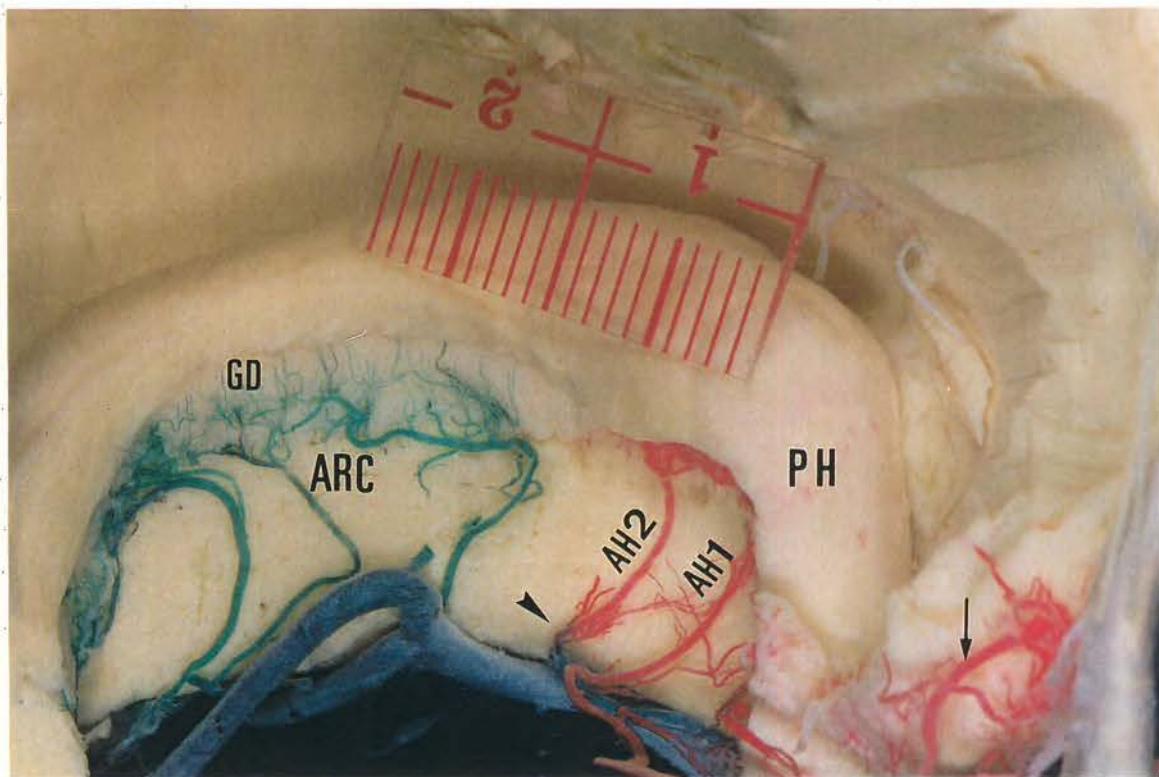


FIGURA 17: Grupo A, peça 40, HE. Vista intra e extraventricular; seta identifica a artéria coróidea anterior, cabeça de seta identifica uma artéria hipocampal repleta parcialmente com material (vermelho) injetado através da (ACorA). ACP=artéria cerebral posterior, GD=giro denteado, AH1=artéria hipocampal ramo da AcorA, AH2=artéria hipocampal ramo da ACP, ARC=arcadas vasculares, ACorA= artéria coróidea anterior, (resina de Batson).



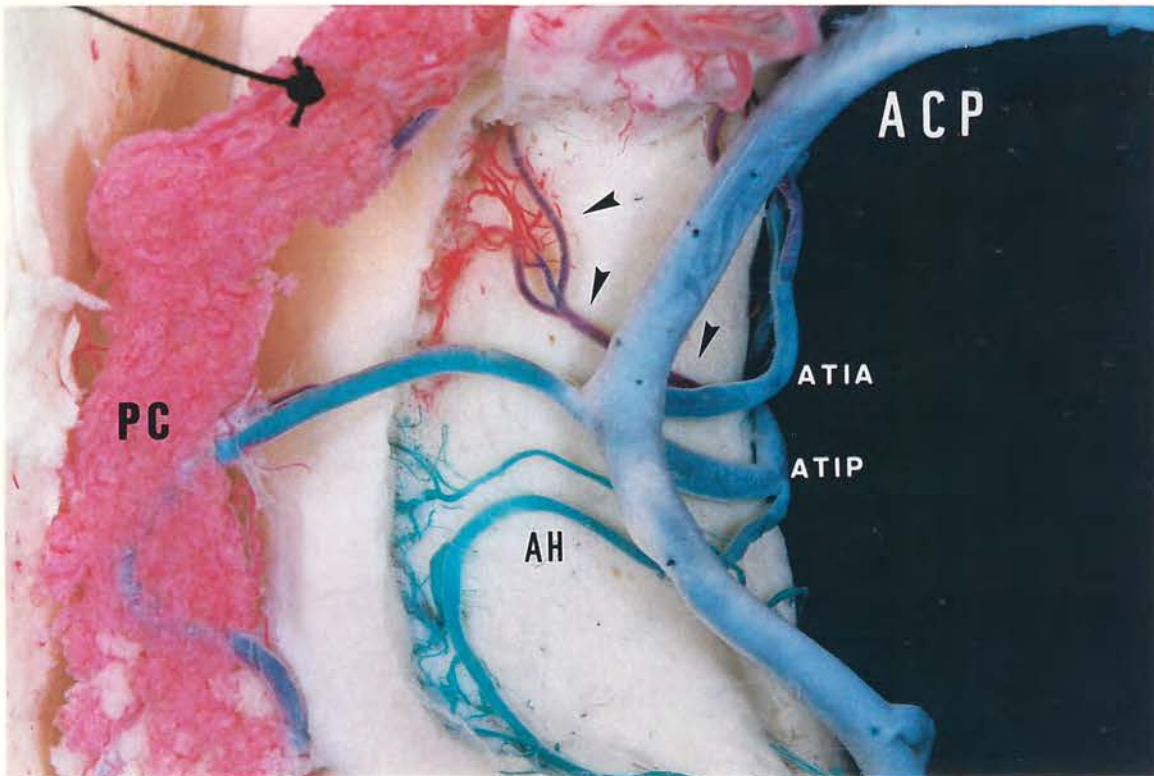


FIGURA 18: Grupo B, peça 41, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificaM uma artéria hipocampal repleta com material (vermelho) injetado através da artéria coróide anterior. Vide explicações na figura 24. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal, PC=plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, ATIA=artéria temporal inferior anterior, ATIP=artéria temporal inferior posterior, (resina de Batson).

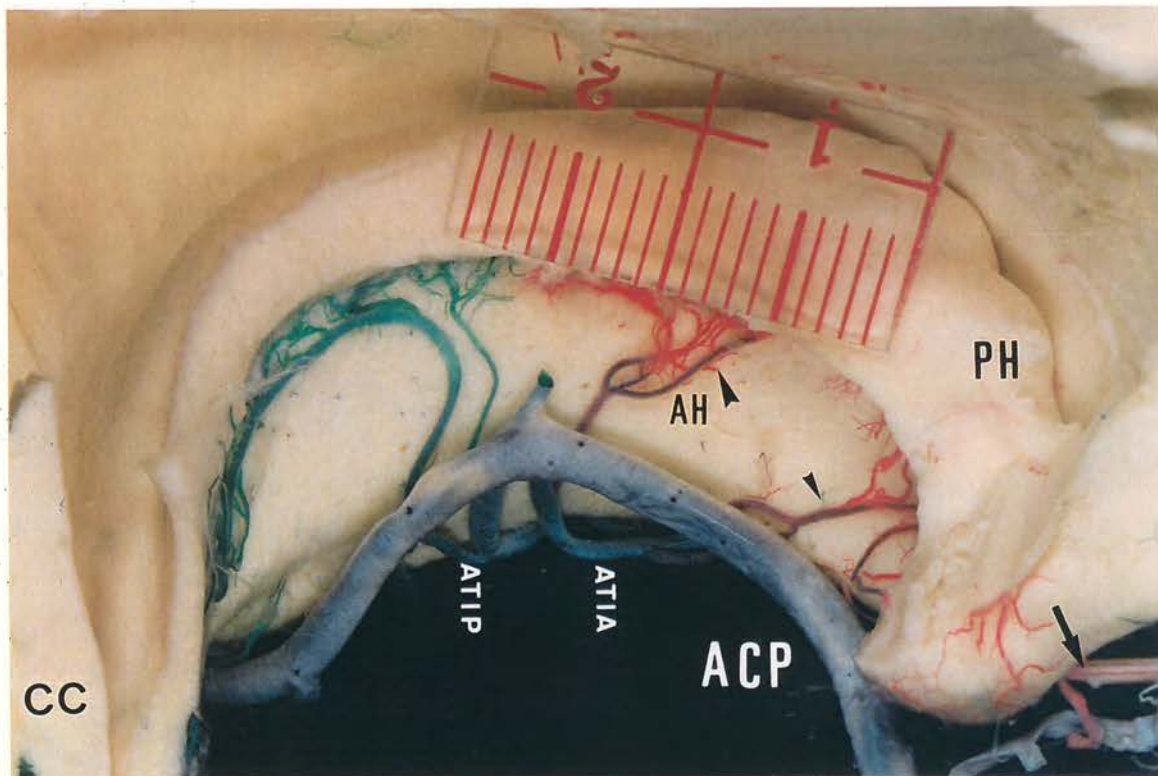


FIGURA 19: Grupo B, peça 41, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam duas artérias hipocampais, ramos da ACP, repletas com resina de cor vermelha injetada através da artéria coróide anterior. Vide explicações na figura 24. Seta identifica a artéria coróide anterior com uma cânula no seu interior. ACP=artéria cerebral posterior, ATIA=artéria temporal inferior anterior, ATIP=artéria temporal inferior posterior, PH= pé do hipocampo, AH=artéria hipocampal, CC=esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).



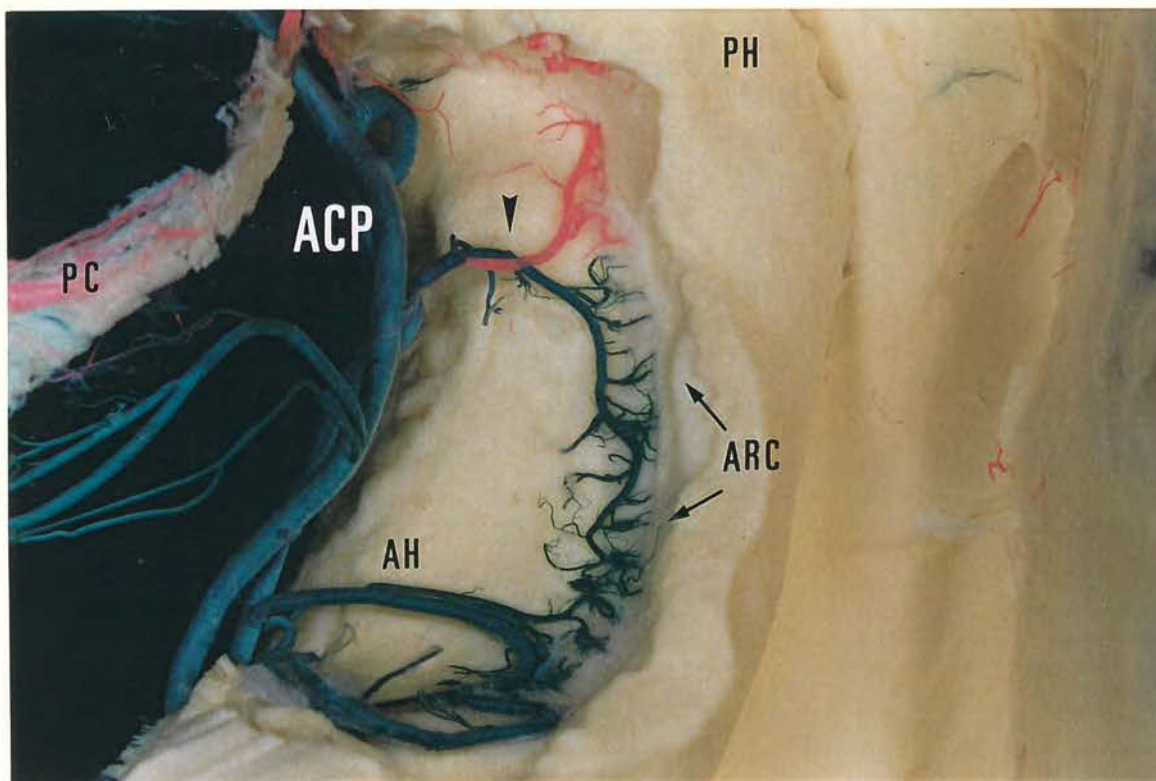


FIGURA 20: Grupo B, peça 25, HD. Vista intra e extraventricular; cabeça de seta identifica uma artéria hipocampal, ramo da ACP, repleta com resina de cor vermelha injetada através da artéria coróide anterior. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal, ARC=arcadas vasculares, PC=plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, PH=pé do hipocampo, (látex).

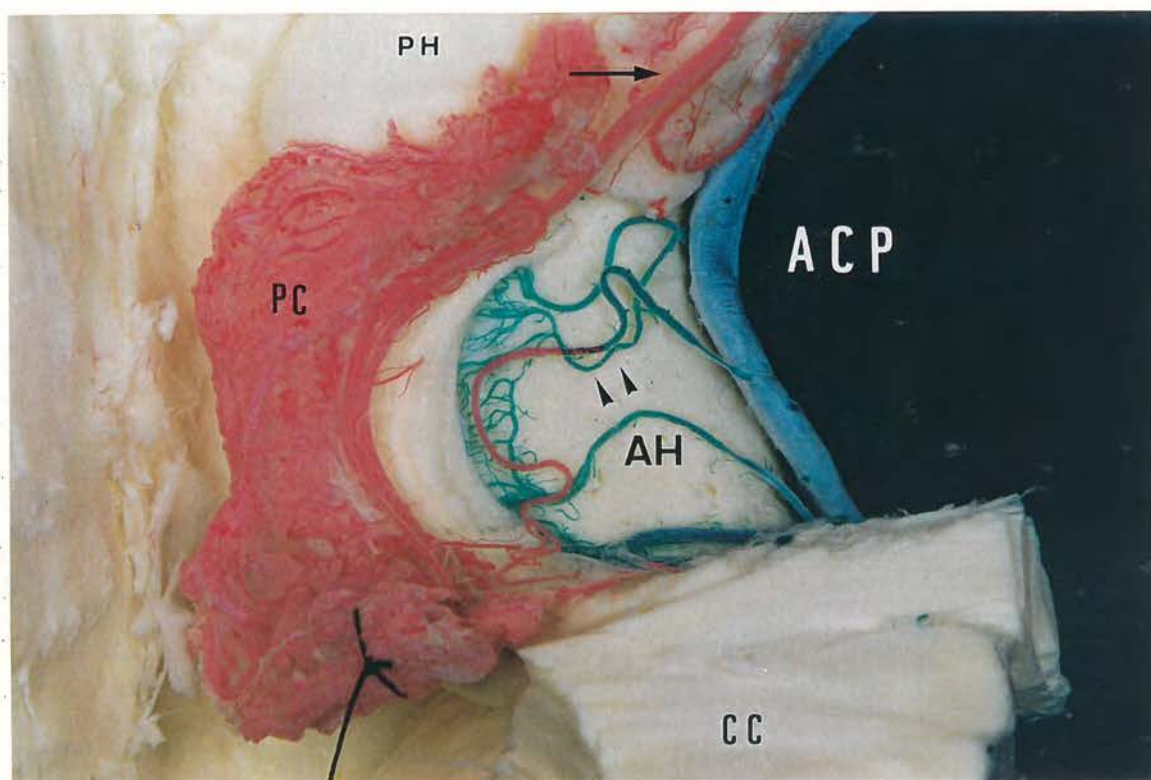


FIGURA 21: Grupo B, peça 36, HE. Vista intra e extraventricular; seta identifica a artéria coróide anterior. Cabeças de seta identificam uma artéria coróide póstero-lateral originária da ACP, repleta com resina de cor vermelha e verde. O material de cor vermelha foi injetada através da ACP e artéria coróide anterior ao longo do plexo coróide. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal, PC=plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, PH=pé do hipocampo, CC esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).



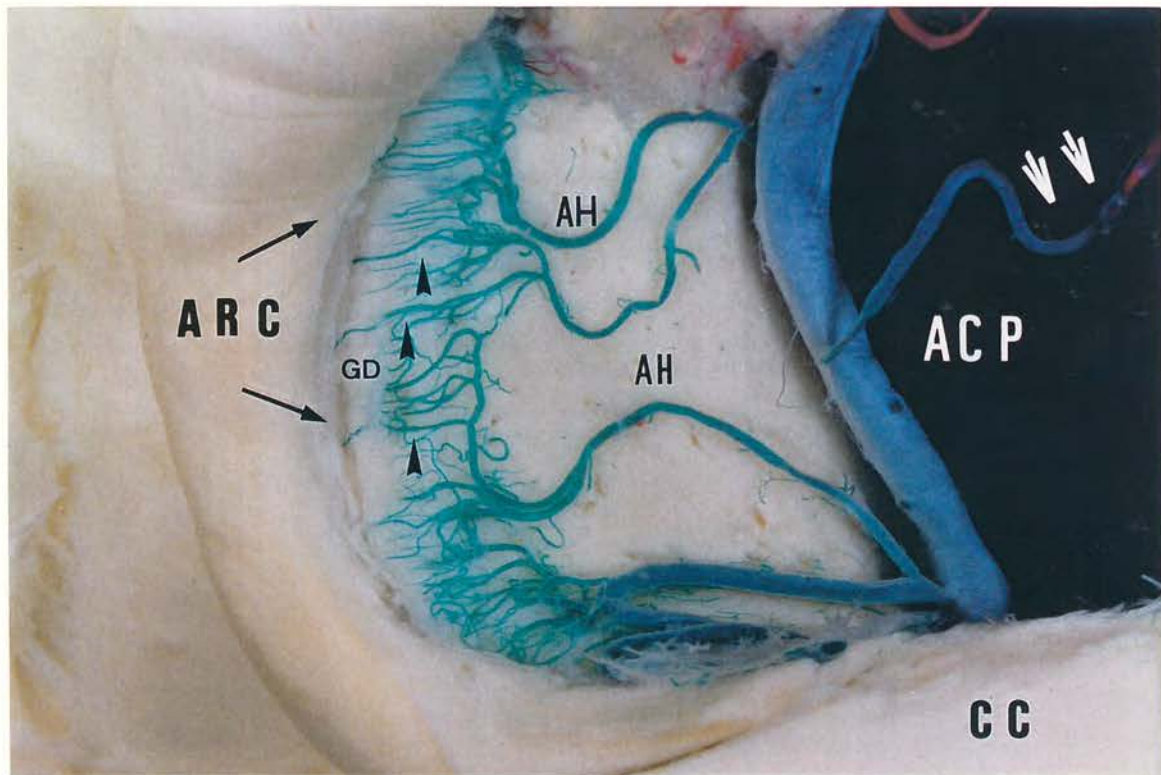


FIGURA 22: Grupo B, peça 36, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam os vasos retos oriundos da AH, rumando em direção ao giro denteado entre os sulcos do hipocampo e fimbriodenteado. Setas brancas identificam uma artéria coróide póstero-lateral originária da ACP, repleta com resina de cor vermelha e verde. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal, ARC=arcadas vasculares, CC=esplênio do corpo caloso, GD=giro denteado, (resina de Batson).

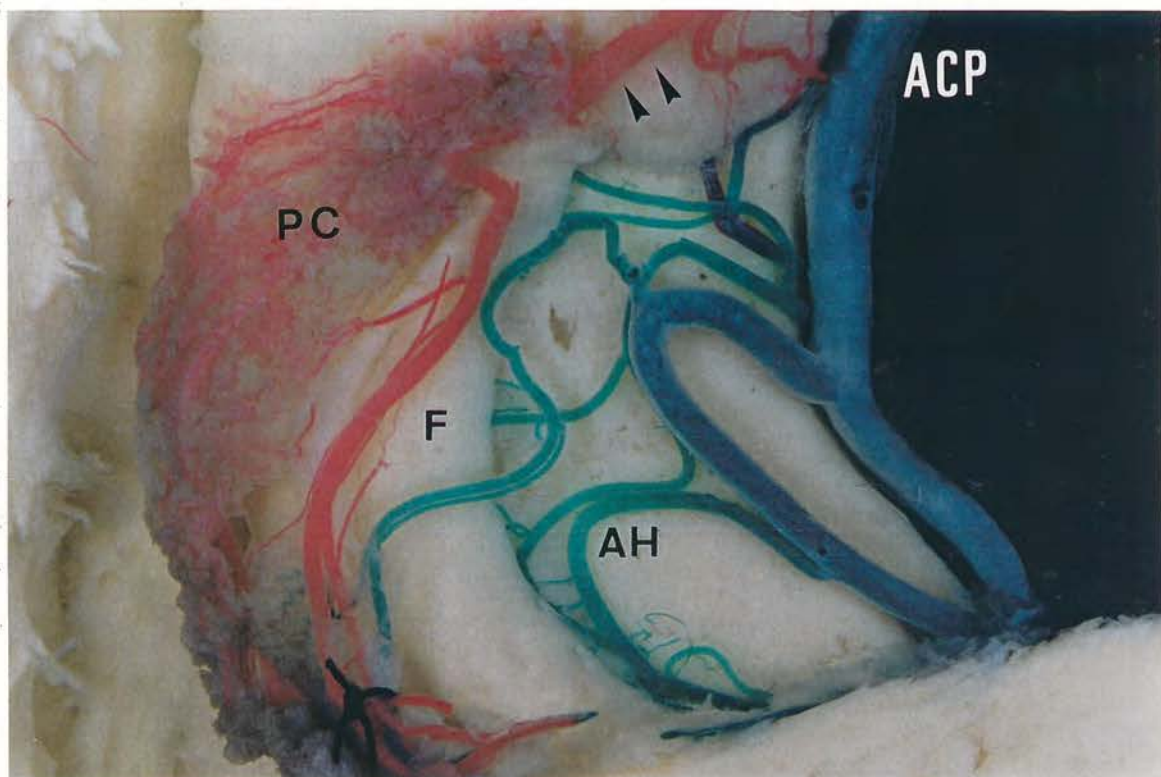


FIGURA 23: Grupo C, peça 44, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam a artéria coróide anterior. PC=plexo coróideo, F=fimbria, AH=artéria hipocampal, ACP=artéria cerebral posterior, (resina de Batson).



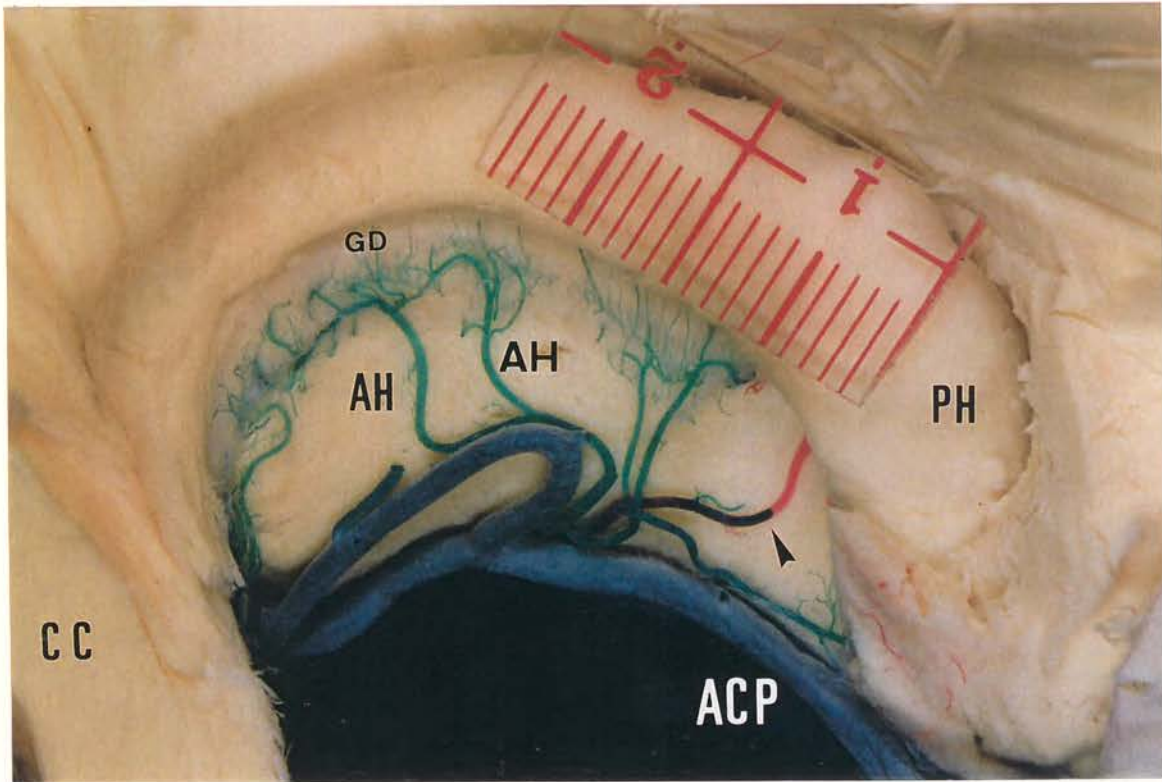


FIGURA 24: Grupo C, peça 44, HE. Vista intra e extraventricular; cabeça de seta identifica uma artéria hipocampal, ramo da artéria temporal inferior anterior, repleta parcialmente com material vermelho injetado pela artéria coróide anterior. Isto se deve as importantes anastomoses existentes entre ramos da ACP e ramos da artéria coróide anterior no interior do parênquima nervoso. ACP=artéria cerebral posterior, PH= pé do hipocampo, GD= giro denteado, AH= artéria hipocampal, (resina de Batson).

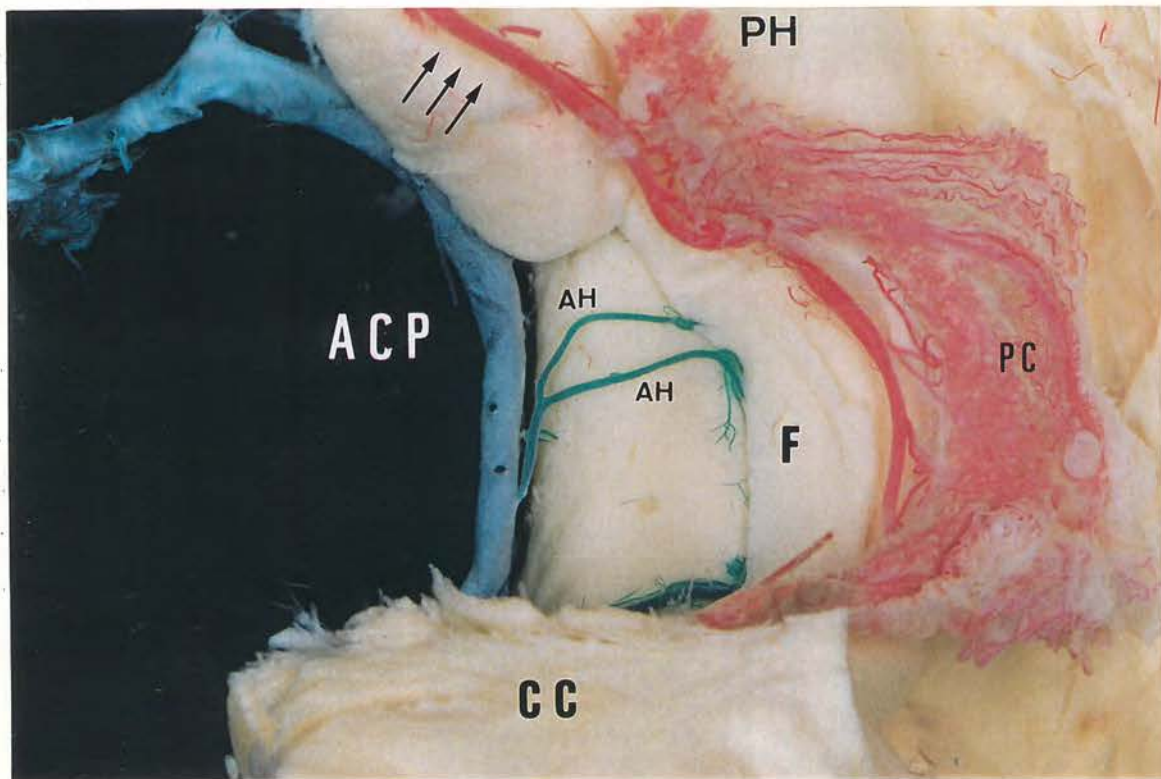


FIGURA 25: Grupo D, peça 36, HD. Vista intra e extraventricular; setas identificam a artéria coróide anterior no seu trajeto sobre o uncus. ACP=artéria cerebral posterior, PH= pé do hipocampo, F=fimbria, AH=artéria hipocampal, PC=plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, CC=esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).



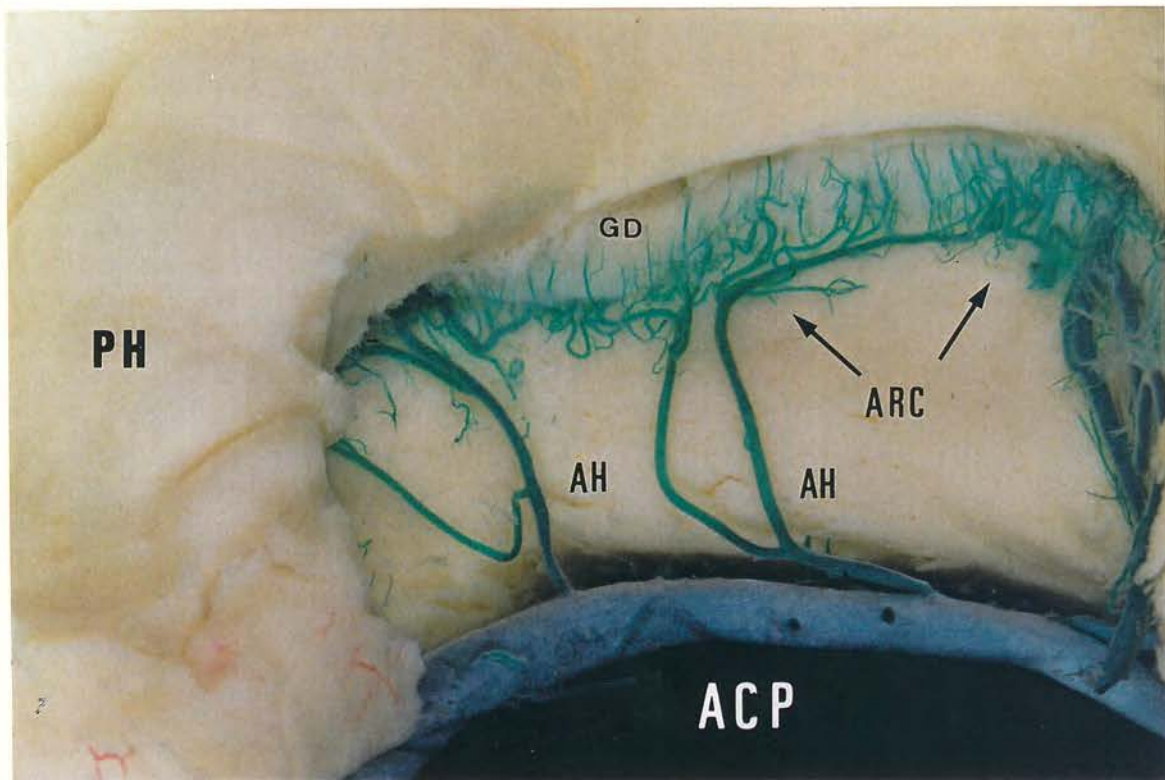


FIGURA 26: Grupo D, peça 36, HD. Vista intra e extraventricular. ACP=artéria cerebral posterior, PH=pé do hipocampo, AH=artérias hipocampais, GD=giro denteado, Setas=arcadas vasculares (ARC), (resina de Batson).

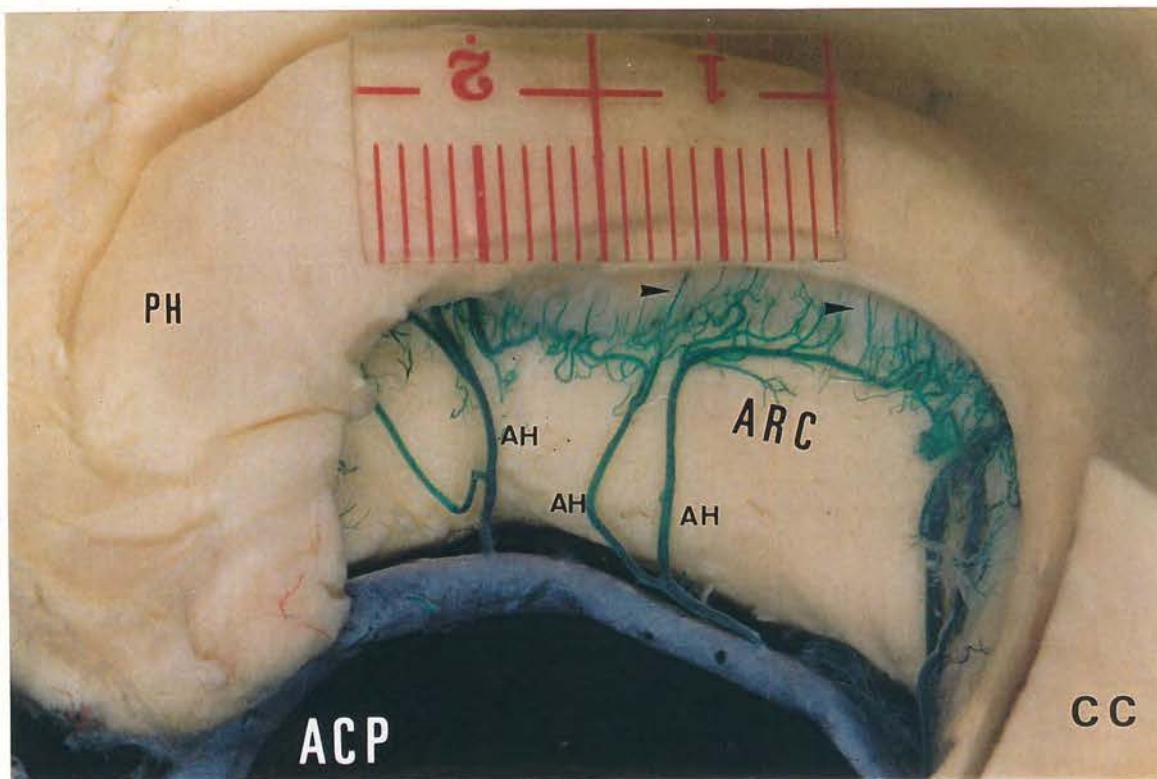


FIGURA 27: Grupo D, peça 36, HD. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam os vasos retos oriundos das artérias hipocampais. ACP=artéria cerebral posterior, PH=pé do hipocampo, AH=artéria hipocampal, ARC=arcadas vasculares, CC=esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).



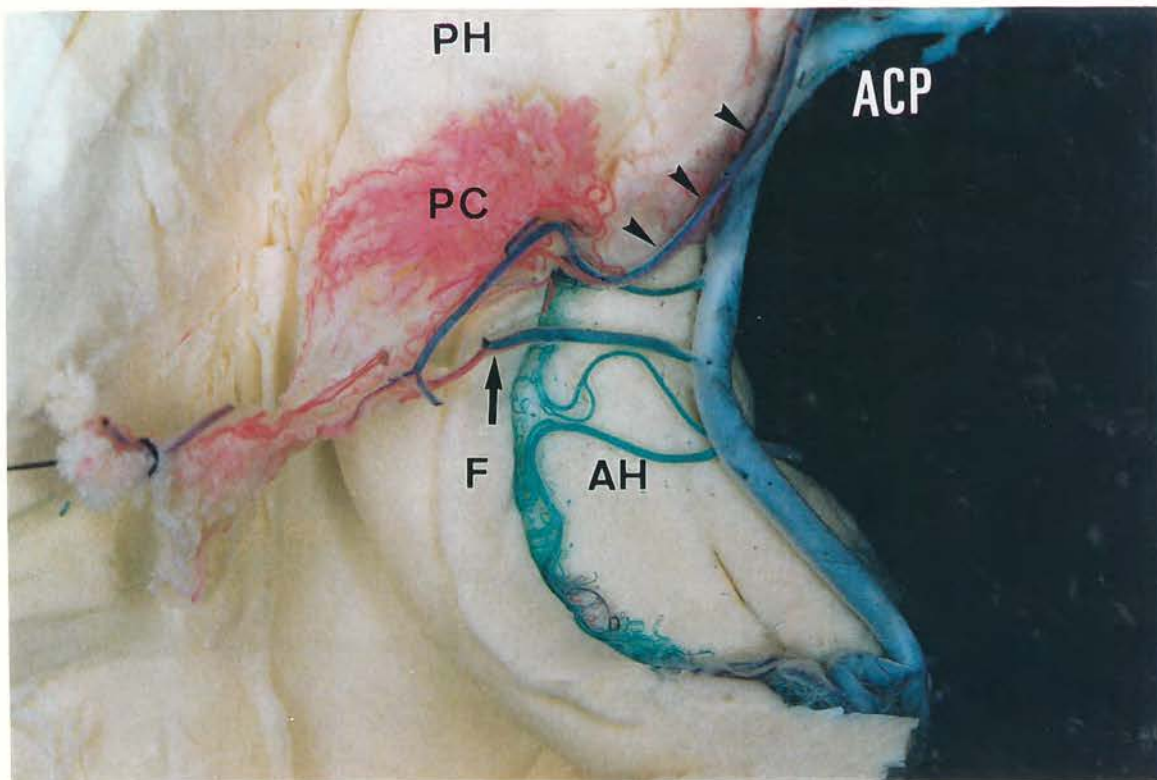


FIGURA 28: Grupo D, peça 46, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam a artéria coróide anterior. No interior desse vaso é possível observar resina de cor verde, previamente injetada pela ACP. Seta identifica uma artéria coróide pótero-lateral originaria da ACP com resina de cor vermelha no seu interior, injetada através da ACorA. Isto se deve às calibrosas anastomoses entre os ramos da ACP e ACorA ao longo do plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral. PC=plexo coróideo, F=fimbria, PH=pé do hipocampo, AH=artérias hipocampais, ACorA=artéria coróide anterior, ACP=artéria cerebral posterior, (resina de Batson).

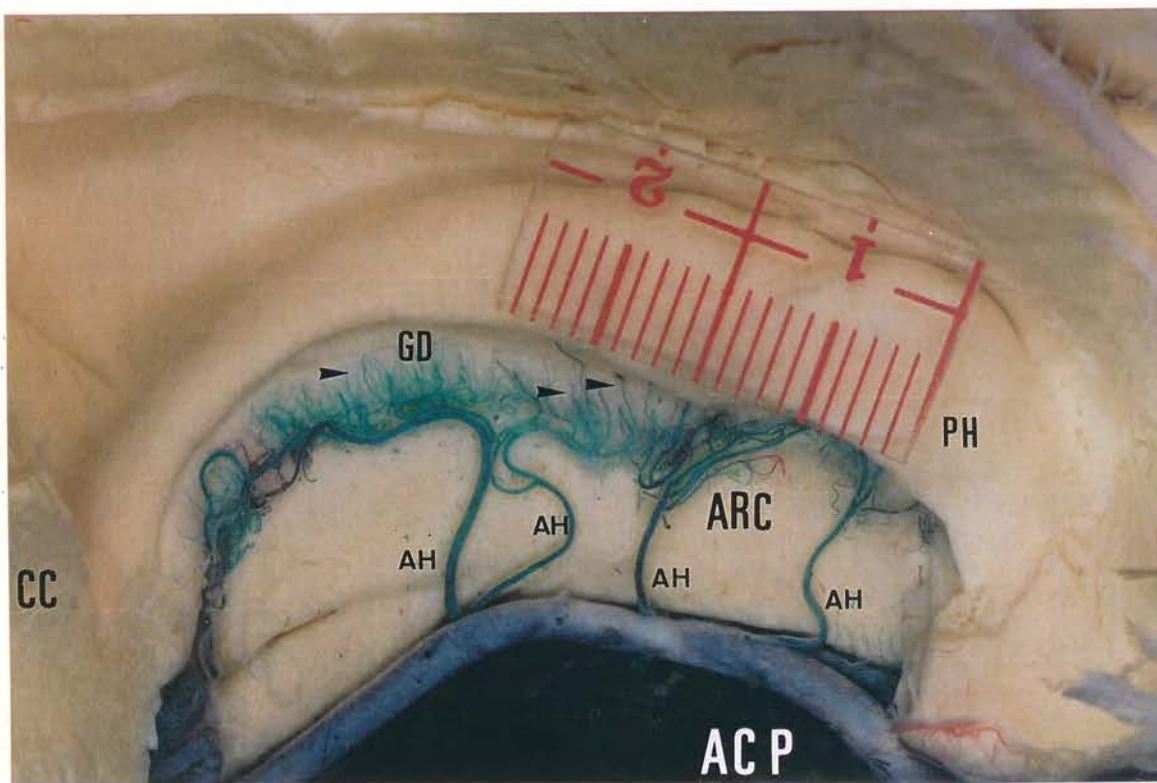


FIGURA 29: Grupo D, peça 46, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam os vasos retos oriundos da AH. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal, ARC=arcadas vasculares, PH=pé do hipocampo, CC=esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).



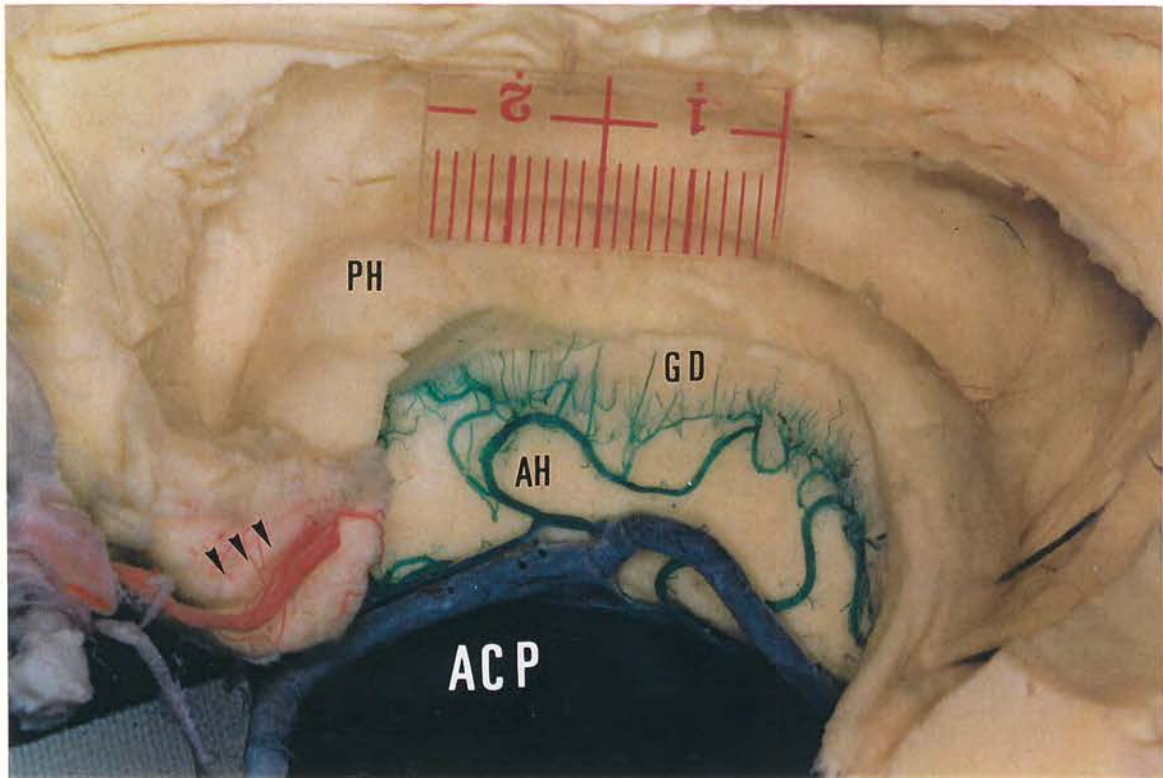


FIGURA 30: Grupo E, peça 44, HD. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam a artéria coróideia anterior. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal (artéria de Uchimura), PH=pé do hipocampo, GD=giro denteado, CC=esplênio do corpo caloso, (resina de Batson).

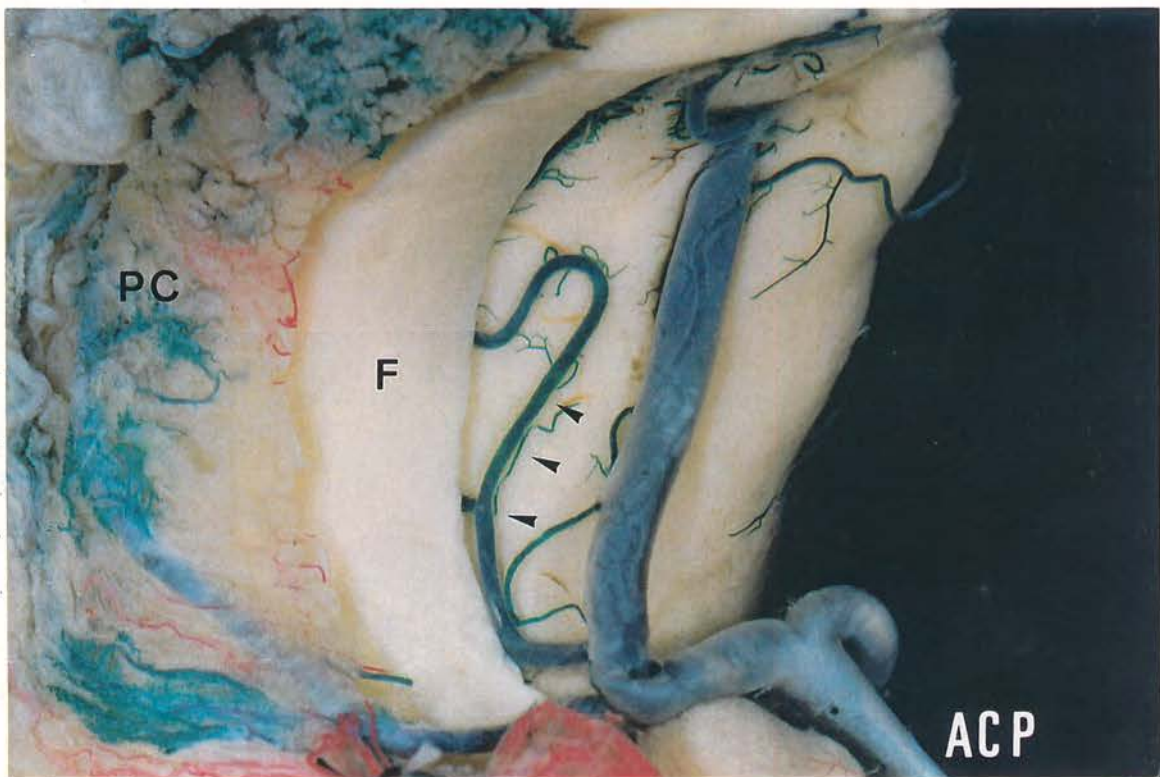


FIGURA 31: Grupo E, peça 35, HD. Vvista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam uma artéria hipocampal originária da ACP. PC=plexo coróideio, F=fimbria, ACP=artéria cerebral posterior, (resina de Batson).



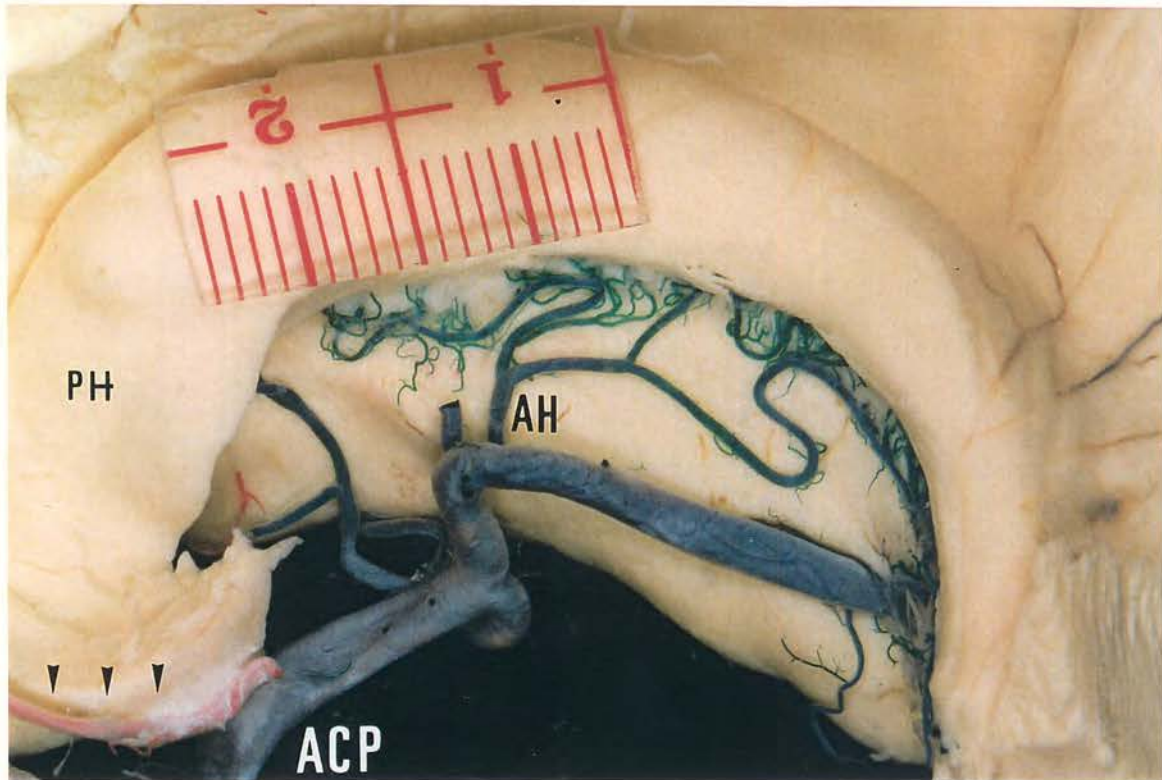


FIGURA 32: Grupo E, peça 35, HD. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam a artéria coróideia anterior. ACP=artéria cerebral posterior, AH=artéria hipocampal (artéria de Uchimura), PH=pé do hipocampo, (resina de Batson).

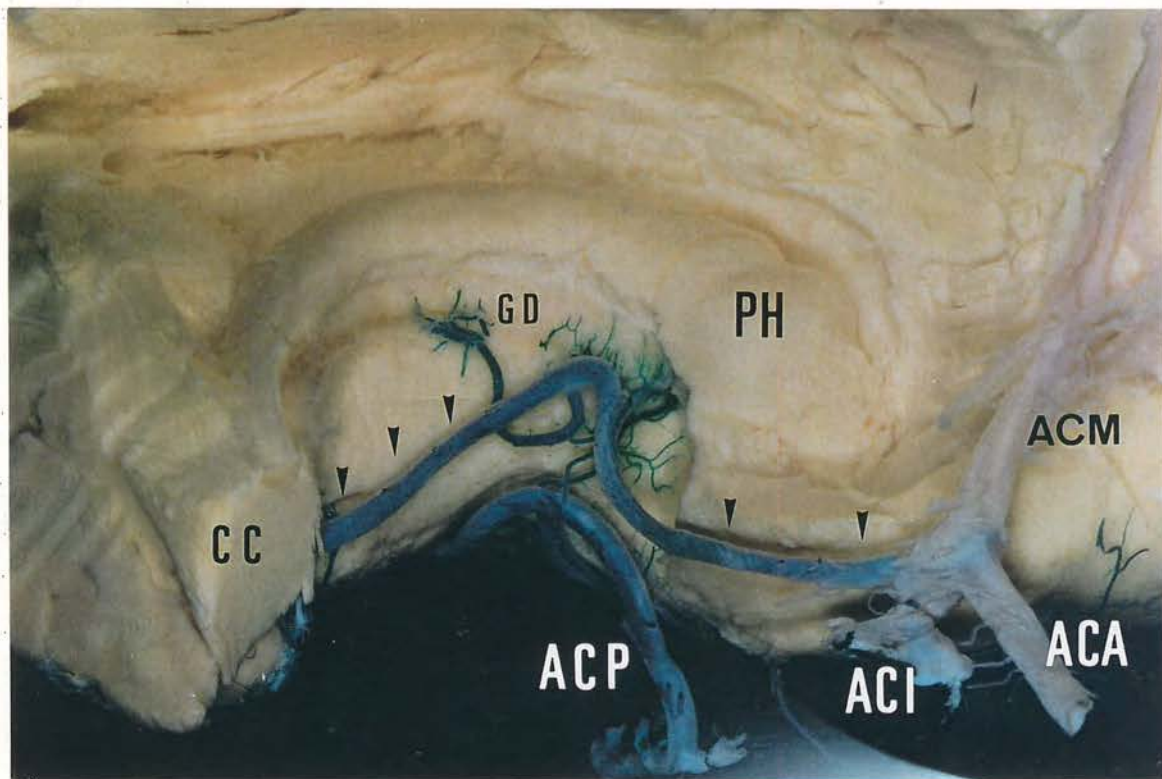


FIGURA 33: Peça 22, HE. Vista intra e extraventricular; cabeças de seta identificam uma artéria coróideia anterior que apresenta uma variação anatômica. Essa artéria estende-se até a região cortical posterior ao esplênio do corpo caloso. ACP=artéria cerebral posterior, ACI=artéria carótida interna, ACM=artéria cerebral média, ACA=artéria cerebral anterior, GD=giro denteado, CC=esplênio do corpo caloso, PH=pé do hipocampo, (resina de Batson).



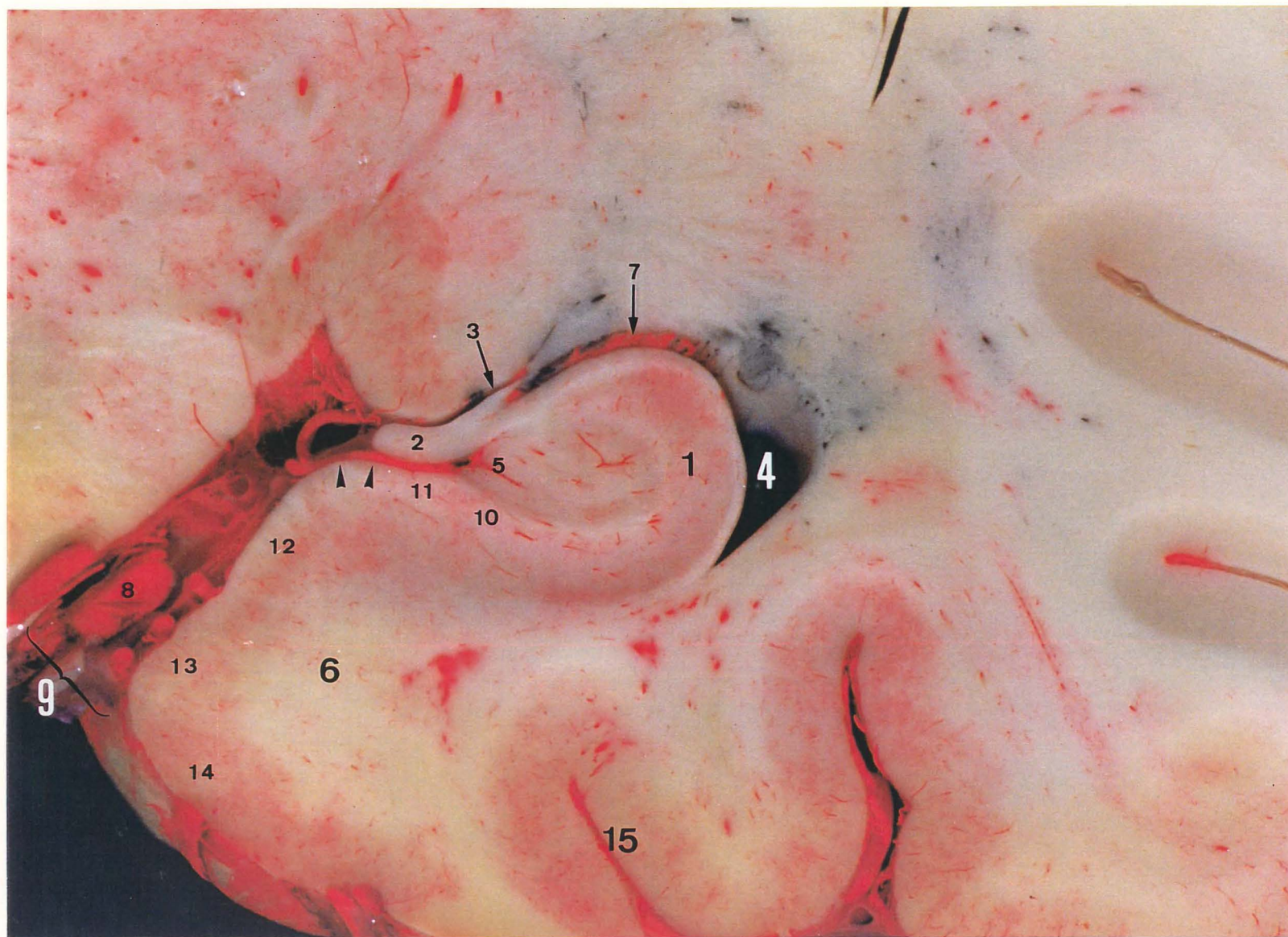


FIGURA 34: Peça 12, HD. Vista anterior de um corte coronal ao nível do corpo do hipocampo. 1=hipocampo, 2=fimbria, 3=fissura coróideia, 4=cavidade do corno inferior do ventrículo lateral, 5=giro dentado, 6 giro=parahipocampal, 7=plexo coróide, 8=artéria cerebral posterior, 9=cisterna *ambiens*, 10=prosubículo, 11=subículo, 12 presubículo, 13=parasubículo, 14=área entorrinal e 15=sulco colateral.



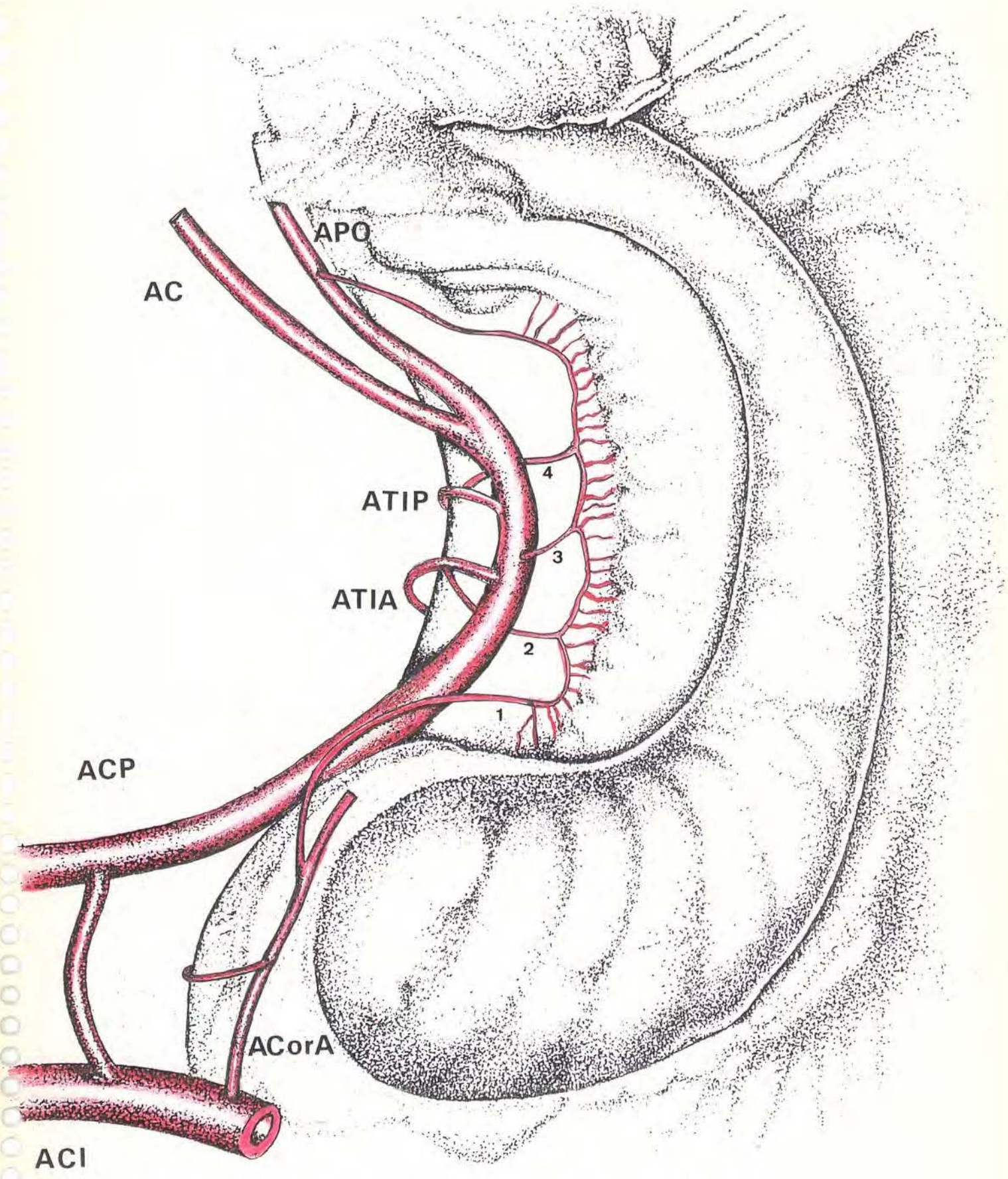


FIGURA 35: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo A. Esse grupo apresenta uma irrigação mista, com artérias hipocâmpais originárias das artérias coróideia anterior, cerebral posterior, temporal inferior anterior e esplênica. AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ATIA=artéria temporal inferior anterior, ATIP=artéria temporal inferior posterior, ACorA=artéria coróideia anterior; 1, 2, 3 e 4= artérias hipocâmpais.



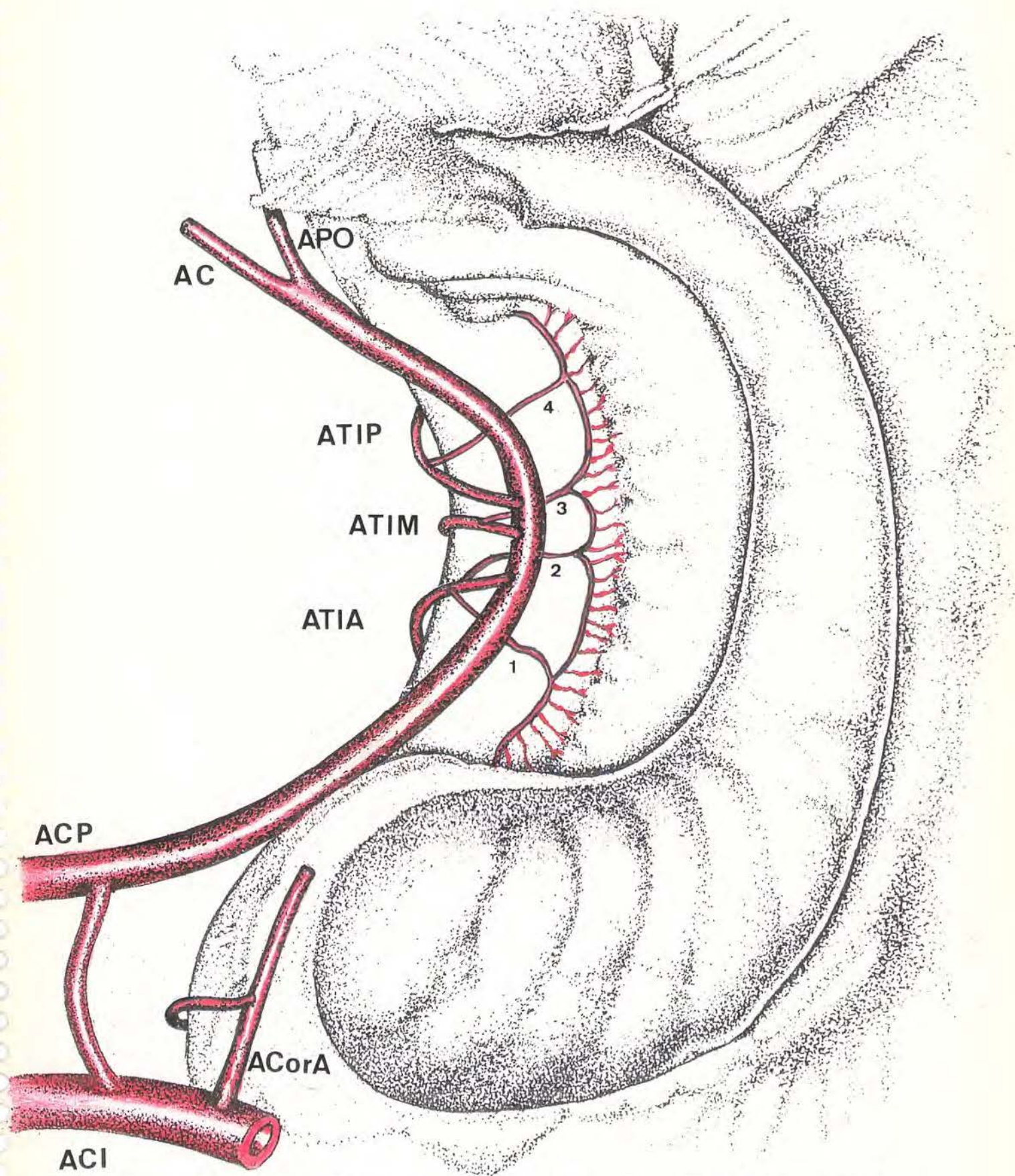


FIGURA 36: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo B. Esse grupo apresenta como local principal de origem das artérias hipocampais, os ramos temporais inferiores e do tronco principal da artéria cerebral posterior. AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ATIA=artéria temporal inferior anterior, ATIM=artéria temporal inferior média, ATIP=artéria temporal inferior posterior, ACorA=artéria coróideia anterior; 1, 2, 3 e 4= artérias hipocampais.



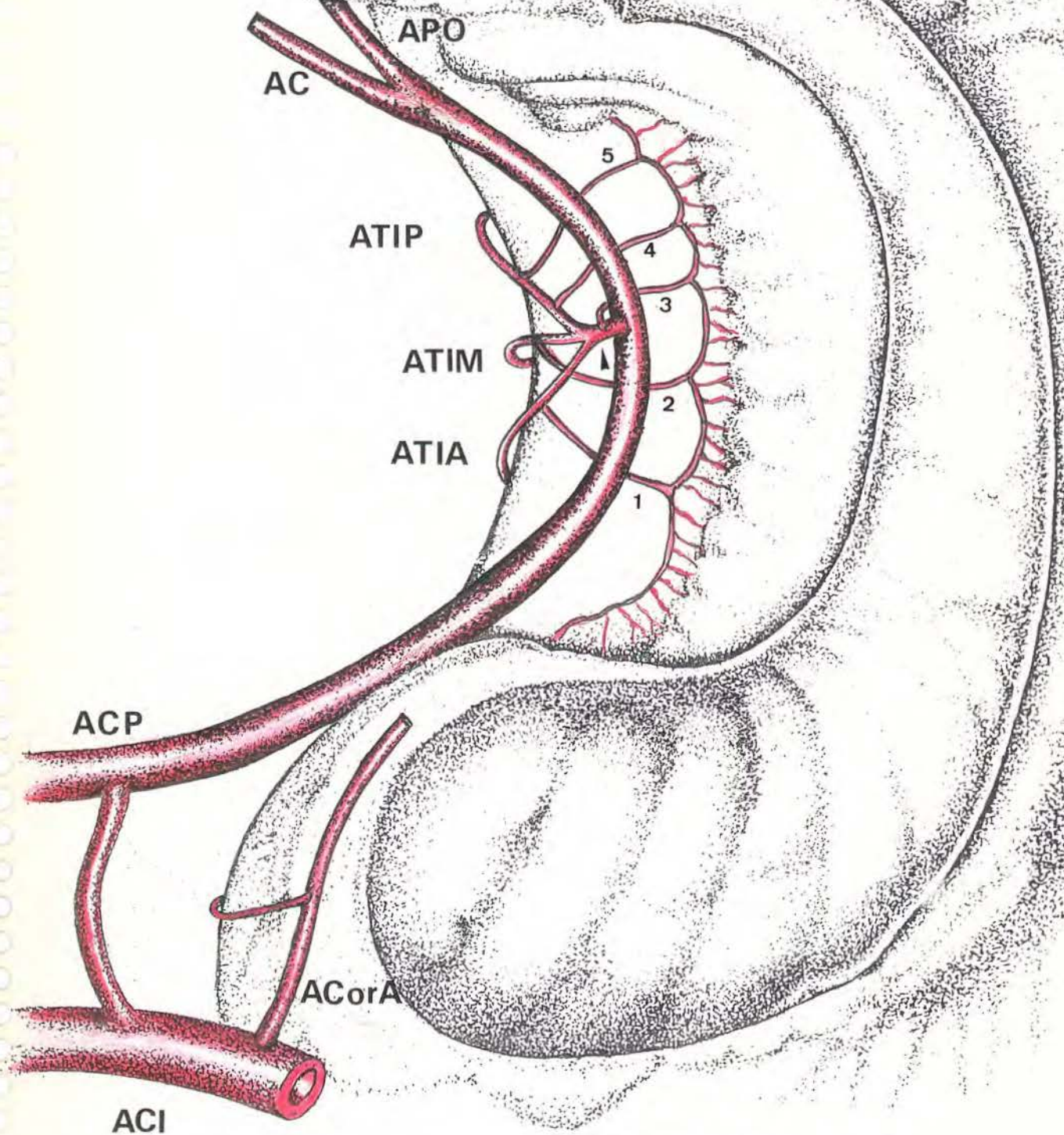


FIGURA 37: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo B. A diferença em relação à figura anterior é que as artérias temporais inferiores possuem origem em um tronco comum. Cabeça de seta identifica uma artéria temporal inferior comum, AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ATIA=artéria temporal inferior anterior, ATIM=artéria temporal inferior média, ATIP=artéria temporal inferior posterior, ACPorA=artéria coróidea anterior; 1, 2, 3, 4 e 5= artérias hipocâmpais.



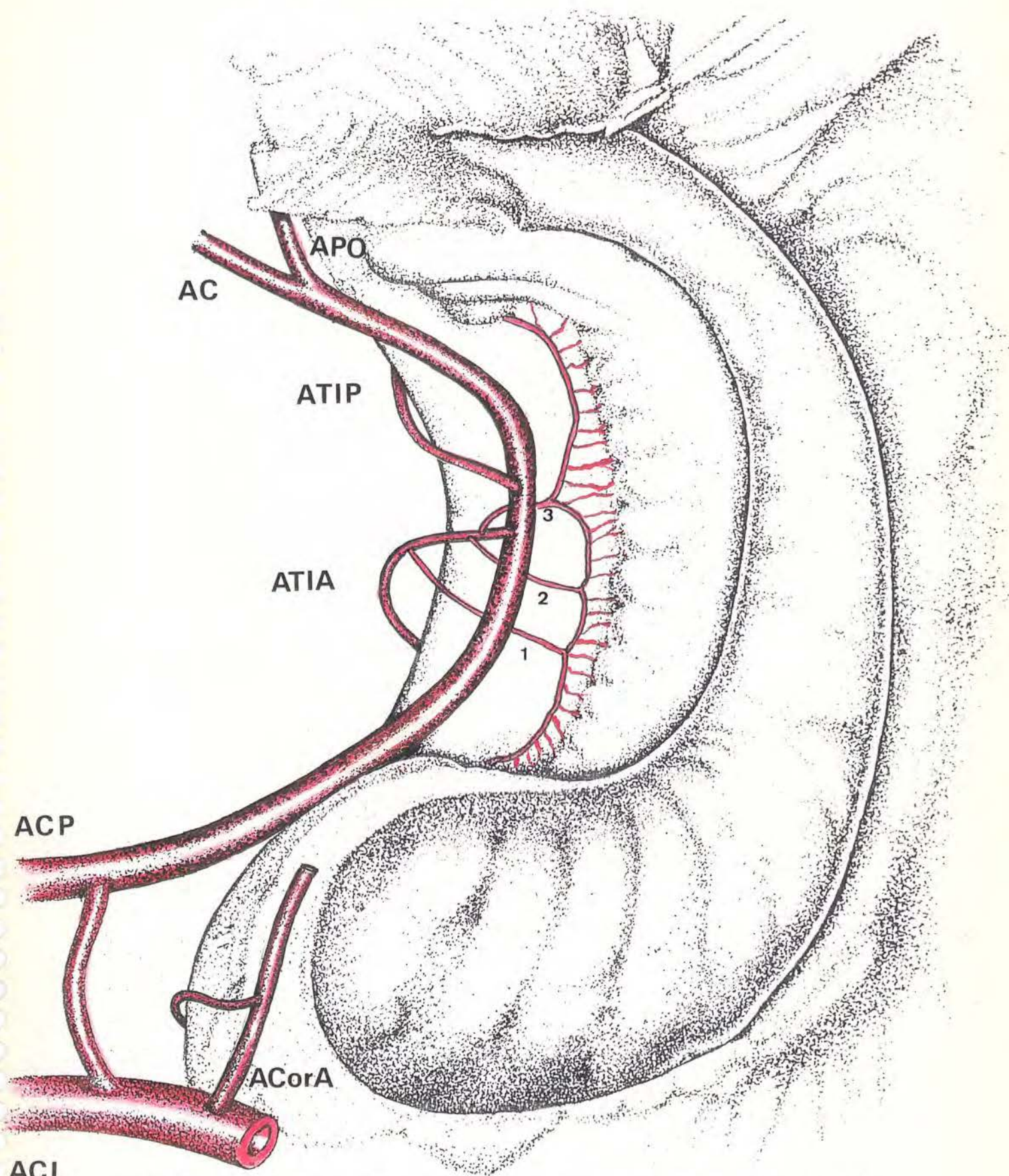


FIGURA 38: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo C. Nesse grupo a artéria temporal inferior anterior é o ramo principal que vasculariza o hipocampo. AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ATIA=artéria temporal inferior anterior, ATIP=artéria temporal inferior posterior, ACorA=artéria coróidea anterior; 1, 2 e 3 = artérias hipocampais.



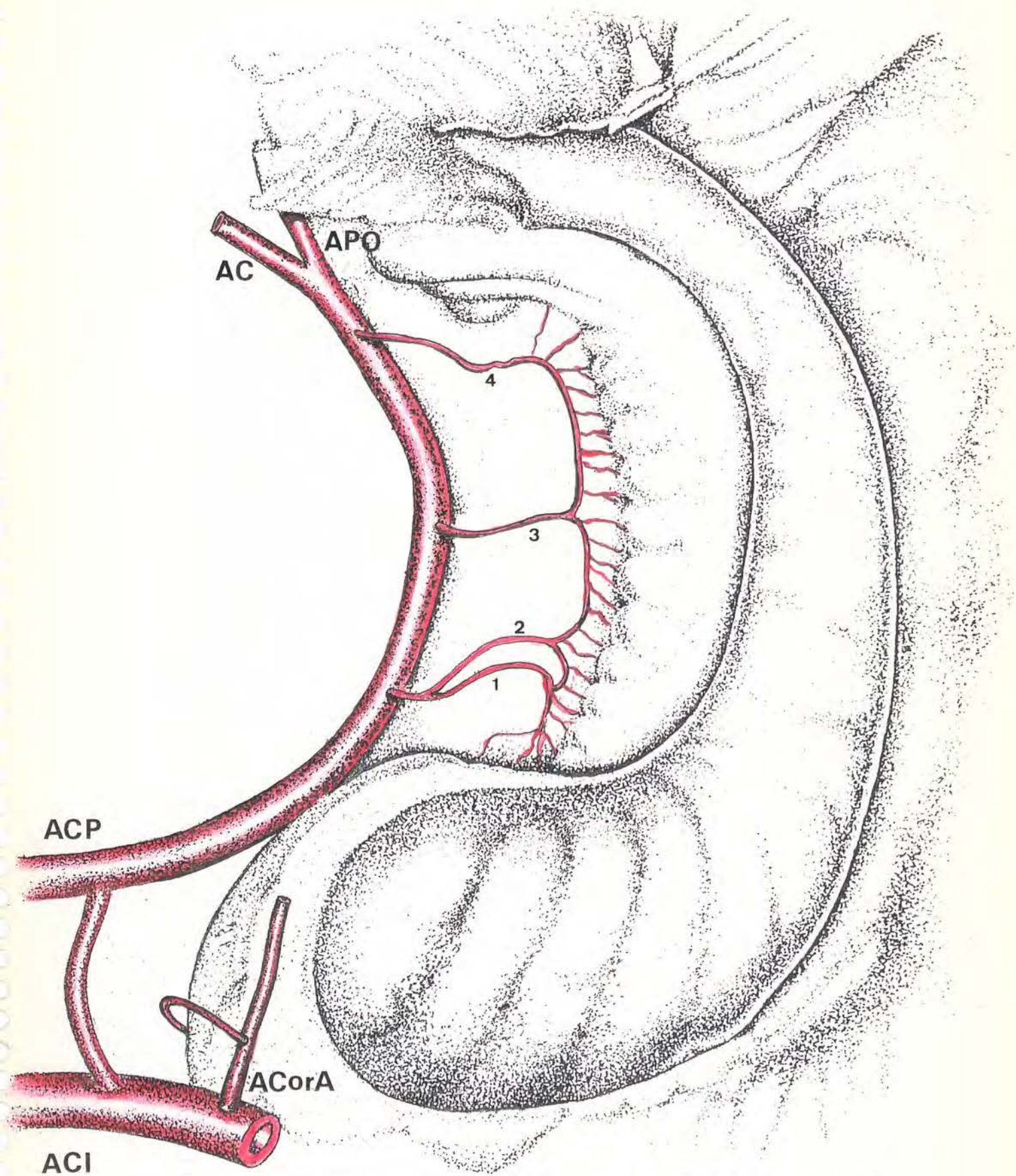


FIGURA 39: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo D. Nesse grupo o tronco principal da artéria cerebral posterior é o local de origem das artérias hipocampais que contribuem com o maior suprimento sanguíneo ao hipocampo. AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ACorA=artéria coróideia anterior, 1, 2, 3 e 4= artérias hipocampais.



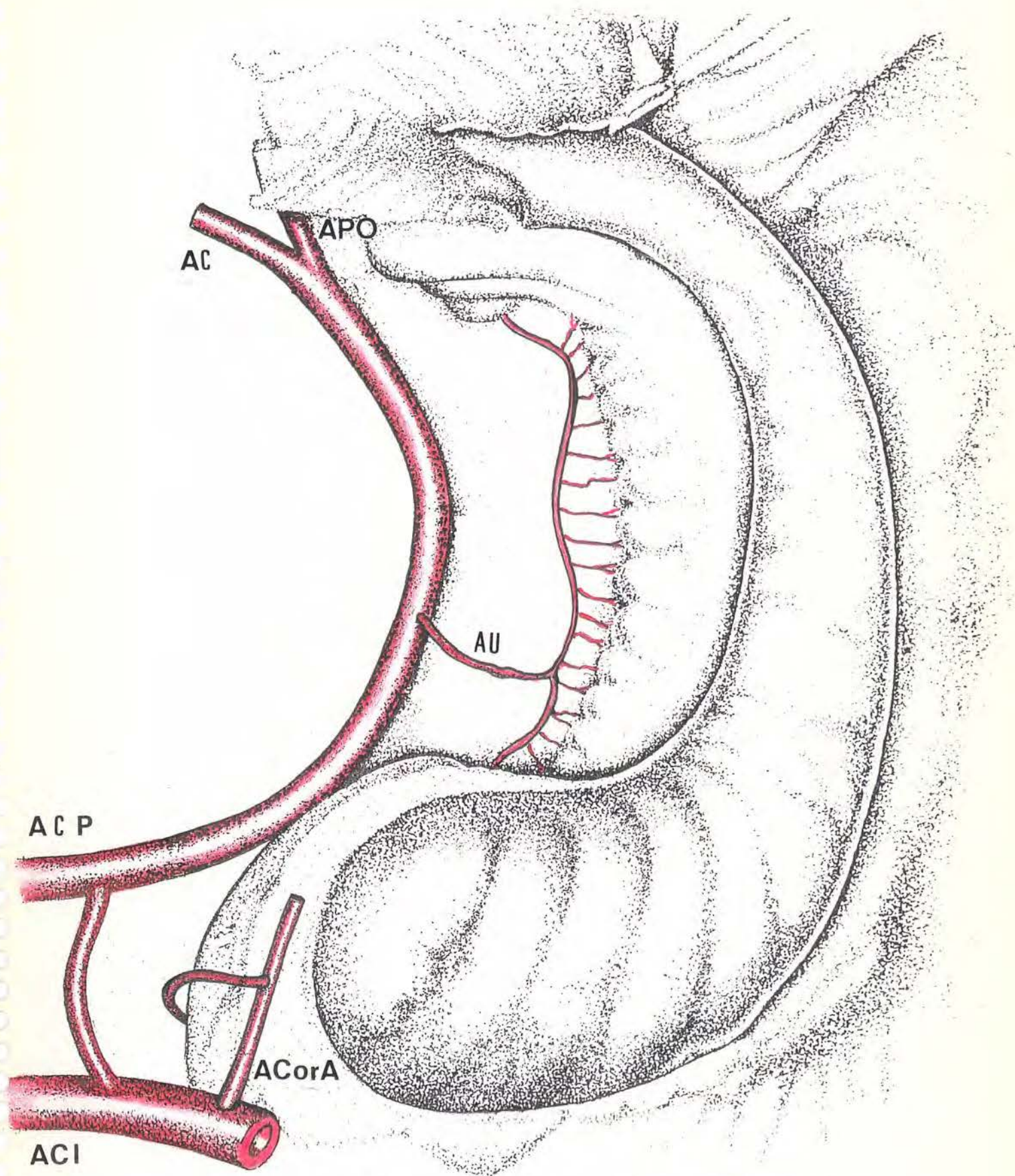


FIGURA 40: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo E. Nesse grupo o tronco principal da artéria cerebral posterior é o ponto de origem de um vaso que se dirige ao hipocampo onde irriga, praticamente sozinho, todo o hipocampo (artéria de Uchimura). AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ACorA=artéria coróidea anterior, AU=artéria de Uchimura.



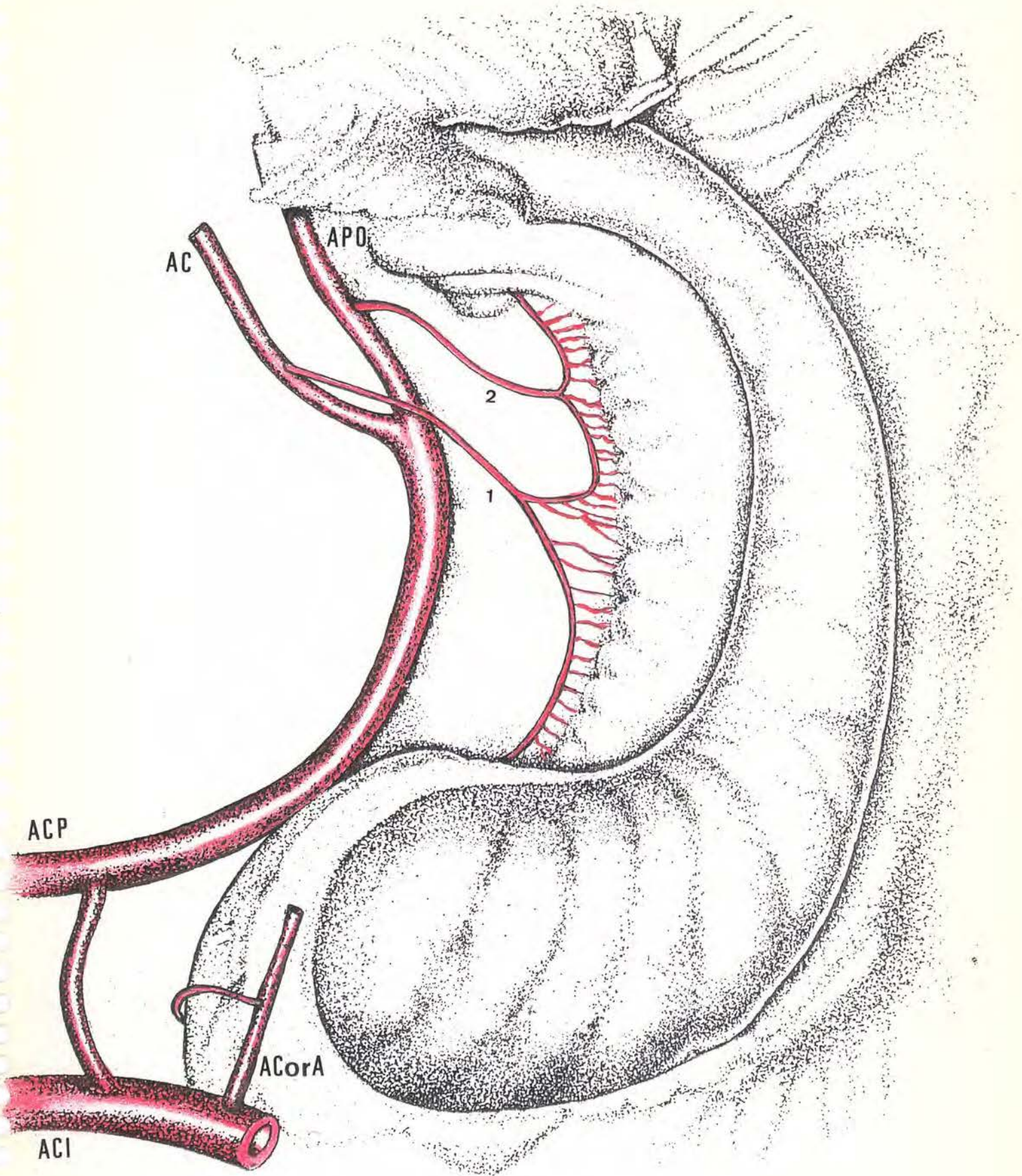


FIGURA 41: Esquema de uma vista intra e extraventricular do hipocampo com uma distribuição dos vasos segundo o grupo F. Nesse grupo os vasos hipocampais originam-se exclusivamente das artérias parieto-occipital, calcarina e esplenial. AC=artéria calcarina, ACI=artéria carótida interna, ACP=artéria cerebral posterior, APO=artéria parieto-occipital, ACorA=artéria coróideia anterior; 1 e 2= artérias hipocampais.

## Origem das Artérias Hipocampais

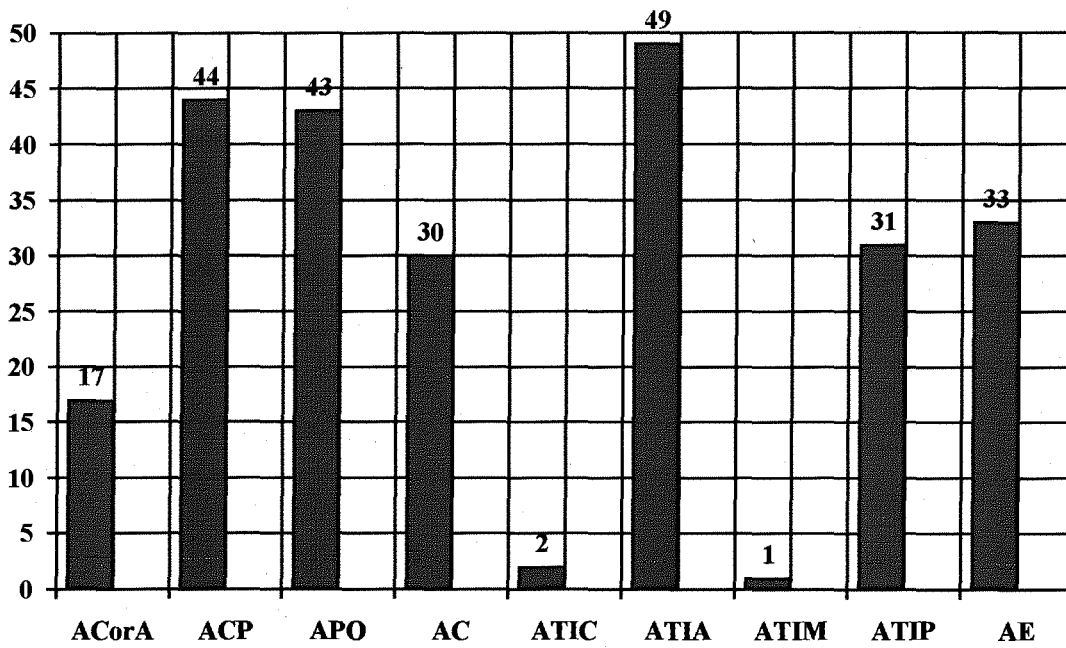
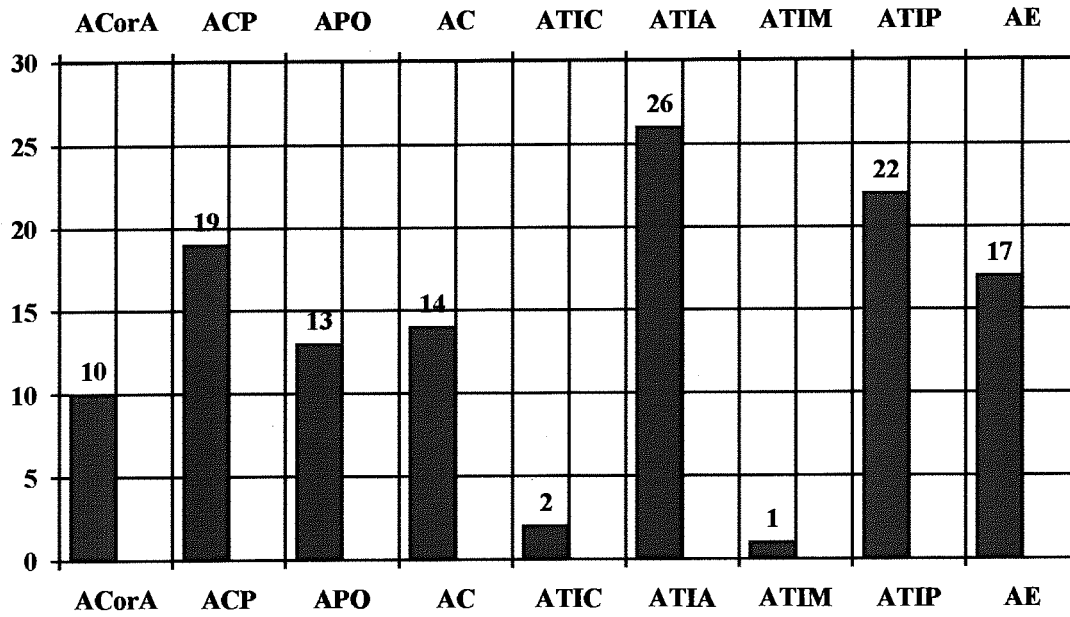


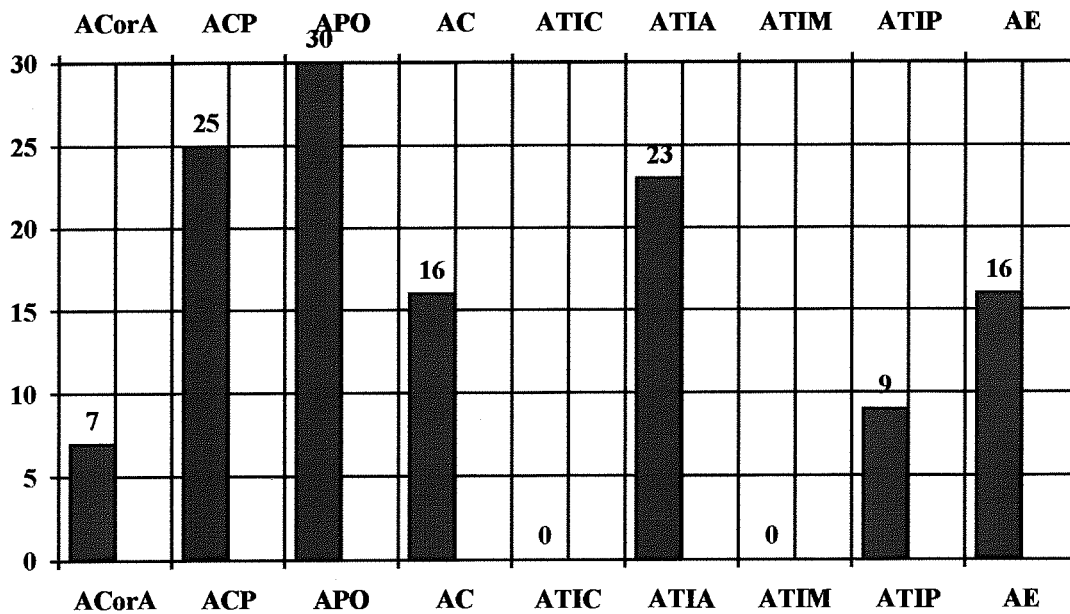
Figura: 42. ACorA=artéria coróideia anterior; ACP=artéria cerebral posterior; APO=artéria parieto-occipital; AC=artéria calcarina; ATIC=artéria temporal inferior comum; ATIA=artéria temporal inferior anterior; ATIM=artéria temporal inferior média; ATIP=artéria temporal inferior posterior; AE=artéria esplenial

**Origem das Artérias Hipocampais  
Hemisférios Esquerdos**



**Figura: 43**

**Origem das Artérias Hipocampais  
Hemisférios Direitos**



**Figura: 44**

---

DISCUSSÃO

---

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação da técnica empregada

Dentre os principais critérios adotados para garantir que o material anatómico (encéfalos) não apresentassem alterações morfológicas capazes de prejudicar o presente trabalho poderíamos destacar: o período de *post mortem* não ultrapassou 18 horas, a retirada das peças com a preservação da duramáter junto ao encéfalo, por pessoa especialmente treinada. Esses procedimentos simples asseguraram a integridade das estruturas corticais, meninges, tecido nervoso e vasos sanguíneos da face dorso-lateral e ventral dos hemisférios cerebrais.

Outro procedimento a destacar na preparação dos encéfalos é que para a perfusão deve ser utilizada, uma cânula com diâmetro próximo ao do vaso a ser canulado, evitando-se que ocorra extravasamento do material a ser injetado. Também deve ser realizada uma lavagem abundante com solução fisiológica dos vasos canulados, para garantir a retirada principalmente de sangue coagulado o que provocaria uma repleção incompleta dos vasos sanguíneos, especialmente os ramos profundos distais menos calibrosos. Estes dois procedimentos podem ser comprovados através das fotografias, onde se observa que não há extravasamento de material injetado e o tecido nervoso apresenta uma coloração bem clara. Isto evidencia uma lavagem correta da árvore vascular.

Durante o procedimento de repleção dos vasos sanguíneos foi utilizado um equipamento de controle de pressão do material a ser injetado. A importância da utilização de um mecanismo para o controle da pressão das injeções de materiais utilizados para repleção vascular em estudos anatómicos vem sendo destacada por diversos autores, tais como, Hanstede & Gerrits, (1982), Van Der Zwan, (1990), Hillen, (1990), Nakai et al., (1992). Destacamos que este procedimento permite uma repleção

vascular dentro de parâmetros mais fisiológicos, evitando o rompimento de vasos com extravasamento do material injetado.

Neste trabalho, as injeções vasculares foram realizadas com os encéfalos parcialmente submersos em uma bandeja contendo água. A peça era apoiada sobre seu vértice. Esse procedimento possibilitava que a área cortical em estudo (face ventral dos hemisférios cerebrais e regiões corticais que circundam o tronco encefálico) estivessem livres de pressões sobre os vasos sanguíneos o que poderia dificultar a injeção, diminuindo ou até mesmo interrompendo o fluxo.

A utilização de meios pigmentados para injeções vasculares em estudos anatômicos é conhecida desde os tempos mais remotos, sendo utilizada em larga escala (TOWER,1991). Dentre os meios de repleção vascular utilizados podemos listar: os metais líquidos: como mercúrio, não utilizado mais em decorrência de sua toxicidade; as resinas acrílicas: de Batson e mercox; as resinas vinílicas: Vinilite e Epoxi; borrachas silicones: microfil; látex/neoprene: látex comercial, látex segundo Frasca (1978) e vultex e gelatina adicionada de pigmentos.

A utilização de resinas acrílicas é relatada por diversos autores, dos quais, podemos destacar Batson (1955), Marrone (1985), Milisavljevic et al. (1988), Marinkovic (1992), Nakai et al. (1992), Koianagi et al. (1993). O uso dessas resinas está recomendado para estudos nos quais o manuseio dos vasos não seja prioritário, uma vez que, este produto após a sua polimerização, torna-se sólido. Apesar da alta viscosidade apresentada, este produto pode atingir vasos com diâmetros de 75 a 150  $\mu\text{m}$ , ele ainda apresenta uma alta resistência durante a remoção do tecido nervoso adjacente, sendo um produto indicado para a realização de corrosão/maceração. Devido à diminuta distorção e retração apresentada, também é indicado o seu uso quando se faz necessária a mensuração precisa dos diâmetros dos vasos. Outro item a salientar é o curto período



de tempo necessária à polimerização deste produto. Neste trabalho, 40 hemisférios cerebrais (68,96%) foram injetado com substância de Batson, com um tempo médio de polimerização em torno de 20 minutos. Nesse trabalho não foram verificados os diâmetros das artérias hipocampais, uma vez que, estes vasos estavam localizados ao nível da cisterna *ambiens* e da fissura transversa, comprimidos entre o giro parahipocampal (subículo) e as estruturas mesencefálicas. Tal contato dos vasos hipocampais com outras estruturas acarreta uma distorção nos diâmetros dos vasos injetados.

Já os produtos a base de Látex/Neoprene para injeções intravasculares também são relatados por vários autores, entre eles Batson (1939), Gillilan (1959), Muller & Shaw (1965), Frasca (1978), Goetzen & Sztamska (1992) e Erdem et al. (1993). A utilização desse material para repleção vascular de vasos sanguíneos, além de ser pouco dispendiosa propicia uma certa maleabilidade dos vasos, sendo os mesmo facilmente deslocados sem prejuízo desses. O látex também apresenta uma baixa viscosidade sendo ideal para vasos com diâmetros pequenos. Além da utilização do látex para estudos da morfologia em vasos, ele pode ser utilizado para a realização de cortes seriados ou até mesmo à clarificação dos cortes. As desvantagens apresentadas por esse produto são as seguintes: em decorrência de sua retração e distorção o mesmo não é indicado para medidas de calibres vasculares precisas, e por sua flexibilidade não é indicado para estudos que necessitem de corrosões. Em decorrência de sua baixa viscosidade, ele está sujeito a extravasamentos com mais facilidade. Em nosso trabalho, 14 hemisférios cerebrais (24,14%) foram injetados com látex comercial adicionado de pigmento PVA, nos quais, foi possível observar as características citadas anteriormente.

Outro produto para repleção vascular utilizado neste trabalho foi a gelatina pigmentada, que além de ser um produto com um custo bem reduzido é de fácil manuseio e estocagem (MILISAVLJEVIC et al. 1988; MARINKOVIC et al. 1992).

Esse produto é recomendado para ser utilizado em repleção de vasos sanguíneos superficiais que necessitem de pouco manuseio, uma vez que, a gelatina pigmentada não oferece resistência/suporte ao manuseio dos vasos sanguíneos, principalmente em baixas concentrações, abaixo de 5%. Podendo também ser utilizado para a realização de cortes seriados para estudos da angioarquitetura. Em nosso trabalho, 2 hemisférios cerebrais (3,45%) foram injetados com gelatina pigmentada e posteriormente foi realizados cortes seriados coronais para verificar o comportamento dos vasos de menor calibre ao nível do tecido nervoso.

A utilização de uma técnica de injeção seletiva das ACorA e ACP, permitiu uma clara visualização e diferenciação dos ramos desses dois vasos envolvidos com a vascularização do hipocampo. Principalmente, se levar em conta o fato desses vasos apresentarem anastomoses não somente ao nível do plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, mas também entre as artérias hipocampais originárias da ACorA e ACP e entre os ramos uncais da ACorA e os ramos hipocampais da ACP.

Após a etapa de injeção vascular, foi realizada a fixação do material através de uma solução contendo formol 25%. Não somente durante a fase de dissecação, mas também durante a de repleção, foram utilizados equipamentos de magnificação (microscópio cirúrgico) no sentido de aumentar a eficácia das etapas citadas acima e também de preservar as peças anatômicas estudadas (BAILEY, 1990).

## **5.2 Achados Vasculares**

Através do estudo da origem, frequência e distribuição das artérias hipocampais foi possível observar seis grupos básicos de vasos que vascularizam o hipocampo.

**Grupo A:** Irrigação mista com artérias hipocampais originárias das artérias coróidea anterior, cerebral posterior, temporal inferior anterior e esplênica. Foi o grupo mais



frequente, presente em 25 hemisférios cerebrais (46,30%): 13 HE (24,08%) e em 12 HD (22,22%). **Grupo B:** O local principal de origem das artérias hipocampais foi os ramos temporais (artérias temporal inferior comum, temporal inferior anterior, temporal inferior média e temporal inferior posterior) e o tronco principal da artéria cerebral posterior. Esteve presente em 11 hemisférios cerebrais (20,37%): 6 HE (11,11%) e em 5 HD (9,26%). **Grupo C:** A artéria temporal inferior anterior foi o ramo principal que vascularizava o hipocampo, sendo encontrado em 8 hemisférios cerebrais (14,82%): 3 HE (5,56%) e em 5 HD (9,26%). **Grupo D:** Apresentou o tronco principal da artéria cerebral posterior como sendo o local de origem das artérias hipocampais, sendo encontrado em 7 hemisférios cerebrais (12,97%): 4 HE (7,41%) e em 3 HD (5,56%). **Grupo E:** O tronco principal da artéria cerebral posterior era o ponto de origem de um vaso que se dirigia ao hipocampo, e irrigava praticamente sozinho toda essa estrutura (artéria de Uchimura), sendo encontrado em 2 hemisférios direitos (3,70%). **Grupo F:** Os vasos hipocampais originavam-se exclusivamente das artérias parieto-occipital, calcarina e esplenial, e foi observado em apenas 1 hemisfério esquerdo (1,85%) (Figura 41).

Erdem et al. (1993), estudando 30 hemisférios cerebrais, encontraram 5 grupos básicos de vasos. Os quatro primeiros grupos visualizados por esses autores, também foram observados nesse trabalho, e apresentavam os seguintes percentuais: O primeiro grupo apresentava uma origem mista para as artérias hipocampais a partir das artérias ACoRA, ACP, temporais inferiores e esplenial. Esteve presente em 17 casos (57%) e corresponde ao **Grupo A** de nosso trabalho, no segundo grupo, as artérias hipocampais originavam-se dos ramos temporais inferiores e da artéria cerebral posterior. Esteve presente em 8 casos (27%) e corresponde ao nosso **Grupo B**. No terceiro grupo estudado por esses autores as artérias hipocampais eram originárias da ATIA e do tronco

principal da artéria cerebral posterior, estando presente em 3 casos (10%). Em nosso trabalho foi encontrado um grupo similar, que apresentava como local de origem para as artérias hipocampais a ATIA. No quarto grupo citado, o principal vaso que vascularizava o hipocampo era um ramo único que se originava do tronco principal da ACP (artéria de Uchimura). Em nossos resultados esteve presente em 1 hemisfério (3%), correspondendo ao **Grupo D**. O quinto grupo, na qual a ACorA seria o vaso mais importante na vascularização do hipocampo foi verificado em 1 caso (3%), não sendo observado em nosso trabalho. Devemos destacar que em nosso trabalho encontramos um **Grupo F**, no qual, os vasos hipocampais eram originários das artérias AC, APO e AE. Estes resultados não foram descritos na bibliografia consultada.

Nos 54 hemisférios estudados, constatou-se um total de 250 artérias hipocampais suprindo o hipocampo, com uma média de 4,63 artérias hipocampais, moda de 5 artérias hipocampais, com um mínimo de 2 e um máximo de 10 vasos por hemisfério. Nos 27 hemisférios esquerdos foram encontrados 124 artérias hipocampais com média de 4,59 artérias hipocampais, moda de 4 artérias hipocampais, com um mínimo de 3 até 7 artérias hipocampais por hemisfério. Nos 27 hemisférios direitos, foi detectado a presença de 126 artérias hipocampais com média de 4,67 artérias hipocampais, moda de 5 artérias hipocampais, com um mínimo de 2 e máximo de 10 artérias hipocampais por hemisfério. A diferença média de artérias hipocampais observadas entre os hemisférios esquerdos e os direitos foi de 1,48 artérias e com um mínimo de 0 e um máximo de 7 artérias hipocampais. Muller & Shaw (1965), verificaram em 15 cérebros a presença de no mínimo de 1 e no máximo de 4 artérias hipocampais. Goetzen & Sztamska (1992) em um estudo comparativo, mostraram de 2 a 5 artérias hipocampais por hemisfério. Marinkovic et al. (1992) verificaram em 25 hemisférios de 2 a 7 artérias hipocampais por hemisfério. Erdem et al. (1993) em 30 hemisférios cerebrais encontraram um total de

140 artérias hipocampais com uma média de 4,7 artérias, sendo a variação de 3 a 7 vasos.

Das 250 AH encontradas nesse estudo, 81 artérias hipocampais (32,4%) originaram-se através de um tronco e não diretamente das arteriais principais, tais como, as artérias cerebral posterior, parieto-occipital e calcarina, etc. Estes troncos são: tronco unco-hipocampal quando esse supre o uncus e a cabeça do hipocampo, e tronco parahipocampo-hipocampal, quando nutre o giro parahipocampal, corpo e cauda do hipocampo. Nos 54 hemisfério estudos nesse trabalho foram encontrados 36 troncos, sendo 18 unco-hipocampais, 3 destes (16,67%) originários da artéria coróideia anterior, 8 troncos (44,44%) do segmento P2 da artéria cerebral posterior, 1 (5,56%) da artéria parieto-occipital, 7 outros (38,89%) da artéria temporal inferior anterior. Foram também encontrados 18 troncos parahipocampo-hipocampais, 1 (5,56%) originário da artéria temporal inferior comum, 11 (61,11%) da artéria temporal inferior anterior e 6 (33,33%) da artéria temporal inferior posterior. Erdem et al. (1993), estudando 30 hemisférios cerebrais, observaram 24 troncos, sendo 17 troncos unco-hipocampais, que se originavam da ATIA em 7 casos, da ACorA em 5, do segmento P2 da ACP em 4 e a ATIM em 1 caso. Sete troncos parahipocampo-hipocampal foram descritos, da ATIA originavam-se 3 troncos, da ATIP 2 troncos, e outros 2 troncos do segmento P2 da ACP.

As artérias que vascularizam o hipocampo estão localizados na porção extraventricular, não sendo visualizadas na cavidade ventricular. Na face dorsal do giro para-hipocampal (subículo), as artérias hipocampais assumem uma posição paralela ao hipocampo, onde emitem vasos retilíneos que atingem perpendicularmente o mesmo. Esses vasos retilíneos, independentes de sua origem, penetram no hipocampo ao nível do giro denteado. Estes vasos hipocampais em sua grande maioria percorrem a cisterna

*ambiens* e a fissura transversa, alcançando o hipocampo (cabeça, corpo e cauda), pelos sulcos do hipocampo e fimbriodenteado. Apresentam um trajeto retilíneo, radial, sendo observados em 43 hemisférios (79,63%): 22 HE (40,74%) e 21 HD (38,89%). Essa descrição só pôde ser feita de maneira completa, após a retirada da fimbria. Segundo Marinkovic et al. (1992) e Erdem et al. (1993), a maioria dos vasos retilíneos são ramos colaterais das AH. Esses vasos penetram em parte pela margem denticulada, na área entre o sulco hipocampal e o sulco fimbriodenteado. Alguns destes vasos penetram no subículo e outros correm em torno da fimbria e do hipocampo.

### **Artéria Coróidea Anterior (ACorA)**

#### **Origem**

Em nosso estudo esse vaso originou-se sempre da parede posterior da artéria carótida interna. Abbie (1933), Cooper (1954), Herman et al. (1966), Krayenbühl & Yasargil (1968), Rhoton et al. (1979) relataram locais de origem diferentes para ACorA, tais como, a AComP, a ACM, ou a junção desta última com a ACA. Com relação a origem da ACorA como sendo da ACM, Hussein et al. (1988), pensam que este dado provém de uma falsa interpretação e seria na realidade, a artéria uncal que se originaria do segmento M1 da ACM. Carpenter et al. (1954), estudando 200 hemisférios cerebrais, encontraram em 6,7% dos casos, a ACP, como local de origem da ACorA. Otomo (1965), em 770 hemisférios cerebrais analisados, encontrou em 0,4% dos casos a ACorA, originando-se da ACP. Também Milisavljevic et al. (1988), em 54 hemisférios, encontraram em apenas 1 caso uma ACorA, originando-se do segmento distal da ACP.

## Trajeto Cisternal

Após sua origem ao nível da cisterna carotídea, ventralmente e lateralmente ao tracto óptico, a ACorA segue inicialmente um trajeto pósteromedial, cruzando o tracto óptico e correndo pela borda medial desse. Na cisterna crural, alcança a margem lateral do pedúnculo cerebral, e antes de atingir a fissura coróidea, ela cruza novamente o tracto óptico, agora da região medial para a lateral, penetrando por essa fissura, alcança o plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral (COOPER 1954; OTOMO, 1965; FIJII, 1980; FERREIRA & BRAGA 1980).

Em nosso trabalho, encontrou-se em apenas 1 caso, uma ACorA que apresentava um trajeto e comportamento não usual. Este vaso estendia-se pela fissura transversa, dorsal ao giro para-hipocampal (presubículo), atingindo a região cortical localizada posterior ao esplênio do corpo caloso. Em seu trajeto, a ACorA emitia uma única artéria hipocampal que vascularizava o corpo e a cauda do hipocampo.

### Estruturas Vascularizadas pela ACorA em seu Trajeto Cisternal

Em seu trajeto cisternal a ACorA emite ramos para as seguintes estruturas : substância perfurada anterior, tracto óptico, globo pálido, joelho e braço posterior da cápsula interna, radiação óptica, córtex piriforme, uncus, núcleo amigdalóide, porção anterior do hipocampo, fásia denteada, cauda do núcleo caudado, substância nigra, núcleo rubro, subtálamo, tálamo e corpo geniculado lateral (ABBIE, 1933; HERMANN et al., 1966; KRAYENBÜL & YASARGIL, 1968; FURLANI, 1973; RHOTON et al., 1979; FUJII et al., 1980; HUSSEIN et al., 1988; FERREIRA & BRAGA, 1990).

Como em nosso trabalho foram estudados apenas estruturas do lobo temporal, não foi abordada a vascularização das outras duas localizadas fora desta região. Assim, e de acordo com os autores acima citados, foi possível verificar que a ACorA em seu trajeto cisternal passava sobre os giros *ambiens*, *semilunar* e *uncinato*, emitindo ramos

para a face medial do uncus. Esses ramos penetravam pelo sulco uncal atingindo a face ventral do mesmo. Em nosso trabalho a ACorA esteve presente em 54 hemisférios (100%) emitindo ramos para o hipocampo em 16 hemisférios (29,63%).

A contribuição da ACorA na vascularização do hipocampo pode ser evidenciada de duas maneiras: **a)** através das AH originárias da ACorA, num total de 17 vasos (6,80%), das quais 10 AHs (4%) ao nível dos HE e 7 AHs (2,80%) nos HD. **b)** pela presença de um território vascular no parênquima da cabeça do hipocampo com material previamente injetado através da artéria coróideia anterior, evidenciado somente através de dissecções ou cortes seriados. Verificou-se esta situação em 28 hemisférios cerebrais (51,85%). Goetzen & Sztamska, 1992, estudando 60 hemisférios cerebrais injetados com látex, constataram que em 11% dos casos a ACorA vascularizava o hipocampo. Marinkovic et al. (1992), estudando 25 hemisférios cerebrais injetados com gelatina e resina acrílica, verificaram em 58,8% dos casos que a ACorA vascularizava a cabeça do hipocampo. Já Erdem et al. (1993) encontraram em 23 hemisférios cerebrais (76,6%) a presença de pelo menos uma artéria hipocampal originando-se da ACorA, sendo responsável por um total de 24 AH (17,1%), que penetravam pelo sulco uncal e vascularizavam preferencialmente a cabeça e corpo do hipocampo. Goetzen & Sztamska (1992) referem que as AHs originárias da AcorA apresentam uma estrutura similar às AHs da ACP, e correm no sulco hipocampal na região do uncus. Em nosso trabalho, não foi evidenciada nenhuma diferença quanto a diâmetros ou extensão entre as artérias hipocampais originárias da ACorA e ACP porém, as AHs originárias da ACorA vascularizavam preferencialmente a cabeça do hipocampo.

#### Estruturas Vascularizadas pela ACorA no seu Trajeto Plexal

Nos 54 hemisférios (100%) cerebrais estudados a ACorA emitia ramos para vascularizar o plexo coróideo. Segundo Abbie, (1933); Furlani, (1973); Rhoton et al.,

(1979) e Ferreira & Braga, (1990), os ramos da porção plexal da ACorA vascularizam principalmente o plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral. Mas, Erdem et al. (1993) constataram que em 16% de 30 hemisférios cerebrais examinados, o segmento coróide (plexal) passava através da fissura coróide como um tronco único e dividia-se em um ramo plexal lateral e perfurante medial dentro do plexo coróide. Essa variação teria significado cirúrgico, pois, segundo esse autor o conceito de que não existem ramos da ACorA para o tecido nervoso, após a sua entrada no plexo coróide, estaria equivocado. Este achado é importante, uma vez que durante procedimentos cirúrgicos ou endovasculares poderiam ser lesados ramos da ACorA ao nível do plexo coróide.

### **Artéria Cerebral Posterior (ACP)**

#### **Origem**

Em nosso estudo foi possível observar que a ACP originava-se em 52 hemisférios cerebrais (96,30%) da artéria basilar, mais precisamente da região denominada de bifurcação ou topo da basilar. Em 2 casos (3,70%) a ACP era originária da ACI (configuração fetal). Saeki & Rhoton, 1977, analisando 50 polígonos de Willis, acharam em 22% de casos uma ACP que apresentava configuração fetal. Zeal & Rhoton, (1978), estudando 25 polígonos de Willis, encontraram em 40% dos casos uma configuração fetal para a ACP. Milisavljevic et al. (1988), estudando 74 hemisférios, observaram que a ACP originava-se da artéria basilar em 65,7% dos casos, em 14,3% da ACI (configuração fetal) e em 20% ocorria através de dois vasos, um partia da artéria basilar e outro da ACI. Erdem et al. (1993), em 30 hemisférios, identificaram em 86% dos casos a origem da ACP ao nível da bifurcação da artéria basilar e em 14% uma configuração fetal.

## Trajetos da ACP

O trajeto da ACP apresenta duas porções: na primeira, basal, peduncular ou mesencefálica, a artéria contorna o mesencéfalo passando sobre o nervo oculomotor, na face anterior. Depois se estende para a face lateral do pedúnculo cerebral, onde emite seus ramos colaterais centrais, também denominados de meso-diencefálicos. A segunda porção, também denominada de hemisférica, inicia-se ao nível do tecto do mesencéfalo. Na altura dos corpos geniculados laterais, ela alcança a face interna do lobo temporal, margeando a borda interna do hemisfério cerebral e termina na face interna do lobo occipital, onde emite seus ramos corticais terminais, temporais e occipitais, (LAZORTHES et al., 1976). Em nosso trabalho, após a origem da ACP, o que ocorreu na grande maioria das vezes na AB, essa apresentou um trajeto de acordo com o descrito na literatura. A ACP curvava-se ao redor do mesencéfalo e atingia a cisterna *ambiens* (peduncular e quadrigeminal), trafegando ao nível da fissura transversa dorsalmente ao giro parahipocampal, mais precisamente sobre o presubículo até atingir as regiões posteriores do hemisfério cerebral. As variações anatômicas ficaram por conta dos segmentos da ACP dos quais emergiam seus ramos corticais.

## Segmentos

A ACP pode ser subdividida segundo vários critérios. Em nosso trabalho adotamos a divisão que identifica a ACP em segmentos que vão de P1 a P3. O segmento P1 é a parte da ACP entre sua origem na AB e a artéria comunicante posterior. P2 é o setor localizado entre a AComP e a margem posterior do pedúnculo cerebral. O segmento P3 é posterior ao pulvinar, terminando no limite anterior do sulco calcarino (SAEKI & RHOTON, 1977; ERDEM et al., 1993).



Ramificações:

Segundo Lazorthes et al. (1976), Zeal & Rhoton (1978), os ramos da ACP apresentam-se divididos da seguinte maneira: I ramos centrais, II ramos ventriculares e do plexo coróide, III ramos cerebrais (corticais). Em nosso trabalho, dirigimos o foco de atenção para os ramos corticais, os ramos ventriculares e do plexo coróide, pois esses estão envolvidos na vascularização do hipocampo.

Os ramos ventriculares e do plexo coróide

Entre esses ramos podemos citar as artérias coróideas póstero-lateral e póstero-medial, as quais irrigam a tela coróidea superior, plexos coróideos do ventrículo lateral e do III ventrículo, tálamo e parte interna do núcleo caudado.

Os ramos corticais

Incluem, as artérias hipocampais, ATIA, ATIM, ATIP, APO, AC e AE. Esses vasos vão suprir a face occipital externa, a face ventral dos hemisférios cerebrais, sendo responsáveis pela vascularização dos giros temporal inferior, occipito-temporal lateral, occipito-temporal medial e para-hipocampal. Na face medial vascularizam o uncus, hipocampo e superfície superior do giro parahipocampal, e a região posterior dos lobos parietal e occipital, incluindo o pré-cúneos e cúneos.

### **Artérias Hipocampais (AH)**

Esteve presente em todos os casos estudados. Este vaso é um dos primeiros ramos da ACP em seus segmentos P2 e P3. Constatou-se que em 26 hemisférios (48,15%) as AH originavam-se diretamente do tronco principal da ACP. Esse tronco foi responsável por 44 AH (17,6%), sendo que 19 AH (7,6%) em hemisférios esquerdos e 25 AH em direitos. Zeal & Rhoton (1978), em 50 hemisférios encontraram as AH presentes em todos eles, e em 32 casos (64%) originavam-se do tronco principal da ACP. Erdem et al. (1993), em 30 hemisférios observaram que as AH originavam-se do

tronco principal da ACP em 17 casos (56,6%), sendo esse tronco responsável por apenas 20,7% do total de AH.

#### **Artéria Temporal Inferior Comum (ATIC)**

Esteve presente em 12 hemisférios cerebrais (22,22%), emitindo ramos para o hipocampo em 2 hemisférios esquerdos (3,70%), sendo responsável por duas AH (0,80%). Zeal & Rhoton (1978) encontraram esse vaso presente em 8 casos (16%). Erdem et al. (1993) descreveram a ATIC emitindo ramos para o hipocampo em 3 casos 10% nos quais era responsável por 3 AH (2,1%).

#### **Artéria Temporal Inferior Anterior (ATIA)**

Apresentou-se em 50 hemisférios (92,59%) e emite vasos para o hipocampo em 31 deles (57,41%). Em 40 casos ((74,07%) originava-se do tronco principal da ACP, sendo responsável por 49 AH (19,6%), das quais 26 AH (10,40%) localizadas em hemisférios esquerdos e 23 AH (9,2%) em direitos. Zeal & Rhoton (1978) encontraram esse vaso presente em 42 casos (84%), e em 64% originava-se do tronco da ACP. Erdem et al. (1993) descreveram essa artéria, emitindo vasos pra o hipocampo em 19 hemisférios estudados (63,3%), sendo a mesma responsável por 31 AH (22,1%),

#### **Artéria Temporal Inferior Média (ATIM)**

Encontrada em 9 hemisférios (16,67%), dos quais apenas em 1 hemisfério esquerdo (1,85%) emitia 1 AH (0,4%) para vascularizar o hipocampo. Laine (1968) descreve esse vaso como raro. Kraysenbühl & Yasargil (1968) identificaram esse vaso como inconstante. Zeal & Rhoton (1978) encontraram a ATIM presente em 19 casos (38%). Erdem et al. (1993) identificaram que a ATIM emitia ramos para o hipocampo em 9 hemisférios (30%) onde ele foi responsável por 10 AH (7,1%).

### **Artéria Temporal Inferior Posterior (ATIP)**

Foi verificada em 46 hemisférios (85,19%), emitindo ramos para o hipocampo em 17 deles (31,48%). Originou um total de 31 vasos (12,4%) para vascularizar o hipocampo, das quais 22 AH (8,8%) localizadas em hemisférios esquerdos e 9 AH (3,6%) em hemisférios direitos. Para Zeal & Rhoton (1978), a artéria esteve presente em 48 casos (96%). Erdem et al. (1993) encontraram este vaso, participando da vascularização do hipocampo em 13 casos (43,3%) onde emitia 18 AH (12,9%).

### **Artéria Parieto-Occipital (APO)**

Esse vaso origina-se da artéria cerebral posterior, principalmente ao nível dos segmentos P2 e P3, sendo encontrado em 52 hemisférios (96,3%), emitindo ramos para o hipocampo em 26 casos (48,15%). A artéria parieto-occipital foi responsável pela origem de 43 AH (17,20%), sendo 13 AH (5,20%) localizadas em hemisférios esquerdos e 30 AH (12%) em hemisférios direitos. Esse vaso esteve presente em 48 dos casos (96%) estudados por Zeal & Rhoton (1978). Erdem et al. (1993) encontraram esta artéria relacionada com a vascularização do hipocampo em apenas 8 casos (26,6%) nos quais ela originava 8 AH (5,7%).

### **Artéria Calcarina (AC)**

Esse vaso também é ramo da artéria cerebral posterior, estando situado medial e ventralmente em relação à artéria parieto-occipital. Esteve presente em 52 hemisférios (96,3%), sendo que em 17 deles (31,48%) emitia 30 vasos (12%) para vascularizar o hipocampo distribuídos da seguinte maneira: 14 AH (5,60%) localizados em hemisférios esquerdos e 16 AH (6,40%) em hemisférios direitos. Zeal & Rhoton (1978), descrevem esse ramo terminal da ACP em todos os 50 casos estudados. Erdem et al. (1993)

observaram apenas 1 (3,3%) artéria calcarina envolvida com a vascularização do hipocampo onde a mesma originava somente uma artéria hipocampal (5,7%).

### **Artéria Esplénica (AE)**

Esse vaso foi encontrado em 35 hemisférios (64,81%) e emitia vasos para vascularizar o hipocampo em 29 casos (53,7%). Originava-se do tronco principal da ACP, 1 caso (1,85%), ou de seus ramos calcarino e parieto-occipital. Encontrou-se um total de 33 AH (13,20%) originando-se da AE, 17 AH (6,80%) em hemisférios esquerdos e 16 AH (6,40%) em direitos. Em 28 hemisférios (51,85%) as AH originavam-se do segmento P3 e em 1 hemisfério (1,85%) do segmento P2. A artéria esplénica, geralmente, descreve uma curvatura acentuada, em forma de alça, no sentido anterior, da qual emergem os vasos hipocampais. Zeal & Rhoton (1978) encontraram este vaso presente em 31 hemisférios (62%). Erdem et al. (1993) descreveram esta artéria emitindo vasos para o hipocampo em 63,3% dos casos estudados, sendo a mesma responsável por 31 AH (22,1%), e em 36,6% dos casos ela realizava uma curvatura na porção extraventricular do hipocampo, onde os vasos hipocampais originavam-se.

### **Anastomoses e Arcadas Vasculares**

Em nossa amostragem encontramos 23 HC (42,59%) que apresentavam anastomoses entre a ACorA, ou seus ramos, e as artérias ACP, APO e AC, ou ramos dessas. Essas anastomoses ocorreram da seguinte maneira: em 18 HC (33,34%), sendo 9 em hemisférios direitos (16,67%) e 9 em hemisférios esquerdos (16,67%). Essas anastomoses foram verificadas entre os ramos unciais da ACorA e os ramos (artérias hipocampais) dos outros vasos citados. Já em 5 HC (9,25%) as anastomoses ocorreram entre os ramos (artérias hipocampais) provenientes da ACorA e os ramos (artérias hipocampais) dos outros vasos sendo 3 em hemisférios esquerdos (5,55%) e 2 em hemisférios direitos (3,70%). Em vários episódios as anastomoses ocorreram na forma

de arcos. Milisavljevic et al. (1986), examinando 40 cérebros humanos, encontraram anastomoses entre as AH em 16 casos (22,8%), essas ocorreriam preferencialmente em forma de arcos. Ainda, nesse trabalho foi observado que anastomoses ocorreram entre a AE (ACP) e a artéria pericalosa ramo da ACA em 75,7% dos casos, localizadas ao nível do esplênio do corpo caloso. Goetzen & Sztamska (1992), estudando 60 hemisférios cerebrais injetados com látex, observaram em 28% dos casos anastomoses na região do uncus, entre ramos da ACorA e ramos da ACP. Tais anastomoses constituiriam uma possível circulação colateral. Marinkovic et al. (1992), em 25 hemisférios cerebrais, injetados com gelatina corada com nanquim e resina acrílica, constataram que em 52,9% dos casos as anastomoses entre a ACorA, principalmente seus ramos unciais, e as artérias hipocampais. Erdem et al. (1993) identificaram o sulco uncal como um local importante para anastomoses entre os ramos da ACorA e ACP sem, contudo, apontar dados estatísticos.

Em nosso trabalho foi possível constatar a presença, em 26 hemisférios cerebrais (48,15%) de anastomoses, ao nível do plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral, entre a ACorA ou seus ramos e as artérias coróideas posteriores que são ramos da ACP. Abbie (1933) detectou anastomoses no plexo coróide entre a ACorA e ramos da ACP. Rhoton et al. (1979), também em um estudo de 50 hemisférios, encontraram anastomoses entre a ACP e a AcorA em 44% dos casos estas anastomoses eram localizadas no plexo, com as artérias coróideas posteriores, ramos da ACP. Além das anastomoses envolvendo a ACorA e ACP ao nível do plexo ou ao nível do hipocampo, é possível localizar anastomoses entre os ramos da ACorA e os ramos da ACP na superfície do corpo geniculado lateral.

## **Plexo Coróide do Corno Inferior do Ventrículo Lateral**

Em todos os hemisférios estudados demonstrou-se contribuição da ACorA, através de um vaso calibroso, para a vascularização do plexo coróide. Além da ACorA, outros vasos que nutrem o hipocampo, também participavam da vascularização deste plexo através de artérias coróideas posteriores (ACorPL e ACorPM). São eles: a ACP emitindo 35 ramos que se originam no segmento P2, a AC com 4 ramos, a APO com 29 ramos e, finalmente, a AE com 1 ramo. A vascularização do plexo coróide através da ACorA, da ACorPL e da ACorPM foi descrita por vários autores, tais como, Galloway & Greitz, (1960), Rhoton & Fujii, (1979), Hussein et al. (1988), Wolfram-Gabel, et al., 1989.

## **Análise Estatística**

Nossa análise incluiu comparações entre as médias de AHs encontradas nos hemisférios (esquerdo e direito) em relação aos valores consultados na literatura através do teste-t de Student e pela análise da variância (ANOVA).

A média de AHs dos hemisférios (esquerdo e direito) de um mesmo indivíduo foram analisadas com o teste-t de Student para comparação pareada e pela análise da variância (ANOVA).

Neste trabalho, através da análise da média de 4,63 de AHs encontradas por hemisfério cerebral foi possível estabelecer os limites inferior e superior com 99% de confiança e constatar que a média da população encontra-se entre  $L1 = 4,13$  e  $L2 = 5,13$ . Erdem et al. (1993) estudando a vascularização do hipocampo em 30 hemisférios encontraram uma média de 4,7 AHs por hemisfério, estando esta média dentro dos limites estipulados por nós para a população.

Pela análise da variância (ANOVA) das médias observados de 4,59 AHs nos HE com um dp de 1,01 e de 4,66 AHs nos HD com um dp de 1,68 nos podemos concluir que esta diferença não é significativa tanto para  $p>0,05$  como para  $p>0,01$ .

Através do test t de Student para comparação pareada foi analisado o número de AHs encontradas nos hemisférios esquerdo e direito de um mesmo indivíduo. As diferenças encontradas não foram significativas entre os hemisférios cerebrais de um mesmo indivíduo, usando-se  $p>0,01$ .

---

CONCLUSÕES

---



## 6. Conclusões

- Nesse trabalho foi possível determinar, não somente o número de artérias envolvidas na vascularização do hipocampo, mas também foram registrados os arranjos vasculares, bem como os vasos de origem das AHs.
- A vascularização do hipocampo não ocorre, na maioria das vezes, através de um único vaso, mas sim, através de um conjunto de ramos, originários de vários vasos maiores.
- Os vasos que originam as artérias hipocampais agrupam-se formando seis grupos distintos. **Grupo A:** irrigação mista com artérias hipocampais originárias das artérias coróideia anterior, cerebral posterior, temporal inferior anterior e esplênica. **Grupo B:** o local principal de origem das artérias hipocampais foram os ramos temporais (artérias temporal inferior comum, temporal inferior anterior, temporal inferior média e temporal inferior posterior) e o tronco principal da artéria cerebral posterior. **Grupo C:** a artéria temporal inferior anterior foi o ramo principal que vascularizava o hipocampo. **Grupo D:** o tronco principal da artéria cerebral posterior como sendo o local de origem das artérias hipocampais de maior suprimento sanguíneo para o hipocampo. **Grupo E:** o tronco principal da artéria cerebral posterior era o ponto de origem de um vaso que se dirigia ao hipocampo, e irrigava praticamente sozinho toda essa estrutura (artéria de Uchimura). **Grupo F:** os vasos hipocampais originavam-se exclusivamente das artérias parieto-occipital, calcarina e esplênica.
- As anastomoses entre ramos da ACorA e da ACP, não ocorrem exclusivamente na superfície do corpo geniculado lateral ou no plexo coróide do corno inferior do ventrículo lateral. Elas ocorrem, também, ao nível da superfície dorsal do giro parahipocampal, entre as AHs originárias da ACorA e as AHs originárias da ACP ou seus

ramos, podendo ocorrer entre as artérias hipocampais provenientes da ACP ou de seus ramos e os ramos uncais da ACorA.

- As AHs não atingem diretamente o hipocampo (giro denteado e fimbria). Essas artérias, trafegando pela cisterna *ambiens* e fissura transversa, assumem um trajeto paralelo ao hipocampo, e próximo da fimbria, as AHs emitem inúmeros vasos retilíneos que penetram no hipocampo, através dos sulcos do hipocampo e fimbriodenteado.

- Observamos evidências de que a ACorA vasculariza principalmente a cabeça do hipocampo. Em vários casos, não diretamente, através de AHs, mas por vasos localizados no interior do parênquima.

- As anastomoses entre as AH, independente do vaso de origem, ocorreram preferencialmente, através de arcadas vasculares.

- As anastomoses entre os ramos da ACP e os da ACorA ou mesmo com os da ACA, poderiam funcionar como uma circulação colateral, apresentando um valor clínico relevante.

- Os meios de repleção vascular, resina de Batson, gelatina e látex, utilizados neste trabalho, foram satisfatórios para o mapeamento dos vasos.

- Com 99% de confiança podemos observar que não houve uma diferença significativa entre a média de AHs, encontrada neste trabalho e a média citada na literatura consultada.

- Através da análise da variância (ANOVA), podemos constatar que não houve uma diferença significativa ( $p < 0.01$ ), entre as médias de AHs, apresentadas entre os HC esquerdos e direitos.

- As diferenças do número de AHs encontradas nos hemisférios esquerdo e direito de um mesmo indivíduo não são significativas entre os hemisférios cerebrais de um mesmo indivíduo para  $p > 0,01$ .

- Este trabalho fornece dados importantes para exames neuro-radiológicos, cateterismos seletivos e intervenções cirúrgicas da região temporal, principalmente nas hipocampo-amigdalalectomias.

---

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBIE, A. A. The clinical significance of the anterior choroidal artery. **Brain**, **3**:233-246, 1933.
- ADAM, C.; BAULAC, M.; SAINT-HILAIRE, J. M.; LANDAU, J.; GRANAT, O.; LAPLANE, D. Value of magnetic resonance imaging-based measurements of hippocampal formations in patients with partial epilepsy. **Arch. Neurol.**, **51**:130-138, 1994.
- ADDISON, W. H. F. On The rinencephalon of *delphinus delphis*. **J. Comp. Neurol.**, **25**: 497-522, 1975.
- ALLISON, A.C. The morphology of the olfactory system in the vertebrates. **Biol. Res.**, **28**: 195-244, 1953.
- ALPERS, B. J.; BERRY, R. G. Circle of Willis in cerebral vascular disorders. **Arch. Neurol.**, **8**: 398-402, 1963.
- ALTSCHUL, R. Die blutgefässverteilung im Ammonshorn. **Z. Ges. Neurol. Psychiat.**, **163**:634-642, 1938.
- AMARAL, D. G. A Golgi study of cell types hilar region of the hippocampus in the rat. **J. Comp. Neurol.**, **182**:851-914, 1978.
- ANGEVINE, J. B. Development of the hippocampal region. In:\_\_\_\_. Iissacson, R. L.'Pribam, K. H. **The hippocampus. I: Structure e development**. New York, Plenum Press, 1975, 280p.
- ARIENS KAPPERS, C. H.; HUBER, G. C.; CROSBY, E. C. **The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man**. New York, Hafner, 1936, 1845p.
- BAILEY, G. Introduction to the microscope. In:\_\_\_\_. **Microsurgery of the Lumbar Spine**. Aspen Publishers, 1990.
- BAPTISTA, A. G. Studies on the arteries of the brain. **Acta Neurol. Scand.**, **40**:398-414, 1966.
- BARBOSA, L. L.; PURRIEL, J. A.; MEERHOFF, W.; MEDOC, J. El poligono de Willis y sus variaciones. **Acta Neurol. Latinoamer.**, **15**:224-236, 1969.
- BATSON, O. V. Latex emulsions in human muscular preparations. **Sci.**, **90**:518, 1939.
- BATSON, O. V. Demonstration of corrosion specimens prepared by a new material. **Mig. Amer. Assoc. Anatomists**. Phila, 1955.
- BENESON, F. D.; MARSDEN, C. D.; MEADOWS, J. C. The amnesic syndrome of posterior cerebral artery occlusion. **Acta Neurol. Scand.**, **50**:113-145, 1974.

- BRODAL, A. O Hipocampo. In:\_\_\_\_. **Anatomia Neurológica**. São Paulo, Roca, 1984. 888p.
- BURT, A. M. **Neuroanatomia**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1995. 412p.
- CARPENTER, M. B., NOBACK, C. R. MOSS, M. L. The anterior choroidal artery. **Arch. Neurol Psychiat** 71:714, 1954.
- CARPENTER, M. B. Vias olfatórias, estruturas hipocampais e amígdala. In:\_\_\_\_. **Neuroanatomia Humana**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978. 700p.
- CHIARUGI, G. Telencéfalo. In:\_\_\_\_. **Instituzioni di anatomia dell ' uomo**. Milano: Società Editrice Libreria, 1949. Vol. 3, Parte XI. p.272-465.
- CLARKE, E. Cerebrovascular system-historical aspects. In:\_\_\_\_. **Radiology of the skull and brain**, V2. Sant Louis: Mosby company, 1974. 1141p.
- COBB, S. The cerebral circulation. **Arch. Surg.**, 18:1200-1209, 1929.
- COOPER, I. S. Surgical occlusion of the anterior choroidal artery in parkinsonism. **Surgery, Gynecology Obstetrics.**, 99:207-219, 1954.
- COOPER, I. S. Implications of a five-year study of 700 basal ganglia operations. **Neurology**, 8:701-707, 1958.
- DEGROOT, J. **Neuroanatomia**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1994, 262p.
- DELMAS, A. O Neocéfalo. In:\_\_\_\_. **Vias e centros neurais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1973. p.167-216.
- DE VRIESE, B. Sur la signification morphologique des artères cérébrales. **Arch. Biol.**, 21:357-457, 1905.
- DURET, H. Recherches anatomiques sur la circulation de l'encephale. Artères corticales ou des circonvolutions cérébrales. **Arch. Physiol. Nm. Path.** 1, 60-91, 1874.
- DURET, H. Recherches anatomiques sur la circulation de l'encephale. Artères corticales ou des circonvolutions cérébrales. **Arch. Physiol. Nm. Path.** 1, 316-354, 1874.
- DUUS, P. Telencéfalo ou córtex cerebral. In:\_\_\_\_. **Diagnóstico topográfico em neurologia**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1989. p.236-284.
- DUVERNOY, H. M. **The human hippocampus**. München, J. F. Bergmann verlag, 1988, 166p.
- ENGEL, J.; BROWN, W. J.; KUHL, D. E.; PHELPS, M. E.; MAZZIOTTA, J. C.; CRANDALL, P. H. Pathological findings underlying focal temporal lobe hypometabolism in partial epilepsy. **Ann. Neurol.**, 12:518-527, 1982.
- ERDEM, A.; YASARGYL, G.; ROTH, P. Microsurgical anatomy of the hippocampal arteries. **J. Neurosurg.**, 79: 256-265. 1993.



- FENEIS, H. **Dicionário ilustrado de anatomia**. Nomenclatura internacional. Rio de Janeiro, Cultura Médica, 1976, 440p.
- FERREIRA, A.; BRAGA, F. M. Anatomia microcirúrgica da artéria coróideia anterior. **Arq. Neuro-Psiquiat.**, **48**:448-453, 1990.
- FRASCA, J. M.; CARTER, H. W.; SCHAFFER, W. A. An improved latex injection media for replicating the pulmonary microvasculature. **Scan Electron Microsc.**, **11**:485-490, 1978.
- FUJII, K.; LENKEY, C.; RHOTON, A. L. Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: Lateral and third ventricles. **J. Neurosurg.** **52**:165-188, 1980.
- FURLANI, J. The anterior choroidal artery and its blood supply to the internal capsule. **Acta Anat.**, **85**:108-112, 1973.
- GABRIELLE, H., LATARJET, M., LECUIRE, J., EICHOLZ, L. Contribution a l'étude de l'anatomie macroscopique de l'artère cérébrale postérieure et de la vascularisation artérielle du lobe occipital chez l'homme. **C. R. Ass. Anat.**, **36**:326-338, 1949.
- GABRIELLE, H.; LATARJET, M.; LECUIRE, J.; MILLERET, P. Contribution a l'étude macroscopique de la vascularisation du lobe temporal chez l'homme. **C. R. Ass. Anat.**, **36**:339-352, 1949.
- GALLOWAY, J. R.; GREITZ, T. The medial and lateral choroid arteries. **Acta Radiol.**, **53**:353-366, 1960.
- GERKE, M.; SCHÜTZ, T.; VOGT, H.; KRETSCHMANN, H.-J. Computer-assisted 3D-reconstruction and statistics of the limbic system. Computer-assisted 3D-reconstruction of the hippocampal formation, the fornix, and maillary bodies. **Anat. Emb.**, **186**:129-136, 1992.
- GERKE, M.; SCHÜTZ, T.; KRETSCHMANN, H.-J. Computer-assisted 3D-reconstruction and statistics of the limbic system. Spatial statistics of the hippocampal formation, the fornix, and the mammillary bodies.. **Anat. Emb.**, **186**:136-143, 1992.
- GILLILAN, L. A. Significant superficial anastomoses in the arterial blood supply to the human brain. **J. Comp. Neurol.**, **112**:55-74, 1959.
- GLOGER, S.; GLOGER, A.; VOGT, H.; KRESTSCHMANN, H.-J. Computer-assited 3D reconstruction of the terminal branches of the cerebral asteries. I Anterior cerebral artery and circle of Willis. **Neuroradiol.**, **36**:173-180, 1994.
- GLOGER, S.; GLOGER, A.; VOGT, H.; KRESTSCHMANN, H.-J. Computer-assited 3D reconstruction of the terminal bransches of the cerebral asteries. II Middle cerebral artery and circle of Willis. **Neuroradiol.**, **36**:181-187, 1994.
- GLOGER, S.; GLOGER, A.; VOGT, H.; KRESTSCHMANN, H.-J. Computer-assited 3D reconstruction of the terminal bransches of the cerebral asteries. III Posterior cerebral artery and circle of Willis. **Neuroradiol.**, **36**:251-257, 1994.

- GOETZEN, B.; SZTAMSKA, E. Comparative anatomy of the arterial vascularization of the hippocampus in man and in experimental animals (cat, rabbit and sheep). **Neuropat. Pol.**, **30**:173-84, 1992.
- GONZÁLEZ, A. A. Circulo arterial de Willis. Sus medidas externas y variaciones anatómicas. **Acta Neurol. Latinoamer.**, **5**: 1-6, 1959.
- GOUAZÉ, A.; SOUTOUL, J. H.; DUPREY, G.; SANTINI, J. J. Anatomie comparée du polygone arteriel de la base. Incidences sur la vascularisation fonctionnelle du cerveau et applications a l'experimentation animale. **Arch. Anat. Path.**, **14**:111-116, 1966.
- GRAND, W.; HOPKINS, L. N., The microsurgical anatomy of the basilar artery bifurcation. **Neurosurg.**, **1**:128-131, 1977.
- HAINES, D. E. **Neuroanatomy. An atlas of structures, sections, and systems.** Williams & Wilsins, 1995, 260p.
- HANSTEDDE, J.; GERRITS, P. A new plastic for morphometric investigation of blood vessels, especially in large organs such as the human liver. **Anat. Rec.** **203**:307-315, 1982.
- HEIMAN, M. Über Gefäßstudien am aufgehellten Gehirn. I. Die Gefä des Ammonshornes. **Schweiz Arch. Neurol. Neurochir. Psychiatr.**, **40**:277-301, 1938.
- HENS, L.; VAN DEN BERGH, R. Vascularization and angioarchitecture of the human pes hippocampi. **Eur. Neurol.**, **15**:264-274, 1977.
- HERMAN, L. H.; FERNANDO, O. U.; GURDJIAN, E. S. The anterior choroidal artery: An anatomical study of its area of distributios. **Anat. Rec.**, **154**:95-102, 1966.
- HILLEN, B. The variability of the circulus arteriosus (Willisii): Order or anarchy? **Acta Anat.**, **129**:74-80, 1987.
- HODES, P.; CAMPOY, F.; RIGGS, H. E.; ELY, P. Cerebral angiography: Fundamentals in anatomy and physiology. **Am. J. Roentgenol.**, **70**:61-82, 1953.
- HOREL, J. A.; KEATING, E. G.; MISANTONE, L. J. Partial Klüver-Bucy syndrome produced by destroying temporal neocortex or amygdala. **Brain Res.**, **94**, 374-359. 1975.
- HOREL, J. A. The neuroanatomy of amnesia. A critique of the hippocampal memory hypothesis. **Brain Res.**, **101**, 403-445. 1978.
- HUBER, P.; KRAYENBÜHL, H.; YASARGIL, M. G. **Cerebral angiography.** New York, Stracton, 1982.
- HUSSEIN, S.; RENELLA, R. R.; DIETZ, H. Microsurgical anatomy of the choroidal artery. **Acta Neurochir.**, **92**:19-28, 1988.

- IFFY, L.; SHEPARD, T. H.; JACOBOVITS, A.; LEMIRE, R. J.; KERNER, P. The rate of growth in young human embryos of Streeter's horizons XIII-XXIII. *Acta . Anat.*, **66**:178-186, 1967.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. **Principles of neural science**. Connecticut, Appleton & Lange, 1991.
- KAPLAN, H.; RABINER, A. M.; BROWDER, J. Anatomical study of the blood vessels of the brain. *Trans. Amer. Neurol. Assoc.*, **79**:38-40, 1954.
- KOYANAGI, I.; TATOR, C. H.; LEA, P. Three-dimensional analysis of the vascular system in the rat spinal cord with scanning electron microscopy of vascular corrosion casts. Part 1: Normal spinal cord. *Neurosurgery.*, **33**:277-284, 1993.
- KRAYENBUHL, H. A.; YASARGIL, M. G. Radiological anatomy and topography of the cerebral vessels. In:\_\_\_\_. **Cerebral angiography**. London: Butterworths, 1968. p.20-84.
- LAINE, E. Arterial vertebro-basilar aneurysms. *Prog. Brain Res.*, **30**:323-346, 1968.
- LAZORTHES, G.; GOUAZE, A.; SALAMON, G. **Vascularization et circulation de l'encéphale**, Paris, Masson, 1976.
- LAZORTHES, G. **Le système nerveux central**. 3<sup>a</sup> ed. Paris, Masson, 1983.
- LANG, J.; **Clinical anatomy of the head**. Berlin, Springer Verlag, 1983, 360p.
- LASJAUNIAS, P. BERENSTEIN, A. **Surgical neuroangiography**. Berlin, Springer Verlag, 1988, 288p.
- LIERSE, W. Die kapillardichte im rhinencephalon verschiedener wirbeltiere und des menschen. *Prog. Brain Res.*, **3**:230-236, 1963.
- LOCKHART, R. D.; HAMILTON, G. F.; FYFE, F. W. Circulação sistêmica - artérias. In:\_\_\_\_. **Anatomia do corpo humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. p.576-611.
- MACHADO, A. Anatomia macroscópica do telencéfalo. In:\_\_\_\_. **Neuroanatomia Funcional**. São Paulo, Atheneu, 1993. p.59-074.
- MACHADO, A. Áreas encefálicas relacionadas com as emoções. O sistema límbico. In:\_\_\_\_. **Neuroanatomia Funcional**. São Paulo, Atheneu, 1993. p.275-285.
- MARINKOVIC, S. V.; MILISAVLJEVIC, M.; PUSKAS, L. Microvascular anatomy of the hippocampal formation. *Surg. Neurol.*, **37**:339-349, 1992.
- MARINKOVIC, S. V.; MILISAVLJEVIC, M. M. VUCKOVIC, V. D. Microvascular anatomy of the uncus and the parahippocampal gyrus. *J. Neurosurg.*, **29**:805-814, 1991.

- MARRONE, A. C. H. Artérias órbito-frontal e pré-frontal humanas - Estudo anatomocirúrgico. **Arq. Bras. Neurocirurg.** 4:209-215, 1985.
- MATSUSHIMA, T.; RHOTON A. L.; OLIVEIRA, E.; PEACE, D. Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa. **J. Neurosurg.** 59:61-105, 1993.
- MEMPEL, E.; WITKIEUICZ.; LUCZYUEK, E. Padaczka skroniowa rozwojowego leczona amygdalotomia i hipokamptomia. **Neur. Neurochir. Pol.**, 15:612-615, 1981.
- MERIPEL, E. Amygdalotomia i hippocamotomia. **Neurol. Neurochir. Psychiat.**, 15:611-615, 1981.
- MILISAVLJEVIC, M.; MARINKOVIC, S.; LOLIC-DRAGANIC, V.; DJORDJEVIC, L. Anastomose in the territory of the posterior cerebral arteries. **Acta Anat.** 127:221-225, 1986.
- MILISAVLJEVIC, S.; MARINKOVIC, Z.; MALOBABIC, S. Anatomic basis for surgical approach to the distal segment of the posterior cerebral artery. **Surg. Radiol. Anat.**, 10:259-266, 1988.
- MOFFAT, D. B. The development of the posterior artery. **J. Anat.**, 95:485-495, 1961.
- MORELLO, A.; COOPER, I. S. Arteriographic anatomy of the anterior choroidal artery. **Am. J. Roentgen.**, 73:748-751, 1955.
- MULLER, J.; SHAW, L. Arterial vascularization of the human hippocampus. **Arch. Neurol.**, 13:45-47, 1965.
- NAKAI, Y.; MASUTANI, H.; MORIGUCHI, M.; MATSUNAGA, K.; KATO, A.; MAEDA, H. Microvasculature of normal and hydropic labyrinth. **Scan. Electron Microsc.**, 6:1097-1104, 1992.
- NOLTE, J.; ANGEVINE, J. B. **The human brains. In photographs and diagrams.** Sant Louis, Mosby, 1995, 192p.
- NIEMEYER, P., et al. The transventricular amygdalohippocampectomy in the temporal lobe epilepsy. In: \_\_. **Temporal lobe epilepsy**, edited by N. Baldwin, P. Bailly, pp.461-482, Springfield, Thomas, 1958.
- NIEUWENHUYNS, R.; VOOGD, J.; HUIJZEN, C. **The human central nervous system.** Springer-Verlag. New York, 1981.
- NILGES, R. G. The arteries of the mammalian cornu ammonis. **J. Comp. Neurol.** 80:177-190, 1944.
- O'RAHILLY, R. **Developmental stages in the human embryos**, part A: embryos of the first three weeks (stages 1 to 9). Washington DC, Carnegie Inst. Wash., 1973.
- ONO, M.; ONO, M.; RHOTON, A. L.; BARRY, M. Microsurgical anatomy of the region of the tentorial incisura. **J. Neurosurg.**, 60:365-399, 1984.

- OTOMO, E. The anterior choroidal artery. **Arch. Neurol.**, **13**:656-658, 1965.
- PÉREZ-DELGADO, M. M.; SERRANO-AGUILAR, P. G.; CASTAÑEYRA-PERDOMO, A.; FERRES-TORRES, R. Postnatal development of the dentate gyrus: A karyometric and topographic study. **Acta Anat.**, **144**:160-166, 1992.
- RANSON, S. W.; CLARK, S. L. Rinencéfalo. In: \_\_\_\_. **Anatomía del Sistema Nervioso**. Ciudad de Mexico: Interamericana. 1963. p.303-321.
- RHOTON, A. L.; FUJII, K.; FRADD, B. Microsurgical anatomy of the anterior choroidal artery. **Surg. Neurol.**, **12**:171-187, 1979.
- RIGGS, H. E. Anomalies of the circle of Willis. **Trans. Neurolpathol. Soc.** 1938.
- RIGGS, H. E.; RUPP, C. Variation in form of circle of Willis. **Arch. Neurol.**, **8**:24-30. 1963.
- ROSENE, D.L.; VAN HOESEN, G.W. Hippocampal efferents reach widespread areas of cerebral cortex and amygdala in the rhesus monkey. **Sc.** **198**: 325-317, 1977.
- ROTHBERG, M.; MATTEY, W. E., BASTIDAS, J. Anomalous internal carotid-posterior cerebral artery circulation one form of congenital incomplete circle of Willis. **Am. J. Roentgenol.**, **128**:153-155, 1977.
- ROTHMANN, M. Über das verhalten des arteria cerebri anterior beim Affen, Anthropoiden und Menschen. **Arch. Psychiat.**, **38**:278, 1904.
- SAEKI, N.; RHOTON, A. L. Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and the posterior circle of Willis. **J. Neurosurg.**, **46**: 563-578, 1977.
- SALAMON, G.; HUANG, Y. P.; **Radiologic anatomy of the brain**. Springer- Verlag, 1976.
- SARNAT, H. S.; NETSKY, M. G. **Evolucion del sistema nervioso**. Blume Ediciones, Ciudad de Mexico, 1976, 408p.
- SCHARRER, E. Vascularization and vulnerability of the cornu ammonis in the opossum. **Arch. Neurol. Psychiatr.**, **44**:483-506, 1940.
- SCOVILLE, W.B.; MILNER, B. Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. **J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.**, **20**:11-21, 1957.
- SHEPARD, T. H. Growth and development of the human embryo and fetus. In: \_\_\_\_. **Endocrine and genetic disease of childhood**. Philadelphia, Saunders, 1969, 370 p.
- SMITH, E. The fascia dentata. **Anat. Anz.**, **12**:119-126, 1896.
- STEIN, B. M. Arteriovenous malformation of the medial cerebral hemisphere and the limbic system. **J. Neurosurg.**, **60**:23-31, 1984.
- STEWART, R.M. Arhinencephaly. **J. Neurol. Psychiatr.**, **2**:303-312, 1939.

- STPHAN, H.; MANOLESCU, J. Comparative investigations on hippocampus in insectivores and primates. **Z Mikrosk. Anat. Forsch.**, **94**:1025-1050, 1980.
- STREETER, G. L. The developmental alterations in the vascular system of the brain of the human embryo. **Contrib. Embryol.** **8**:5-38, 1918.
- SUTULA, T. P. Experimental models of temporal lobe epilepsy: New insights from the study of kindling and synaptic reorganization. **Epila.**, **31**:S45-S53, 1990.
- THEODORE, W. H.; KATZ, D.; KUFTA, C.; SATO, S.; PATRONAS, N.; SMOTHERS, P.; BROMFIELD, E. Pathology of temporal lobe foci: Correlation with CT, MRI and PET. **Neurology**, **40**:797-803, 1990.
- TESTUT, L.; LATARJET, A. Cerebro. In: \_\_\_\_. **Tratado de Anatomía Humana**. Barcelona, Salvat, 1949. p.929-1282.
- THERON, J. Système de référence artériographique basé sur l'artériure. **Ann. Radiol.**, **19**(223-226), 1976.
- TILNEY, F. The hippocampus and its relations to the corpus callosum. **J Nerv. Ment. Dis.**, **89**:433-513, 1939.
- TOWER, D. B. Cerebral circulation revisited: An historical essay. **Neurochemi. Res.** **16**:1085-1097, 1991.
- UCHIMURA, J. Über die Gefaessversorgung des Ammonshornes. **Z. Ges. Neurol. Psychiatr.**, **112**:1-19, 1928.
- VAN DEN BERGH, R.; VERRESEN, H.; VAN DER SCHUEREN, G. La configuration du sillon de l'hipocampe. **C. r. Ass. Anat.** **109**:781, 1961.
- VAN DER ZWAN, A.; HILLEN, B. Araldite F as injection material for quantitative morphology of cerebral vascularization. **The Anatomical Record** **228**:230-236, 1990.
- VUILLEMIN, M. ; PEXIEDER, T.; WONG, Y. M. A two-step alignment method for 3D computer-aided reconstruction based on fiducial markers and applied to mouse embryonic hearts. **European Journal of Morphology**, **30**(3):181-193, 1992.
- WATTS, D. J. A comparative study of the anterior cerebral artery and the circle of Willis in primates. **J. Anat.** **68**:534-550, 1934.
- WATTS, A. E.; WHITTINGTON, M. A.; JEFFERYS, J. G. R. Epileptic focus induced in rat by intrahippocampal cholera toxin: Neuronal properties in vitro. **Neurosci.** **55**(1):45-56, 1993.
- WIEZER, H. G.; YASARGIL, M. G. Selective amygdalohippocampectomy as a surgical treatment of mesiobasal limbic epilepsy. **Surg. Neurol.** **17**:445-457, 1982.
- WILLIAMS, P. L.; WARWICK, R. Telencephalon. In: \_\_\_\_. **Funcional Neuroanatomy of Man**. Philadelphia: WB Saunders Company, 1975. 1194p. p.921-981.

- WINDLE, B. C. A. On the arteries forming the circle of Willis. **Brit. Med. J.** **8**:289-293, 1887.
- WOLFRAM-GABEL, R.; MAILLOT, C. L.; KORITKE, J. G. LAUDE, M. La vascularisation de la toile choroidienne du troisieme ventricule chez l'homme. **Arch. Anat. Hist. Embr. Norm.**, **67**:3-42, 1984.
- WOLFRAM-GABEL, R.; MAILLOT, C. L.; KORITKE, J. G. La vascularisation de la toile choroidienne du prosencéphale le chat (*Felis Domestica*). **Arch. Anat. Hist. Embr. Norm.**, **68**:3-35, 1985.
- WOLFRAM-GABEL, R.; MAILLOT, C. L.; KORITKE, J. G. Vascularisation artérielle du corps calleux chez l'homme. **Arch. Anat. Hist. Embr. Norm.**, **72**:43-55, 1989.
- ZEAL, A. A.; RHOTON, A. L. Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. **J. Neurosurg.**, **48**: 534-559, 1978.