



O presente texto reúne um apanhado dos temas de minhas aulas teóricas, de acordo com várias fontes consagradas (livros-texto abaixo relacionados, e suas figuras), e tem como objetivo auxiliá-lo em seus estudos de Neuroanatomia. Entretanto, não é definitivo, nem pretende esgotar o assunto. Assim, fortemente recomendo a pesquisa nos livros indicados e em outras fontes igualmente confiáveis.

Para um melhor aproveitamento e organização, recomendo a confecção de uma agenda de estudos que contemple períodos de dedicação aos temas suficientes para que o processo de aprendizado se faça através da construção paulatina do conhecimento.

Ao final de cada “capítulo”, você irá encontrar um conjunto de sentenças que precisam ser completadas, relativas ao tema desenvolvido, que denominei *Estudo Dirigido*. A resolução inadequada pode indicar que o tópico, ou parte dele, precisa ser revisto ou discutido. Lembre-se ainda que as aulas teóricas e práticas são complementares, e cada aula prática será mais agradável e proveitosa se a teoria relacionada ou correspondente for previamente desenvolvida.

Bons estudos!!!

Luiza da Silva Lopes

Referências:

Neuroanatomia – texto e atlas. John H. Martin – 4ª edição. Ed. Artmed

Neuroanatomia Funcional – texto e atlas. Adel K. Afifi e Ronald A. Bergman – 2ª edição. Ed. Roca

Neuroanatomia Clínica. Richard S. Snell. 7ª edição. Ed. Guanabara Koogan

Neuroanatomia Essencial. Ana M. Blanco Martinez, Silvana Allodi e Daniela Uziel. Ed. Guanabara Koogan

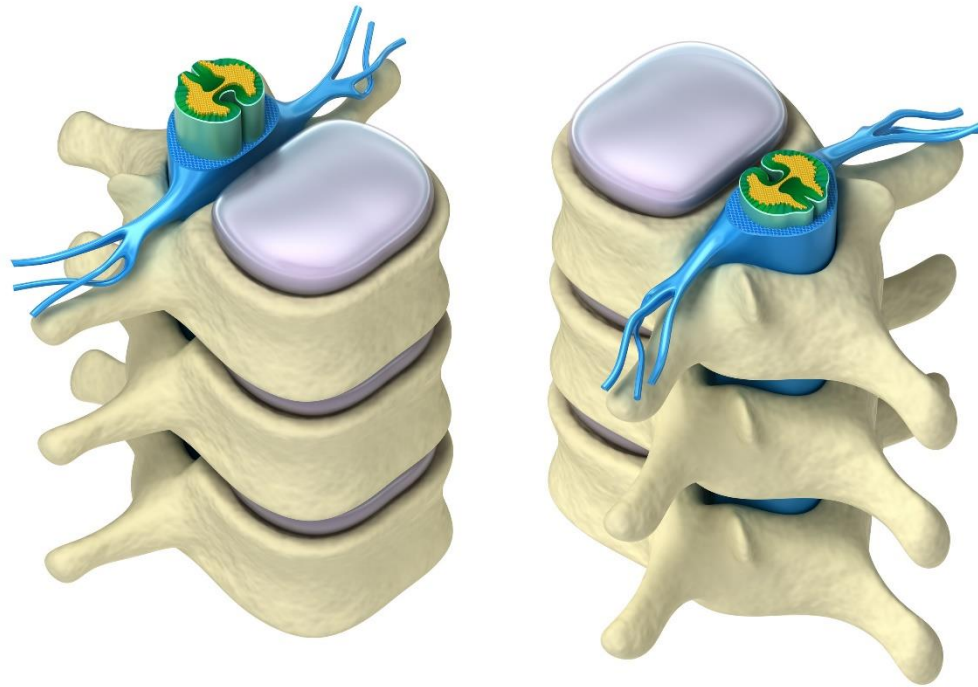
Neuroanatomia Ilustrada. A.R. Crossman e D. Neary. 4ª edição. Ed. Elsevier

Anatomia Humana. Elaine N. Marieb, Patricia Brady Wilhem e Jon Mallatt. 7ª edição. Ed. Pearson

Princípios de Anatomia Humana. Gerard J. Tortora. 10ª edição. Ed. Guanabara Koogan

NEUROANATOMIA

Medula espinal



Medula espinal – Objetivos de aprendizagem:

- Descrever a estrutura anatômica macroscópica da medula espinal, tanto a anatomia de superfície quanto sua organização interna.
- Reconhecer as regiões de substância branca e substância cinzenta, em curto transversal da medula espinal.
- Compreender a organização funcional dos neurônios na substância cinzenta e dos tratos neurais na substância branca.
- Associar os conhecimentos anátomo-funcionais com as possíveis lesões que acometem a medula espinal.



A medula espinal representa um importante segmento do Sistema Nervoso Central (SNC) e, apesar de apresentar uma estrutura aparentemente simples, tem um papel crucial em diferentes funções neurais. Assim, lesões que acometam essa porção do SNC podem levar a resultados clínicos catastróficos, ou mesmo impedir uma vida plenamente independente. A medula espinal está envolvida:

- No controle dos movimentos do corpo
- Na regulação de funções viscerais
- No processamento de informações sensoriais dos membros, tronco e órgãos internos
- Na condução do fluxo de informações aferentes e eferentes ao encéfalo (tratos ascendentes e descendentes)
- Na integração sensitivo-motora e participação em muitos reflexos nervosos.

De todas as divisões do SNC, é a que apresenta a organização mais simples, caracterizada pela repetição estrutural geral nos diferentes segmentos medulares. Essa organização é chamada, portanto, de segmentar ou modular.



A medula espinal ocupa o canal vertebral, no interior da coluna vertebral, que lhe confere sustentação e proteção. O canal vertebral constitui-se do sequenciamento sucessivo dos forames vertebrais das vértebras articuladas “empilhadas”.

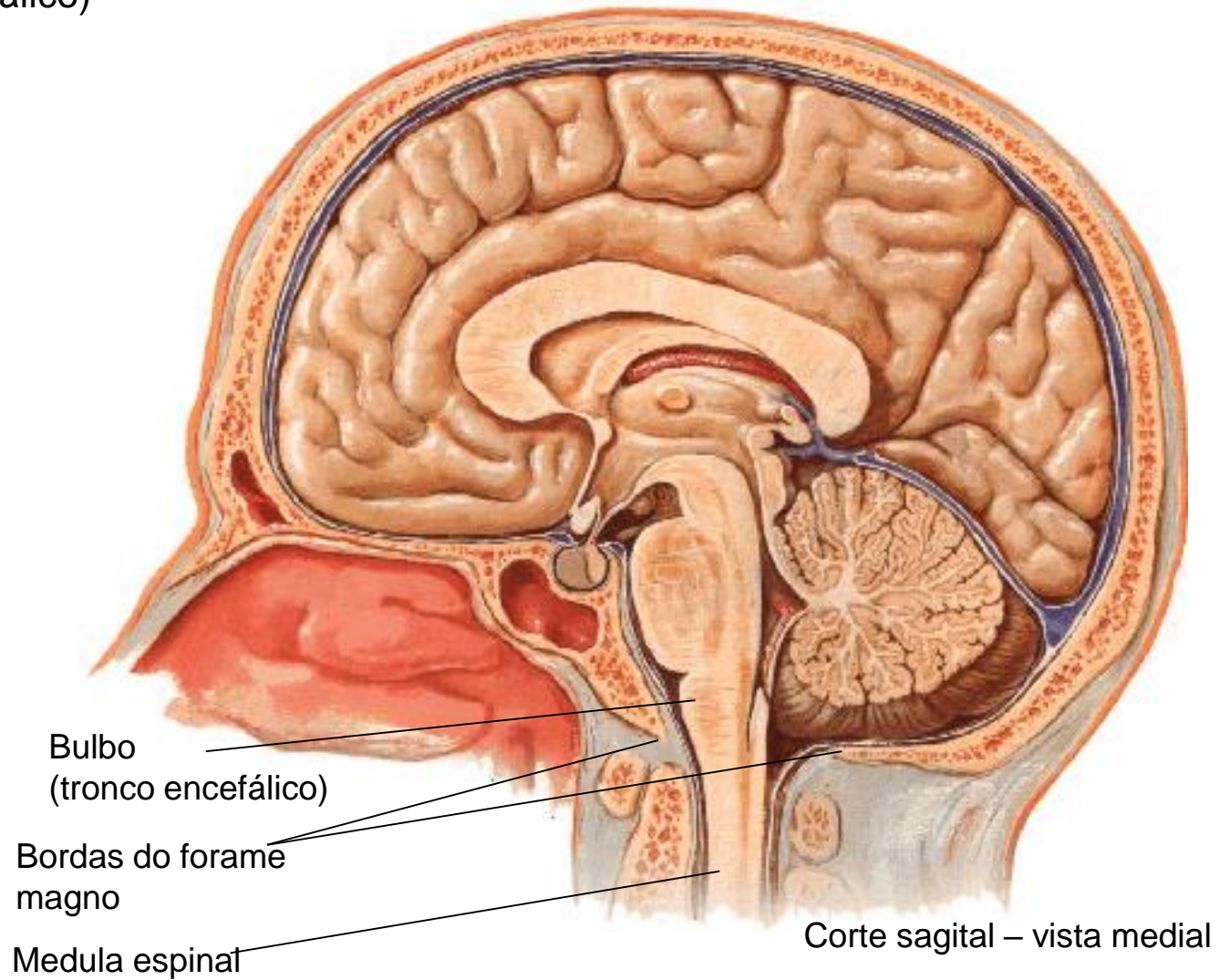
A medula espinal é aproximadamente cilíndrica e estende-se do forame magno, na base do osso occipital, até o nível da primeira ou segunda vértebra lombar (L1 ou L2). Superiormente, continua-se com o bulbo (do tronco encefálico) e, em adultos, tem em torno de 45cm de comprimento, nos homens, e 42cm nas mulheres.

Em sua extremidade inferior, a medula afunila-se no cone medular. Como o canal vertebral estende-se até o sacro (S2), existe um espaço dentro do canal vertebral sem medula espinal (mas com raízes nervosas), entre L1 (ou L2) e S2. Esse espaço é denominado cisterna lombar, faz parte do espaço subaracnóideo e é preenchido por líquido.

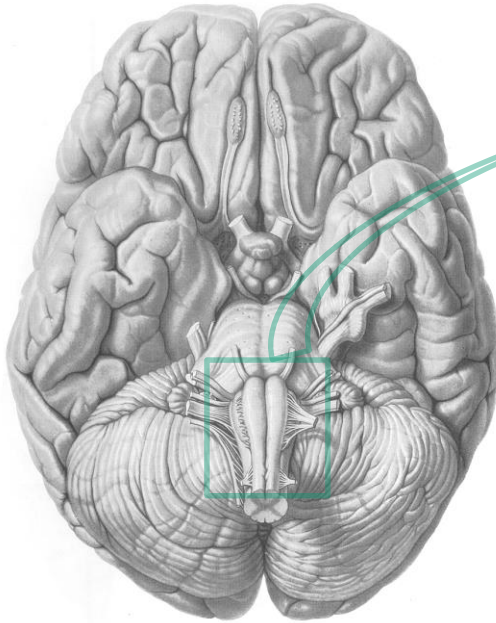
As estruturas que demarcam o limite superior da medula espinal (entre a medula e o bulbo do tronco encefálico) são, além da borda do forame magno, a emergência da primeira raiz nervosa cervical (C1) e a decussação das pirâmides. Essa última é visualizada na face anterior como uma descontinuidade da fissura mediana anterior, e corresponde ao local de cruzamento de fibras nervosas do chamado trato corticoespinal lateral (ou cruzado).



Estruturas que demarcam o limite superior da medula espinal (entre a medula e o bulbo do tronco encefálico)



Estruturas que demarcam o limite superior da medula espinal (entre a medula e o bulbo do tronco encefálico)



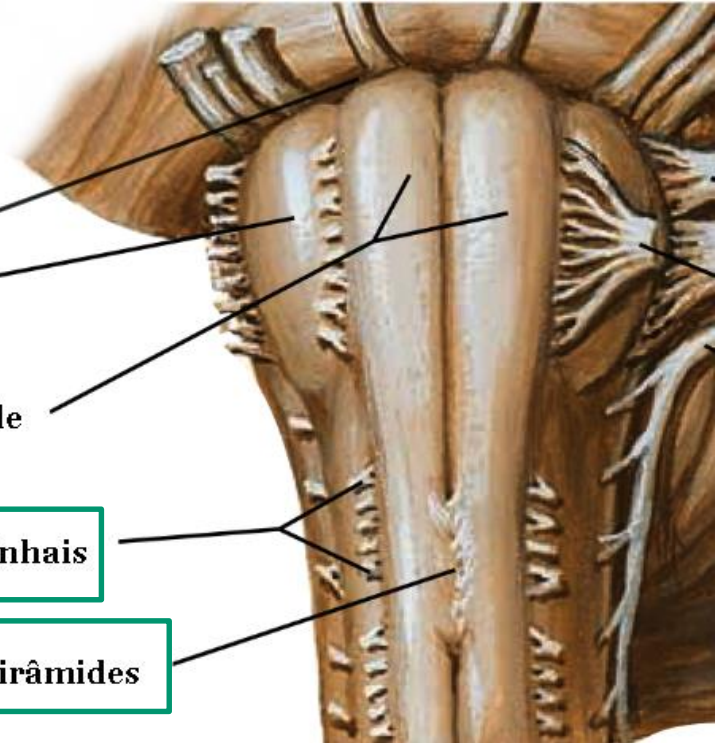
Sulco bulbo-pontino

Oliva

Pirâmide

Primeiro par de nervos espinhais

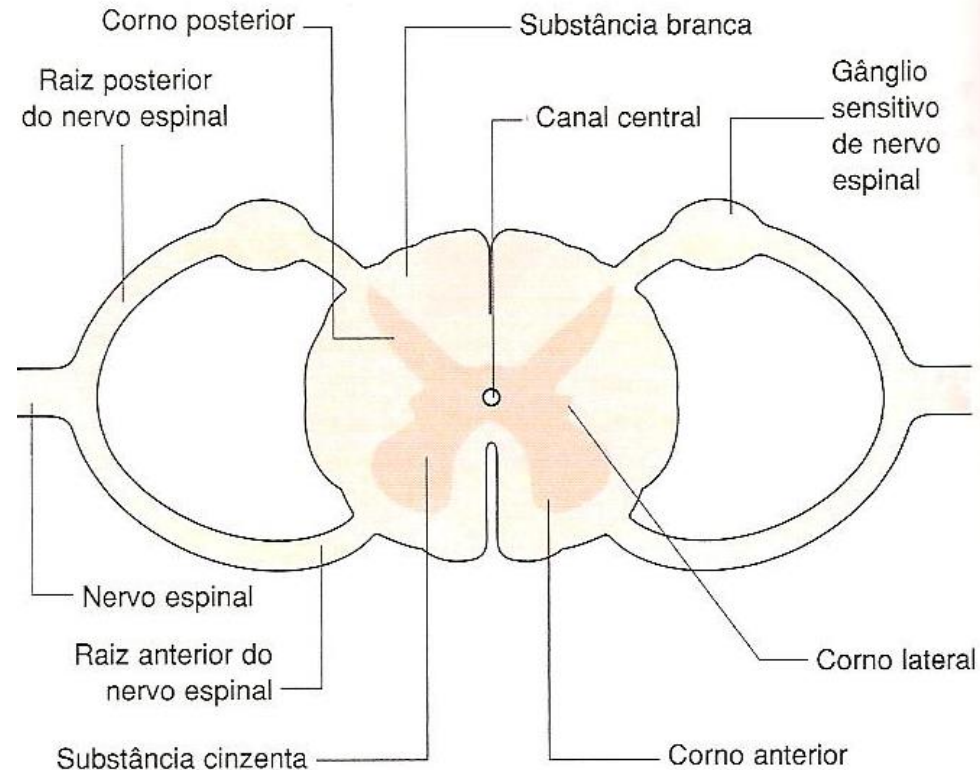
Decussação das pirâmides



Vista anterior

A medula espinal apresenta 31 segmentos e sua organização segmentária é caracterizada por:

- cada segmento possui um par de nervos espinais (total = 31).
- cada nervo espinal é formado por uma raiz nervosa dorsal (sensitiva) e uma raiz nervosa ventral (motora).
- existem 8 segmentos cervicais, doze torácicos, cinco lombares, cinco sacrais e 1 coccígeo.
- o 1º nervo cervical possui somente a raiz ventral (motora).
- a substância cinzenta, formada por corpos celulares de neurônios e células da glia, está organizada mais centralmente, nas colunas (ou cornos), adquirindo uma conformação em H nos cortes transversais da medula. Cada segmento medular possui 2 cornos dorsais e 2 cornos ventrais, além de uma zona intermediária, mais central. Entre os segmentos T1 e L2 existe ainda a coluna intermédio-lateral ou lateral, de cada lado da zona intermediária.
- no centro da região intermediária é encontrado o canal central (ou canal ependimário, por ser revestido internamente por células ependimárias).
- a substância branca distribui-se nos funículos (ou cordões), em uma disposição mais externa, ao redor e entre os cornos.



A superfície da medula espinal é marcada por sulcos longitudinais, tanto em sua face anterolateral, quanto na sua face póstero-lateral.

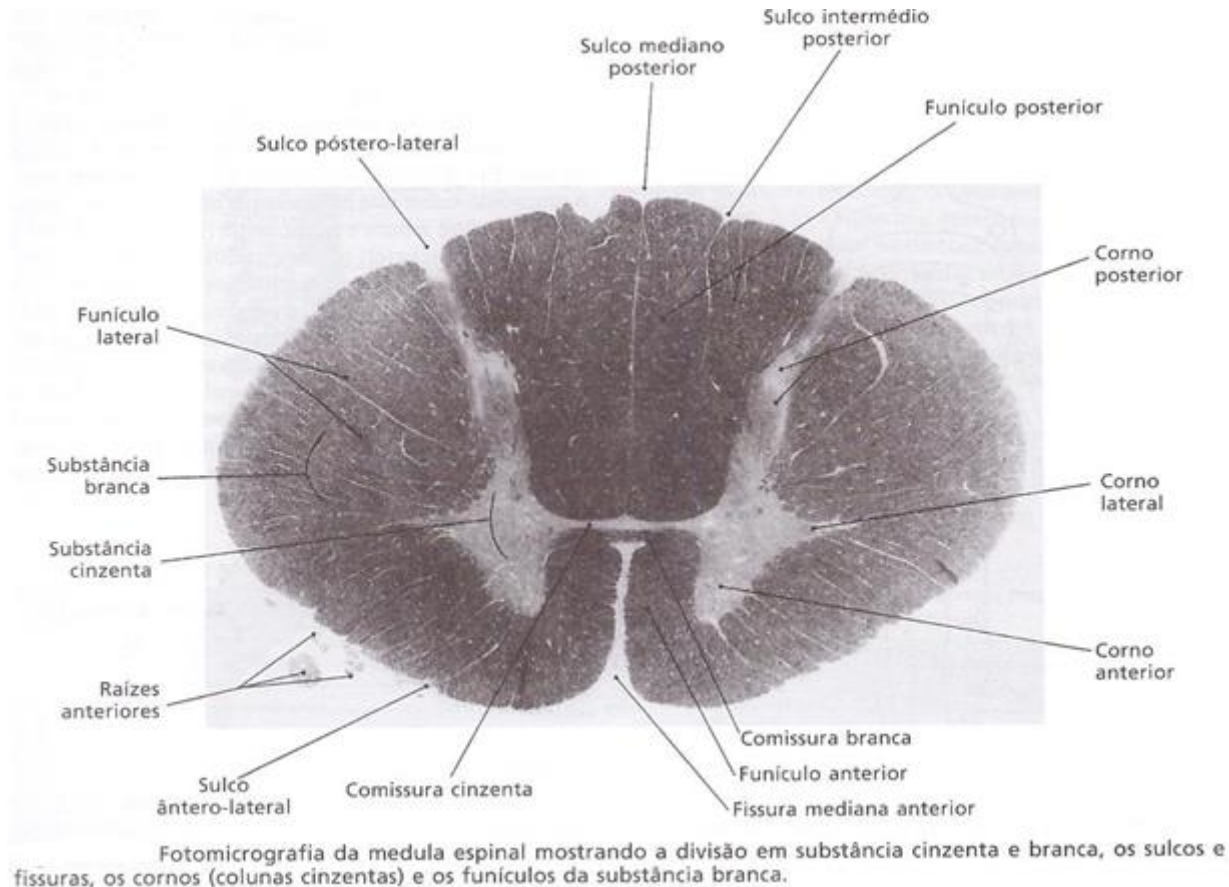
Na face anterior da medula, no plano mediano, existe um sulco denominado, por ser bastante profundo, de fissura mediana anterior. Ainda na face anterior, coincidindo com os pontos de saída das raízes nervosas ventrais, existe, de cada lado, um sulco anterolateral.

Na face posterior, a medula apresenta um sulco mediano posterior, de cada lado, um sulco póstero-lateral, coincidindo com os locais de entrada das raízes nervosas dorsais.

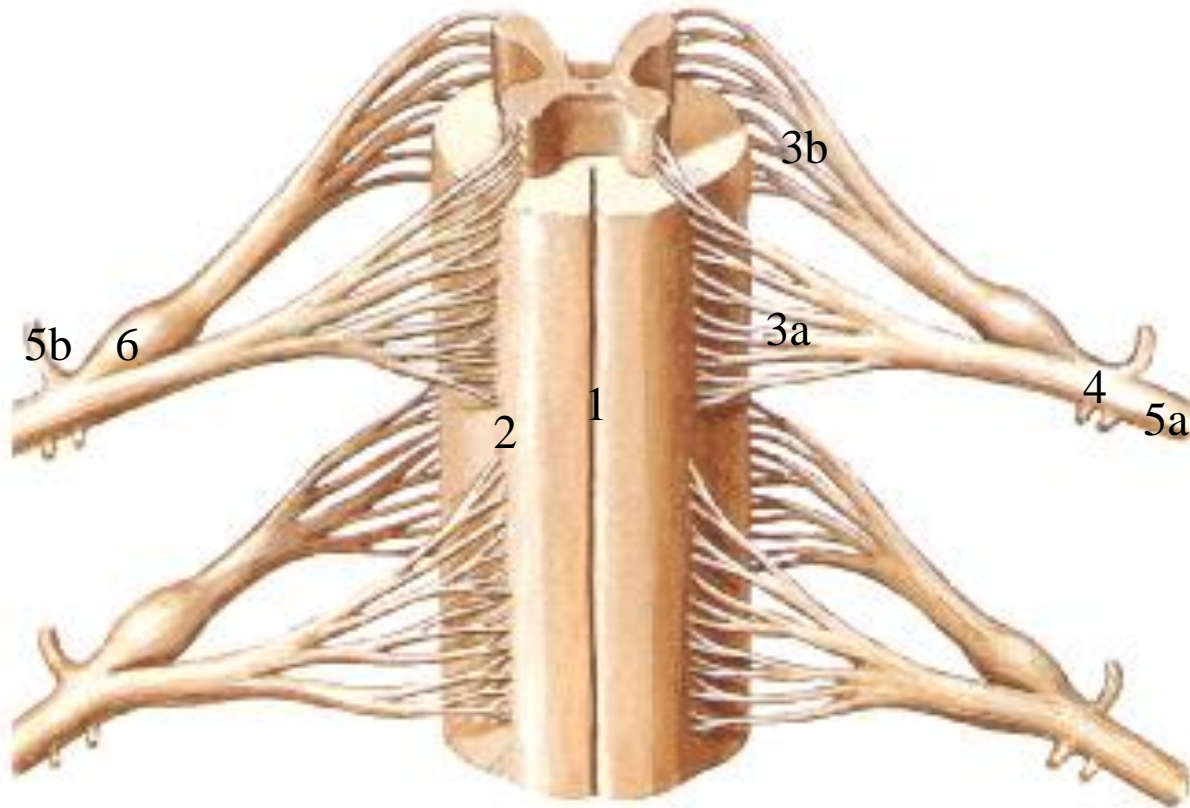
Na medula torácica, cranial ao nível T6, e na medula cervical, existe ainda, de cada lado, um sulco intermédio-posterior. Internamente, cada sulco intermédio-posterior continua-se em um tabique que subdivide o funículo posterior em fascículos grácil, junto da linha mediana, e cuneiforme, mais lateralmente.

Caracteristicamente, os cornos dorsais (posteriores ou sensitivos) são delgados e alongados, enquanto os cornos ventrais (anteriores ou motores) são mais curtos e alargados.

A região de substância cinzenta ao redor do canal central da medula são denominadas comissura cinzenta anterior e comissura cinzenta posterior, de acordo com sua relação com o canal central.

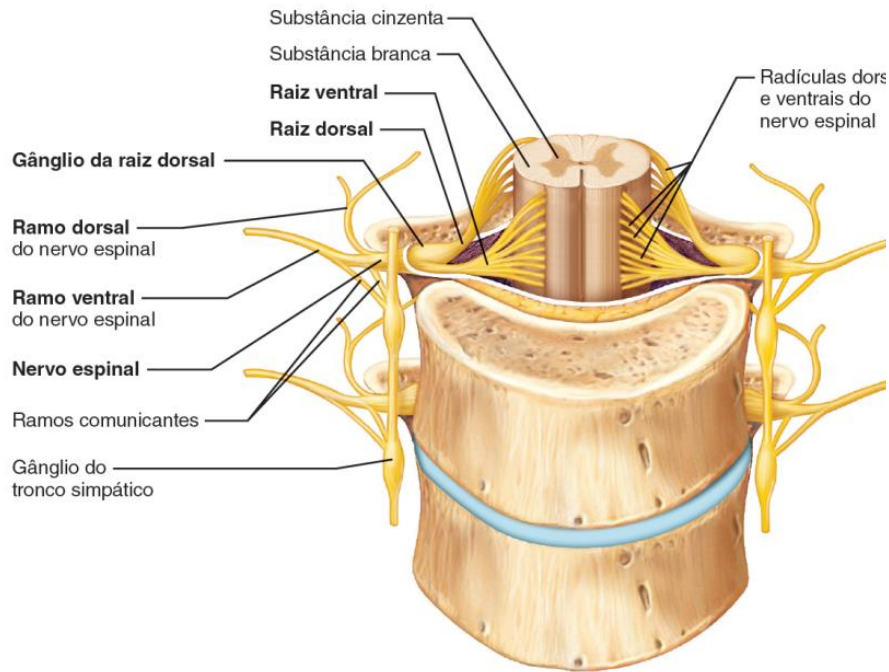


A raiz dorsal possui o gânglio sensitivo da raiz dorsal, onde estão os corpos celulares de neurônios envolvidos com a percepção das diversas modalidades da sensibilidade somática, do pescoço, do tronco e dos membros. A reunião das raízes dorsal e ventral resulta na formação do tronco do nervo espinal. O tronco do nervo, por sua vez, divide-se em ramos ventral e dorsal do nervo espinal. O ramo dorsal é responsável pela inervação da pele e dos músculos do dorso, enquanto o ramo ventral inerva a pele e os músculos da parte anterior do corpo, e também dos membros superiores e inferiores.

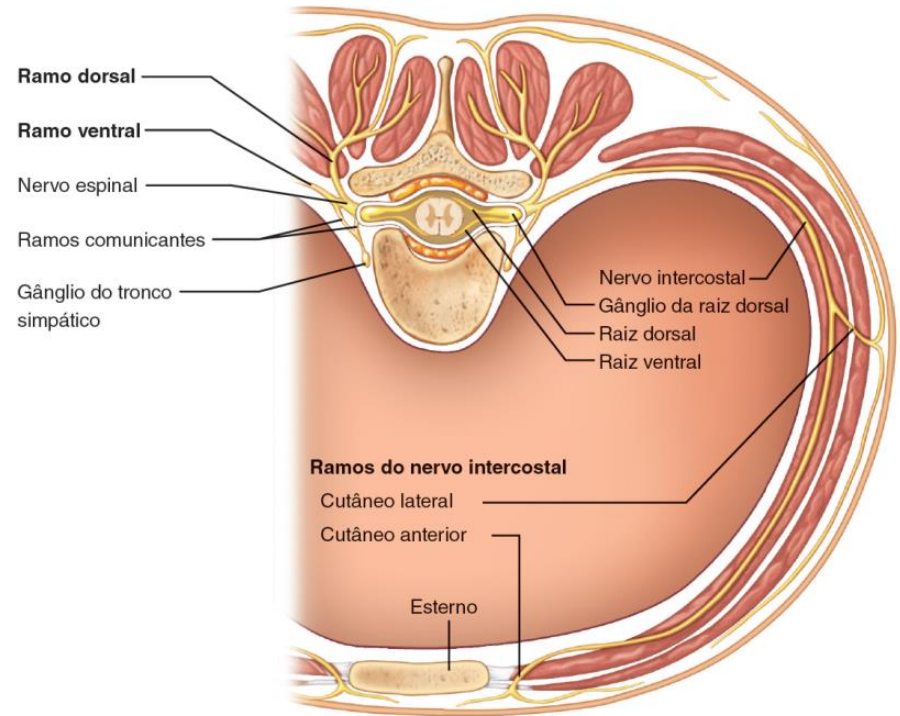


1. Fissura mediana anterior
Sulco mediano posterior
2. Sulco ântero-lateral
Sulco póstero-lateral
3. Raízes
a. Ventral
b. Dorsal
4. Tronco do nervo espinal
5. Ramos do n. espinal
a. Ventral
b. Dorsal
6. Gânglio da raiz dorsal
(sensitivo)

Face anterior



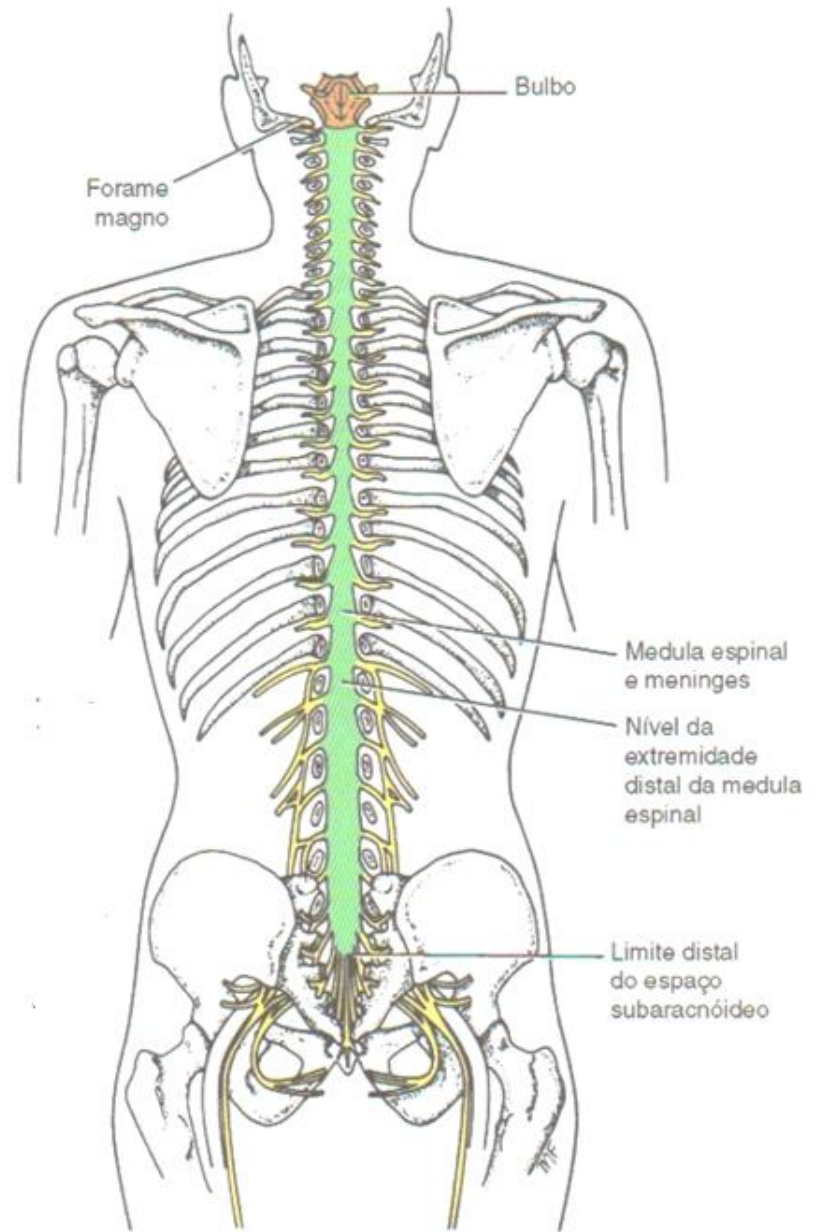
(a) Vista anterior mostrando a medula espinal, os nervos associados e as vértebras.



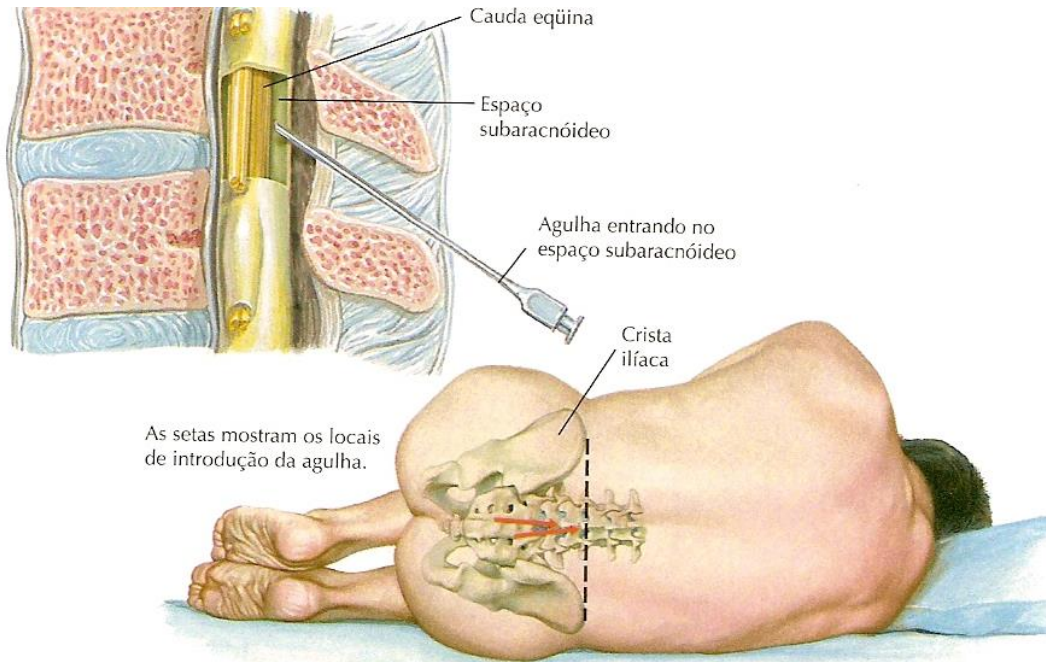
(b) Corte transversal do tórax exibindo as principais raízes e ramos de um nervo espinal.

Formação dos nervos espinais e distribuição dos ramos. Repare que em (a) as raízes dorsal e ventral surgem no lado medial como radículas e se unem lateralmente, formando o nervo espinal; em (b) a distribuição dos ramos dorsais e ventrais. No tórax, cada ramo ventral continua como um nervo intercostal. Os ramos dorsais inervam os músculos intrínsecos e a pele das costas.

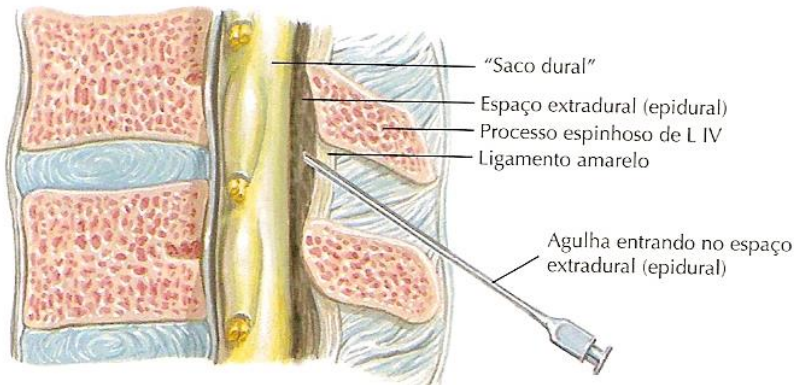
Já foi informado que o limite inferior da medula espinal está localizado acima do limite do canal vertebral. O ápice do cone medular localiza-se entre as vértebras lombares L1 e L2; o canal vertebral estende-se até o limite inferior do sacro, enquanto o fundo do saco dural (e o limite inferior do espaço subaracnóideo) coincide com S2 da peça do sacro. Isso acontece devido a um crescimento desproporcional entre a medula espinal e a coluna vertebral, durante o desenvolvimento: até os 3 meses de desenvolvimento intra-útero, a medula ocupa todo o canal vertebral; entretanto, como o crescimento ósseo é ligeiramente mais rápido que o crescimento do tecido nervoso, no indivíduo adulto jovem, o segmento mais caudal da medula encontra-se ao nível entre a 1ª e 2ª vértebra lombar (L1-L2). Devido a esse fato, forma-se um espaço do canal vertebral abaixo do segmento mais caudal da medula, preenchido por líquido e raízes nervosas, denominado cisterna lombar. Essas raízes nervosas adquirem uma disposição característica que recebeu a denominação de cauda equina, e corresponde às raízes dorsais e ventrais dos segmentos medulares lombares e sacrais.



Punção lombar para coleta de líquido ou raquianestesia



Anestesia extradural (epidural)



C. Machado
—M.D.—
© SAUNDERS
ELSEVIER

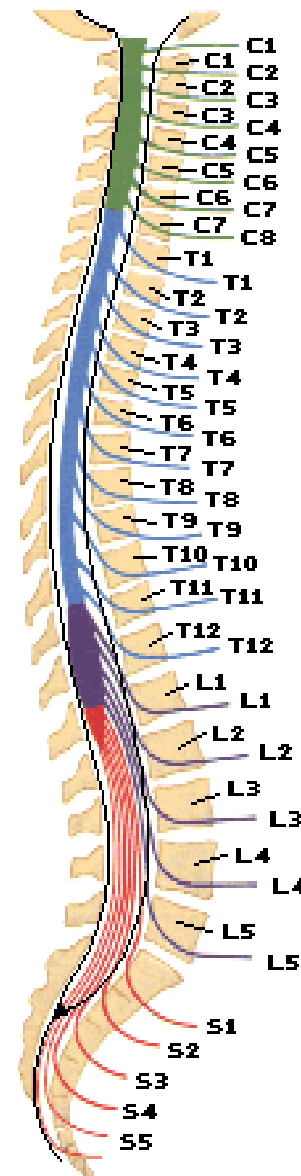
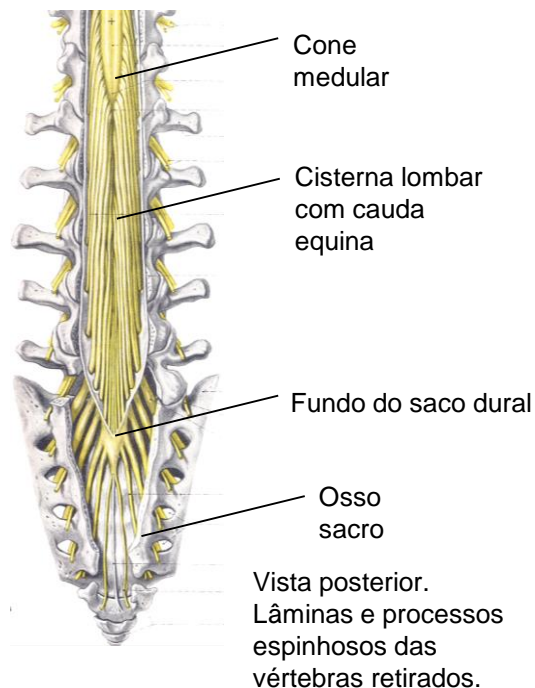
O fato de na cisterna lombar existir, além de um considerável acúmulo de líquido, a ausência de medula espinal, torna possível, com relativa segurança, a introdução de uma agulha na chamada punção lombar.

O paciente é colocado em decúbito lateral ou sentado, com flexão anterior para abertura do espaço entre processos espinhosos contíguos. A linha média é identificada e, através da palpação das cristas ilíacas, é traçada uma linha imaginária que une seus pontos mais altos. Essa linha passa pelo processo espinhoso de L4. Assim, o espaço entre L3 e L4 (ou entre L4 e L5) pode ser atravessado pela agulha, após anestesia da pele, sem danificar a medula espinal.

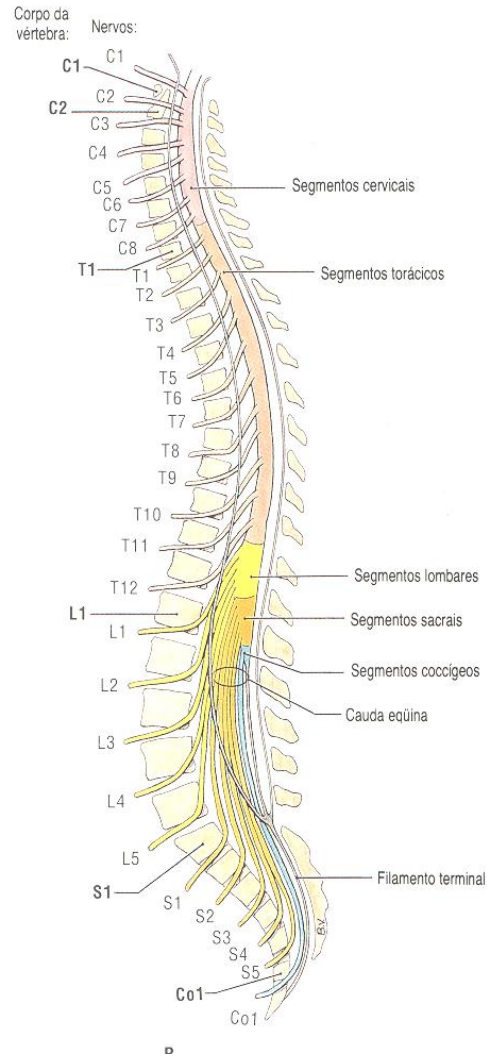
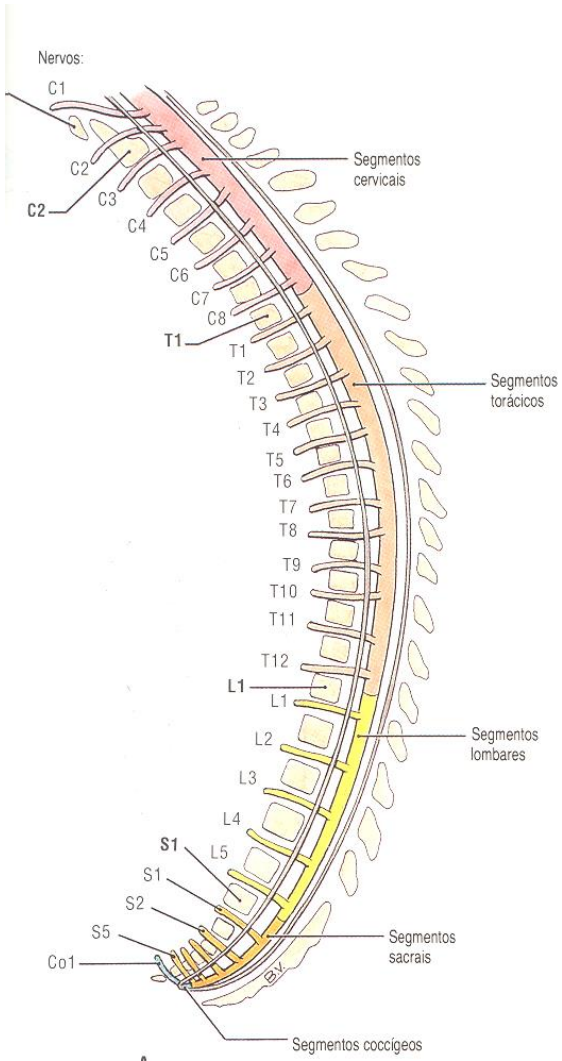
A punção lombar pode ser utilizada para a coleta de líquido, no diagnóstico de meningites e hemorragias, para a introdução de medicamentos, como quimioterápicos, ou para a anestesia locorregional denominada raquianestesia.

Em outro tipo de anestesia locorregional, denominada anestesia epidural, a agulha não chega ao espaço subaracnóideo, e o anestésico é injetado no espaço epidural (ou extradural).

Outras características resultantes desse crescimento desproporcional entre a coluna vertebral e a medula espinal são: os segmentos medulares, especialmente os mais inferiores, não coincidem com a vértebra do nível de referência (por exemplo, o nível medular L2 não está topograficamente relacionado com o nível da vértebra L2). Entretanto, o nervo espinal sai pelo forame intervertebral abaixo da vértebra correspondente, exceto na medula cervical (existem 8 níveis medulares cervicais e, portanto, 8 pares de nervos espinais cervicais, mas somente 7 vértebras cervicais). As raízes nervosas também apresentam uma angulação com o eixo longitudinal da medula que se modifica de acordo com o nível medular. Nos níveis medulares cervicais superiores o ângulo entre as raízes nervosas e a medula é de 90°, mas quanto mais inferior o nível medular, menor é o ângulo inferior entre a raiz nervosa e a medula (“axila”).



Vista lateral.
Níveis medulares em diferentes cores. Observar a angulação das raízes nervosas nos diferentes níveis.



Relação medula-coluna vertebral diferente no início da vida intrauterina (esquerda) e no indivíduo adulto (direita). O desenvolvimento também proporciona o aparecimento e a modificação de curvaturas da coluna.

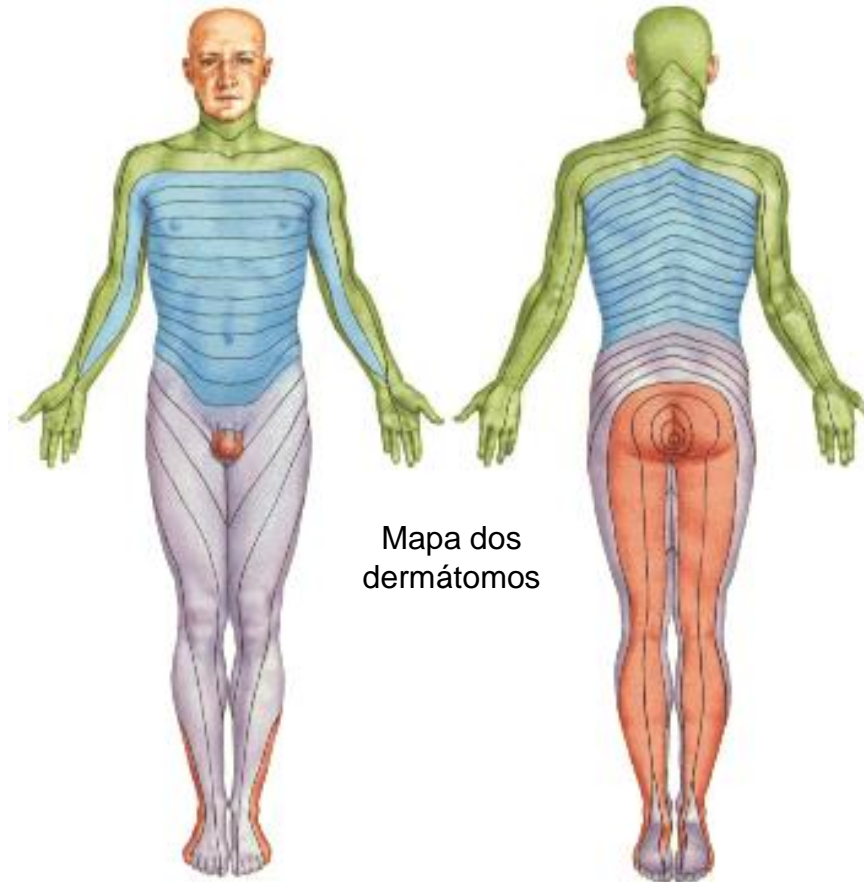
Vista lateral

Alguns níveis-chave da relação entre o segmento medular e o processo espinhoso da vértebra topograficamente a ele relacionada podem ser memorizados, como no quadro abaixo.

Relação entre segmentos medulares e processos espinhosos das vértebras

Segmentos medulares	Processos espinhosos das vértebras
C1	C1
C7	C6
T6	T4
L1	T10
S1	T12 a L1

Dois outros conceitos importantes referem-se ao conhecimento da área de pele inervada por cada raiz nervosa sensitiva, chamado dermatomo, e dos grupos musculares inervados por um único segmento medular, ou raiz nervosa motora, chamado miótomo. O conjunto dos dermatômos produz um mapa da inervação das raízes sensitivas bastante característico. Para o exame neurológico rápido, inicial, dentro da sala de urgência, por exemplo, o conhecimento de alguns níveis-chave tanto dos dermatômos quanto dos miótomos pode ser bastante útil (quadros abaixo).

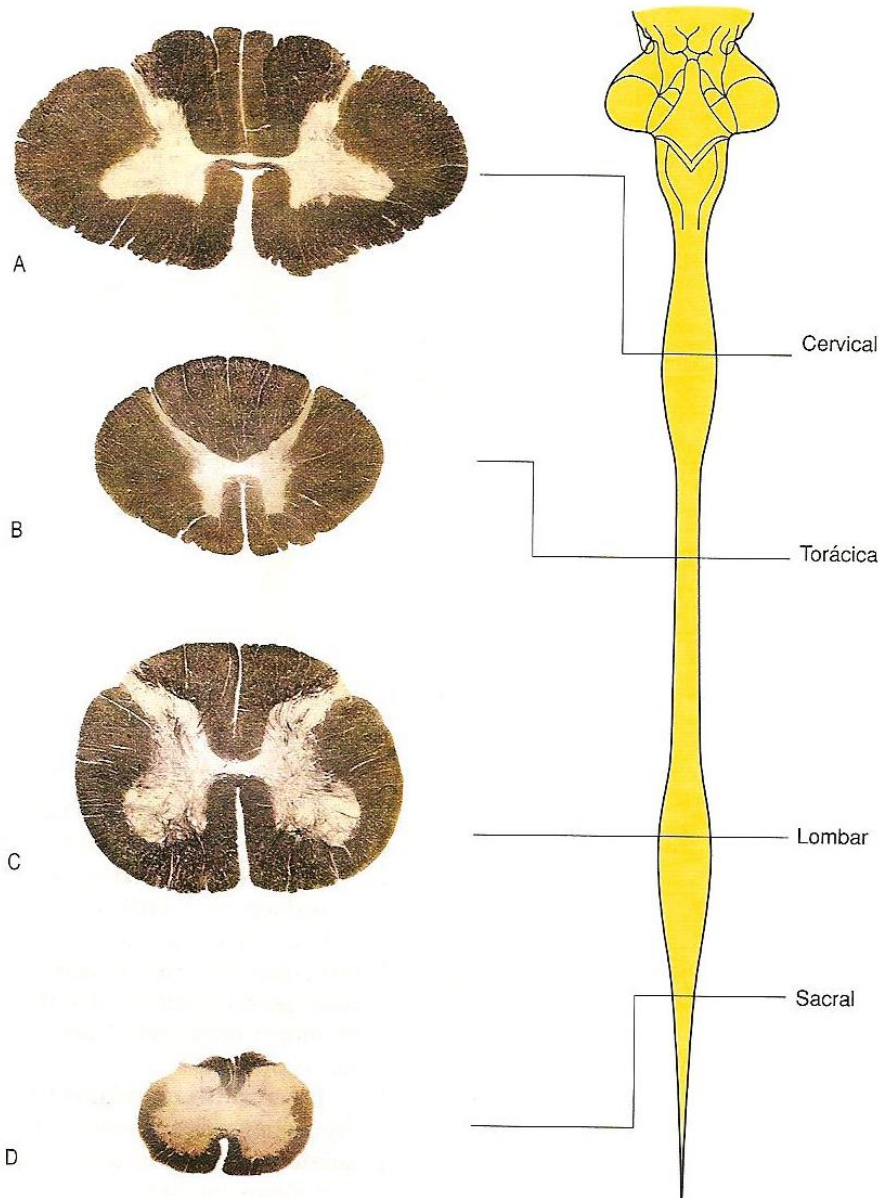


Mapa dos dermatômos

Território corpóreo	Dermátomo
Região posterior da cabeça	C2
Ombro	C4
Polegar	C6
Dedo médio	C7
Dedo mínimo da mão	C8
Papila mamária	T4, T5
Umbigo	T10
Região inguinal	L1
Hálux	L4, L5
Dedo mínimo do pé	S1
Órgãos genitais externos e região perianal	S4, S5

Miótomo	Segmento medular
Deltóide	C5
Bíceps	C6
Tríceps	C7
Hipotenar	T1
Quadríceps femoral	L4
Extensor do hálux	L5
Gastrocnêmio	S1
Esfíncter interno do ânus	S3, S4

A medula espinal, mesmo apresentando em toda a sua extensão um padrão modular básico, exibe diferenças regionais características. O aspecto de cada nível pode assim ser explicado:

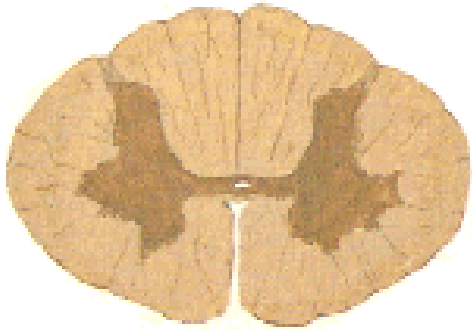


como a substância branca aumenta de caudal para rostral, ou seja, existe um número maior de axônios ascendentes e descendentes nos níveis mais craniais da medula, que vai diminuindo caudalmente, conforme essas fibras vão abandonando ou vão sendo incorporadas a medula.

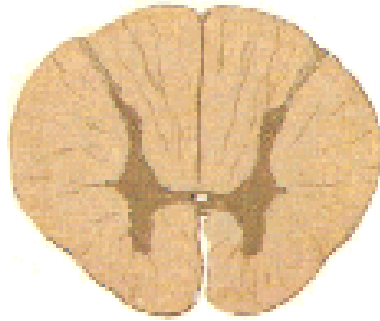
algumas regiões específicas da medula espinal são ligeiramente mais alargadas ou volumosas nas chamadas intumescências. Esses locais são mais volumosos devido ao número aumentado de neurônios para sensibilidade e inervação motora dos membros, ou seja, para a formação dos plexos nervosos (intumescências cervical e lombossacral). Por outro lado, os níveis torácicos exibem colunas nervosas delgadas ou pouco volumosas.

os níveis medulares entre T1 e L2 exibem, além dos cornos (ou colunas) dorsais e ventrais, o corno intermédio-lateral (ou lateral). No corno lateral estão localizados os corpos celulares dos neurônios pré-ganglionares da divisão simpática do sistema nervoso autônomo (SNAS).

o funículo posterior é subdividido em fascículos grácil e cuneiforme do nível medular T6 para cima)



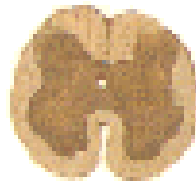
cervical



torácica



lombar



sacral

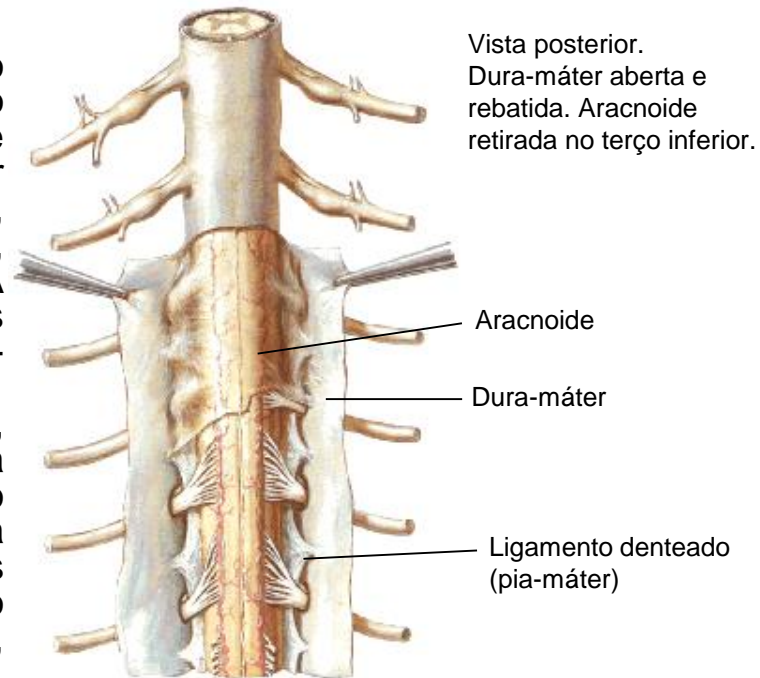
Observe atentamente os 4 níveis-padrão de cortes transversais da medula espinal e tente compreender como podem ser identificados individualmente, de acordo com os critérios que foram apresentados anteriormente.

O sistema nervoso central, tanto a medula espinal como o encéfalo, além de sua importância funcional crucial, é formado por um tecido delicado, de consistência amolecida. Além de estar protegido no interior de estojos ósseos, é envolvido por um conjunto de três diferentes membranas conjuntivas, denominadas meninges. Da mais interna para a mais externa, as meninges são a pia-máter, a aracnoide e a dura-máter. A pia-máter e a aracnoide, em conjunto, são chamadas leptomeninges, por serem mais delicadas, enquanto a dura-máter é também denominada paquimeninge.

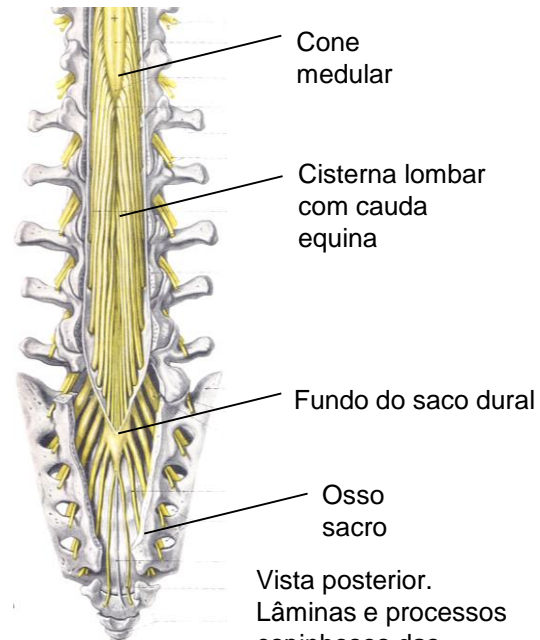
A pia-máter encontra-se firmemente aderida ao tecido nervoso, e acompanha suas elevações e depressões. Na medula espinal, possui expansões que atravessam o espaço liquórico (espaço subaracnóideo), auxiliando na manutenção da medula em uma posição estável. Essas expansões piais são de dois tipos: os ligamentos denteados (ou denticulados) e o filamento terminal. Os ligamentos denteados, em um total de 21 pares, são reflexões da pia-máter, na face lateral da medula espinal, que atravessam o espaço subaracnóideo entre as raízes ventral e dorsal, perfuram a aracnoide e ancoram-se na dura-máter. Já o filamento terminal, único, tem origem a partir do ápice do cone medular, passa pela cisterna lombar, na linha mediana, entre as raízes da cauda equina, e atravessa a aracnoide e a dura-máter do fundo do saco dural. A partir desse ponto recebe reforço de traves da dura-máter e passa a ser chamado ligamento duro-coccígeo, indo fixar-se na face posterior da primeira vértebra coccígea.

A aracnoide possui delicados filamentos que atravessam o espaço liquórico em direção à pia-máter, que se assemelham à teia de aranha, daí seu nome. Entre a aracnoide e a pia-máter existe um espaço real, preenchido por líquido (ou líquido cerebrospinal) denominado espaço subaracnóideo.

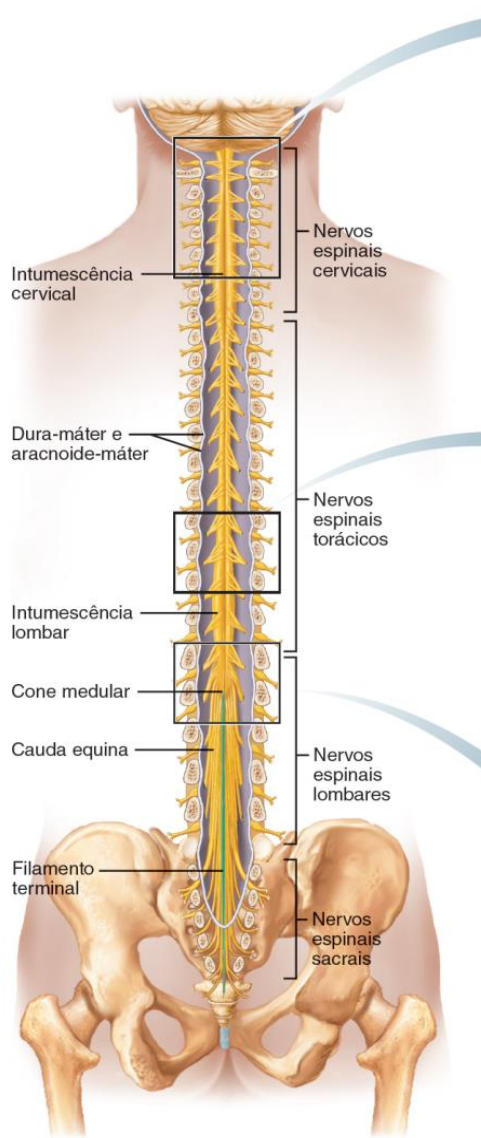
A dura-máter presente no canal vertebral, que envolve mais externamente a medula espinal, tem um único folheto meníngeo, ao contrário da dura-máter craniana que possui dois folhetos justapostos e aderidos.



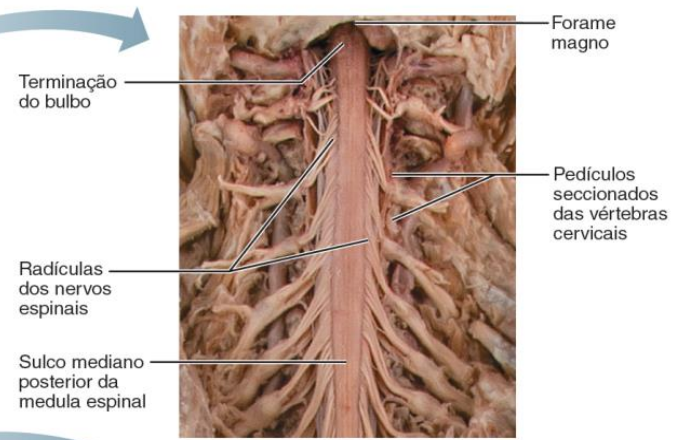
Vista posterior.
Dura-máter aberta e rebatida. Aracnoide retirada no terço inferior.



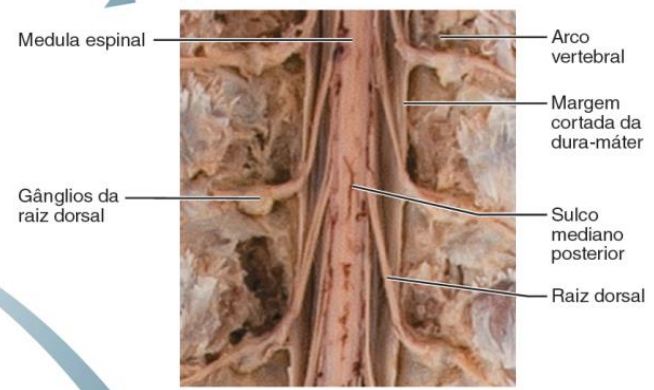
Vista posterior.
Lâminas e processos espinhosos das vértebras retirados.



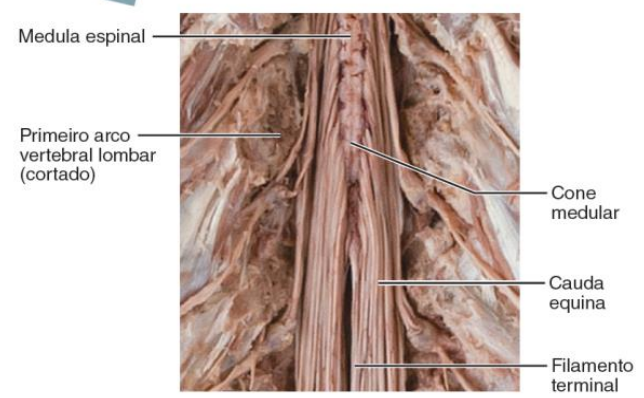
(a) Medula espinhal e suas raízes nervosas, com os arcos vertebrais ósseos removidos. A dura-máter e a aracnoide-máter estão cortadas e refletidas lateralmente.



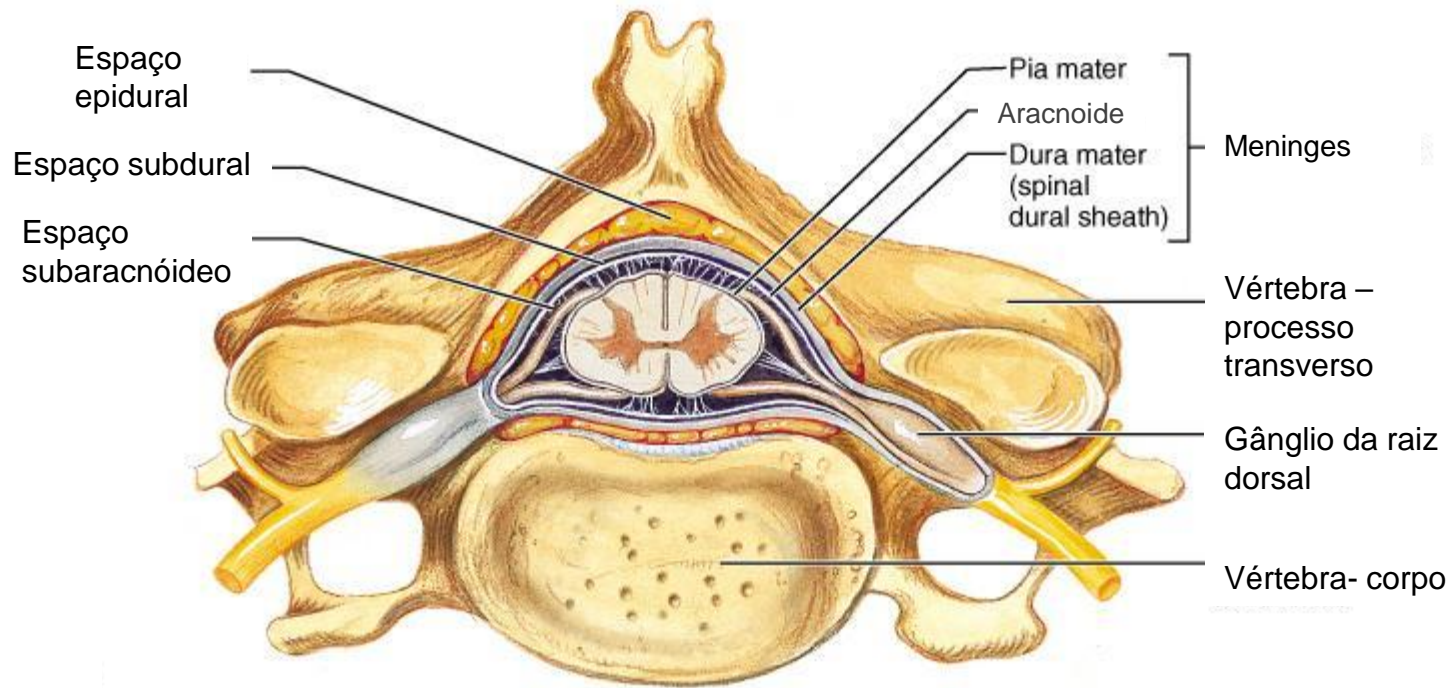
(b) Medula espinhal cervical



(c) Medula espinhal torácica

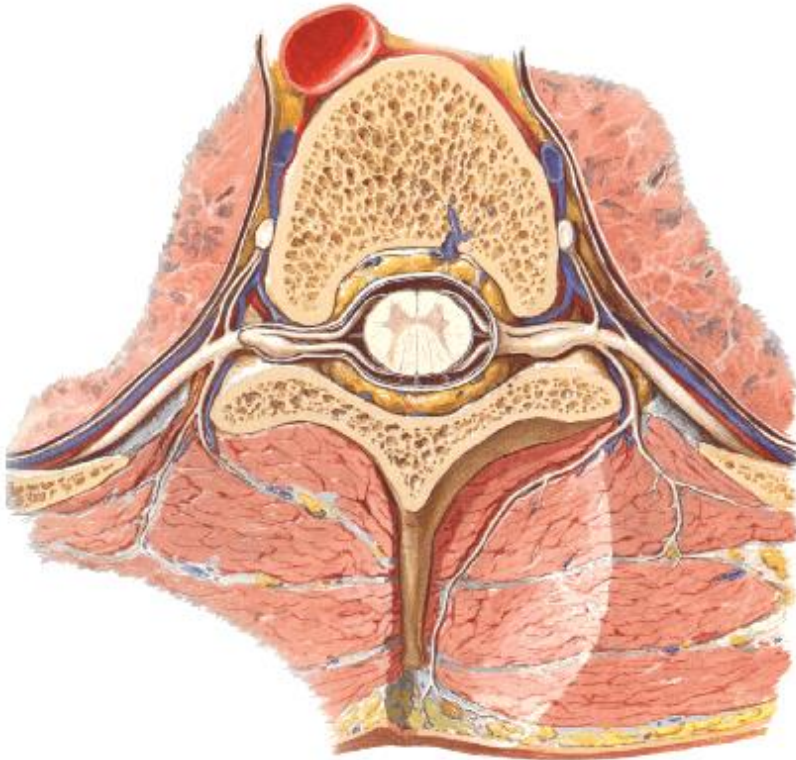


(d) Extremidade inferior da medula espinhal exibindo o cone medular, a cauda equina e o filamento terminal

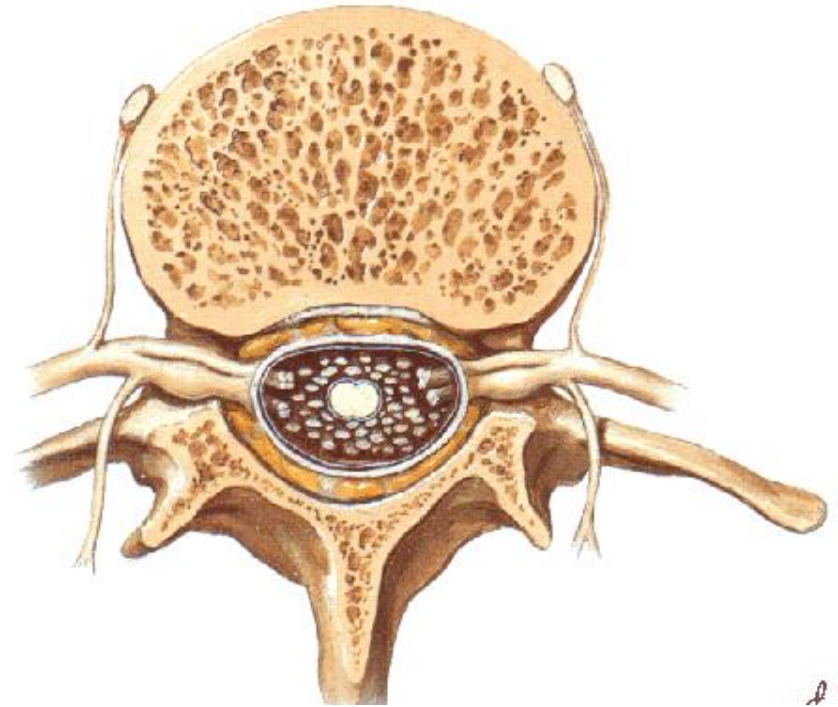


Ao redor da medula espinal, relacionados aos folhetos meníngeos, existem espaços reais e espaços potenciais, esses últimos somente tornando-se reais em situações de anormalidade. Os espaços reais são o espaço epidural e o espaço subaracnóideo. O espaço epidural, ao redor da dura-máter, entre ela e o perióstio que envolve as peças ósseas da coluna vertebral e seus ligamentos, é preenchido por gordura e um exuberante plexo venoso. Já o espaço subaracnóideo, situado entre aracnoide e pia-máter, é preenchido por líquido. Também é no espaço subaracnóideo que os vasos arteriais trafegam até seus territórios de irrigação.

Como a medula espinal termina cranialmente ao limite caudal do canal vertebral, sua terminação inferior caracteriza-se por uma região de afilamento progressivo denominada cone medular, e na cisterna lombar existe a cauda equina, cortes transversais passando por níveis diferentes do canal vertebral irão produzir imagens bastante diferentes entre si.

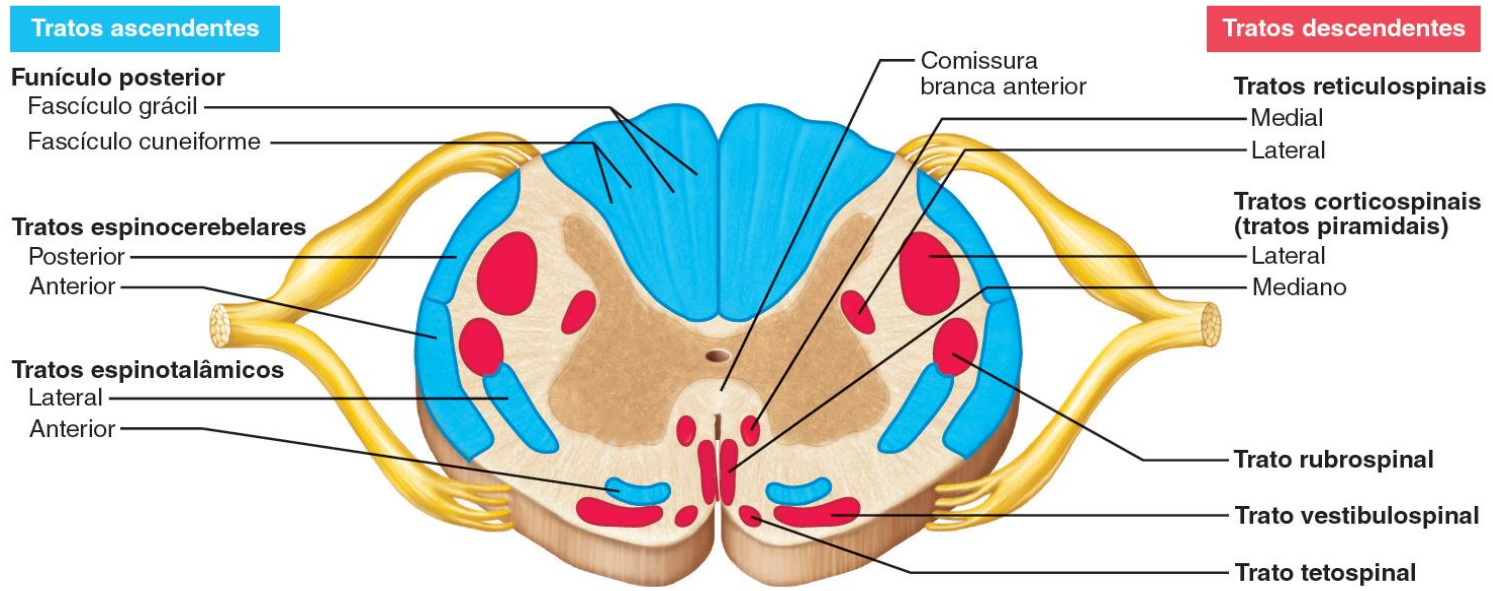


Corte nível torácico



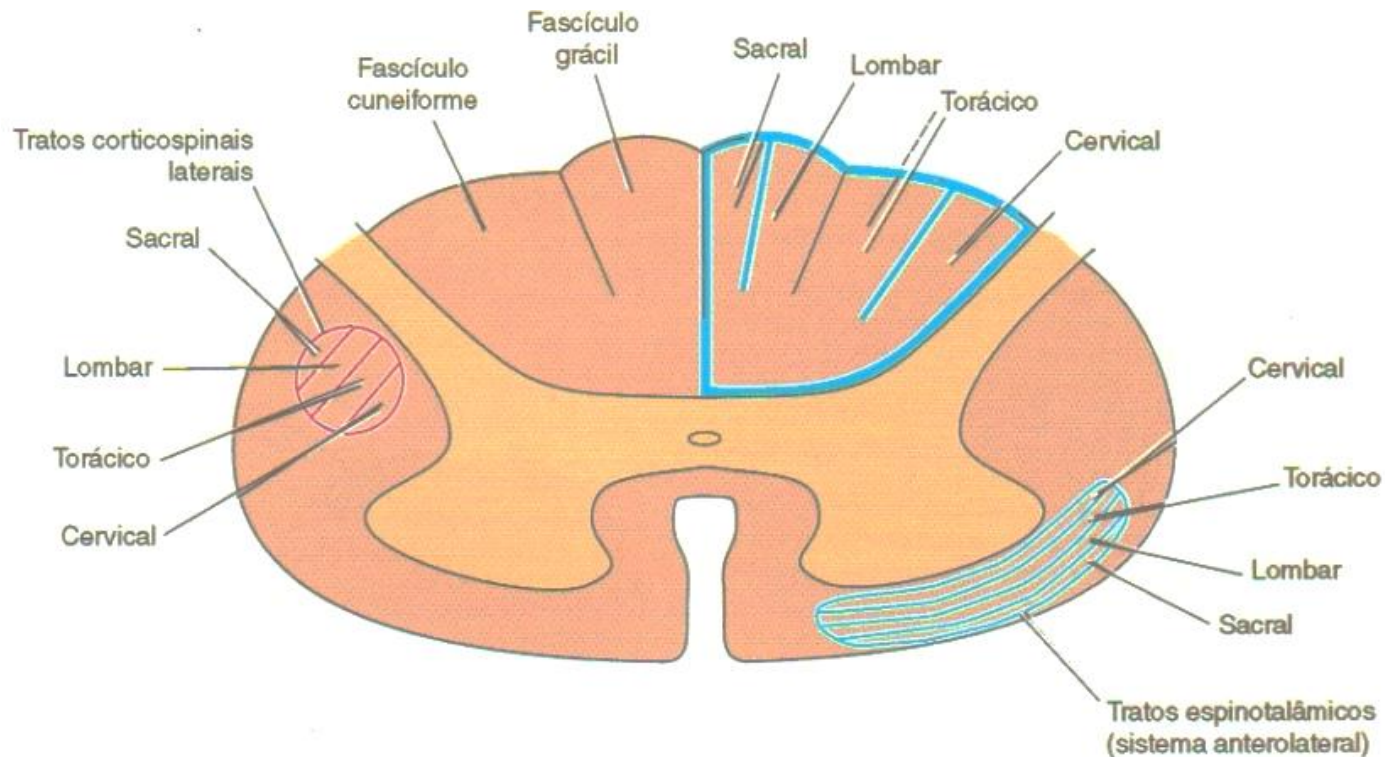
corte nível lombar (L1)

Tanto a substância branca quanto a substância cinzenta da medula espinal são bastante organizadas. Na substância branca, presente nos funículos, existem tratos ascendentes (que sobem da medula espinal ao encéfalo) e tratos descendentes (que descem do encéfalo até a medula espinal). O funículo posterior contém somente fibras ascendentes, organizadas nos fascículos grácil e cuneiforme. Essas fibras nervosas correspondem aos prolongamentos centrais do *primeiro neurônio* da via do tato discriminativo (epicrítico) e da propriocepção (sensação de posição e movimento dos segmentos corpóreos). Já os funículos lateral e anterior contêm tanto tratos ascendentes quanto descendentes. A via da dor rápida, por exemplo, sobe na medula espinal pelo funículo lateral no trato espinotalâmico lateral (corresponde aos axônios do *segundo neurônio* da via). Também no funículo lateral desce o trato corticospinal lateral, que transporta fibras nervosas para a motricidade dos membros (correspondem aos axônios do *neurônio motor superior*, que está no córtex cerebral motor). A via do tato grosseiro (protopático) sobe na medula pelo funículo anterior no trato espinotalâmico anterior. Também no funículo anterior desce o trato corticospinal anterior (medial) para a motricidade axial.



Principais tratos fibrosos na substância branca da medula espinal cervical.

As fibras nervosas, tanto dos tratos ascendentes quanto dos tratos descendentes, apresentam ainda uma organização somatotópica, isto é, fibras que inervam determinada região do corpo ocupam uma parte específica do trato. Na figura abaixo a organização somatotópica das fibras dos fascículos grácil e cuneiforme, do trato corticoespinal lateral e dos tratos espinotalâmicos estão demonstradas. O conhecimento dessa organização é importante para o diagnóstico topográfico e a boa compreensão das lesões, quando ocorre um acometimento apenas parcial de um trato ou de uma região muito particular da medula.



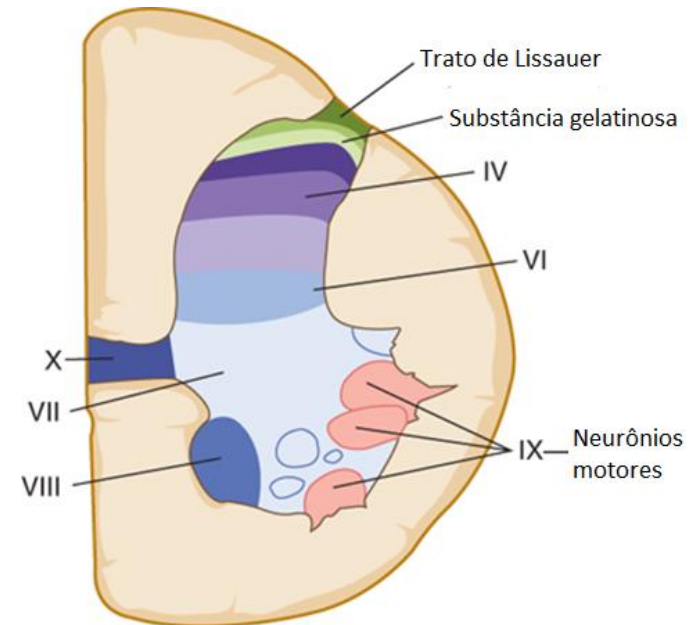
Também a substância cinzenta medular possui uma organização particular. Os corpos celulares dos neurônios aí presentes estão distribuídos nos cornos ou colunas posteriores (dorsais ou sensitivos), anteriores (ventrais ou motores), laterais (ou intermédio-laterais, entre T1 e L2, parte do sistema nervoso autônomo – divisão simpática) e zona intermediária. Em 1954, o neuroanatomista sueco Bror Rexed descreveu 10 camadas, ou lâminas, citoarquitetônicas de neurônios na medula espinal, assim distribuídas:

- corno dorsal: 1-6
- zona intermediária: 7 (dorsal)
- corno ventral: 7 (ventral), 8 e 9
- ao redor do canal central: 10

Em determinados níveis da medula espinal, núcleos de neurônios são bem distinguidos na substância cinzenta:

Região	Lâmina	Núcleos
corno dorsal	1	zona marginal
corno dorsal	2	substância gelatinosa
corno dorsal	3 - 4	núcleo próprio
zona intermediária	7	núcleo de Clarke
zona intermediária	7	núcleo intermediolateral
corno ventral	9	núcleos motores

A lâmina IX, no corno ventral, é a principal sede dos neurônios motores alfa, cujos axônios inervam os músculos esqueléticos. Essa lâmina ainda apresenta uma organização dita somatotópica, de acordo com os grupos musculares que seus neurônios irão comandar.

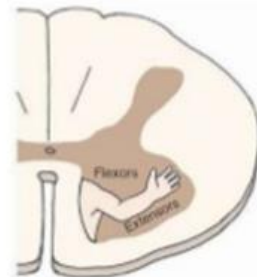


Source: Stephen G. Waxman
Clinical Neuroanatomy, Twenty-Eighth Edition
www.accessmedicine.com
Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

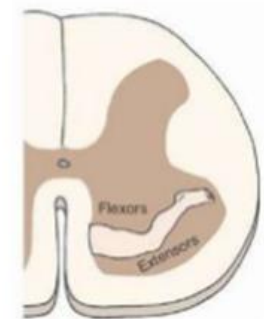
Lâmina IX de Rexed

Organização somatotópica dos neurônios motores alfa:

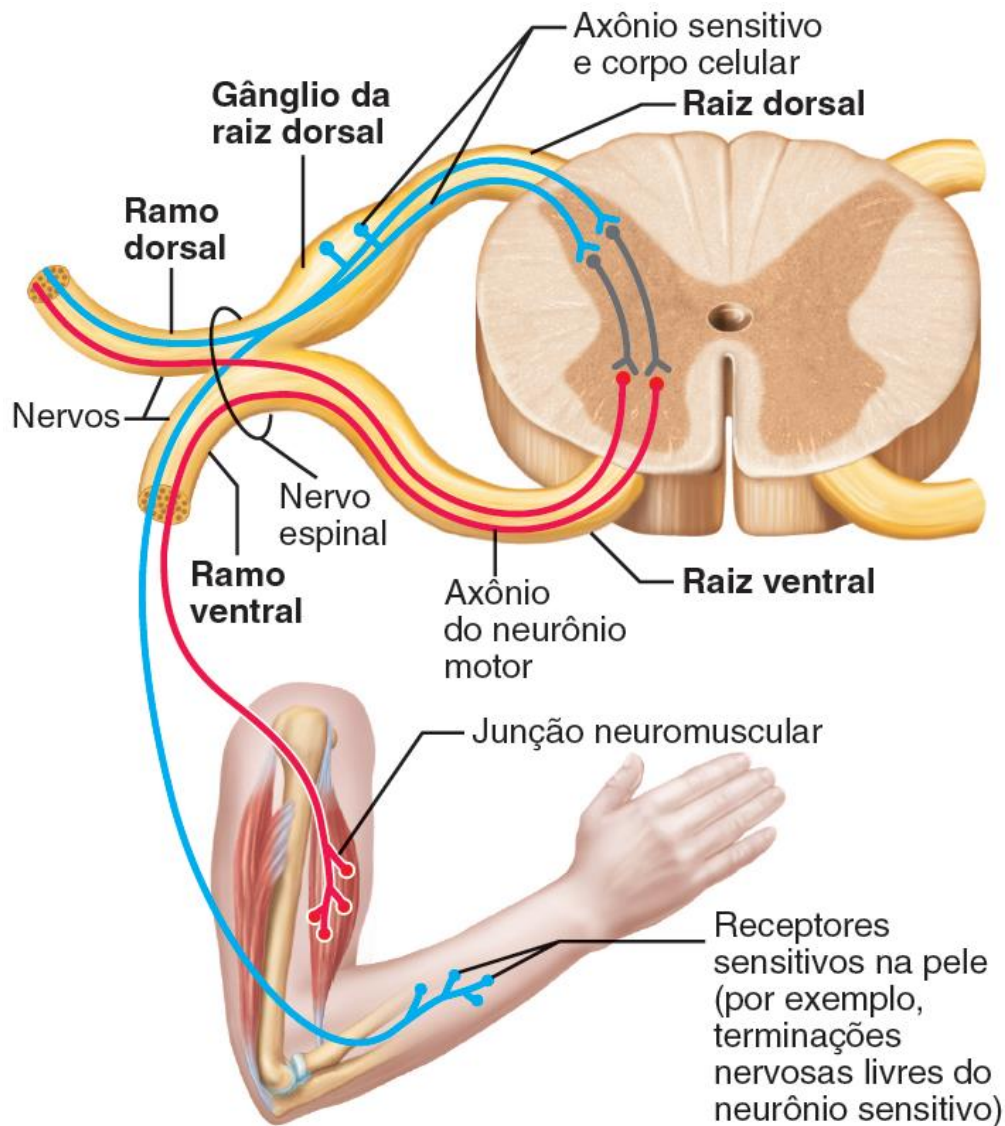
- **Dorsal** → musc. Flexora
- **Ventral** → musc. Extensora
- **Medial** → musc. Tronco
- **Lateral** → musc. extremidades



Intumescência cervical



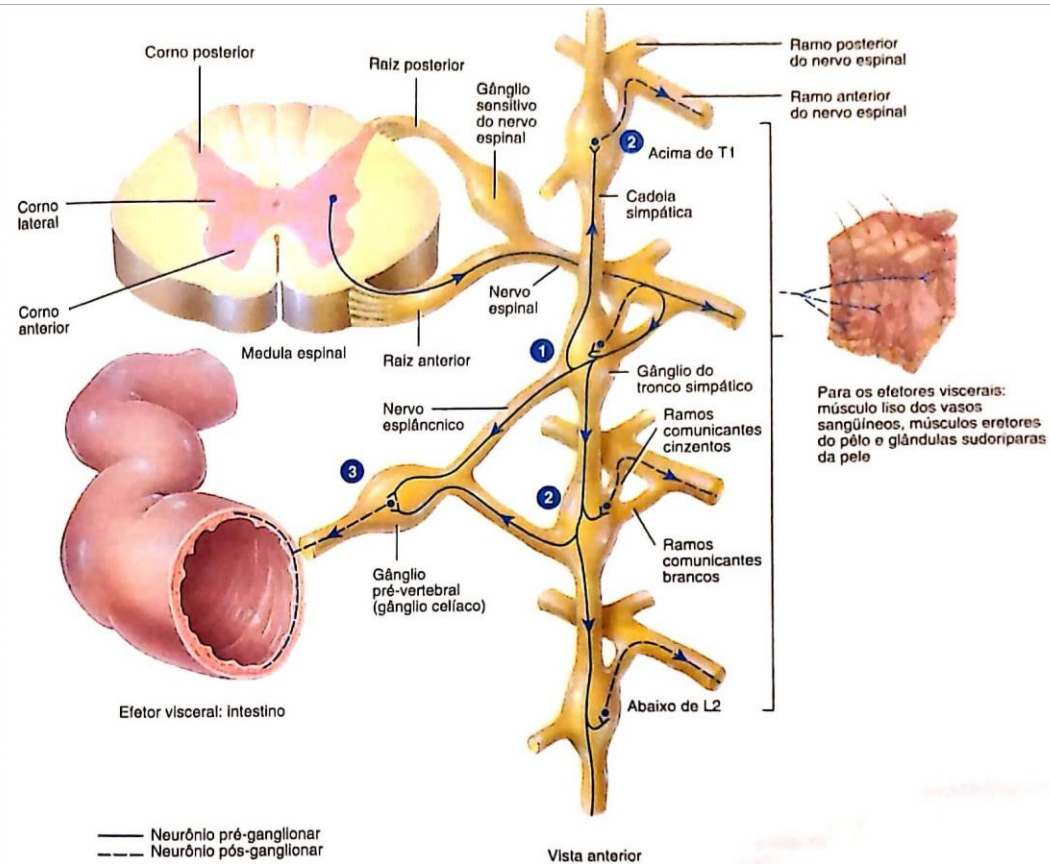
Intumescência lombar



Um nervo espinal é formado pelas raízes dorsal (sensitiva) e ventral (motora), que se juntam para formar o tronco do nervo. Por sua vez, o tronco do nervo, bastante curto, divide-se em ramos dorsal e ventral. O tronco do nervo e os ramos dorsal e ventral são mistos, isto é, possuem fibras nervosas sensitivas e motoras. Na raiz dorsal, encontra-se o gânglio sensitivo da raiz dorsal, onde estão localizados os corpos celulares de neurônios pseudo-unipolares que contém, cada qual, um prolongamento periférico, que trás informações dos receptores sensitivos, e um prolongamento central que entra na medula espinhal pela raiz dorsal.

A raiz ventral, além dos axônios dos motoneurônios para a musculatura esquelética pode conter axônios dos neurônios da divisão simpática do sistema nervoso autônomo, cujos corpos celulares estão no corno lateral (neurônios pré-ganglionares). Esses axônios pré-ganglionares simpáticos, depois de passarem pela raiz ventral e tronco do nervo abandonam o ramo ventral pelo ramo comunicante branco, assim chamado devido ao seu aspecto esbranquiçado conferido pela mielina. A partir de então cada fibra pré-ganglionar pode estabelecer sinapse com neurônios ganglionares da cadeia simpática paravertebral (do mesmo nível medular, ou de nível adjacente), ou passar por um gânglio da cadeia paravertebral sem estabelecer sinapse e, através de nervos esplâncnicos, chegar a um dos gânglios da cadeia simpática pré-vertebral para aí estabelecer sinapse.

As fibras pós-ganglionares (axônios dos neurônios ganglionares) da cadeia pré-vertebral irão fazer a inervação simpática de vísceras intra-abdominais. As fibras pós-ganglionares (axônios dos neurônios ganglionares) da cadeia paravertebral irão fazer a inervação simpática de vísceras intratorácicas, pélvicas ou estruturas da cabeça.

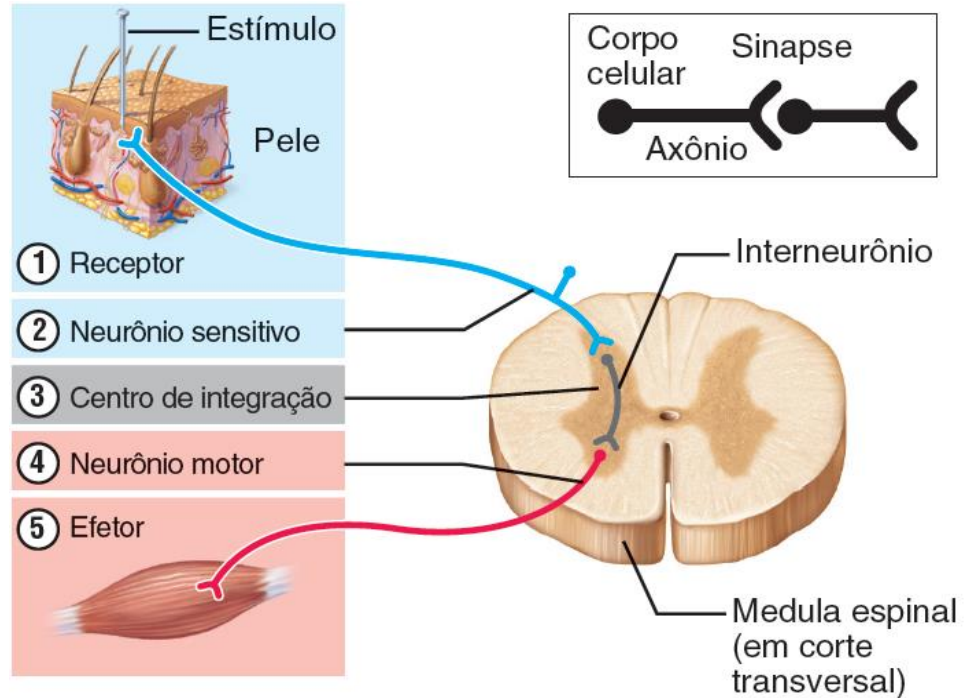


A inervação simpática de estruturas superficiais do corpo, como glândulas sudoríparas da pele, músculos lisos da parede dos vasos sanguíneos e músculos eretores do pelo, é feita por fibras pós-ganglionares que retornam ao nervo espinhal pelo ramo comunicante cinzento, amielínico.

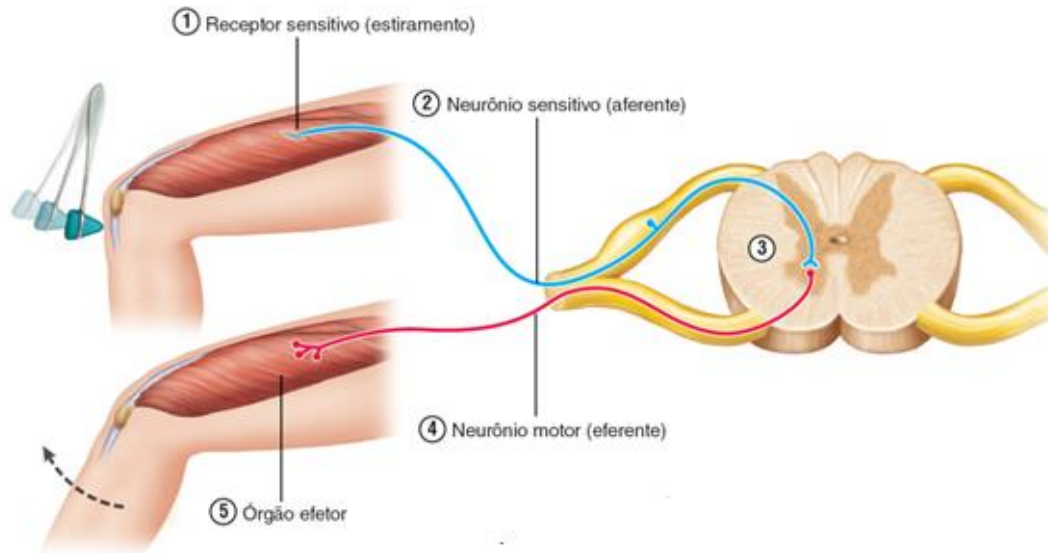
Um reflexo pode ser definido como um padrão involuntário de resposta a um estímulo sensitivo. Depende da integridade de estruturas que compõem o chamado arco reflexo: um órgão receptor, um neurônio aferente, um neurônio eferente, e um órgão eferente. Pode ser monossináptico, quando envolve somente um contato sináptico, ou polissináptico.

Na medula espinal, os reflexos têm um papel importante na manutenção do tônus muscular e, assim, na postura.

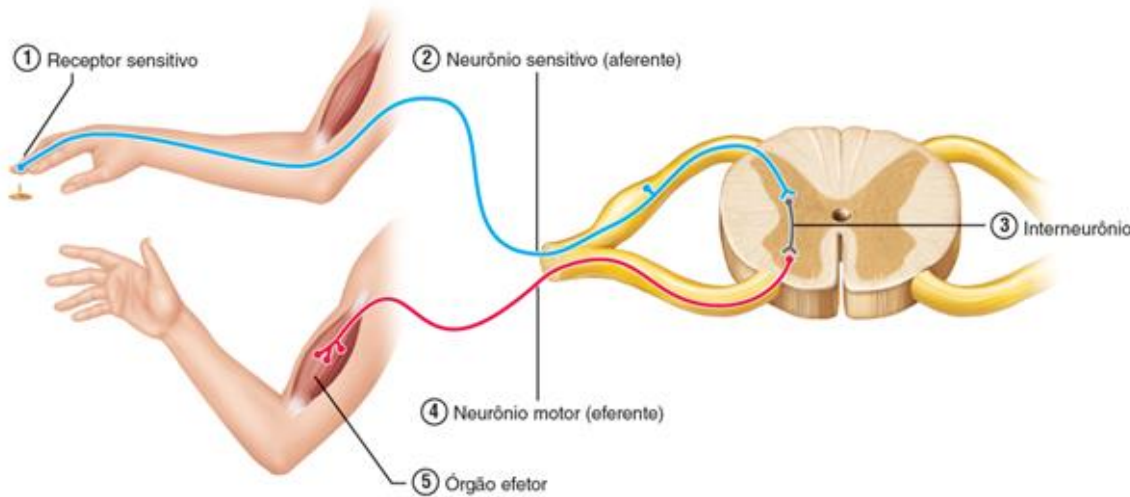
O órgão receptor situa-se na pele, em músculos ou em tendões musculares. O corpo celular do neurônio aferente (sensitivo) localiza-se no gânglio sensitivo da raiz dorsal. Seu axônio entra na medula e vai estabelecer sinapse com o neurônio eferente, cujo axônio sai da medula pela raiz anterior.



Componentes de um arco reflexo. Os receptores detectam mudanças no ambiente interno ou externo. Os efetores são músculos ou glândulas.



(a) Reflexo monossináptico de estiramento



(b) Reflexo polissináptico de recuo

Tipos de arco reflexo:

- (a) Arco reflexo monossináptico (ex.: reflexo de estiramento), que possui dois neurônios e uma única sinapse.
- (b) Arco reflexo polissináptico (ex.: reflexo de retirada ou de recuo), que possui mais de dois neurônios e, portanto, ao menos duas sinapses.

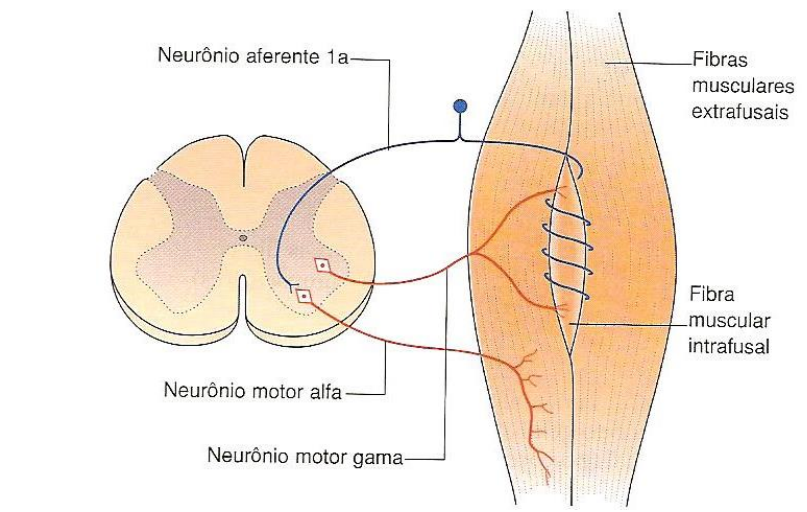
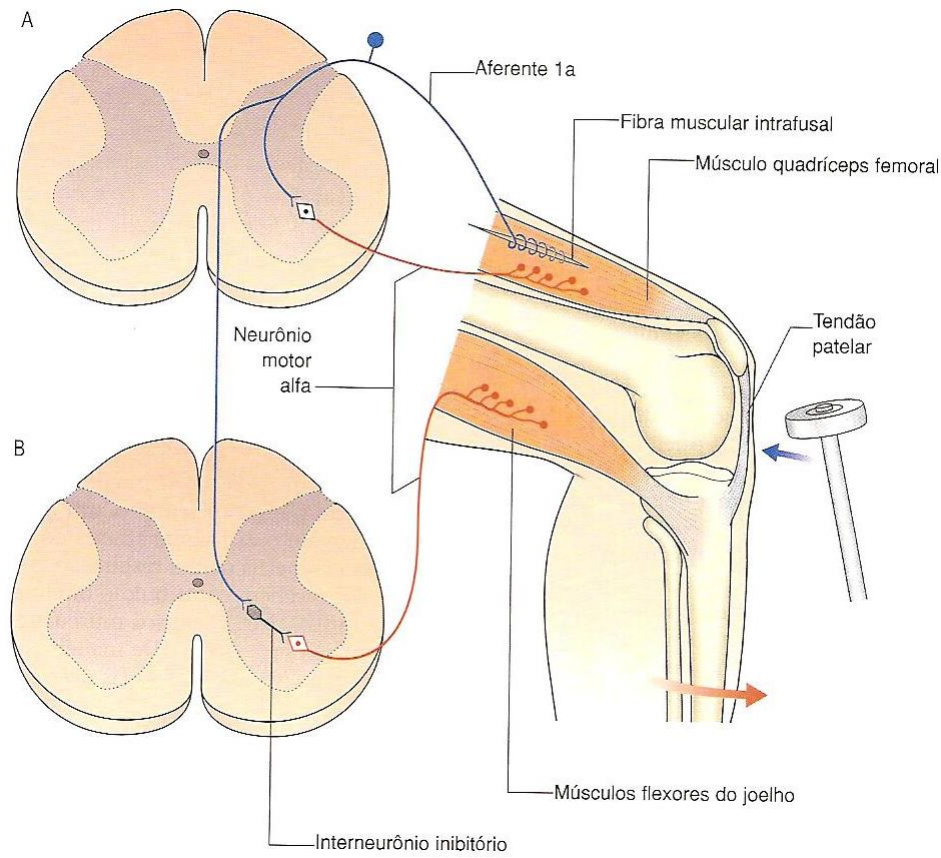
1 = receptor sensitivo

2 = neurônio aferente (sensitivo)

3 = sinapse entre neurônio sensitivo e neurônio motor (em a) ou interneurônio (em b)

4 = neurônio eferente (motor)

5 = órgão efetor



No reflexo de estiramento ou miotático, que é um reflexo monossináptico, o órgão receptor está nas fibras musculares intrafusais, enquanto as fibras musculares extrafusais, são as responsáveis pelo encurtamento do músculo e, portanto, correspondem ao órgão efetor.

No reflexo patelar, por exemplo, a percussão do tendão patelar por um martelo neurológico produz um estiramento súbito das fibras intrafusais, inervadas pelo neurônio aferente 1a. Este neurônio estabelece sinapse com o neurônio motor alfa (eferente), no corno ventral da medula espinal. O axônio do neurônio motor alfa inerva o músculo quadríceps femoral que, em resposta reflexa, encurta suas fibras extrafusais, provocando a extensão do joelho.

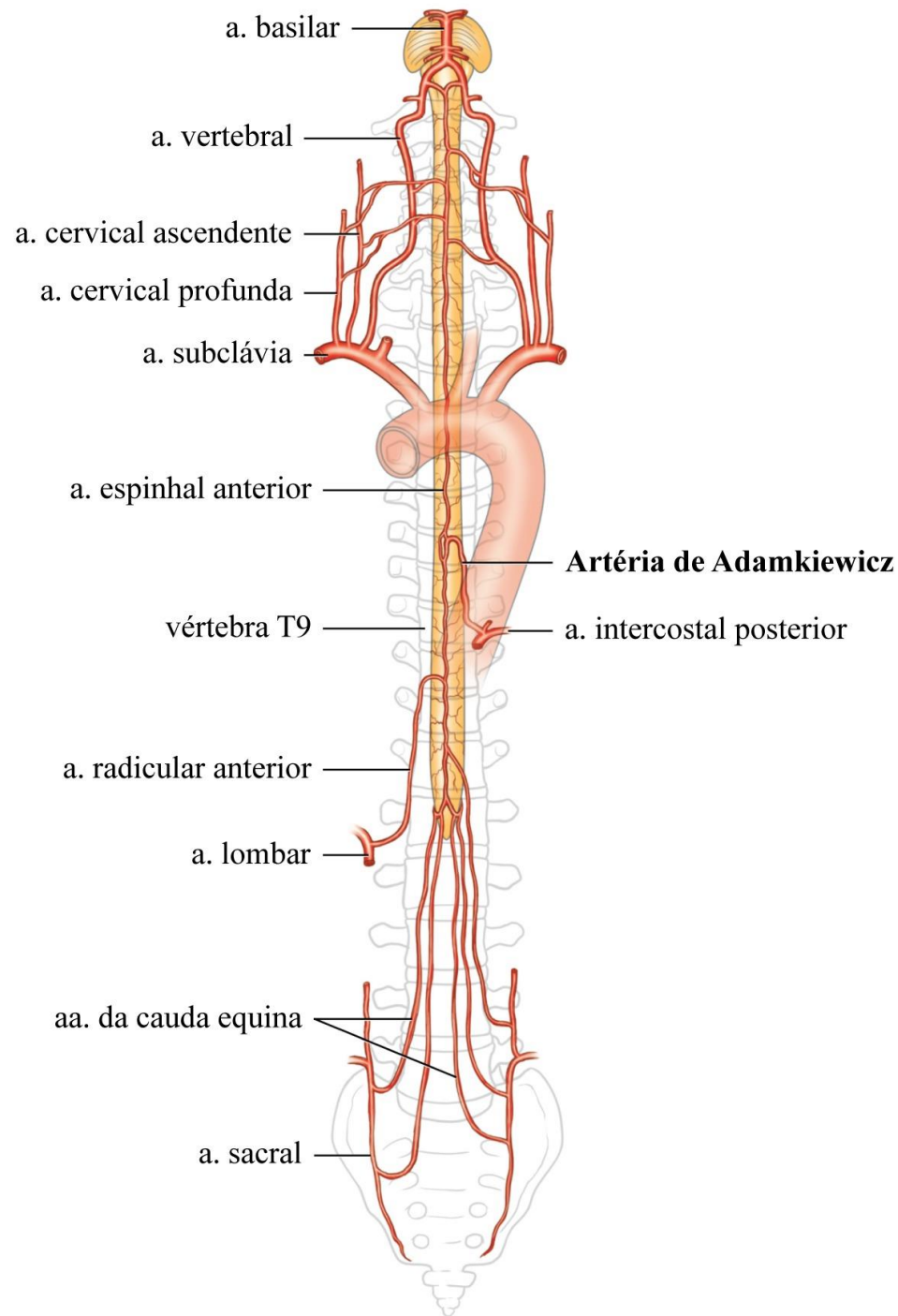
Simultaneamente, o neurônio aferente 1a envia uma colateral até o nível medular onde encontram-se os neurônios motores que inervam a musculatura antagonista, ou flexora do joelho. Através de um interneurônio inibitório, essa musculatura posterior da coxa relaxa e permite a ação do músculo quadríceps em estender o joelho.

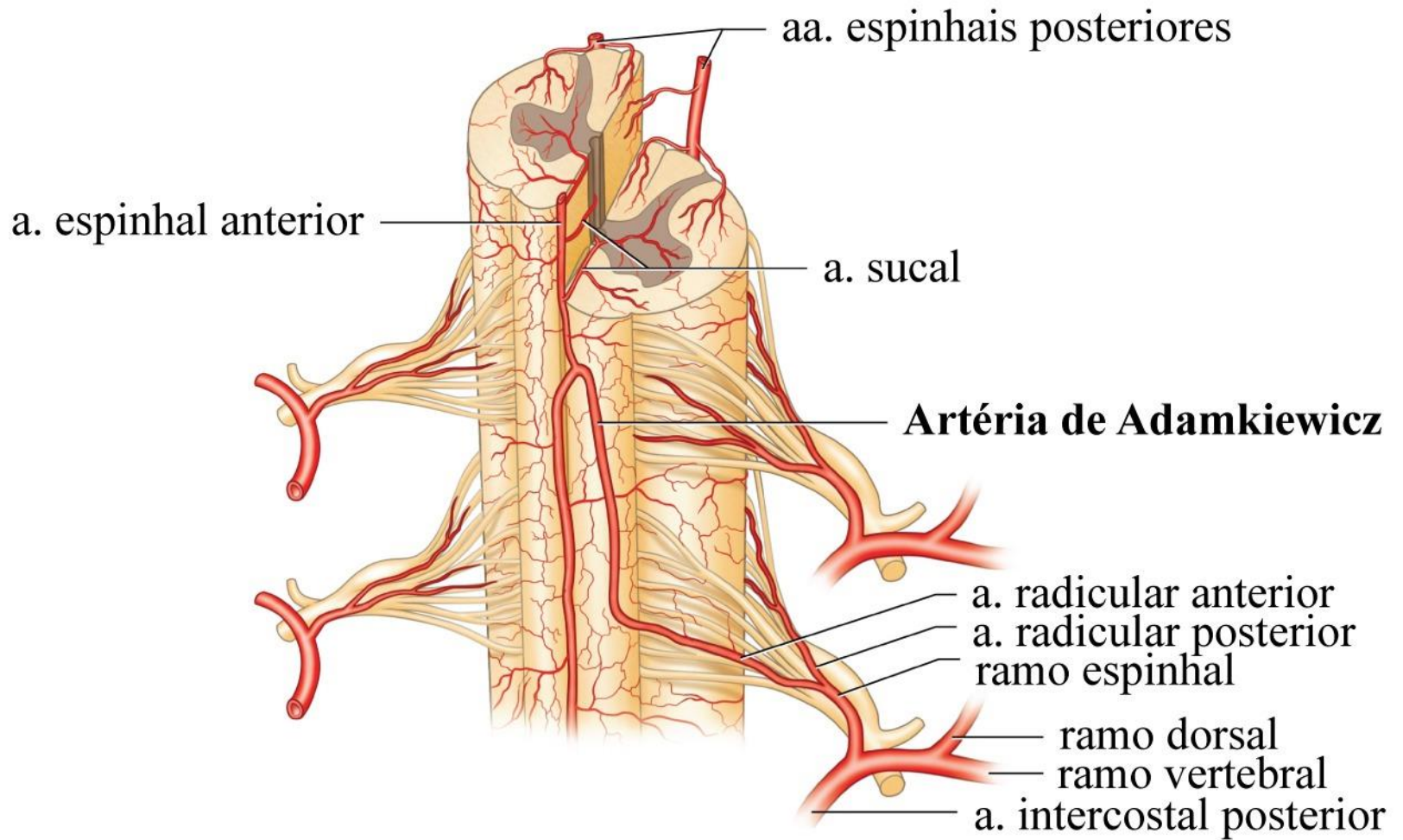
As fibras musculares intrafusais também são inervadas pelo neurônio motor gama, que produz, em sua ação, o encurtamento das fibras do fuso, que retorna, então, ao seu comprimento original.

A presença de reflexos medulares normais pode indicar a integridade da medula espinal e a pesquisa da resposta de diferentes reflexos testa diferentes níveis medulares. Alguns exemplos desses reflexos e os níveis medulares respectivos estão listados no quadro:

Reflexo	Segmentos medulares envolvidos	Local de percussão ou estimulação	Resposta normal
Tendíneo do bíceps braquial	C5-6	Tendão bicipital	Flexão da articulação do cotovelo
Tendíneo do tríceps	C6-7-8	Tendão tricipital	Extensão da articulação do cotovelo
Tendíneo do braquiorradial	C5-6-7	Tendão do braquiorradial	Supinação das articulações radio-ulnares
Reflexos superficiais do abdome	T6-7 T8-9 T10-12	Pele da parte superior do abdome Pele da parte intermédia do abdome Pele da parte inferior do abdome	Contração dos músculos abdominais subjacentes
Tendíneo patelar	L2-3-4	Tendão patelar	Extensão da articulação do joelho
Tendíneo de Aquiles ou do calcâneo	S1-2	Tendão calcâneo	Flexão plantar da articulação do tornozelo

A medula espinal recebe nutrição através da irrigação estabelecida por artérias espinais e radiculares que, apesar de se comunicarem através de anastomoses, apresentam territórios bem definidos. As artérias espinais, uma anterior e duas posteriores, são ramos das artérias vertebrais, já no interior do crânio enquanto as artérias radiculares são ramos de artérias segmentares, como artérias intercostais e lombares, e de artérias subclávias e hipogástricas. As artérias espinais, após origem nas artérias vertebrais, saem do crânio pelo forame magno e têm um trajeto descendente. São importantes, principalmente, para a medula cervical, enquanto as regiões médias e inferiores da medula recebem predominantemente irrigação de artérias radiculares. Frequentemente, existe uma artéria radicular anterior predominante, chamada artéria radicular magna ou de Adamkiewicz, responsável pelo suprimento sanguíneo de até dois terços distais da medula espinal. Uma lesão desta artéria durante um procedimento cirúrgico implica em graves complicações como paresia (fraqueza) de membros inferiores e mesmo paraplegia (perda da força muscular dos dois membros inferiores), muitas vezes de caráter definitivo, podendo acontecer durante a realização do tratamento cirúrgico de aneurismas tóraco-abdominais e patologias da coluna vertebral. Geralmente, a artéria de Adamkiewicz está localizada entre a oitava vértebra torácica e a primeira lombar..





Irrigação da medula espinal

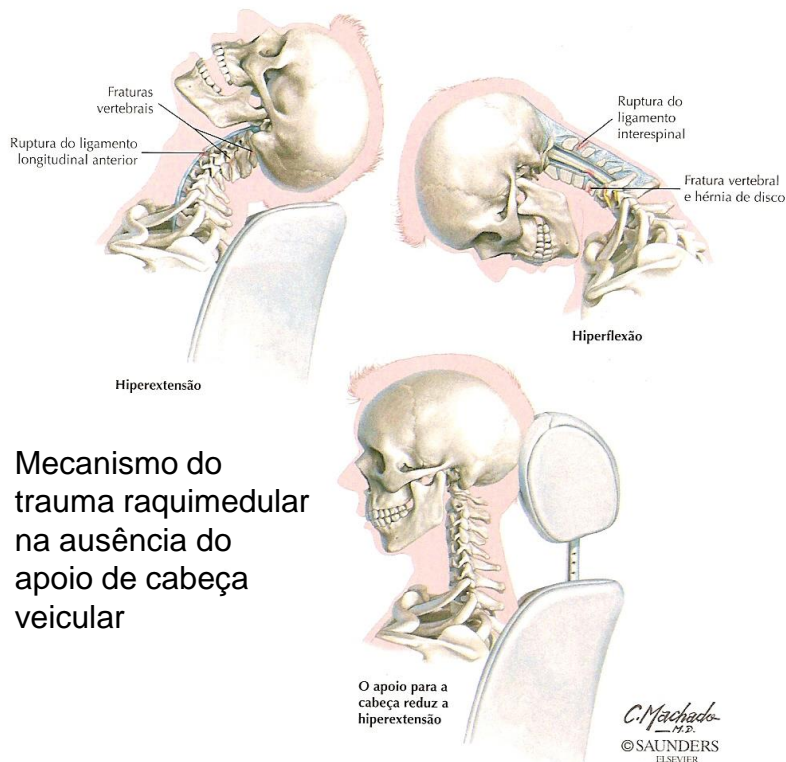
Como todos os tecidos corporais, o tecido nervoso pode ser acometido por lesões que se enquadram em um ou mais dos seguintes grupos:

- Malformações congênitas
- Processos degenerativos
- Doenças inflamatórias e infecciosas
- Problemas vasculares
- Traumas
- Neoplasias

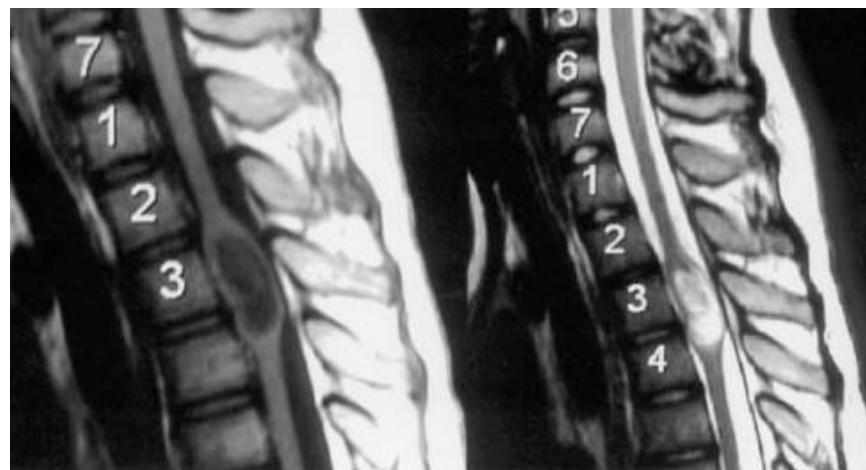
Esses problemas, quando afetam a medula espinal, produzem manifestações clínicas que dependem do local, do grau e extensão do envolvimento medular, e do tempo de desenvolvimento da lesão.



Recém-nascido com mielomeningocele lombar



Mecanismo do trauma raquimedular na ausência do apoio de cabeça veicular



Imagens de ressonância magnética de medula espinal em reconstrução sagital (sequência T1 à esquerda e T2 à direita) de paciente com tumor intramedular ao nível da terceira vértebra torácica

Síndromes clínicas da medula espinal

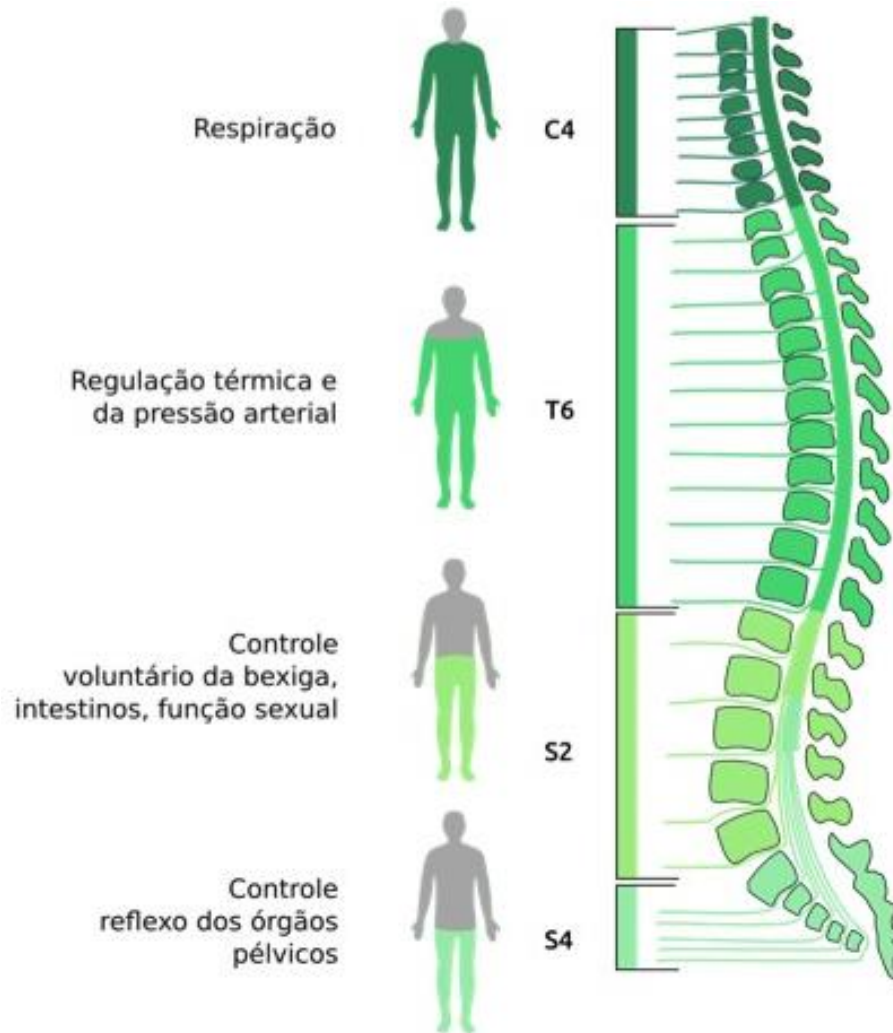
❖ Síndrome de *choque medular*:

trata-se de um distúrbio clínico que sucede lesão aguda, grave, da medula espinal.

todas as funções abaixo do nível da lesão ficam deprimidas ou abolidas (deficiência sensitiva e paralisia flácida, reflexos espinais deprimidos, depressão simpática com hipotensão arterial)

persiste por menos 24 horas após o evento agressor na maioria dos pacientes, mas pode durar até por 1 a 4 semanas.

depois da fase de choque medular, aparecem os sinais neurológicos característicos de acordo com a região acometida., ou *síndromes destrutivas da medula espinal*.



Síndromes clínicas da medula espinal

❖ Síndromes *destrutivas*:

achados clínicos dependem da região da medula espinal que foi lesada e do nível da lesão. O déficit motor é resultante da combinação de lesão do axônio do neurônio motor inferior (ao nível do ponto de destruição da medula) e do neurônio motor superior (nos segmentos medulares abaixo do ponto de destruição).

Neurônios motores superior (NMS) e inferior (NMI):

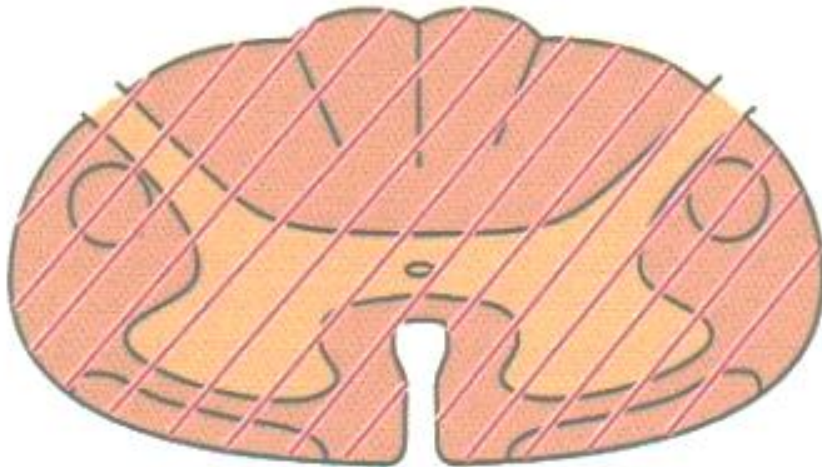
Os corpos celulares do NMS estão no córtex motor (córtex cerebral). Seu axônio desce como trato corticospinal pela cápsula interna, base do pedúnculo cerebral (mesencéfalo), ponte e pirâmide bulbar. No limite entre bulbo e medula, a maior parte das fibras desse trato cruza a linha média, na decussação das pirâmides, e desce na medula espinal pelo funículo lateral. Vai, então, estabelecer sinapse com o NMI. Lesão do NMS, em qualquer parte de seu trajeto, produz paralisia ou parestesia (desaparecimento ou redução da força muscular), hipertonia (aumento do tônus muscular), hiperreflexia e aparecimento de reflexos anormais, sem atrofia muscular.



Os corpos celulares do NMI encontram-se no corno ventral da medula espinal. Seu axônio sai da medula pela raiz anterior e agrega-se ao nervo espinal, indo inervar a musculatura esquelética.

Lesão do NMI, em qualquer local de seu trajeto, também produz paralisia ou parestesia, mas com hipotonia, hiporreflexia ou arreflexia, e com atrofia muscular.

A seguir, serão apresentadas as principais síndromes das lesões medulares. Tenha sempre em mente as estruturas que são lesadas, tanto na substância branca quanto na substância cinzenta, que explicam os sinais neurológicos observados. Algumas estruturas ou tratos citados somente serão vistos e compreendidos em aulas subsequentes, portanto, retorno ao estudo dessas síndromes de lesão medular futuramente é recomendado..



Síndrome de transecção medular completa

❖ **Síndrome de *transecção medular completa*:**

paralisia bilateral (NMI) e atrofia muscular no segmento da lesão

paralisia espástica bilateral abaixo do nível da lesão (tratos descendentes)

sinal de Babinski bilateral e perda de reflexos cutâneos abaixo do nível de lesão

perda bilateral de todas as sensações abaixo da lesão

perda de controle voluntário da bexiga e do intestino

Observações:

espasticidade refere-se ao aumento do tônus muscular

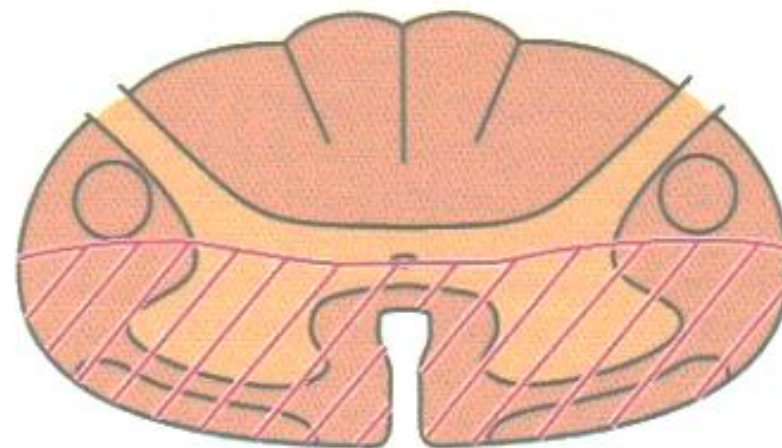
quando a pele da região plantar lateral do pé é estimulada, a resposta normal é a flexão plantar dos dedos do pé (reflexo cutâneo-plantar). Se a resposta for de dorsiflexão do hálux e abertura em leque dos outros dedos, isso é chamado de sinal de Babinski positivo e indica lesão do NMS. Por outro lado, uma resposta em dorsiflexão é considerada normal em crianças no primeiro ano de vida.

❖ **Síndrome de *medula anterior*:**

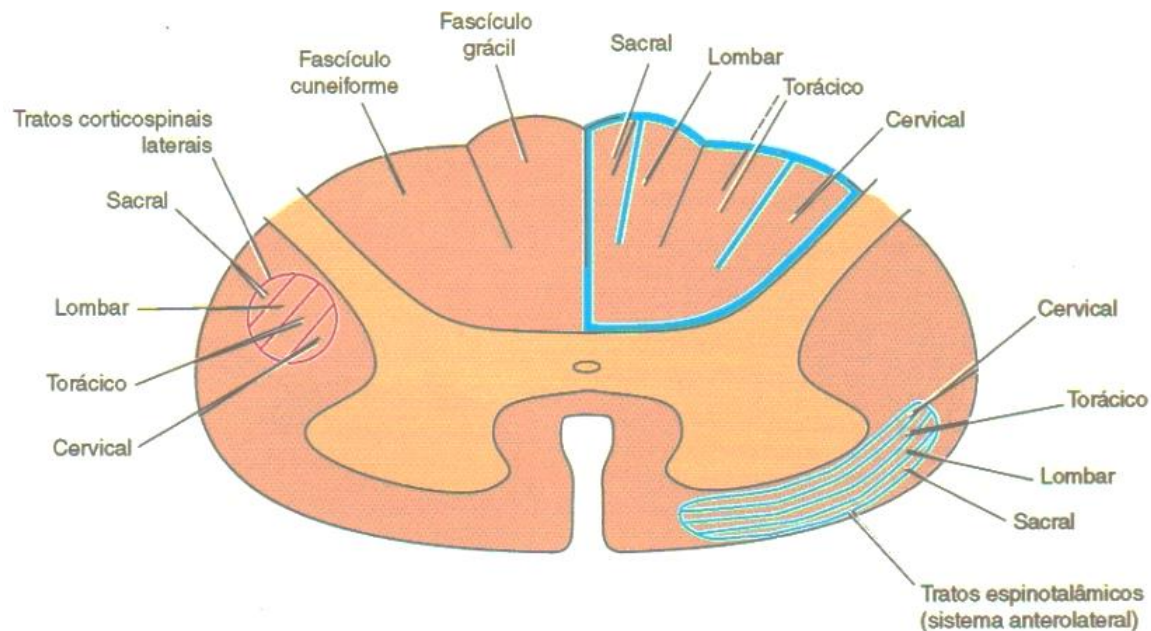
paralisia bilateral (NMI) e atrofia muscular no segmento da lesão

paralisia espástica bilateral abaixo do nível da lesão (tratos descendentes)

perda bilateral das sensações de dor, temperatura e tato grosseiro abaixo da lesão (tratos espinotalâmicos)



Síndrome da medula anterior

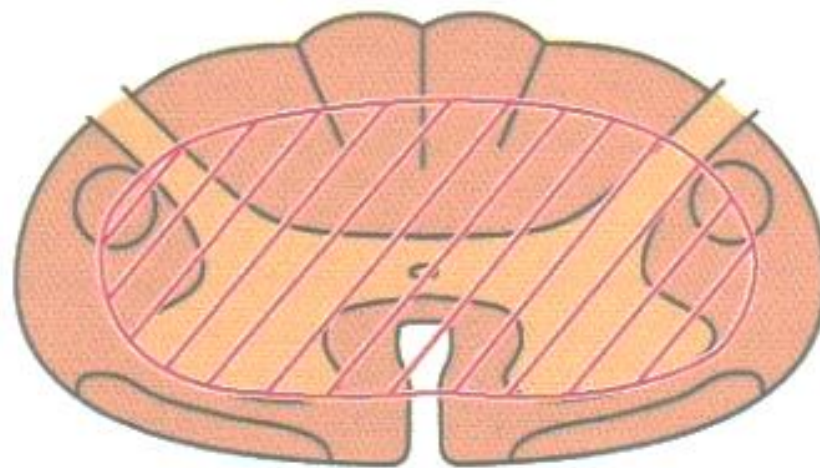


❖ **Síndrome da medula central:**

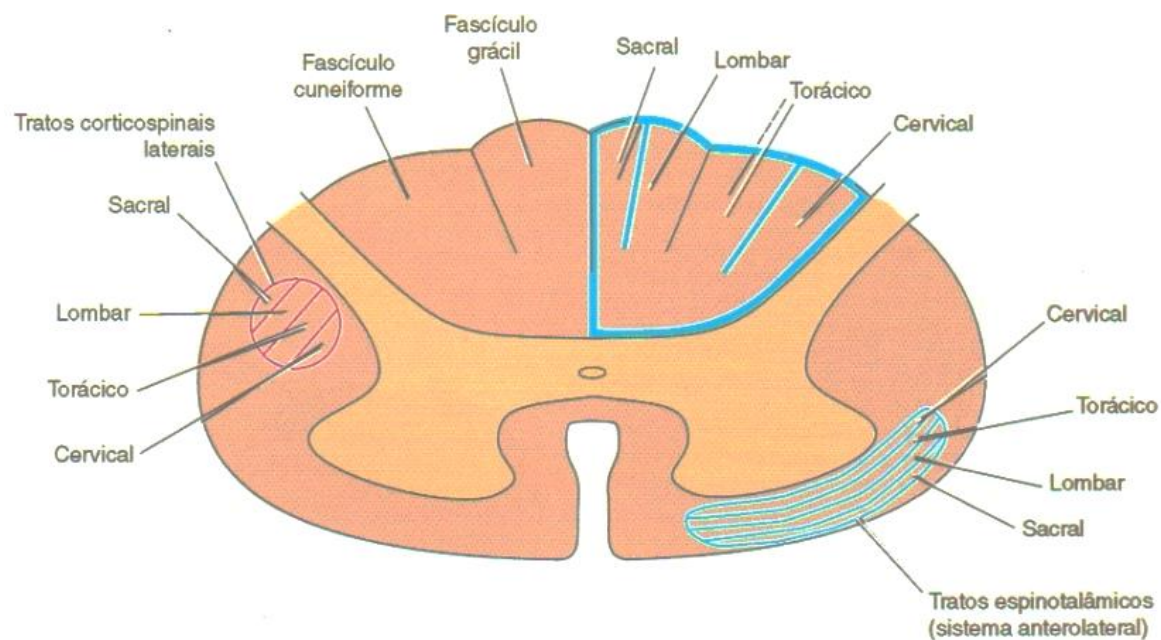
paralisia bilateral (NMI) e atrofia muscular no segmento da lesão

paralisia espástica bilateral abaixo do nível da lesão (tratos descendentes) com preservação sacral

perda bilateral das sensações de dor, temperatura, tato grosseiro e pressão abaixo da lesão, com preservação sacral



Síndrome da medula central



❖ **Síndrome da *hemissecação medular (Brown-Séquard)*:**

paralisia ipsilateral (NMI) e atrofia muscular no segmento da lesão

espasticidade bilateral abaixo do nível da lesão (tratos descendentes não corticoespinal)

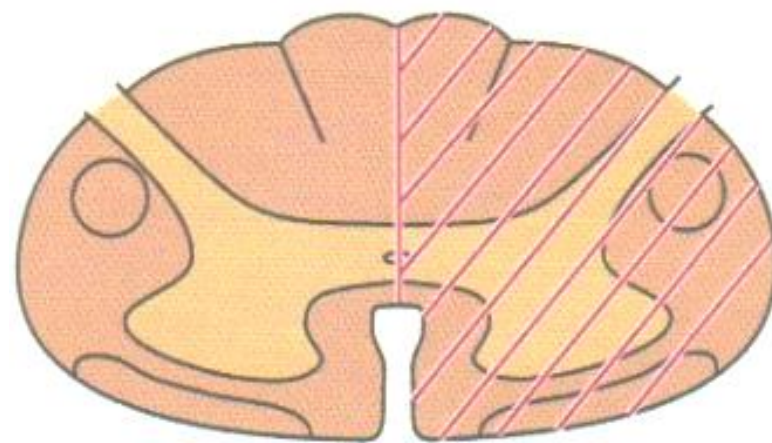
sinal de Babinski e perda de reflexos cutâneos ipsilateral abaixo do nível de lesão (trato corticoespinal)

faixa ipsilateral de anestesia cutânea no segmento da lesão (raiz posterior)

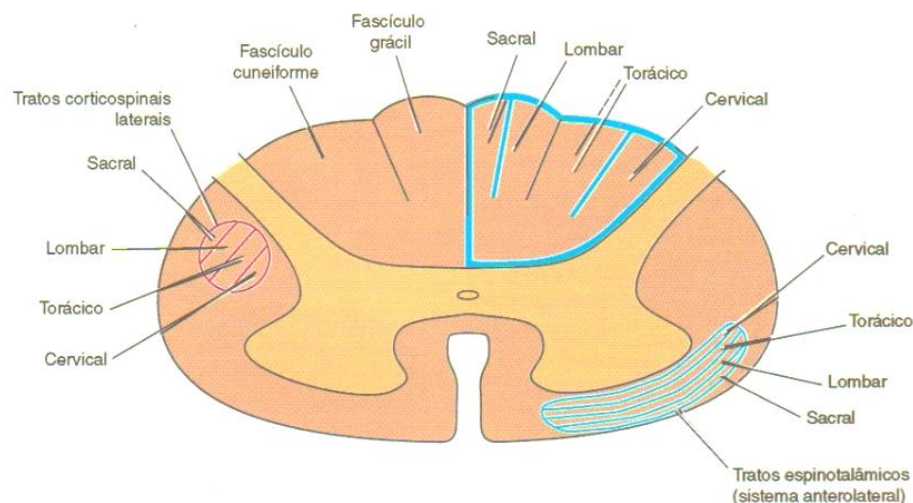
perda contralateral incompleta do tato 2-3 segmentos abaixo da lesão (trato espinotalâmico anterior)

perda ipsilateral da discriminação tátil e propriocepção abaixo da lesão (funículo posterior)

perda contralateral das sensações de dor e temperatura abaixo da lesão (trato espinotalâmico lateral)



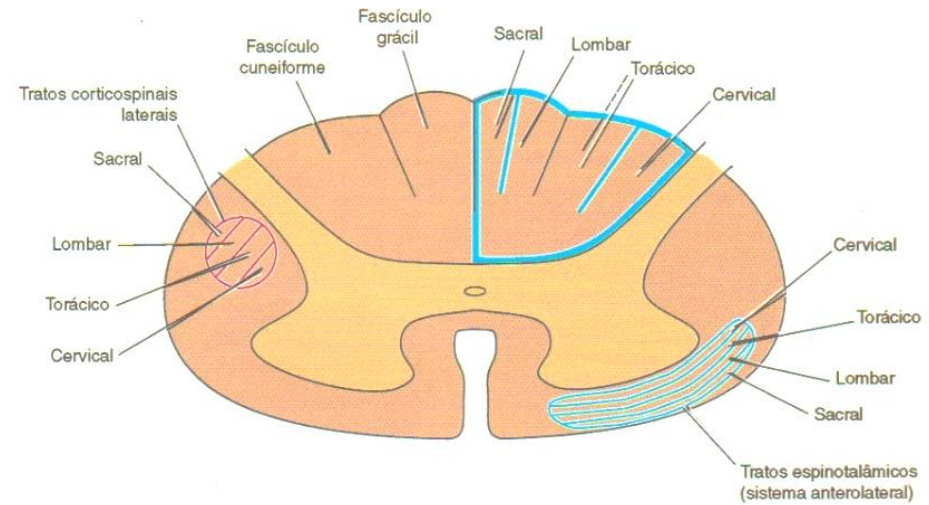
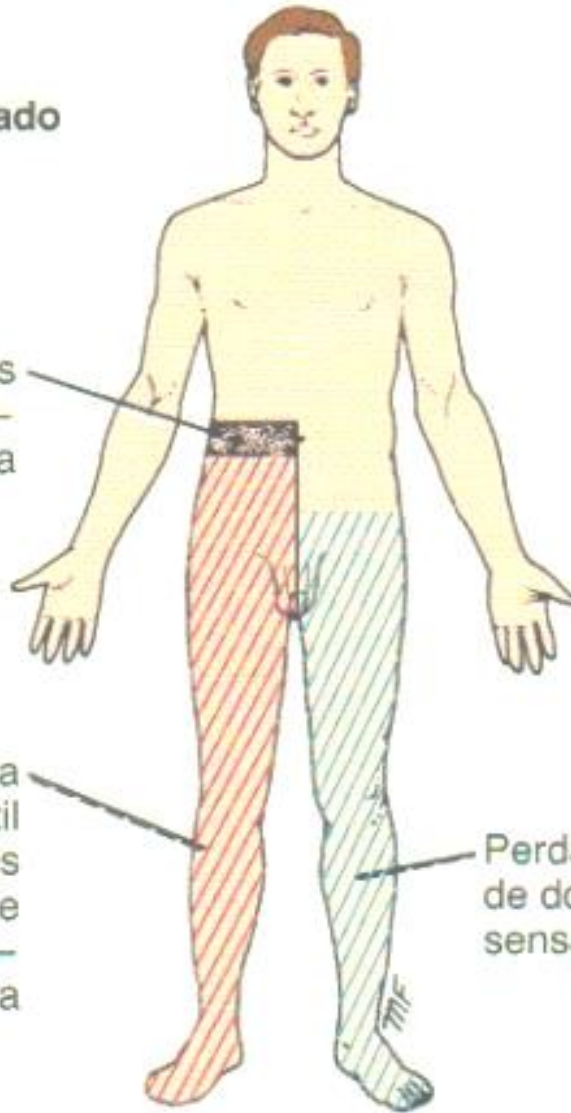
Síndrome de Brown-Séquard



Lesão neste lado

Perda total de todas as sensações —
paralisia hipotônica

Perda da discriminação tátil e sensações vibratória e proprioceptiva —
paralisia espástica



❖ **Síndrome da hemissecção medular (Brown-Séquard)**

❖ **Siringomielia:**

anormalidade de desenvolvimento do canal central, envolvendo mais frequentemente o tronco encefálico e a medula cervical. No local da lesão, ocorre cavitação e gliose na região central

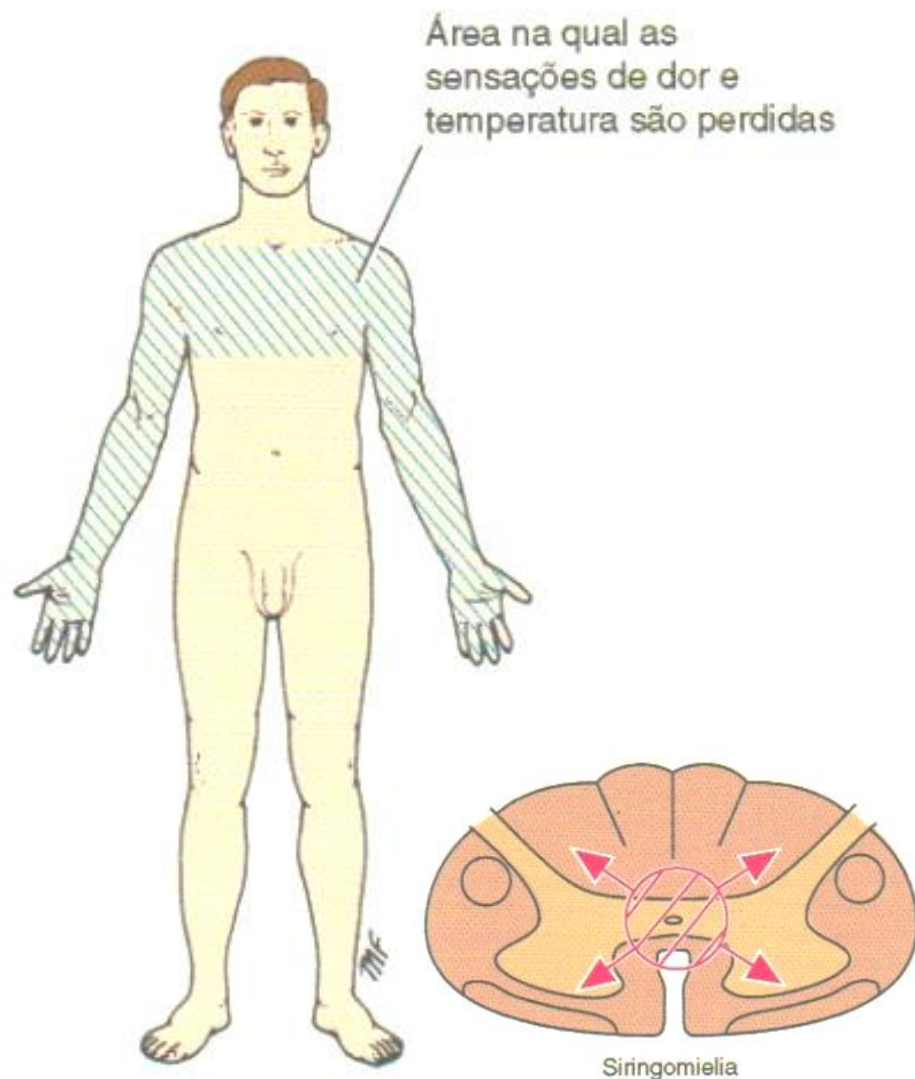
perda bilateral das sensações de dor e temperatura nos dermatômos relacionados aos segmentos medulares acometidos (cruzamento dos tratos espinotalâmicos laterais na comissura branca anterior)

fraqueza nos pequenos músculos das mãos (NMI no corno anterior)

espasticidade bilateral abaixo do nível da lesão (tratos descendentes não corticospinal)

sinal de Babinski e hiperreflexia tendínea abaixo do nível de lesão (trato corticospinal)

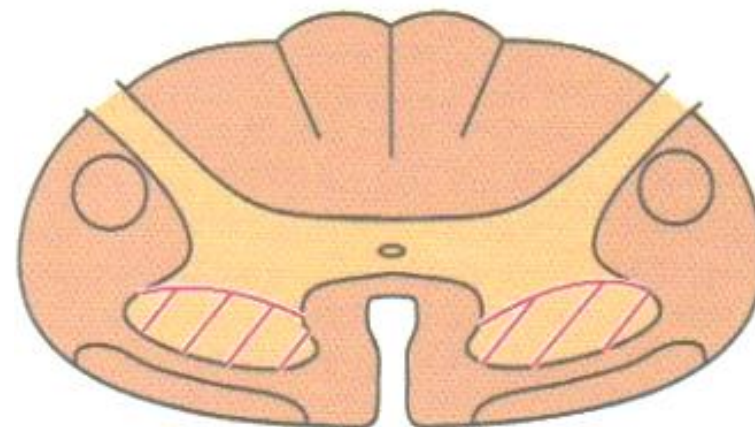
síndrome de Horner pode estar presente (lesão de fibras autonômicas no funículo lateral – trato reticuloespinal)



❖ ***Poliomielite:***

infecção viral aguda dos neurônios das colunas anteriores da ME e núcleos motores de nervos cranianos

paralisia flácida de músculos, principalmente dos membros inferiores



Poliomielite

❖ ***Esclerose múltipla:***

doença de causa desconhecida que provoca a desmielinização dos tratos ascendentes e descendentes

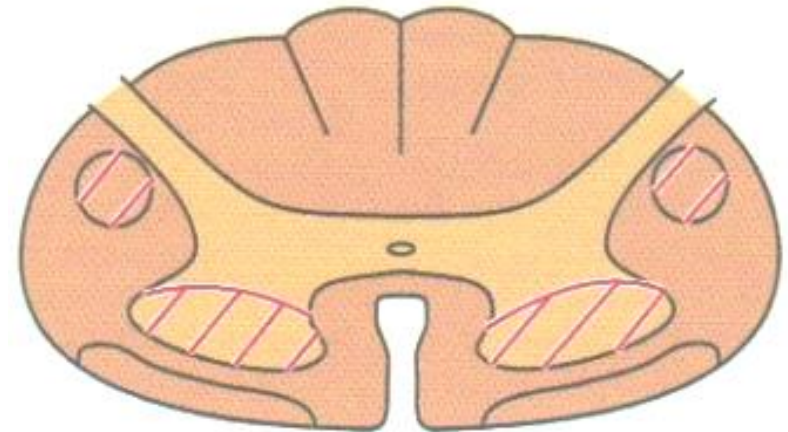
evolução crônica, com exacerbações e remissões

sinais e sintomas múltiplos devido ao acometimento difuso do SNC, mas a fraquez de membros é o sinal mais comum

❖ **Esclerose lateral amiotrófica (doença de Lou Gehrig):**

doença de etiologia desconhecida, que acomete os neurônios das colunas anteriores da ME (NMI) e os tratos corticospinais (NMS)

atrofia muscular progressiva, parestesia, fasciculações musculares, espasticidade e sinal de Babinski



Esclerose lateral amiotrófica

❖ **Anemia perniciosa (anemia megaloblástica):**

anemia por deficiência de vitamina B12

lesão extensa dos tratos dos funículos posteriores e laterais da ME, e degeneração de nervos periféricos

perdas sensitivas e motoras difusas

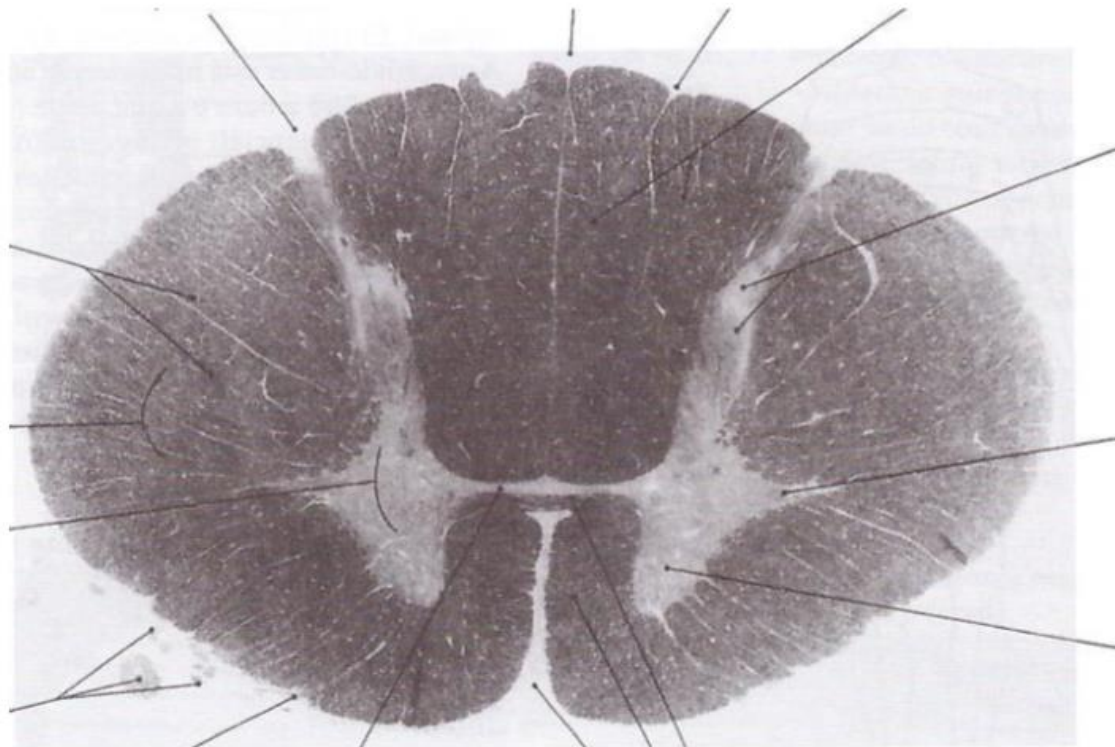
Estudo dirigido
Medula espinal



Medula espinal

1. A medula espinal está envolvida em variadas funções, tais como controle dos _____ do corpo, regulação de funções _____, processamento de informações _____ dos membros, tronco e órgãos internos, e na condução do fluxo de informações _____ e _____ ao encéfalo (tratos ascendentes e descendentes).
2. Ocupa o _____, no interior da coluna vertebral, que lhe confere sustentação e proteção. Estende-se do forame _____, superiormente, até a _____ ou _____ vértebra _____, inferiormente.
3. Superiormente, continua com o _____, no tronco encefálico.
4. Como o canal vertebral estende-se até o sacro (S2), existe um espaço dentro deste canal sem medula espinal (mas com raízes nervosas e líquido), entre a L1 ou L2 e S2, denominado _____ lombar.
5. As estruturas que marcam o limite superior da medula espinal são a _____ das pirâmides, a emergência da _____ raiz cervical, e a borda do forame _____.
6. A extremidade inferior da medula espinal afila-se gradualmente no _____ medular.

7. Nomeie as estruturas apontadas:



8. A raiz posterior da medula espinal contém o _____ sensitivo.
9. O nervo espinal é formado pela junção das raízes posteriores e anteriores, ou tronco do nervo espinal. As raízes anteriores contêm fibras exclusivamente _____, enquanto as raízes posteriores contêm fibras nervosas exclusivamente _____. O tronco do nervo espinal é misto, pois contém tanto fibras _____, quanto fibras _____, o tronco divide-se em _____ e _____ do nervo espinal, também misto.
10. A área de pele inervada por uma raiz dorsal (sensitiva) é denominada _____, enquanto o grupo de músculos inervados a partir de um único segmento medular é chamado _____.
11. A medula espinal é envolvida por membranas conjuntivas denominadas _____.
12. A _____ mais interna é a _____. Ela está aderida ao tecido nervoso e acompanha suas saliências e depressões, mas também envia projeções que ajudam a manter a medula espinal estável dentro do canal vertebral. Estas projeções são os ligamentos _____ e o _____.
13. Ao redor da medula espinal, os espaços reais, relacionados às meninges, são o espaço _____ e o espaço _____.
14. A medula espinal recebe irrigação pelas duas artérias _____ e pela artéria _____, além das artérias _____, ramos de artérias segmentares.

15. Na medula espinal, a substância cinzenta é mais central, distribuída nos _____ ou _____. As _____ são regiões alargadas da medula espinal que corresponde aos locais onde existe um número aumentado de neurônios para sensibilidade e inervação motora dos membros, ou seja, para a formação dos plexos nervosos.

16. Na medula espinal, a substância branca, disposta na periferia, aumenta de _____ para _____, e está disposta nos _____.

17. Entre os segmentos medulares de T1 a L2, a substância cinzenta da medula apresenta também a coluna _____, pertencente ao sistema nervoso autônomo, divisão _____.

18. O funículo posterior da medula espinal, do nível T6 para cima, é subdividido em fascículos _____ e _____.

19. Identifique os níveis de corte da medula espinal:



20. O padrão involuntário de resposta a um estímulo sensitivo é chamado _____.

NEUROANATOMIA

Tronco encefálico



Tronco encefálico – Objetivos de aprendizagem:

- Descrever a estrutura anatômica macroscópica de superfície do tronco encefálico
- Estudar e compreender a anatomia seccional do tronco encefálico.
- Estudar a função das diferentes estruturas do tronco encefálico.
- Estudar os nervos e núcleos de nervos cranianos tronculares e conhecer suas funções.
- Associar os conhecimentos anátomo-funcionais com as possíveis lesões que podem acometer o tronco encefálico.



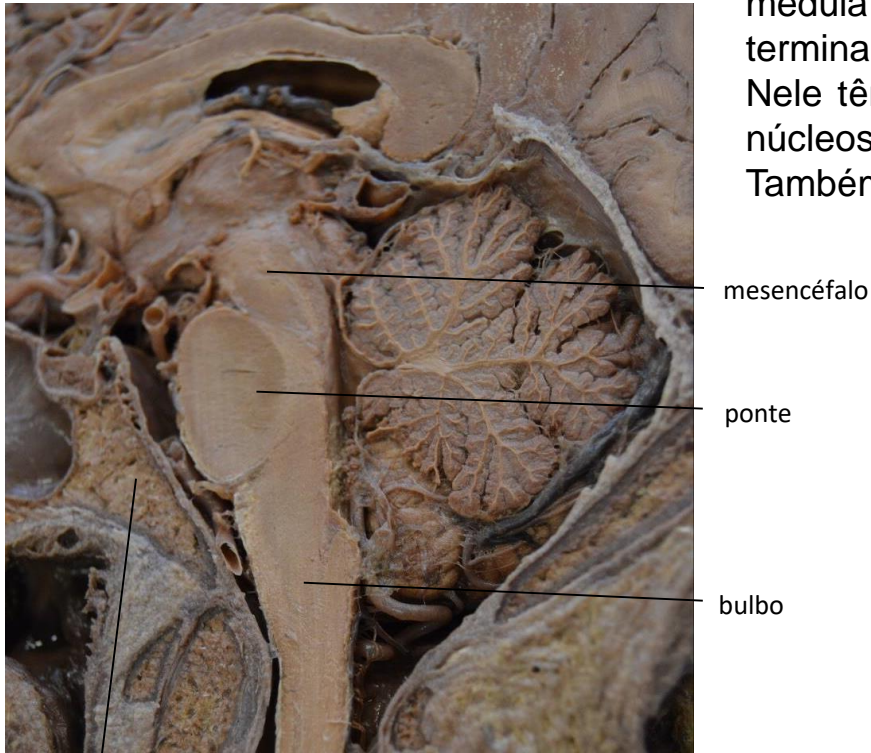
O tronco encefálico corresponde ao segmento do sistema nervoso central entre a medula espinal e o cérebro, e subdivide-se, de caudal para cranial, em bulbo, ponte e mesencéfalo.

Situa-se sobre a parte basilar do osso occipital, denominada clivo, é conectado ao cerebelo e sua face posterior é amplamente coberta por ele.

Por ele passam tratos aferentes e eferentes entre encéfalo e medula espinal, mas também contém tratos que começam e terminam em núcleos do próprio tronco encefálico.

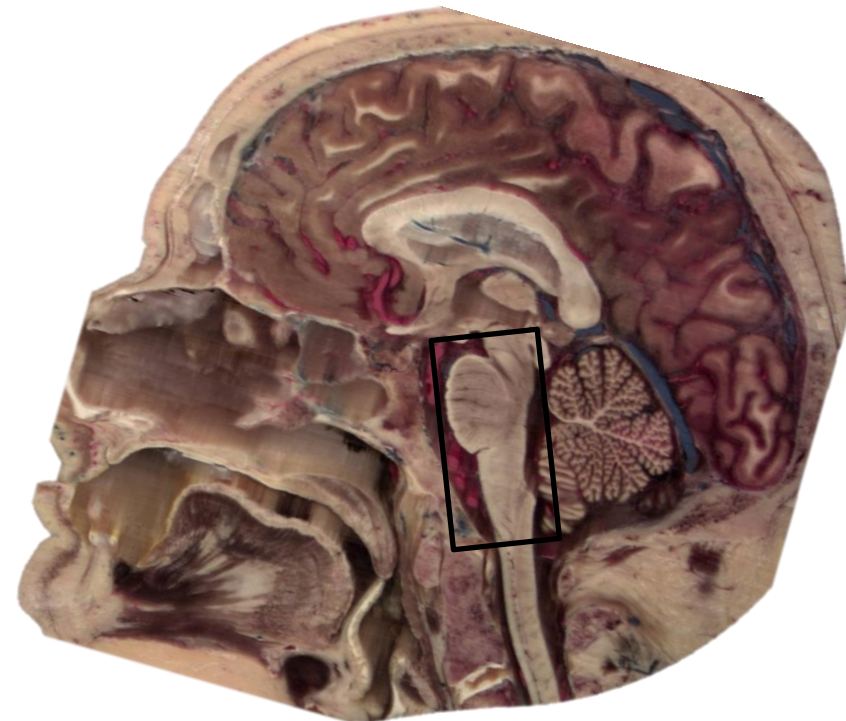
Nele têm origem e terminação muitos nervos cranianos (contém núcleos dos nervos cranianos de III a XII).

Também abriga centros de controle de funções vitais.



clivo (parte basilar do osso occipital)

Corte sagital da cabeça



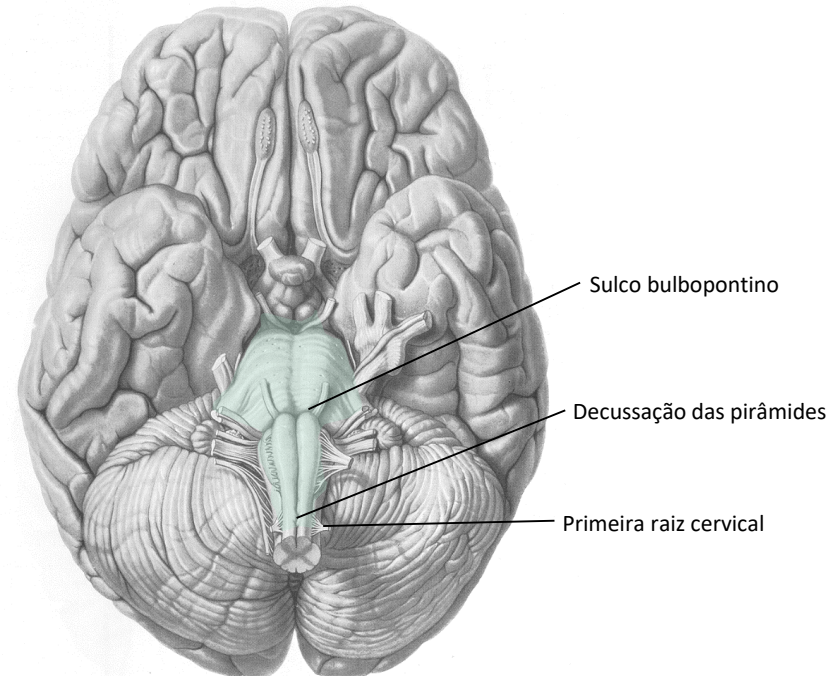
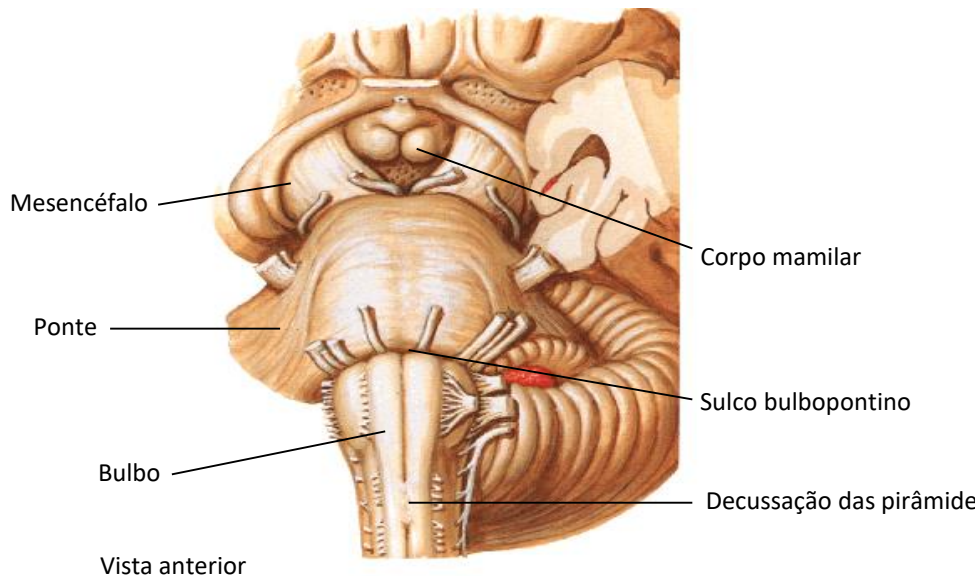
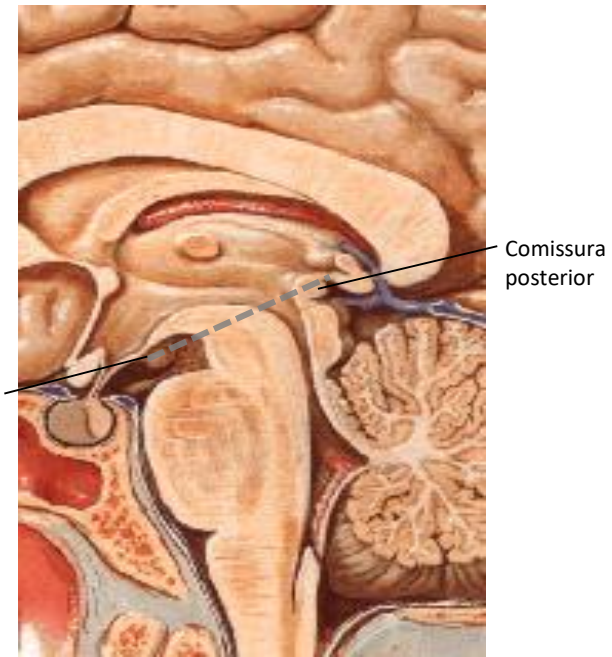
Os limites visíveis entre os segmentos do tronco encefálico são:

o limite inferior do tronco encefálico, entre o bulbo e a medula espinal, é marcado pela emergência da primeira raiz cervical (na medula espinal), pela borda óssea do forame magno (osso occipital), e pela decussação das pirâmides (na porção mais caudal do bulbo).

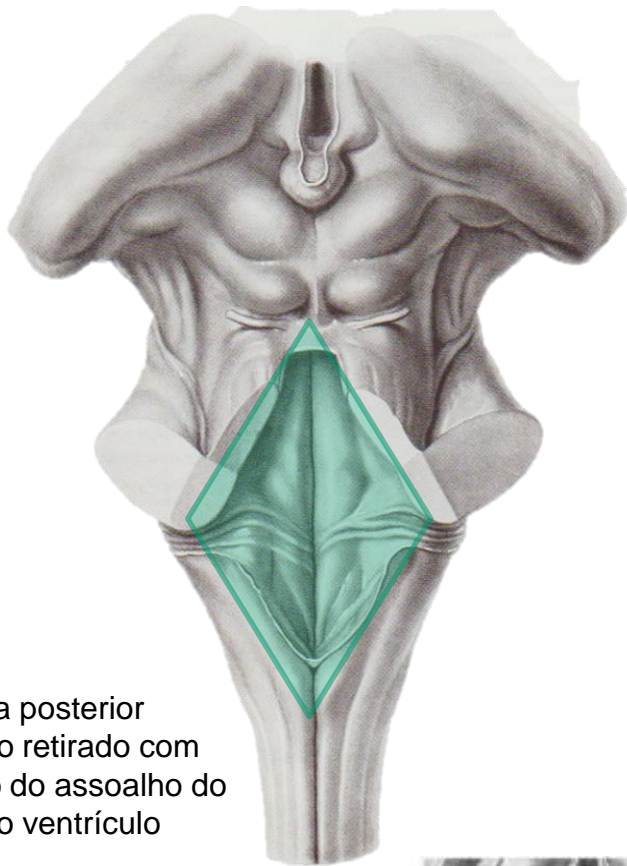
o limite entre o bulbo e a ponte apresenta um sulco bem demarcado, o sulco bulbopontino, visualizado na face anterior do tronco encefálico.

o limite superior do tronco encefálico, entre o mesencéfalo e o diencefalo, apesar de não ser muito bem marcado ou regular, é determinado quando se traça um plano horizontal passando pelos corpos mamilares (estruturas diencefálicas), anterior ao mesencéfalo, até a comissura posterior, posterior ao mesencéfalo.

Corte sagital da cabeça
Vista medial



Face inferior do cérebro (face anterior do tronco encefálico)

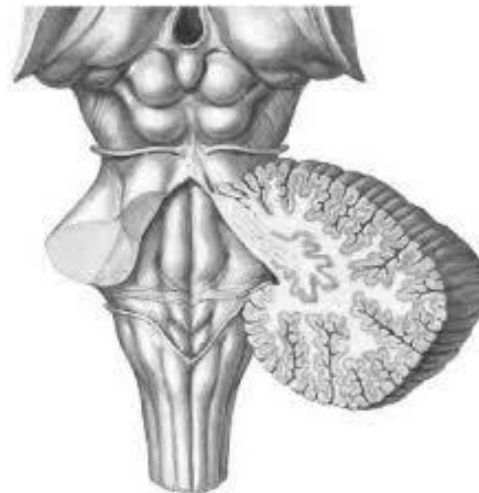


Vista posterior
Cerebelo retirado com
exposição do assoalho do
quarto ventrículo

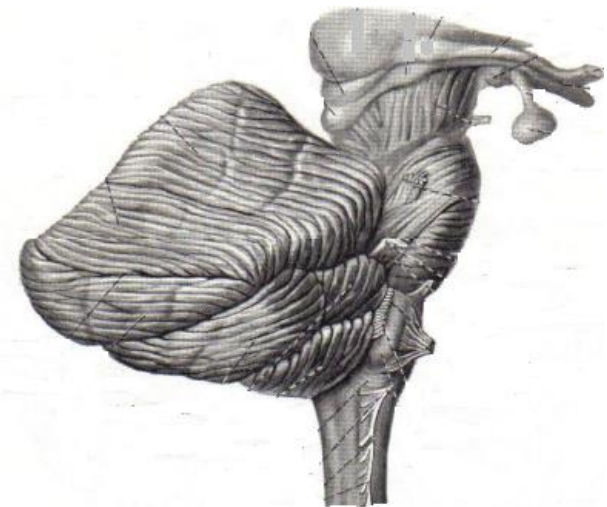
A face posterior do tronco encefálico é recoberta pelo cerebelo. A retirada do cerebelo expõe o assoalho do IV^o ventrículo, localizado na face posterior da ponte e da porção cranial do bulbo.

O assoalho do quarto ventrículo, por apresentar uma forma de losango, também é chamada de fossa rombóide.

O cerebelo prende-se ao tronco encefálico através de três pares de conjuntos de fibras nervosas denominados pedúnculos cerebelares.



Vista posterior
Parte do cerebelo retirada



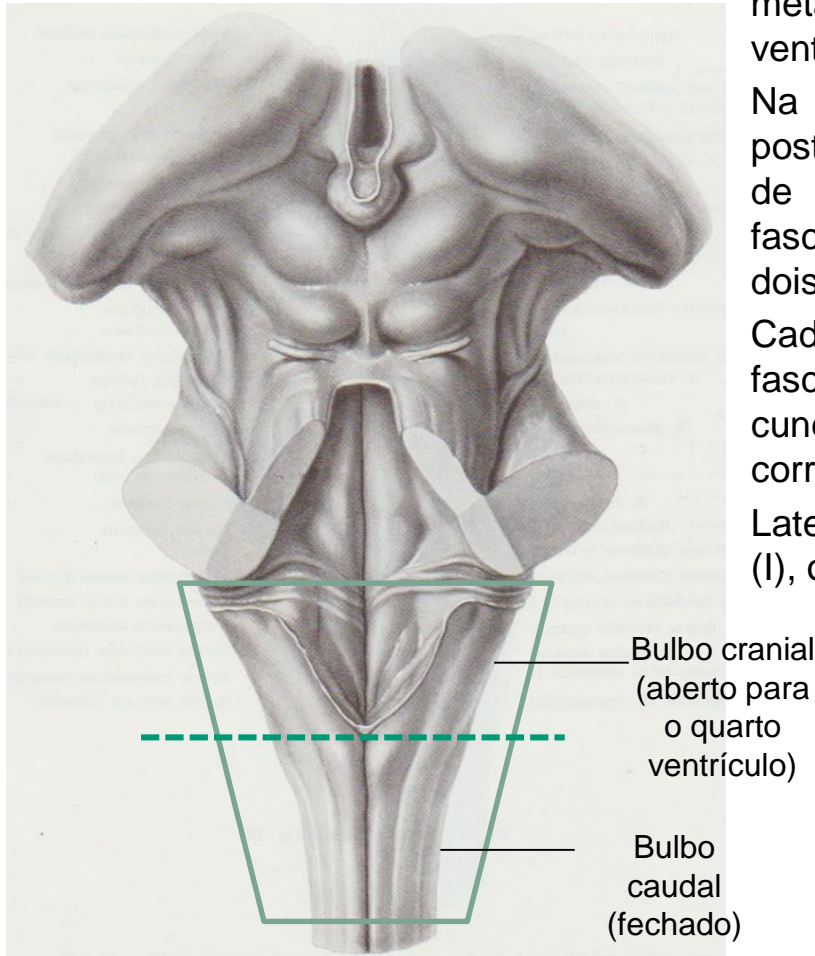
Vista lateral do tronco
encefálico e cerebelo

O **bulbo** possui uma porção caudal muito semelhante à medula espinal, que é também chamada de fechada, em oposição à metade cranial do bulbo que é aberta dorsalmente no quarto ventrículo.

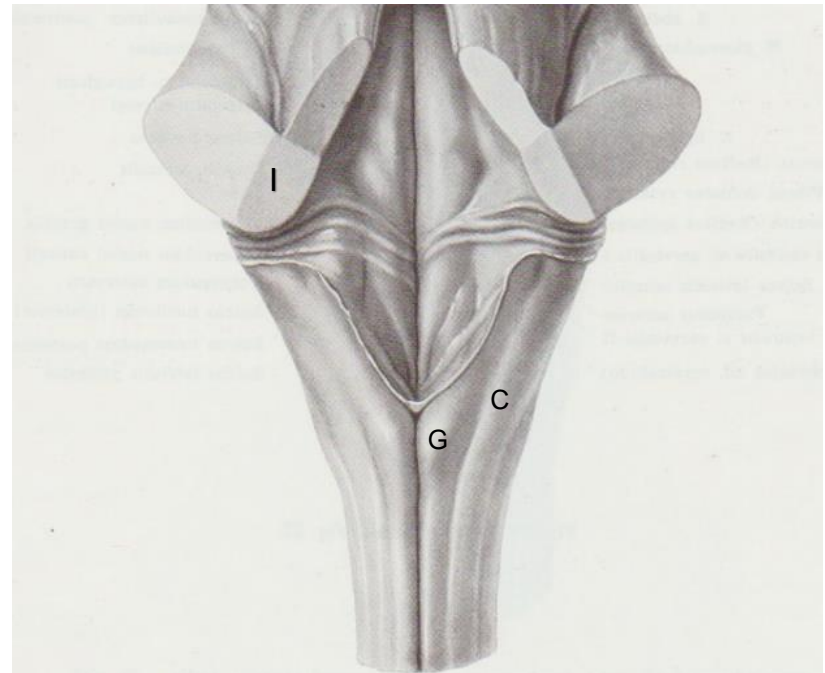
Na porção fechada do bulbo (**bulbo caudal**), em sua face posterior, destacam-se duas elevações longitudinais paralelas, de cada lado do sulco mediano posterior, denominadas fascículos grácil (medial) e cuneiforme (lateral). Entre esses dois fascículos, observa-se um sulco intermédio posterior.

Cada fascículo termina superiormente em um tubérculo: o fascículo grácil termina no tubérculo grácil (G), e o fascículo cuneiforme no tubérculo cuneiforme (C). Os tubérculos correspondem às saliências dos núcleos grácil e cuneiforme.

Lateralmente ao IV^o ventrículo, o pedúnculo cerebelar inferior (I), ou corpo restiforme, pode ser identificado.



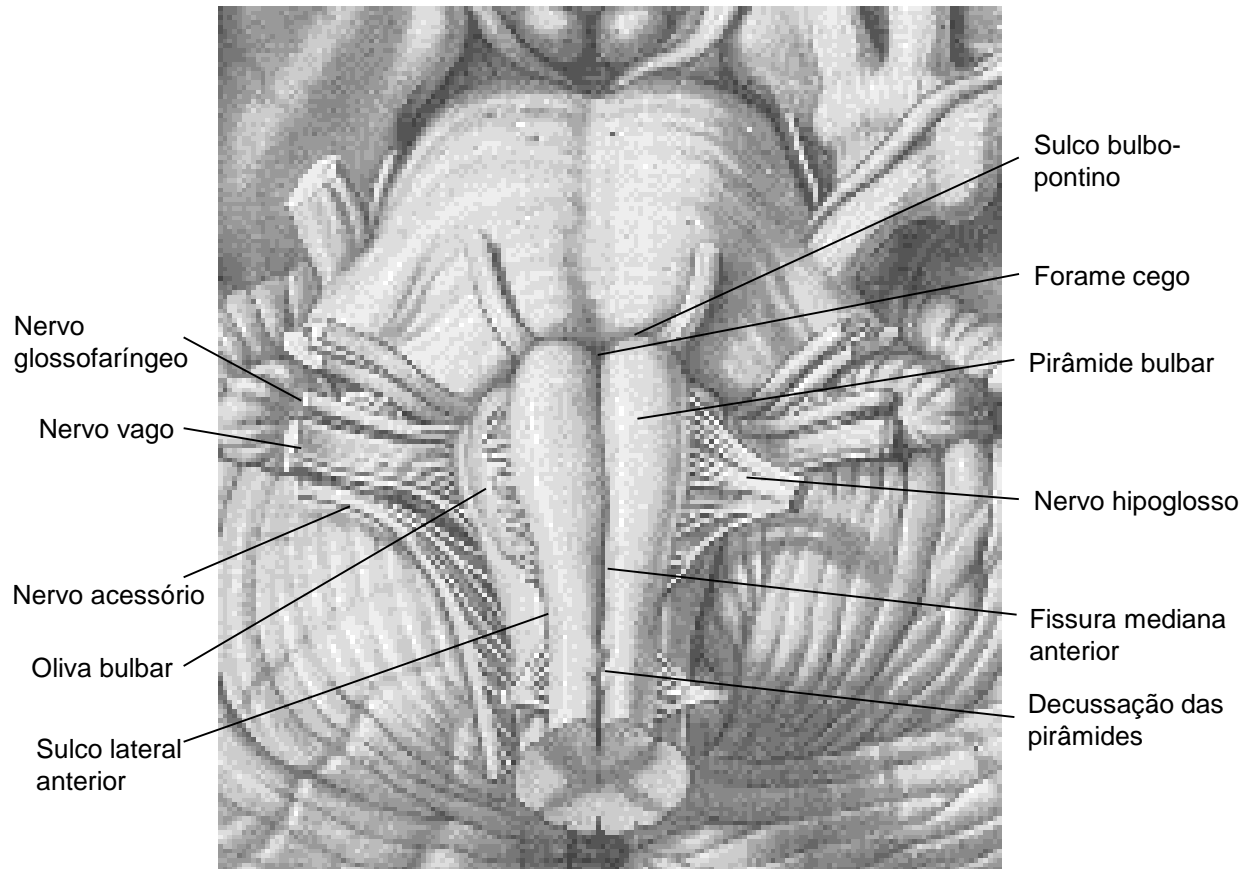
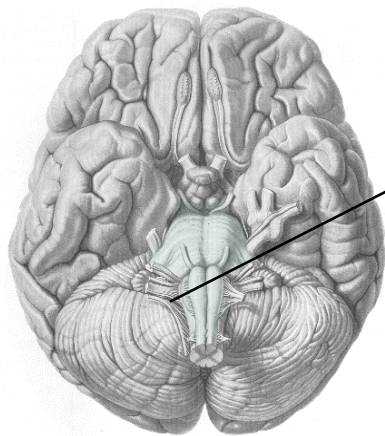
Face posterior do tronco encefálico
Cerebelo retirado



Em sua face anterior, o **bulbo** apresenta duas elevações longitudinais denominadas pirâmides bulbares, que são separadas na linha mediana pela fissura mediana anterior. Esta fissura termina no forame cego, na sua junção com o sulco bulbo-pontino.

No limite inferior do bulbo, pode ser observada a decussação das pirâmides.

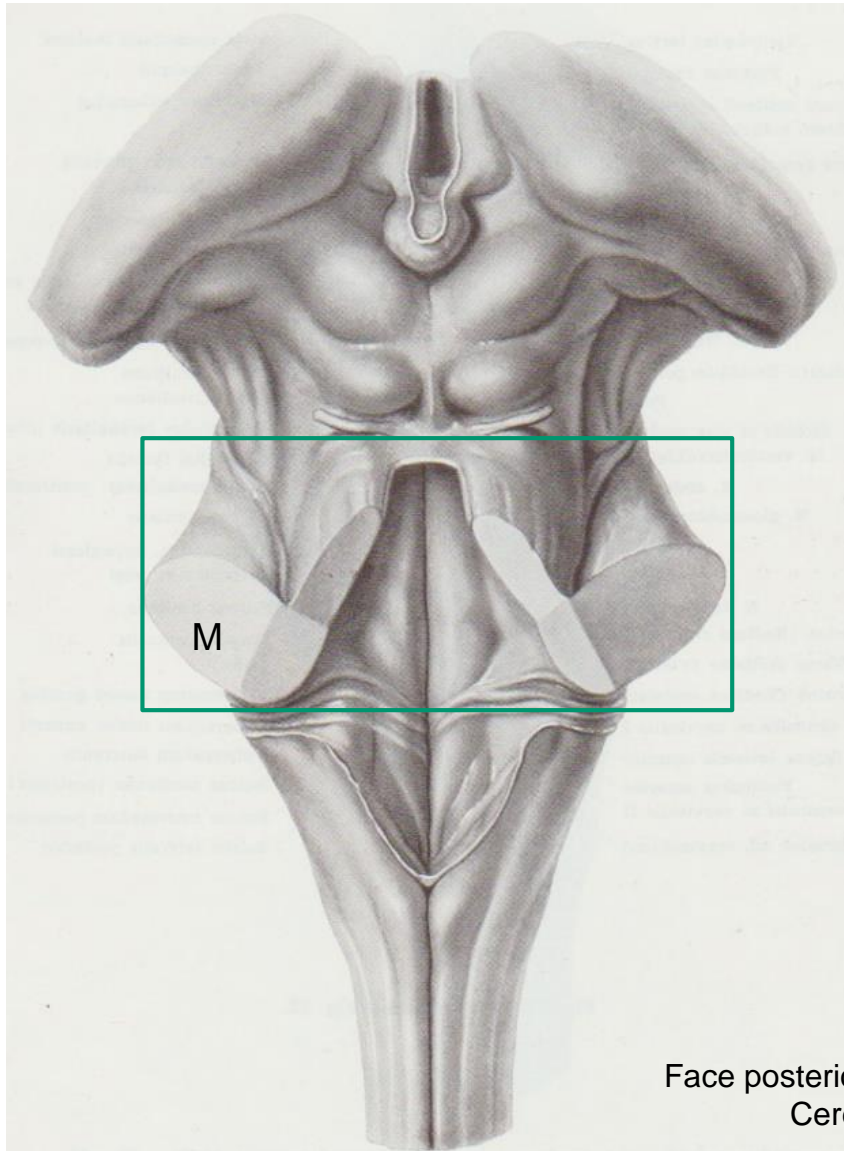
Lateralmente à pirâmide bulbar, no bulbo cranial, destaca-se outra elevação, esta ovalada, denominada oliva bulbar.



Face anterior do tronco encefálico

Entre a oliva e a pirâmide bulbar existe um sulco lateral anterior, onde pode ser vista a emergência do nervo hipoglosso (XII par).

Posteriormente à oliva bulbar, existe a emergência dos nervos cranianos glossofaríngeo (IX par), vago (X par) e acessório (XI par) (de cranial para caudal).



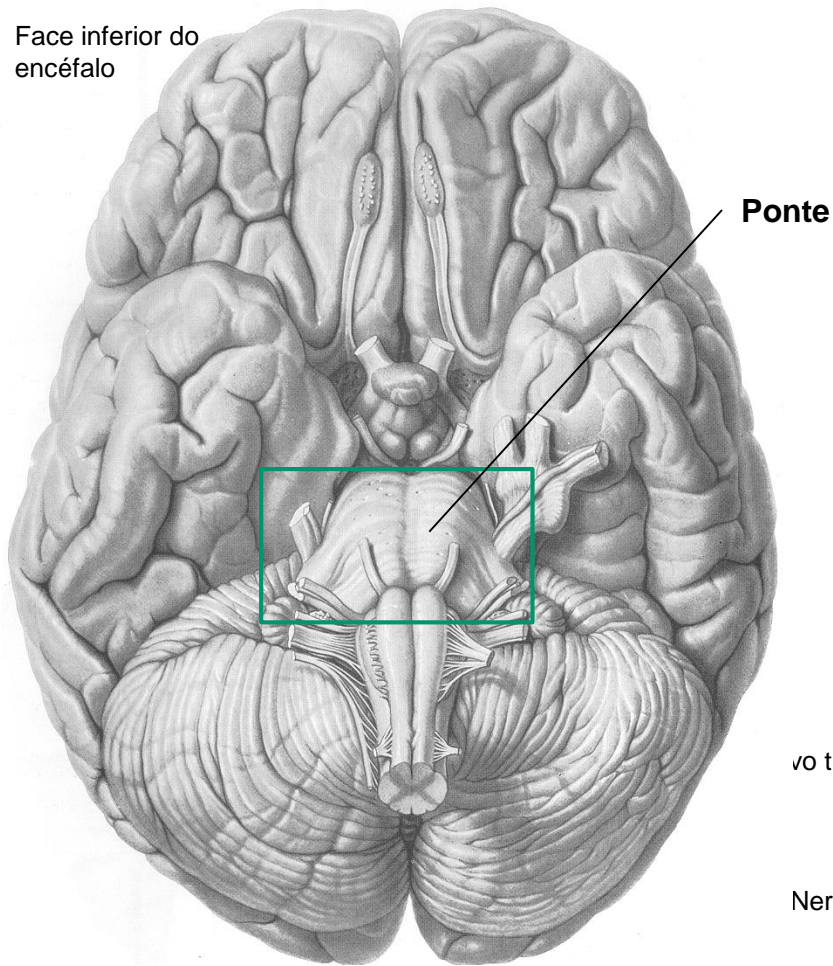
Face posterior do tronco encefálico
Cerebelo retirado

A **ponte**, em sua face posterior, é também aberta para o quarto ventrículo.

O assoalho do quarto ventrículo está, portanto, na face posterior da ponte e da metade cranial do bulbo.

Um grosso conjunto de fibras pode ser visto lateralmente, e corresponde ao pedúnculo cerebelar médio (M), ou braço da ponte.

Face inferior do
encéfalo



Já na sua face anterior, a **ponte** apresenta as fibras transversas da ponte, que convergem de cada lado para formar o pedúnculo cerebelar médio, ou braço da ponte.

Percorrendo a linha média da ponte, existe um sulco raso que aloja a artéria basilar, o sulco basilar.

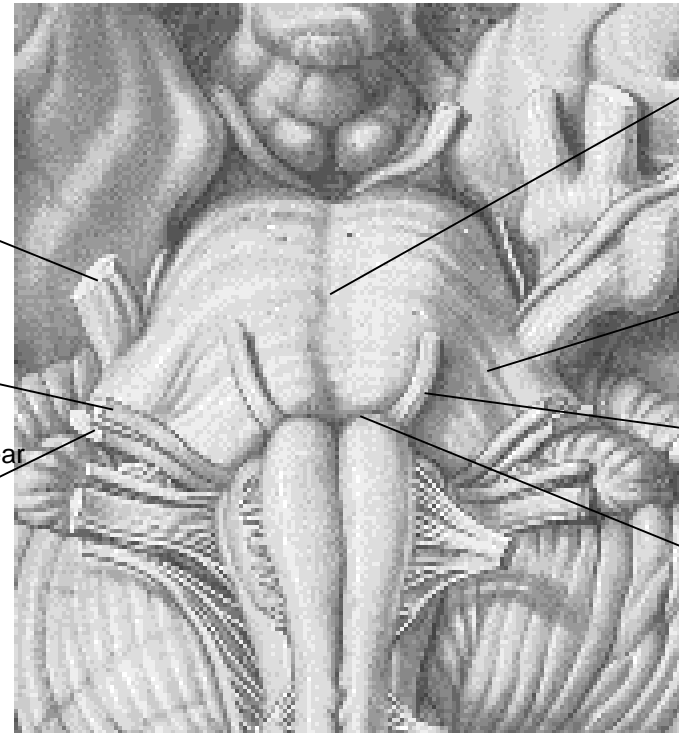
Na face anterolateral, de cada lado, entre o pedúnculo cerebelar médio e a face ventral da ponte, emerge o nervo trigêmeo.

No sulco bulbo-pontino, emergem, em ordem médio-lateral, os nervos abducente, facial e vestibulococlear.

Nervo trigêmeo

Nervo facial

Nervo vestibulococlear



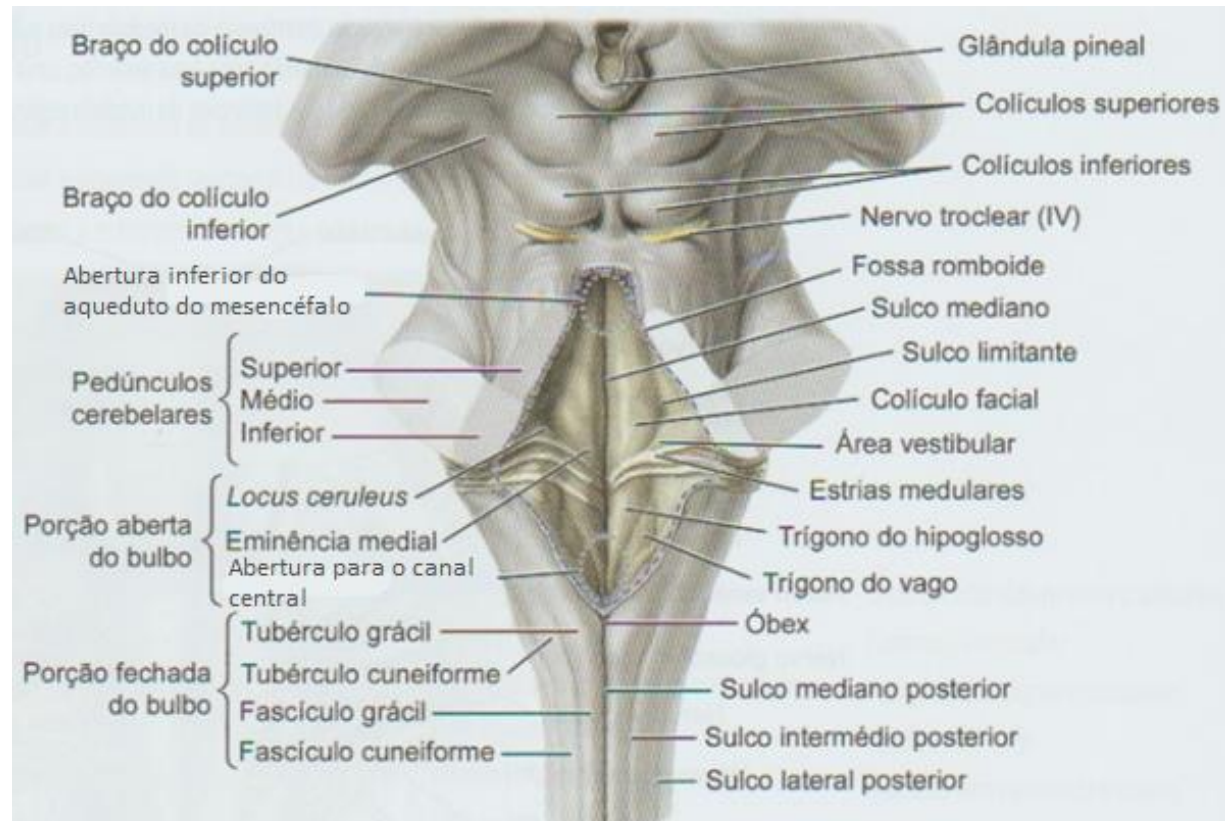
Sulco basilar

Pedúnculo
cerebelar médio

Nervo
abducente

Sulco bulbo-
pontino

Face anterior do tronco encefálico



Face posterior do tronco encefálico

O **assoalho do quarto ventrículo** apresenta várias estruturas relevantes, como:

- sulco mediano
- eminência medial (saliências paralelas ao sulco mediano, de cada lado dele)
- sulco limitante (sulco raso, lateral à eminência medial)
- colículo facial (região mais alargada e arredondada, na porção central da eminência medial. Corresponde internamente às fibras do facial que contornam o núcleo do nervo abducente)

-área vestibular (área triangular, lateral ao sulco limitante) e estrias medulares (saliências como desgadas cordas que cruzam a eminência medial e a área vestibular de cada lado)

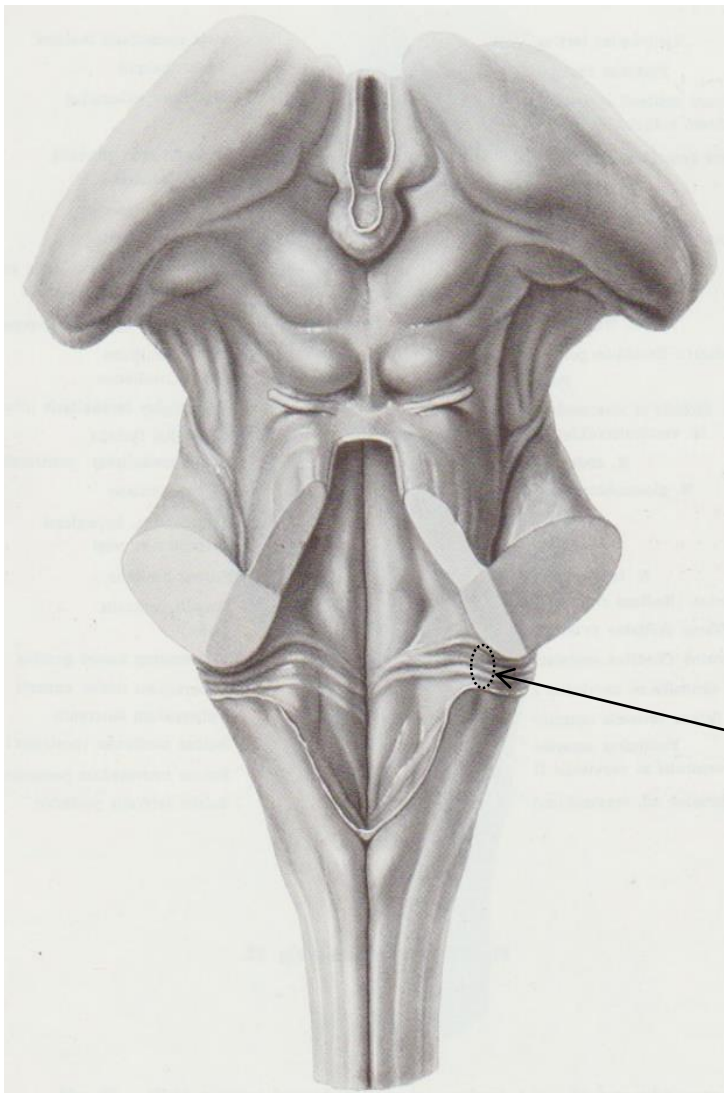
-fóveas (pequenas depressões no trajeto do sulco limitante)

-trígonos do hipoglosso e do vago (correspondem às saliências dos núcleos do hipoglosso e dorsal do vago, respectivamente)

-óbex (pequena lâmina triangular no limite inferior do assoalho do quarto ventrículo)

-recessos laterais (prolongamentos da cavidade do quarto ventrículo, situados na superfície dorsal do pedúnculo cerebelar inferior. Comunica-se de cada lado com o espaço subaracnóideo por meio das duas aberturas laterais do IVº ventrículo)

As paredes laterais do quarto ventrículo são compostas pelos tubérculos grácil e cuneiforme, e pedúnculos cerebelares.



Face posterior do tronco encefálico

forames
laterais (de
Luschka)

O quarto ventrículo apresenta comunicações com o espaço subaracnóide através de 3 aberturas, duas laterais e uma posterior.

Aberturas laterais do quarto ventrículo são os forames laterais (ou de Luschka), enquanto a abertura mediana posterior é o forame posterior (ou de Magendie).

Superiormente, o quarto ventrículo recebe a abertura inferior do aqueduto do mesencéfalo.



Corte sagital mediano

Forame posterior

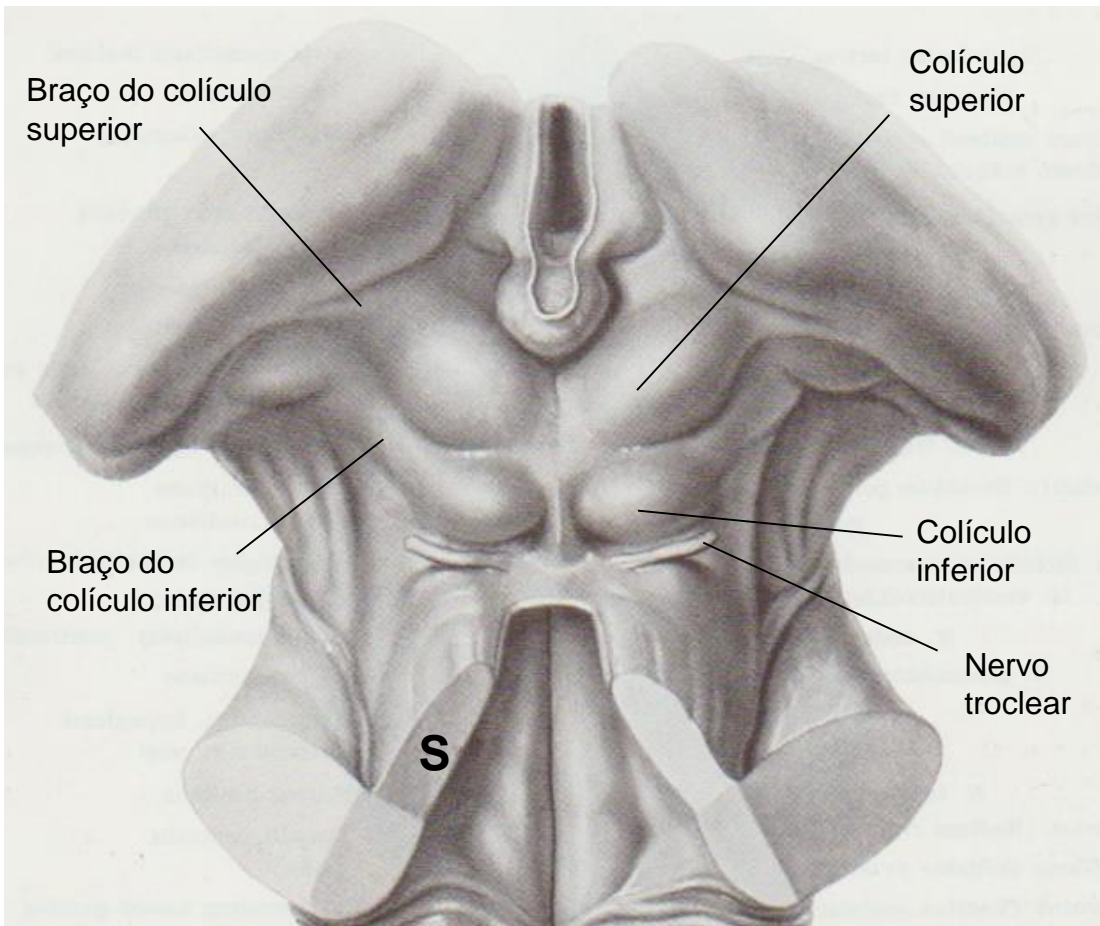
Aquaduto do mesencéfalo



O teto do IV° ventrículo é composto por diversas estruturas:

- véu medular superior
- substância branca do nóculo (cerebelo)
- véu medular inferior e tela corióide do IV° ventrículo

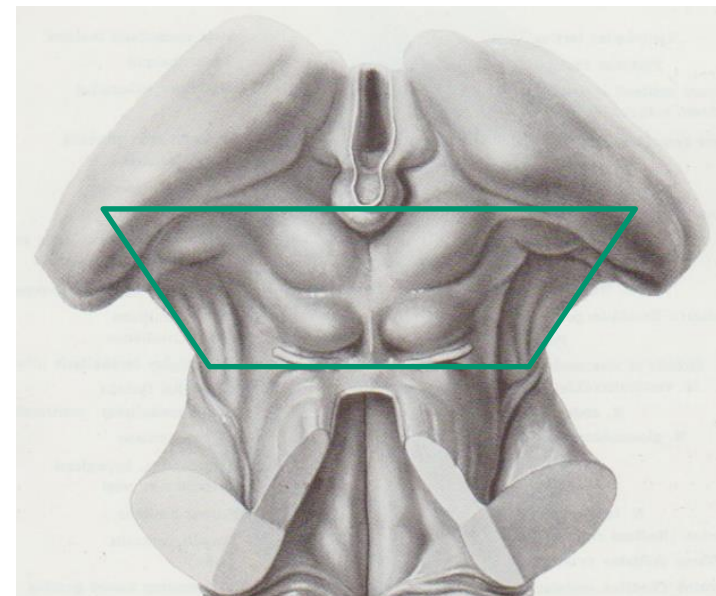
Corte sagital mediano

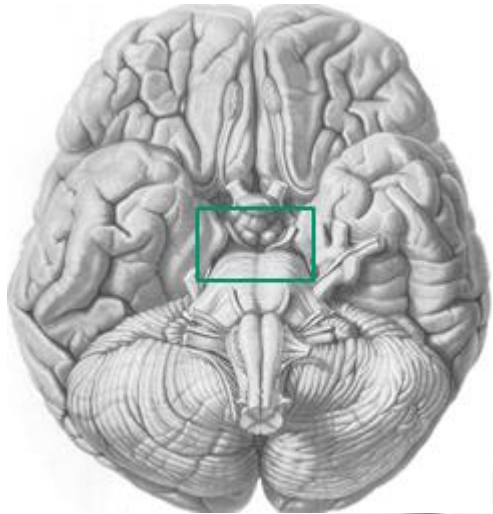


Face posterior

A face posterior do **mesencéfalo** é caracterizada pela presença de um conjunto de 4 elevações arredondadas, denominadas colículos. Os 4 colículos (2 inferiores e 2 superiores) são chamados, em conjunto, lâmina quadrigêmea ou teto mesencefálico. De cada colículo partem os braços dos colículos (braços dos colículos inferiores e braços dos colículos superiores).

Logo abaixo dos colículos inferiores, podem ser vistas as emergências dos nervos trocleares, e também os pedúnculos cerebelares superiores (S), conjunto par de fibras que conectam o mesencéfalo ao cerebelo, também chamado de braço conjuntivo.

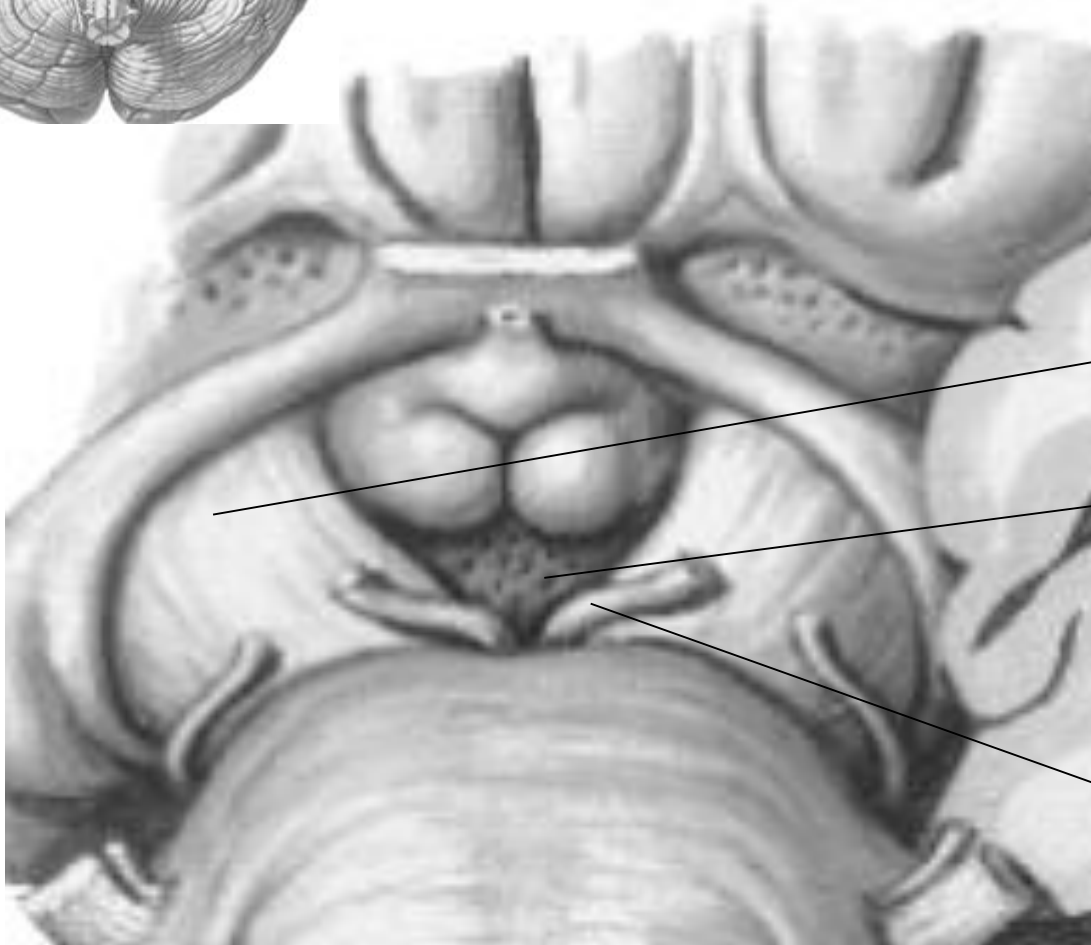




Na sua face anterior, o **mesencéfalo** apresenta dois grossos conjuntos de fibras de trajetória ligeiramente oblíqua, denominados pedúnculos cerebrais.

Entre os pedúnculos cerebrais existe uma depressão chamada de fossa interpeduncular, cujo assoalho é multiperfurado e denominado substância perfurada posterior.

Da fossa interpeduncular, emerge o nervo oculomotor.



Pedúnculo cerebral

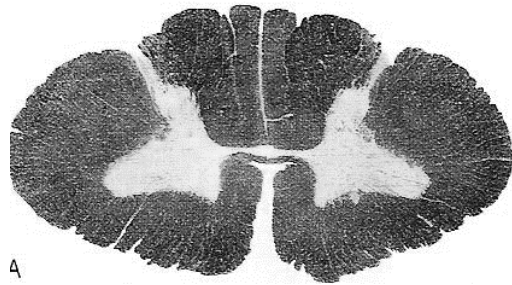
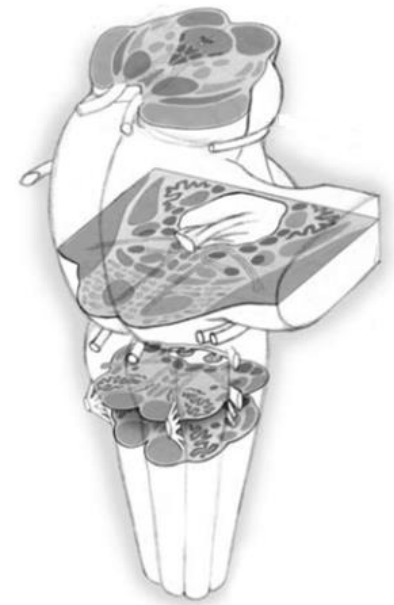
Fossa interpeduncular, com substância perfurada posterior

Nervo oculomotor

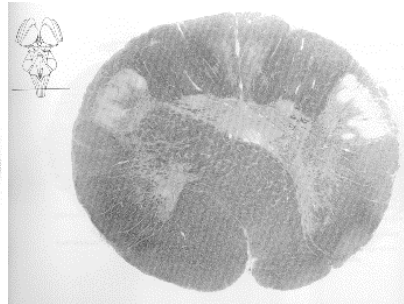
Face anterior

Cortes transversais em diferentes segmentos do tronco encefálico exibem características e estruturas particulares.

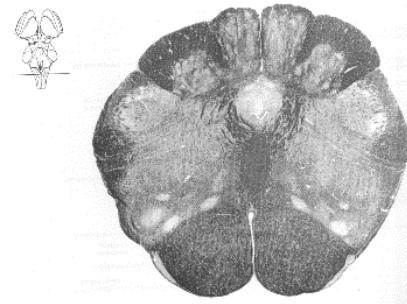
Assim, um corte no bulbo caudal (fechado) mostra uma estrutura interna semelhante a um corte de medula espinal. Entretanto, um corte no bulbo cranial (aberto posteriormente para o IV° ventrículo), apresenta estrutura pouco parecida com a medula espinal. Quanto mais “subimos” no neuroeixo, mais a estrutura interna do tronco encefálico se distancia da estrutura da medula espinal.



Medula espinal cervical



Bulbo caudal



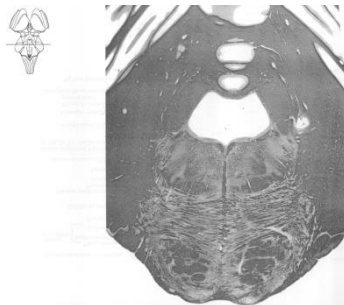
Bulbo caudal



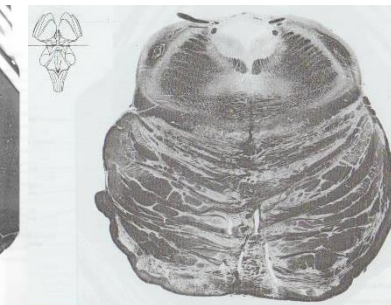
Bulbo cranial



Ponte



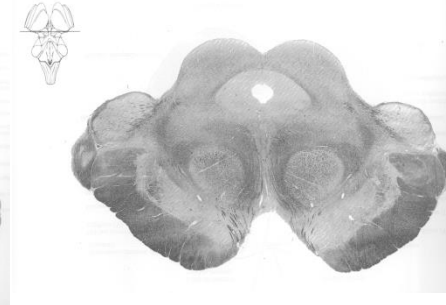
Ponte



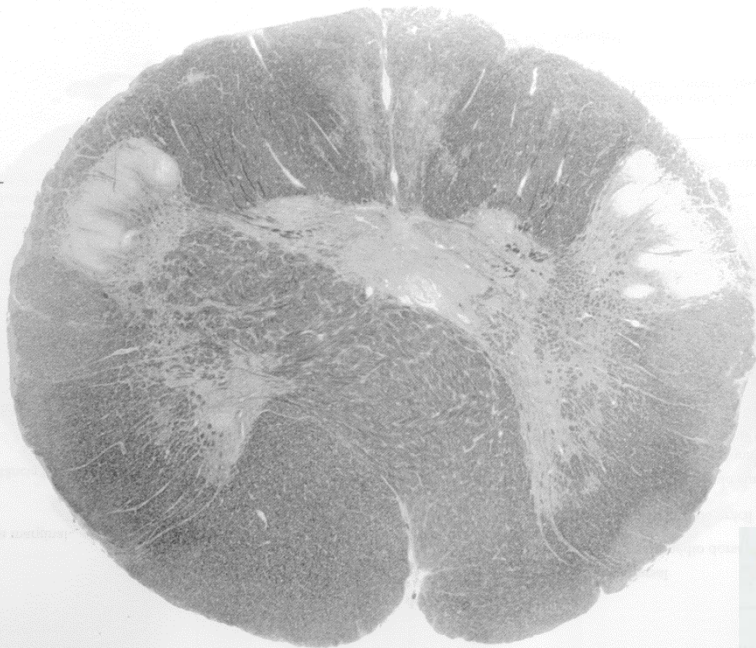
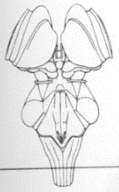
Istmo pontino



Mesencéfalo caudal



Mesencéfalo cranial

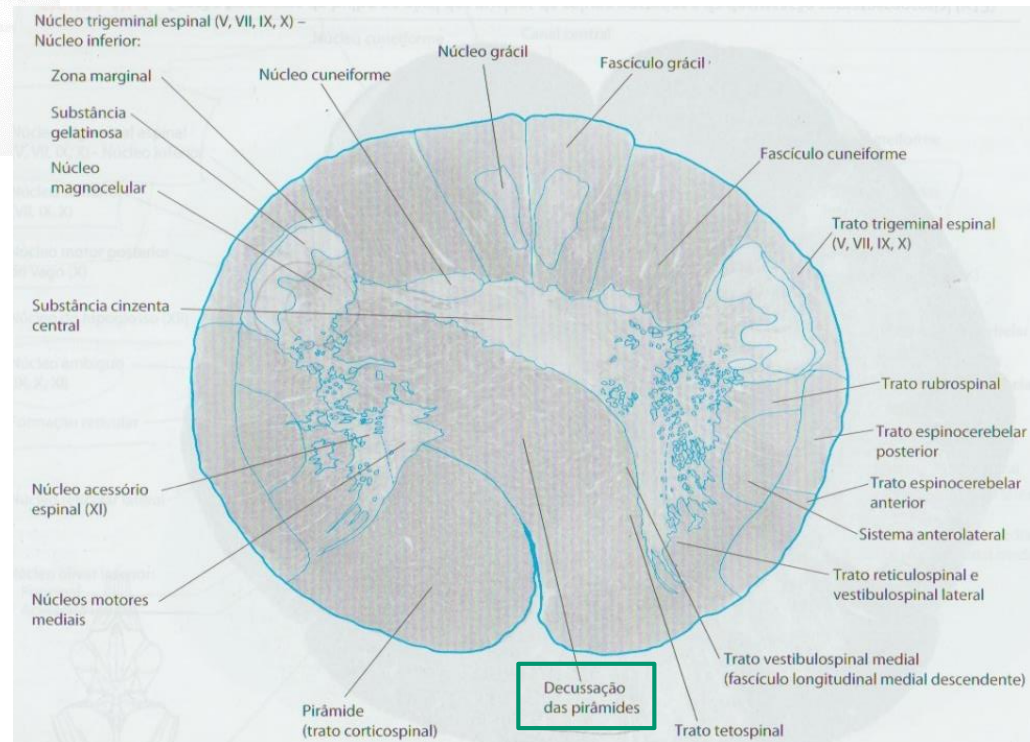


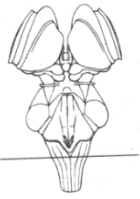
Anterior

Bulbo caudal

O **bulbo caudal** apresenta tanto sua estrutura externa quanto sua estrutura interna muito semelhantes à medula espinal.

Caracteristicamente, o corte transversal do bulbo mais caudal passa pela decussação das pirâmides, local de cruzamento das fibras do trato corticospinal (as fibras em seu trajeto descendente pelas pirâmides bulbares cruzam a linha média e vão ocupar o funículo lateral da medula espinal).

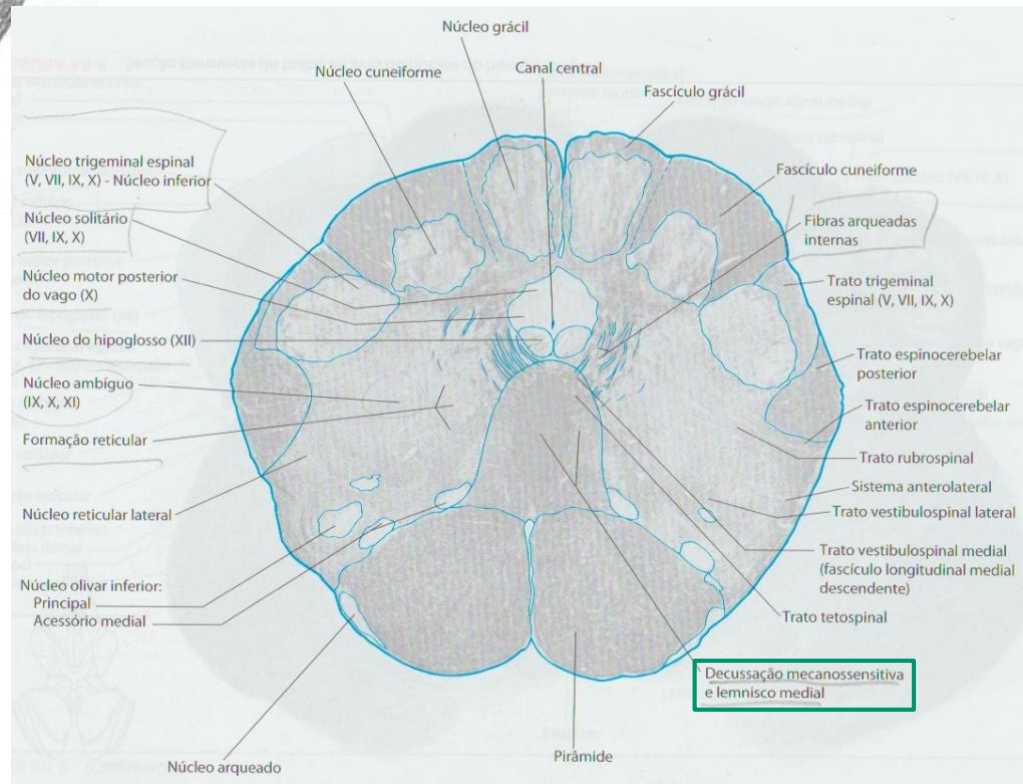


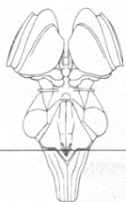


Anterior

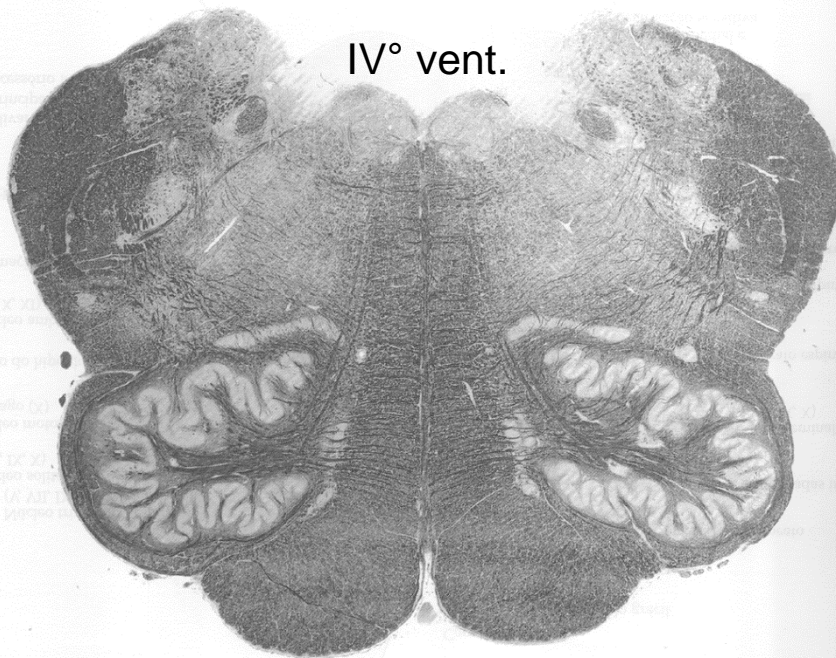
Bulbo caudal

Pouco mais acima, ainda no **bulbo caudal** (fechado), uma outra decussação pode ser identificada, a decussação sensitiva. Essas fibras correspondem aos axônios de neurônios localizados nos núcleos grácil e cuneiforme (segundo neurônio da via do tato fino e propriocepção) contornam a substância cinzenta ao redor do canal central como fibras arqueadas, e cruzam a linha média para se juntar no lemnisco medial, de cada lado da linha média.





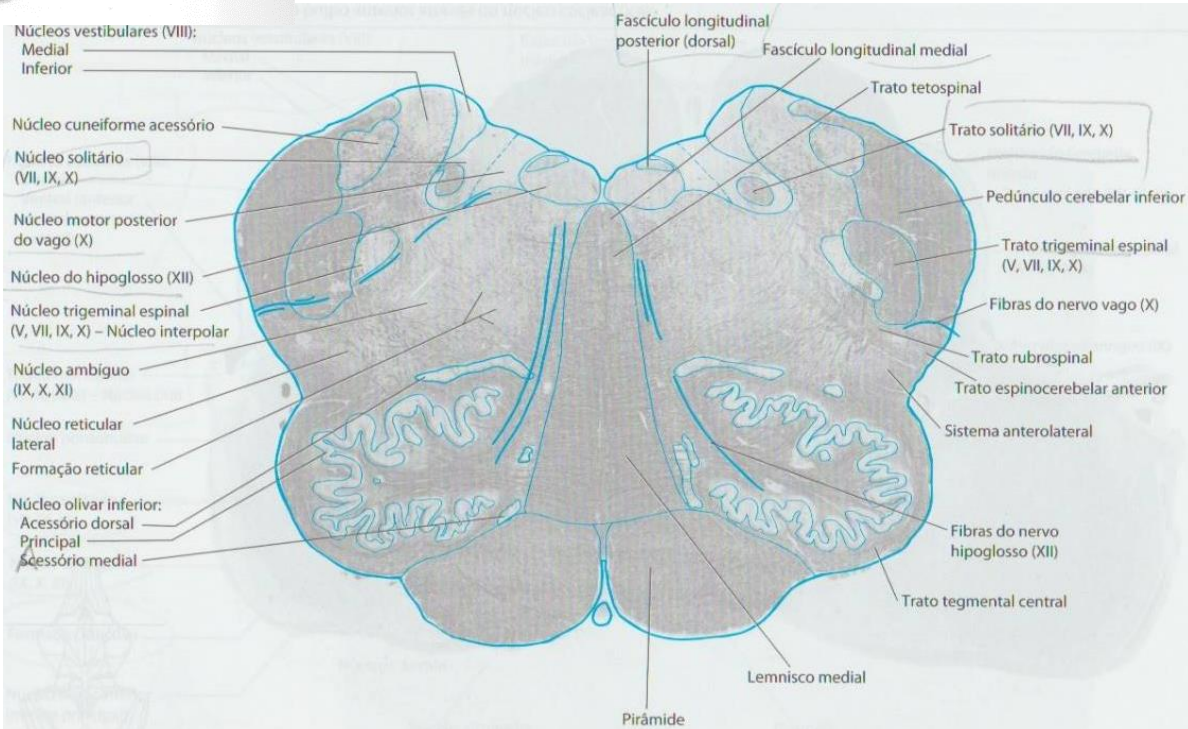
IV° vent.

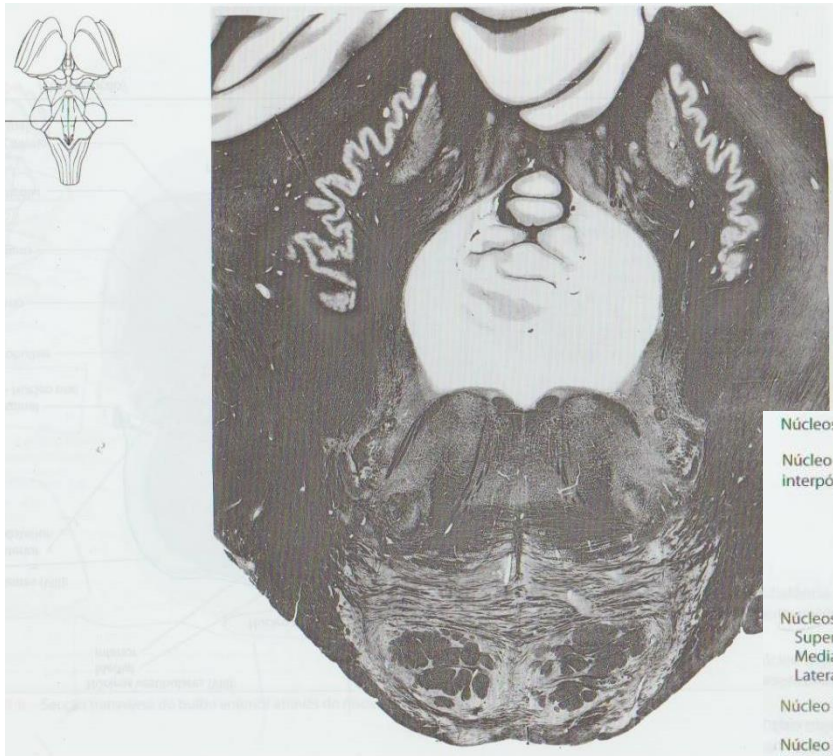


No **bulbo cranial** (porção aberta para o quarto ventrículo) pode ser visualizado o complexo olivar inferior, um conjunto de núcleos, internamente à saliência da oliva bulbar.

Anterior

Bulbo cranial



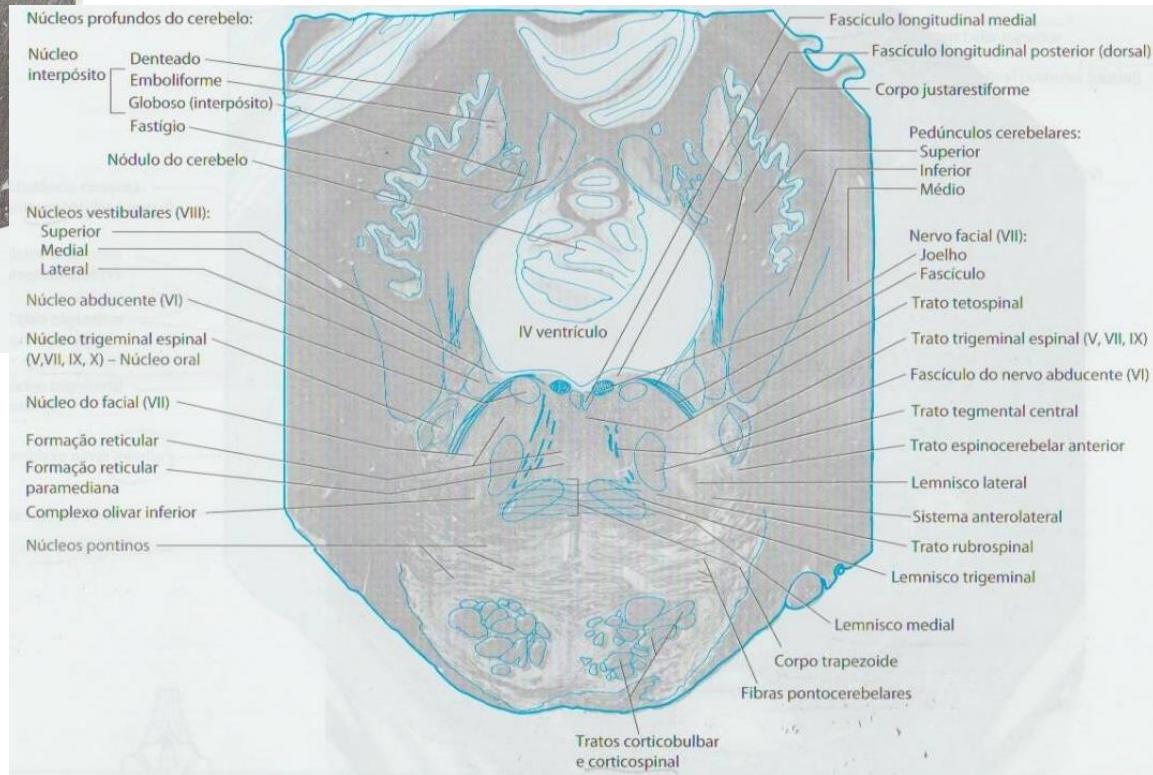


Anterior

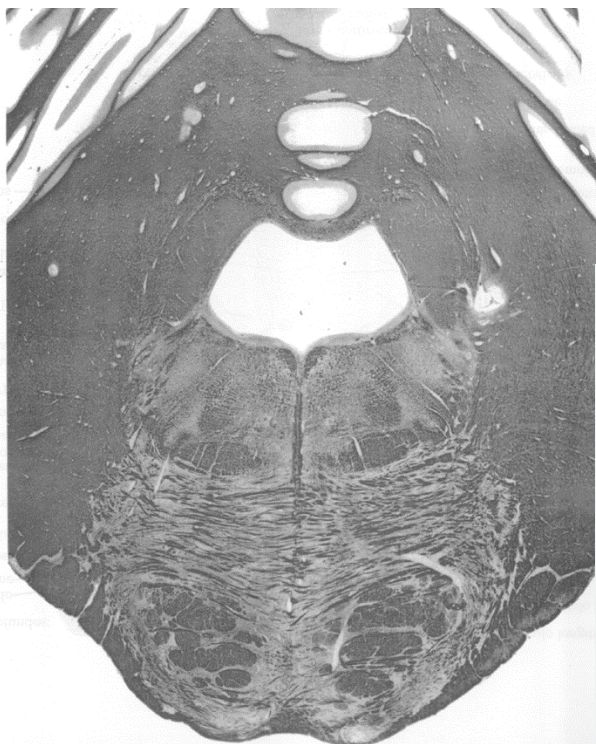
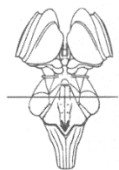
A porção mais ventral (anterior) da **ponte** apresenta as fibras transversas dispostas horizontalmente. Mais abaixo da superfície, vários feixes de fibras cortados transversalmente se destacam: os tratos corticoespinal e corticobulbar.

Já a porção mais dorsal da **ponte**, denominada tegmento pontino, apresenta um grande número de núcleos, além de vários conjuntos de fibras nervosas.

Esse nível de corte passa pelo colículo facial, uma saliência arredondada na eminência medial (observada no assoalho do quarto ventrículo) que corresponde internamente ao contorno de fibras do nervo facial em torno do núcleo do abducente (joelho interno do facial).



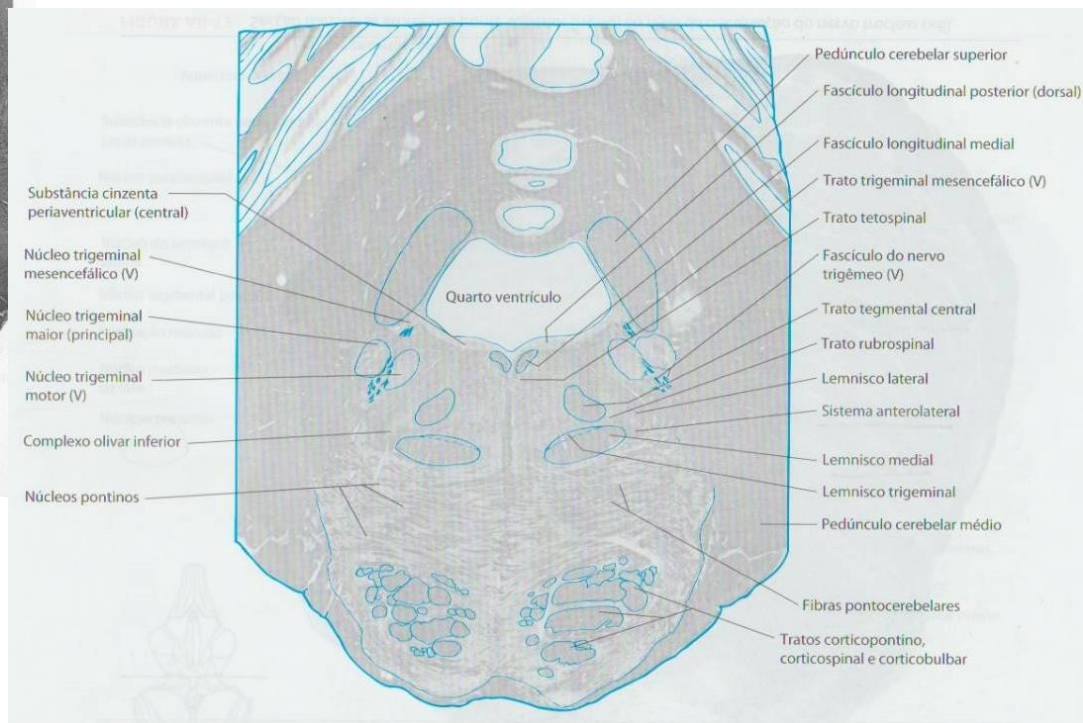
Ponte
(joelho do facial)

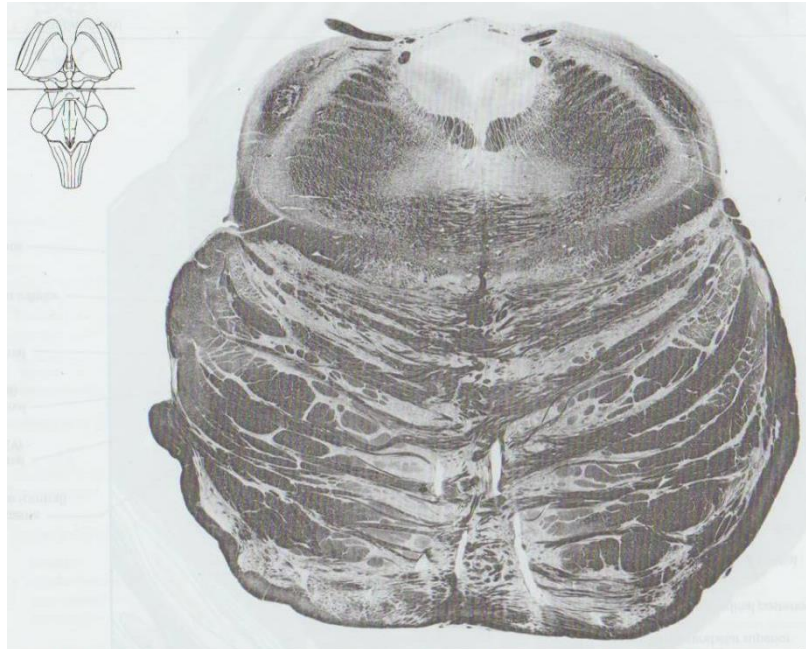


Anterior

Ponte

Aqui está um corte transversal da **ponte**, pouco acima do corte anterior (acima do colículo do facial). Neste corte, os núcleos principal e motor do nervo trigêmeo podem ser observados.

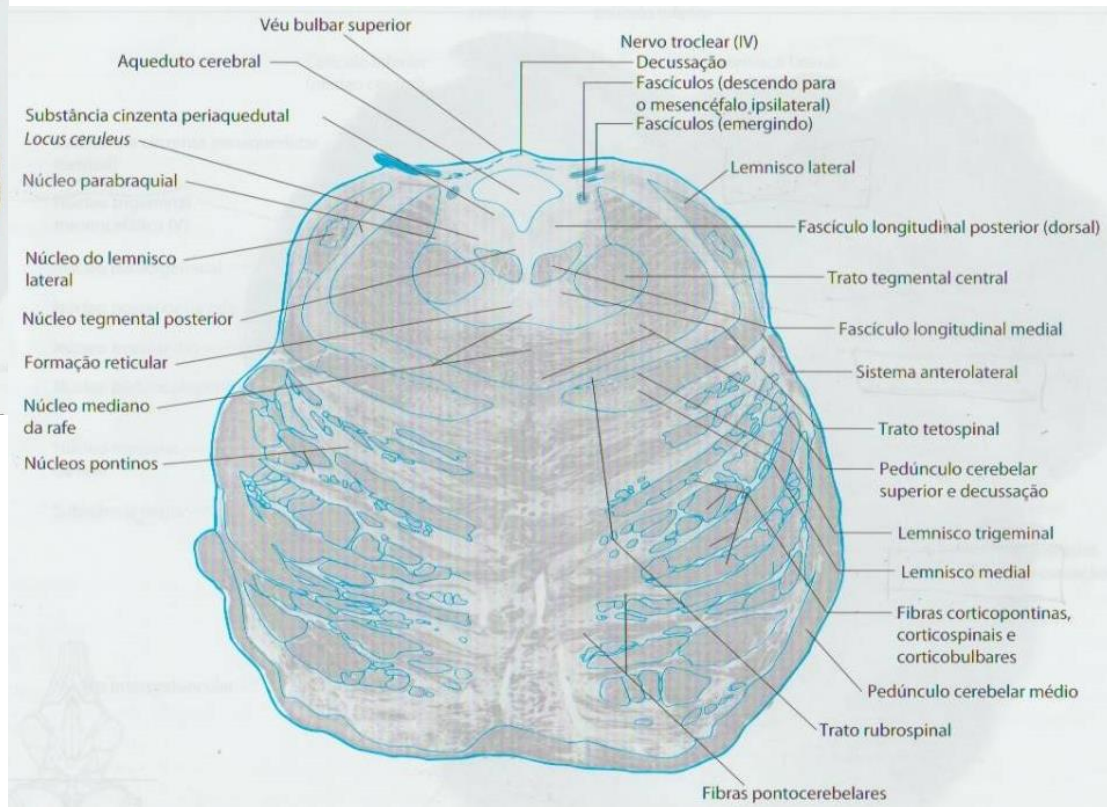


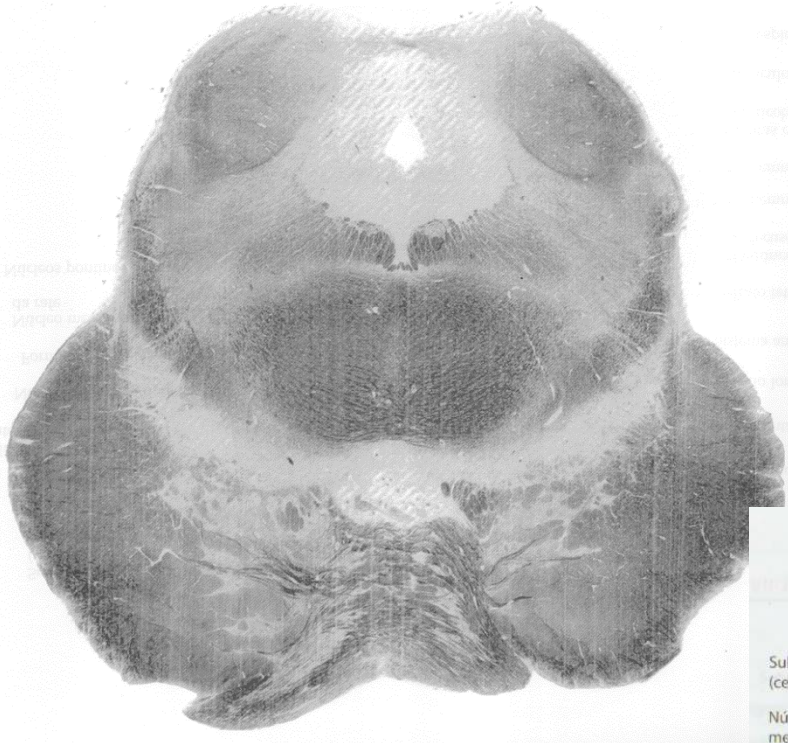
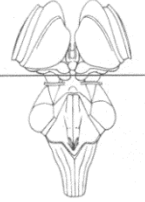


Anterior

O istmo pontino corresponde à porção mais cranial da **ponte**, muito próxima de sua junção com o mesencéfalo caudal.

Istmo pontino

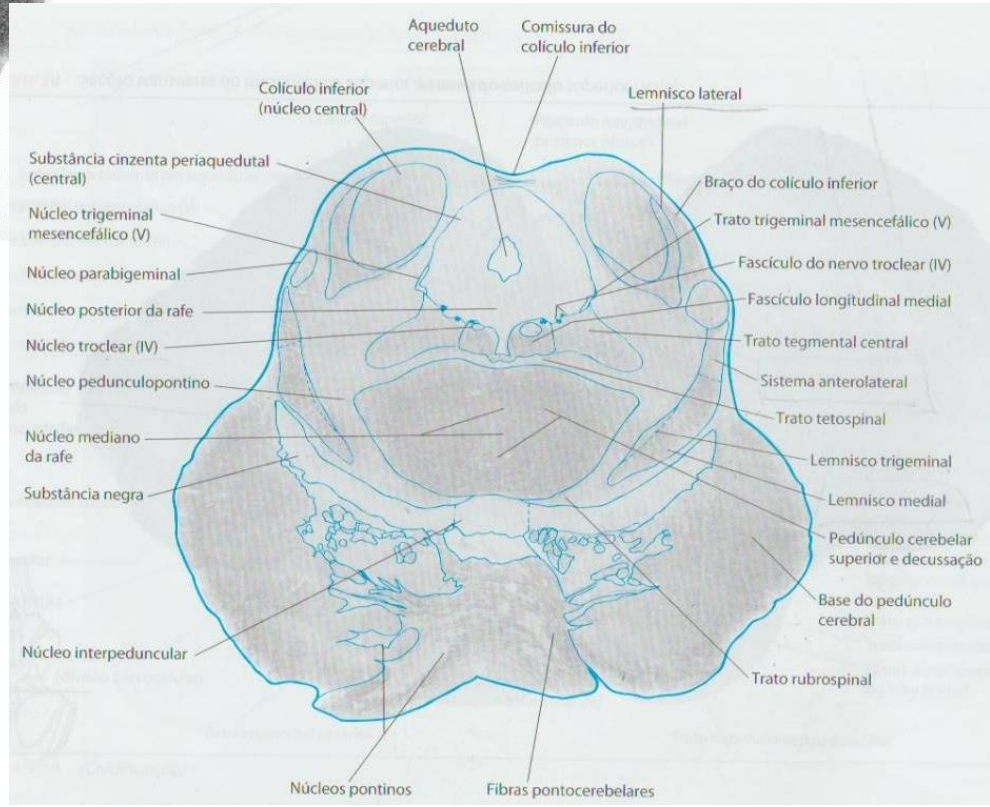


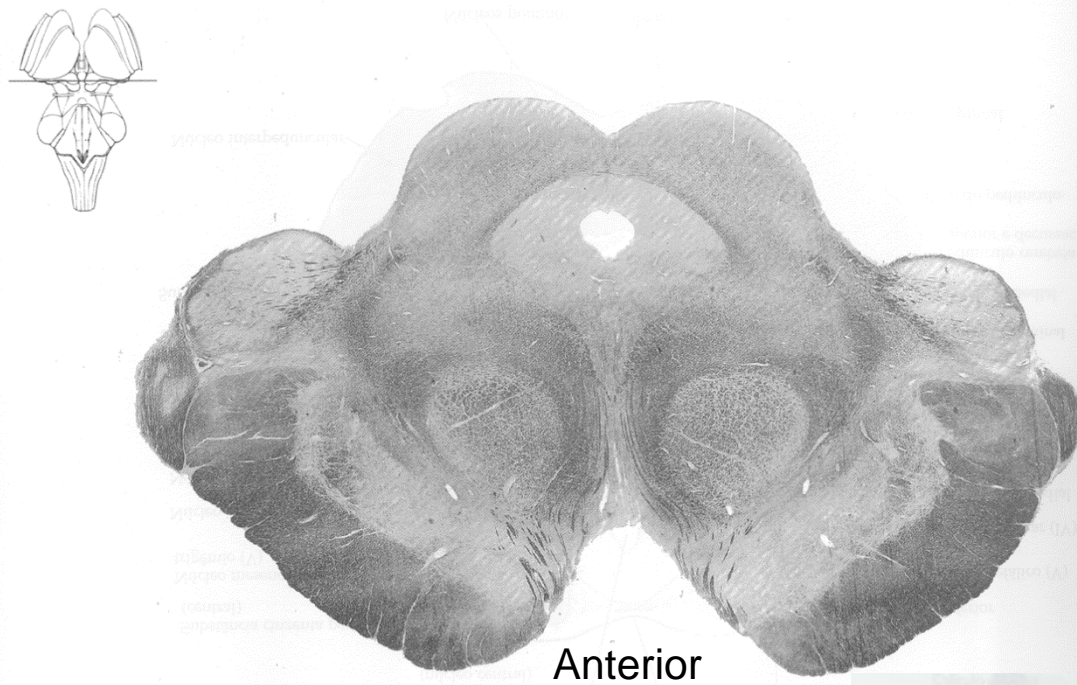


Anterior

Mesencéfalo caudal

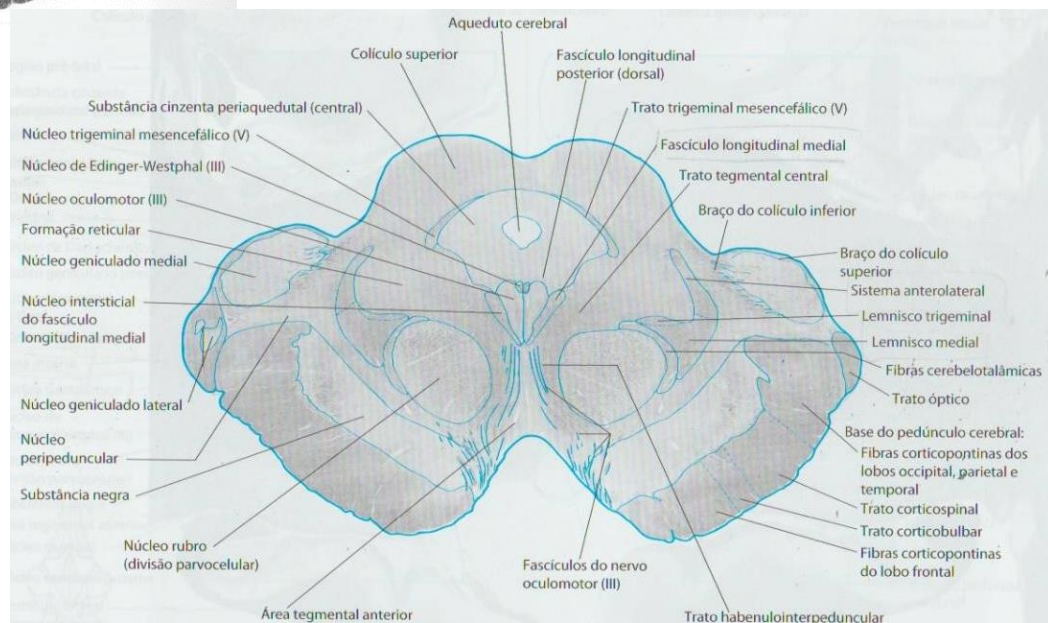
O chamado **mesencéfalo caudal** corresponde à porção mais inferior deste segmento do tronco encefálico. Um corte transversal nesta região passa pelo colículo inferior e pelo núcleo do nervo troclear. A decussação do pedúnculo cerebelar superior também pode ser observada.





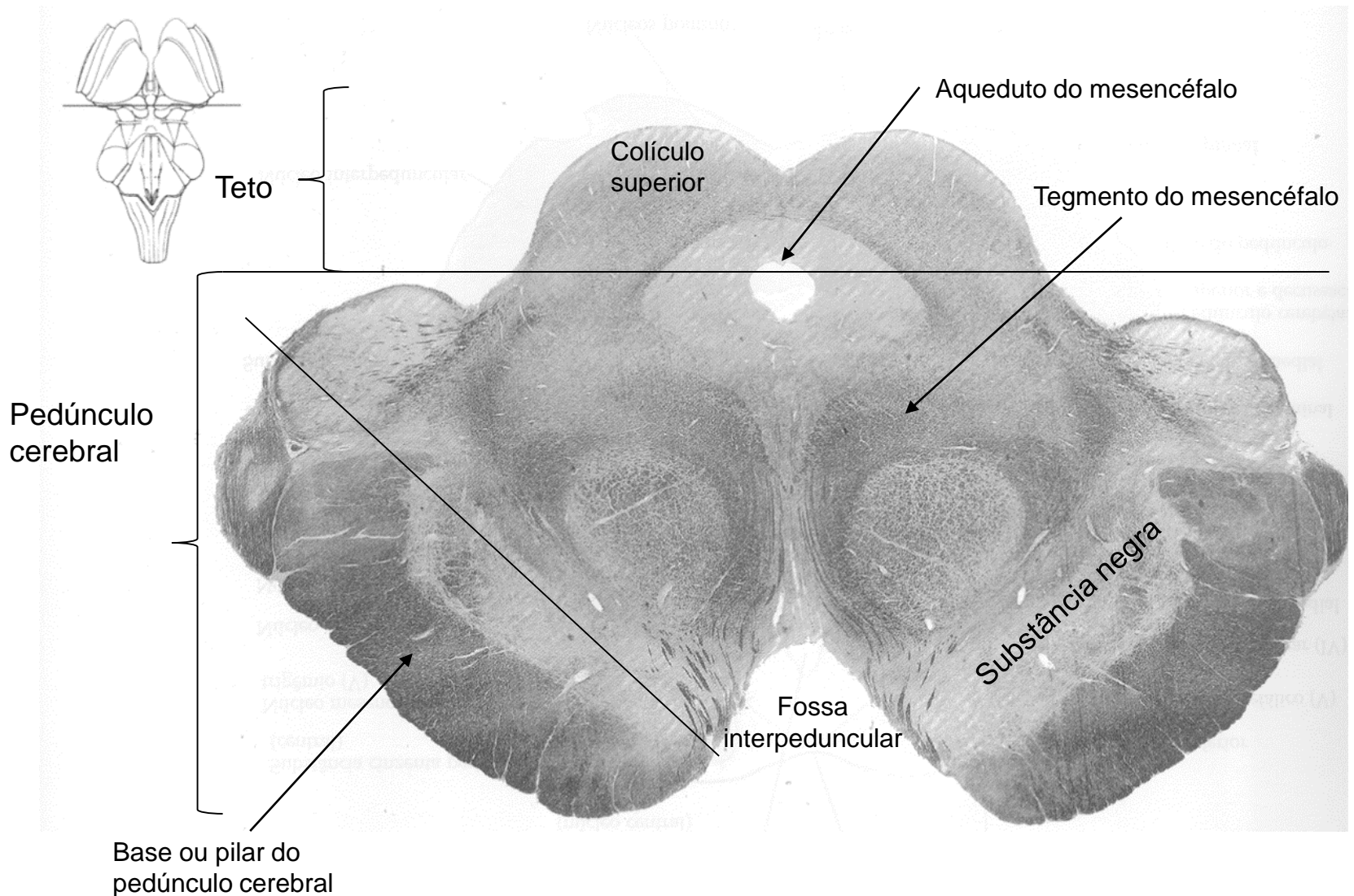
Já o **mesencéfalo cranial** corresponde à porção mais superior deste segmento do tronco encefálico, e continua-se cranialmente com o diencéfalo. Um corte transversal no mesencéfalo cranial passa pelo colículo superior e pelo núcleo do nervo oculomotor. Os núcleos rubros também são identificados.

Mesencéfalo cranial



No **mesencéfalo cranial**, se traçarmos um plano vertical passando pelo aqueduto, iremos dividi-lo em **teto**, posterior, e **pedúnculo cerebral**, anterior.

Se estabelecermos um plano vertical passando pela substância negra iremos dividir o pedúnculo cerebral em **tegmento**, medial e posterior, e **base ou pilar**, anterior e lateral.



Corte transversal do mesencéfalo cranial

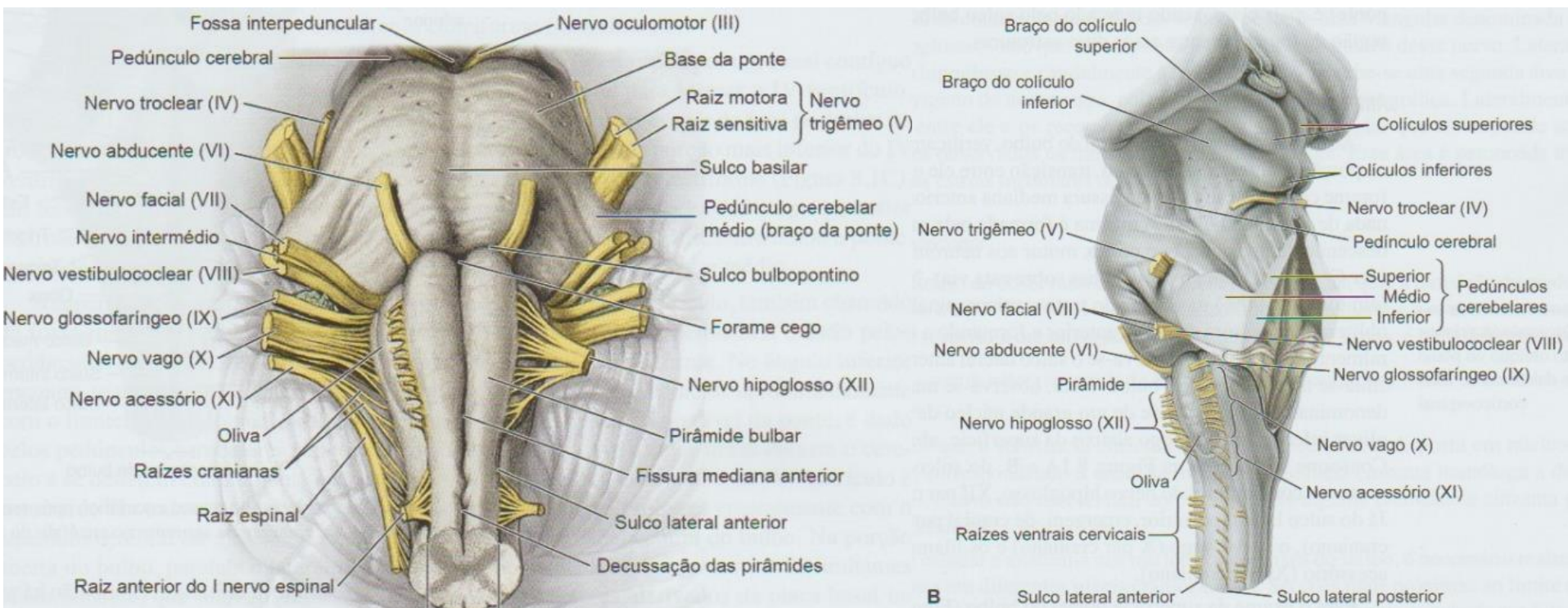
Nervos cranianos:

São 12 os pares de nervos cranianos, numerados segundo sua sequência craniocaudal, mas somente os nervos numerados de III a XII são tronculares.

Embora sejam denominados nervos cranianos, dois deles, o glossofaríngeo (IX) e o vago (X) inervam também a região do pescoço e as vísceras torácicas e abdominais.

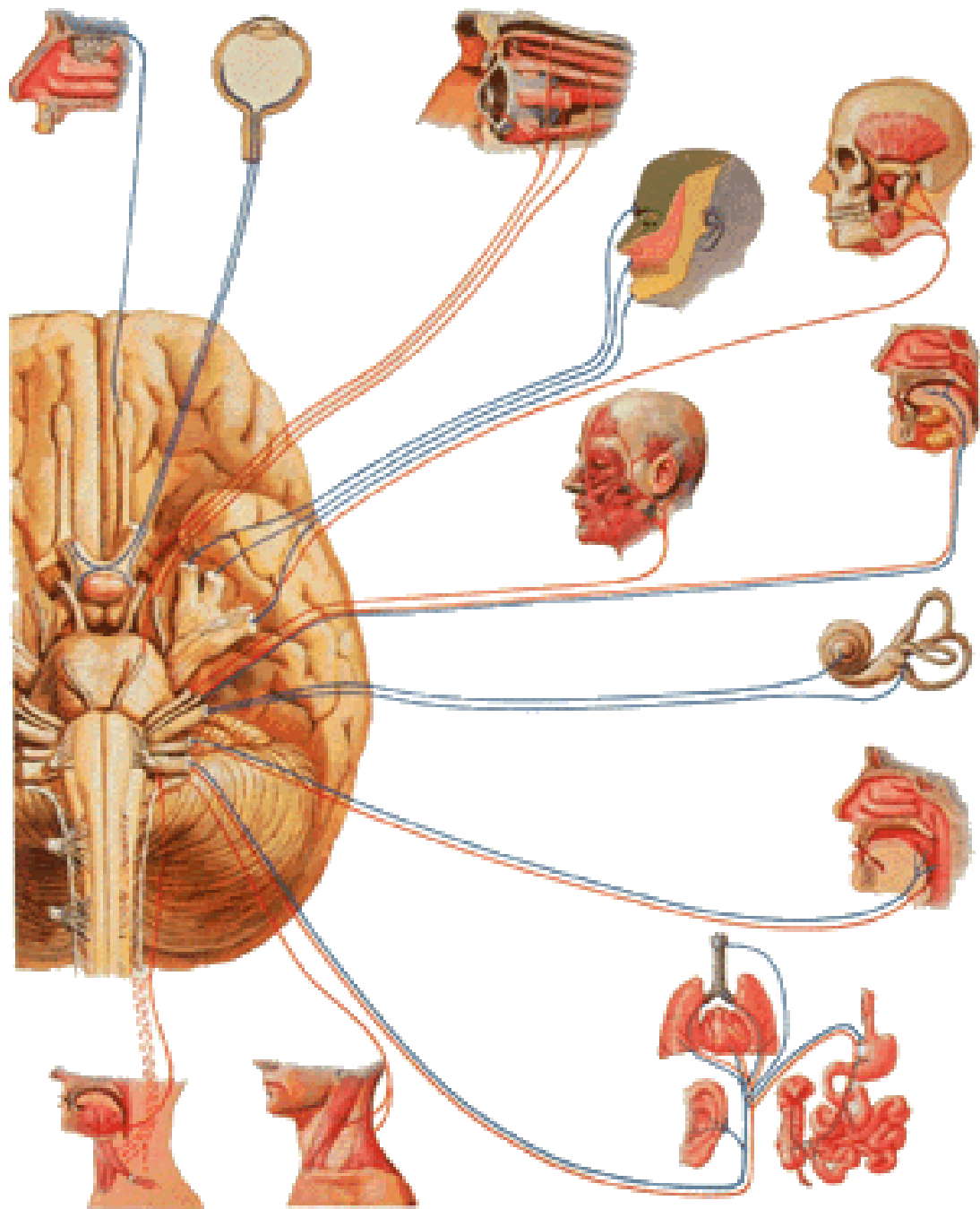
Diferem dos nervos espinais em vários aspectos, mas dois se destacam: os nervos cranianos estão relacionados a funções específicas e o número de modalidades funcionais é maior. Além disso, alguns nervos cranianos apresentam mais de um núcleo associado e alguns núcleos são compartilhados por mais de um nervo craniano.

Os nervos cranianos tronculares emergem ventralmente do tronco encefálico, com exceção do nervo troclear (IV par) que emerge dorsalmente, imediatamente abaixo do colículo inferior.



Face anterior do tronco encefálico

Face lateral do tronco encefálico



Nervos cranianos:

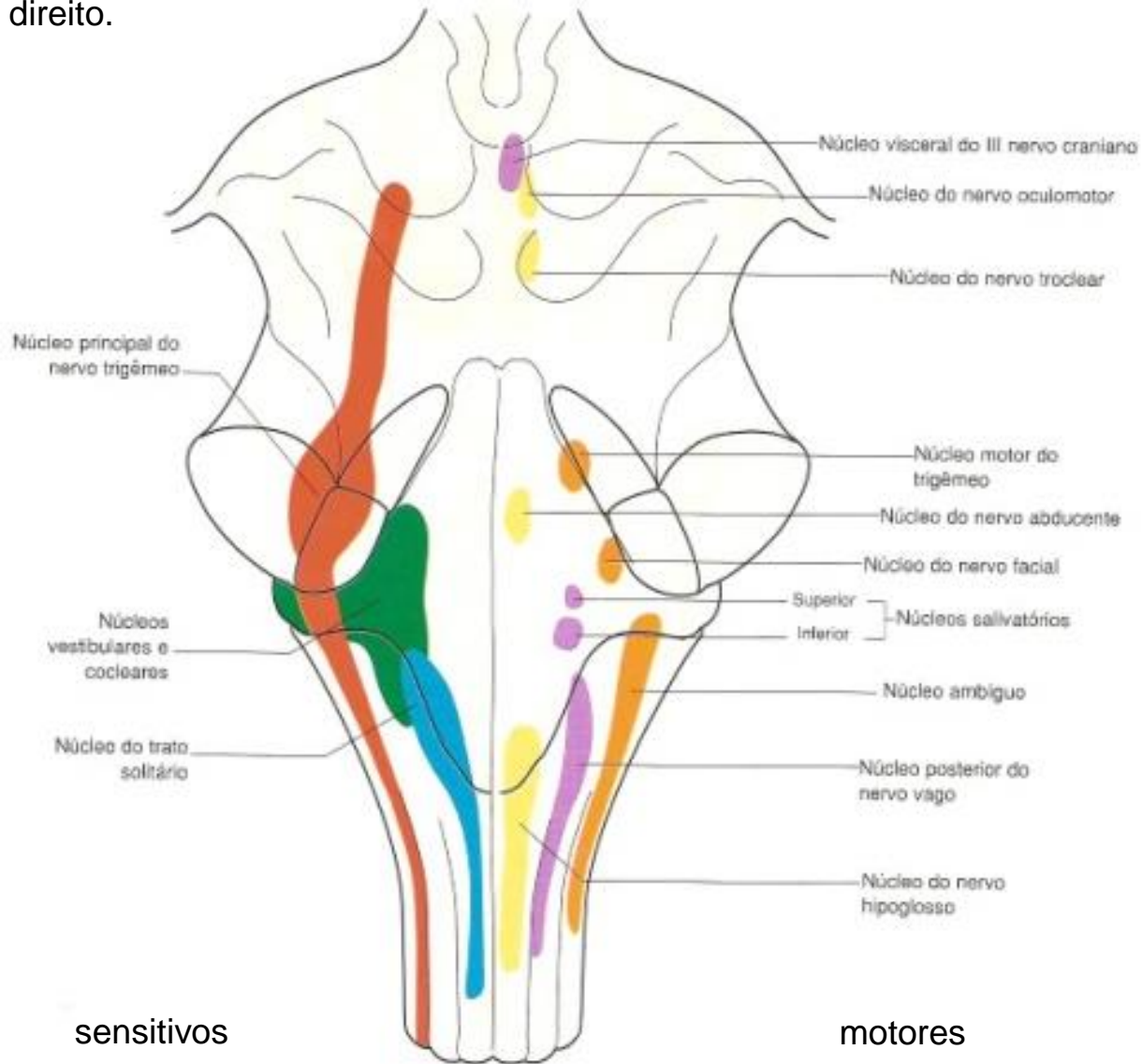
Observar os 12 os pares de nervos cranianos, numerados segundo sua seqüência craniocaudal, incluindo os nervos numerados de III a XII, que estão relacionados com o tronco encefálico.

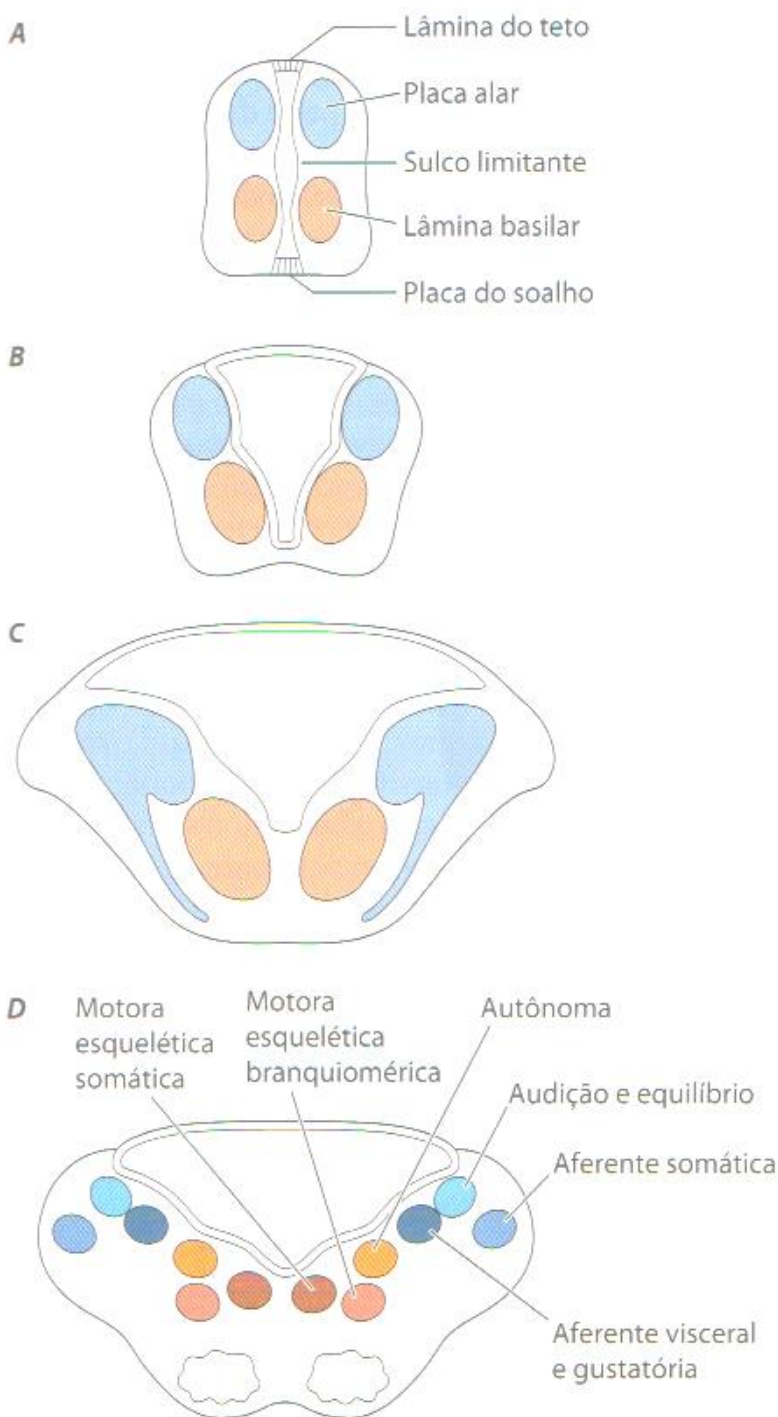
Os nervos glossofaríngeo (IX) e vago (X) inervam também a região do pescoço e as vísceras torácicas e abdominais.

Nervos cranianos estão relacionados a funções específicas, e alguns têm funções variadas e território de inervação que pode ser extenso.

Os núcleos dos nervos cranianos organizam-se de forma colunar no tronco encefálico, agrupados de acordo com seus componentes funcionais.

Na figura abaixo estão representados os núcleos de nervos cranianos nas diferentes colunas funcionais. Para fins didáticos e facilitar o compreensão de tão importante número de núcleos, a figura representa os núcleos sensitivos somente do lado esquerdo do tronco encefálico, enquanto os núcleos motores estão somente desenhados do lado direito.





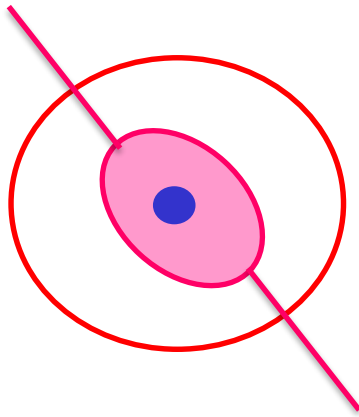
O posicionamento e a distribuição médio-lateral no tronco encefálico das colunas com os diferentes componentes funcionais são explicados pelo desenvolvimento embriológico do sistema nervoso central, em especial do rombencéfalo, com a formação do quarto ventrículo.

Desenvolvimento dos núcleos dos nervos cranianos. **(A-D)** Corte esquemático através do rombencéfalo em três momentos evolucionários **(A-C)** e maturidade **(D)**. O espaço no interior dos cortes é o quarto ventrículo. Durante o desenvolvimento do quarto ventrículo, inicialmente achatado posteroanteriormente como a medula espinal, expande-se posteriormente. Isso tem o efeito de transformar a organização nuclear sensorial motora posteroanterior, característica da medula espinal, na organização lateromedial dos núcleos sensoriais e motores na parte inferior do tronco encefálico (os futuros bulbo e ponte). Os neurônios em desenvolvimento na placa alar se transformarão em núcleos cranianos sensoriais próximos do soalho ventricular e, na lâmina basilar, em núcleos motores cranianos. Adicionalmente, os neurônios provenientes das placas migram para localizações mais distantes para auxiliarem funções mais integrativas.

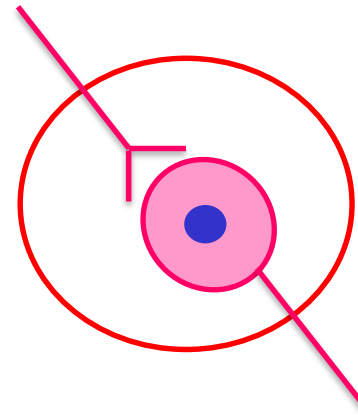
A seguir serão descritos os diferentes nervos cranianos tronculares, seus diferentes componentes funcionais e territórios de inervação, seus núcleos, gânglios, local de origem aparente no encéfalo e origem aparente no crânio.

Não será descrito aqui o nervo vestibulococlear, pois, capítulo especial será a ele dedicado.

Lembre-se que os gânglios sensitivos contêm os corpos celulares de neurônios, mas não têm contatos sinápticos em seu interior. Já os gânglios autonômicos apresentam corpos celulares de neurônios (neurônios ganglionares), mas também contêm contatos sinápticos (entre as terminações axonais de neurônios pré-ganglionares e os neurônios ganglionares), como esquematizado abaixo (observação: foi apenas representado um neurônio em cada núcleo por questões de simplificação):



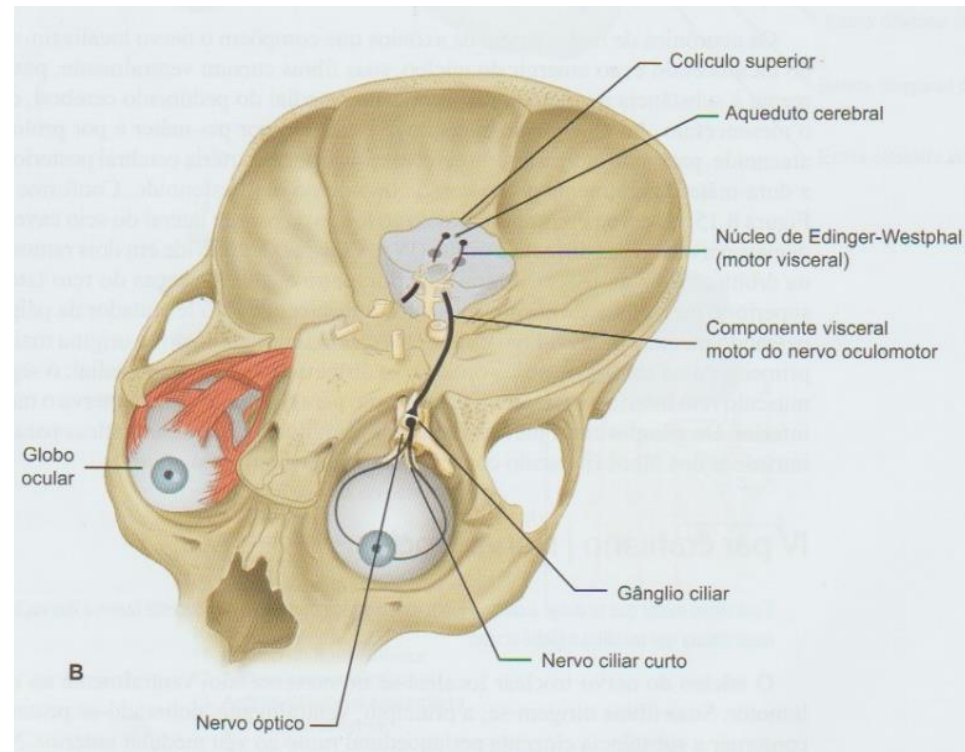
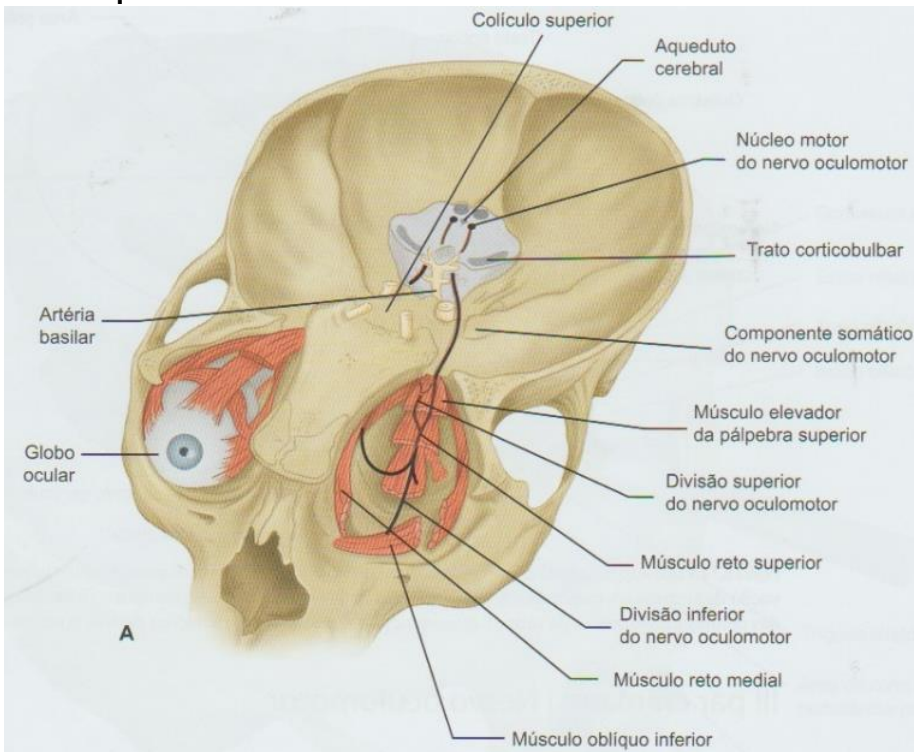
Gânglio sensitivo com neurônio sensitivo



Gânglio do sistema nervoso autônomo

Nervo oculomotor - III par craniano

Origem aparente no tronco encefálico: fossa interpeduncular, sulco medial do pedúnculo cerebral
Origem no crânio: fissura orbital superior

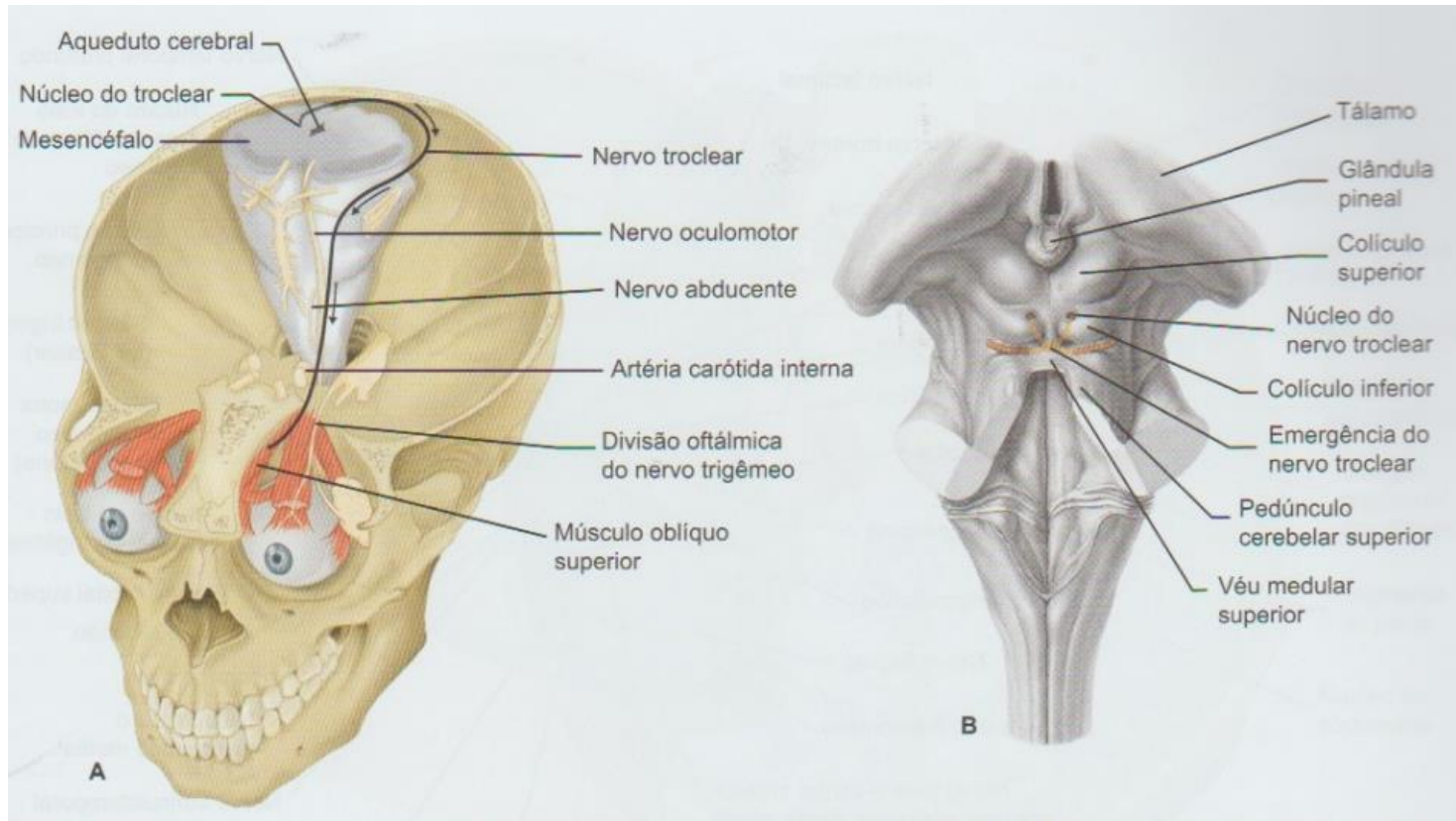


Componente motor somático somático:
Núcleo: motor do nervo oculomotor (tegmento mesencefálico)
Função: movimentação do globo ocular (musculatura extraocular, exceto músculos oblíquo superior e reto lateral) e músculo elevador da pálpebra superior.

Componente motor visceral (parassimpático):
Gânglio: ciliar
Núcleo: motor visceral de Edinger-Westphal
Função: constrição pupilar para a acomodação visual

Nervo troclear

Origem aparente no tronco encefálico: face posterior do mesencéfalo, abaixo do colículo inferior
Origem no crânio: fissura orbital superior



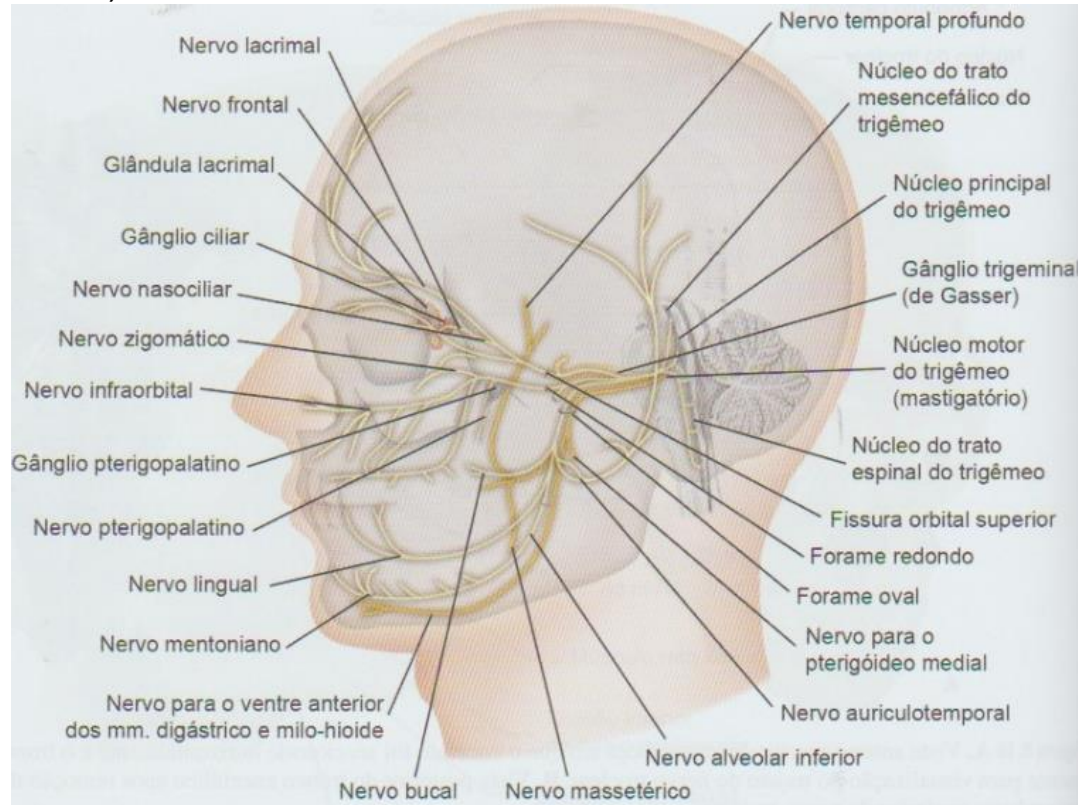
Componente motor somático somático

Núcleo: do troclear no tegmento mesencefálico (inferior ao núcleo do oculomotor)

Função: movimentação do globo ocular (músculo oblíquo superior)

Nervo trigêmeo

Origem aparente no tronco encefálico: entre a face ventral da ponte e o pedúnculo cerebelar médio
Origem no crânio: fissura orbital superior (ramo oftálmico), forame redondo (ramo maxilar) e forame oval (ramo mandibular)



Componente motor somático branquiomérico

Núcleo: motor do trigêmeo

Função: inerva os músculos da mastigação (masseter, temporal, pterigoideos lateral e medial), tensor do véu palatino, tensor do tímpano, milo-hioideo e ventre anterior do digástrico.

Componente sensitivo geral

Gânglio: trigeminal (semilunar ou de Gasser)

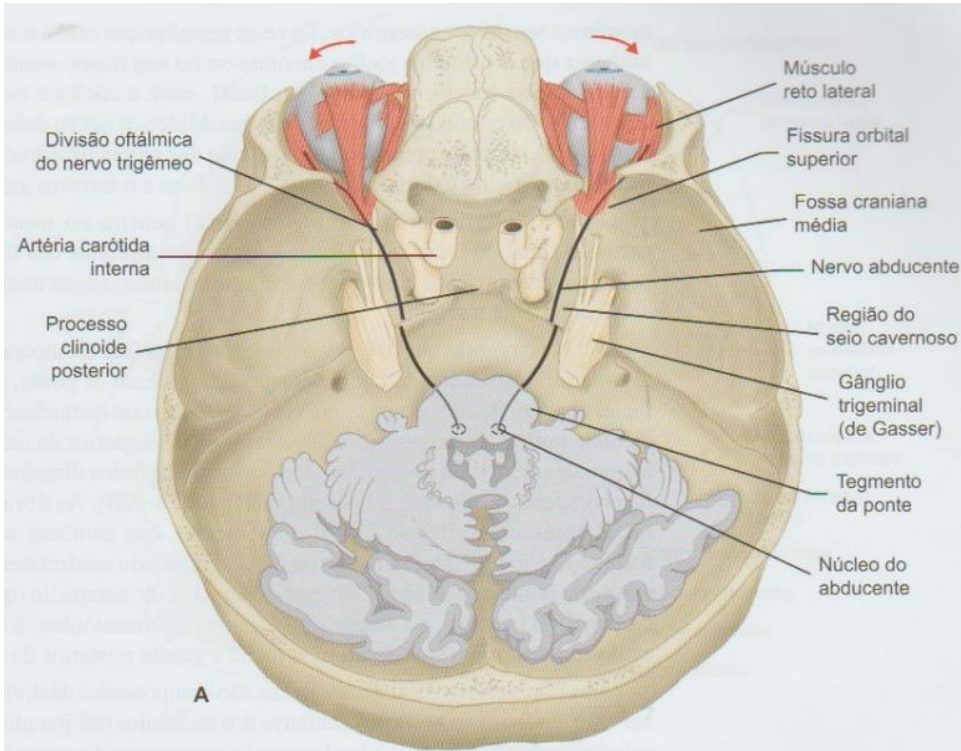
Núcleos: do trato espinal, principal e do trato mesencefálico do trigêmeo

Função: tato, dor, temperatura, pressão e propriocepção da pele da face, membrana mucosa das cavidades oral e nasal, seios da face, globo ocular, dentes, língua, gengivas, articulação temporomandibular e quarta-máter.

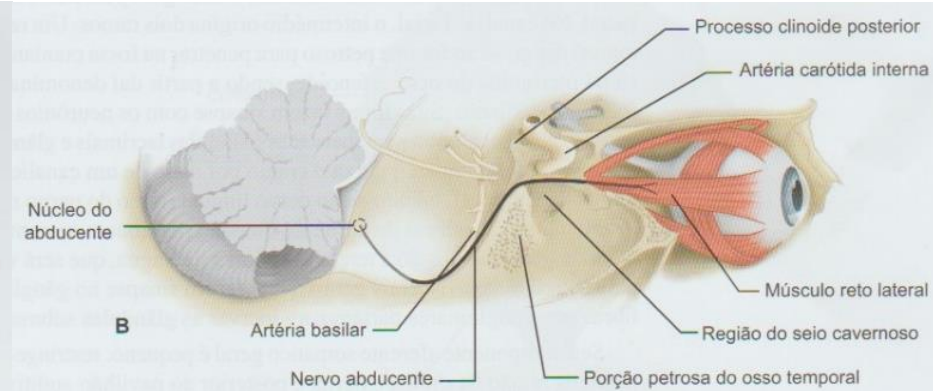
Nervo abducente

Origem aparente no tronco encefálico: no sulco bulbopontino

Origem no crânio: fissura orbital superior



Vista superior



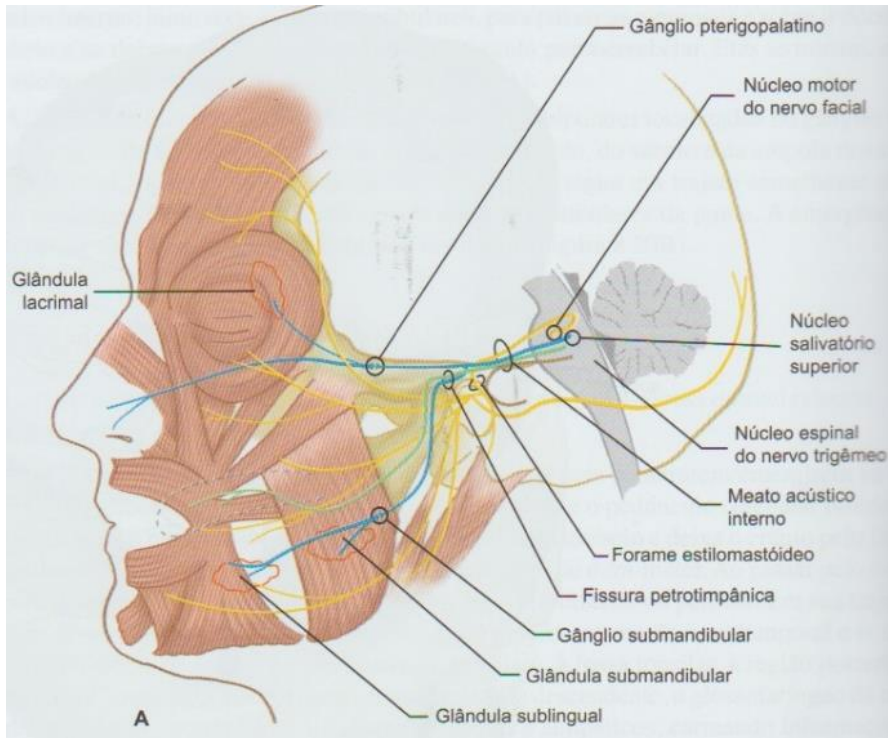
Vista lateral

Componente motor somático somático
Núcleo: do abducente no tegmento pontino
Função: movimentação do globo ocular
(músculo reto lateral)

Nervo facial

Origem aparente no tronco encefálico: no sulco bulbopontino (lateralmente ao VI)

Origem no crânio: meato acústico interno / ramo motor somático emerge do crânio pelo forame estilomastóideo



Componente motor visceral (parassimpático):
Núcleo salivatório superior e lacrimal
Gânglio pterigopalatino
Função: inervação das glândulas lacrimais e da mucosa nasal
Gânglio submandibular
Função: inervação das glândulas salivares sublinguais e submandibulares

Esses componentes sensitivos e motor visceral constituem fibras do nervo intermédio (de Wrisberg), que emerge do sulco bulbopontino entre o componente motor somático do nervo facial e o nervo vestibulococlear.

Componente sensitivo geral:

Núcleo espinal do nervo trigêmeo

Gânglio geniculado

Função: sensação tátil do meato acústico externo

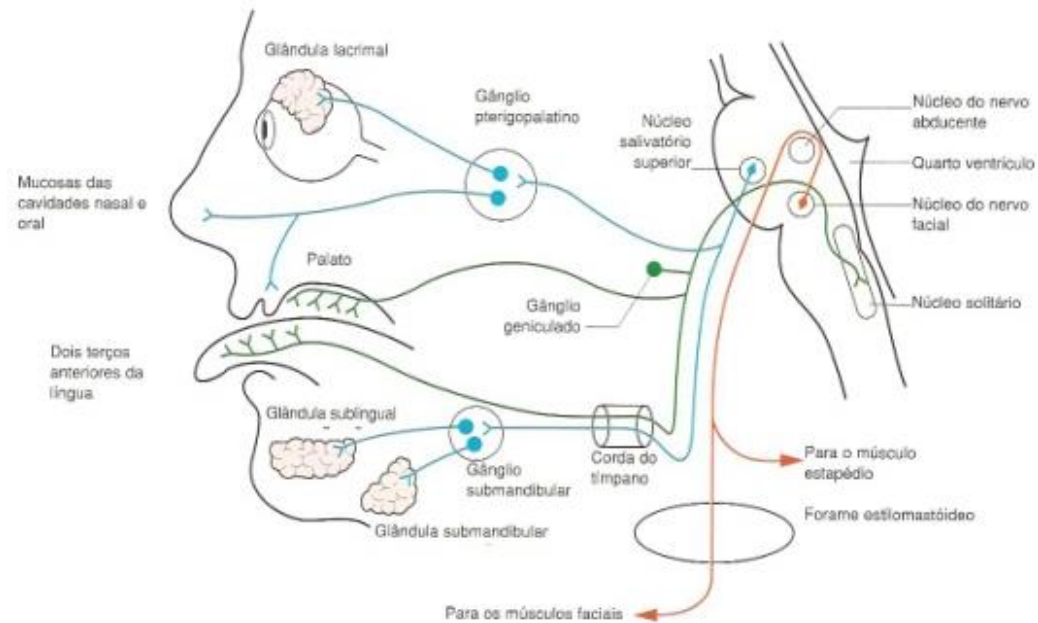
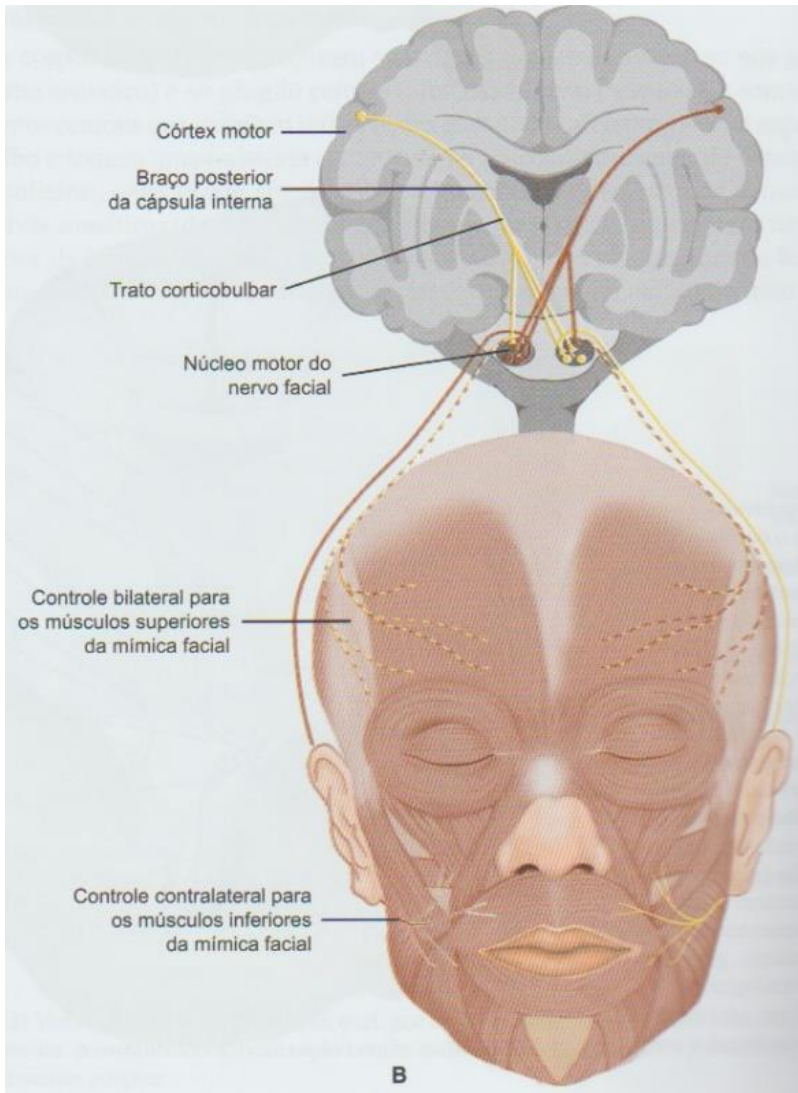
Componente sensitivo visceral – gustação:

Núcleo do trato solitário (superior)

Gânglio geniculado

Função: inervação dos calículos gustativos dos 2/3 anteriores da língua

Nervo facial



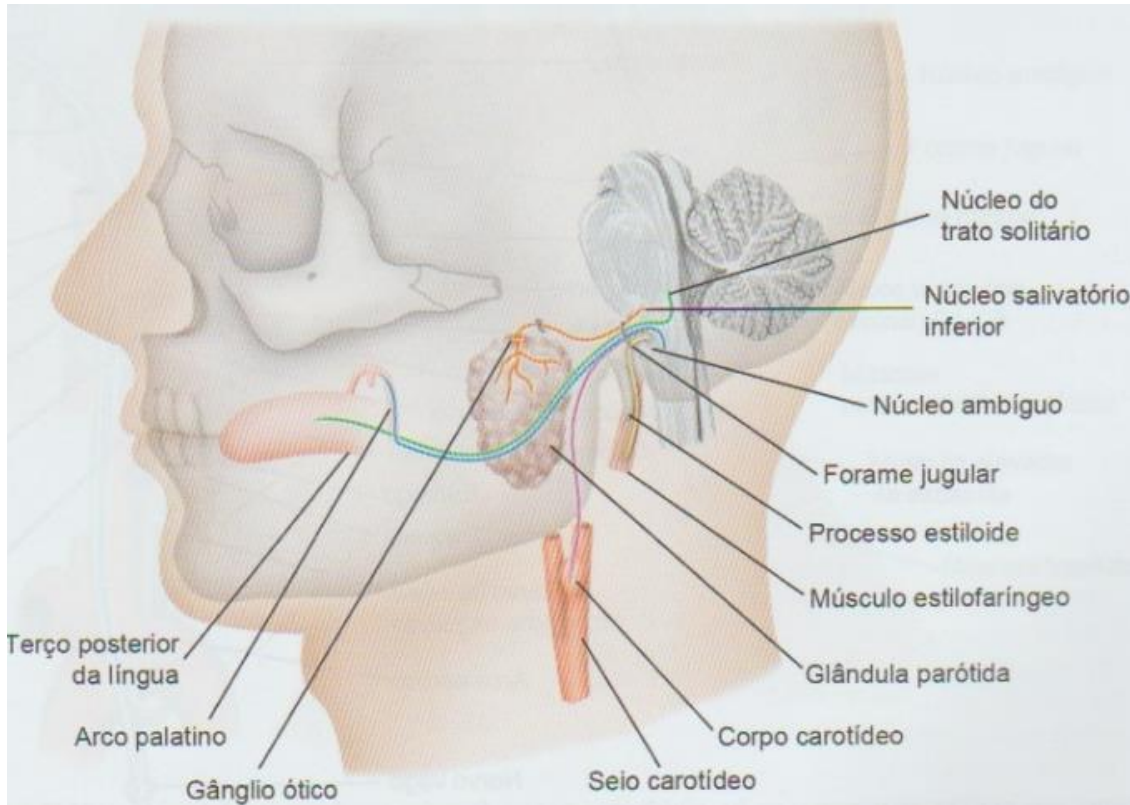
Componente motor somático branquimérico:
Núcleo motor do facial no tegmento pontino
Função: movimentação dos músculos mímicos da face, estilo-hioideo, estapédio e ventre posterior do digástrico.

Observação: a parte inferior do núcleo motor do facial envia fibras para inervar a musculatura mímica dos andares inferiores da face (2/3 abaixo da rima palpebral) e recebe aferências apenas contralaterais do córtex cerebral (trato corticonuclear). Já a parte superior do núcleo motor do facial envia fibras para inervar a musculatura do 1/3 superior da face (testa) e recebe aferências bilaterais do córtex. Assim, em casos de paralisia facial, mas que poupa o andar superior da face, a lesão deve ser supranuclear (acima do núcleo do facial na ponte).

Nervo glossofaríngeo

Origem aparente no tronco encefálico: na parte lateral superior do bulbo, posterior à oliva bulbar

Origem no crânio: forame jugular



Componente sensitivo geral:

Núcleo espinal do trigêmeo

Gânglio superior do glossofaríngeo

Função: pele da orelha externa

Componente sensitivo visceral – gustação:

Núcleo do trato solitário (superior)

Gânglio inferior do glossofaríngeo (petroso)

Função: calículos gustativos do 1/3 posterior da língua

Componente sensitivo visceral geral:

Núcleo solitário (inferior)

Gânglio inferior do glossofaríngeo (petroso)

Função: barorreceptores do seio carotídeo e quimiorreceptores na bifurcação da artéria carótida

Componente motor somático branquimérico:

Núcleo ambíguo (bulbo)

Função: inervação do músculo estilo-faríngeo

Componente motor visceral (parassimpático):

Núcleo salivatório inferior

Gânglio ótico

Função: inervação da glândula parótida

Nervo vago

Origem aparente no tronco encefálico: na parte lateral superior do bulbo, posterior à oliva bulbar, abaixo do nervo glossofaríngeo

Origem no crânio: forame jugular

Componente sensitivo somático geral:

Núcleo espinal do trigêmeo

Gânglio superior do vago (jugular)

Função: sensibilidade da pele da orelha externa e meninges cranianas.

Componente sensitivo visceral:

Núcleo solitário (inferior)

Gânglio inferior do vago (nodoso)

Função: barorreceptores do arco aórtico e quimiorreceptores do corpo aórtico.

Componente sensitivo visceral – gustação:

Núcleo do trato solitário (superior)

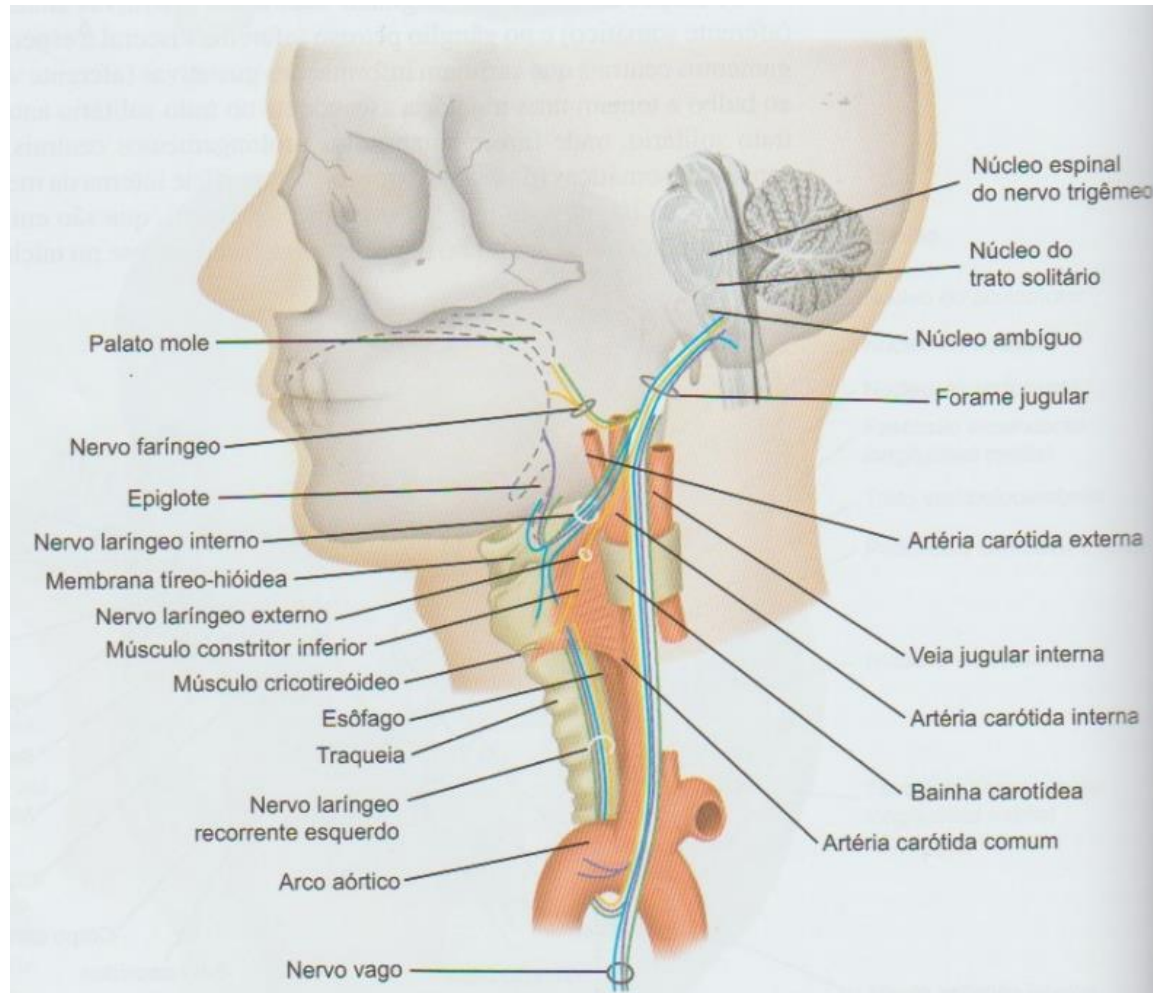
Gânglio inferior do vago (nodoso)

Função; calículos gustativos da parte posterior da cavidade oral e laringe

Componente motor somático branquimérico:

Núcleo ambíguo

Função: movimentação dos músculos do palato, faringe e laringe



Componente motor visceral (parassimpático):

Núcleo motor dorsal do vago

Gânglio intramurais

Função: órgãos respiratórios e coração, e trato gastrintestinal, até flexura esquerda do colo)

Nervo acessório

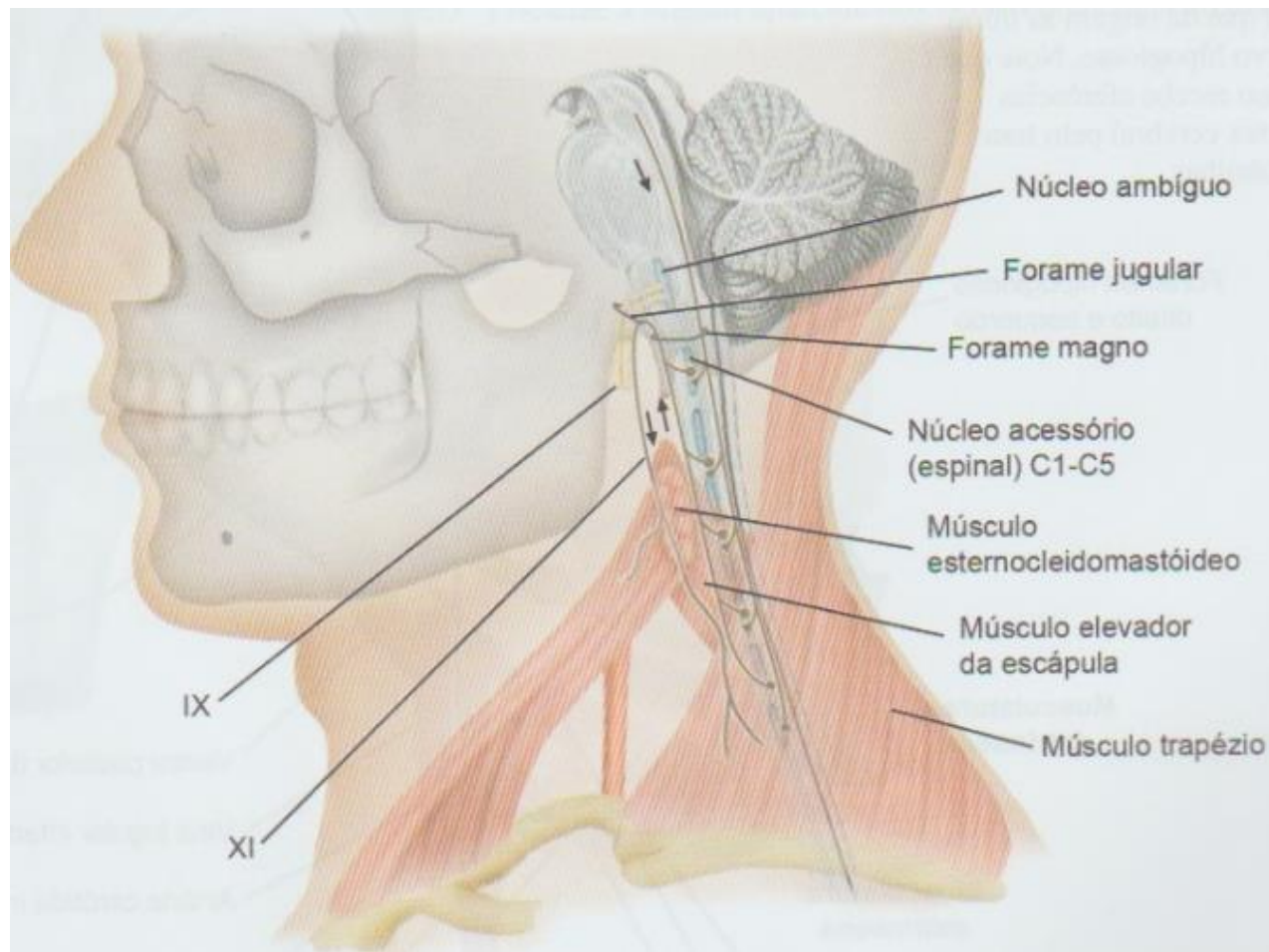
Origem aparente no tronco encefálico: na parte lateral superior do bulbo, posterior à oliva bulbar, abaixo do nervo vago

Origem no crânio: forame jugular

É um nervo motor somático formado por duas raízes, uma craniana e outra espinal.

Sua raiz craniana, menor, começa no núcleo ambíguo, parte mais caudal, e também inerva os músculos da laringe.

A raiz espinal começa no núcleo acessório – neurônios motores do corno anterior da medula espinal, até o nível C5, e inerva os músculos esternocleidomastóideo e parte do trapézio.



Nervo hipoglosso

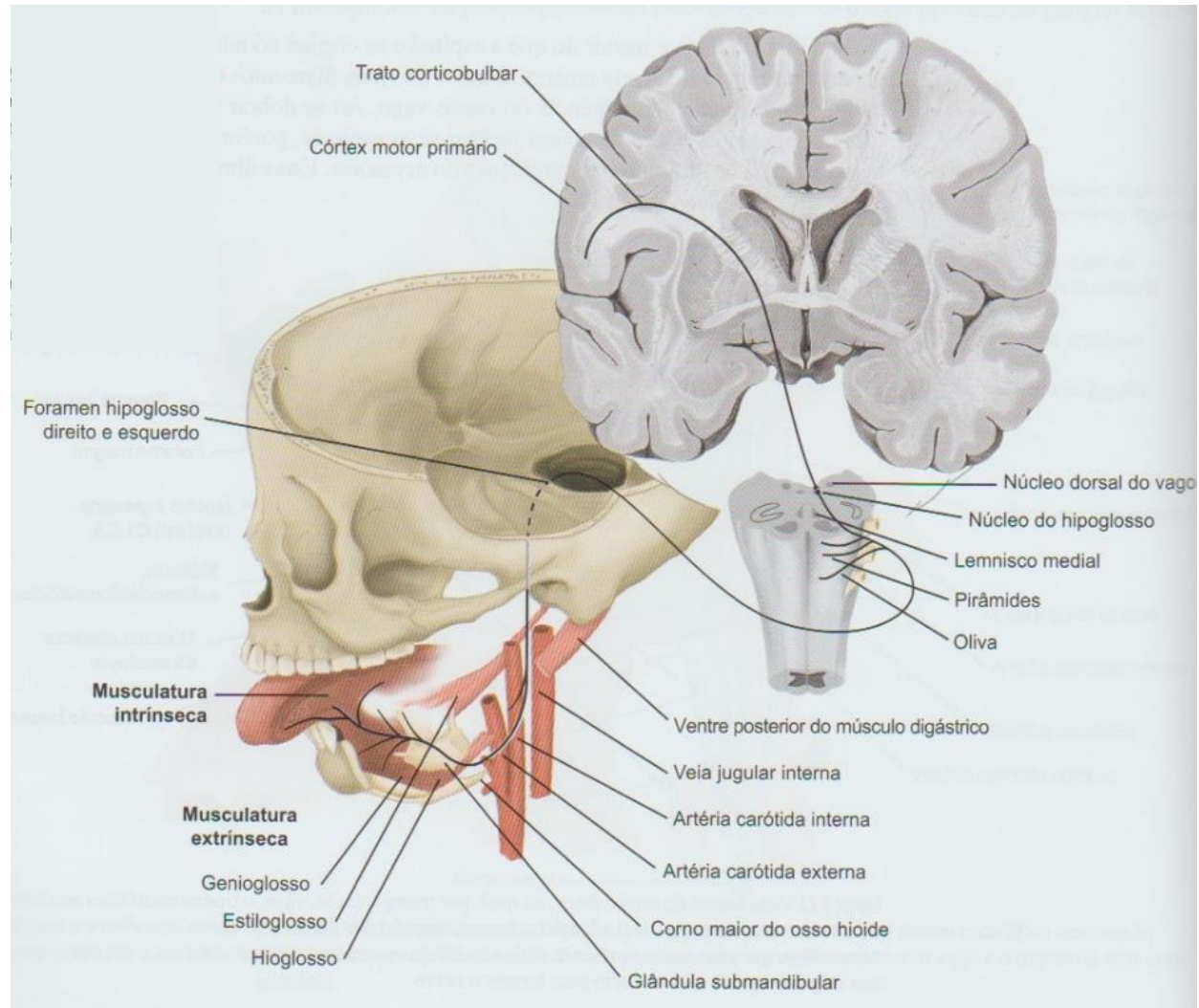
Origem aparente no tronco encefálico: no sulco anterolateral do bulbo, entre a pirâmide e a oliva bulbar

Origem no crânio: canal do nervo hipoglosso

Componente motor somático somático:

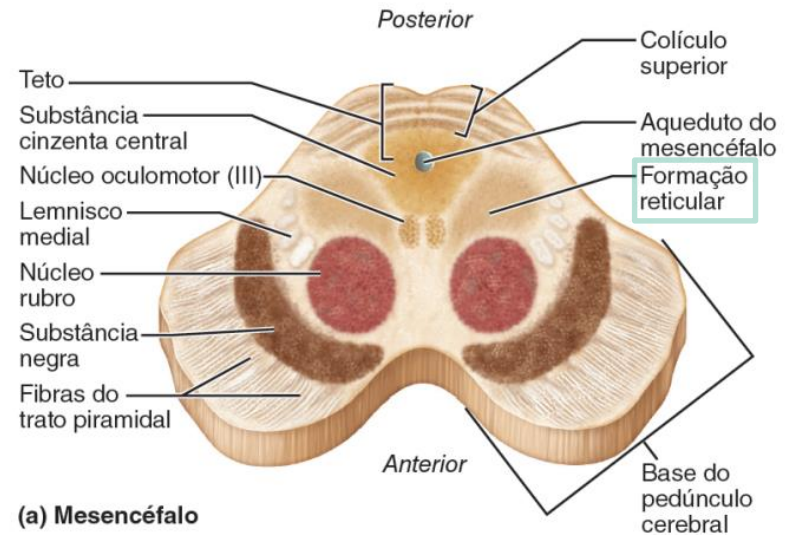
Núcleo do hipoglosso no bulbo cranial

Função: inervação dos músculos intrínsecos da língua e músculos hioglosso, genioglosso e estiloglosso

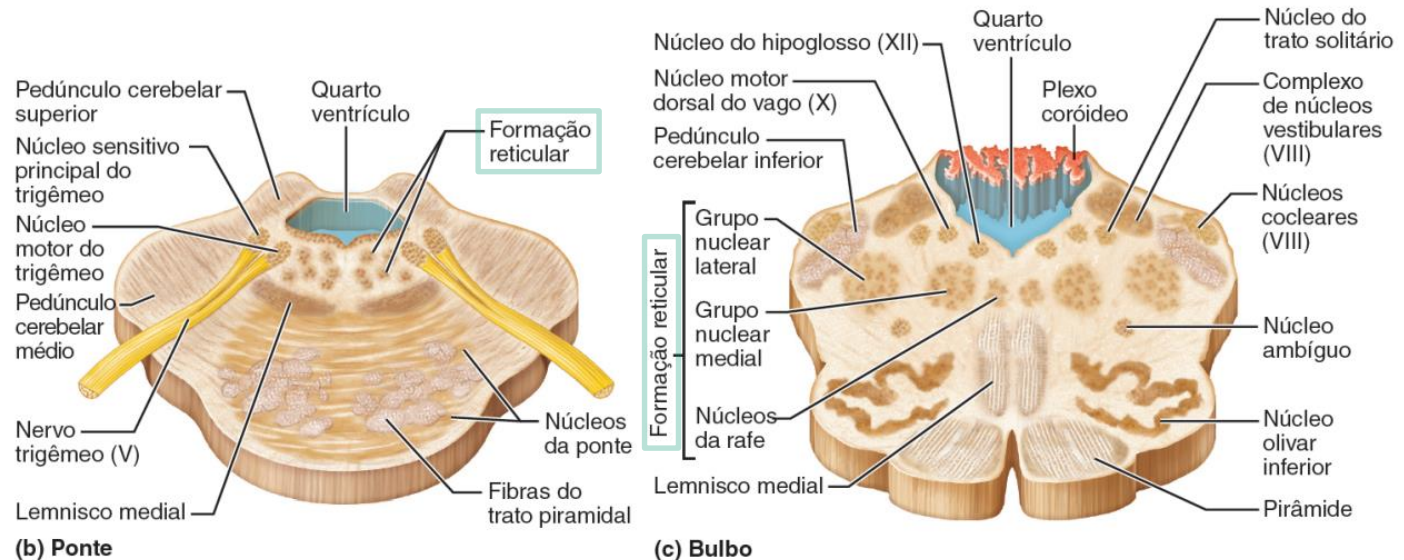


Outro importante componente do tronco encefálico, que se distribui por toda sua extensão no eixo longitudinal, compreende uma matriz complexa de neurônios, denominada **formação reticular**. Nela têm origem as fibras nervosas que vão compor os tratos reticuloespinais (bulbo e ponte), importantes para manutenção do tônus muscular e da postura, além de conter núcleos e centros, como:

- Centros respiratório e cardiovascular (bulbo)
- Sistema reticular ativador: ativação do córtex cerebral e despertar
- Núcleos da rafe (serotonina): sono, mecanismos nociceptivos
- Locus ceruleus (tegmento do mesencéfalo e da ponte) (noradrenérgicos): regulação do sono (REM)



(a) Mesencéfalo



(b) Ponte

(c) Bulbo

Pode-se dividir a **formação reticular** em 4 colunas ou grupos longitudinais: da rafe, paramediana, medial e lateral.

Dois sistemas de neurotransmissores estão definidos:

Sistema colinérgico (núcleos reticulares pedunculopontino e tegmental pósterolateral). Papel na vigília e no movimento (movimentos deambulatórios coordenados).

Sistema monoaminérgico

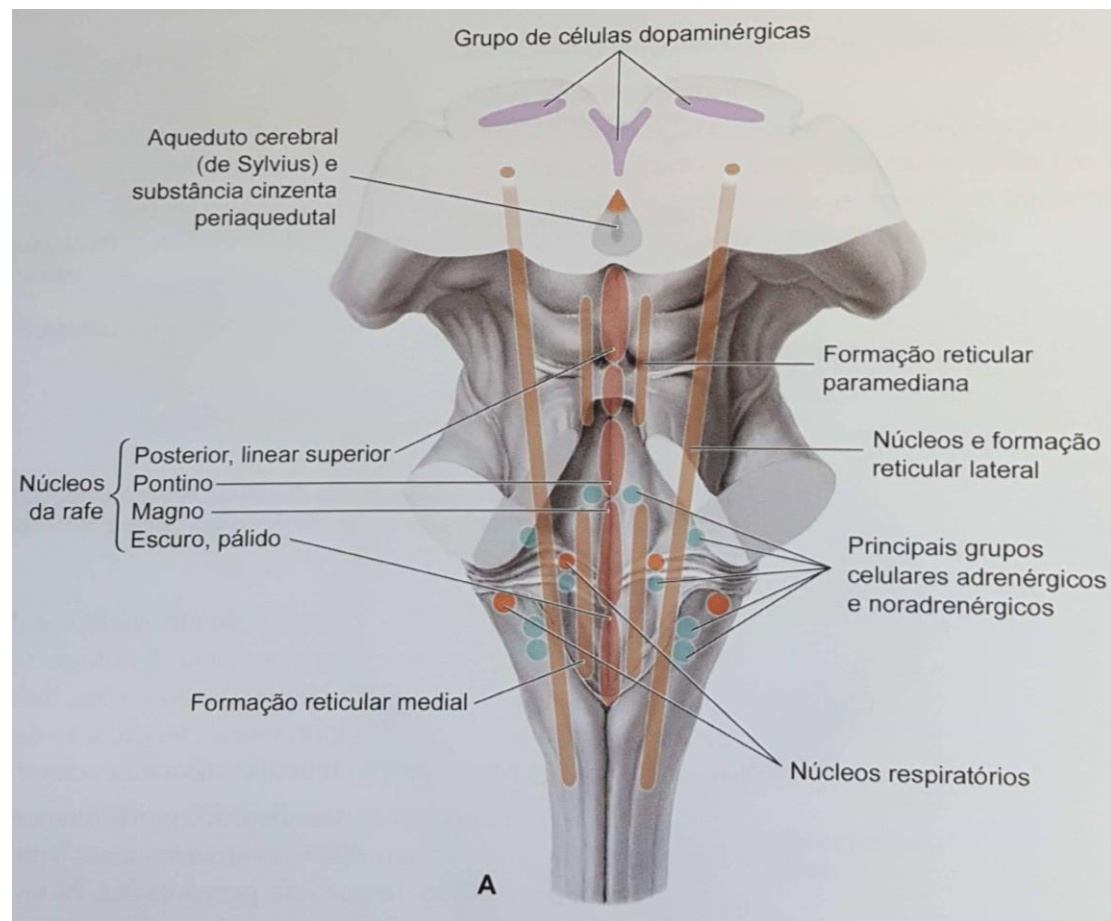
Foram identificados 4 tipos de neurônios monoaminérgicos na FR:

dopamina (área tegmental ventral do mesencéfalo e substância negra). Papel no controle motor, no sistema límbico e na cognição.

noradrenalina (locus ceruleus e tegmento lateral da ponte e bulbo). Influencia a atenção, o estado de sono-vigília, funções autonômicas e o humor.

adrenalina (tegmento lateral do bulbo caudal).

serotonina (núcleos da rafe do mesencéfalo, ponte e bulbo). Papel em vários distúrbios psiquiátricos e no sono.

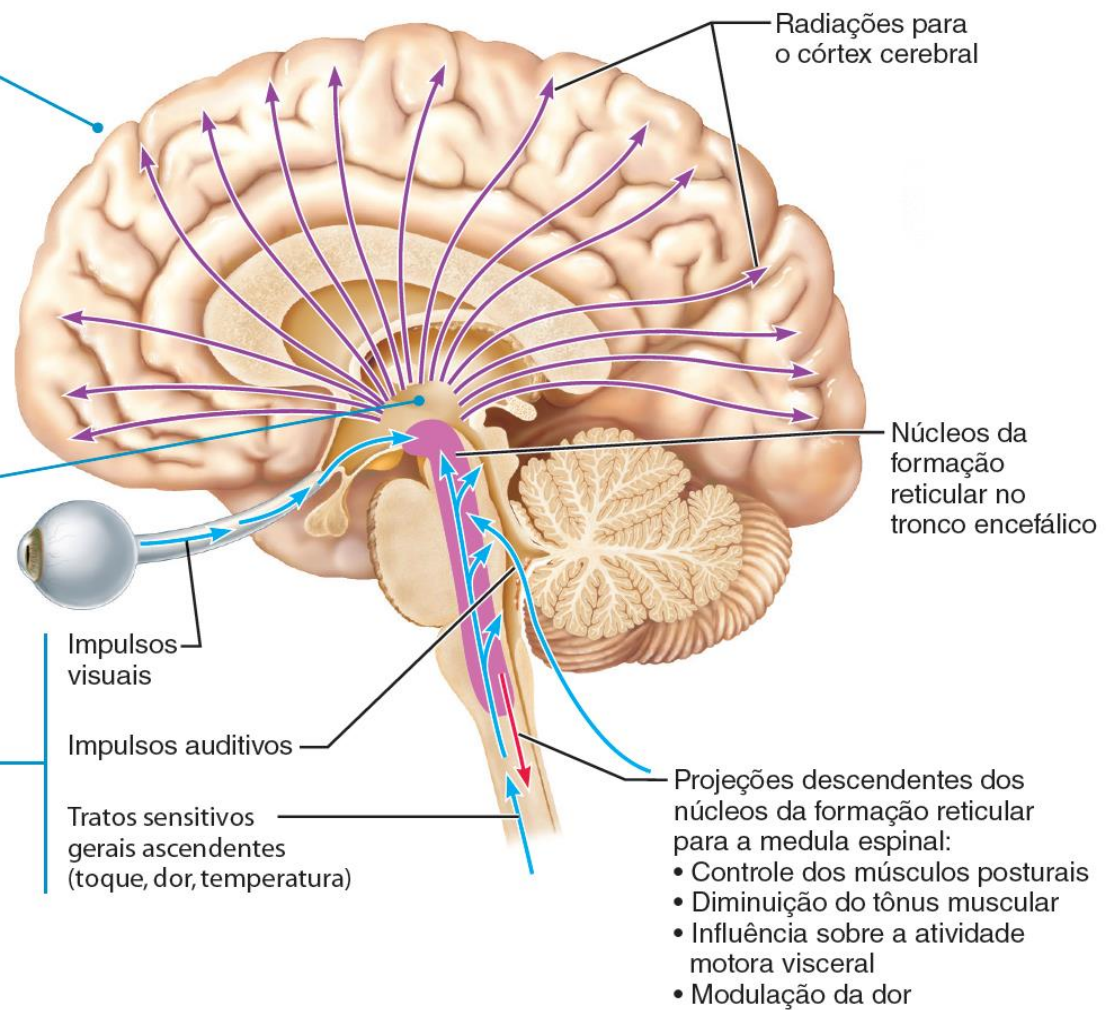


③ O fluxo contínuo de estímulos sensitivos mantém o cérebro excitado e alerta.

② Os neurônios do SARA retransmitem estímulos sensitivos para o cérebro através do tálamo.

① Os tratos sensitivos mantêm sinapses com os neurônios do sistema ativador reticular ascendente (SARA) no tronco encefálico.

Sistema ativador reticular ascendente (SARA)

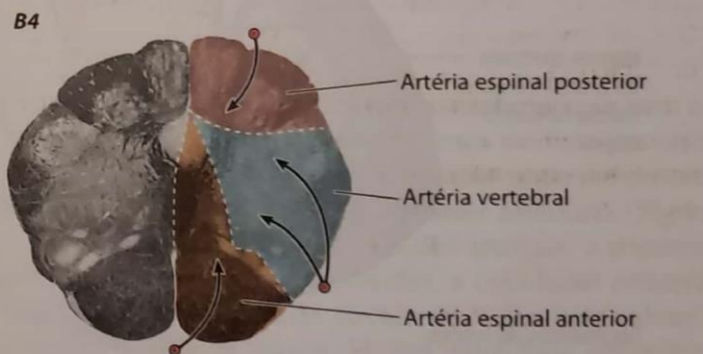
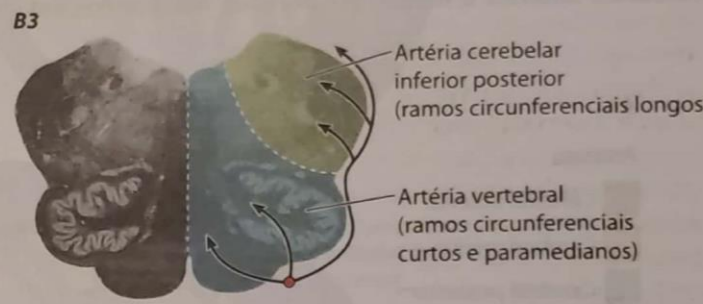
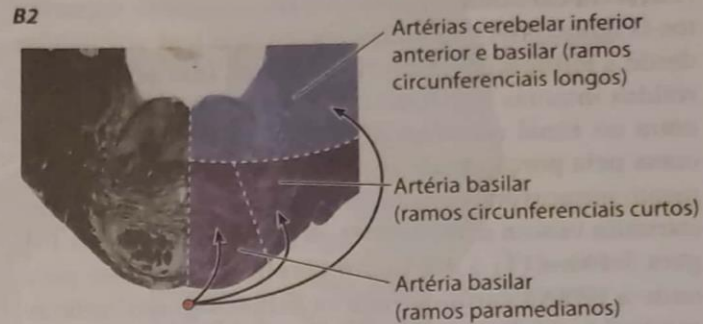
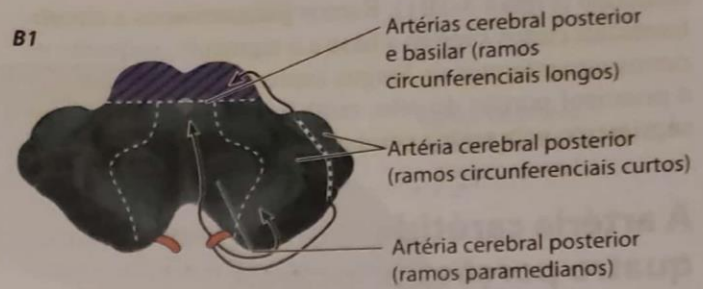
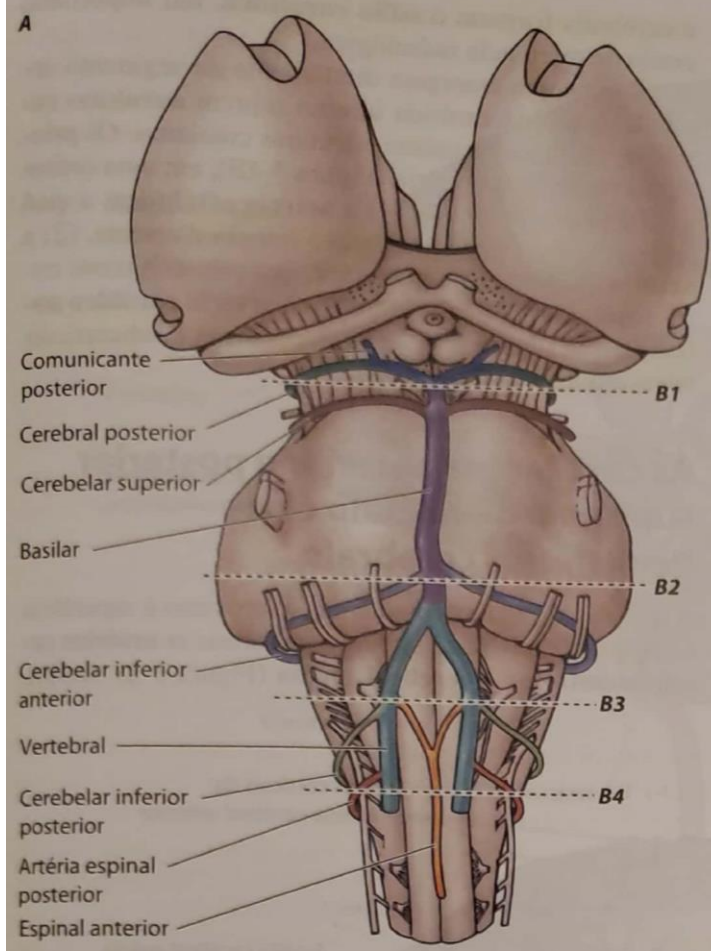


Formação reticular. Esse sistema funcional do encéfalo estende-se pelo comprimento do tronco encefálico. Parte dessa formação, o sistema ativador reticular ascendente (SARA), mantém a vigília alerta do córtex cerebral.

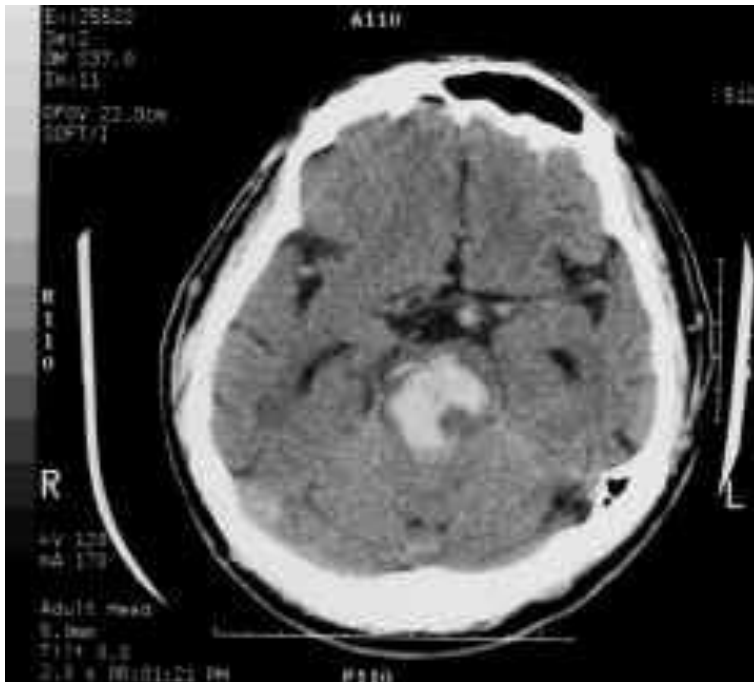
Irrigação do tronco encefálico:

A figura ao lado mostra as várias artérias que irrigam os diferentes segmentos do tronco encefálico, com a região de responsabilidade cada artéria em uma cor particular.

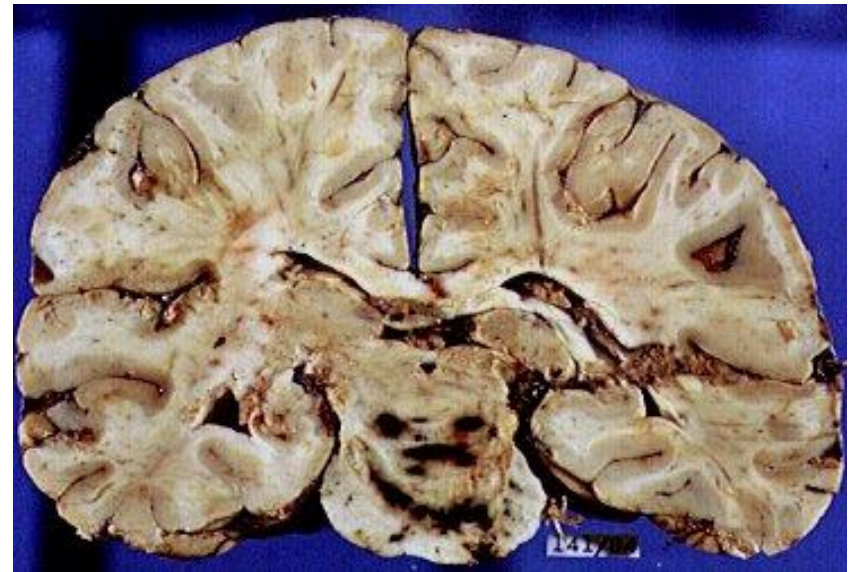
O tronco encefálico recebe nutrição das artérias do sistema arterial posterior do encéfalo, ou sistema vértebro-basilar. Observar que o bulbo caudal também é irrigado pelas artérias espinais (ramos das artérias vertebrais).



Apesar de ocupar um volume relativamente pequeno dentro de todo o encéfalo, o tronco encefálico apresenta, como foi visto, um considerável número de núcleos e tratos nervosos, envolvidos em variadas funções. Assim, mesmo uma pequena lesão em qualquer dos segmentos tronculares pode produzir manifestações neurológicas bastante exuberantes, por vezes fatais.



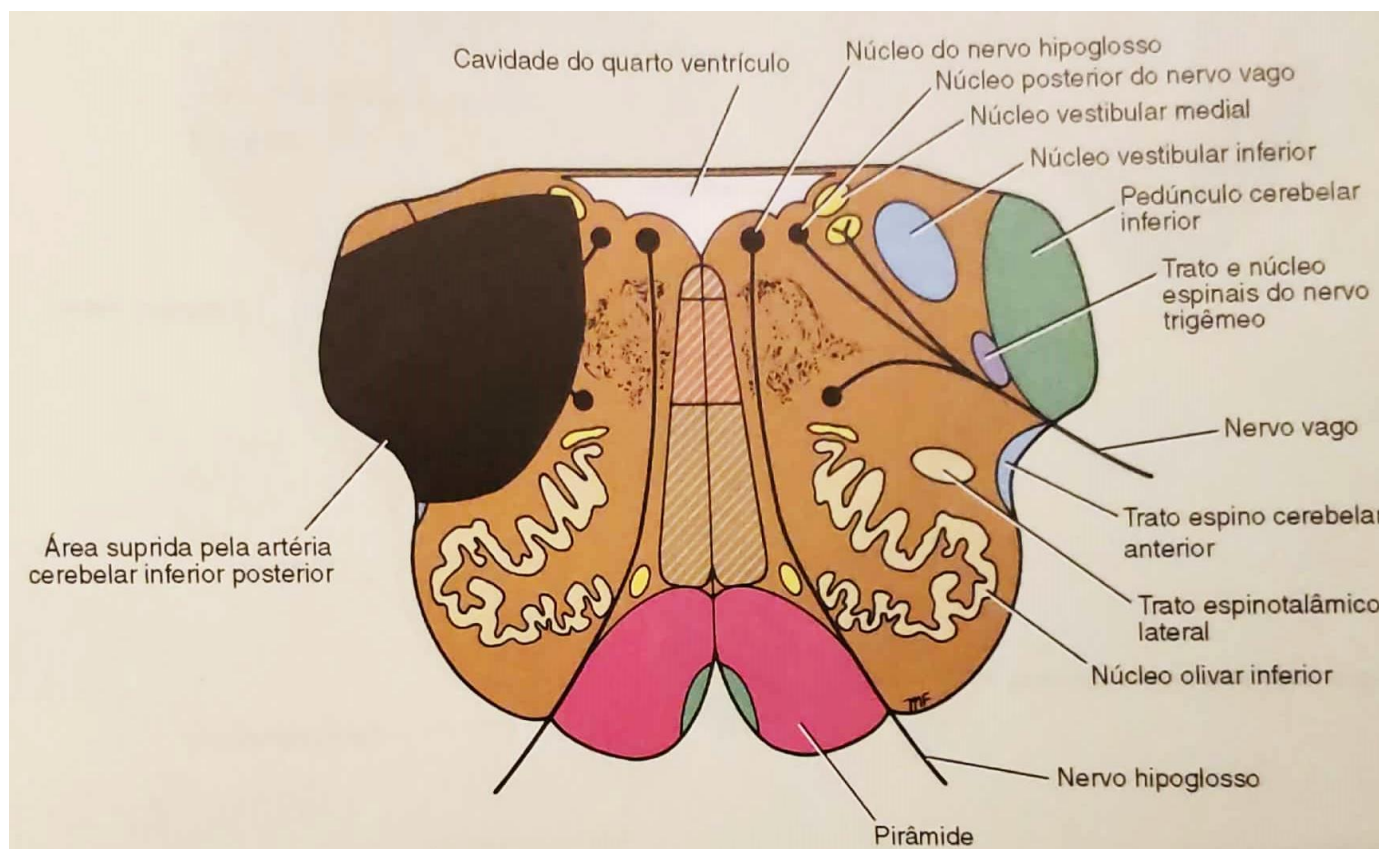
Corte axial (horizontal) de tomografia computadorizada simples (sem contraste) de crânio de paciente com acidente vascular hemorrágico em tronco encefálico (pontino).



Fotografia em corte coronal (frontal) (exame necroscópico) de encéfalo exibindo inúmeros focos de hemorragia em tronco encefálico, muitos deles coalescentes.

A concentração de considerável número de estruturas em regiões restritas do tronco encefálico, com diferentes funções torna o diagnóstico topográfico e lesões tronculares bastante desafiador. Um exemplo é o quadro neurológico produzido pela lesão vascular isquêmica da artéria cerebelar posterior inferior. Essa artéria irriga o aspecto dorso lateral do bulbo cranial e o conjunto de sinais e sintomas produzidos pela trombose do ramo arterial que irriga essa região do tronco é chamado de Síndrome de Wallenberg, que compreende, principalmente:

- perda da sensibilidade dolorosa e térmica na metade ipsilateral da face (trato e núcleo espinal do V)
- perda da sensibilidade dolorosa e térmica na metade contralateral do corpo (trato espinotalâmico)
- ataxia (perda da coordenação) (trato espinocerebelar e pedúnculo cerebelar inferior)
- vertigem, nistagmo e vômito (núcleos vestibulares)
- perda do reflexo faríngeo, dificuldade de deglutir e de articular a palavra (disartria) (núcleo ambíguo)
- síndrome de Horner ipsilateral (miose, ptose e anidrose da face) (fibras simpáticas descendentes)



Estudo dirigido
Tronco encefálico



Tronco encefálico

1. O tronco encefálico está localizado na fossa _____ do crânio. Ele é contínuo com o _____, superiormente, e com a _____, inferiormente.
2. A continuidade do tronco encefálico é possível devido à presença de uma abertura no osso occipital, o forame _____, inferiormente, e da abertura na tenda do cerebelo, a _____ do _____, superiormente.
3. O tronco encefálico é dividido em _____, _____ e _____, de inferior para superior.
4. O tronco encefálico contém núcleos associados aos _____ cranianos, do _____ ao XII.
5. A divisão mais _____ do tronco encefálico, o _____, contém os núcleos dos nervos cranianos VIII, IX, X, XI e XII.
6. A divisão intermediária do tronco encefálico, a _____, contém os núcleos dos nervos cranianos _____, _____ e _____.
7. A divisão mais _____ do tronco encefálico, o _____, contém os núcleos dos nervos cranianos III e IV.

8. Associe os nomes dos nervos cranianos tronculares a sua numeração:

- III _____
- IV _____
- V _____
- VI _____
- VII _____
- VIII _____
- IX _____
- X _____
- XI _____
- XII _____

9. O cerebelo cobre a face posterior do tronco encefálico. Três espessos pares de fibras conectam o cerebelo ao tronco encefálico: os _____ cerebelares _____, _____ e _____.

10. O segmento mais caudal do tronco encefálico, o _____, apresenta uma porção inferior _____ e uma porção superior _____ para o quarto ventrículo.

11. Na sua face anterior, o bulbo apresenta duas elevações longitudinais denominadas _____, que são separadas na linha mediana pela fissura _____.

12. A fissura mediana anterior termina superiormente no forame _____.

13. No limite inferior do bulbo, pode ser observada a _____ das _____.

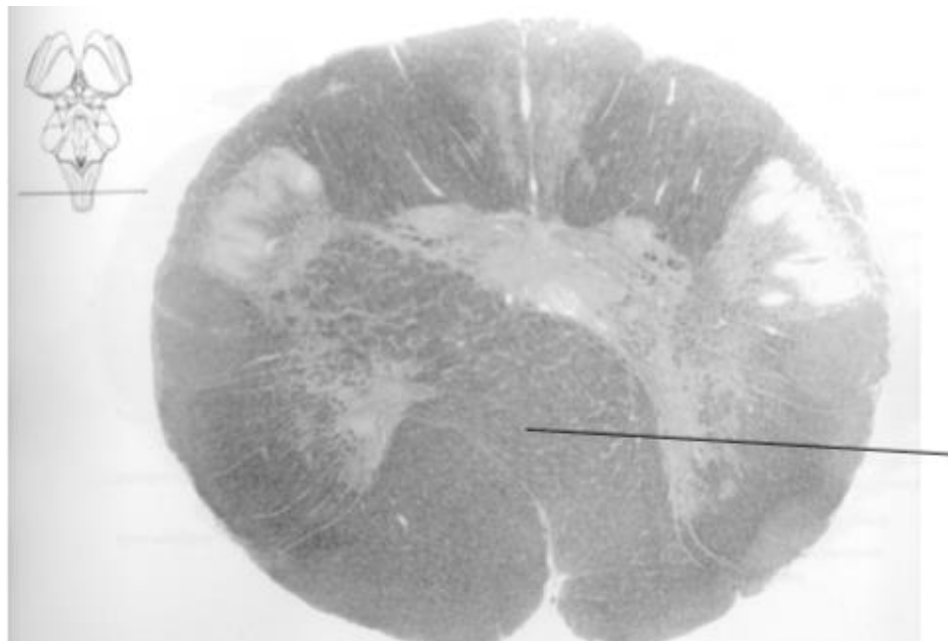
14. Lateralmente à _____ bulbar, no bulbo cranial, destaca-se outra elevação, esta ovalada, denominada _____.

15. Entre a _____ e a _____ bulbar, no sulco lateral anterior, pode ser vista a emergência do nervo _____.

16. Posteriormente à oliva bulbar, existe a emergência dos nervos cranianos _____, _____ e _____ (de cranial para caudal).

17. Na porção _____ do bulbo (bulbo caudal), em sua face posterior, destacam-se duas elevações longitudinais paralelas, de cada lado do sulco mediano posterior, denominadas fascículos _____ (medial) e _____ (lateral). Entre esses dois fascículos, observa-se um sulco _____ posterior.

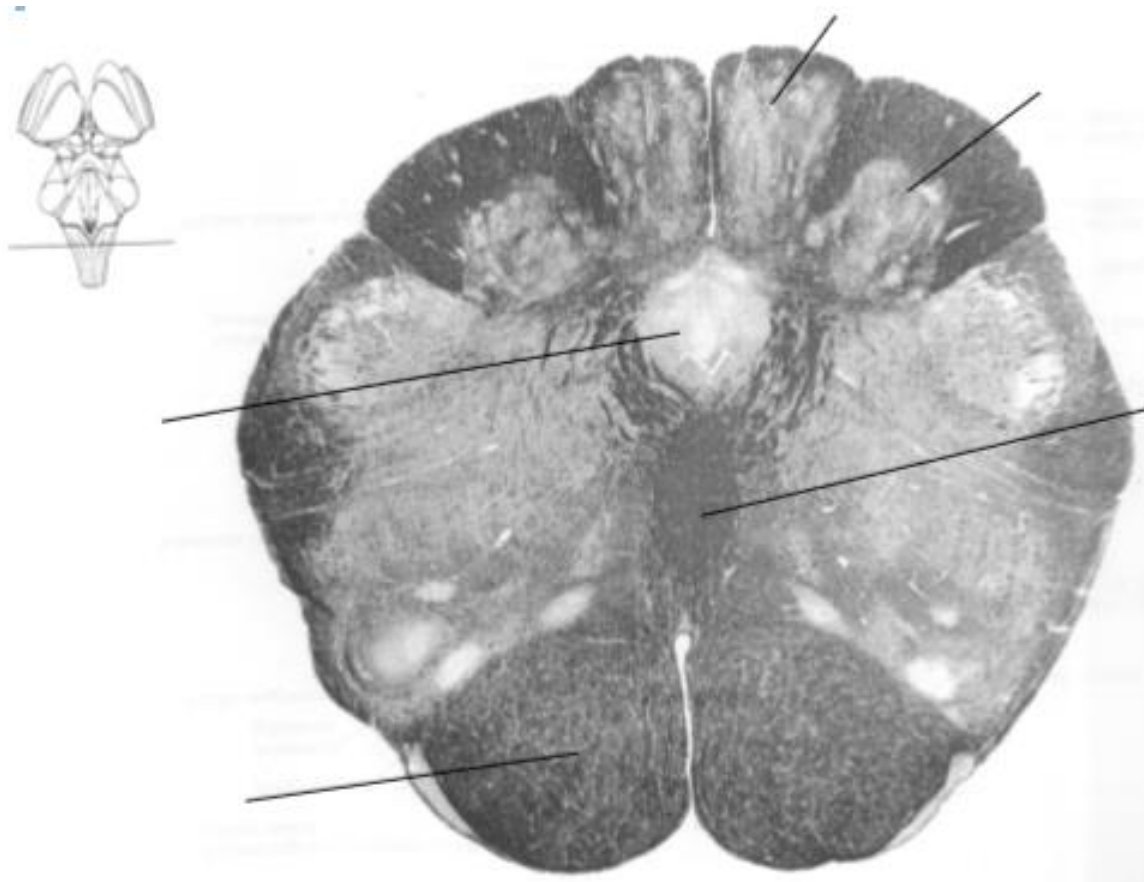
18. Identifique a estrutura apontada do _____ caudal:



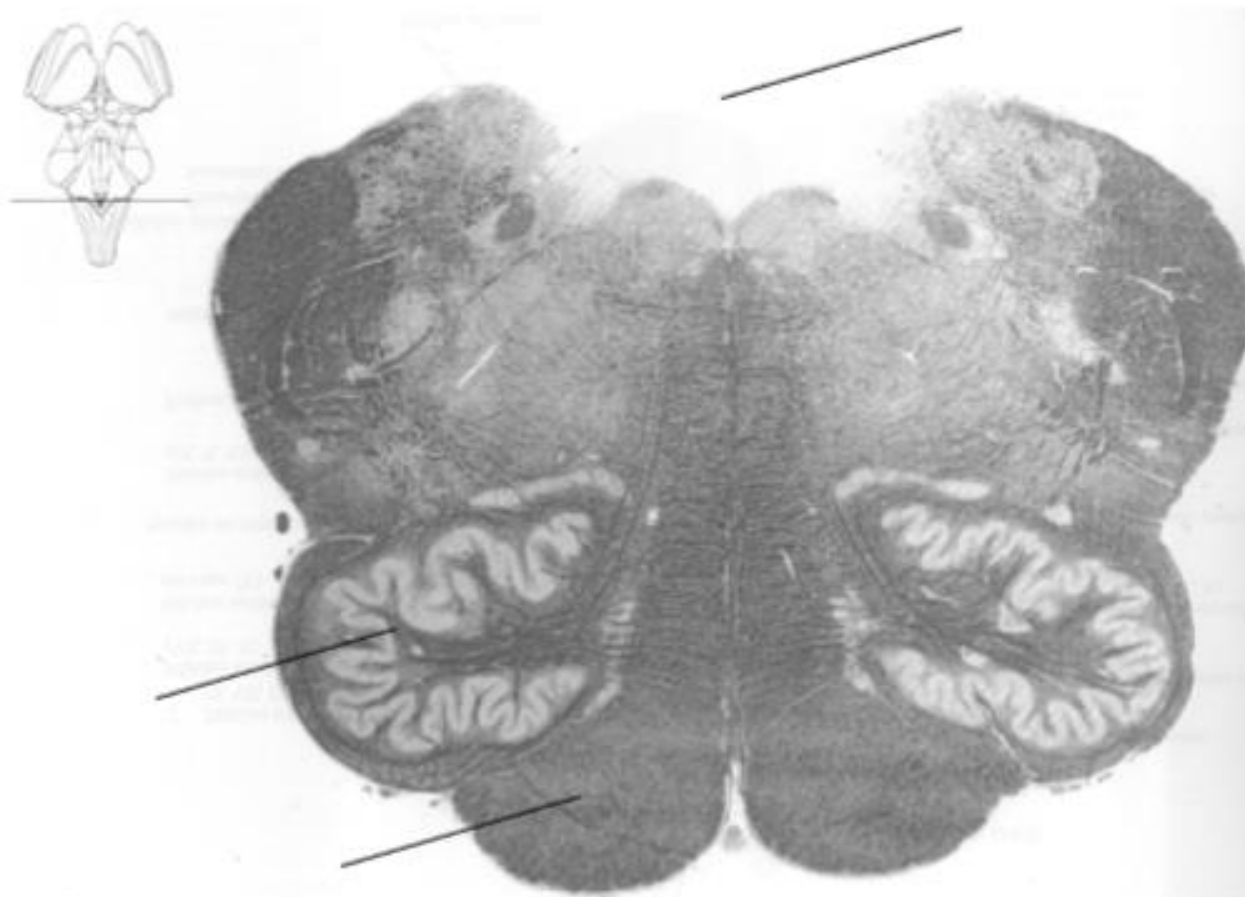
19. Cada fascículo termina superiormente em um tubérculo: o fascículo _____ termina no tubérculo _____, e o fascículo _____ no tubérculo _____.

20. O bulbo é conectado ao _____ pelo _____ cerebelar _____.

21. Identifique as estruturas apontadas do _____ caudal (esta figura representa um corte realizado pouco acima do corte da figura anterior):



22. Identifique as estruturas apontadas do _____ cranial:



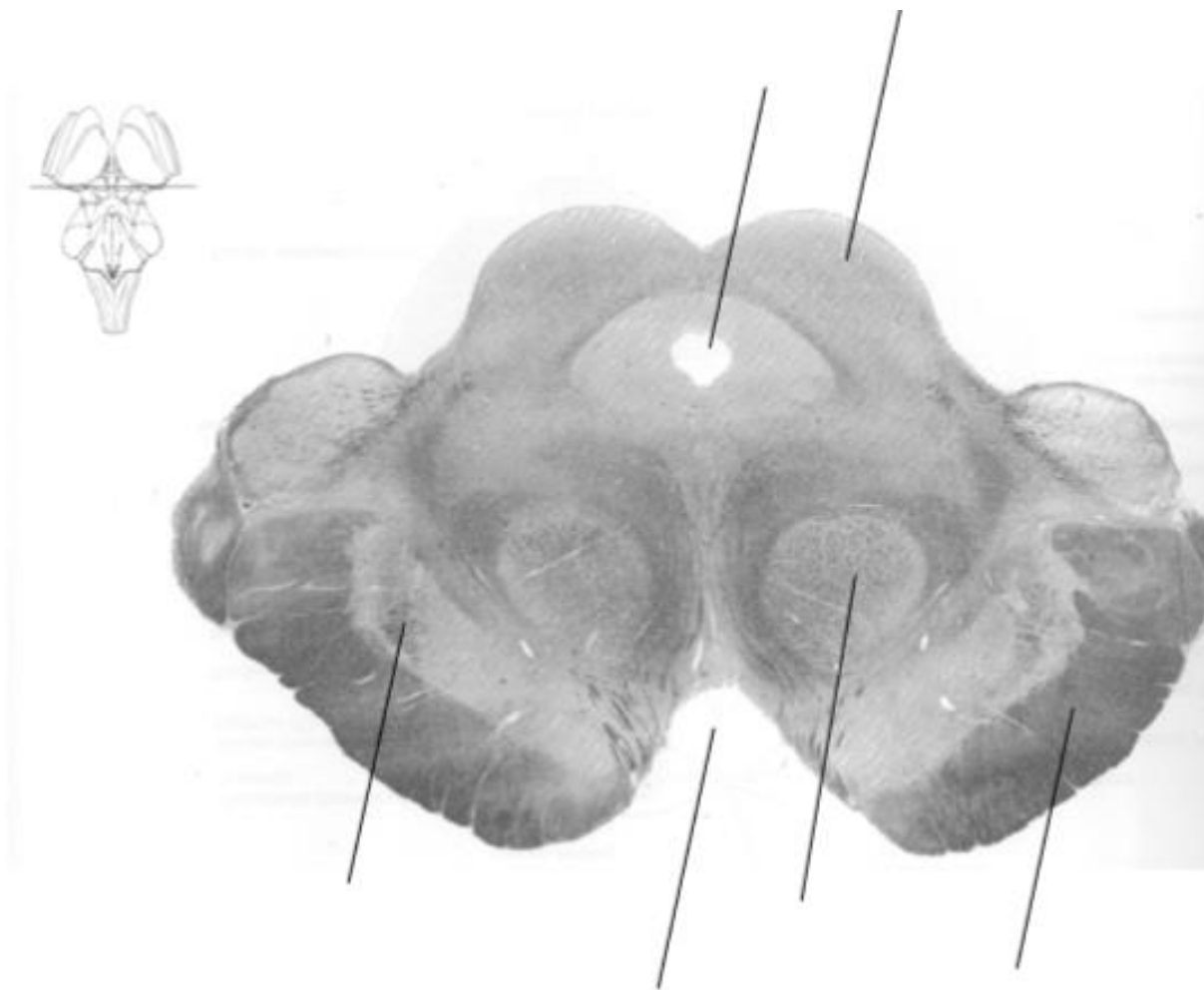
23. A ponte, em sua face posterior, é também aberta para o _____.

24. O assoalho do quarto ventrículo está, portanto, na face posterior da _____ e da metade cranial do _____.
25. Um grosso conjunto de fibras pode ser visto lateralmente à ponte, e corresponde ao pedúnculo _____.
26. Na sua face anterior, a ponte apresenta as fibras _____ da ponte, que convergem de cada lado para formar o pedúnculo _____.
27. Percorrendo a linha média da ponte, existe um sulco raso que aloja a artéria basilar, o _____.
28. Na face anterolateral da ponte, de cada lado, entre o pedúnculo cerebelar _____ e a face ventral, emerge o nervo _____.
29. Entre a ponte e o bulbo cranial, na face anterior, encontra-se o sulco _____.
30. No sulco _____ emergem, em ordem médio-lateral, os nervos _____, facial e _____.
31. No assoalho do IV ventrículo destaca-se o sulco _____. Lateralmente a este sulco, de cada lado, encontra-se a saliência da _____. Lateralmente a esta saliência, encontra-se outro sulco, o _____.

32. Na extremidade lateral do assoalho do IV ventrículo distingue-se uma área triangular denominada _____, atravessada pelas _____ medulares do IV ventrículo.
33. O quarto ventrículo apresenta comunicações com o espaço subaracnóideo através de 3 aberturas, duas laterais, os _____ (de Luschka) e uma posterior, o _____ (de Magendie).
34. O teto do IV^o ventrículo é composto por diversas estruturas: o véu _____, a substância branca do _____ do cerebelo, o véu _____ e a tela _____ do IV ventrículo.
35. A face posterior do mesencéfalo é caracterizada pela presença de um conjunto de 4 elevações arredondadas, denominadas _____. Os 4 _____ (2 inferiores e 2 superiores) são chamados, em conjunto, lâmina _____ ou _____ mesencefálico. De cada _____ partem os _____ dos _____ (inferiores e superiores).
36. Logo abaixo dos _____ inferiores, podem ser vista a emergência do nervo _____, e também os pedúnculos _____, que conecta o mesencéfalo ao cerebelo.
37. Na sua face anterior, o mesencéfalo apresenta dois grossos conjuntos de fibras de trajetória ligeiramente oblíqua, denominados _____.
38. Entre os _____ existe uma depressão chamada de fossa interpeduncular, cujo assoalho é multiperfurado e denominado substância _____.

39. Da fossa _____, emerge o nervo _____.

40. Identifique as estruturas do _____ cranial:



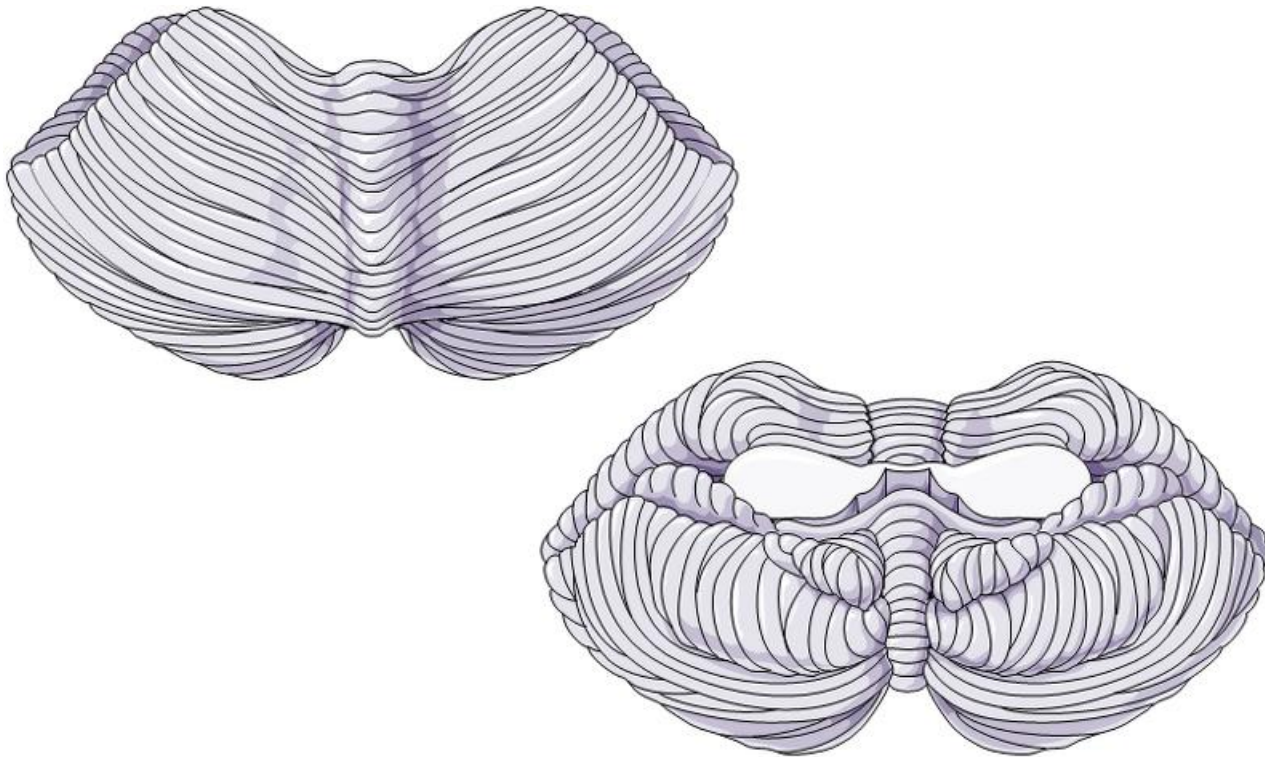
41. O tronco encefálico contém ainda uma complexa matriz de neurônios e fibras nervosas denominada _____. Nela estão contidos importantes núcleos e centros nervosos, tais como os centros respiratório e _____, no bulbo, os núcleos da _____, envolvidos no controle do sono e em mecanismos de nocicepção, o locus _____, também envolvido no sono, o sistema reticular _____, importante para ativação cortical e despertar. A formação _____ também é sede de origem dos tratos _____, envolvidos no controle da _____ e do tônus muscular.

42. Pode-se dividir a _____ em 4 colunas ou grupos nucleares longitudinais: da rafe, _____, medial e _____.

43. Dois sistemas de neurotransmissores da formação _____ estão definidos: colinérgico e _____.

NEUROANATOMIA

Cerebello



Cerebelo – Objetivos de aprendizagem:

- Descrever a estrutura anatômica macroscópica e microscópica do cerebelo.
- Estudar as divisões anatômicas e funcionais do cerebelo.
- Estudar e compreender as aferências, a circuitaria intrínseca e as eferências cerebelares.

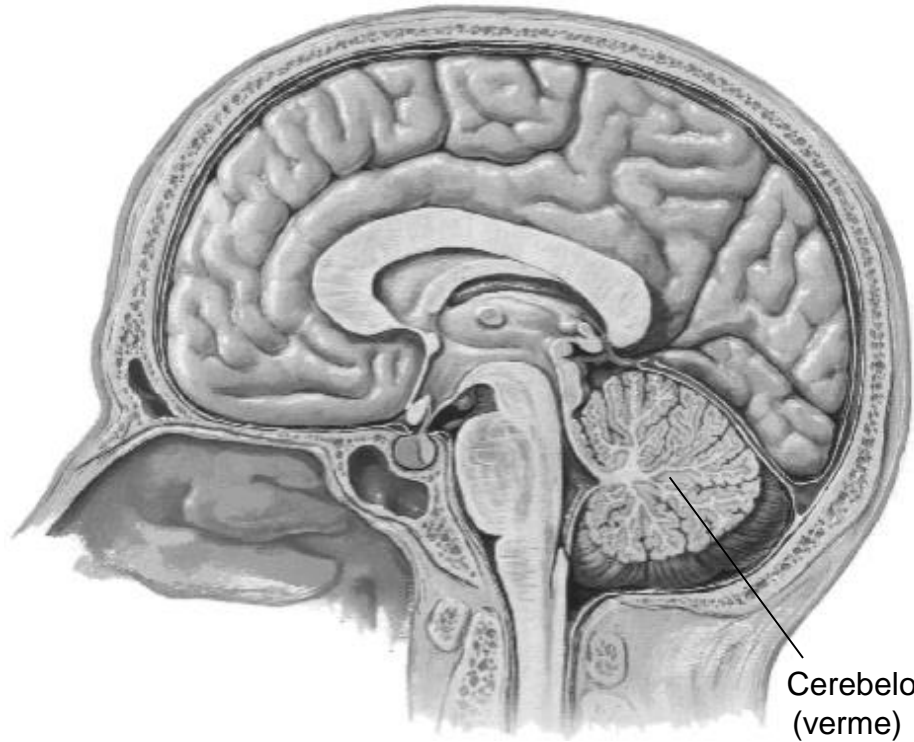


O cerebelo exerce um importante papel no controle da postura e dos movimentos voluntários, com participação no sequenciamento das atividades motoras. Além disso, ajuda a controlar a interação entre grupos musculares agonistas e antagonistas.

Existem evidências de que também estaria envolvido em funções cognitivas e com a emoção.

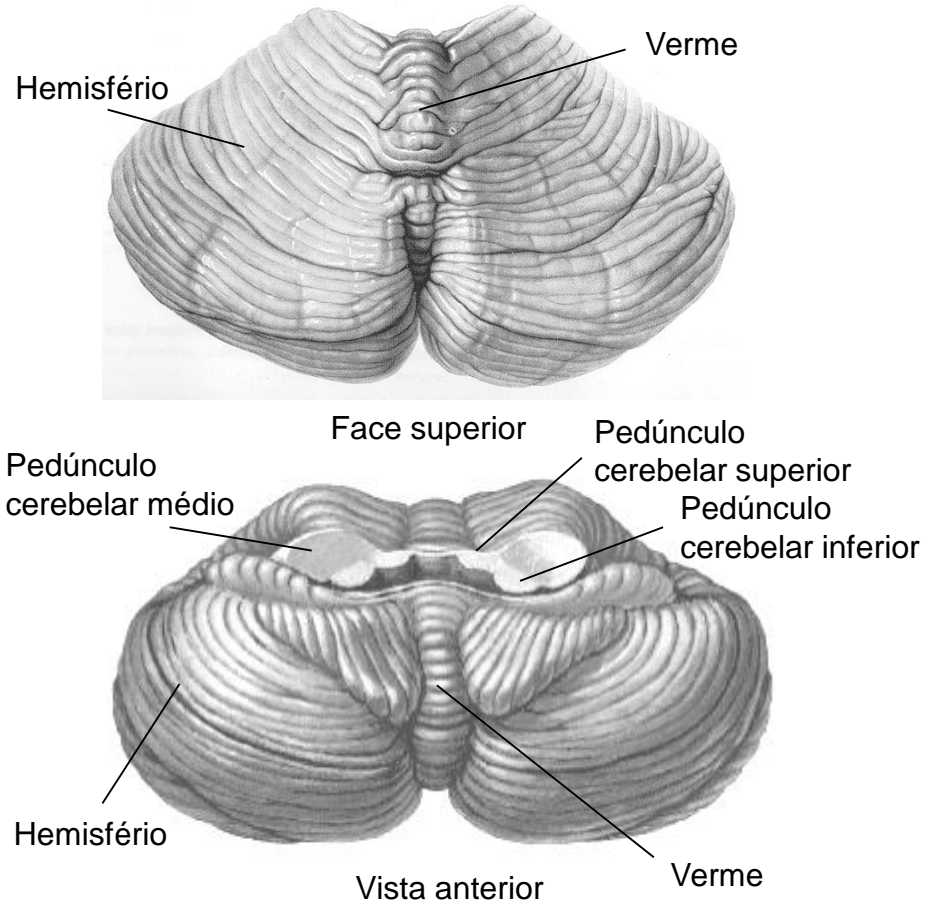
Situa-se na fossa posterior do crânio, juntamente com o tronco encefálico, e é recoberto superiormente pela tenda do cerebelo. Localiza-se posteriormente ao IV° ventrículo, à ponte e ao bulbo cranial.

Consiste em dois hemisférios cerebelares, unidos por um verme mediano, estreito. É conectado ao tronco encefálico por três feixes pares, simétricos, de fibras nervosas chamados de pedúnculos cerebelares (superior, médio e inferior). Sua superfície não é lisa mas ampliada em várias dobras, denominadas folhas do cerebelo, separadas entre si por sulcos. Sulcos mais profundos são chamados fissuras, e são mais constantes.



Corte sagital - Vista medial

Cerebelo (verme)



Hemisfério

Verme

Face superior

Pedúnculo cerebelar médio

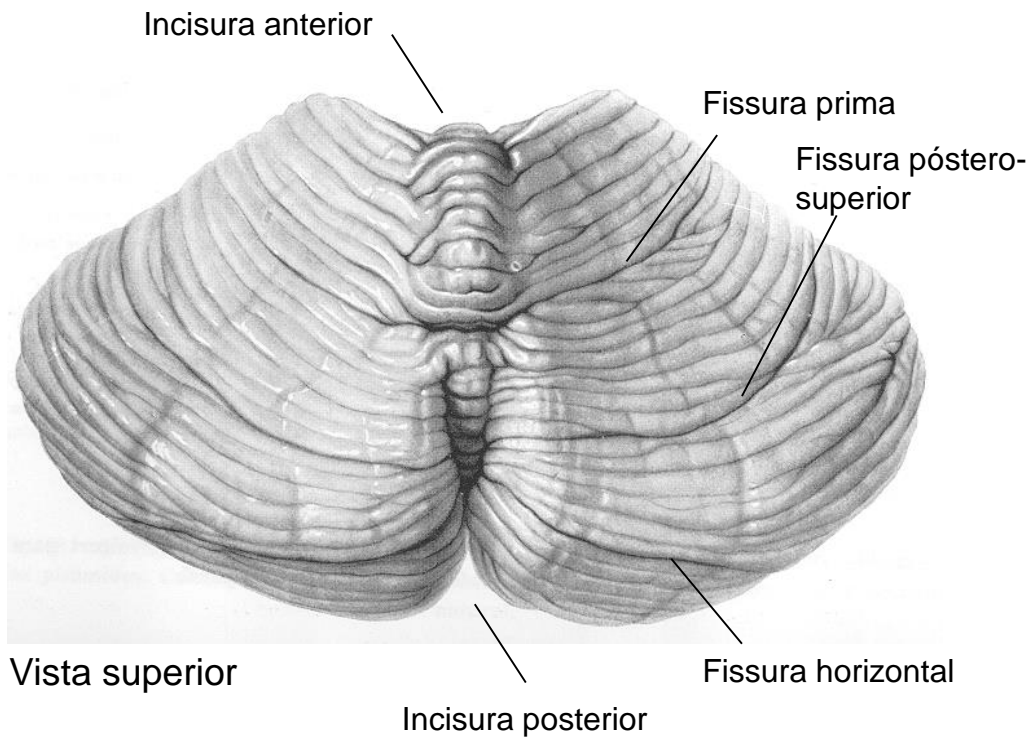
Pedúnculo cerebelar superior

Pedúnculo cerebelar inferior

Hemisfério

Vista anterior

Verme



Vista superior

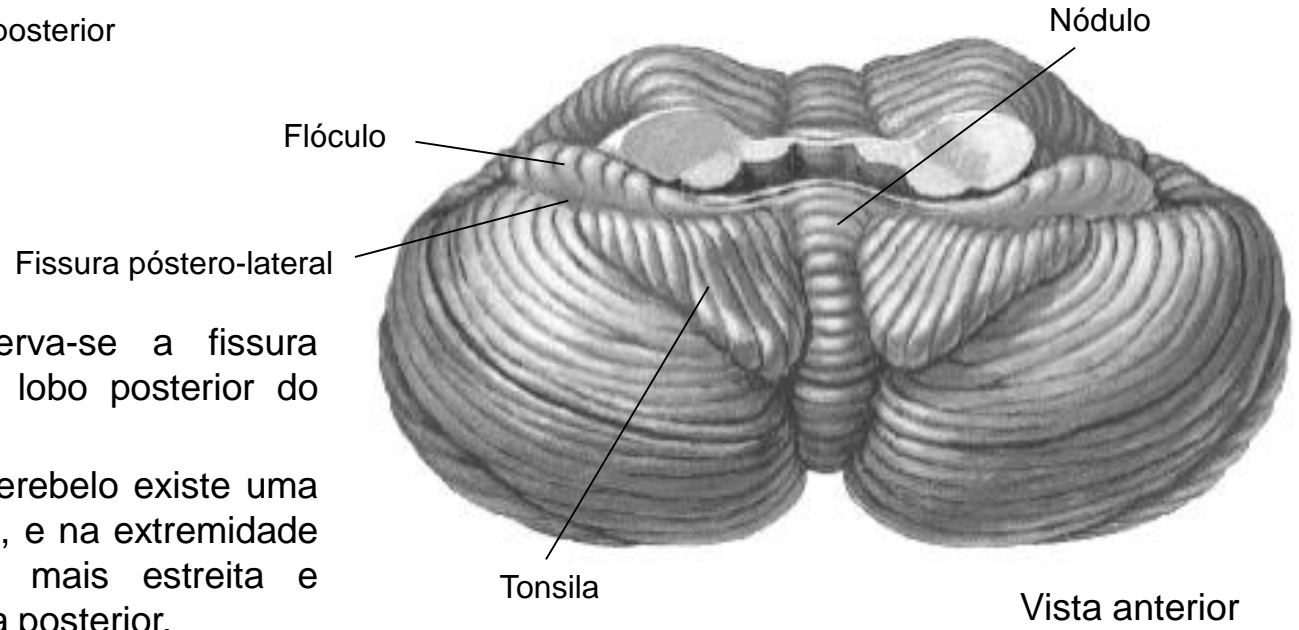
A face superior do cerebelo encontra-se diretamente abaixo da tenda do cerebelo e é aplainada, enquanto a face inferior é arredondada. É na face inferior que o verme tem seus limites laterais mais marcados.

Duas grandes fissuras transversais dividem o cerebelo em 3 lobos (divisão anatômica). A fissura primária (ou prima) cursa na superfície dorsal (superior) do cerebelo, separando-o em lobo anterior e posterior.

Na superfície superior também pode ser identificada a fissura pósterosuperior, no limite entre a face superior e inferior, a fissura horizontal é vista.

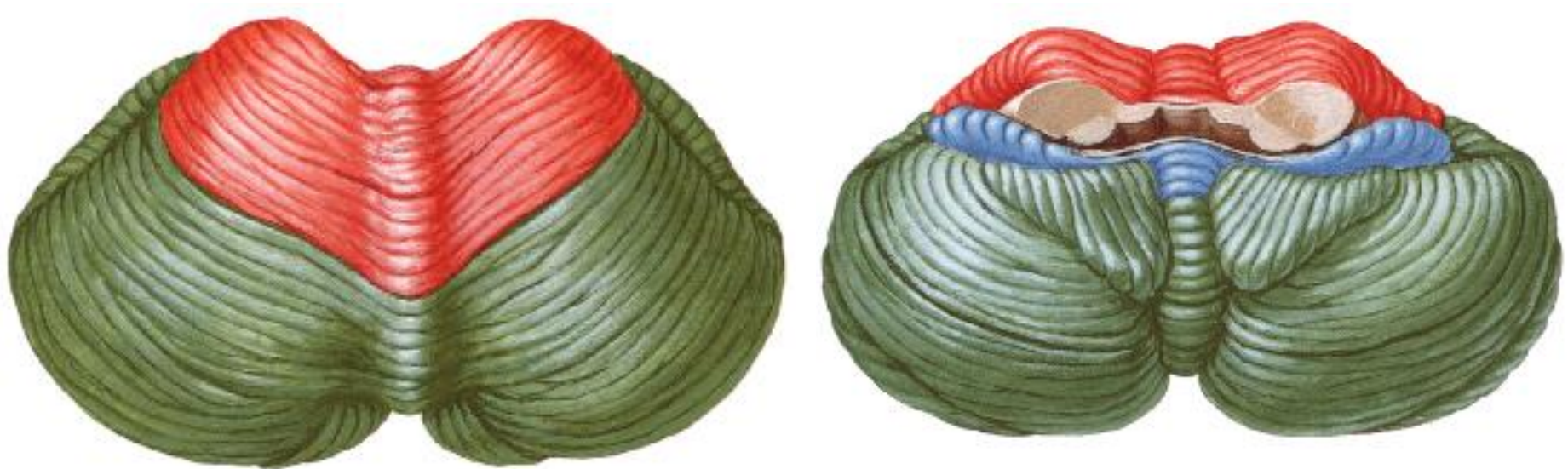
Na superfície ventral, observa-se a fissura posterolateral, que separa o lobo posterior do pequeno lobo floculonodular.

Na extremidade anterior do cerebelo existe uma endentação chamada incisura, e na extremidade posterior outra endentação, mais estreita e profunda, denominada incisura posterior.



Vista anterior

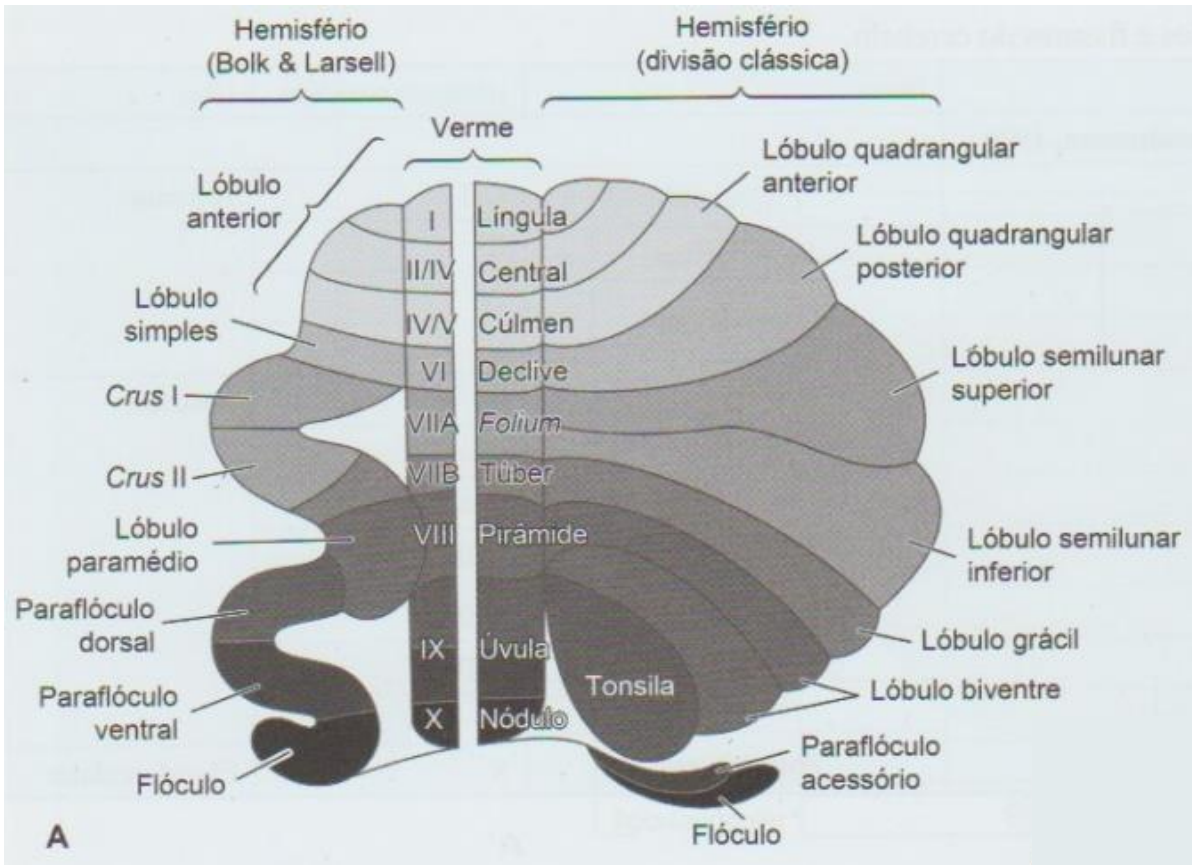
Duas grandes fissuras transversais dividem o cerebelo em 3 lobos (divisão anatômica). A fissura primária cursa na superfície dorsal (superior) do cerebelo, separando-o em lobos anterior e posterior. Na superfície ventral, observa-se a fissura póstero-lateral, que separa o lobo posterior do pequeno lobo flocculonodular.



● Lobo anterior

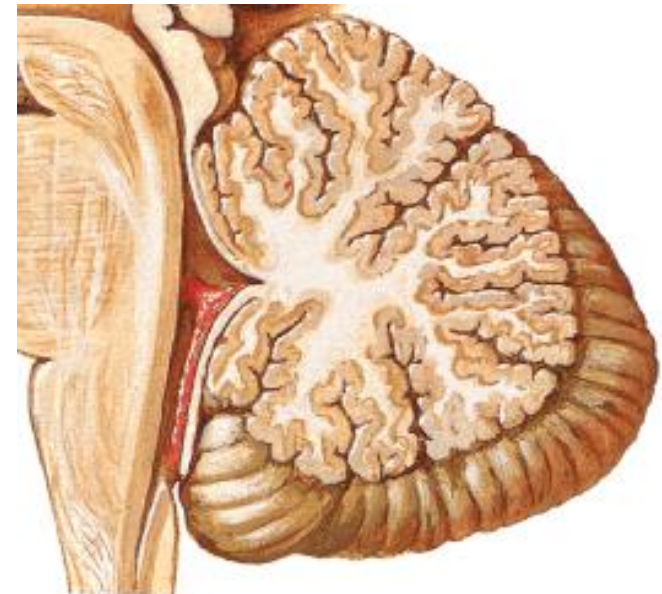
● Lobo posterior

● Lobo flocculonodular



Desenho ilustrativo de uma vista dorsal aplainada do cerebelo

Além da divisão nos 3 lobos, o cerebelo é ainda dividido, também por fissuras, em lóbulos menores (tanto o verme quanto os hemisférios). Os nomes dessas divisões variam de acordo com autores.

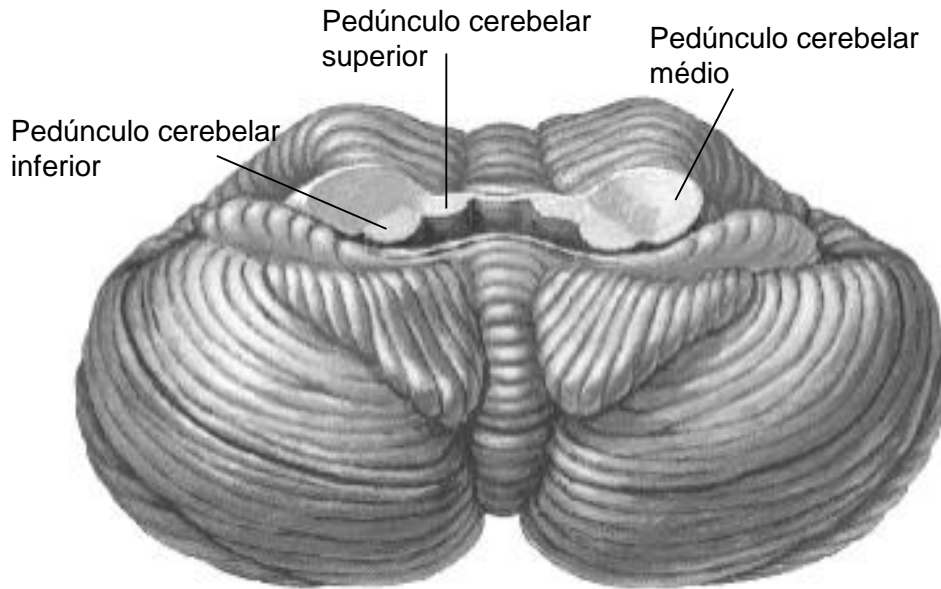


Vista medial de corte sagital, passando pelo verme cerebelar

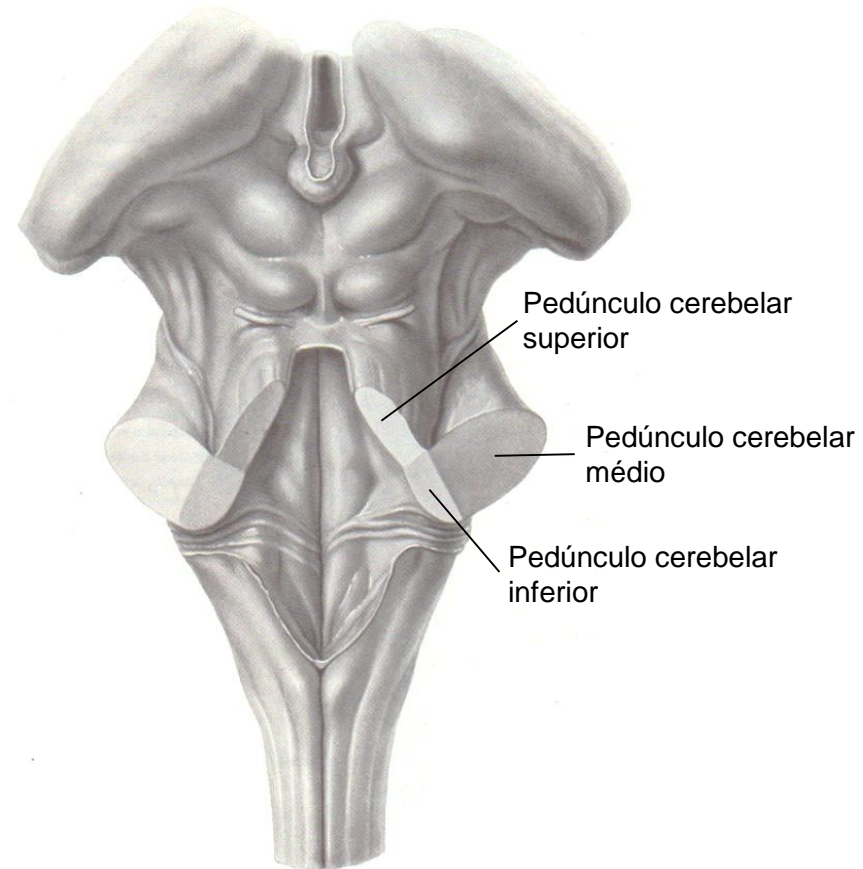
<u>Verme</u>	<u>Hemisférios</u>	<u>Fissuras</u>
Língua		Pré-central
Lóbulo central	Asa do lob. central	Pré-culminar
Cúlmen	Quadrangular anterior	Prima
Declive	Quadrangular posterior	Pós-clival
Folium	Semilunar superior	Horizontal
Tuber	Semilunar inferior	Pré-piramidal
Pirâmide	Biventre	Pós-piramidal
Úvula	Tonsila	Pósterio-lateral
nódulo	Flóculo	

Existe correspondência entre a divisão do verme e dos hemisférios cerebelares. Essas divisões são separadas por fissuras, como pode ser visto no quadro ao lado.

O cerebelo é conectado ao tronco encefálico através de três pares de feixes de fibras nervosas, denominados pedúnculos cerebelares. O pedúnculo cerebelar superior, ou braço conjuntivo, está conectado ao mesencéfalo e contém, quase exclusivamente, fibras eferentes cerebelares; já o pedúnculo cerebelar médio, ou braço da ponte, contém fibras aferente cerebelares; enquanto o pedúnculo cerebelar inferior, ou corpo restiforme, está conectado ao bulbo e contém tanto fibras aferentes quanto eferentes cerebelares.

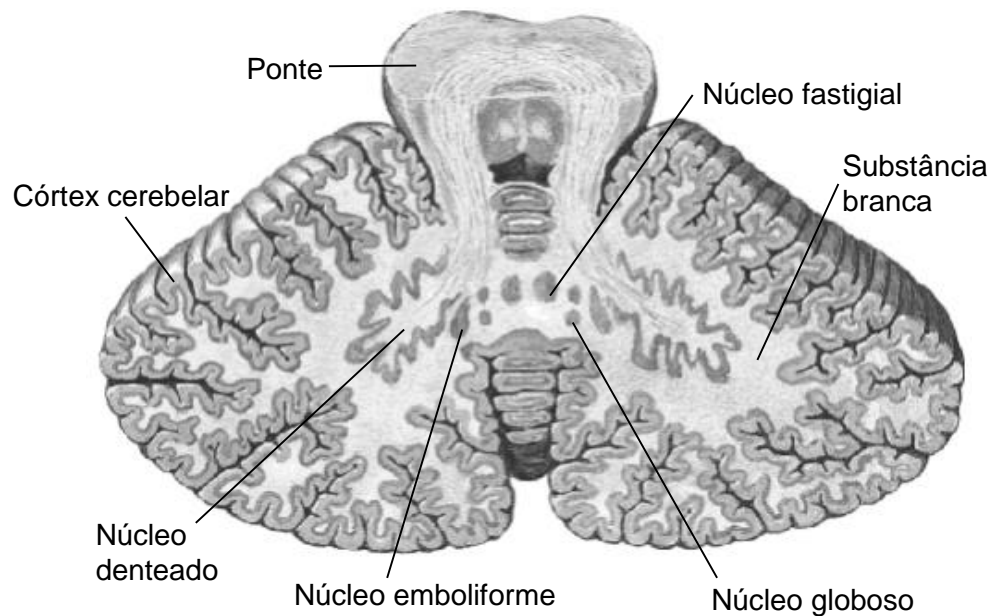


Vista ventral do cerebelo

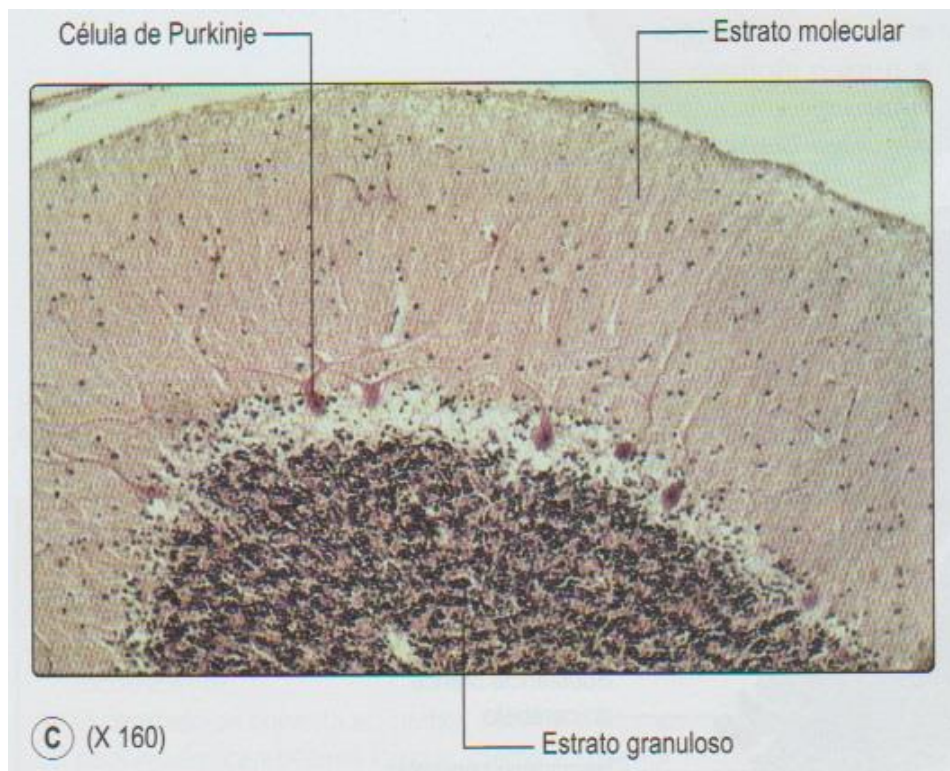


Vista posterior do tronco encefálico
Cerebelo retirado

A estrutura interna do cerebelo é composta por uma cobertura externa de substância cinzenta denominada córtex. O córtex cerebelar, bastante pregueado, apresenta três diferentes camadas (ou estratos) celulares; da mais externa para a mais interna, são: camada molecular, camada de células de Purkinje e camada granular. Nas três camadas do córtex cerebelar são encontrados cinco tipos de neurônios. A camada molecular contém células em cesto e células estreladas; a camada granular apresenta as células granulares e células de Golgi; enquanto a camada de Purkinje exhibe exclusivamente os neurônios de mesmo nome.



Cerebelo em corte frontal ao nível dos núcleos profundos



Logo abaixo do córtex, encontra-se a substância branca cerebelar, chamada centro medular branco. Incrustadas na substância branca, existem massas de substância cinzenta denominadas núcleos profundos do cerebelo. Os núcleos profundos do cerebelo são em número de quatro pares: núcleo dentado, mais lateral e maior, núcleo emboliforme, núcleo globoso, e núcleo fastigial, mais próximo da linha média. Os núcleos profundos cerebelares são visualizados em cortes do cerebelo ao nível da ponte. Os núcleos globoso e emboliforme são, em conjunto, chamados núcleo interpósito.

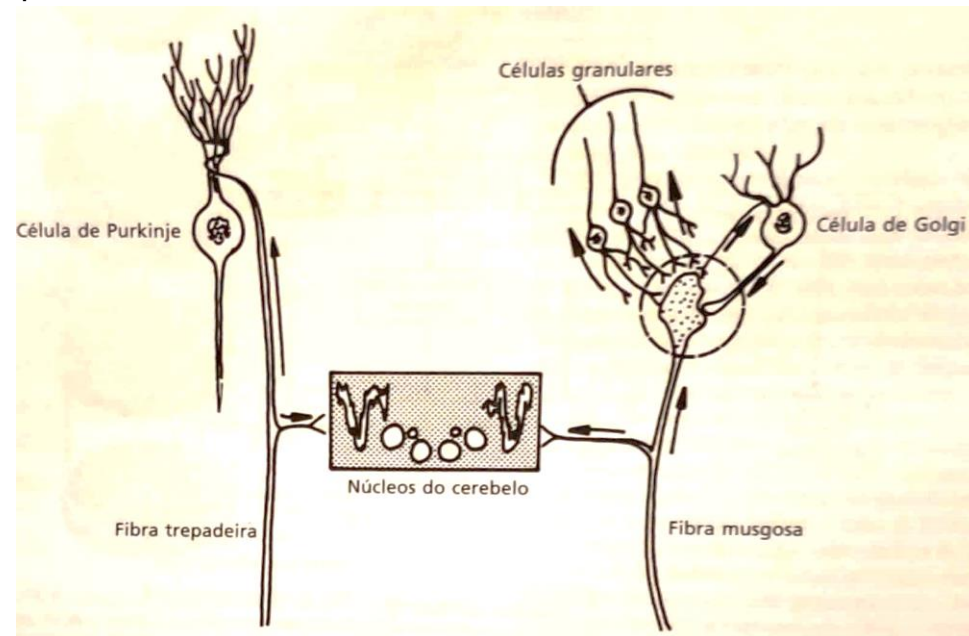
As células de Purkinje são neurônios grandes, que forma uma única camada celular no córtex cerebelar. Do corpo celular origina-se um dendrito que se ramifica profusamente na camada molecular. Do polo oposto da célula, um axônio parte e cruza a camada granular até chegar à substância branca para estabelecer sinapse nos núcleos profundos do cerebelo, constituindo, assim, a única eferência cerebelar. As células de Purkinje são neurônios inibitórios, que utilizam o GABA como neurotransmissor.

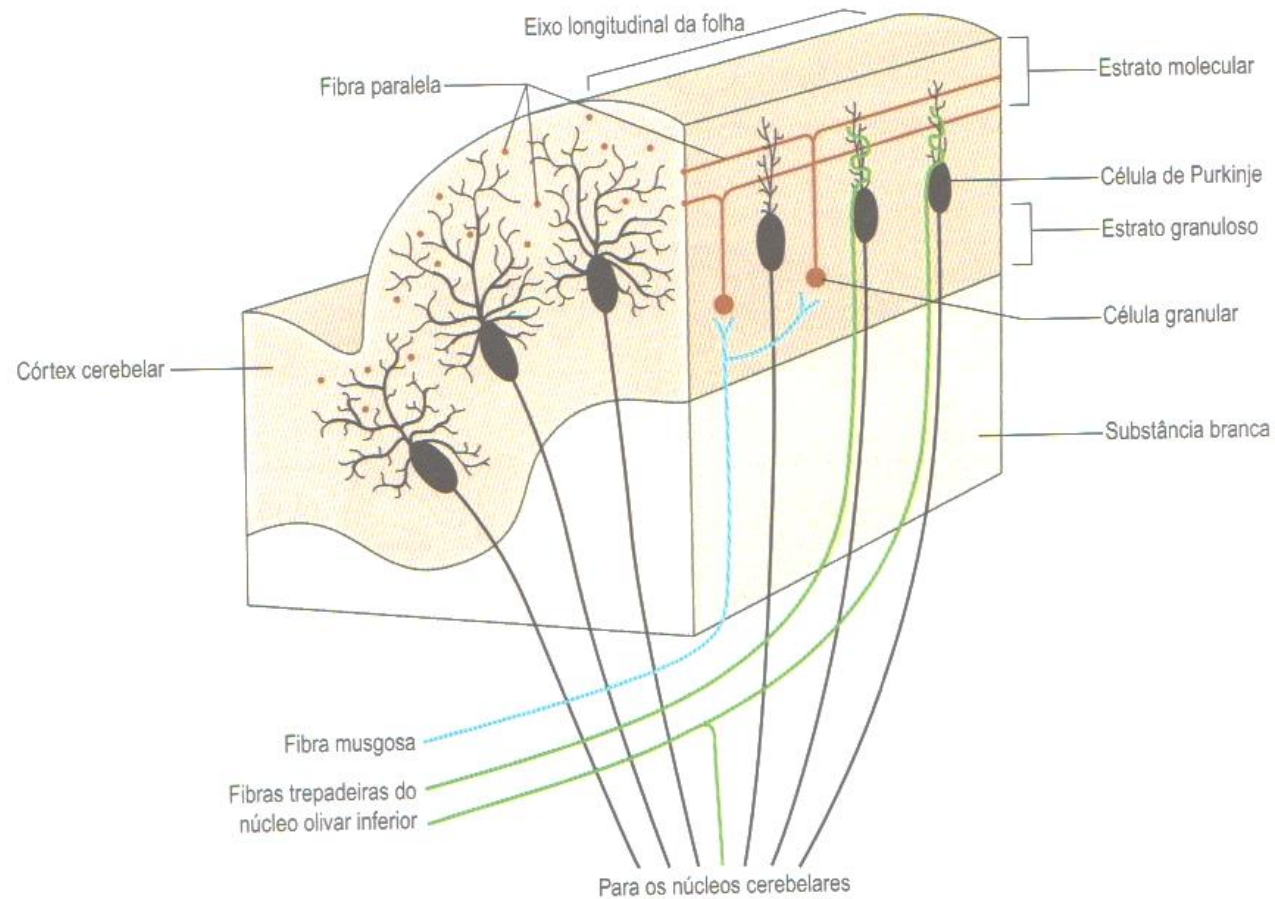
As células granulares são neurônios muito pequenos, com corpos celulares arredondados e núcleo bem corado. De seu corpo celular partem dendritos, que permanecem na camada granular, e um axônio que chega à camada molecular, onde bifurca-se em dois ramos nas fibras paralelas. Essas células utilizam o neurotransmissor glutamato e constituem os únicos neurônios excitatórios do córtex cerebelar.

As células em cesto e as células estreladas, ambas da camada molecular, são também neurônios que também usam o neurotransmissor GABA, mas seus prolongamentos dendríticos e axonais não saem de sua camada (molecular). Constituem, assim, interneurônios inibitórios de ação local, no córtex cerebelar.

As células de Golgi, da camada granular, são também neurônios inibitórios, mas que utilizam da taurina como neurotransmissor. Seus axônios projetam para a camada molecular.

As projeções aferentes principais ao cerebelo têm como origem a medula espinal (tratos espinocerebelares ventral e dorsal), os núcleos vestibulares, no bulbo, e o labirinto vestibular, na orelha interna, os núcleos pontinhos, a formação reticular, e o complexo olivar inferior, no bulbo cranial (fibras olivocerebelares). O complexo olivar inferior recebe aferências do córtex cerebral e da medula espinal, formando, então, as vias córtico-olivocerebelar e espinolivocerebelar, respectivamente. Essas projeções entram no cerebelo por um dos pedúnculos cerebelares e vão até o córtex cerebelar, principalmente como fibras musgosas (origem na medula espinal, núcleos vestibulares e labirinto vestibular, núcleos pontinhos, e formação reticular) e fibras trepadeiras (origem no complexo olivar inferior). Não só projetam ao córtex cerebelar, mas também aos núcleos profundos do cerebelo





Aferentes cerebelares:

Fibras trepadeiras

origem no núcleo olivar inferior

alvos de projeção: núcleos cerebelares e células de Purkinje.

Fibras musgosa

origem na medula espinal, ponte ou núcleos vestibulares

alvos de projeção: núcleos cerebelares, células granulares, em cesto, e de Golgi

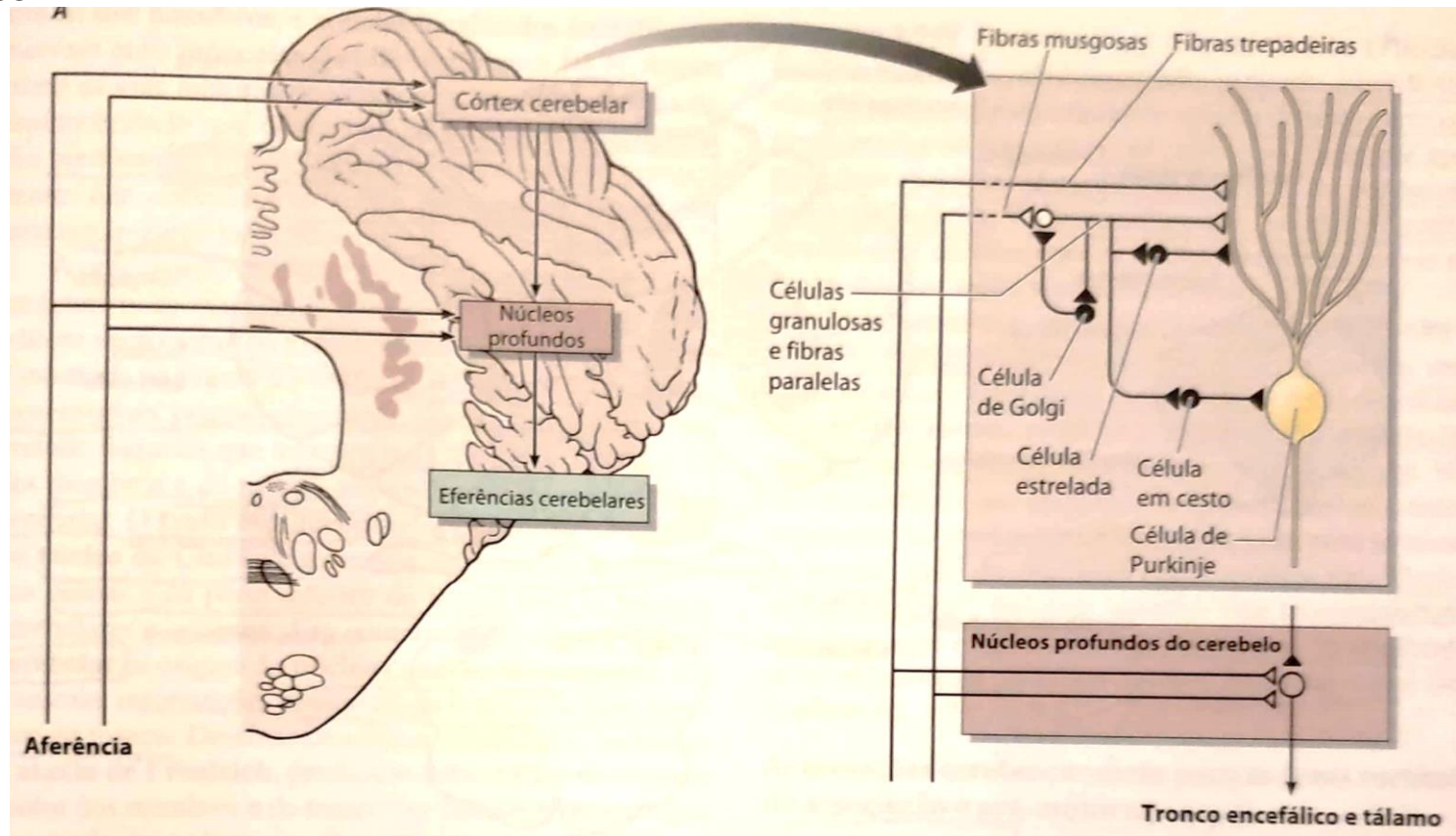
Circuitos cerebelares:

As fibras trepadeiras chegam ao cerebelo e estabelecem sinapses excitatórias com neurônios dos núcleos cerebelares e com células do córtex cerebelar (células de Purkinje). As células de Purkinje, por sua vez, estabelecem sinapses inibitórias nos núcleos cerebelares.

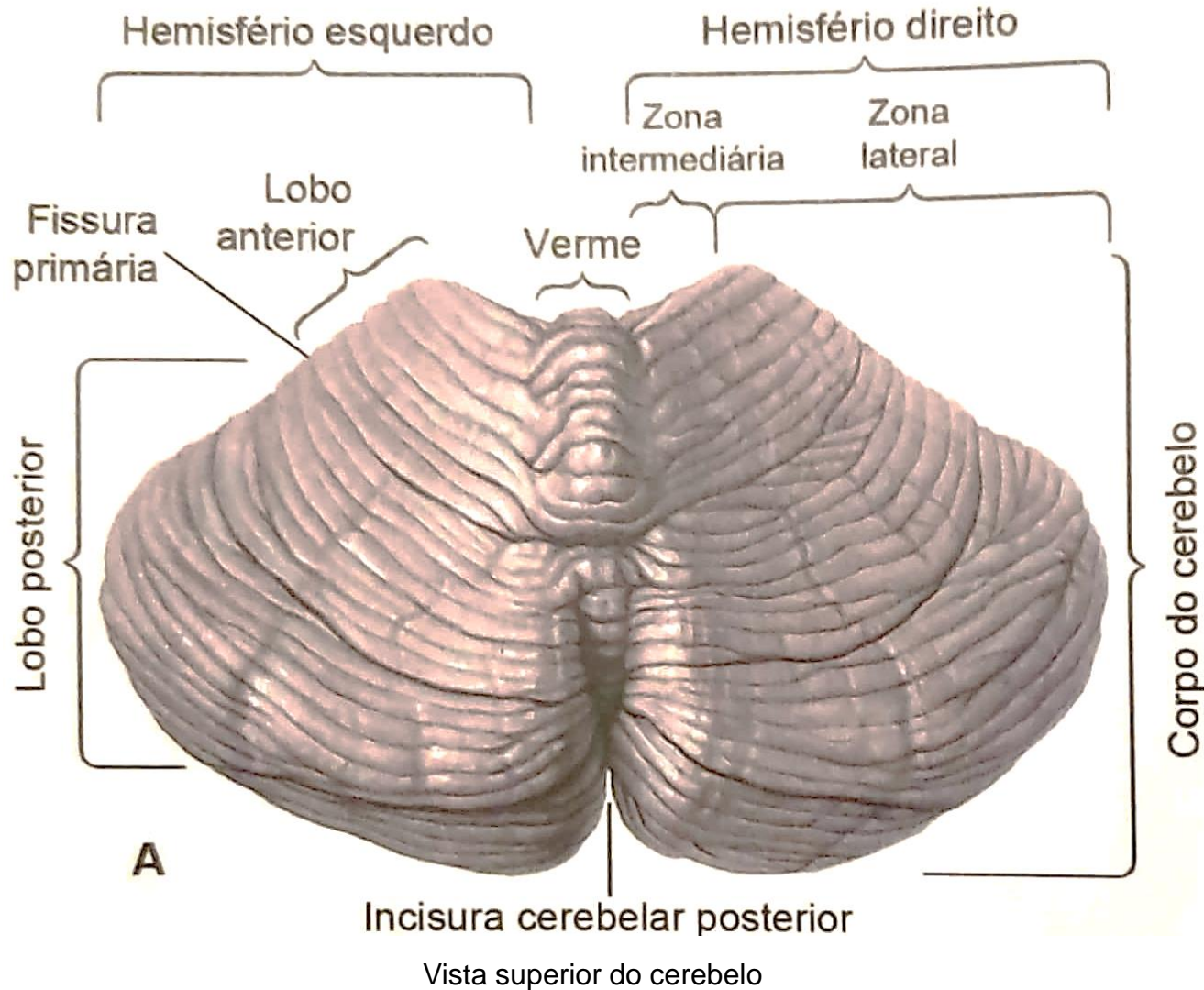
As fibras musgosas, por outro lado, também chegam aos núcleos profundos e ao córtex cerebelar, estabelecendo sinapses excitatórias. No córtex cerebelar, porém, essas sinapses fazem parte de uma rede de interneurônios inibitórios e excitatórios, que, por sua vez, irão influenciar as células de Purkinje.

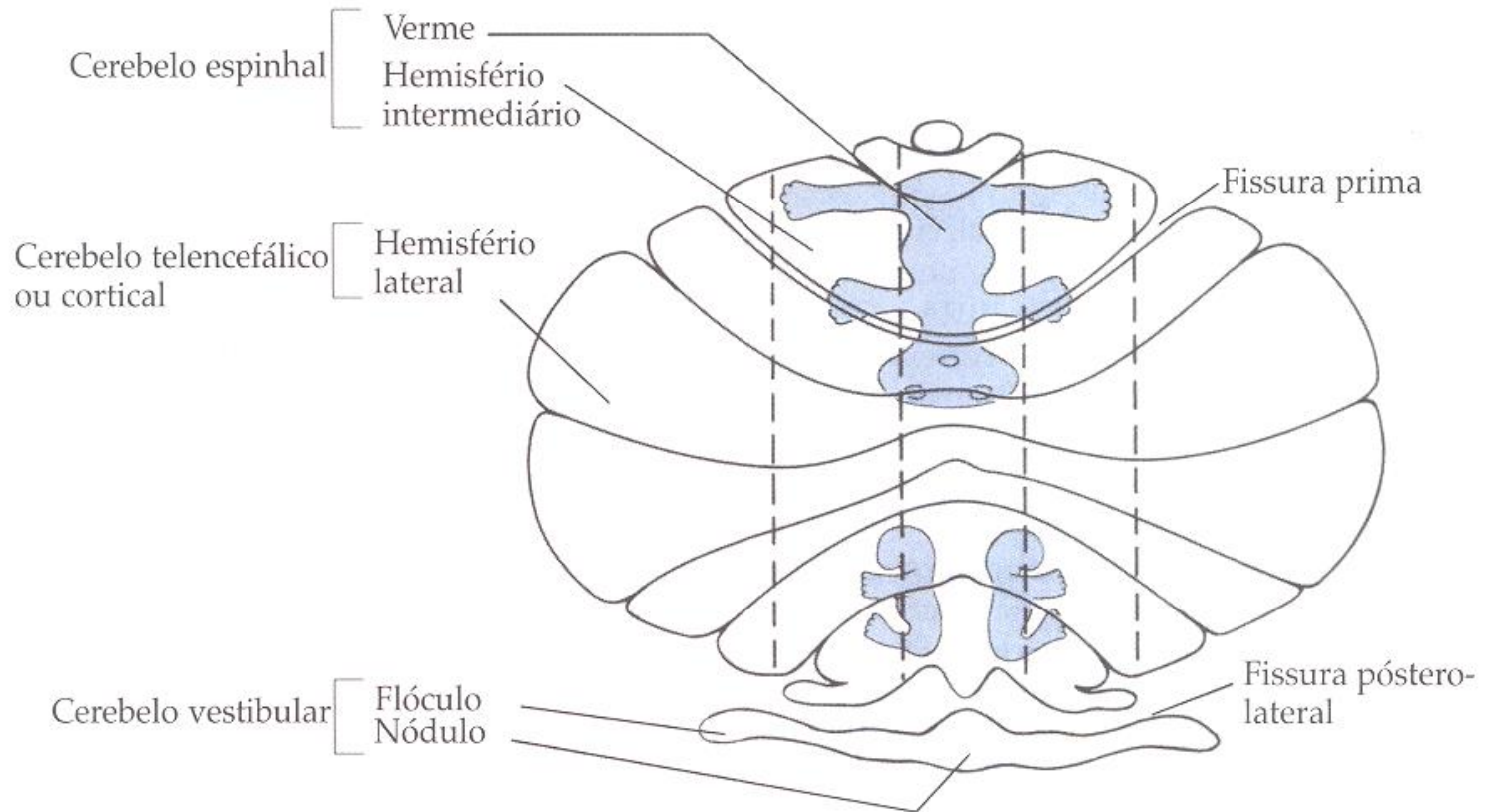
A ação das células de Purkinje é sempre inibitória, sobre os núcleos profundos do cerebelo e, daí ao tronco encefálico e tálamo.

Na camada granular, os contatos sinápticos inibitórios entre a célula de Golgi e os neurônios granulares acontecem em estruturas rodeadas e isoladas por uma cápsula de células gliais, denominadas glomérulos cerebelares.



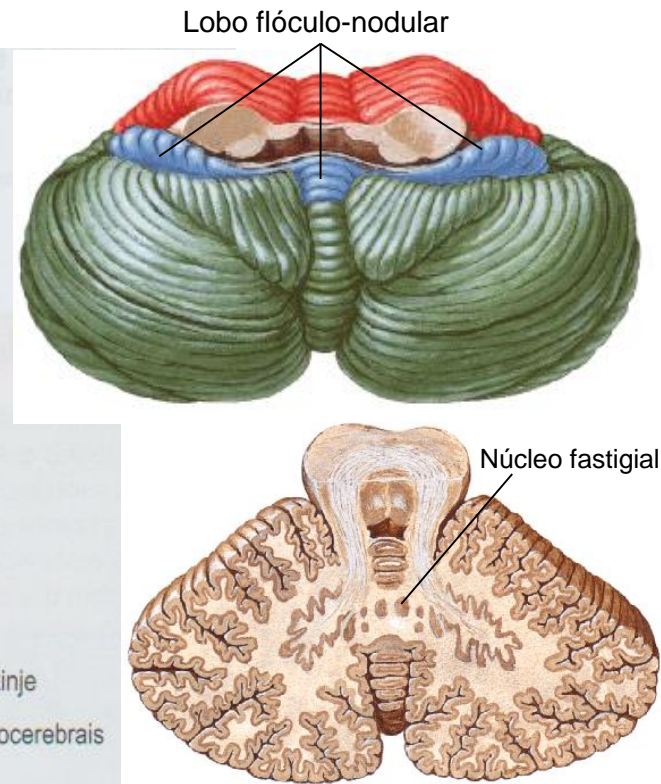
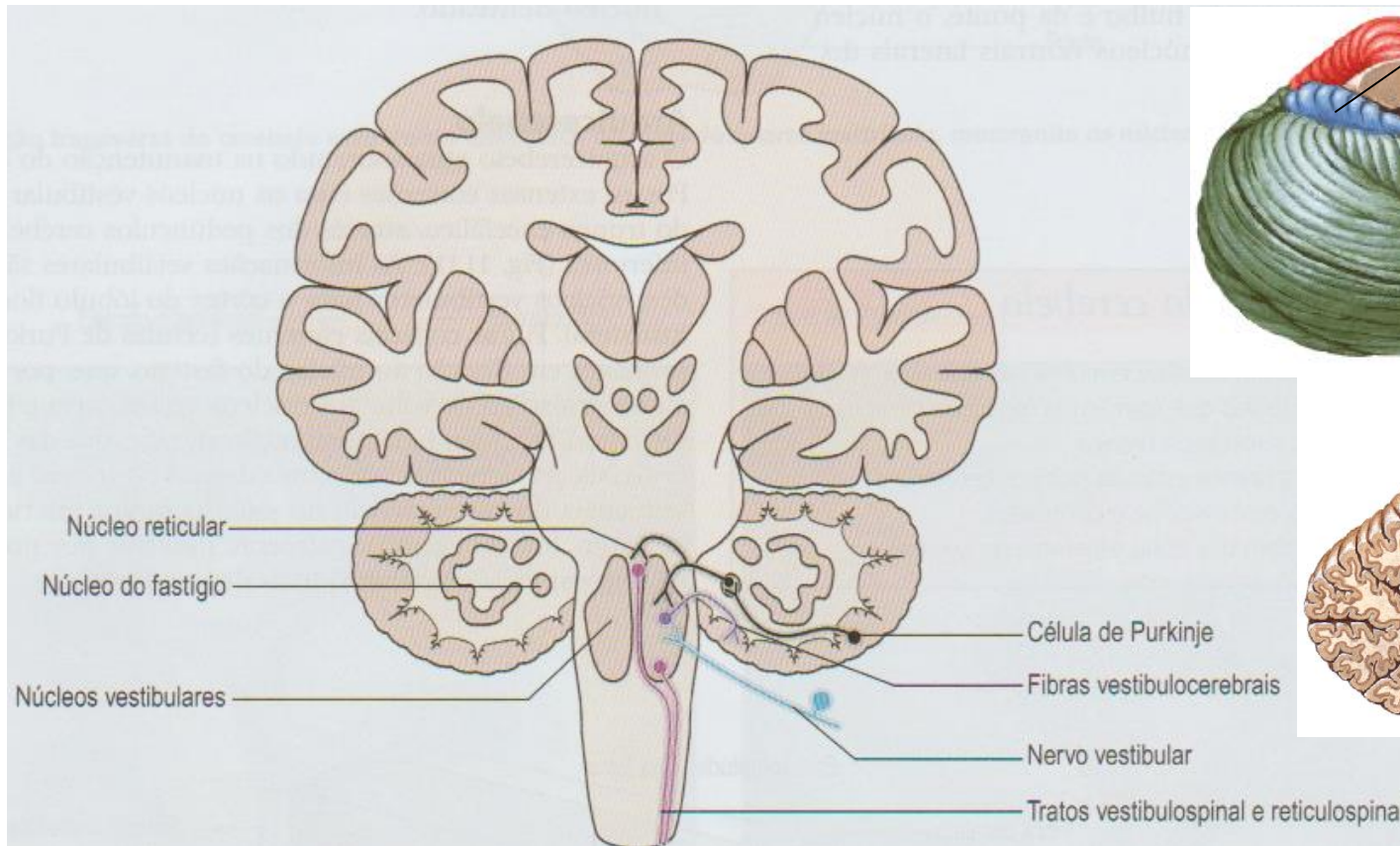
Além da divisão anatômica em três lobos, o cerebelo é ainda dividido em três divisões funcionais, que guardam alguma semelhança com as divisões anatômicas. Na divisão funcional, considera-se cada hemisfério cerebelar dividido em uma zona intermediária, ao lado do verme cerebelar, e uma zona lateral. A circuitaria cerebelar já descrita ocorre de maneira semelhante em todas as divisões funcionais.



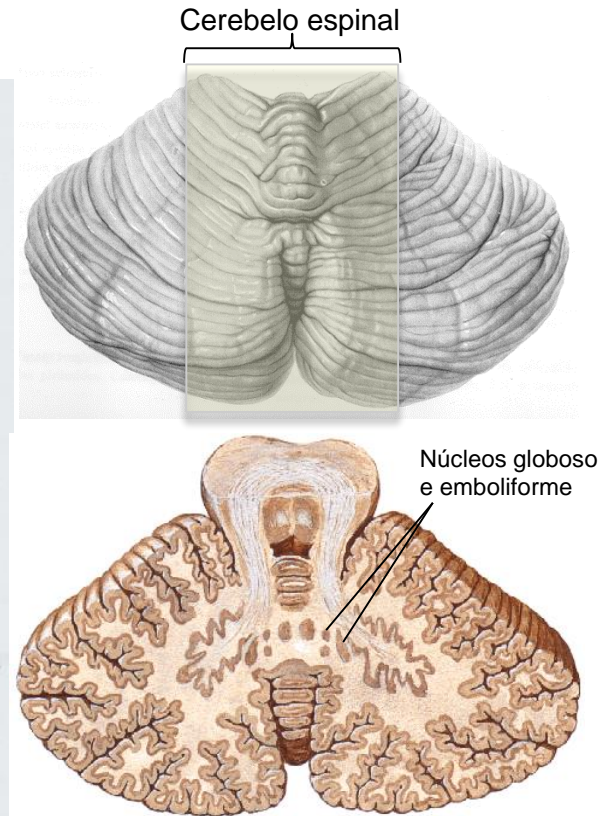
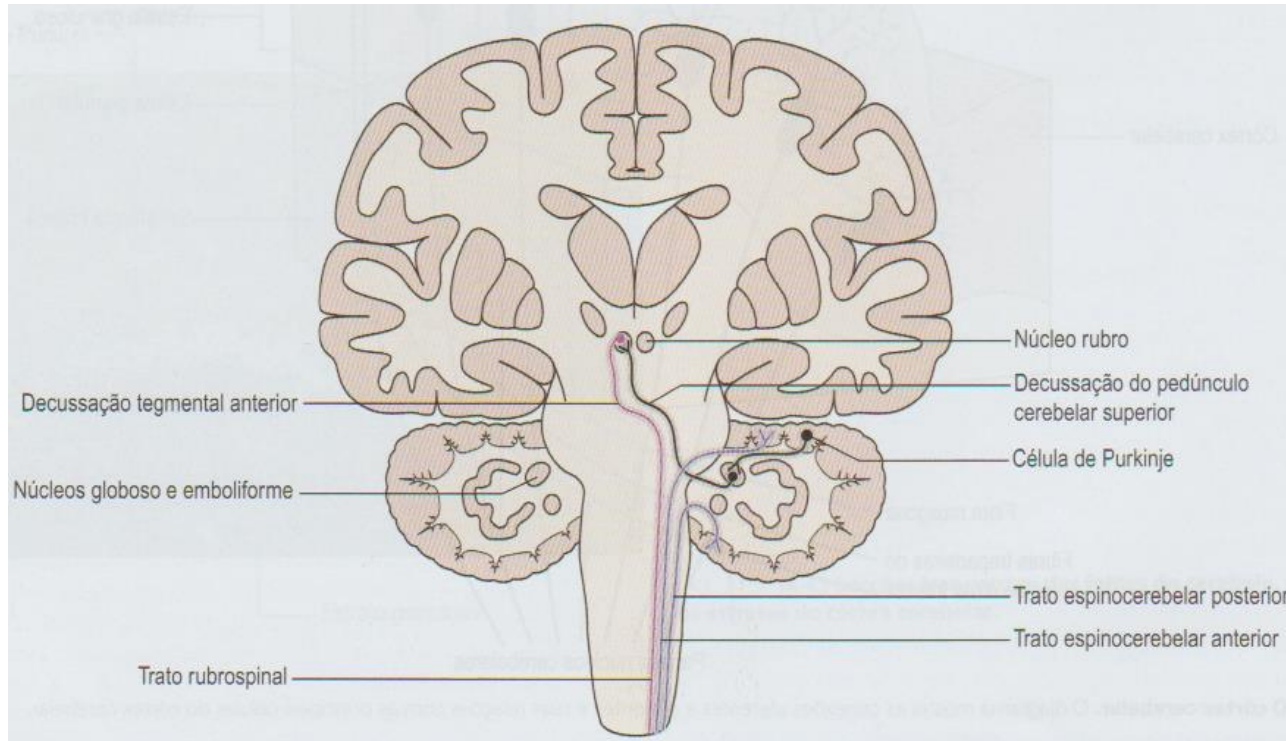


A divisão funcional do cerebelo compreende o cerebelo vestibular, contido no lobo flóculo-nodular, o cerebelo espinhal, representado pelo verme e o hemisfério intermediário, e o cerebelo cortical, ou telencefálico, no hemisfério lateral.

O cerebelo vestibular (ou arquicerebelo por ser a divisão cerebelar que primeiro apareceu no desenvolvimento filogenético) compreende o lobo flóculo-nodular (flóculos são parte dos hemisférios cerebelares e o nóculo faz parte do verme). Recebe aferências dos núcleos vestibulares e envia eferências ao núcleo do fastígio que, por sua vez, projeta aos núcleos vestibulares e à formação reticular. Daí têm origem os tratos vestibuloespinal e reticuloespinal, que atuam na medula espinal para a manutenção do equilíbrio.

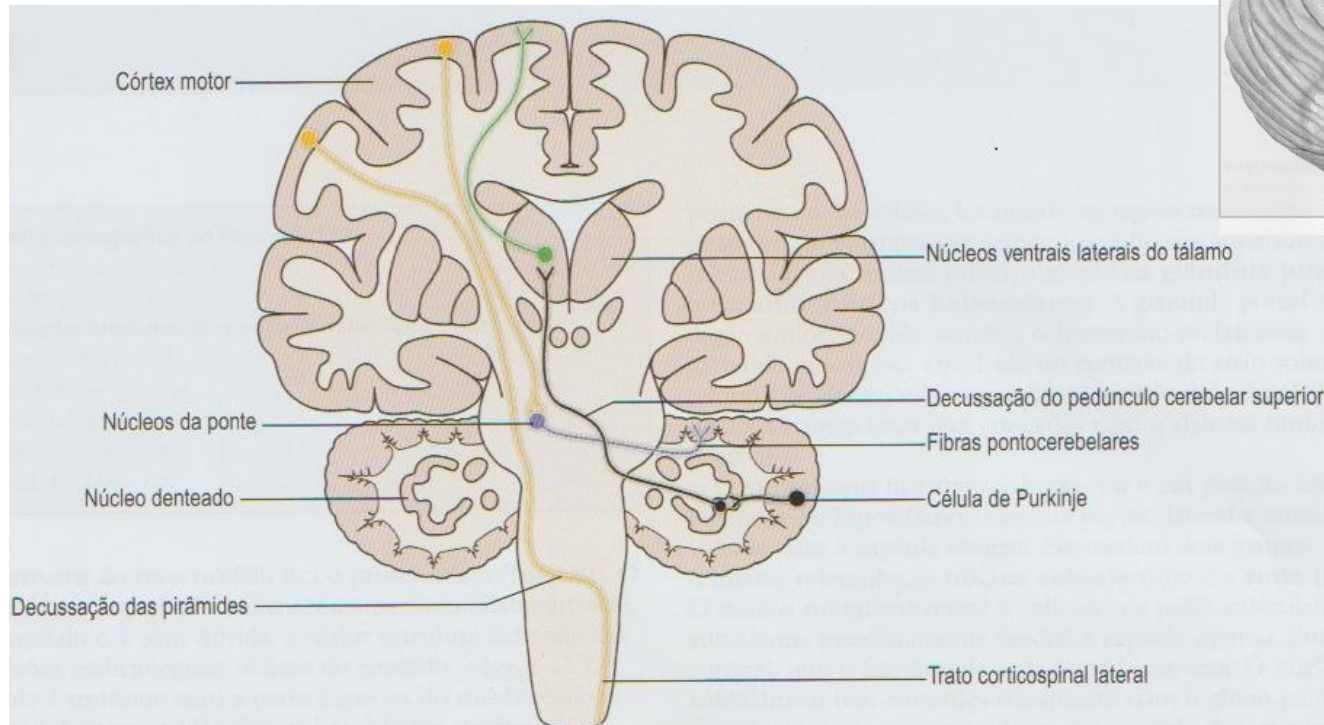
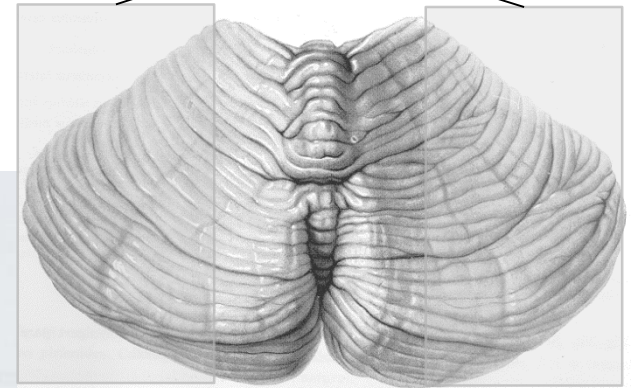


O cerebelo espinal (ou paleocerebelo) envolve parte do verme e área adjacente ao verme no hemisfério (zona intermediária) e recebe aferências da medula espinal, através dos tratos espinocerebelares anterior e posterior. As células de Purkinje do cerebelo espinal projeta para os núcleos globoso e emboliforme que projetam, então, para o núcleo rubro no mesencéfalo. Do núcleo rubro tem origem o trato rubroespinal que age na medula espinal par a manutenção do tônus muscular e da postura.



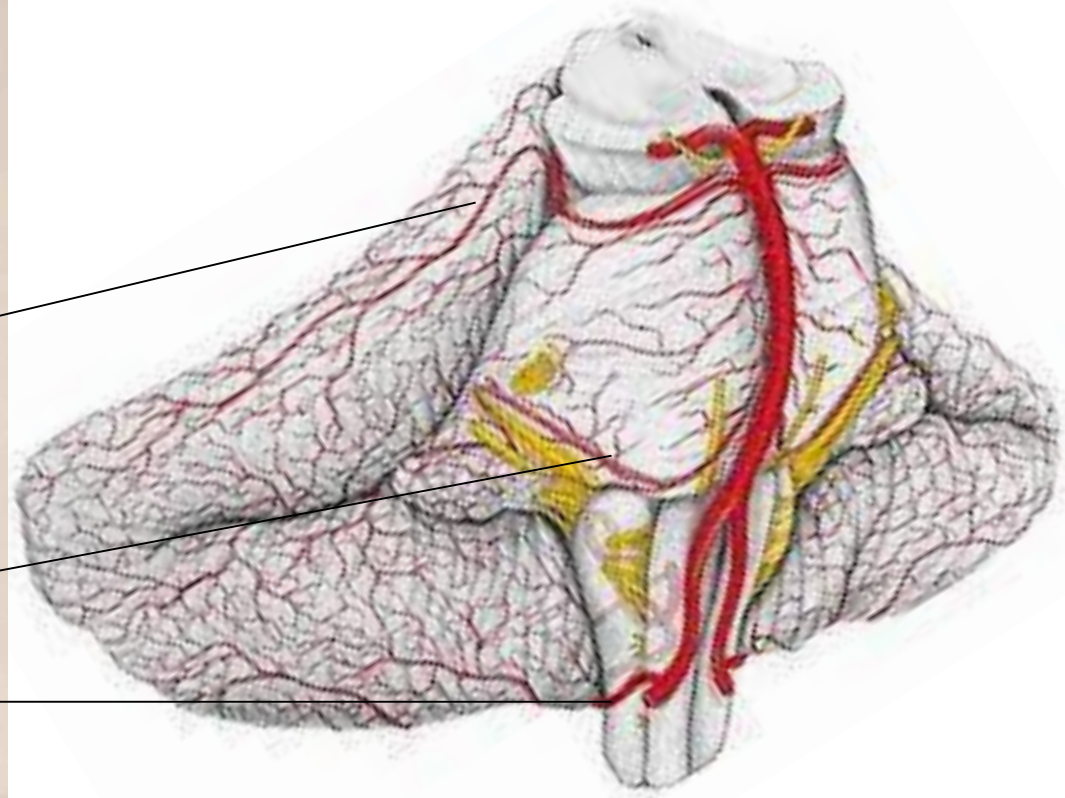
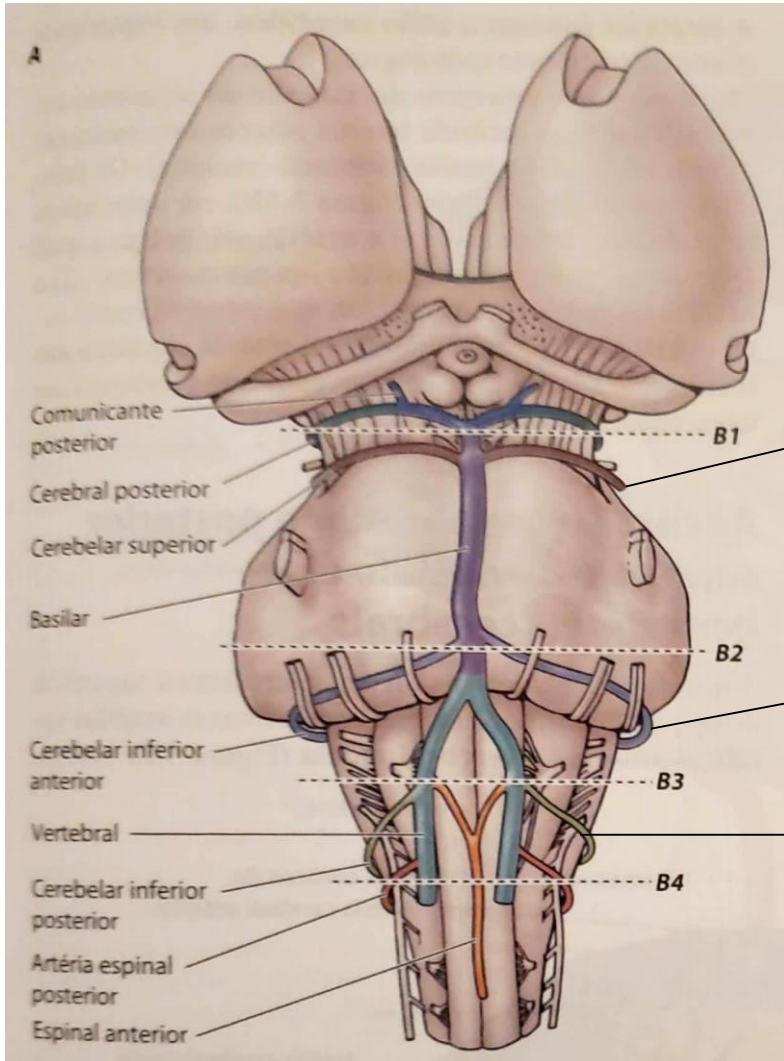
O cerebelo cortical (ou neocerebelo, por ser a porção do cerebelo que apareceu mais recentemente na evolução filogenética), corresponde à porção lateral do hemisfério cerebelar. Recebe aferências de núcleos pontinos (que recebem projeções do córtex cerebral) e suas células de Purkinje projetam ao núcleo denteado e daí ao tálamo, que projeta ao córtex motor. No córtex motor tem origem o trato corticoespinal lateral ou cruzado que projeta à medula espinal para influenciar a coordenação muscular.

Cerebelo cortical



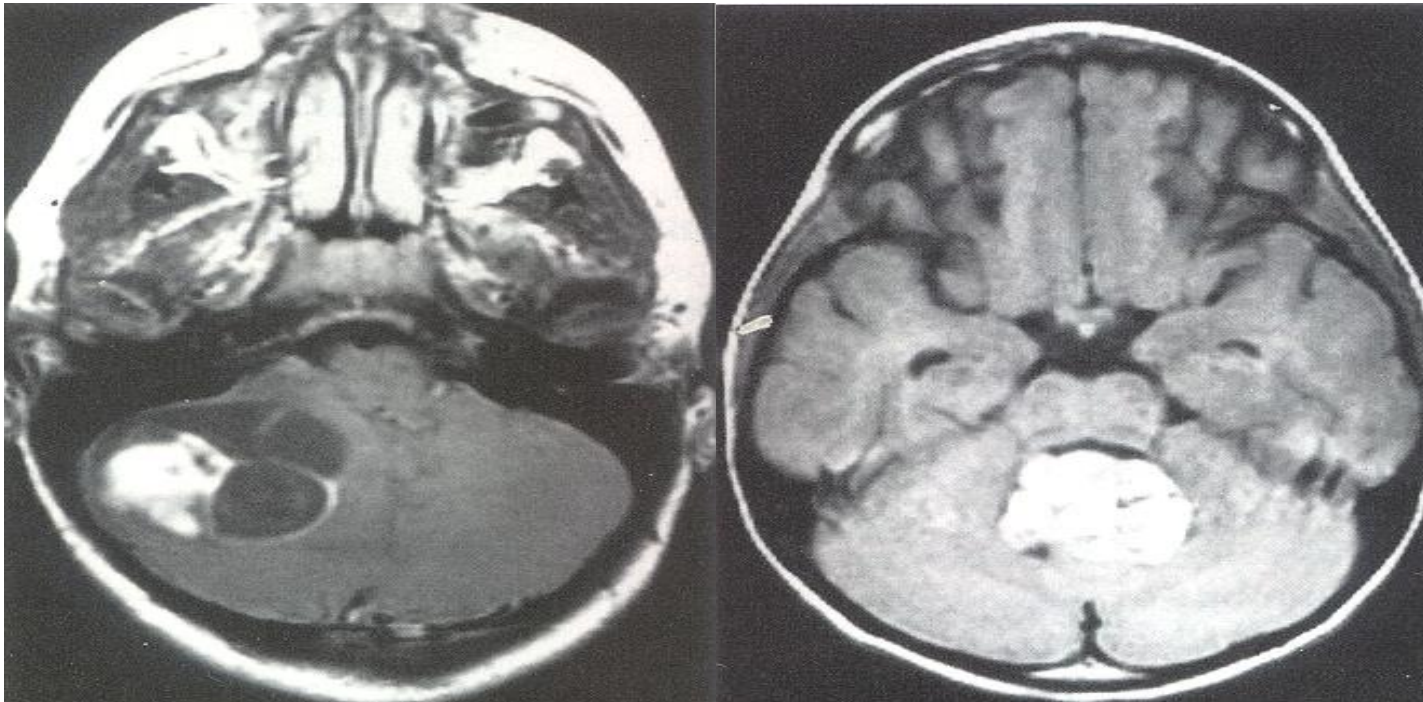
Irrigação do cerebelo:

O cerebelo recebe nutrição através dos três pares de artérias cerebelares: artérias cerebelares posteriores inferiores (porção mais caudal do cerebelo), ramos das artérias vertebrais; artérias cerebelares anteriores inferiores (porção média do cerebelo), ramos da artéria basilar; artérias cerebelares superiores (porção superior do cerebelo), também ramos da artéria basilar.



Lesões cerebelares, de qualquer etiologia, produzem sinais e sintomas peculiares, enquadrados dentro das chamadas síndromes cerebelares. Os principais sinais são: descoordenação dos membros superiores, com tremores de intenção (somente aparecem ao movimento), descoordenação dos membros inferiores (alteração da marcha denominada ataxia cerebelar, e dificuldade de permanecer em pé, ou disbasia), descoordenação da fala (disartria) e do bulbo do olho (nistagmo).

Em geral, as lesões localizadas no verme cerebelar produzem, principalmente, alterações do equilíbrio, enquanto as lesões dos hemisférios cerebelares produzem sinais de incoordenação dos movimentos.



Imagens de ressonância magnética do encéfalo, em reconstrução axial, de paciente com neoplasia de hemisfério cerebelar (à esquerda) e de paciente com neoplasia envolvendo, principalmente, o verme cerebelar (à direita).

Estudo dirigido
Cerebelo



Cerebelo

1. O cerebelo exerce um importante papel no controle da _____ e dos _____, com participação no sequenciamento das _____. Além disso, ajuda a controlar a interação entre grupos musculares _____ e _____.
2. Existem evidências de que o cerebelo também estaria envolvido em funções _____ e com a _____.
3. O cerebelo situa-se na fossa _____ do crânio e é recoberto superiormente pela _____ do cerebelo. Localiza-se posteriormente ao _____ ventrículo, à _____ e ao _____ cranial.
4. O cerebelo consiste em dois _____ cerebelares, unidos por um _____ mediano, estreito. É conectado ao tronco encefálico por três feixes pares, simétricos, de fibras nervosas chamados de _____ (superior, médio e inferior).
5. A face superior do cerebelo encontra-se diretamente abaixo da _____ do _____ e é aplainada, enquanto a face inferior é arredondada.
6. Duas grandes fissuras transversais dividem o cerebelo em 3 lobos (divisão anatômica). A fissura _____ cursa na superfície dorsal (superior) do cerebelo, separando-o em lobos _____ e _____.
7. Na superfície ventral observa-se a fissura _____, que separa o lobo posterior do pequeno lobo _____.
8. A estrutura interna do cerebelo é composta por uma cobertura externa de substância _____ denominada _____. Logo abaixo, encontra-se a substância _____. Incrustadas na substância branca existem massas de substância cinzenta denominadas _____ do cerebelo.

9. Os núcleos profundos do cerebelo são, de medial para lateral: _____, _____, _____ e _____.
10. O córtex cerebelar apresenta 3 camadas celulares denominadas, da mais externa para a mais interna: _____, de _____ e _____.
11. As principais origens de fibras aferentes cerebelares são: _____, núcleo _____ inferior, núcleos _____ e _____.
12. As fibras aferentes cerebelares entram no cerebelo pelos _____ cerebelares. As fibras com origem no núcleo _____ são denominadas fibras trepadeiras. As fibras aferentes de outras origens são denominadas fibras _____.
13. Do ponto de vista funcional, o cerebelo é dividido em _____, _____ e cortical.
14. O cerebelo _____ está envolvido no controle do equilíbrio. Já o cerebelo _____ controla o _____ muscular e a _____, enquanto o cerebelo _____ exerce papel crucial na _____ muscular.

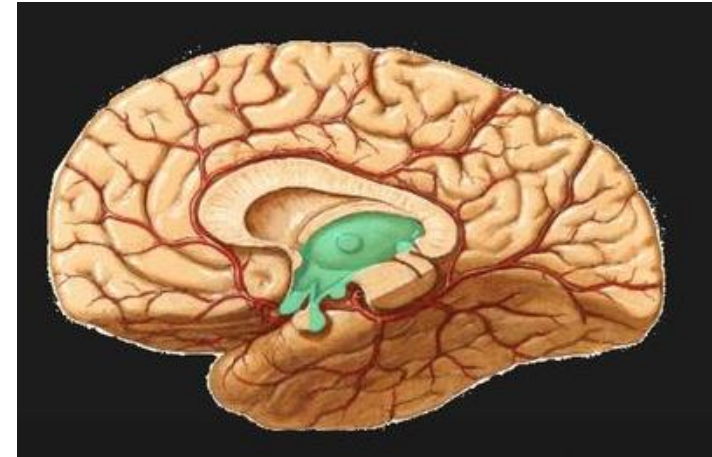
NEUROANATOMIA

Diencéfalo



Diencéfalo – Objetivos de aprendizagem:

- Conhecer a estrutura anatômica do diencéfalo e seus limites.
- Estudar a estrutura e a divisão funcional dos núcleos talâmicos.
- Estudar a estrutura e a divisão funcional dos núcleos hipotalâmicos.
- Conhecer as estruturas neurais e não neurais do epitélamo
- Conhecer a estrutura e os aspectos funcionais do subtálamo.



O diencéfalo é um segmento do cérebro, de conformação globosa e posição mediana.

É constituído de duas metades, e quase completamente envolvido pelo telencéfalo, que se situa logo acima do diencéfalo. Para sua total visualização são necessárias, portanto, secções em variados planos ou retirada do telencéfalo.

Apresenta 4 subdivisões:

Tálamo

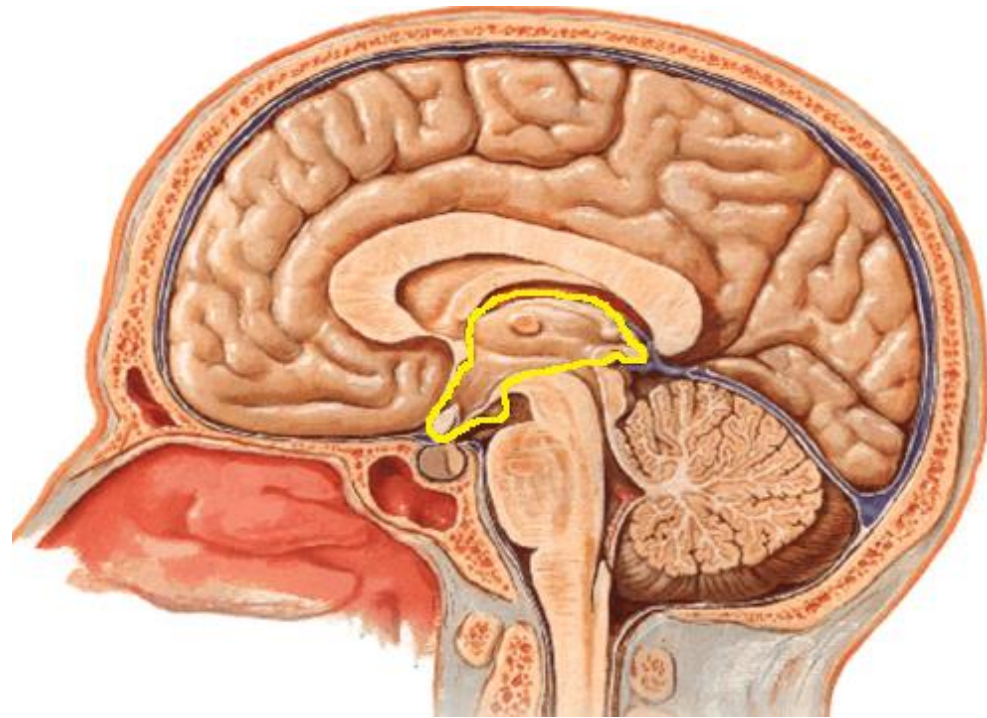
Hipotálamo

Epitálamo

Subtálamo

Essas subdivisões estão relacionadas ou compõem as paredes da cavidade do terceiro ventrículo, exceto o subtálamo.

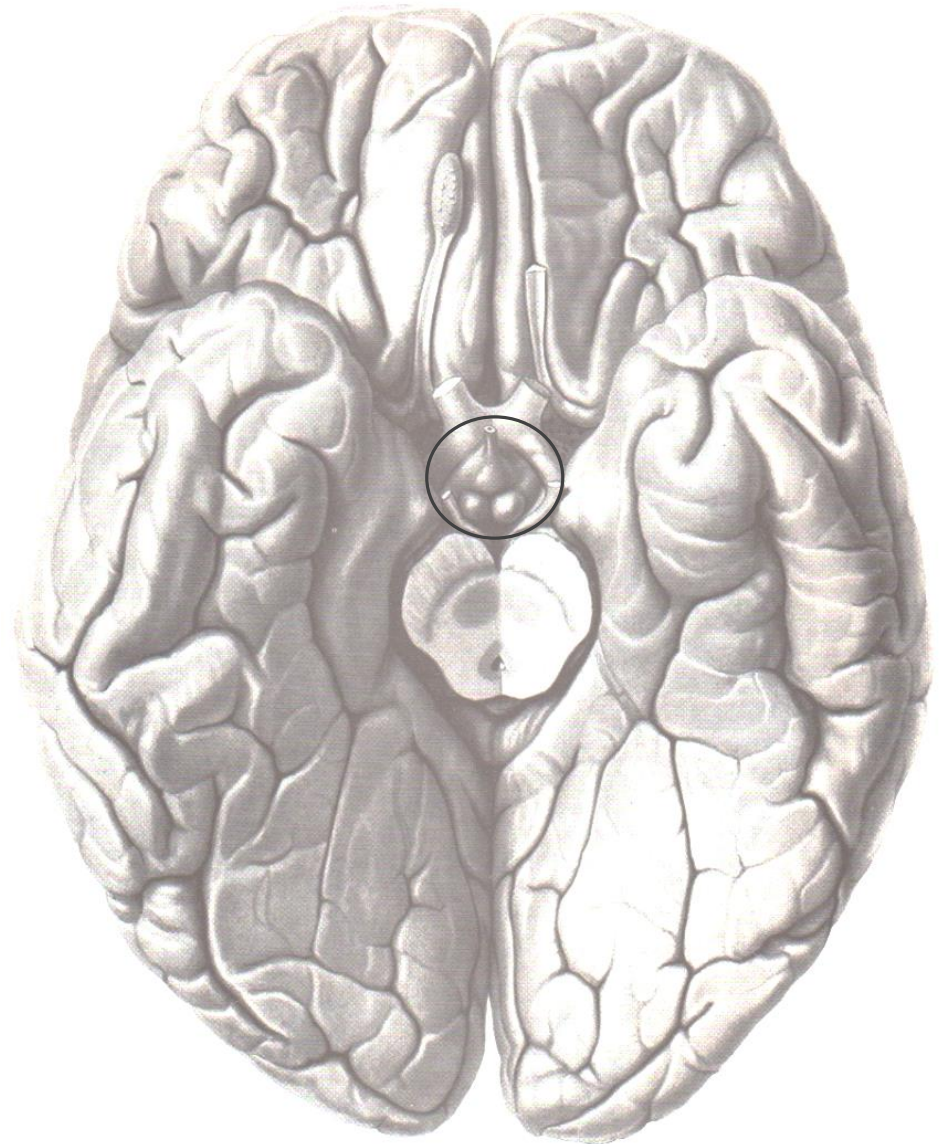
Boa parte de uma das metades do diencéfalo pode ser observada na figura ao lado (contornada em amarelo).



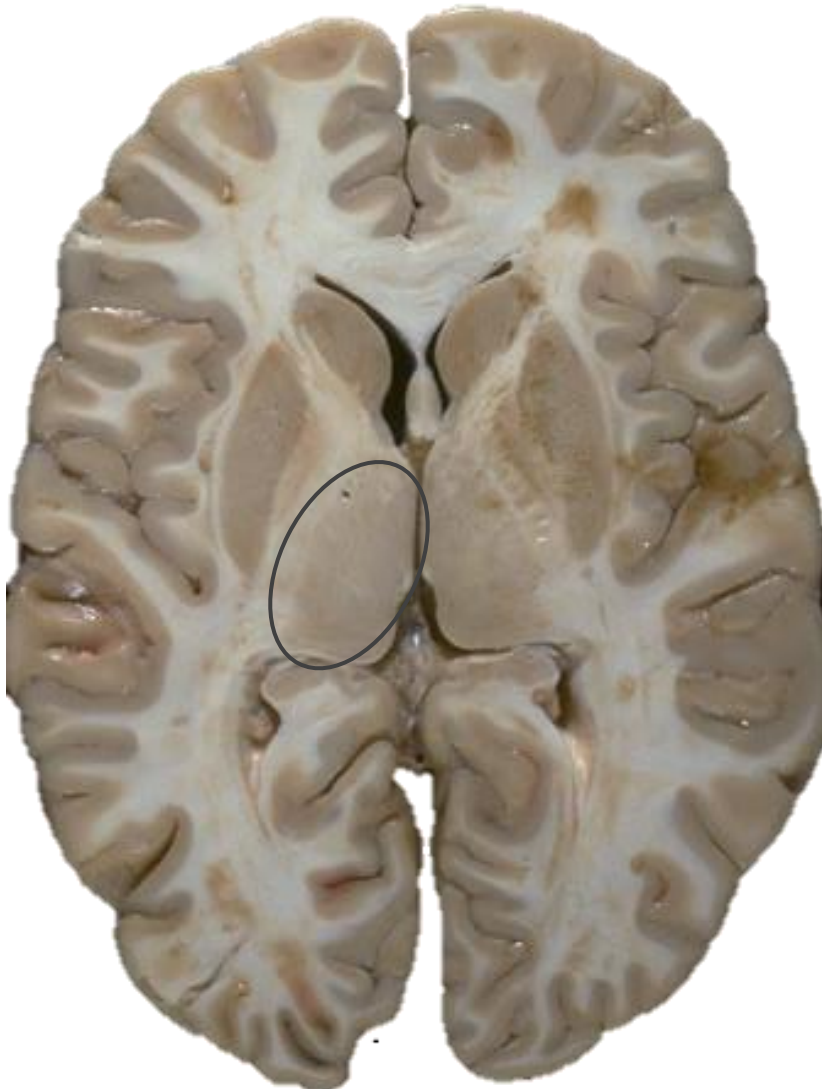
Vista medial – corte sagital

Em uma vista inferior do cérebro, somente uma pequena porção do diencefalo pode ser vista, constituída por elementos da subdivisão do hipotálamo (figura ao lado).

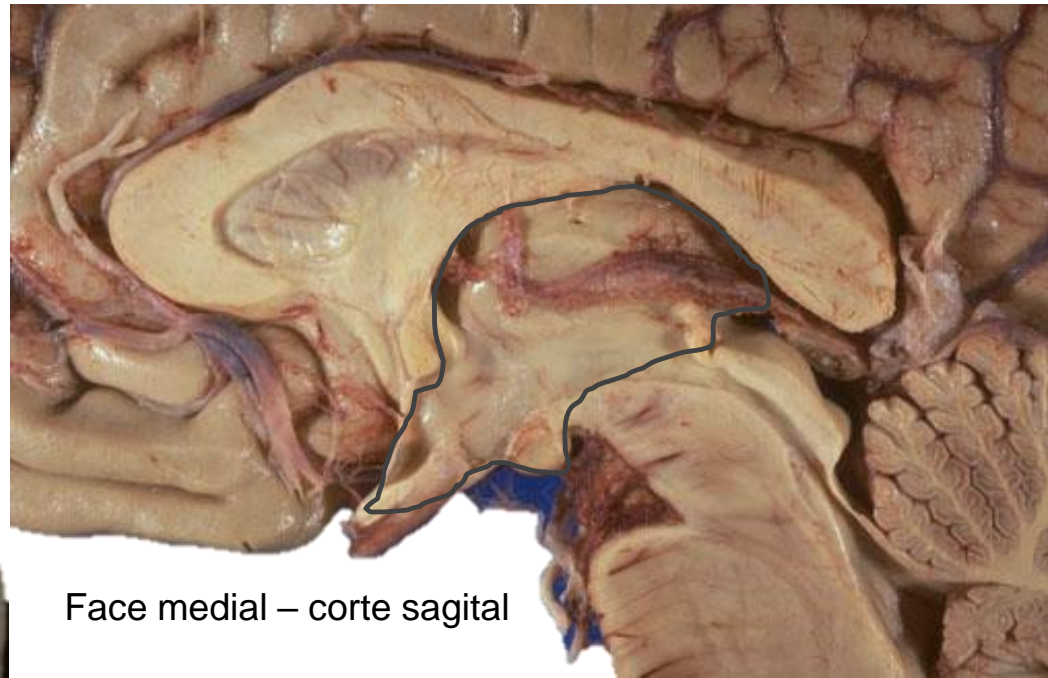
Nas figuras da página seguinte podem ser vistas, em destaque, as partes do diencefalo, em diferentes vistas e secções do cérebro.



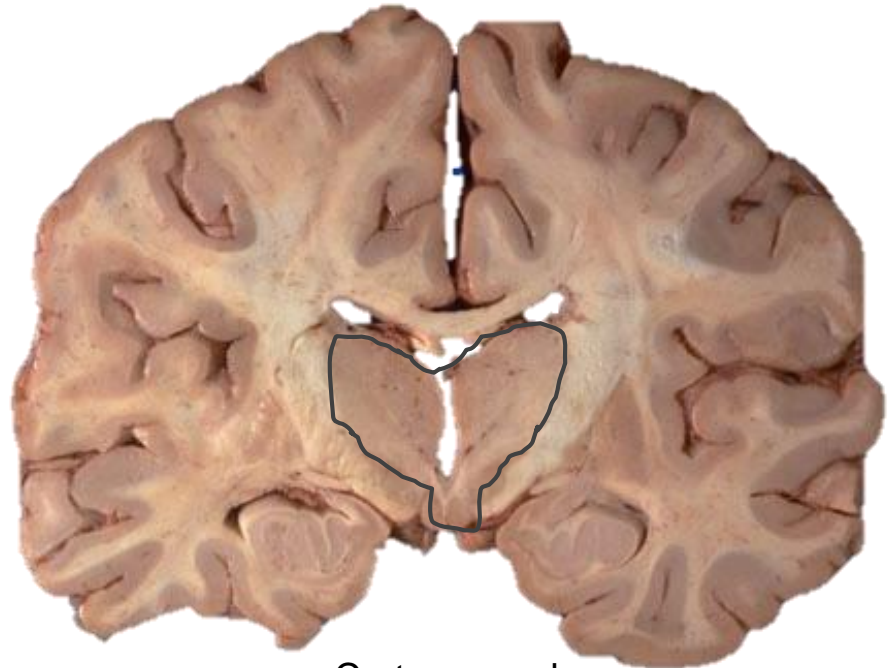
Vista inferior



Corte horizontal



Face medial – corte sagital



Corte coronal

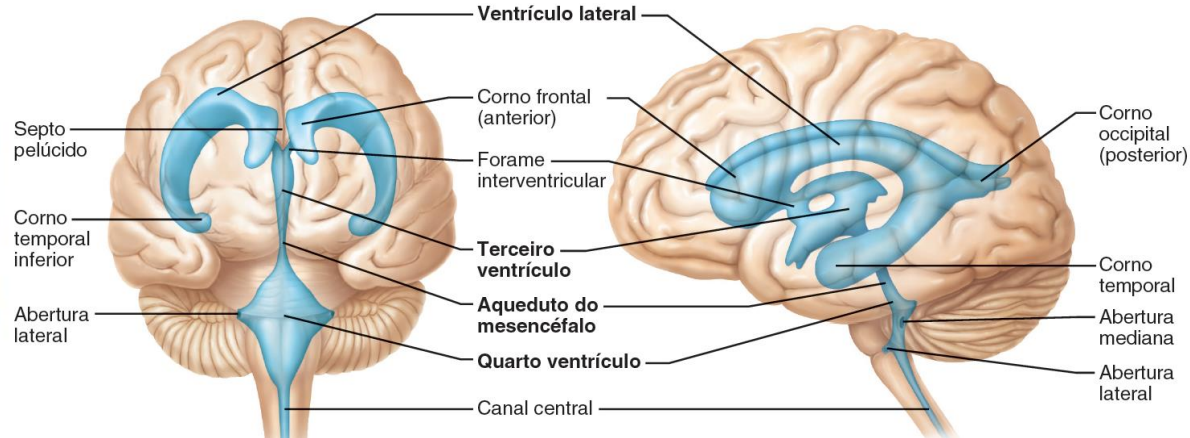
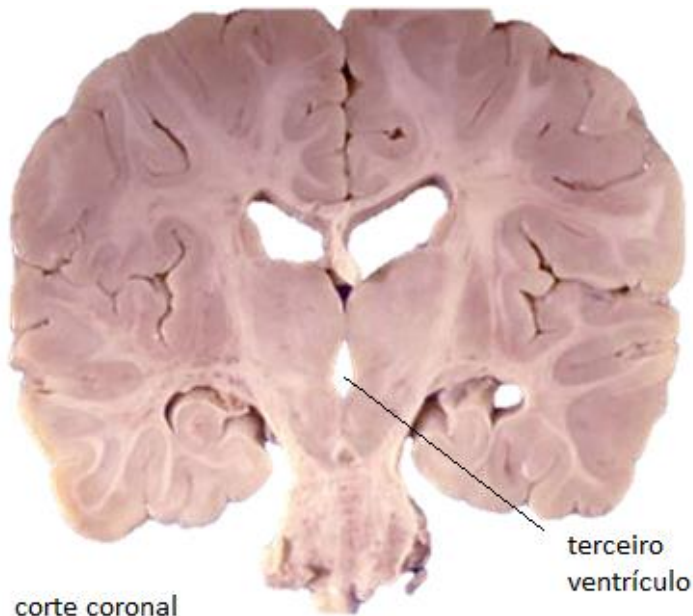
A cavidade do sistema ventricular relacionada com o diencéfalo é o terceiro ventrículo.

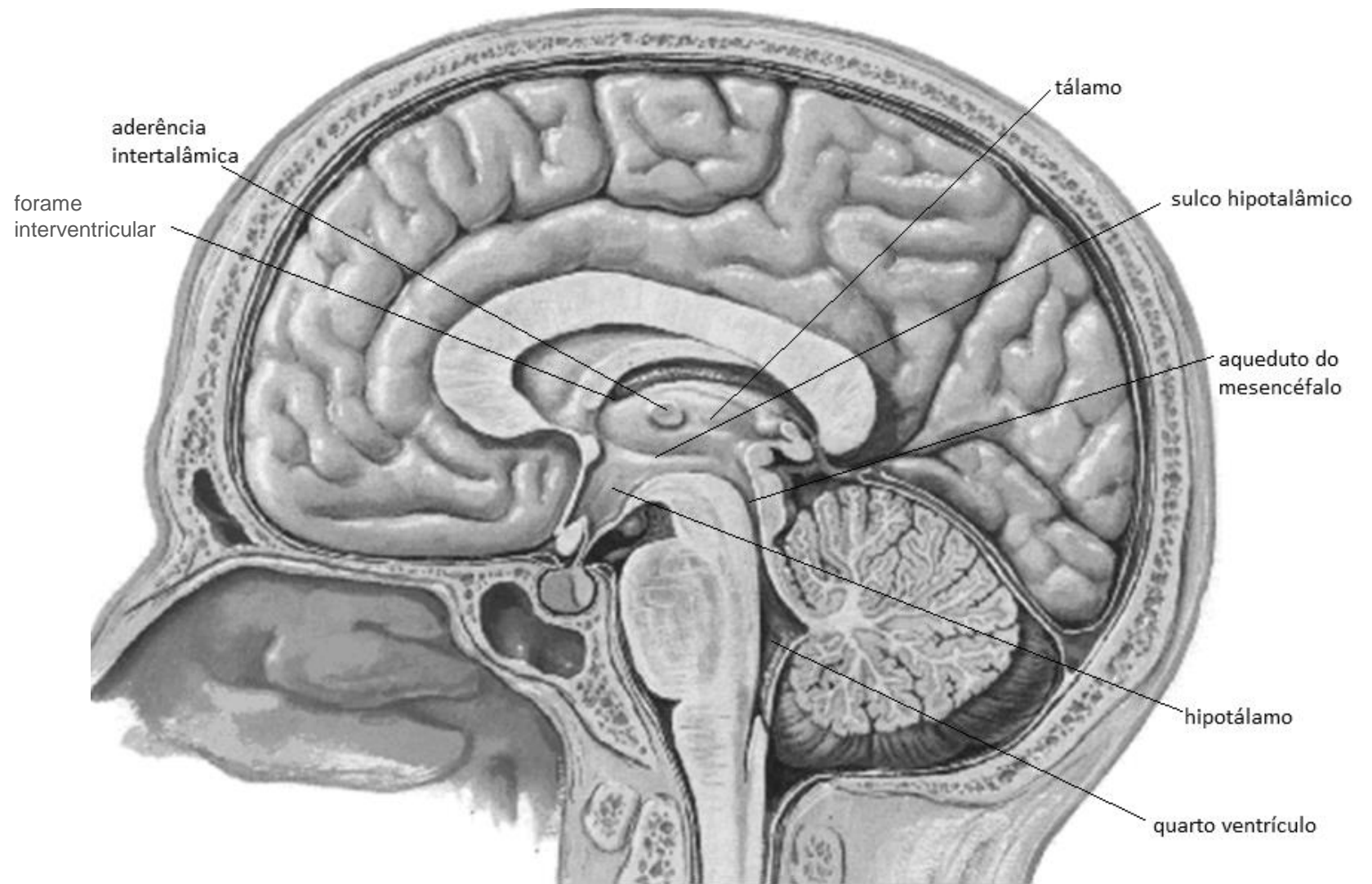
O terceiro ventrículo tem a conformação em fenda, entre as duas metades do diencéfalo. Desta forma, a maior parte do diencéfalo constitui as paredes laterais do IIIº ventrículo.

Esta cavidade ventricular comunica-se com os ventrículos laterais (que estão dentro do telencéfalo), através dos forames interventriculares (ou de Monro), e com o IVº ventrículo (que se encontra entre ponte/bulbo e cerebelo), através do aqueduto do mesencéfalo (ou de Sylvius).

Na parede lateral do IIIº ventrículo encontra-se o sulco hipotalâmico. Acima deste sulco está o tálamo, enquanto abaixo está o hipotálamo.

Com frequência, as duas metades do tálamo são unidas pela aderência intertalâmica (composta por substância cinzenta).

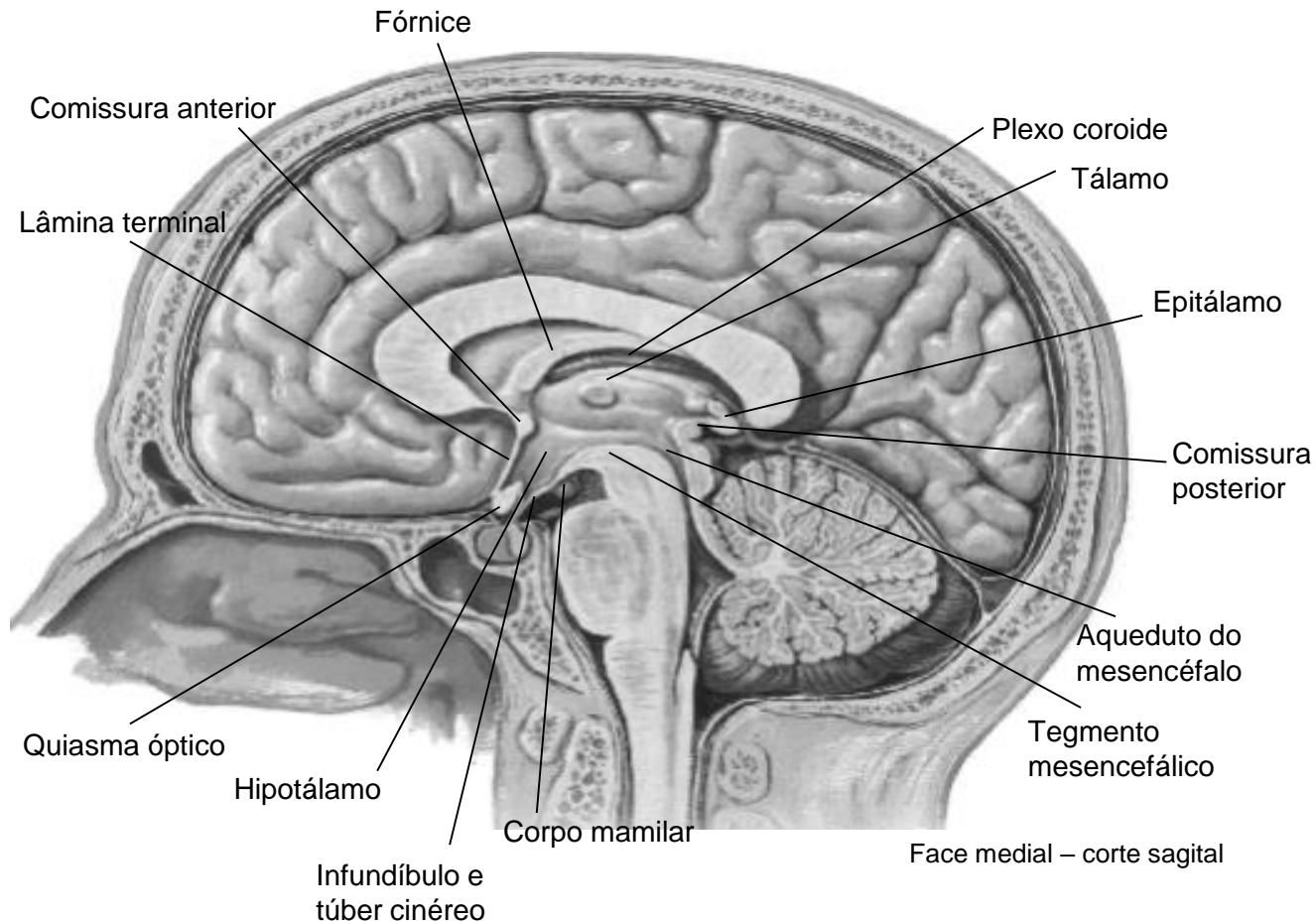




corte sagital - vista medial

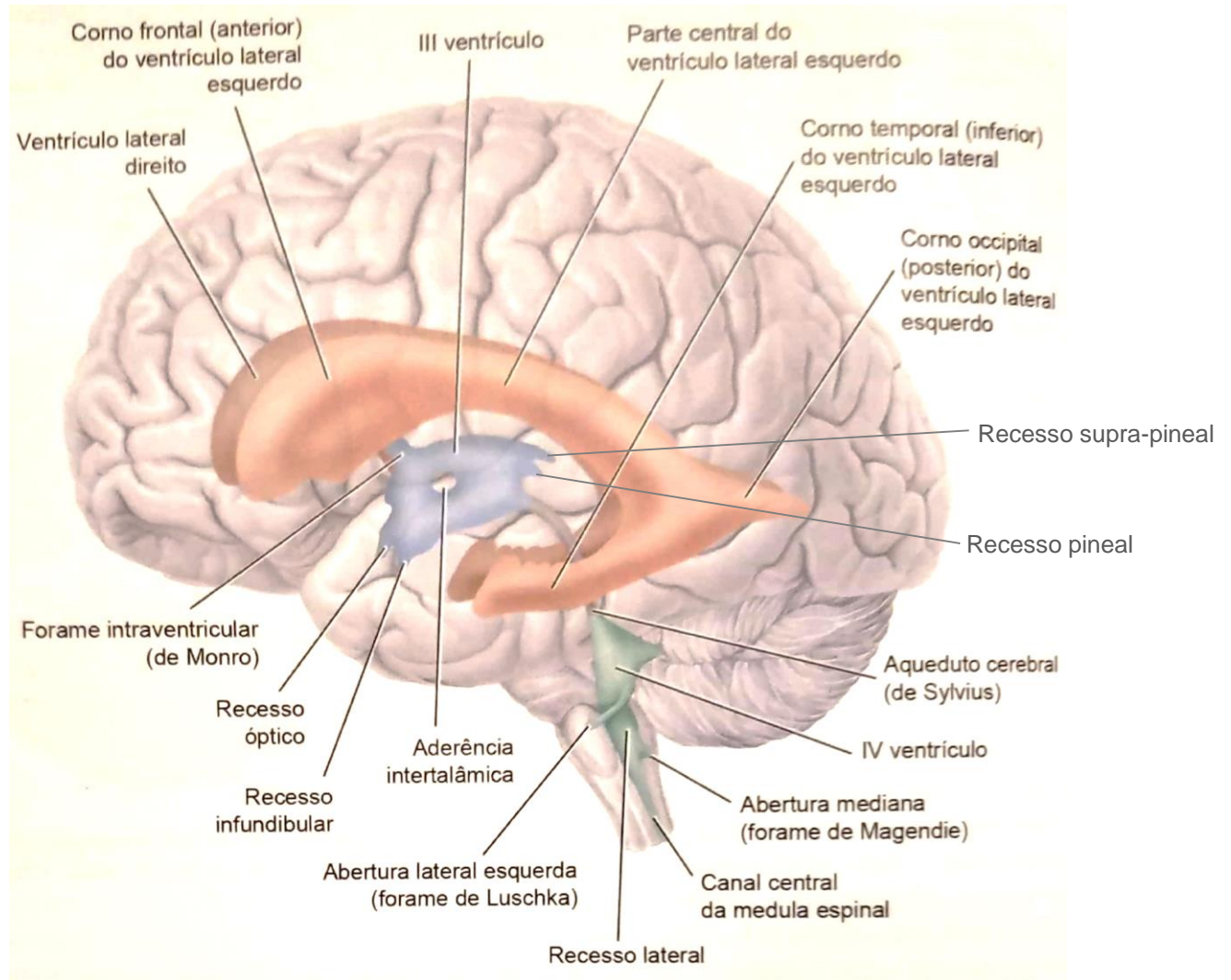
As estruturas que compõem as paredes do terceiro ventrículo são (as estruturas que não fazem parte do diencéfalo estão em *itálico*):

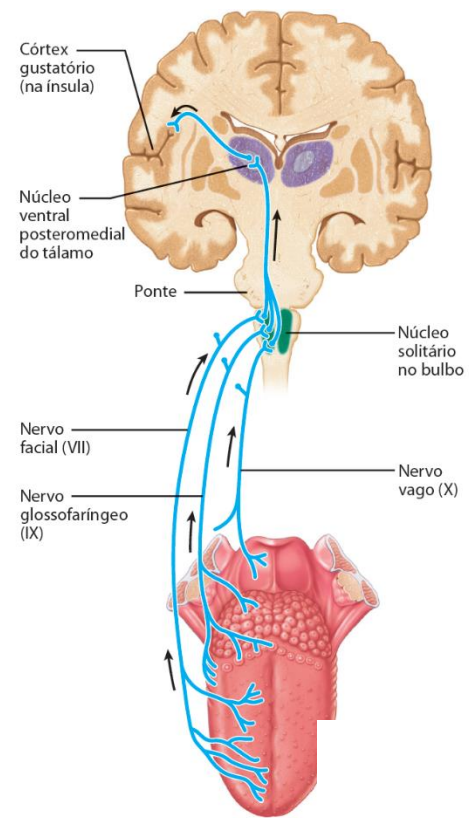
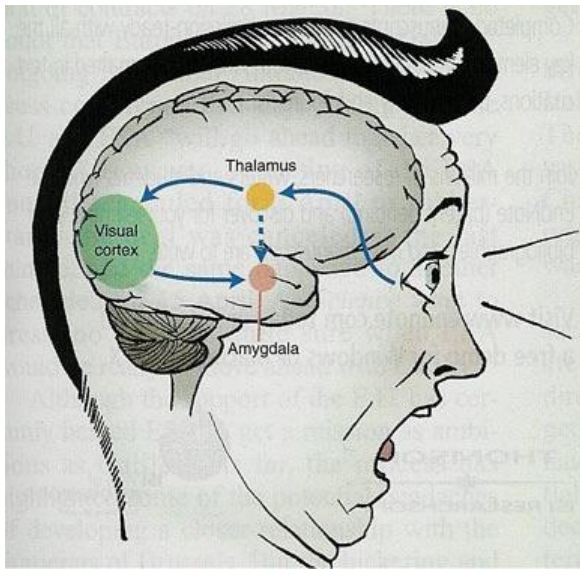
- paredes laterais: tálamo e hipotálamo
- parede anterior: *comissura anterior e lâmina terminal*
- parede posterior: *comissura posterior e epitálamo*
- teto: tela e plexo coroide. Acima da tela e plexo estão o corpo do *fórnice* e parte posterior do *corpo caloso*
- assoalho: quiasma óptico, infundíbulo, túber cinéreo, corpo mamilar e *tegmento mesencefálico*



A cavidade do terceiro ventrículo possui quatro pequenas regiões de expansão ou evaginações, denominadas recessos:

- Recesso óptico
- Recesso infundibular
- Recesso pineal
- Recesso supra-pineal





O **tálamo** é uma região de grande importância funcional e atua como estação de retransmissão para os principais sistemas sensitivos (exceto a via olfatória). Está ainda implicado no controle da motricidade (extrapiramidal), no comportamento emocional e no grau de ativação do córtex.

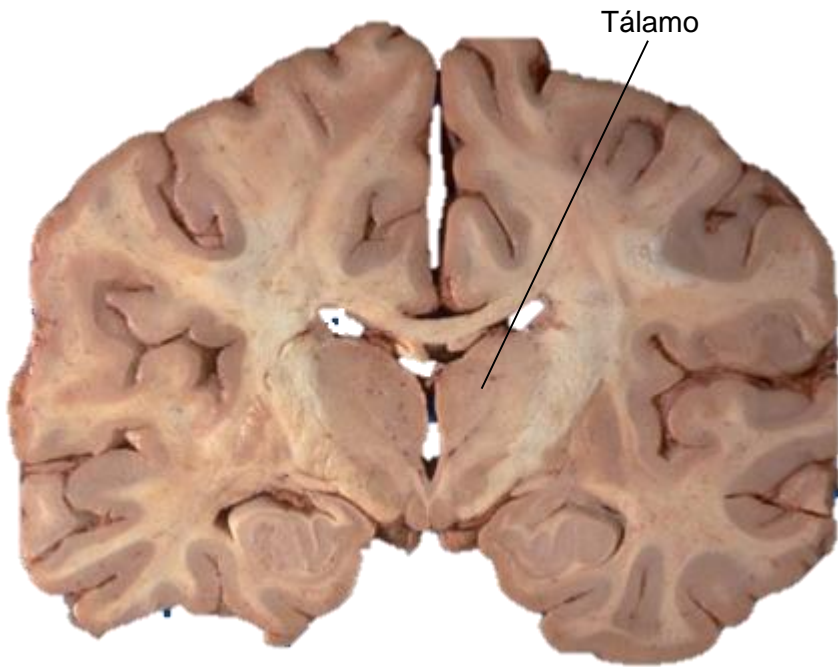
As atividades do tálamo estão, portanto, estreitamente relacionadas com o córtex cerebral.



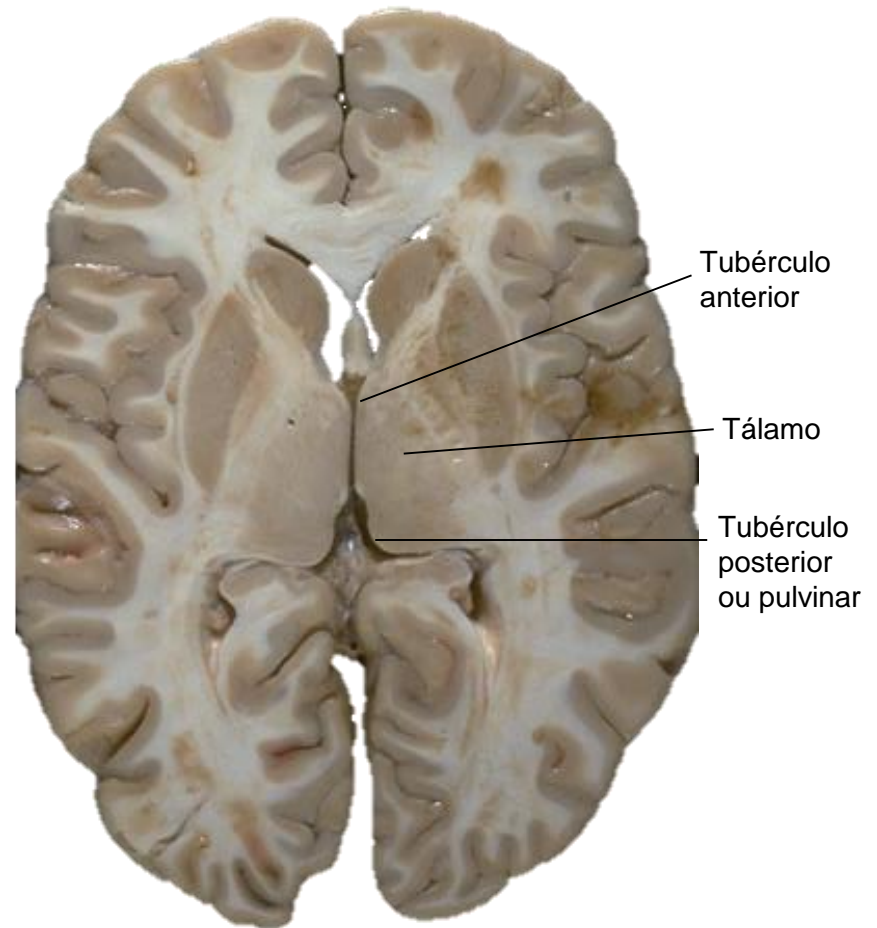
O **tálamo** é formado por duas massas ovoides, frequentemente unidas pela aderência intertalâmica (massa intermédia).

Sua extremidade anterior denomina-se tubérculo anterior do tálamo. Sua extremidade posterior é chamada pulvinar.

É possível identificar quatro faces talâmicas: medial (na parede do IIIº ventrículo); lateral (em contato com a cápsula interna); superior (constitui o assoalho da fissura transversa do cérebro e ventrículos laterais); inferior (relacionada com o hipotálamo e subtálamo). Entre as faces medial e superior, existe um feixe de fibras nervosas denominado estria medular do tálamo.



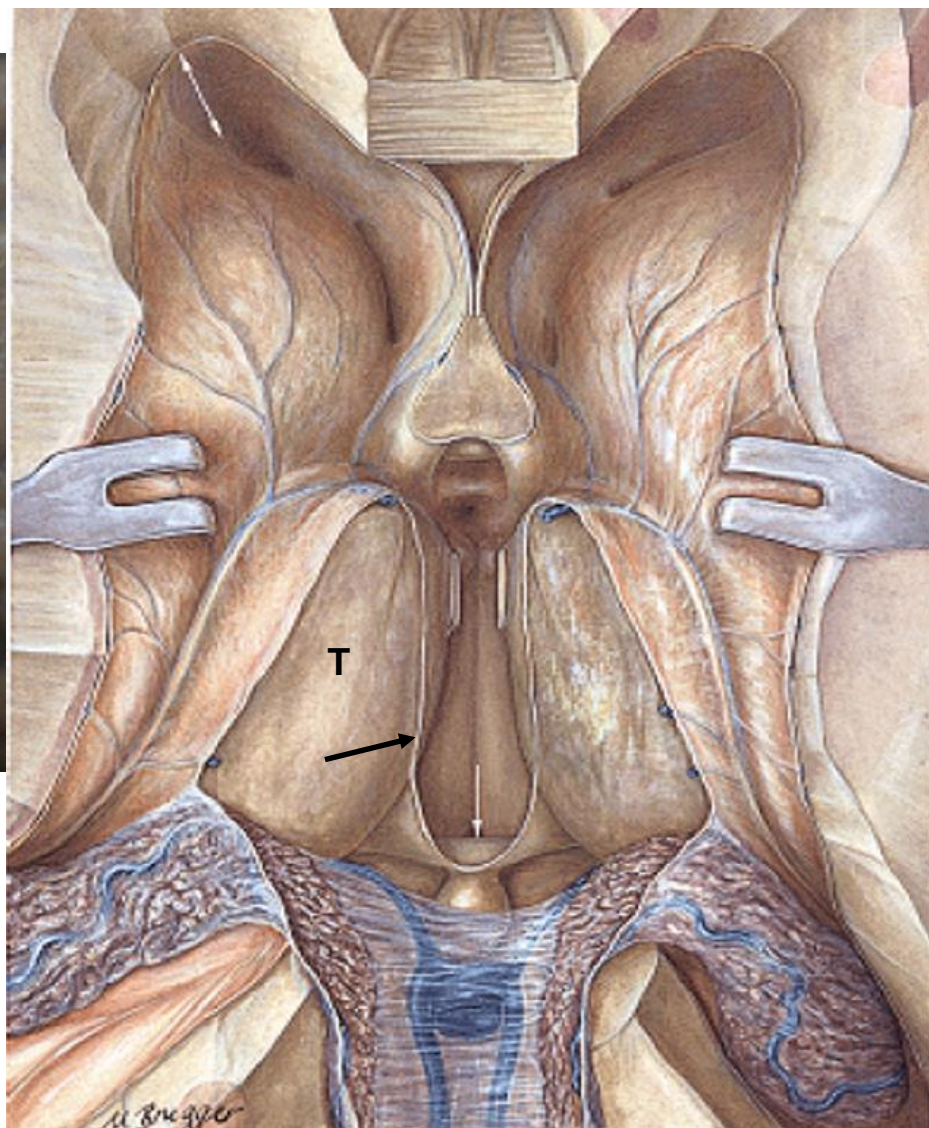
Corte coronal



Corte horizontal



Face medial – corte sagital

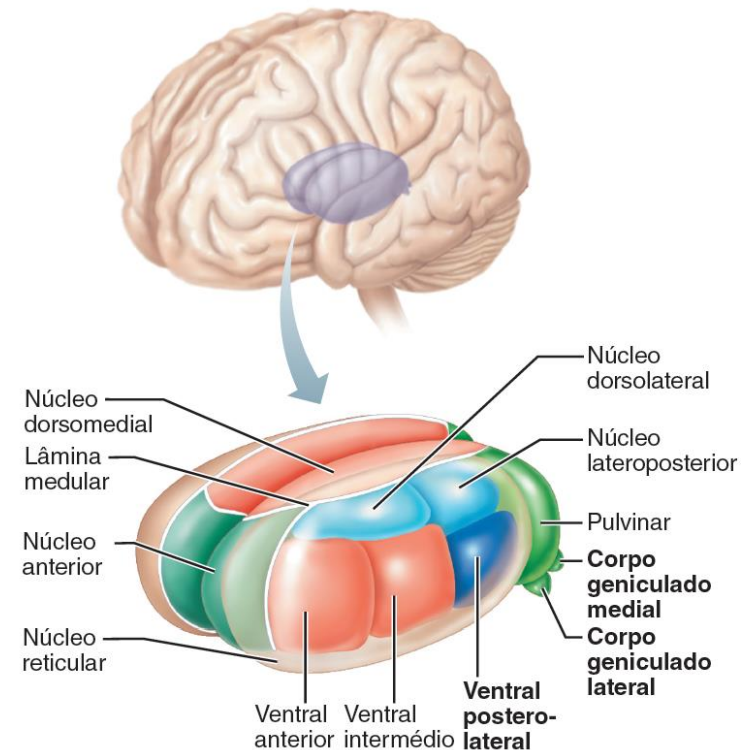
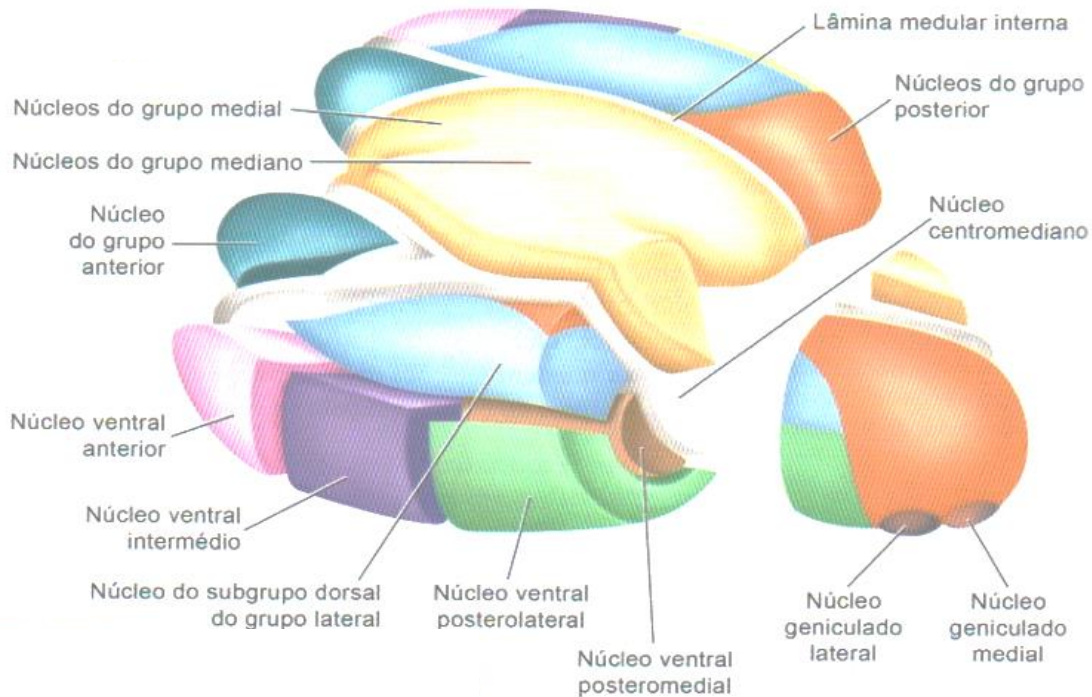
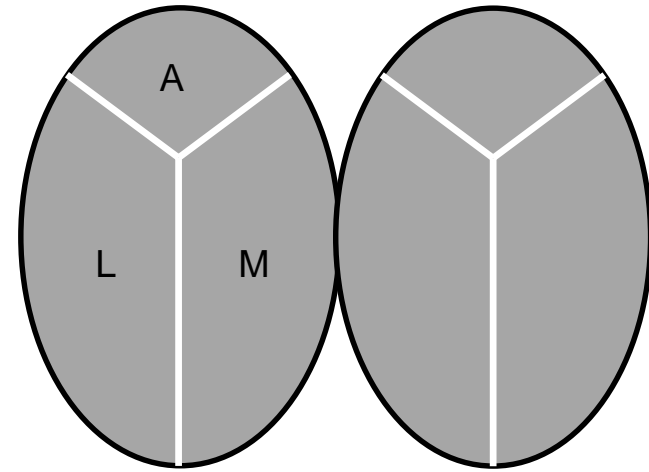


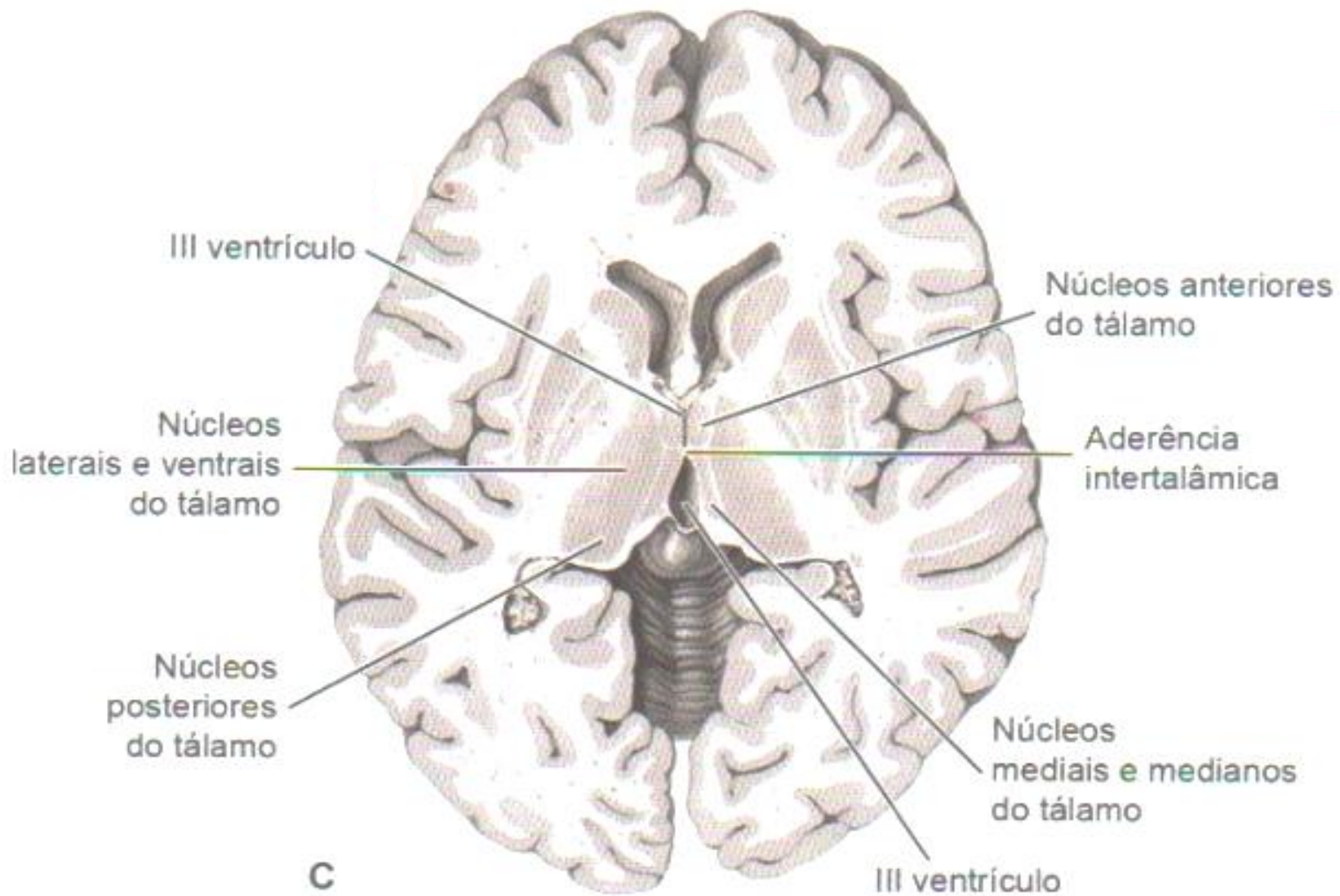
Desenho representativo de um corte horizontal do encéfalo, com abertura do teto dos ventrículos laterais.

T = tálamo (face superior)

Seta = estria medular do tálamo

O tálamo é recoberto, na sua face superior, por uma fina camada de substância branca, denominada estrato zonal. Na sua face lateral também existe outra camada de substância branca, chamada lâmina medular externa. Ainda outra lâmina de substância branca, a medular interna, bifurcada anteriormente (em Y) subdivide cada metade do tálamo em partes medial, lateral e anterior. Esta subdivisão corresponde à separação dos núcleos do tálamo em grupos anatómicos. Alguns grupos nucleares estão localizados dentro da lâmina medular interna, outros nas faces lateral e medial do tálamo.





Corte horizontal

Divisão anatômica dos núcleos talâmicos:

Anterior (sistema límbico)

Medial (integração sensitiva)

Mediana

Lateral

dorsal (núcleos dorsolateral, posterolateral e pulvinar)

ventral

anterior (influencia a atividade cortical)

lateral (influencia a atividade motora)

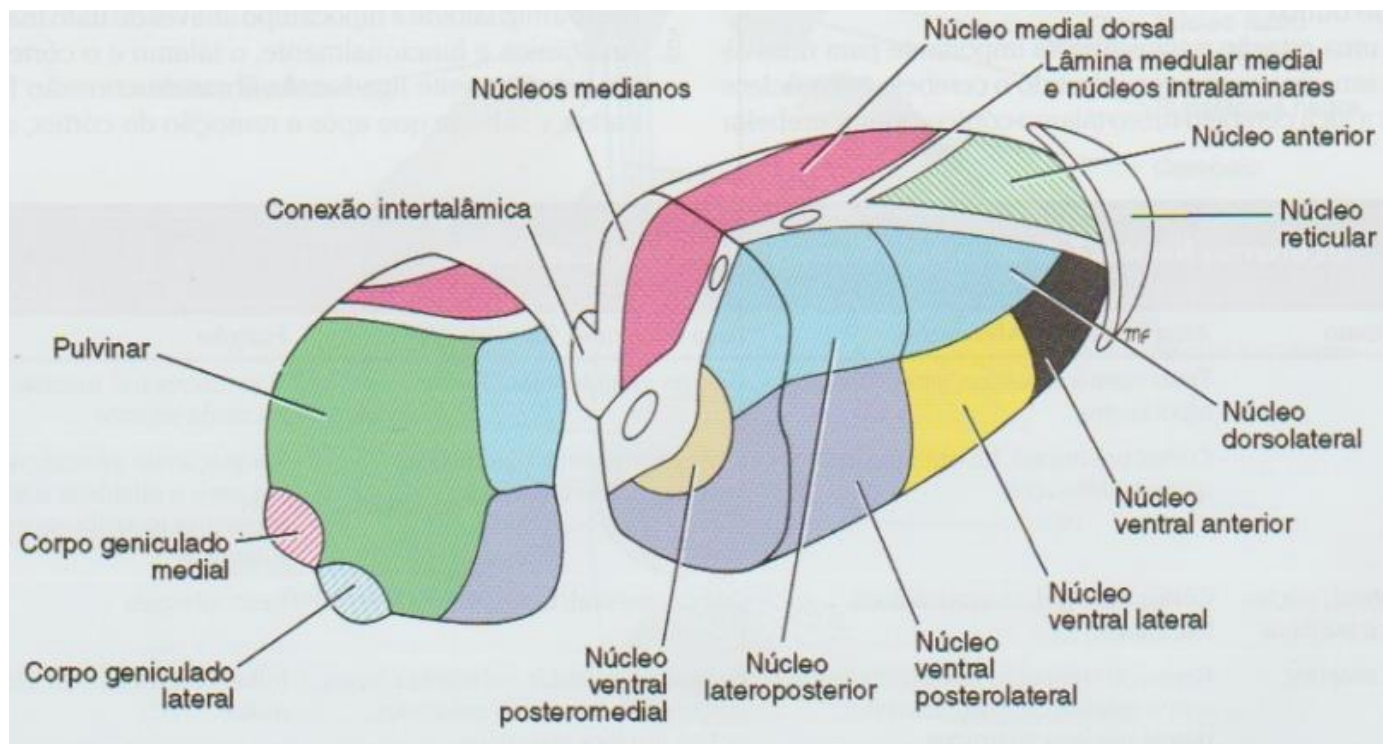
posterior (núcleos posteromedial e posterolateral; retransmissão sensitiva)

Intralaminares

Reticular

Corpo geniculado medial (retransmissão auditiva)

Corpo geniculado lateral (retransmissão visual)

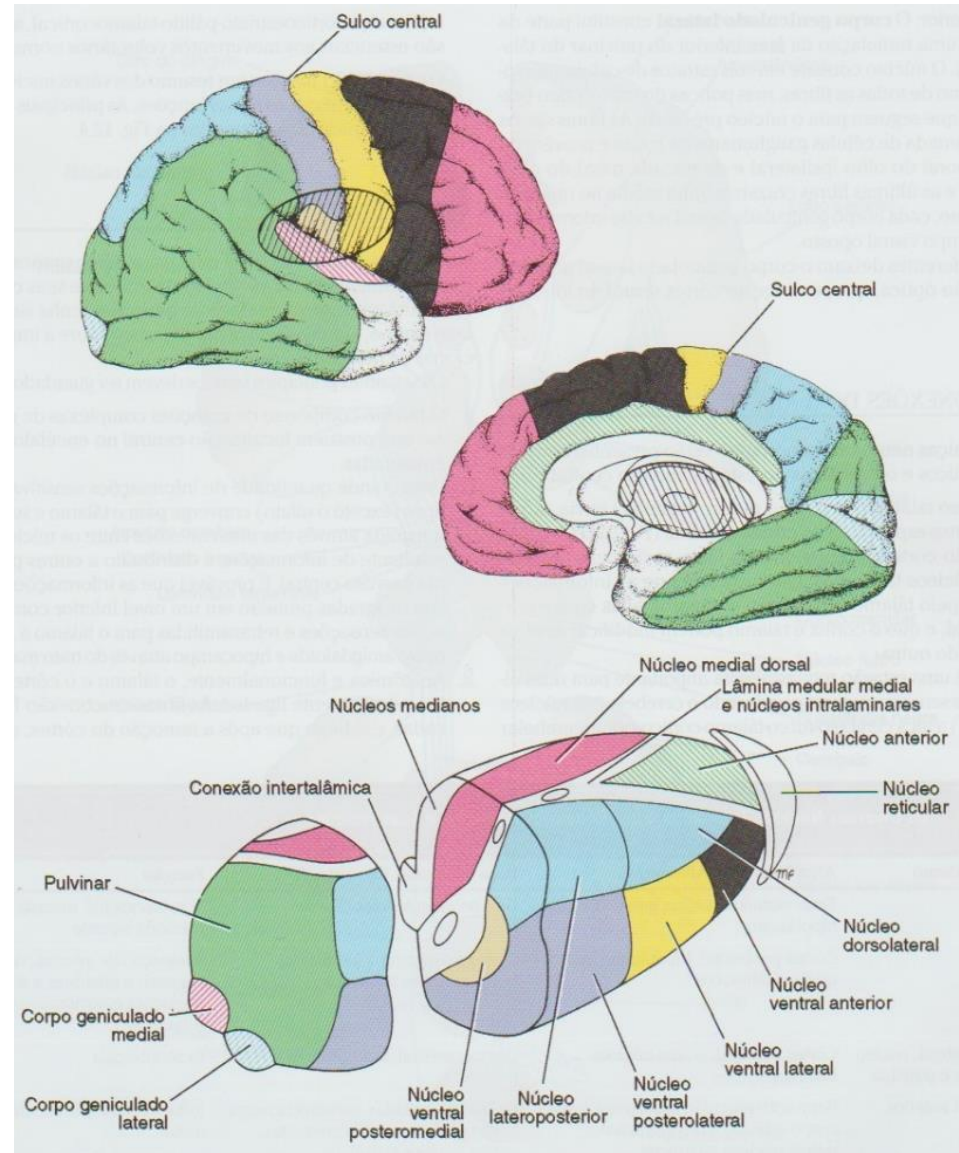


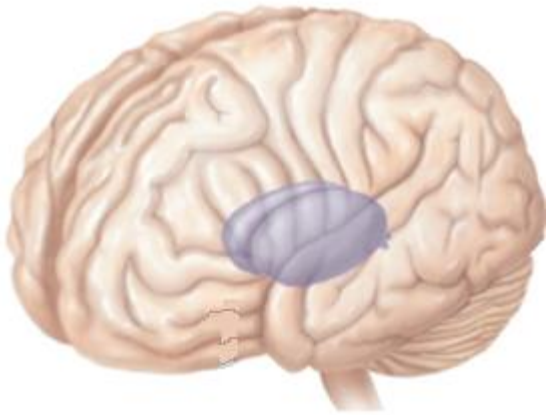
Os núcleos talâmicos também podem ser categorizados através de uma divisão funcional ampla, de acordo com a extensão de suas projeções ao córtex cerebral, em:

Núcleos inespecíficos: com projeção difusa para o córtex cerebral

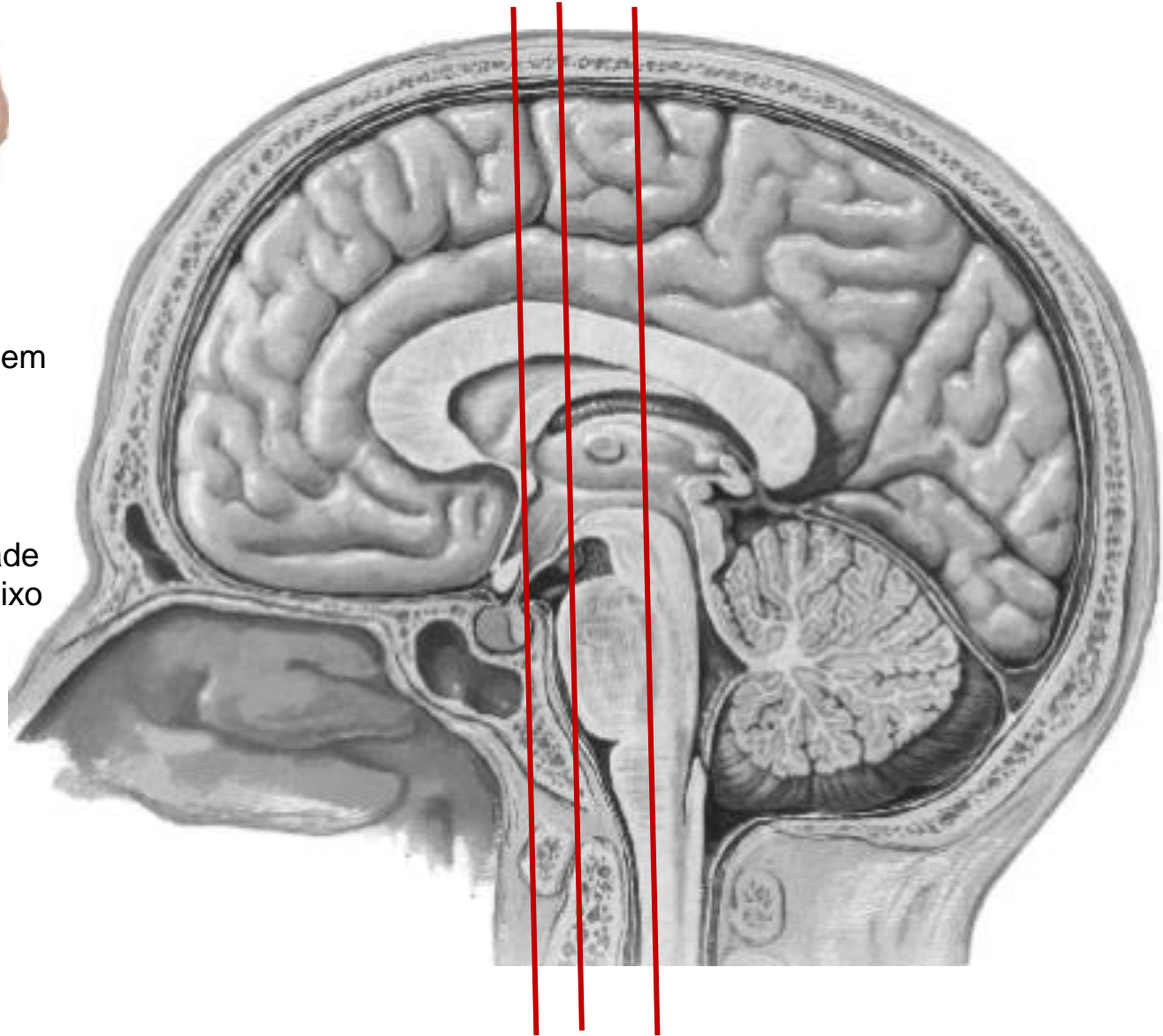
- núcleos intralaminares
- núcleo reticular

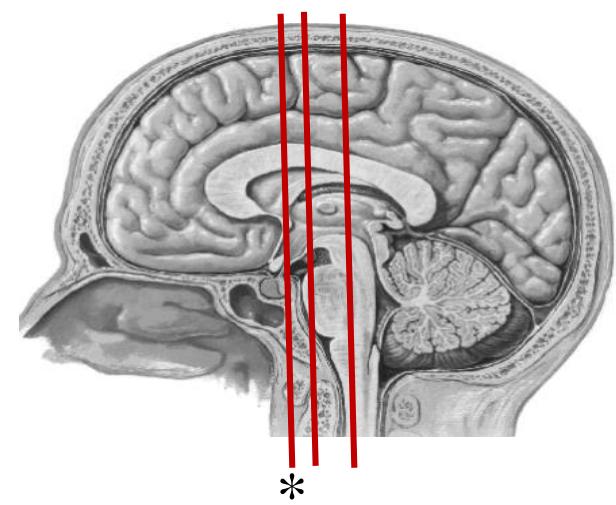
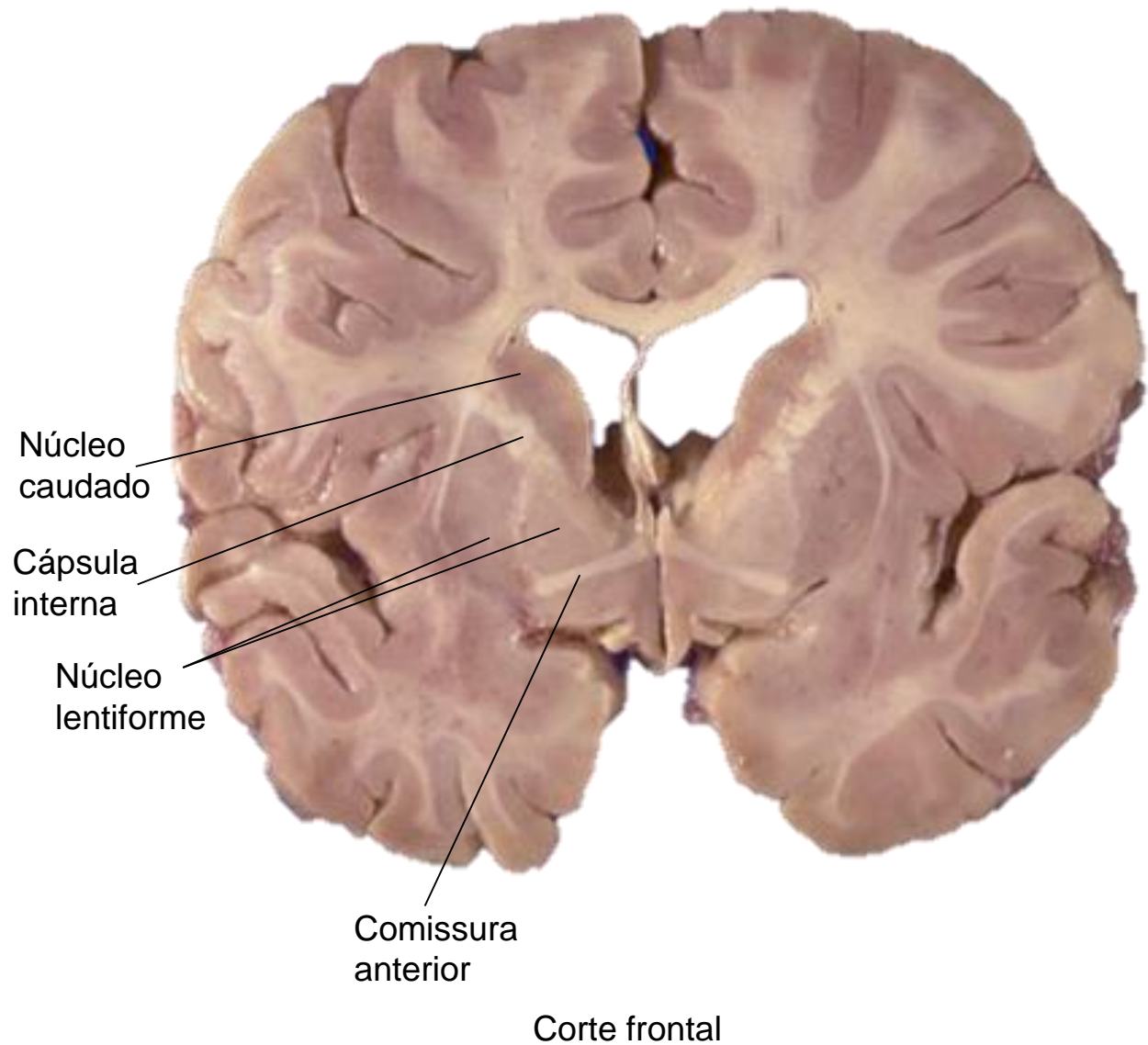
Núcleos específicos (relê): com projeção para regiões específicas do córtex cerebral (todos os outros núcleos talâmicos)





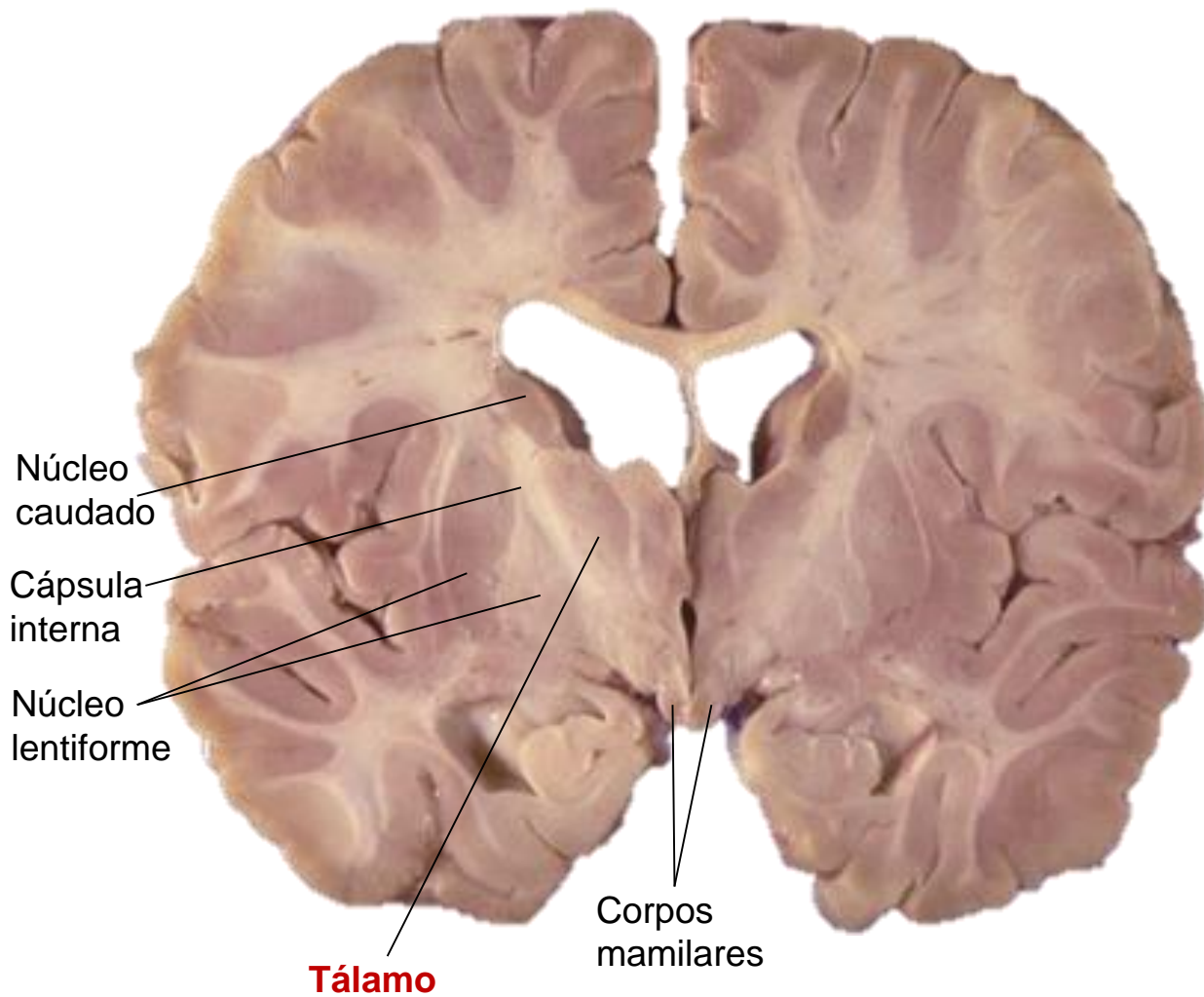
Em cortes coronais (frontais), nem sempre o tálamo pode ser visualizado, já que ele tem sua extremidade anterior imediatamente atrás do forame interventricular e sua extremidade posterior (pulvinar) termina abaixo do esplênio do corpo caloso



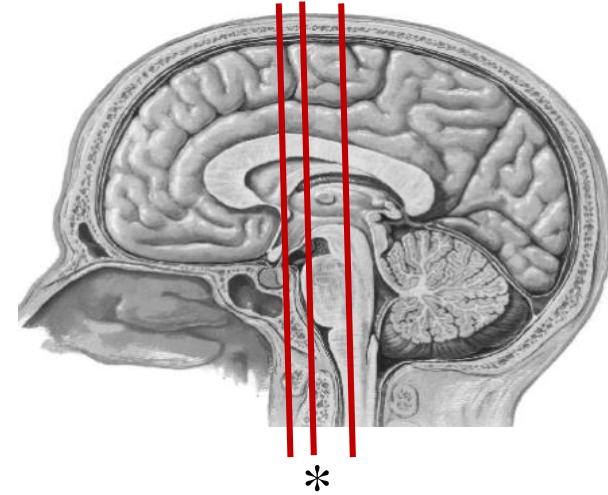


Em um corte frontal passando pela *comissura anterior* são visualizados os núcleos caudado e lentiforme, com a cápsula interna entre eles, mas o tálamo **não** pode ser visto.

Anterior ao Tálamo

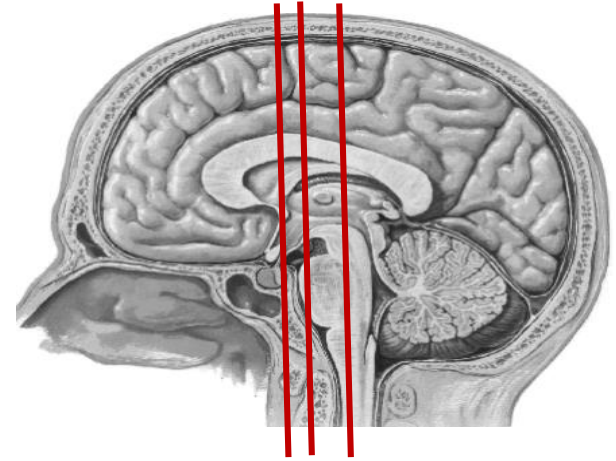
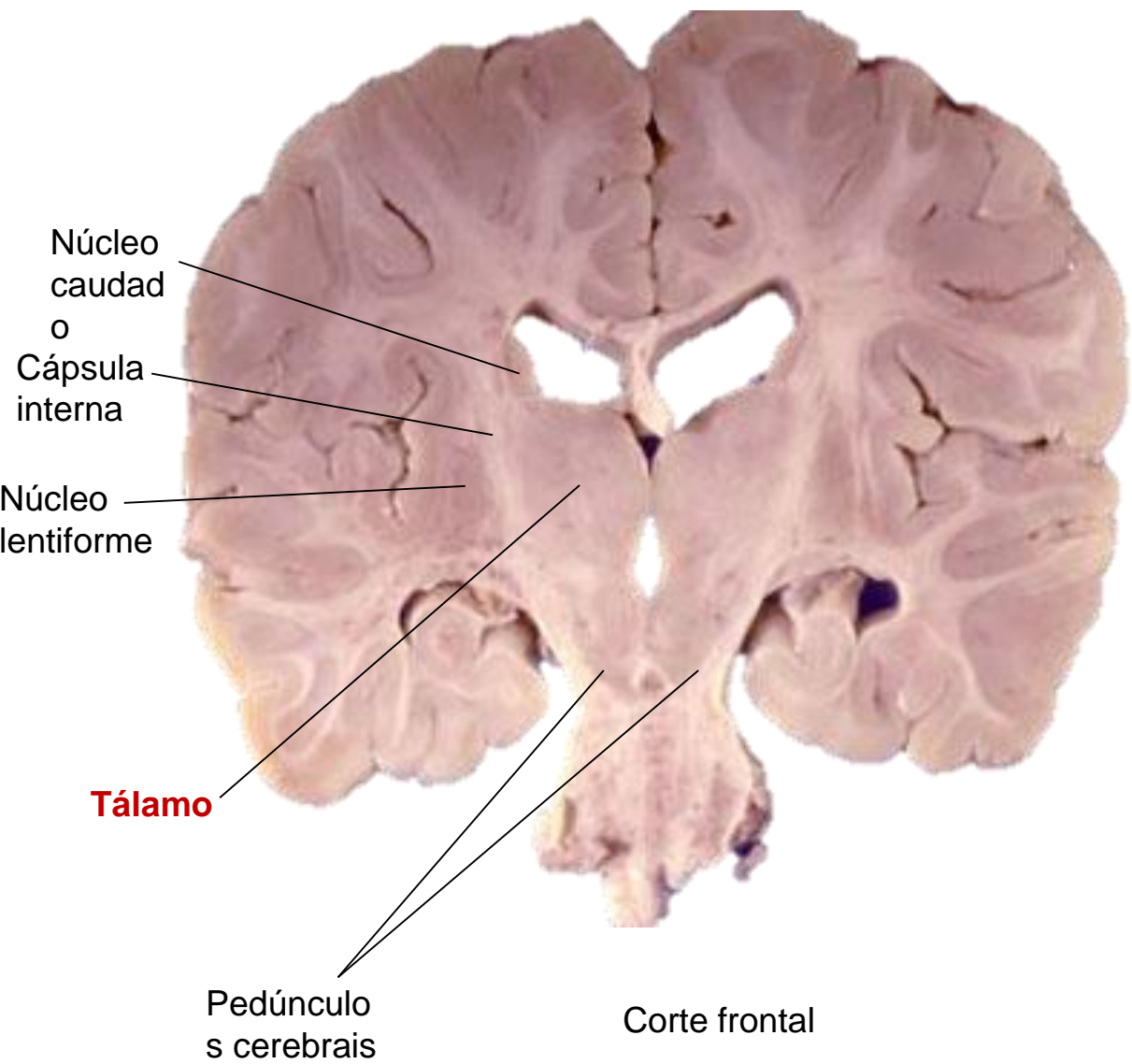


Corte frontal



Em um corte frontal passando pelos *corpos mamilares*, ou seja pouco posterior ao visto na página anterior, também são visualizados os núcleos caudado e lentiforme (separados pela cápsula interna), mas agora o tálamo já pode ser visto, medialmente à cápsula interna.

Tálamo



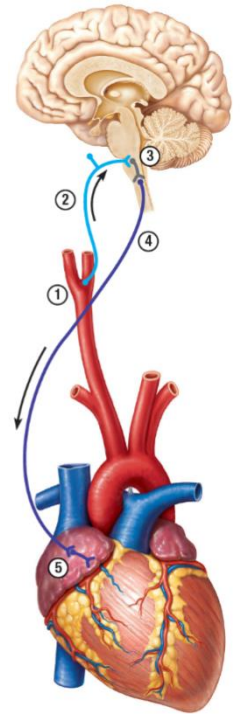
*
Em um corte frontal ainda mais posterior, passando pelos *pedúnculos cerebrais*, os núcleos caudado e lentiforme ainda são vistos (separados pela cápsula interna) e o tálamo pode ser visualizado no ponto de seu maior diâmetro.

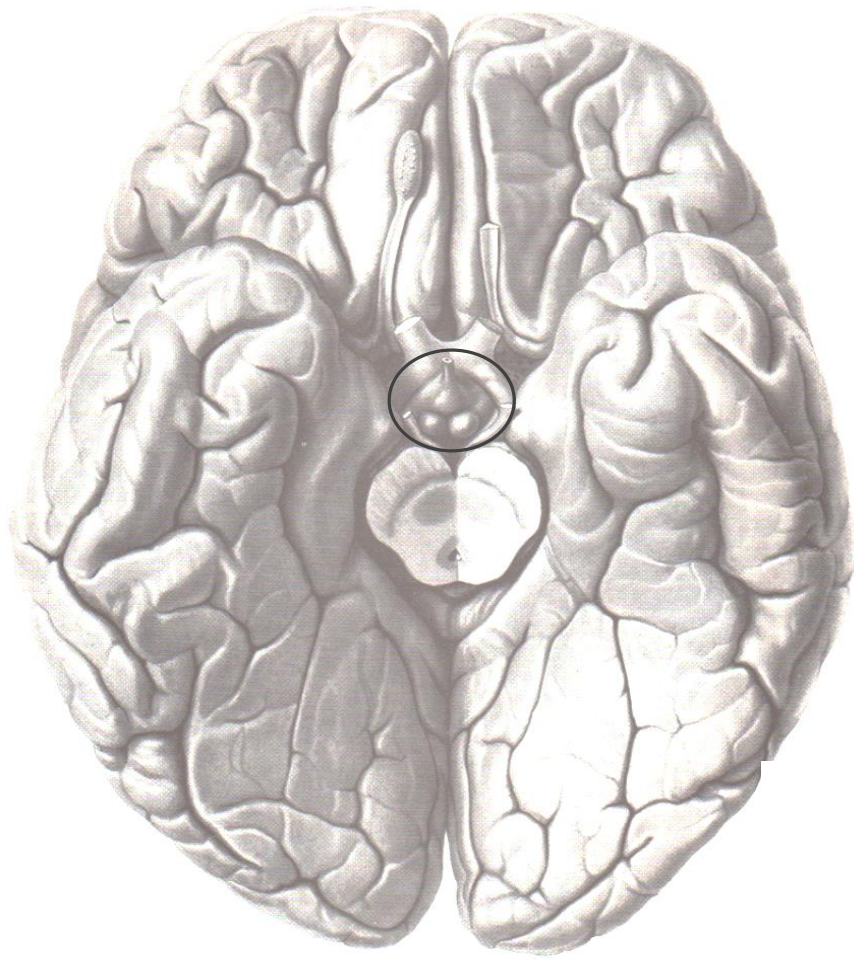
Tálamo



O **hipotálamo**, mesmo sendo a segunda divisão mais extensa do diencefalo, ocupa uma região muito pequena dentro do cérebro. Ainda assim está envolvido em variadas funções, como:

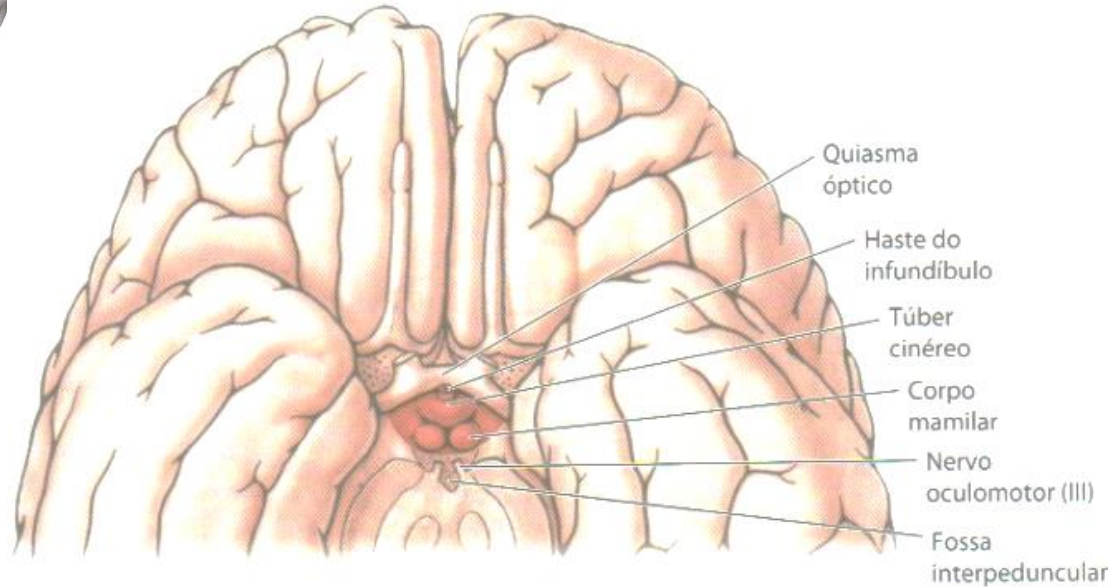
- Controle da atividade visceral
- Regulação da temperatura
- Controle emocional
- Regulação do sono / vigília
- Regulação da fome / sede
- Regulação da diurese
- Regulação do metabolismo
- Regulação da adenohipófise



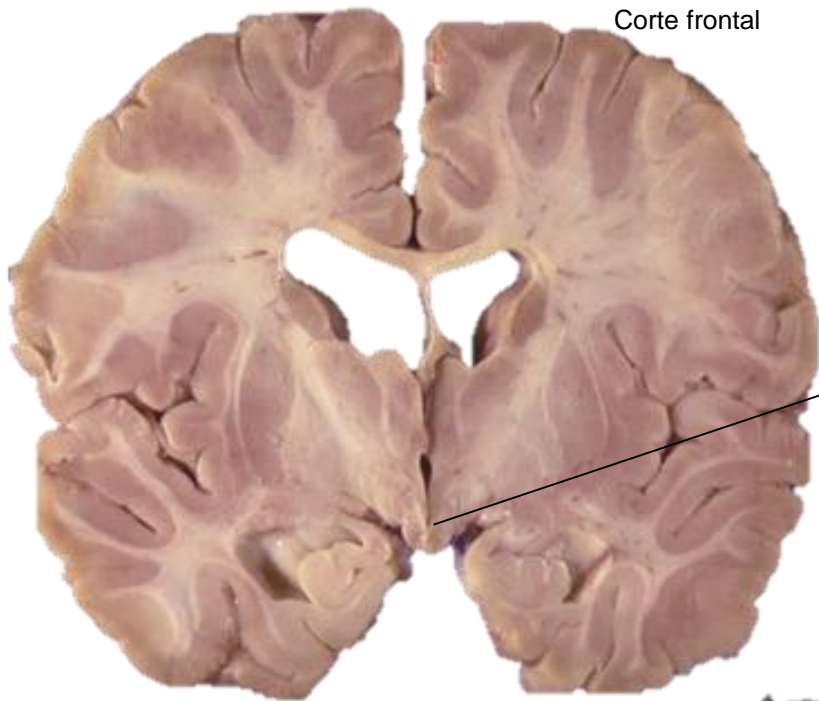


Hipotálamo – vista inferior do encéfalo

O hipotálamo é a única parte do diencefalo que pode ser visualizada sem a necessidade de cortes no encéfalo. Assim mesmo, somente pode ser visto parcialmente, em uma vista inferior do encéfalo.



Corte frontal



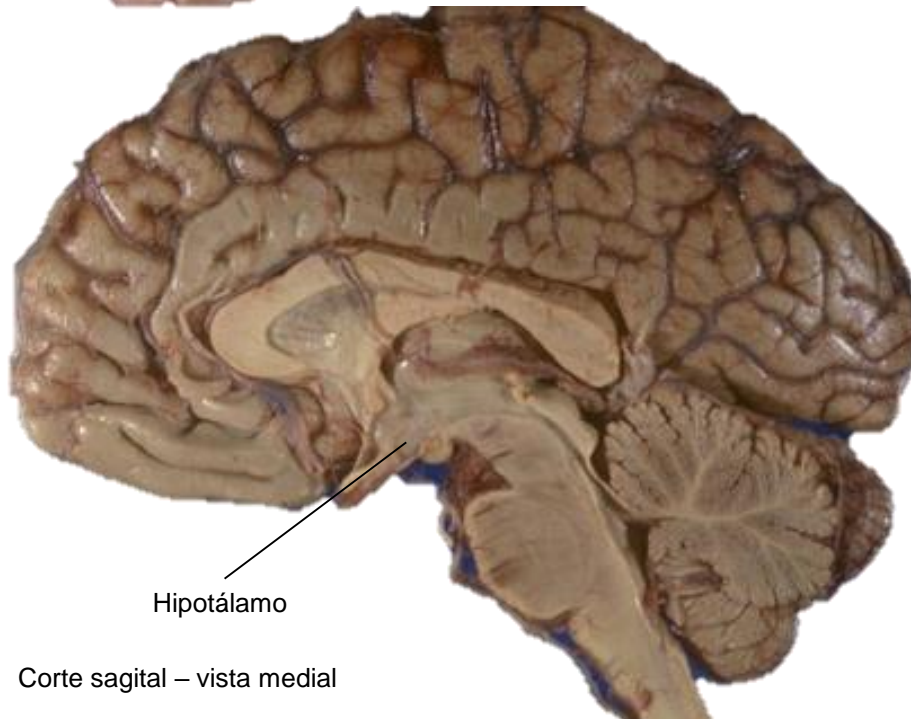
Hipotálamo

O hipotálamo é composto de duas metades simétricas, de cada lado do terceiro ventrículo, abaixo do sulco hipotalâmico.

Seu limite lateral é a cápsula interna.

Juntamente com o tálamo, o hipotálamo compõe a parede lateral da cavidade do III° ventrículo.

Também participa da composição do assoalho desta cavidade ventricular.



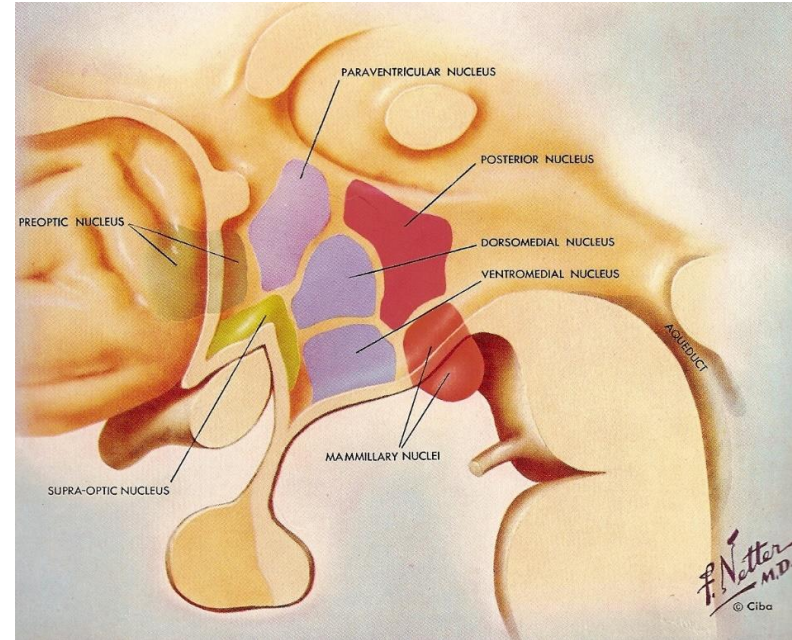
Hipotálamo

Corte sagital – vista medial

Os núcleos hipotalâmicos podem ser agrupados de quando se considera sua disposição anteroposterior ou mediolateral:

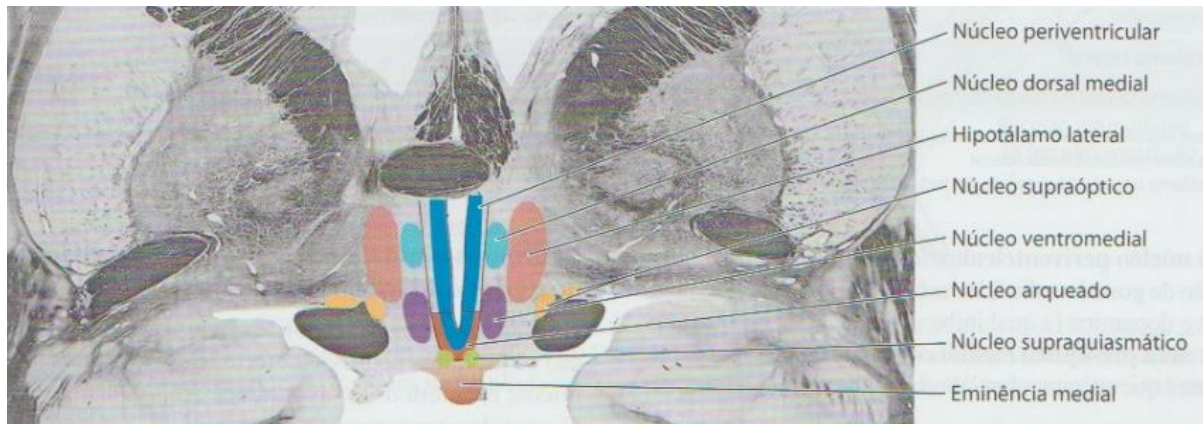
Mediolateral:

- Zona medial (núcleos pré-óptico, anterior, supraquiasmático, paraventricular, dorsomedial, ventromedial, arqueado e posterior)
- Zona lateral (núcleos pré-óptico, supraquiasmático, supraóptico, lateral, tuberomamilar e tuberais laterais)



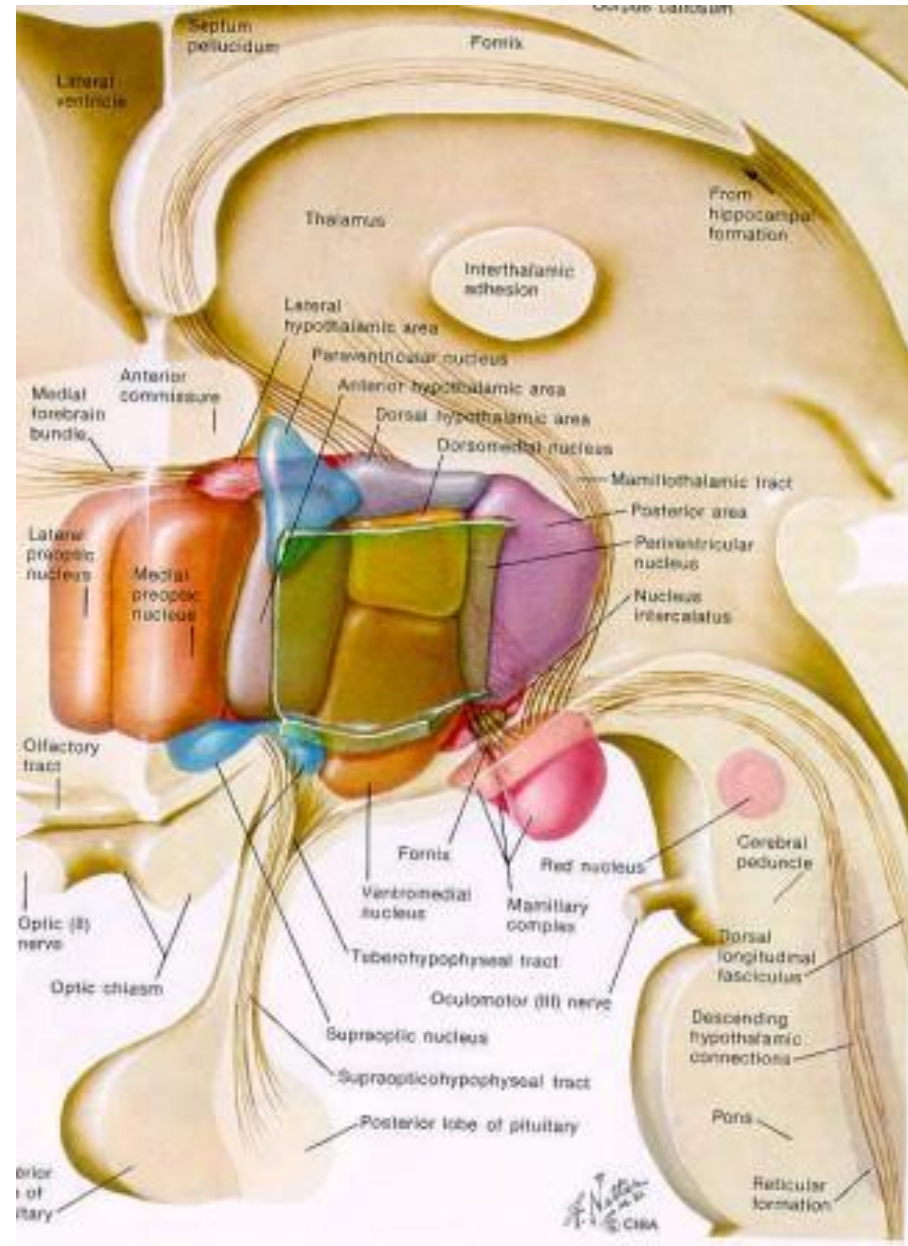
Anteroposterior:

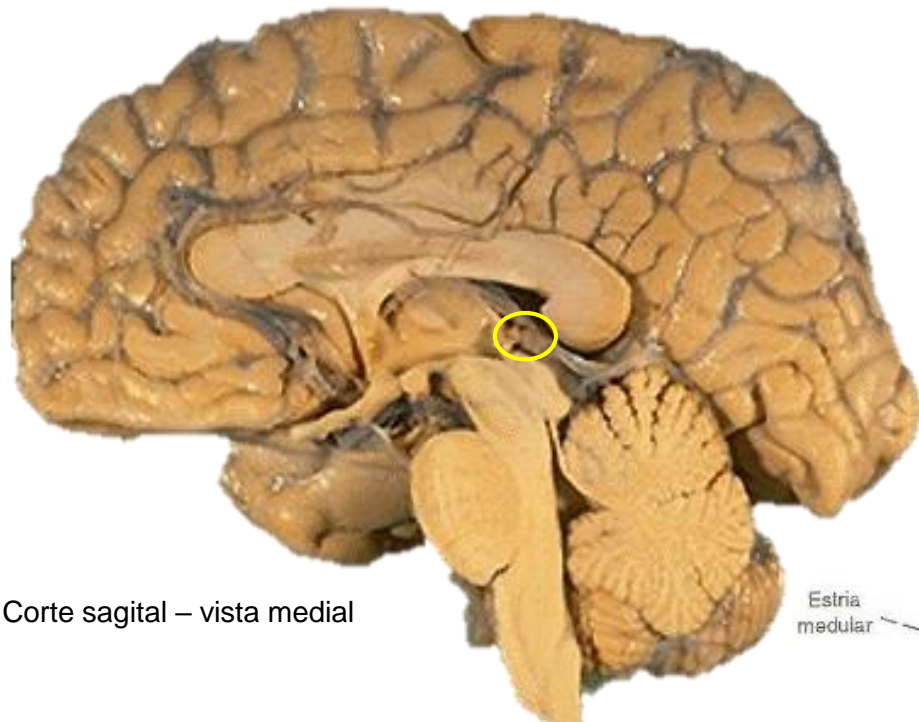
- pré-óptico
- supra-óptico
- túbero-infundibular
- mamilar





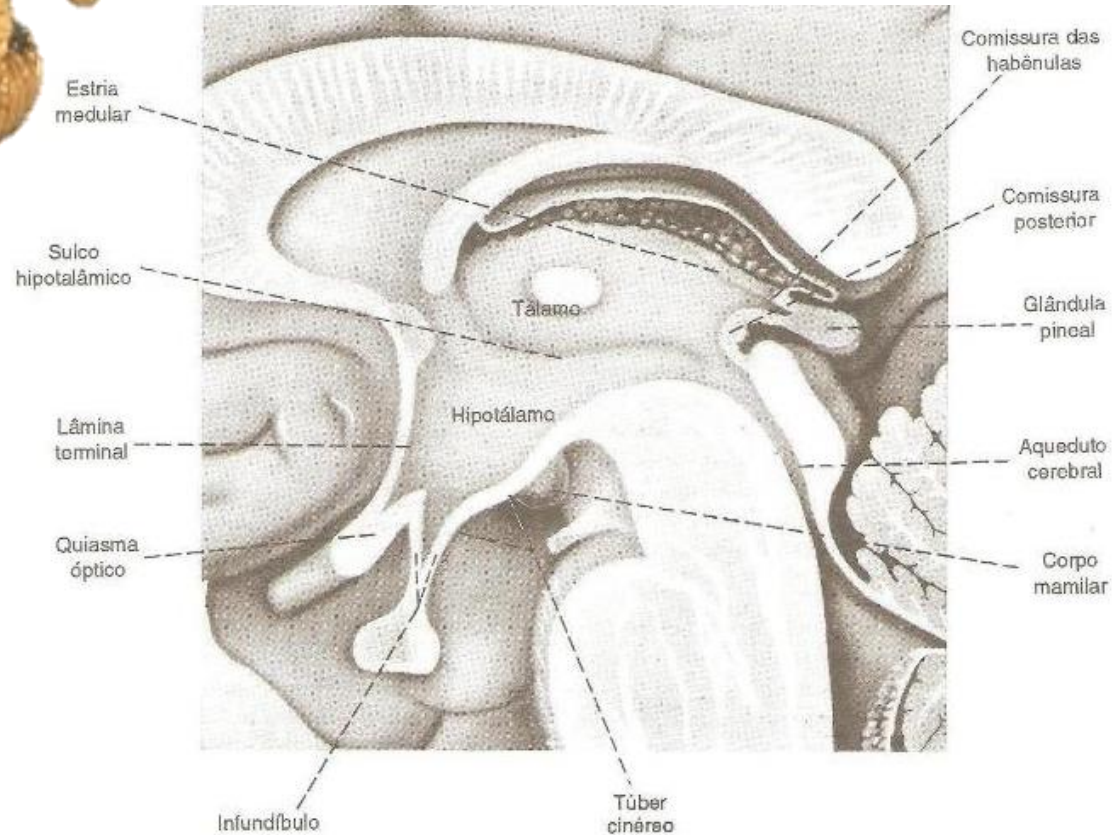
De fato, o hipotálamo corresponde a uma região muito pequena do encéfalo (no diencefalo), mas está implicado em numerosas funções e possui uma organização nuclear bastante complexa.



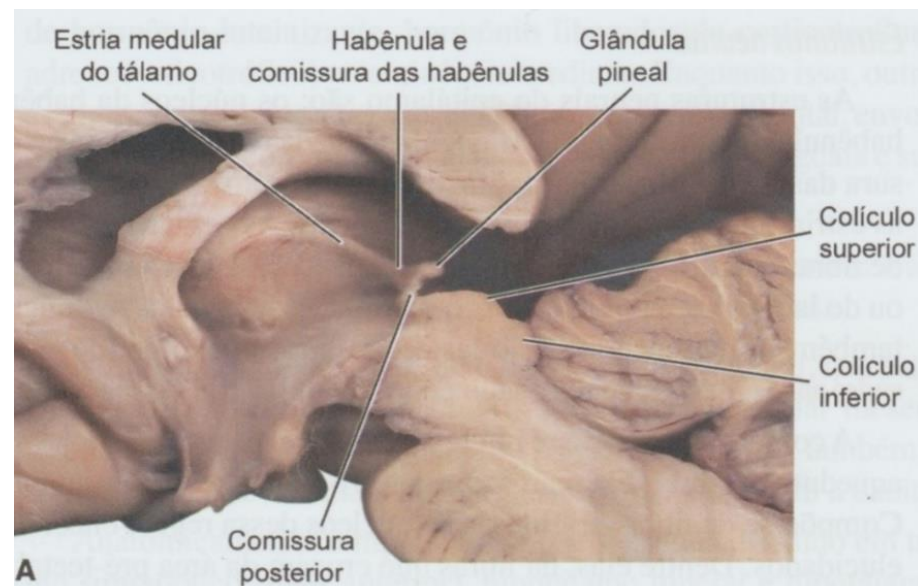


Corte sagital – vista medial

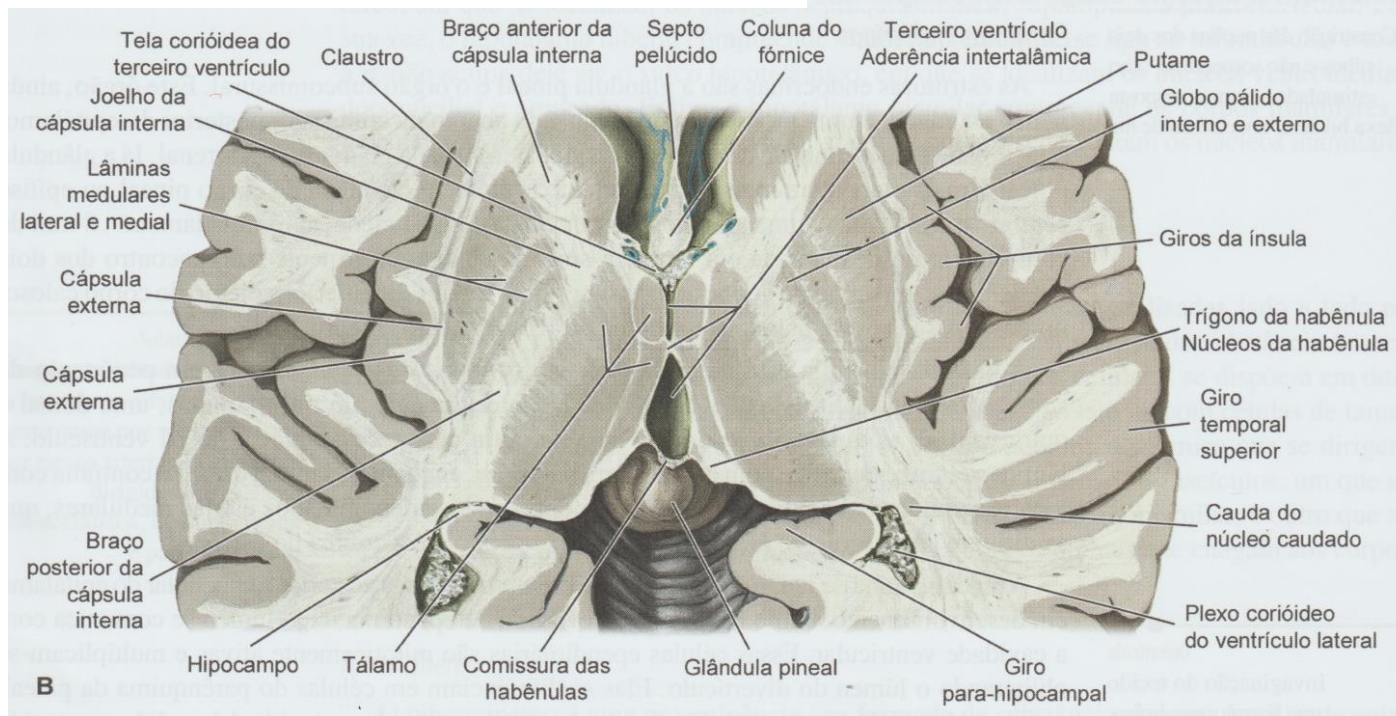
O **epitálamo** consiste nos núcleos habenulares e suas conexões, e na glândula pineal. Juntamente com a comissura posterior, forma a parede posterior da cavidade do terceiro ventrículo.



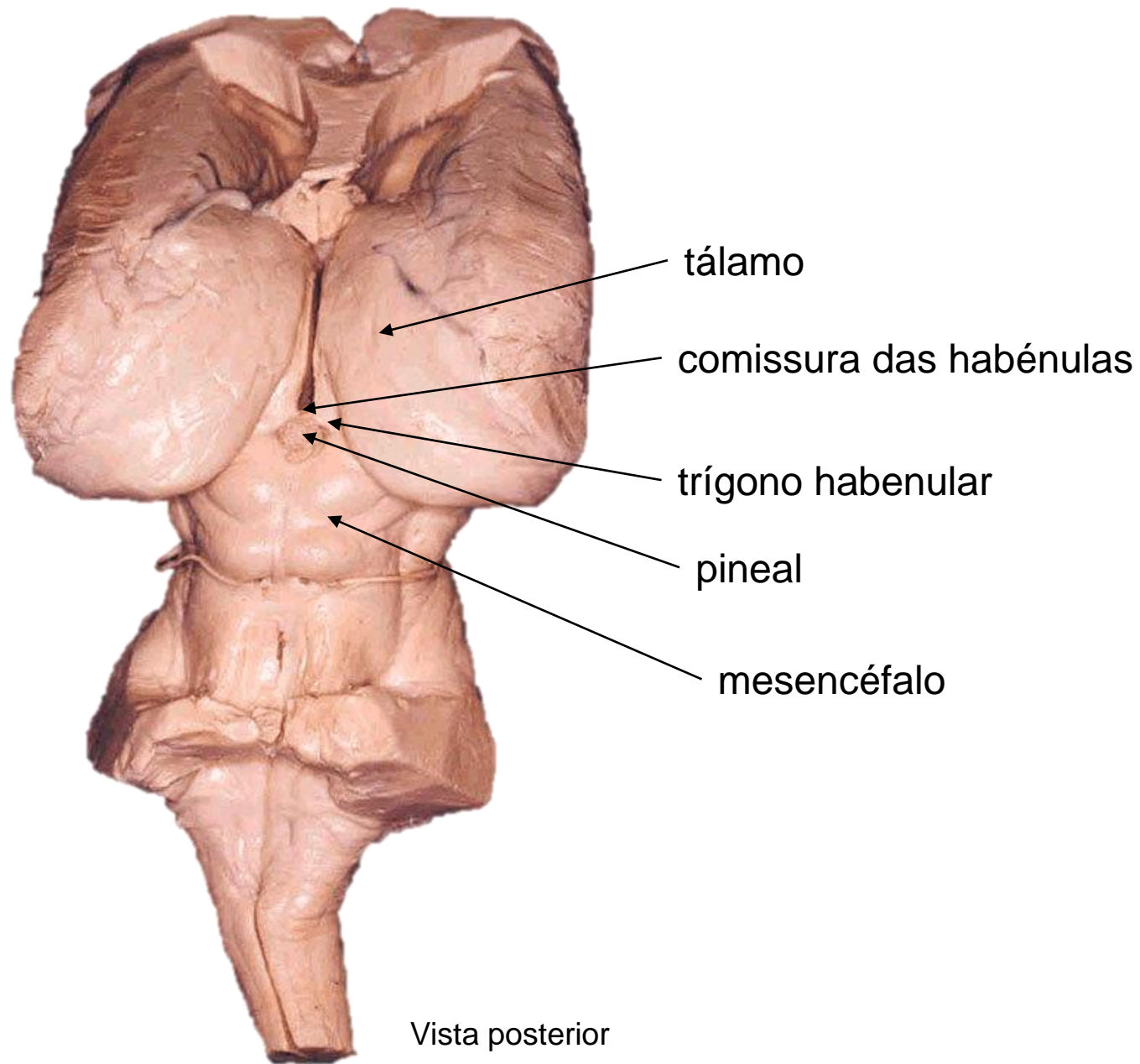
- Corpo pineal (ou epífise)
 - corresponde ao componente endócrino do epítalamo (hormônio melatonina)
 - Trígono habenular (contém os núcleos habenilares)
 - corresponde ao componente não-endócrino (pertence ao sistema límbico) – é um centro de integração de vias aferentes olfatórias, viscerais e somáticas
- Comissura da habênulas é um conjunto de fibras nervosas que interconecta os núcleos habenulares



Corte sagital



Corte horizontal



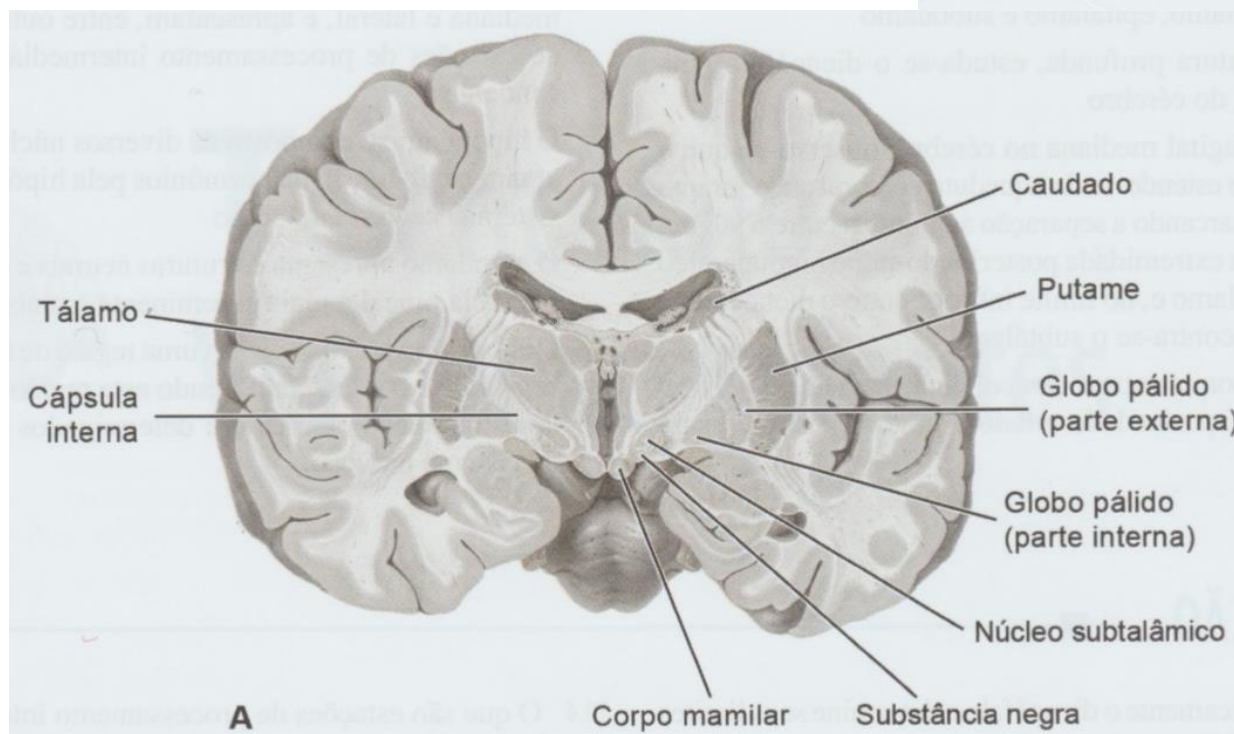
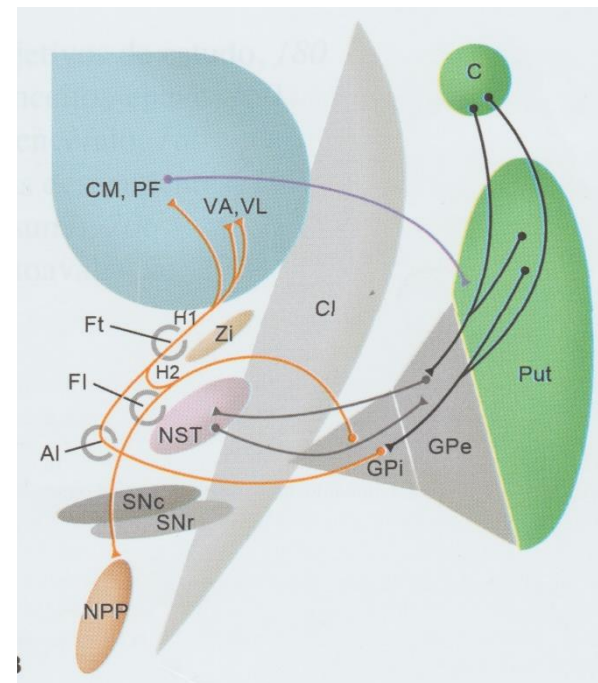
O **subtálamo** localiza-se inferiormente ao tálamo (zona de transição entre o tálamo e o tegmento mesencefálico) - abaixo do tálamo, entre hipotálamo e cápsula interna.

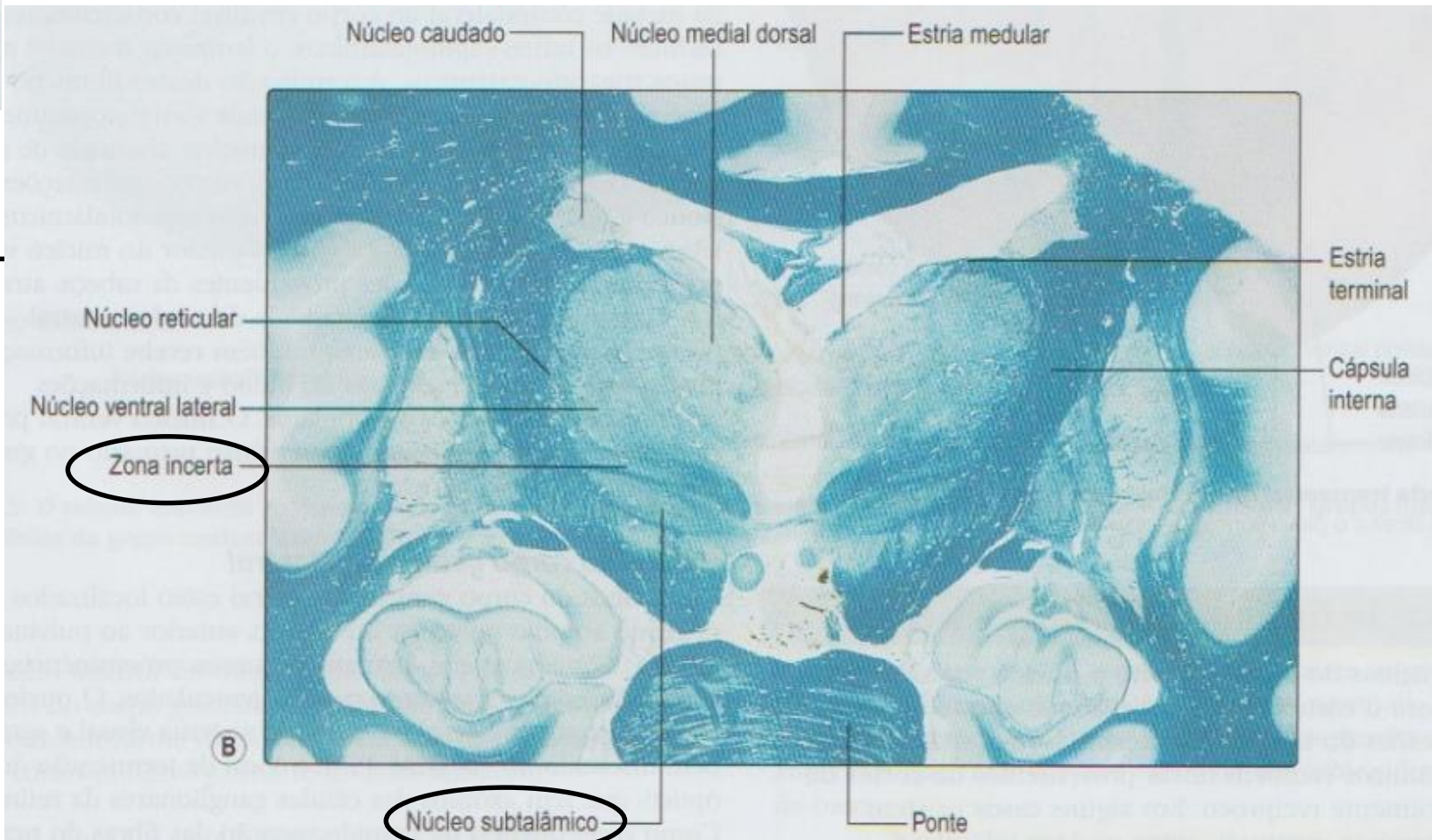
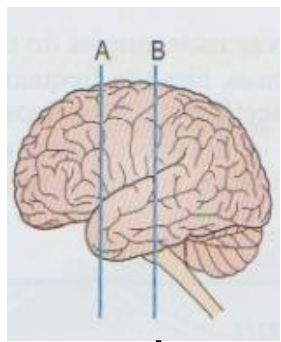
Sua estrutura é extremamente complexa.

É importante no controle motor, nos ajustes do movimento (extrapiramidal). Sua lesão, em especial do núcleo subtalâmico, não produz redução do movimento, mas um distúrbio do ajuste, denominado hemibalismo.

Composto pelo núcleo subtalâmico, zona incerta e núcleos dos campos de Forel.

É a única divisão do diencéfalo que não se relaciona com paredes do IIIº ventrículo (somente pode ser visto em secções, de preferência um *corte frontal, passando pelos corpos mamilares*)







Estudo dirigido
Diencéfalo

DIENCÉFALO

1. O diencéfalo é parte do _____, constituído de duas metades simétricas e quase completamente envolvido pelo _____.
2. O diencéfalo apresenta _____ subdivisões, que são _____, _____, _____ e _____.
3. Sem qualquer corte ou dissecação, somente uma parte do _____ pode ser visualizada, na face _____ do cérebro.
4. A cavidade do sistema ventricular relacionada com o diencéfalo é o _____.
5. Esta cavidade comunica-se com os ventrículos laterais pelos _____ e com o quarto ventrículo pelo _____ do _____.
6. O _____ ventrículo apresenta as seguintes estruturas compondo seus limites:
Teto: _____ e _____ coróide.
Paredes laterais _____ e _____. Percorridas pelo sulco _____.
Parede anterior: _____ anterior, _____ do _____ e lâmina _____, estruturas telencefálicas.
Assoalho: _____ óptico, _____ e _____ mesencefálico.
Parede posterior: _____ posterior e _____.
7. A maior divisão do diencéfalo é o _____. Ele compõe parte da parede lateral do _____ ventrículo. Suas duas metades frequentemente são unidas pela _____ intertalâmica, composta por substância _____.
8. A extremidade anterior do tálamo denomina-se _____, enquanto sua extremidade posterior é o _____.

9. Entre as faces medial e superior do tálamo está a _____ medular do _____.
10. O tálamo está envolvido na retransmissão dos principais sistemas _____, no controle da _____, no comportamento _____ e no grau de _____ do _____.
11. O tálamo apresenta vários agrupamentos nucleares, nomeados a partir da posição em relação à lâmina _____.
12. Os núcleos talâmicos podem ser classificados do ponto de vista funcional geral em _____ (intralaminares e reticulares) e _____ ou relê (todos os outros núcleos talâmicos).
13. Em cortes coronais do cérebro, nem sempre o tálamo pode ser visualizado. Em um corte coronal passando pela comissura anterior, o tálamo () é () não é visualizado. Já um corte coronal através do corpo mamilar, passa pelo tubérculo _____ do tálamo, enquanto um corte coronal pelo pedúnculo cerebral () secciona () não secciona o tálamo.
14. O _____ é a única divisão do diencefalo que pode ser visualizada sem a necessidade de cortes no cérebro, que pode ser visto em uma vista _____.
15. Controle da função visceral, regulação da temperatura, da fome e da sede, controle da diurese, regulação da adeno-hipófise e do ciclo vigília-sono, além do controle emocional estão entre as funções do _____.
16. A cavidade ventricular relacionada ao hipotálamo é o _____ _____. Estruturas do hipotálamo ajudam a compor as paredes _____ e o _____ dessa cavidade.
17. As estruturas do hipotálamo que participam da composição do assoalho do terceiro ventrículo são, em ordem ântero-posterior, o _____ óptico, o _____ e o tuber _____.

18. O sulco _____ percorre a parede lateral da cavidade do _____ ventrículo, estende-se do forame _____ até a abertura superior do _____ do _____, e separa o _____ do _____.

19. A organização dos núcleos hipotalâmicos é complexa. Os núcleos do hipotálamo podem ser divididos de anterior para posterior em grupos pré-óptico, _____, túbero-infundibular e _____, ou em uma organização médio lateral em zonas _____ e _____.

20. O epitálamo é composto pelas _____, relacionadas com o sistema _____, e a glândula _____, pertencente ao sistema _____.

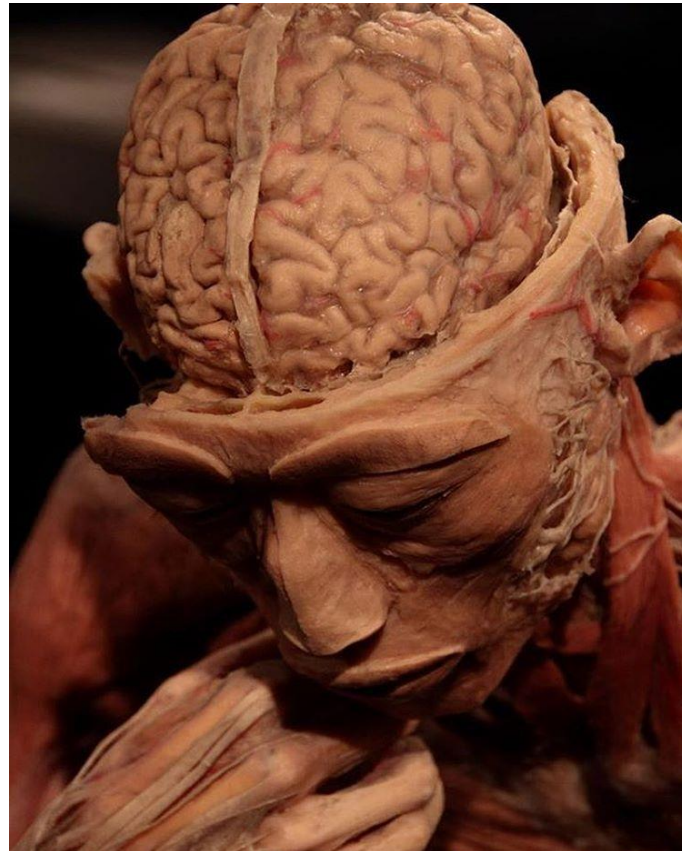
21. As estruturas do epitálamo, juntamente com a comissura posterior, compõem a parede _____ da cavidade do _____ ventrículo.

22. Abaixo do tálamo, entre o hipotálamo e a cápsula interna, está localizado o _____. Esta divisão do diencefalo está relacionada com o sistema _____, participando dos ajustes do _____.

23. O _____ é a única divisão do diencefalo que não participa da composição das paredes do terceiro ventrículo.

NEUROANATOMIA

Telencéfalo



Telencéfalo – Objetivos de aprendizagem:

- Conhecer as características morfológicas do telencéfalo.
- Descrever os principais sulcos e giros da superfície dos hemisférios cerebrais.
- Analisar as estruturas telencefálicas profundas em cortes, nos três planos anatômicos.
- Caracterizar o córtex cerebral e classificá-lo.
- Conhecer os agrupamentos de fibras nervosas da substância branca subcortical.



O **telencéfalo** é composto por dois hemisférios cerebrais, separados, quase completamente pela fissura longitudinal do cérebro.

O corpo caloso é a maior das comissuras cerebrais, composto por fibras que cruzam o plano mediano para comunicar regiões semelhantes dos dois hemisférios cerebrais.

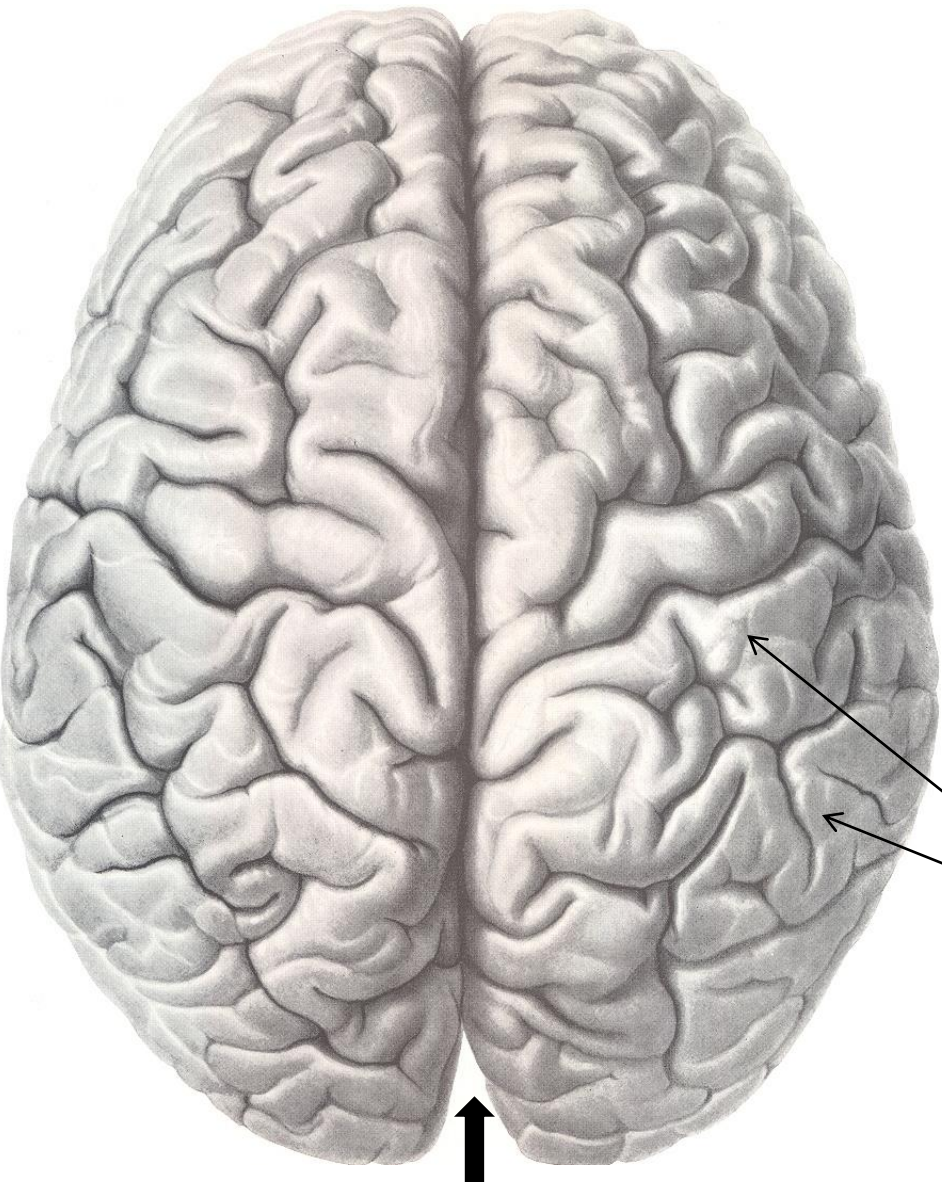
As cavidades ventriculares relacionadas com o telencéfalo são os ventrículos laterais. Cada um dos dois ventrículos laterais está localizado dentro de um hemisfério cerebral.

A superfície do telencéfalo não é lisa, mas pregueada em giros ou circunvoluções cerebrais.

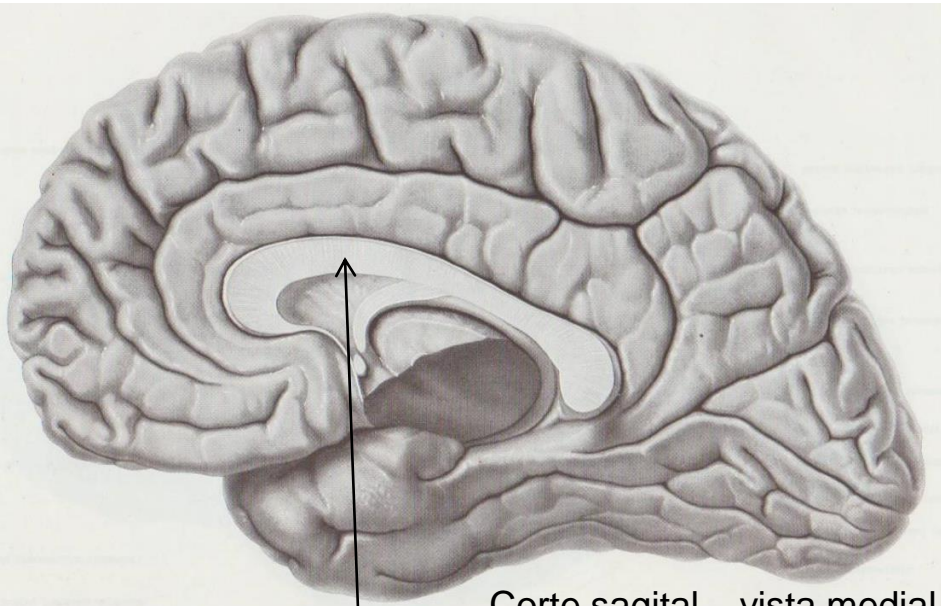
Os giros cerebrais são delimitados por sulcos. Sulcos mais profundos são denominados fissuras.



Vista superior do cérebro



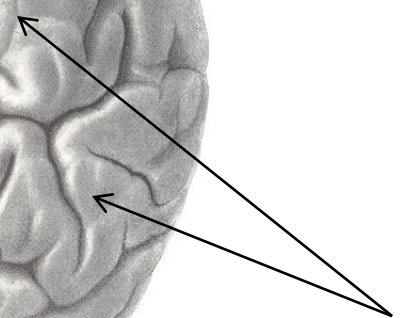
Fissura longitudinal



Corte sagital – vista medial

Corpo caloso

Sulcos cerebrais



As extremidades projetadas dos lobos cerebrais são denominadas polos
frontal
occipital
temporal

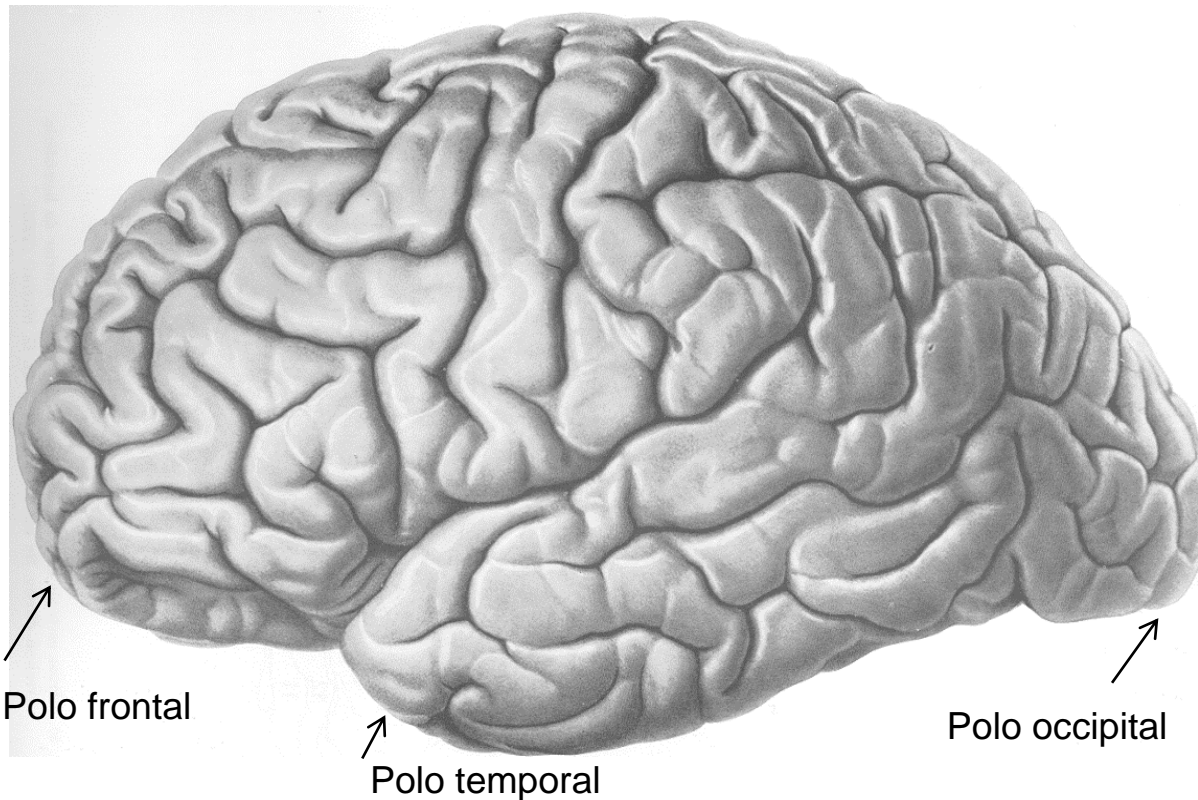
As faces do telencéfalo são:

súpero-lateral (convexa)

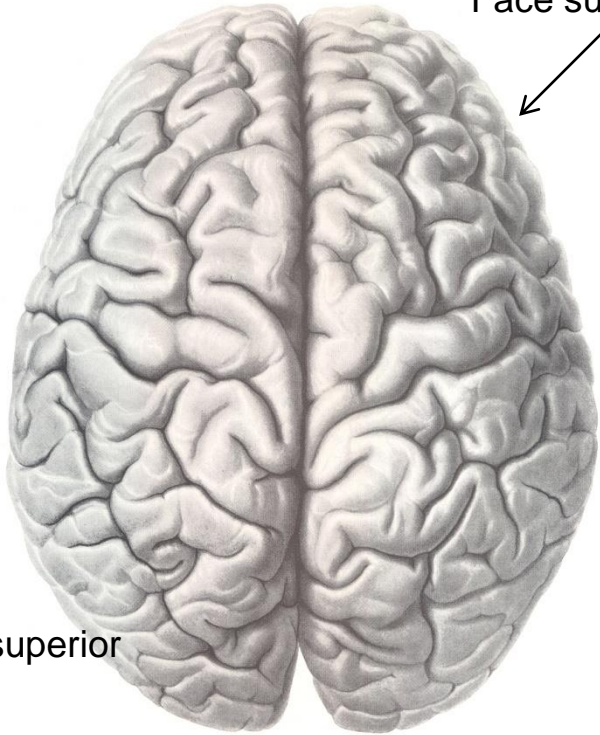
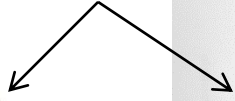
medial (plana)

inferior (base do cérebro)

assentada nas fossas anterior e média, e na tenda do cerebello



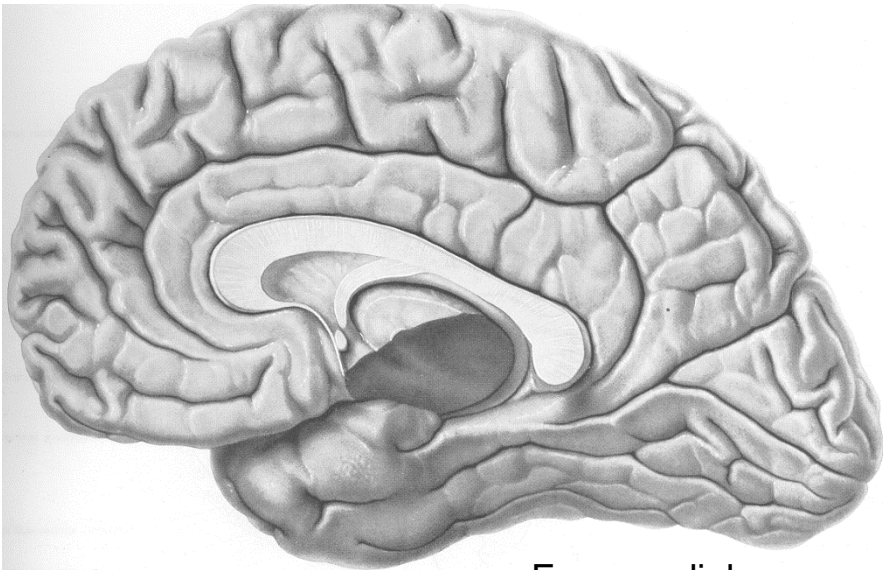
Face súpero-lateral



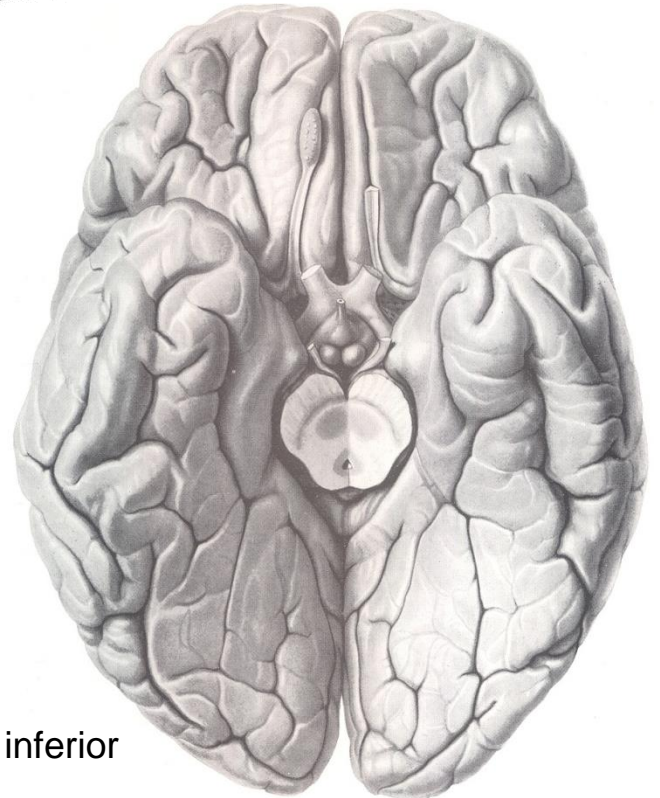
Vista superior



Vista lateral



Face medial

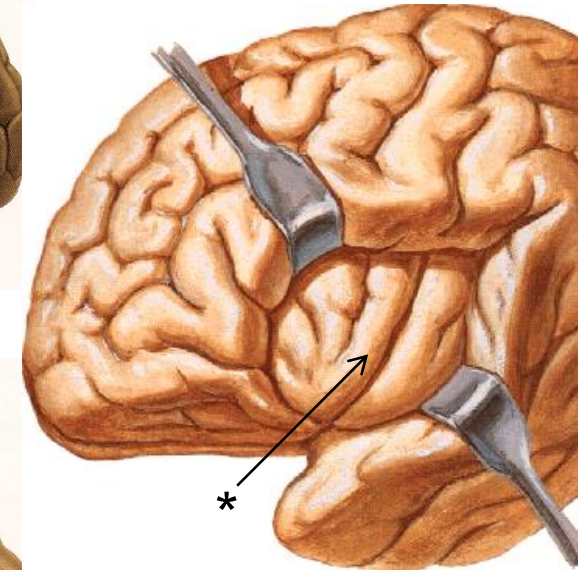
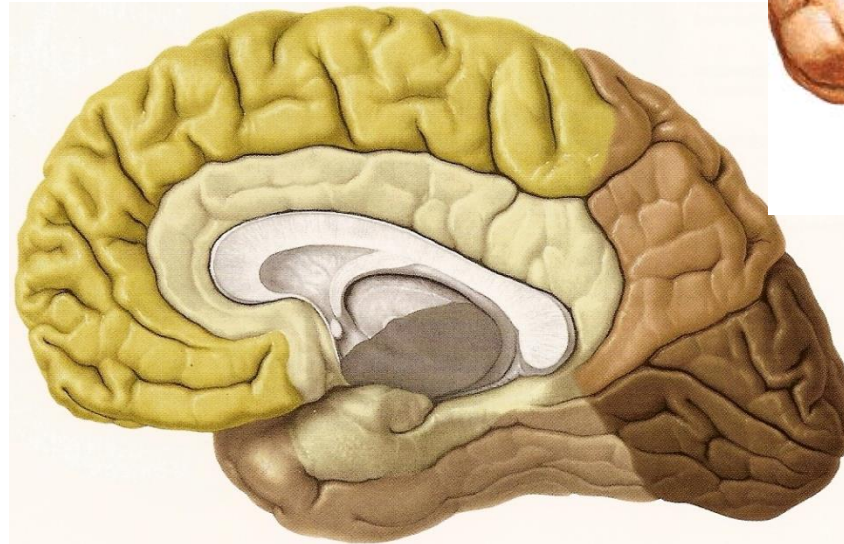
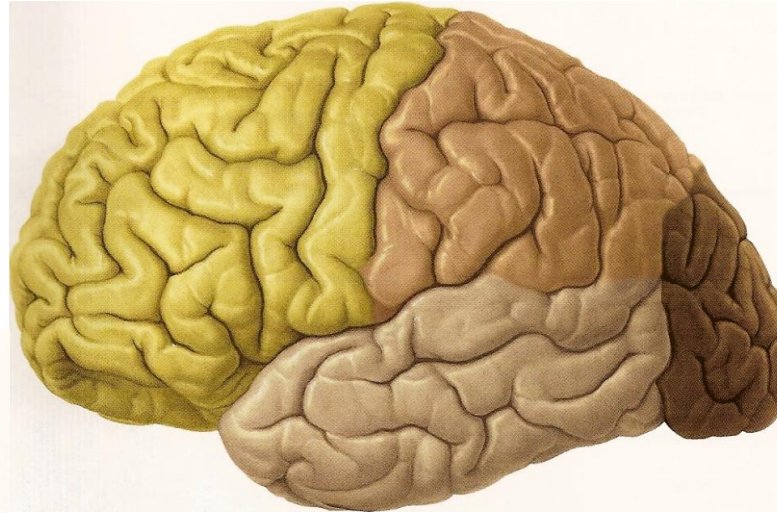


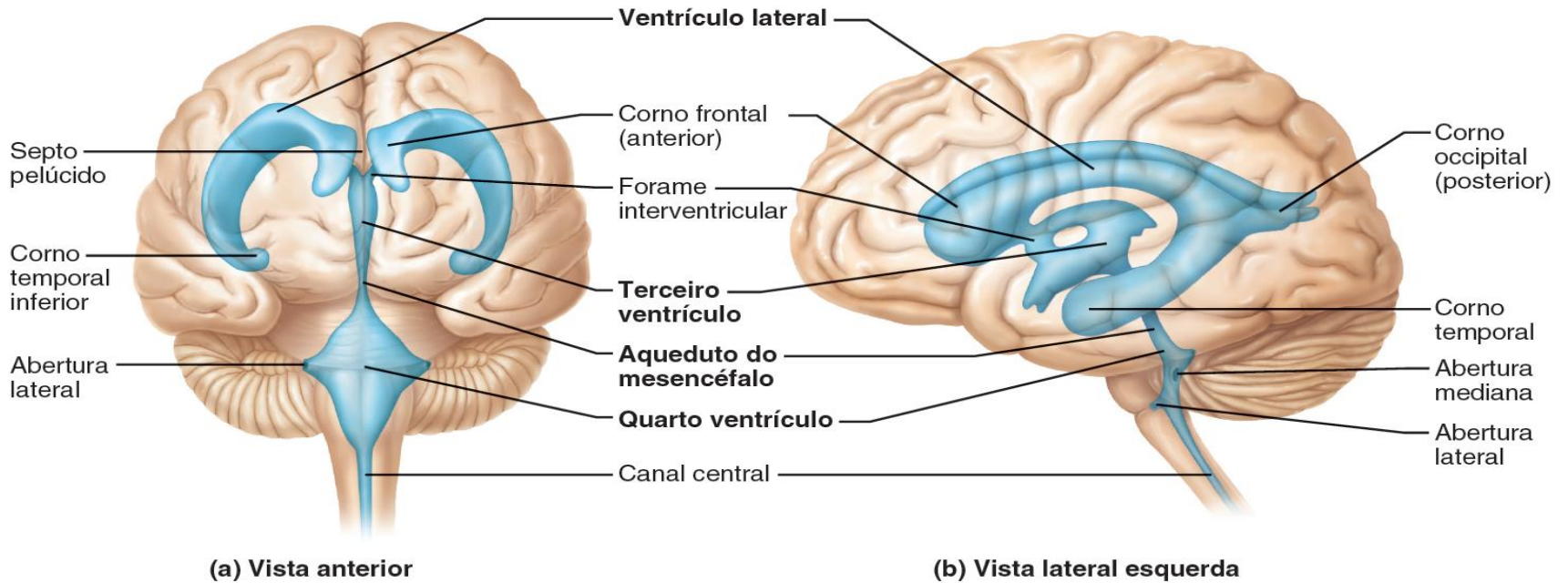
Face inferior

O telencéfalo pode ser subdividido em cinco lobos cerebrais. Cada lobo recebe seu nome de acordo com o osso do crânio que o recobre, exceto a ínsula que se encontra na profundidade da fissura lateral, longe da superfície óssea (é preciso afastar os lobos frontal e temporal na fissura lateral, para visualização da ínsula):

- frontal ○
- temporal ○
- parietal ○
- occipital ●
- ínsula *

a





Os ventrículos laterais apresentam distintas regiões denominadas:

corpo (parte central)

cornos

frontal (anterior)

occipital (posterior)

temporal (inferior)

O teto dos ventrículos laterais é composto pelo corpo caloso (exceto o corno inferior)

A superfície do telencéfalo não é lisa, mas pregueada em giros ou circunvoluções cerebrais. Essas dobras do tecido nervoso constitui uma estratégia evolutiva para ampliar a área do córtex cerebral sem que seja necessário o aumento correspondente do volume da caixa craniana.

Determinados giros cerebrais e sulcos são mais constantes e recebem nomes.



No lobo frontal, em sua face lateral, são vistos:

Giro frontal superior

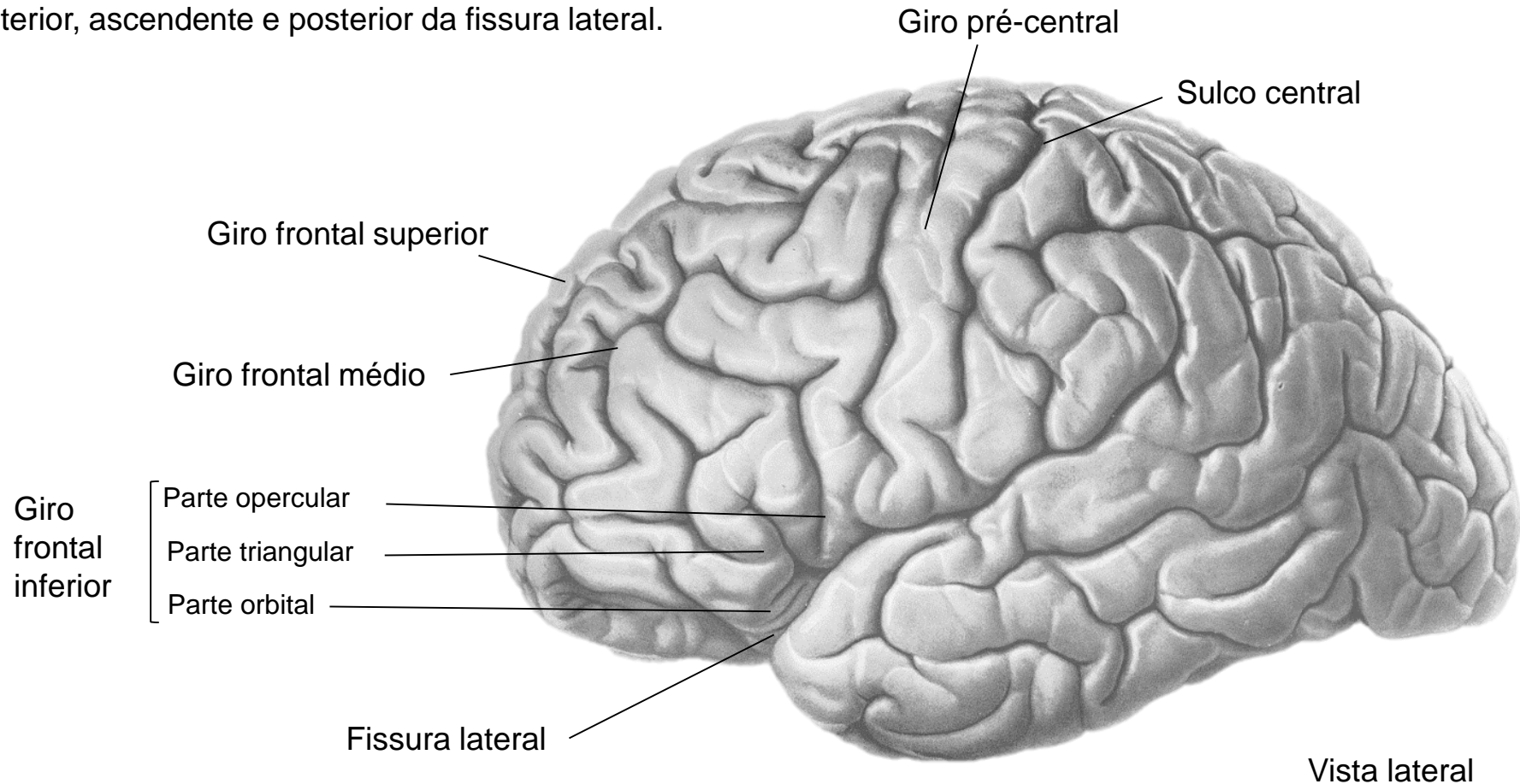
Giro frontal médio

Giro frontal inferior

Giro pré-central

O lobo frontal é separado do lobo parietal pelo sulco central e separado do lobo temporal pelo sulco ou fissura lateral.

O giro frontal inferior é subdividido em parte orbital, parte triangular e parte opercular, através dos ramos anterior, ascendente e posterior da fissura lateral.



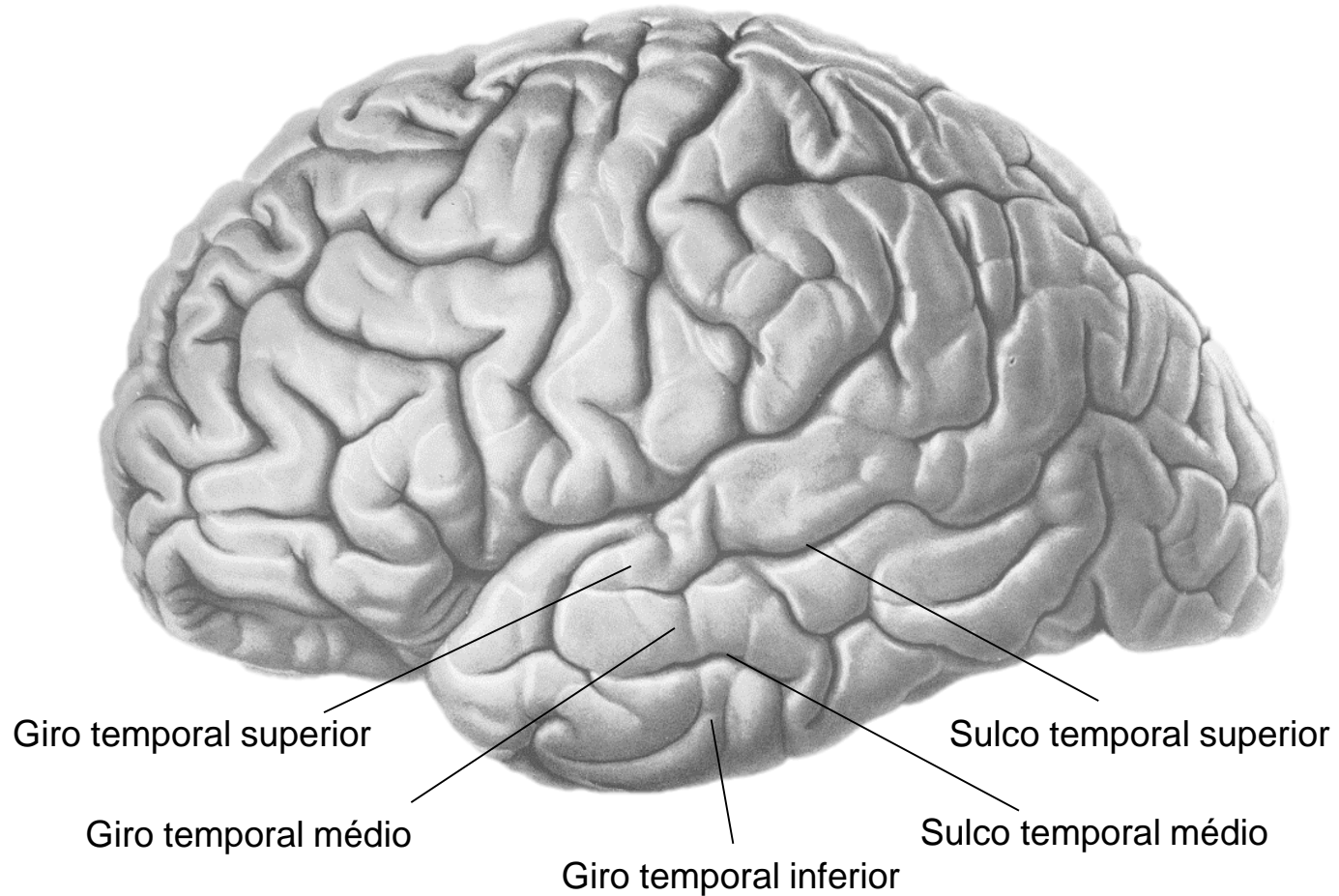
No lobo temporal, em sua face lateral, são vistos:

Giro temporal superior

Giro temporal médio

Giro temporal inferior

Entre os giros temporais superior e médio encontra-se o sulco temporal superior, enquanto entre os giros temporais médio e inferior está o sulco temporal médio.



No lobo parietal, em sua face lateral, são vistos:

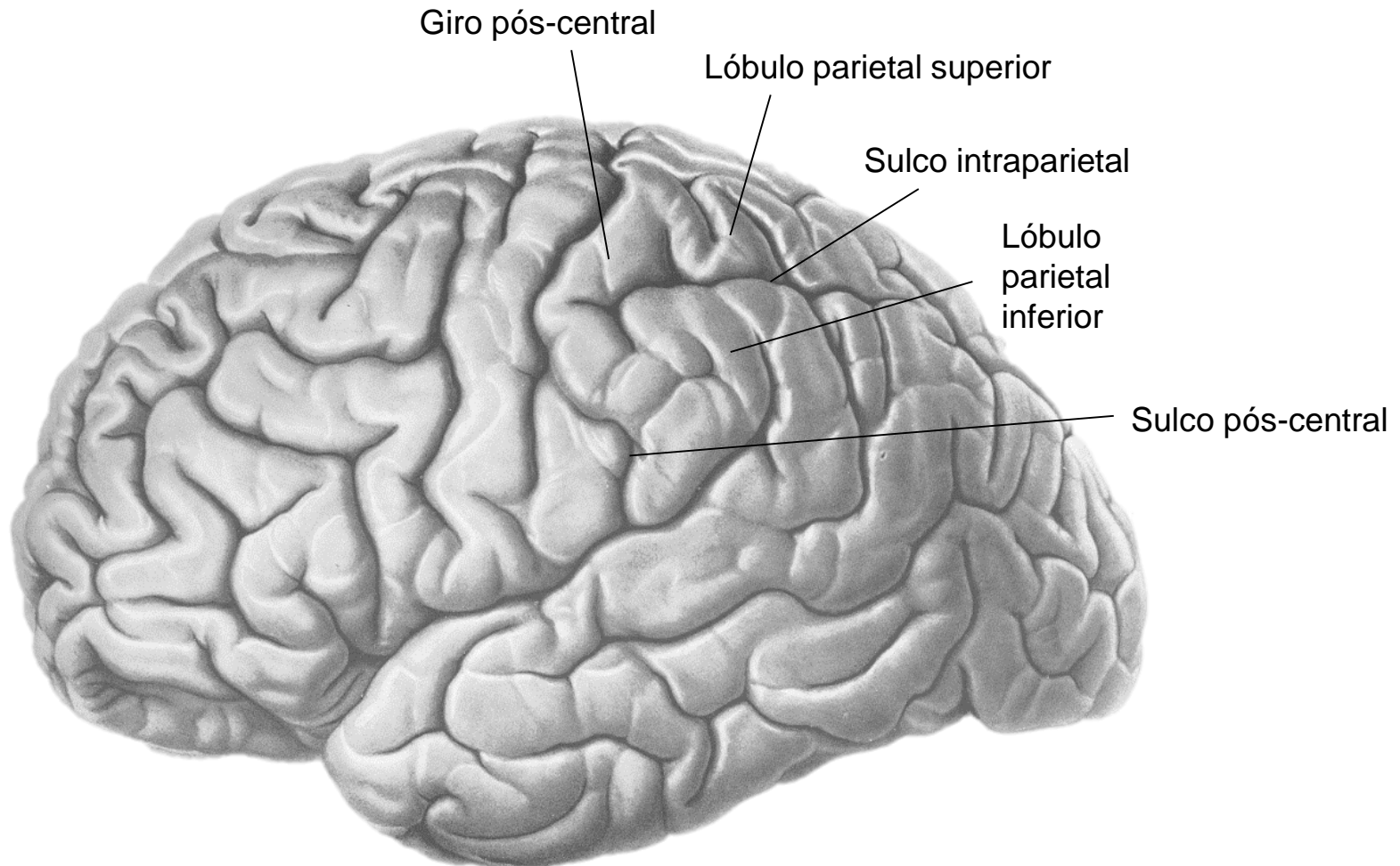
Lóbulo parietal superior

Lóbulo parietal inferior

Giro pós-central

Os lobulos parietais superior e inferior são separados pelo sulco intraparietal.

Posterior ao giro pós-central está o sulco pós-central.



Na face medial do hemisfério cerebral são vistos:

Giro frontal superior

Giro do cíngulo

Lóbulo paracentral (extremidades mediais dos giros pré e pós-central)

Giro do hipocampo (ou para-hipocampal) e unco (lobo temporal)

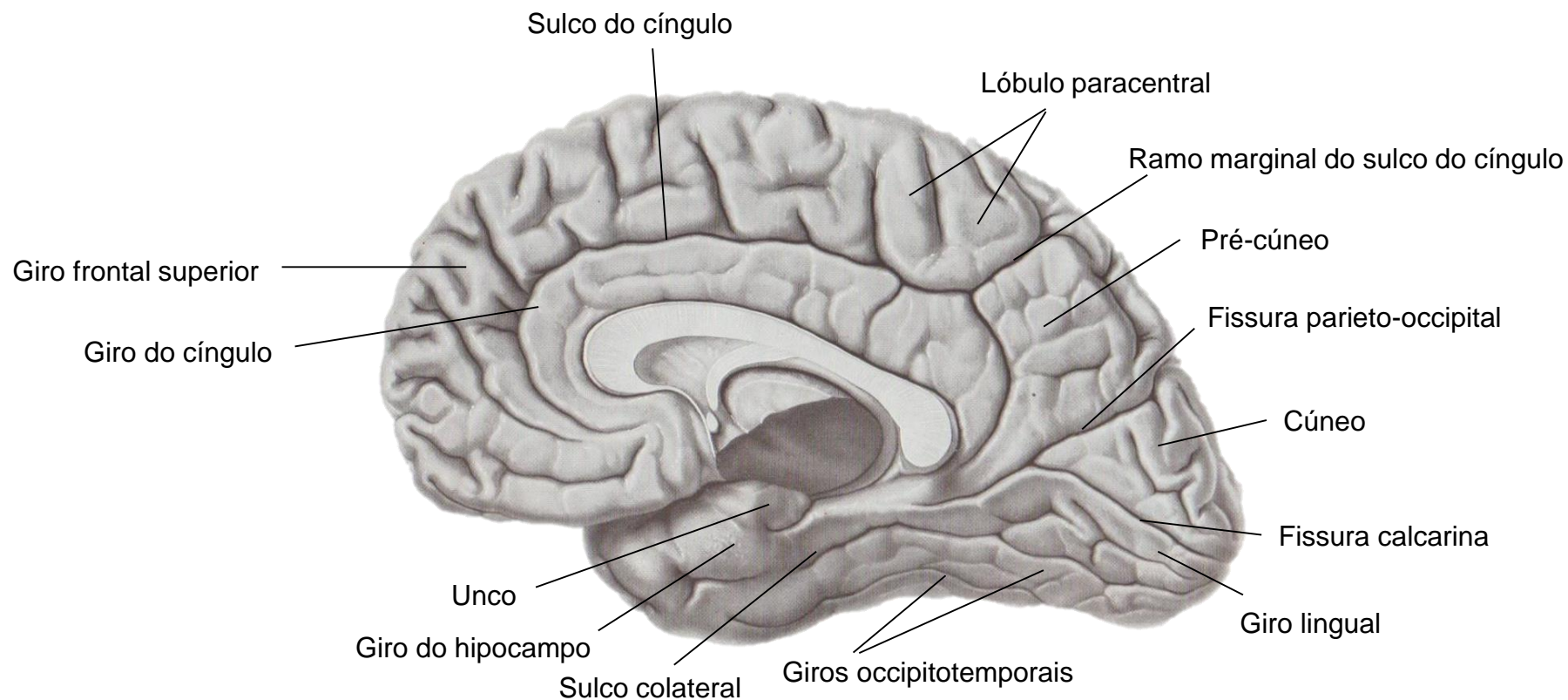
Giros occipitotemporais lateral e medial.

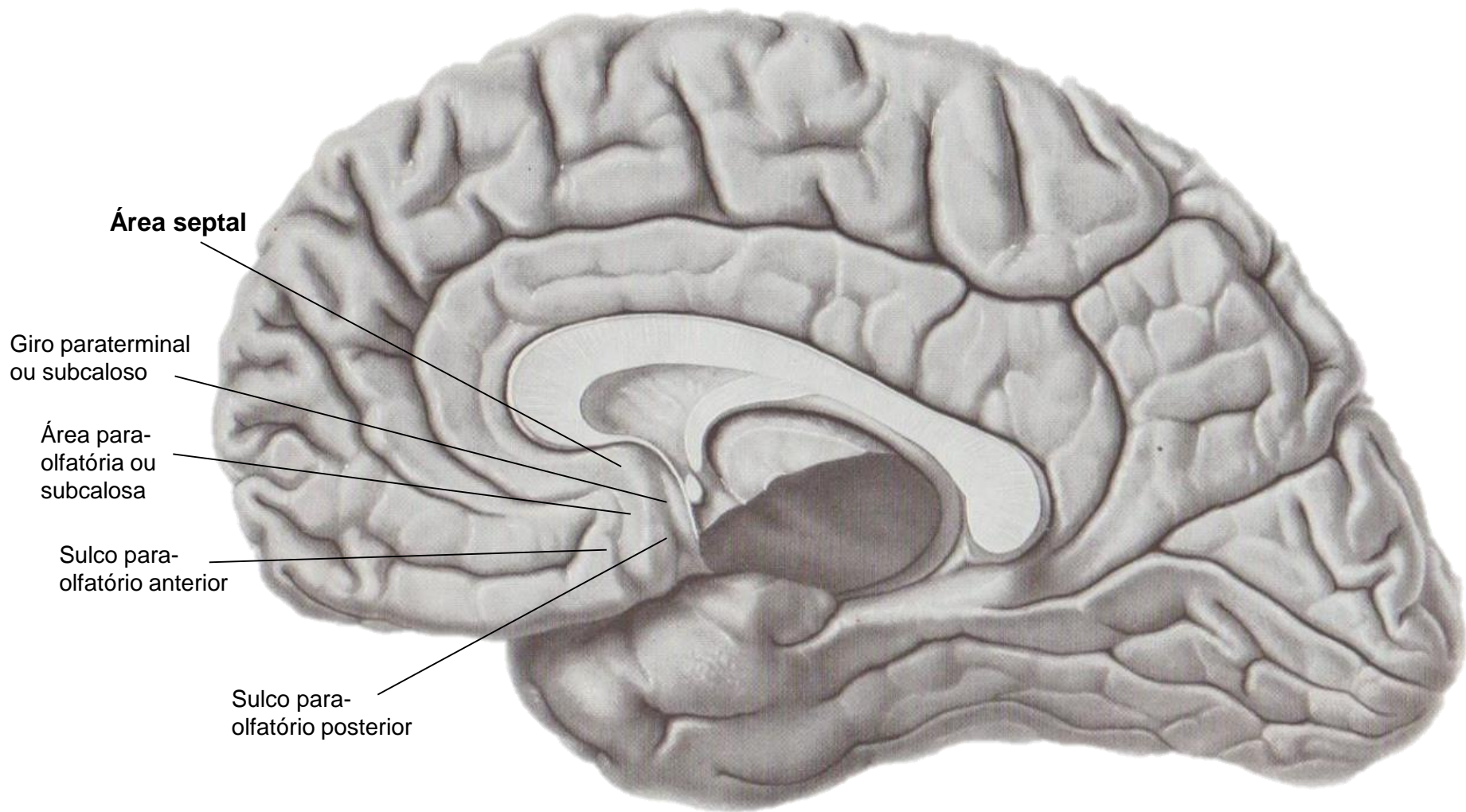
Fissura calcarina

Fissura parieto-occipital

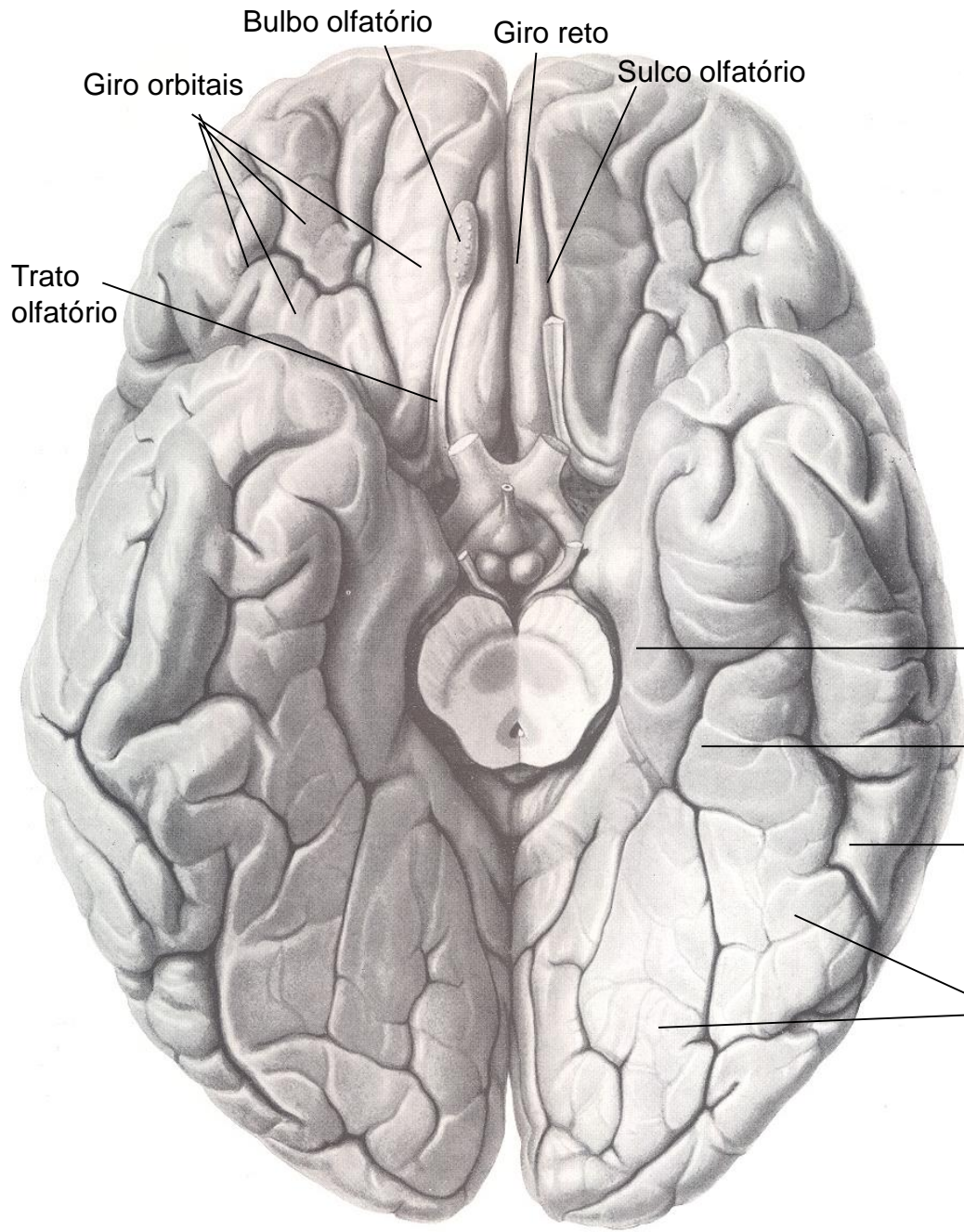
Cúneo (lobo occipital, entre fissuras parieto-occipital e calcarina)

Pré-cúneo (entre ramo marginal do sulco do cíngulo e fissura parieto-occipital, no lobo parietal)





Corte sagital
Vista medial
Tronco encefálico e diencefalo retirados



Na face inferior dos hemisférios cerebrais são vistos:

- Giros orbitais (mediais, laterais, anteriores e posteriores) e giro reto, separados pelo sulco olfatório, no lobo frontal
- Giro do hipocampo (ou para-hipocampal), no lobo temporal
- Giros occipitotemporais medial e lateral, entre lobos temporal e occipital.

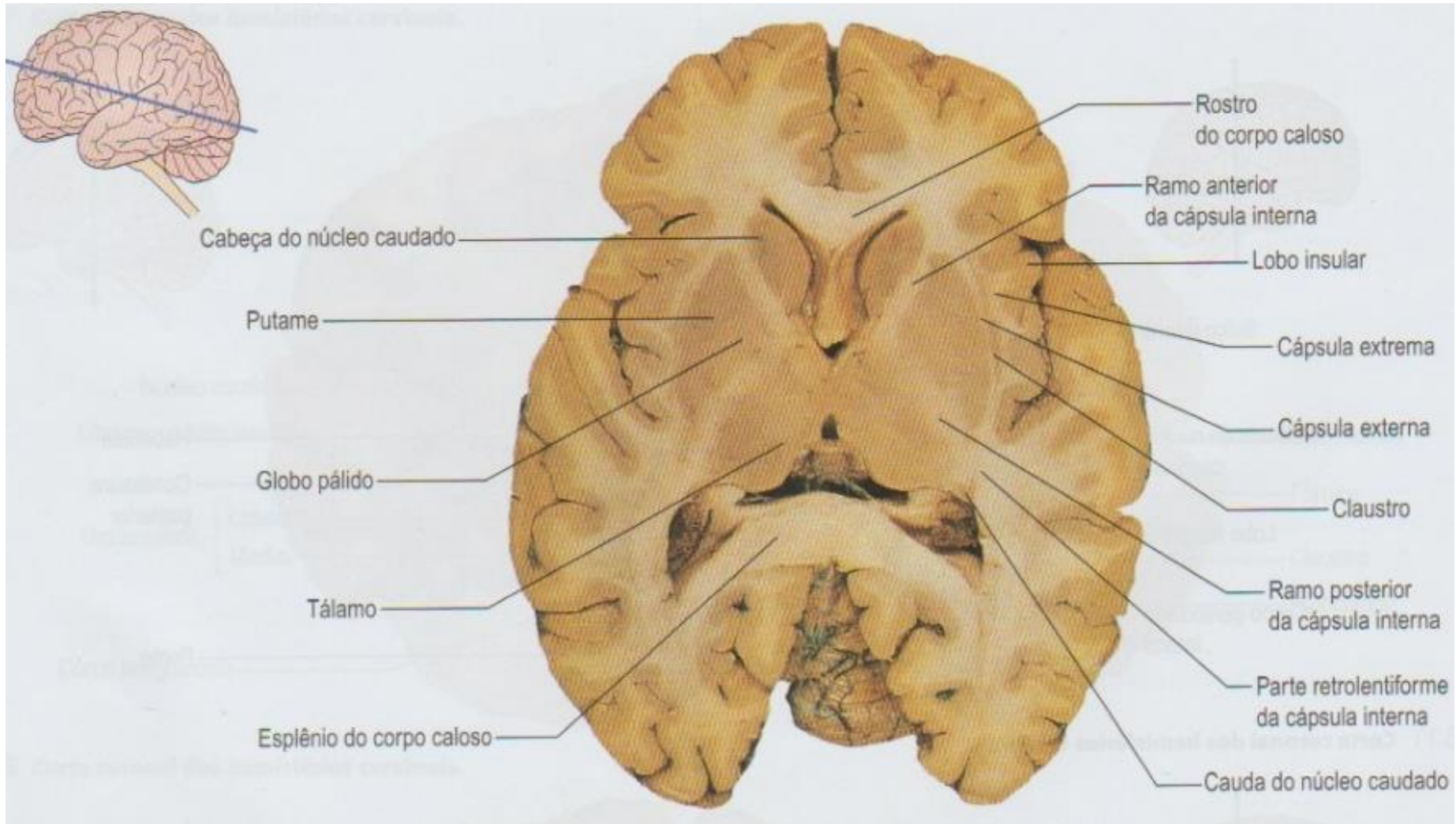
Giro do hipocampo

Sulco colateral

Sulco temporal inferior

Giros occipitotemporais

Cada um dos hemisférios cerebrais apresenta: o córtex cerebral (substância cinzenta organizada em camadas celulares, e localizada superficialmente nos hemisférios), a substância branca subjacente e os núcleos da base (substância cinzenta organizada em núcleos, situada profundamente nos hemisférios).



O córtex cerebral é subdividido, de acordo com critério filogenético, em alocórtex que, por sua vez, é subdividido em arquicórtex (relacionado com a memória e as emoções) e paleocórtex (dedicado ao olfato), e o neocórtex, ou isocórtex. O neocórtex possui seis camadas definidas de neurônios, enquanto o alocórtex possui menos de seis camadas.

Alocórtex = arquicórtex (memória, emoções) + paleocórtex (olfato)

Neocórtex (isocórtex)

6 camadas celulares (histológicas)

I camada molecular

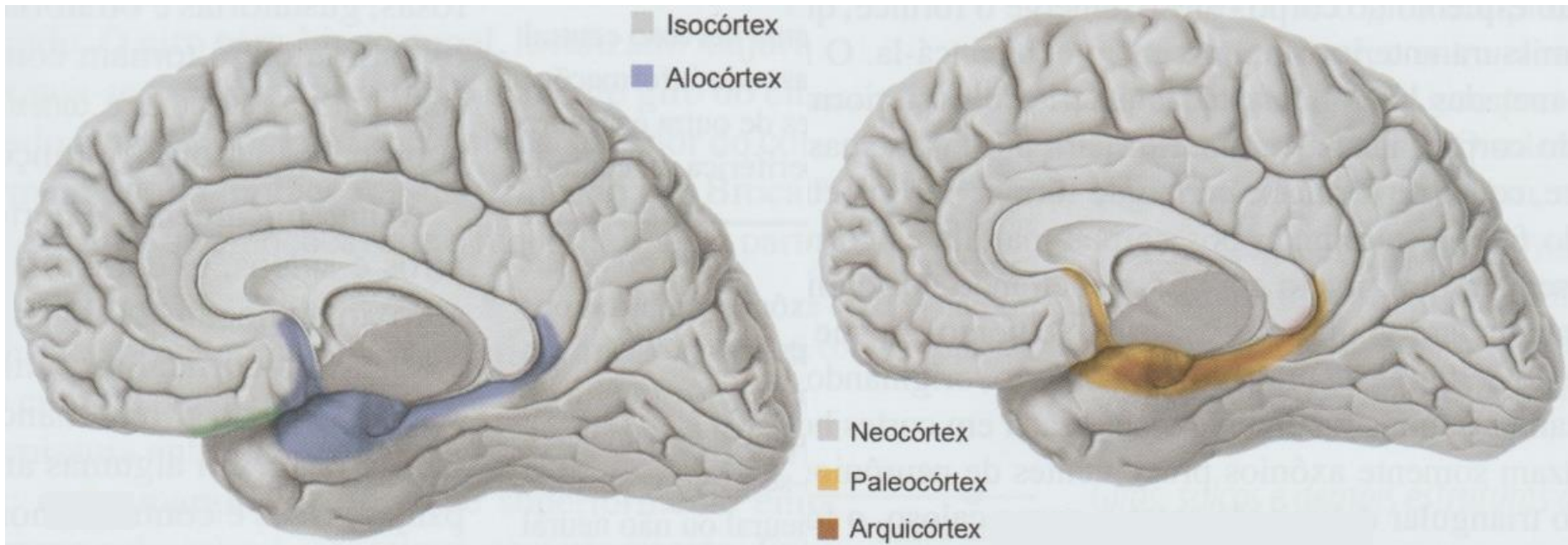
II camada granular externa

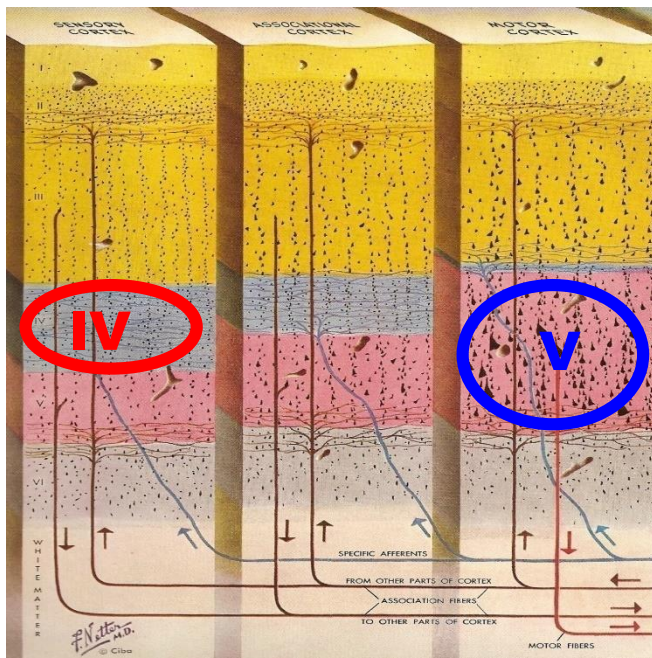
III camada piramidal externa

IV camada granular interna (**Receptora**)

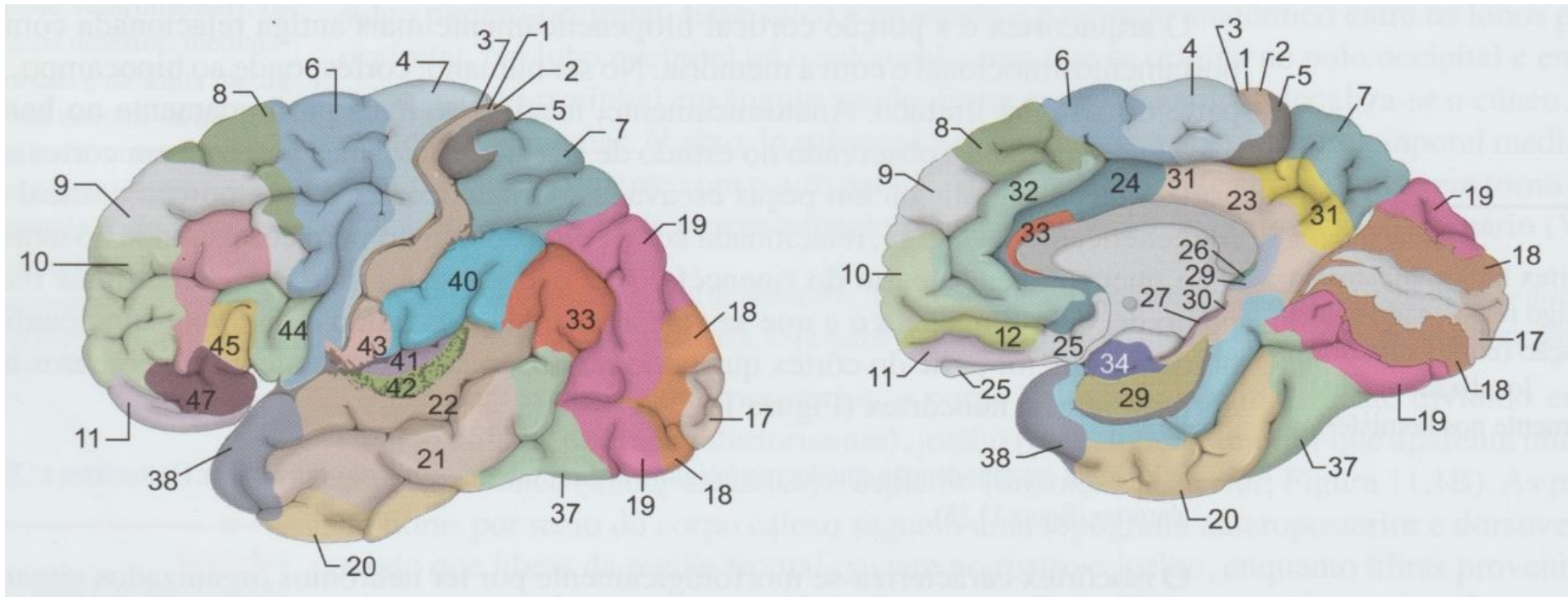
V camada piramidal interna (**Projeção**)

VI camada polimórfica

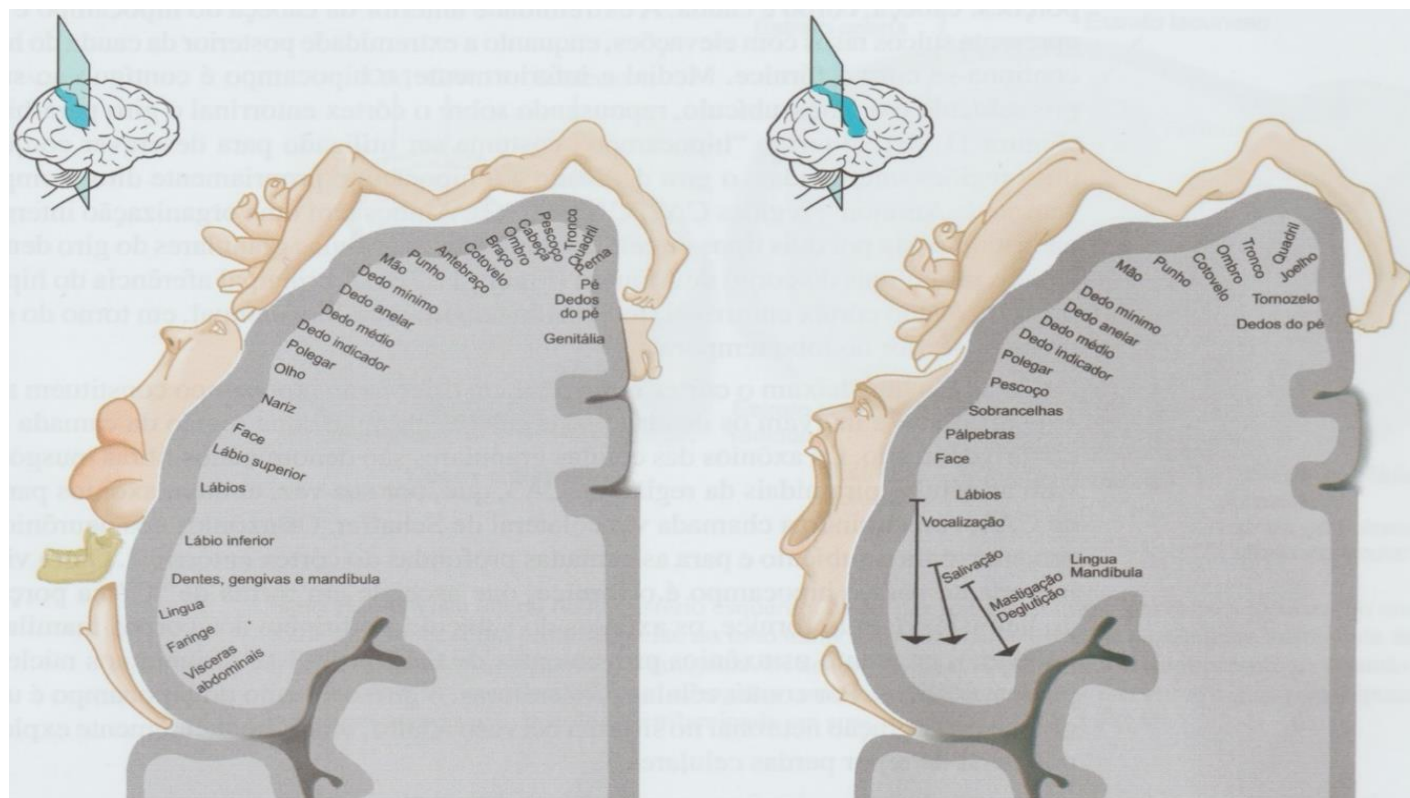




No neocórtex, a proporção da espessura das várias camadas celulares foi estudada histologicamente e os limites entre as regiões com uma mesma proporção das camadas foi determinada pelo neuroanatomista sueco Brodmann, na primeira metade do século XX. Esse mapa citoarquitetônico numerado foi baseado nas características histológicas, porém, mais tarde, foi observada boa correspondência entre regiões funcionalmente definidas do córtex e as áreas de Brodmann.

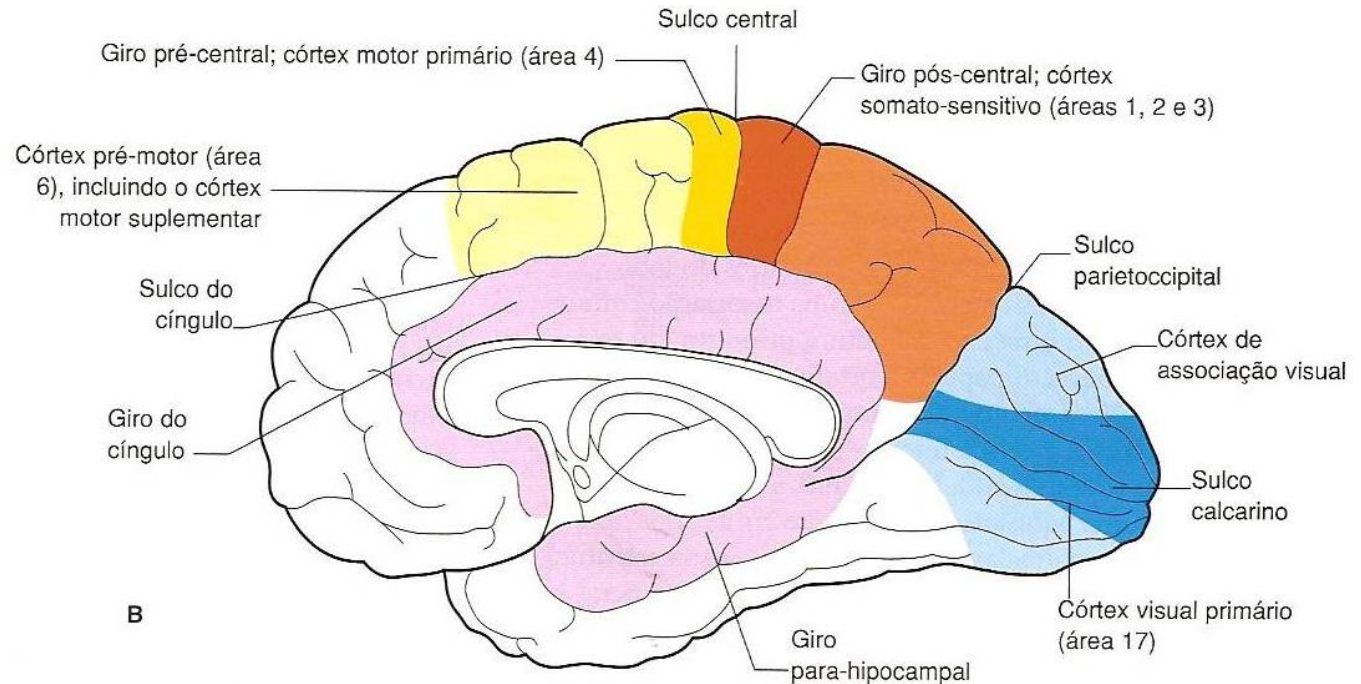
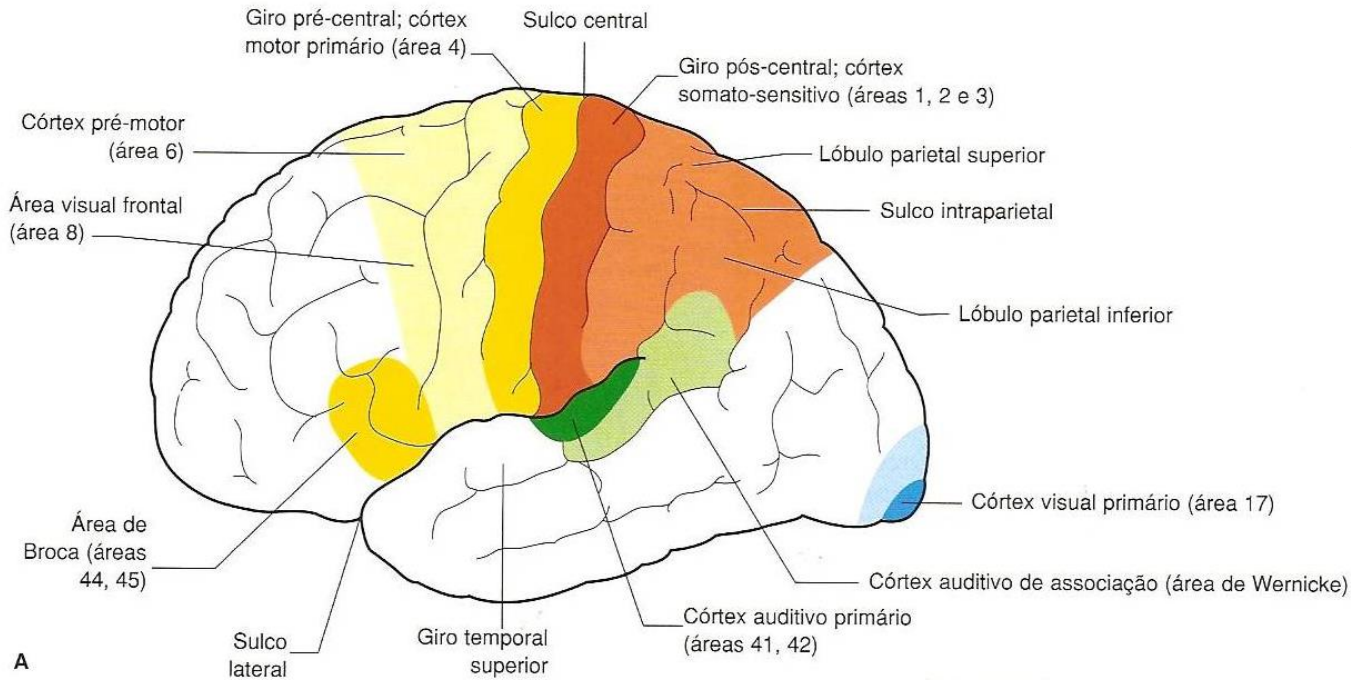


O córtex motor primário, no giro pré-central, assim como o córtex somatossensorial no giro pós-central, é somatotopicamente organizado, isto é, cada parte desta região controla movimentos, ou recebe informações da sensibilidade, de uma parte específica do corpo. A área do córtex que controla um determinado movimento é proporcional à habilidade envolvida na execução do movimento, e não depende da massa muscular que participa do movimento. Da mesma forma, a área do córtex que recebe informações sensoriais de uma determinada parte do corpo é proporcional ao número de receptores e, portanto, ao grau de discriminação sensitiva, e não depende da área de pele inervada. Assim, a área cortical dedicada à motricidade da mão é maior que aquela dedicada aos movimentos da coxa, por exemplo. O padrão assim determinado desenha uma imagem humana distorcida, denominada homúnculo (motor ou sensitivo) e foi, em grande parte, determinado pelo neurocirurgião norte-americano Wilder Penfield, durante cirurgias para epilepsia, em pacientes acordados.



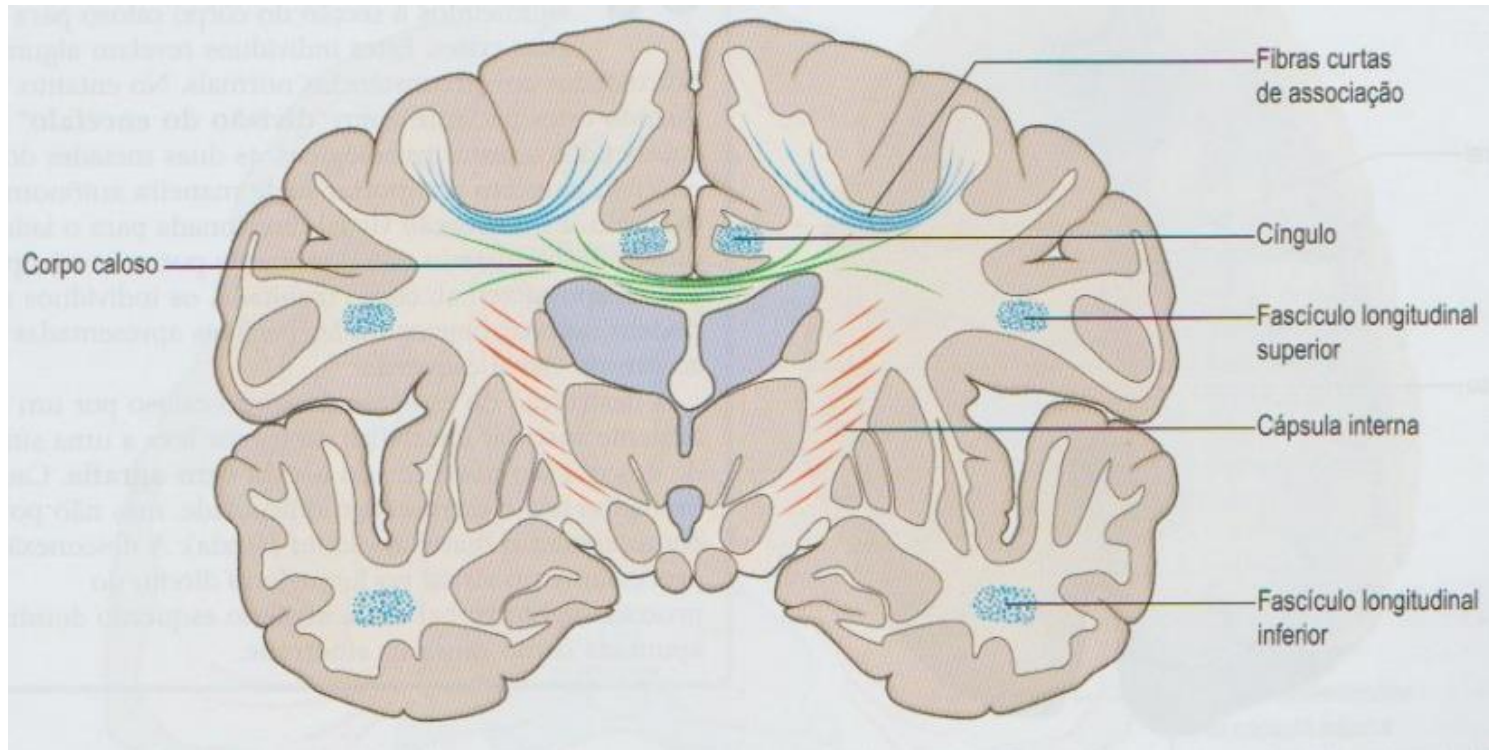
Organização funcional do córtex cerebral no giro pós-central, à esquerda (córtex somatossensorial = áreas 3,1,2), e giro pré-central, à direita (córtex motor = área 4) = **organização somatotópica**.

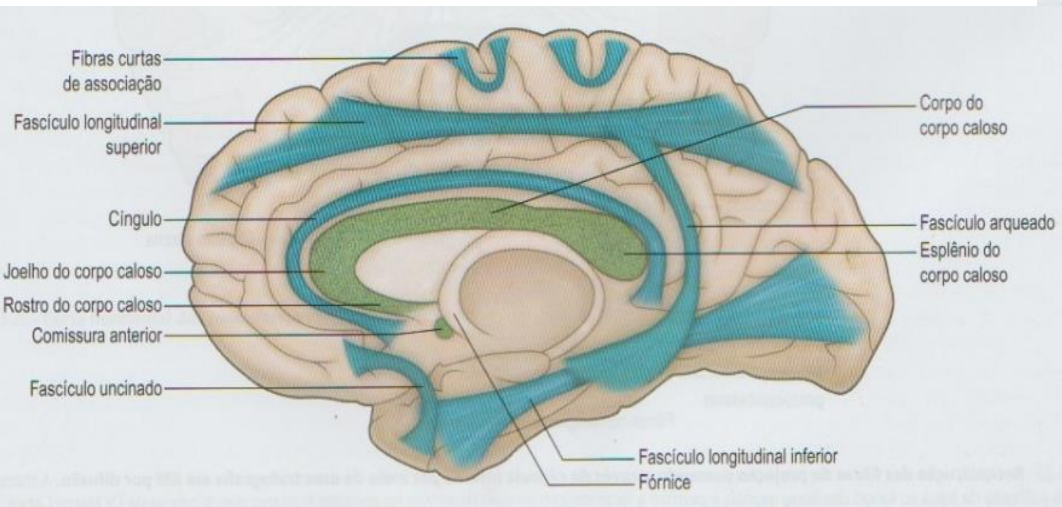
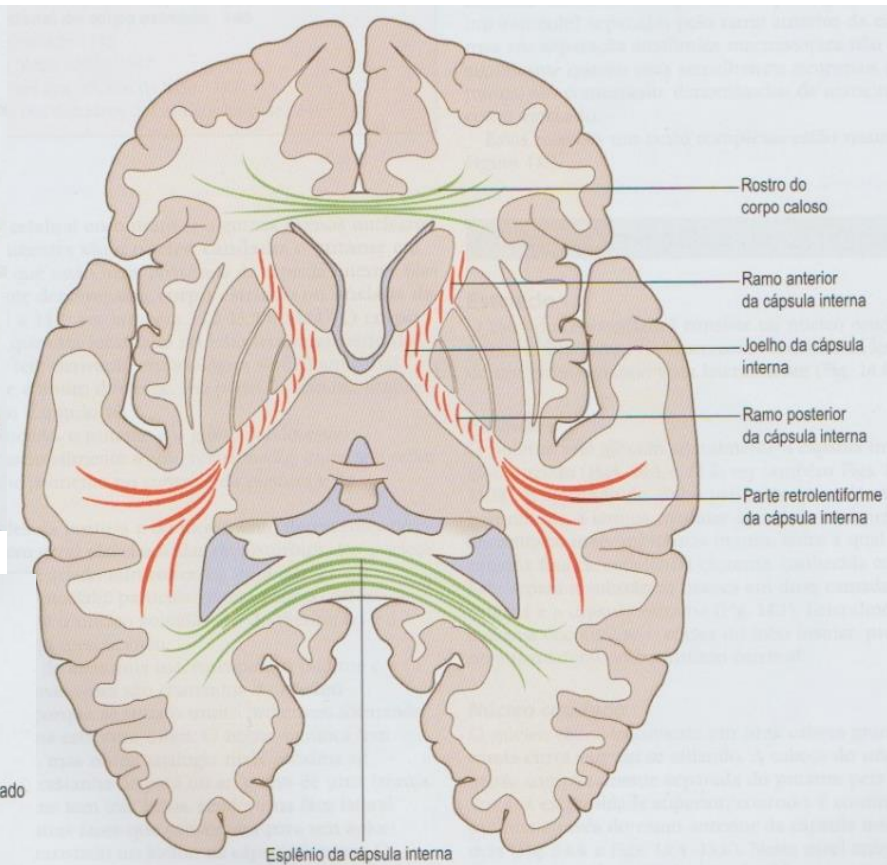
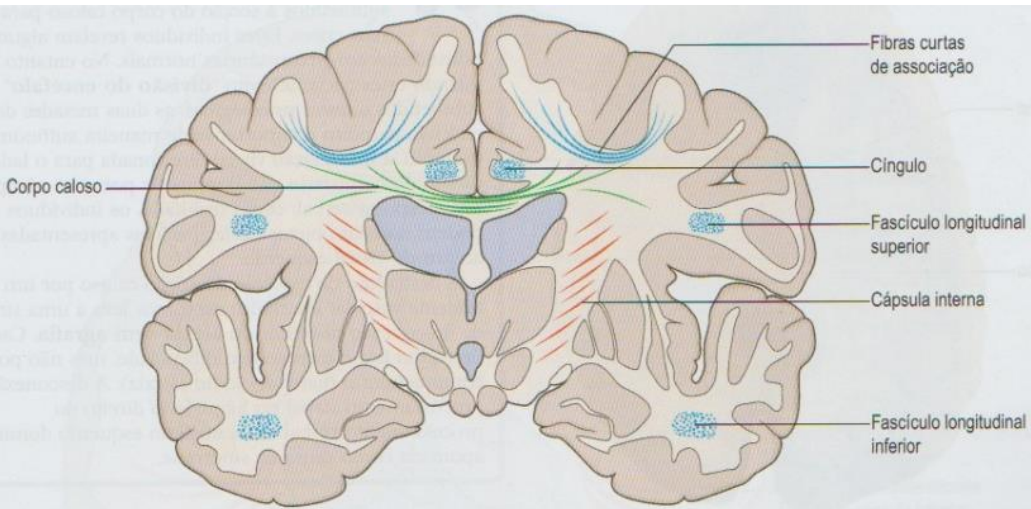
Áreas corticais e suas correlações funcionais.



A substância branca subcortical (centro medular ou semi-oval) é composta por prolongamentos de neurônios (fibras nervosas) e células gliais. Ela também está bem organizada, em feixes de fibras nervosas bem estabelecidos, que interconectam diferentes áreas dentro de um mesmo hemisfério cerebral, áreas correspondentes entre os dois hemisférios, e áreas do córtex cerebral com estruturas fora do córtex. Essas fibras nervosas são, portanto, divididas em:

- *fibras de projeção* (interconectam o córtex cerebral e estruturas fora do telencéfalo). Exemplos: fórnice, coroa radiada e cápsula interna.
- *fibras de associação* (interconectam pontos diferentes do telencéfalo, em um mesmo hemisfério cerebral). Podem ser curtas, quando interligam giros adjacentes, e longas, quando interconectam lobos diferentes, mas sempre dentro de um mesmo hemisfério.
- *fibras comissurais* (interconectam regiões semelhantes, entre os dois hemisférios cerebrais). Exemplos: corpo caloso (a maior das comissuras) e comissura anterior.



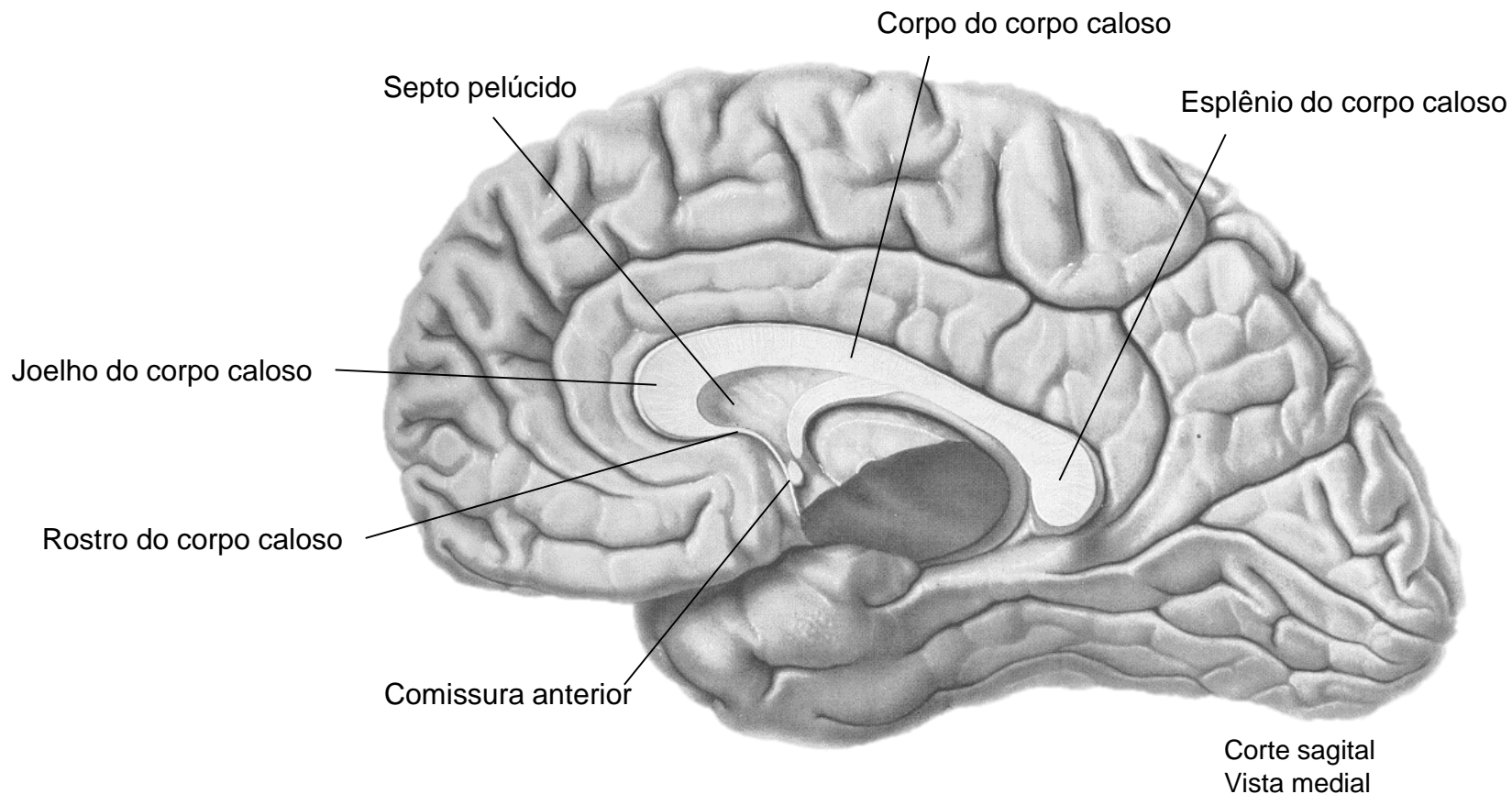


Substância branca subcortical

- fibras de projeção
- fibras de associação
- fibras comissurais

O corpo caloso, a maior das comissuras cerebrais, é subdividido em quatro diferentes regiões (de rostral para caudal): rostro, joelho, corpo ou tronco, e esplênio.

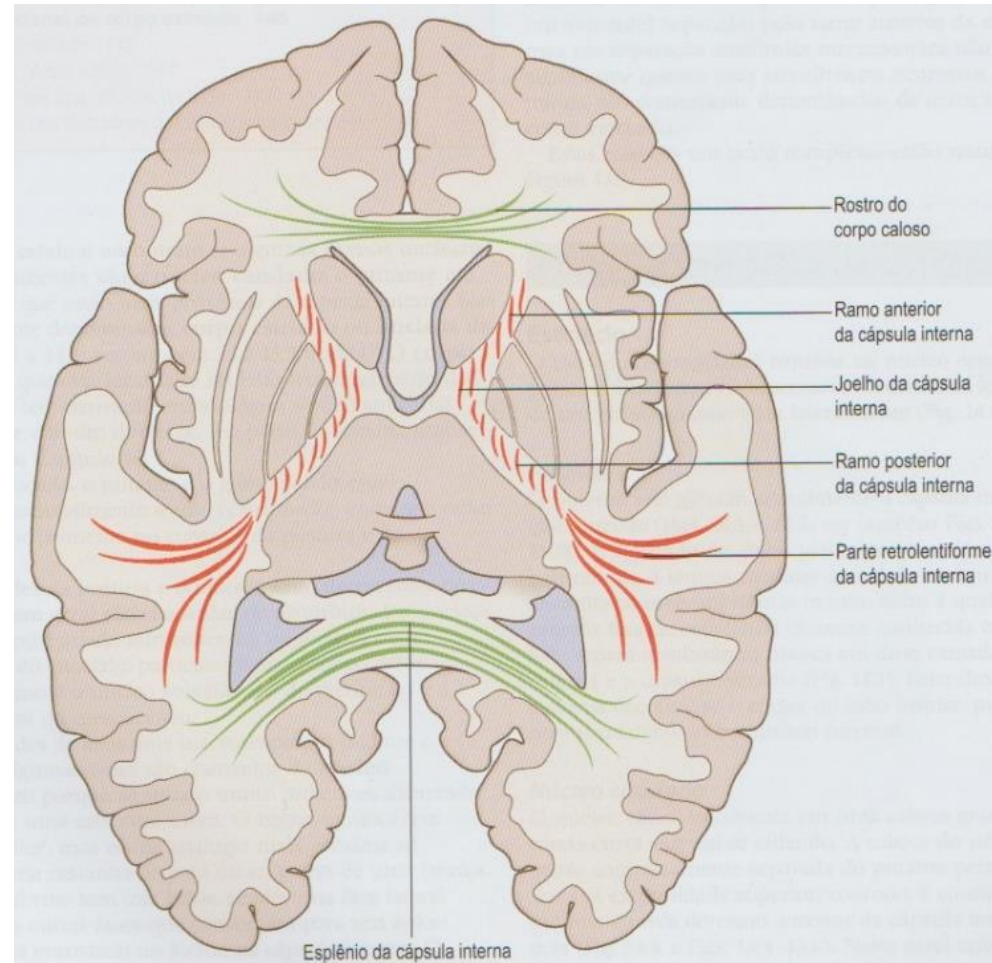
Ele constitui o teto dos ventrículos laterais, exceto o corno inferior, ou temporal.

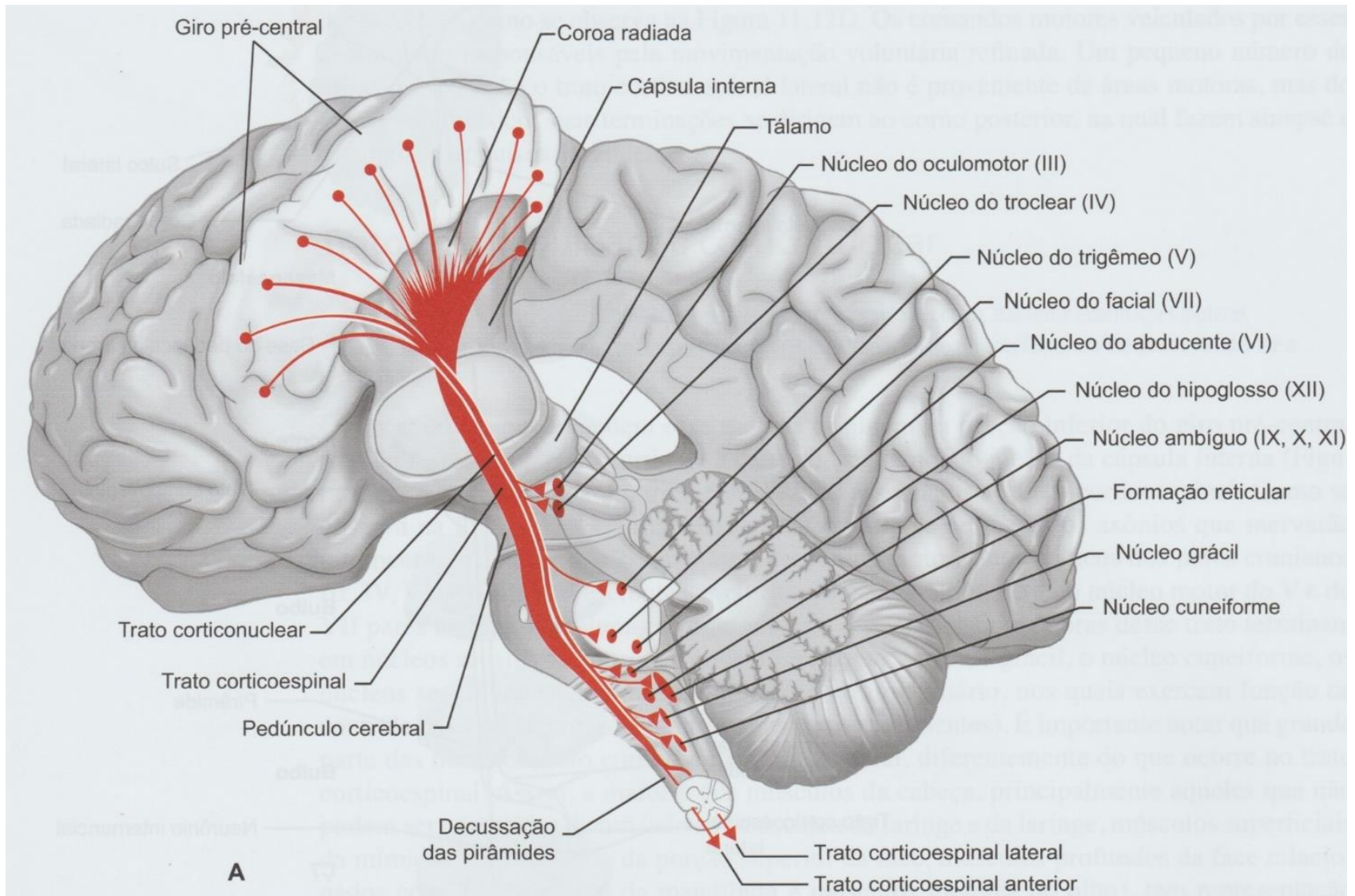


O principal conjunto de fibras de projeção é a cápsula interna.

Em um corte horizontal dos hemisférios cerebrais, a cápsula interna apresenta uma distribuição em V (ramos e joelho da cápsula interna), apontando para o forame interventricular.

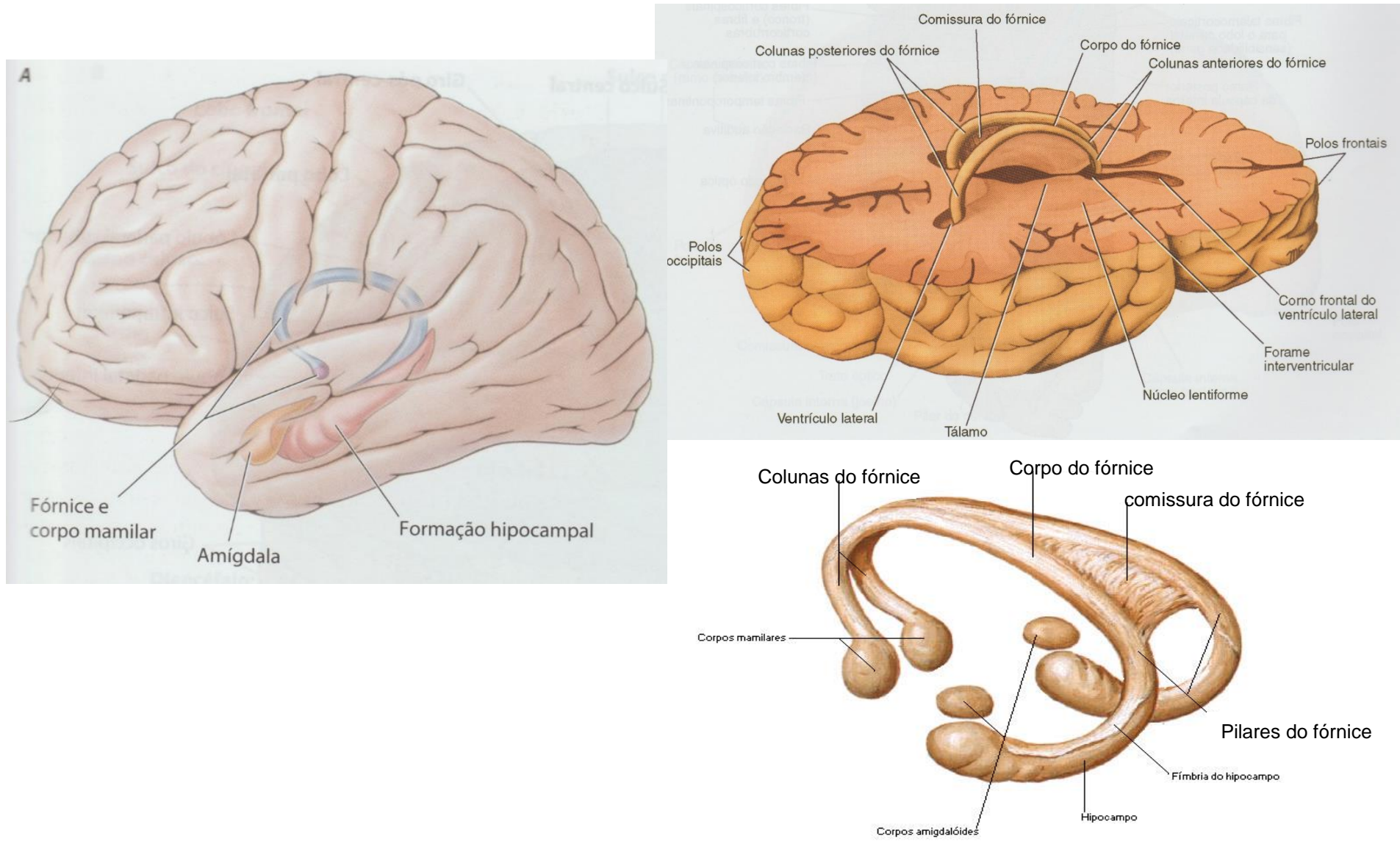
Seu ramo anterior está interposto entre a cabeça do núcleo caudado e o núcleo lentiforme (núcleos da base), enquanto que seu ramo posterior está interposto entre o núcleo lentiforme e o tálamo (diencéfalo).



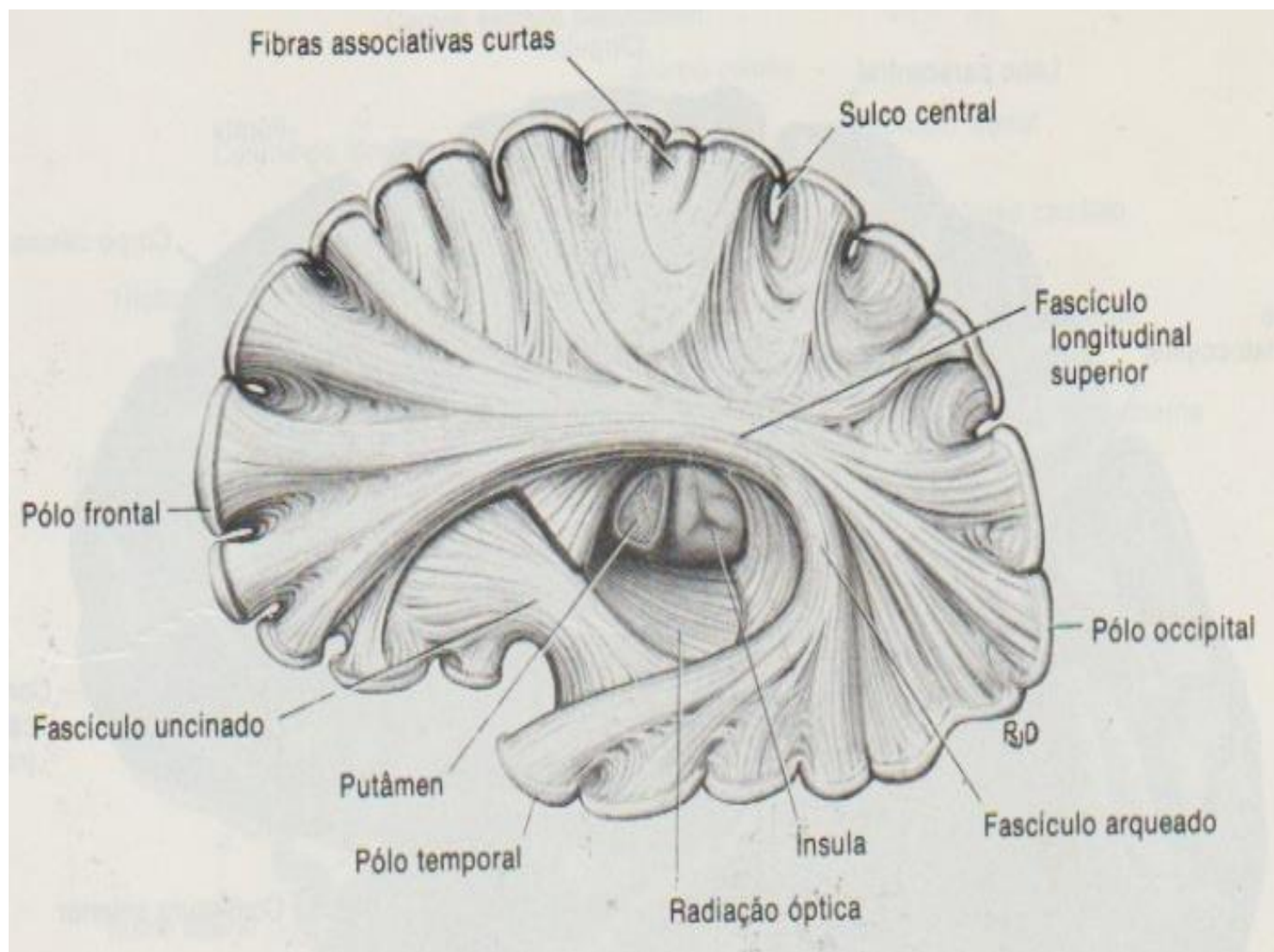


Os tratos corticoespinal e corticonuclear correspondem a uma parte importante do montante de fibras da cápsula interna.

O fórnice, outro conjunto de fibras de projeção, conecta o hipocampo (telencéfalo) e o corpo mamilar (diencéfalo). É subdividido em coluna (anterior), corpo (parte horizontal) e perna (ou pilar, posterior). Apresenta também uma comissura, a comissura do fórnice (do hipocampo), que interconecta os dois hipocampos. Observação: o hipocampo faz parte do telencéfalo.

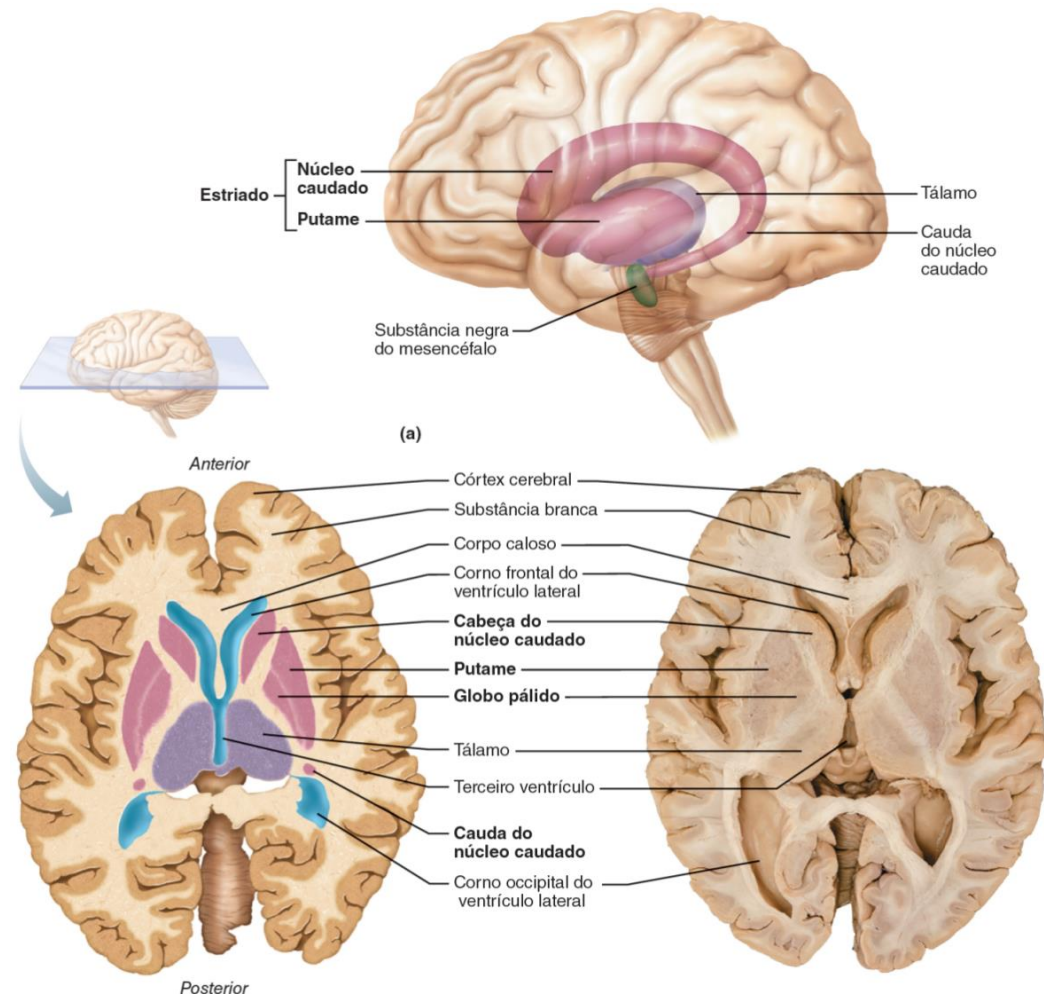


Fibras de associação conectam regiões diferentes de um mesmo hemisfério cerebral. Podem ser longas (entre diferentes lobos cerebrais) e curtas (entre giros cerebrais adjacentes)

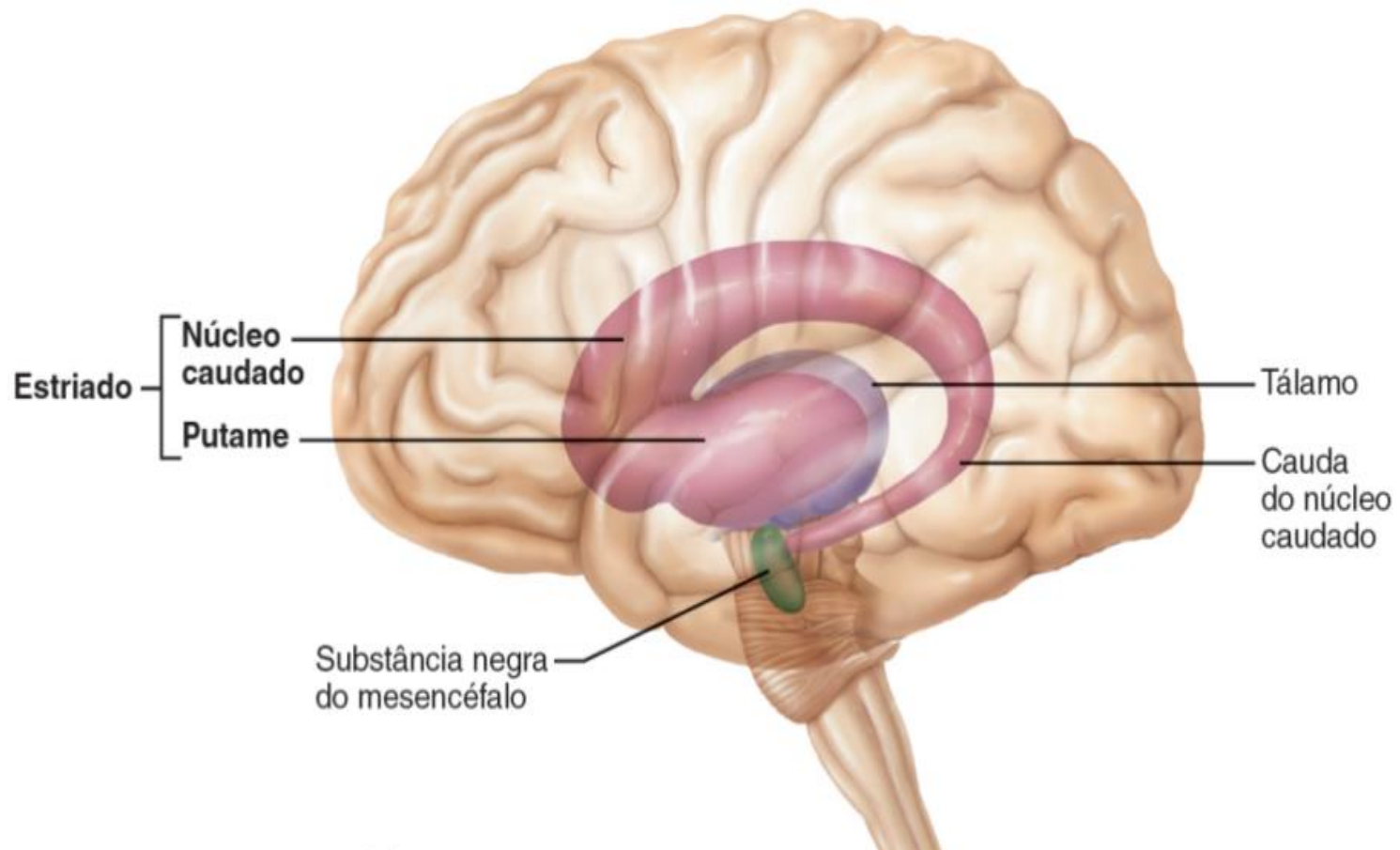


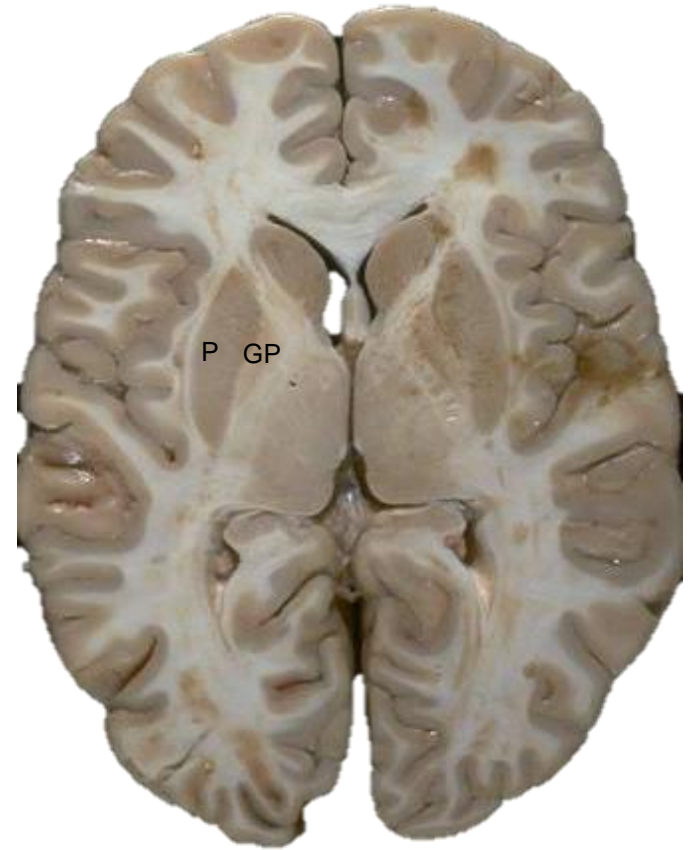
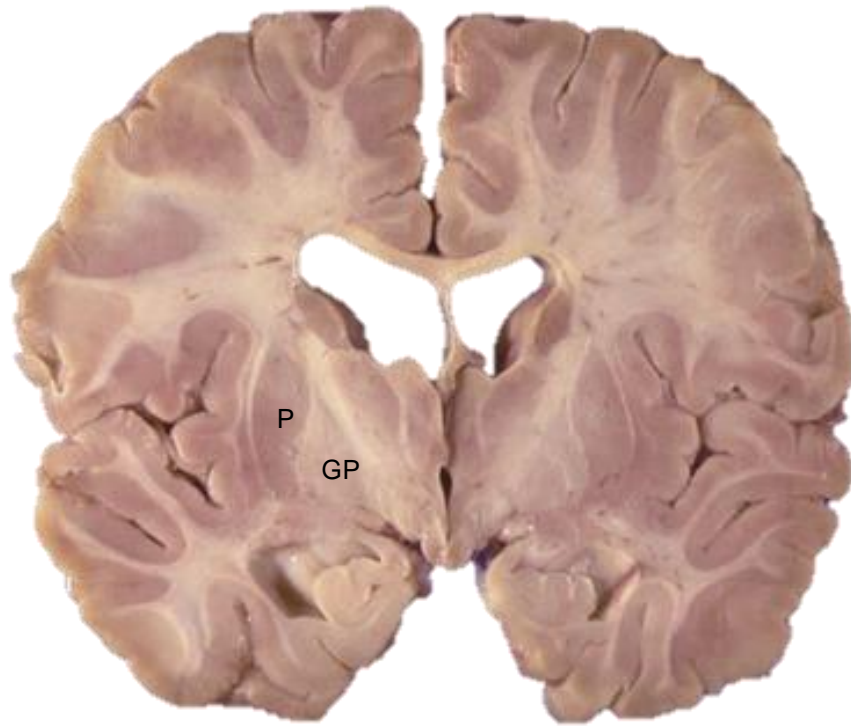
Núcleos da Base

- São massas de substância cinzenta (portanto, conjuntos de corpos celulares de neurônios) localizadas na profundidade do telencéfalo.
- São tradicionalmente: cláustro, corpo amigdalóide, núcleo caudado, putame e globo pálido.
- Núcleo caudado, putame e globo pálido formam o corpo estriado.
- Putame e globo pálido juntos formam o núcleo lentiforme.
- Alguns autores incluem entre os núcleos da base outros núcleos profundos do telencéfalo.

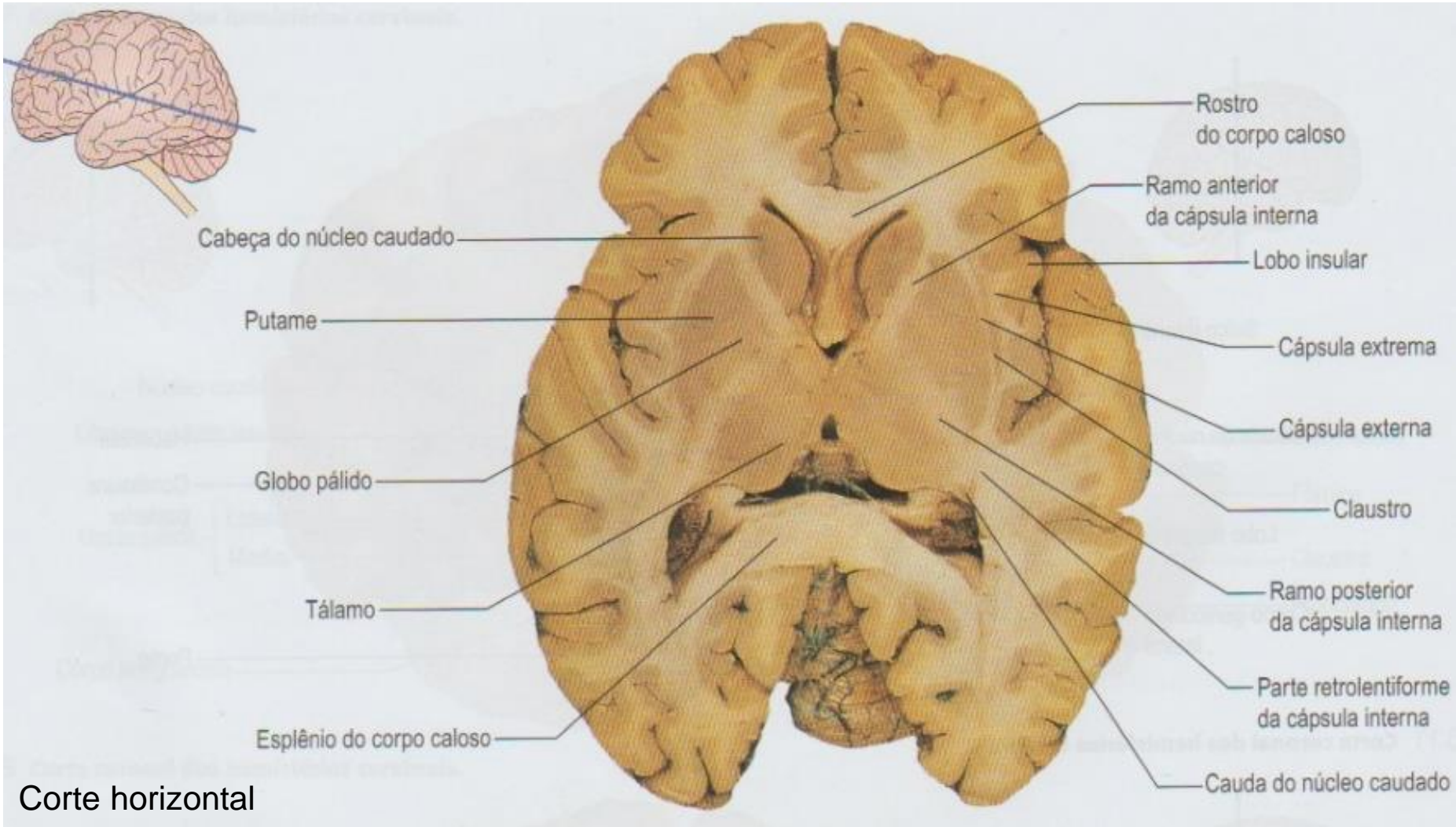


- O núcleo caudado está anatomicamente relacionado com os ventrículos laterais e é subdividido em:
 - Cabeça – extremidade anterior dilatada, situado no assoalho do corno frontal do ventrículo lateral.
 - Corpo – situado no assoalho da parte central do ventrículo lateral.
 - Cauda – estende-se até a extremidade anterior do corno inferior do ventrículo lateral, acompanhando o teto desse segmento ventricular.





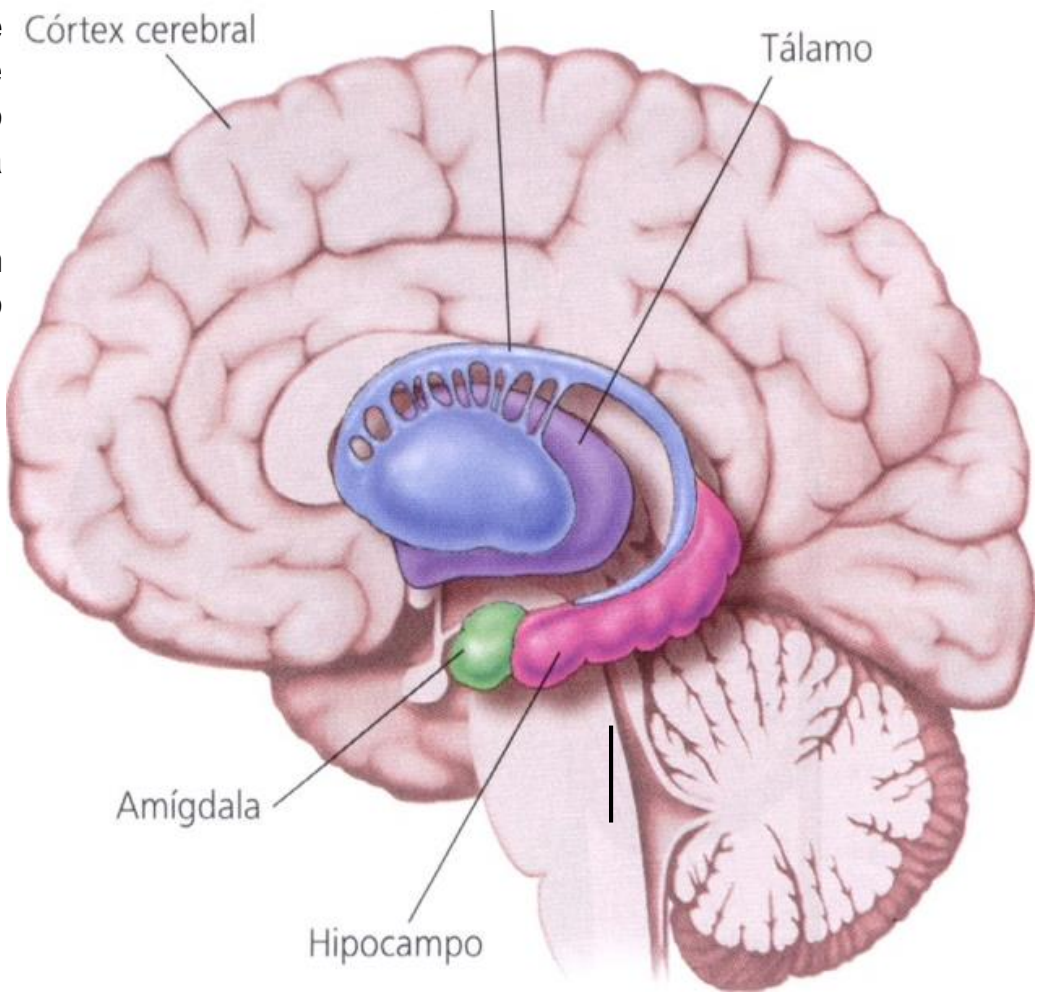
- O núcleo lentiforme é dividido em putame e globo pálido pela lâmina medular lateral.
- Medialmente, relaciona-se com a cápsula interna, que separa o núcleo lentiforme do núcleo caudado e tálamo. Lateralmente, o núcleo lentiforme relaciona-se com o córtex da ínsula, do qual é separado pelo claustró e substância branca subcortical (cápsula externa e extrema).
- O globo pálido é subdividido em partes interna e externa pela lâmina medular medial.

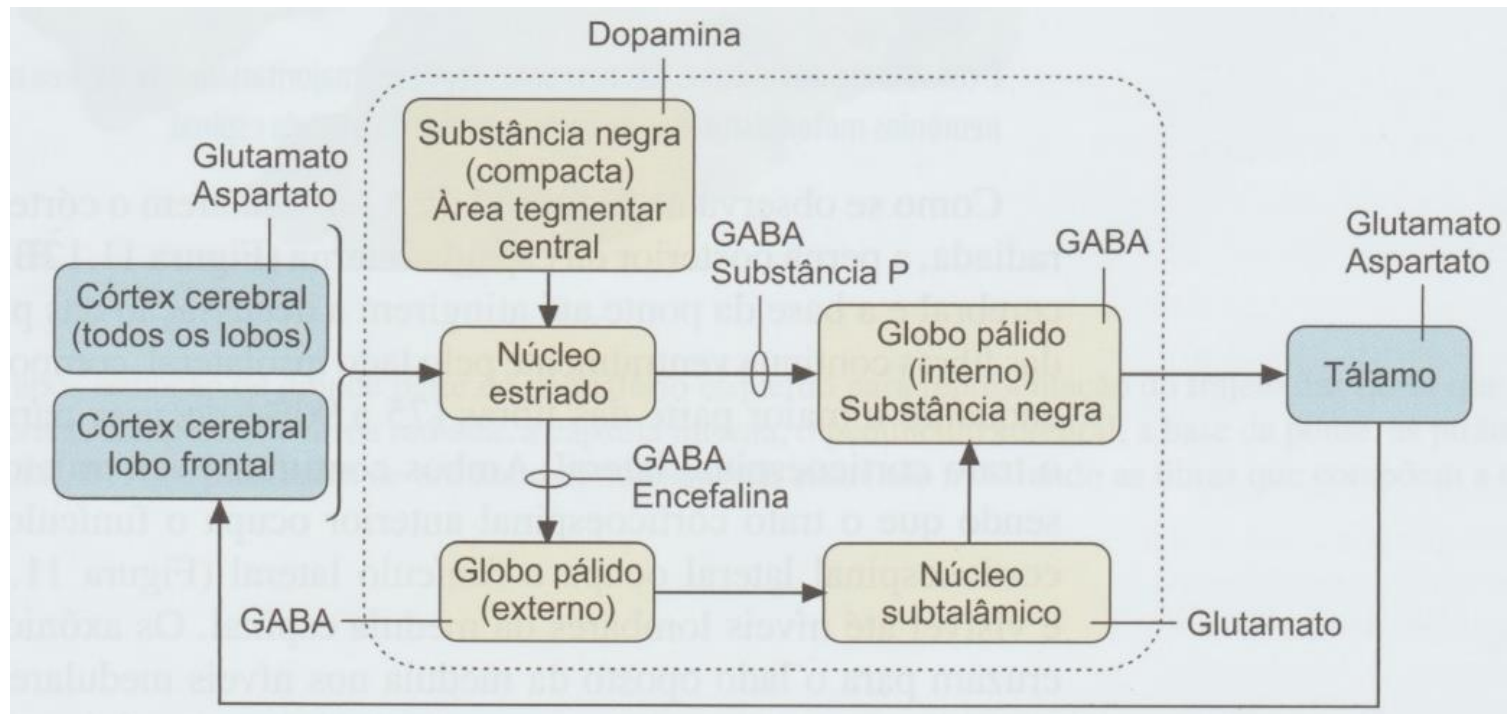


medial —————> lateral

cápsula interna - globo pálido – putame – cápsula externa – claustro – cápsula extrema - ínsula

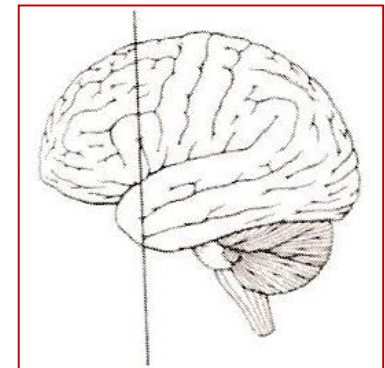
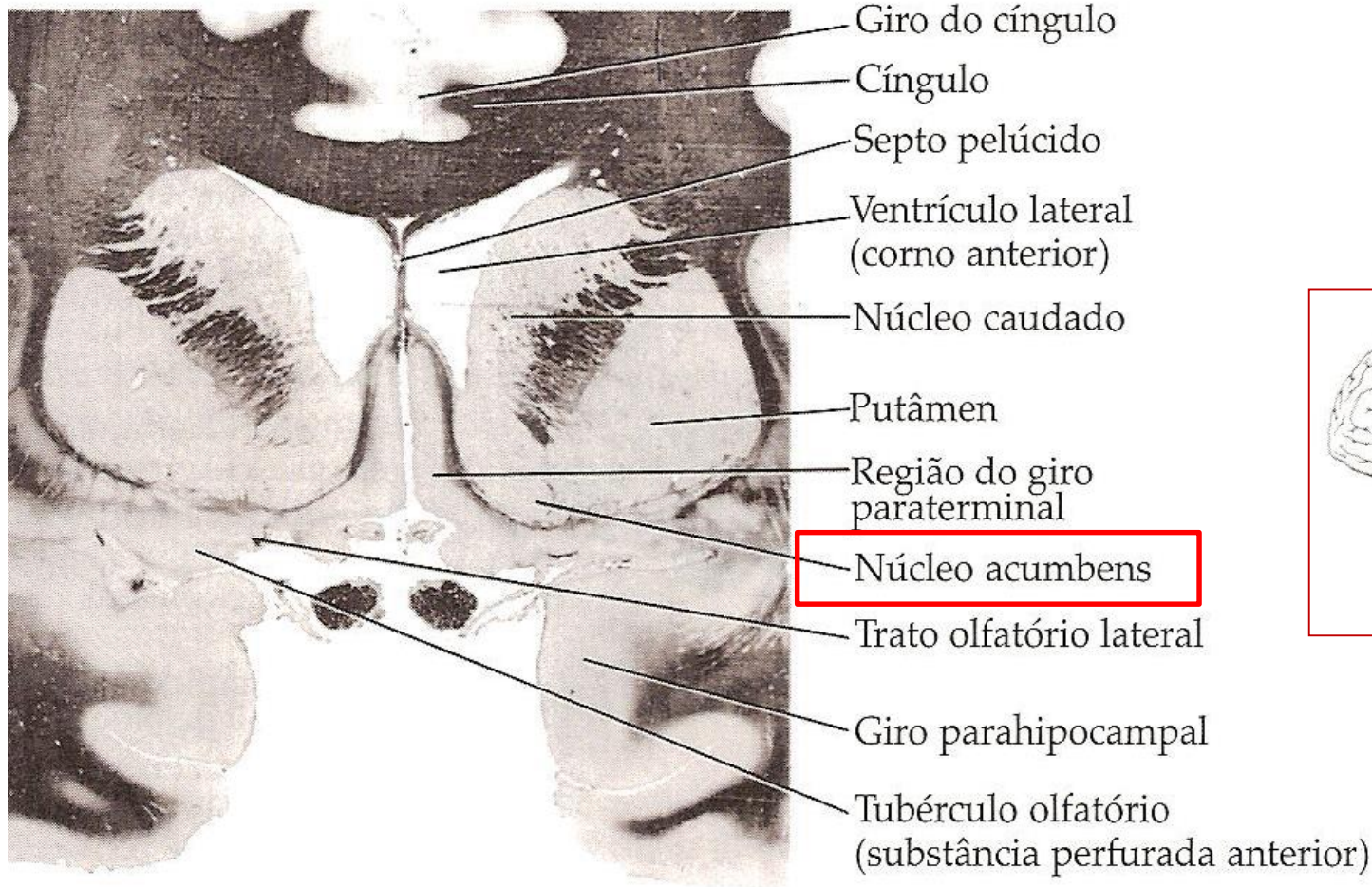
- O corpo amigdalóide (amígdala ou complexo nuclear amigdalóide) é uma massa esférica de substância cinzenta de cerca de 2 cm de diâmetro, situada no polo temporal do hemisfério cerebral, em relação com a cauda do núcleo caudado e o hipocampo.
- Faz parte do sistema límbico e atua como um importante regulador do comportamento sexual e da agressividade.





Os núcleos da base e outras estruturas não-telencefálicas associadas (núcleo subtalâmico, substância negra) apresentam conexões complexas, determinando alças de entrada e saída: alça musculoesquelética (representada acima), alça oculomotora, alça límbica e alça associativa.. Essas conexões utilizam de variados neurotransmissores. Lesões em pontos específicos das alças levam à insuficiência de produção de um neurotransmissor e sinais clínicos peculiares.

- O núcleo acumbens, outro núcleo da base, é uma massa de substância cinzenta situada na união entre o putame e a cabeça do núcleo caudado. Alguns autores o chamam de corpo estriado ventral.

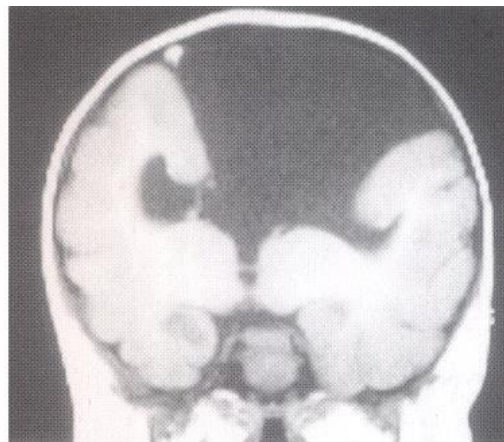
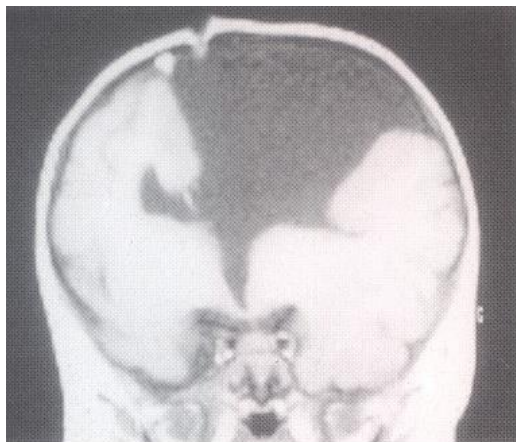


Corte frontal



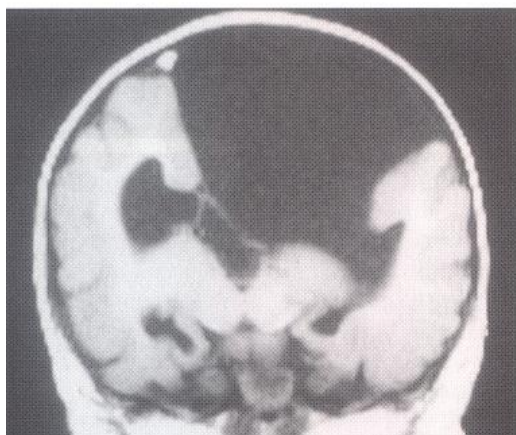
Um defeito do desenvolvimento causado por deficiência do fechamento do neuróporo anterior pode levar a uma malformação denominada encefalocele, que pode ter localização e tamanhos bastante variáveis, com graus diferentes de tecido neural disgenético em seu interior. Uma malformação no extremo do espectro desses defeitos é a anencefalia, quando o encéfalo não se forma, ou somente resquícios estão presentes. A anencefalia não é compatível com a vida, mas crianças acometidas podem viver, com cuidados de suporte vital, por alguns dias ou semanas.

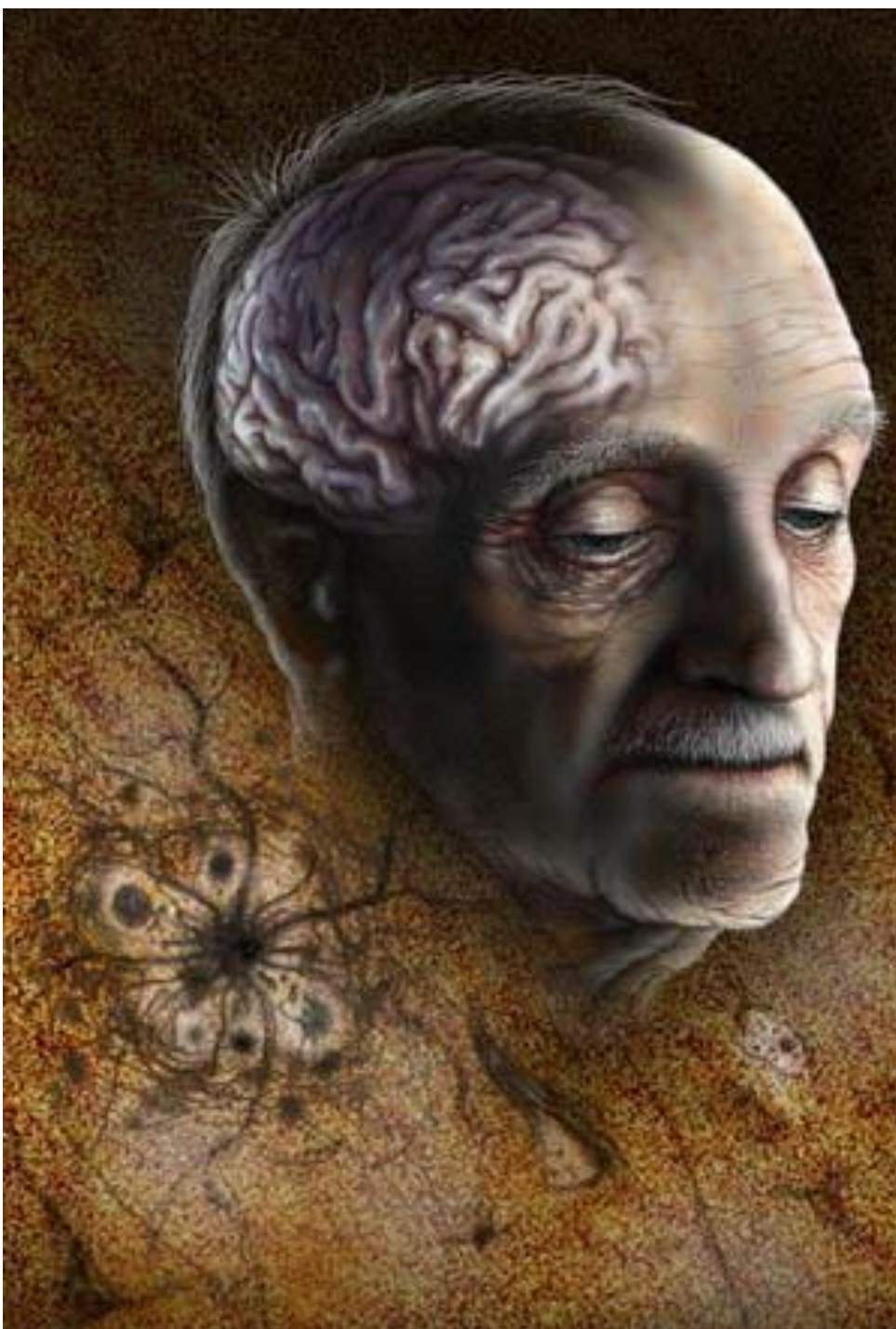
Ao lado: criança com encefalocele occipital



Defeitos de menor extensão na formação das diversas estruturas cerebrais estão relacionados com problemas clínicos menos exuberantes ou graves.

Ao lado, imagem de ressonância magnética (reconstrução coronal) de criança com agenesia do corpo caloso. Como o corpo caloso não se forma, as cavidades dos ventrículos laterais têm conformação aberrante, e se comunicam com a fissure longitudinal do cérebro, em um grande cisto.





Doenças degenerativas do telencéfalo em geral cursam com demências. Exemplos de doenças com destruição progressiva dos neurônios corticais são a Doença de Alzheimer e a demência de Creutzfeldt-Jakob (doença priônica).

Na doença de Parkinson, ocorre a morte progressiva de neurônios dopaminérgicos da substância negra, mas, com a progressão da doença, um quadro de demência pode se desenvolver.



O mal de Alzheimer é uma doença cerebral progressiva que gradualmente destrói a memória de um indivíduo e suas habilidades em aprender, além de sua razão, julgamento e capacidade de comunicação, interferindo com suas atividades diárias, até a dependência total de cuidados.



Estudo dirigido
Telencéfalo

TELENCÉFALO

1. O telencéfalo é composto por dois _____ cerebrais, separados, quase completamente pela fissura _____ do _____, mas unidos pelo corpo _____.
2. O corpo _____ é a maior das _____ cerebrais, composto por fibras que cruzam o plano mediano para comunicar regiões _____ dos dois _____ cerebrais.
3. As cavidades ventriculares relacionadas com o telencéfalo são os _____ _____. Cada _____ está localizado dentro de um _____ cerebral.
4. O telencéfalo pode ser subdividido em _____ cerebrais. São eles: frontal, _____, _____, _____ e a _____.
5. O lobo da _____ situa-se mais profundamente no hemisfério cerebral, sendo visível apenas quando partes dos lobos frontal e temporal são removidas ou as bordas da fissura _____ são afastadas.
6. As extremidades projetadas dos lobos cerebrais são denominadas _____. São eles: _____, _____ e _____.
7. A face inferior do telencéfalo está assentada nas fossas _____ e _____ do crânio, e sobre a _____ do cerebelo.
8. Cada ventrículo lateral é composto por uma região central denominada _____ e por projeções em direção aos polos cerebrais denominadas _____. Essas projeções são: _____ frontal, _____ e _____.

9. O teto dos ventrículos laterais é composto pelo _____, exceto o corno _____.
10. A superfície do telencéfalo não é lisa, mas pregueada em _____ ou _____ cerebrais. Essas dobras do tecido nervoso constitui uma estratégia evolutiva para ampliar a área do _____ cerebral sem que seja necessário o aumento correspondente do volume da caixa craniana.
11. No lobo frontal, em sua face lateral, são vistos os giros frontais _____, _____ e _____, e o giro _____.
12. O lobo frontal é separado do lobo parietal pelo sulco _____ e separado do lobo temporal pelo sulco ou fissura _____.
13. No lobo parietal, em sua face lateral, são vistos os _____ parietais _____ e _____, separados pelo sulco _____. O lobo parietal apresenta ainda, na face lateral, o giro _____.
14. Na face medial do hemisfério cerebral são vistos os giros frontal _____ e do _____, além do lóbulo _____, formado extremidades mediais dos giros pré e pós-central.
15. Na face medial do hemisfério cerebral destaca-se ainda a fissura _____, no lobo occipital e a fissura _____, que separa s lobos parietal e _____.
16. No lobo occipital, entre fissuras parieto-occipital e _____, encontra-se o _____. Já no lobo parietal, à frente da fissura parieto-occipital, está o _____.
17. Na face inferior dos hemisférios cerebrais são vistos os giros _____ e o giro _____, separados pelo sulco _____, no lobo frontal. Nesta mesma face dos hemisférios cerebrais pode ser visto o giro _____ ou do _____, e o _____, no lobo temporal, e os giros _____, que se estendem do lobo temporal ao lobo occipital.

18. Cada um dos hemisférios cerebrais apresenta: o _____ cerebral, composto por substância _____ organizada em camadas celulares, e localizada superficialmente nos hemisférios. Logo abaixo estão a substância _____ e os _____ da _____, que consistem de substância cinzenta organizada em núcleos, profundamente nos hemisférios.

19. O córtex cerebral é subdividido, de acordo com critério filogenético, em _____, que é subdividido em _____, envolvido na _____ e nas _____, e o paleocórtex, envolvido com o _____, além do _____ ou isocórtex.

20. O neocórtex apresenta _____ camadas em toda a sua extensão. Da superfície para a profundidade essas camadas são: _____, _____ externa, _____ externa, _____ interna, _____ interna e _____.

21. A camada de projeção é a _____, enquanto a camada receptora é a _____.

22. As áreas de representação corporal nos giros pré- e pós-central apresentam uma organização _____.

23. As fibras da substância branca subcortical são divididas em _____, de _____, curtas e longas, e de _____.

24. Fibras que conectam o córtex e estruturas fora do telencéfalo são denominadas de _____. São exemplos a _____ interna e o _____.

25. O principal conjunto de fibras de _____ é a cápsula interna. Em um corte horizontal dos hemisférios cerebrais, a cápsula interna apresenta uma distribuição em V, composta pelos _____ anterior e _____, e pelo _____. O _____ encontra-se entre os ramos e aponta para o forame _____.

26. O ramo _____ da cápsula _____ está interposto entre a cabeça do núcleo caudado e o núcleo lentiforme (núcleos da base), enquanto que seu ramo _____ está interposto entre o núcleo lentiforme (núcleo da base) e o tálamo (diencéfalo).

27. Fibras que conectam pontos diferentes do telencéfalo, em um mesmo hemisfério cerebral, são denominadas de fibras de _____.

28. Fibras _____ são aquelas que cruzam o plano mediano para comunicar regiões semelhantes dos dois _____ cerebrais. São exemplos o _____ e a _____ anterior.

29. A maior das _____, o corpo caloso é subdividido em _____, _____, corpo ou tronco e _____.

30. O _____, outro conjunto de fibras de projeção, conecta o _____ (telencéfalo) e o _____ (diencéfalo). É subdividido, de posterior para anterior, em _____ ou pilar, _____ e _____.

31. A _____ do _____, ou do hipocampo, interconecta os dois _____.

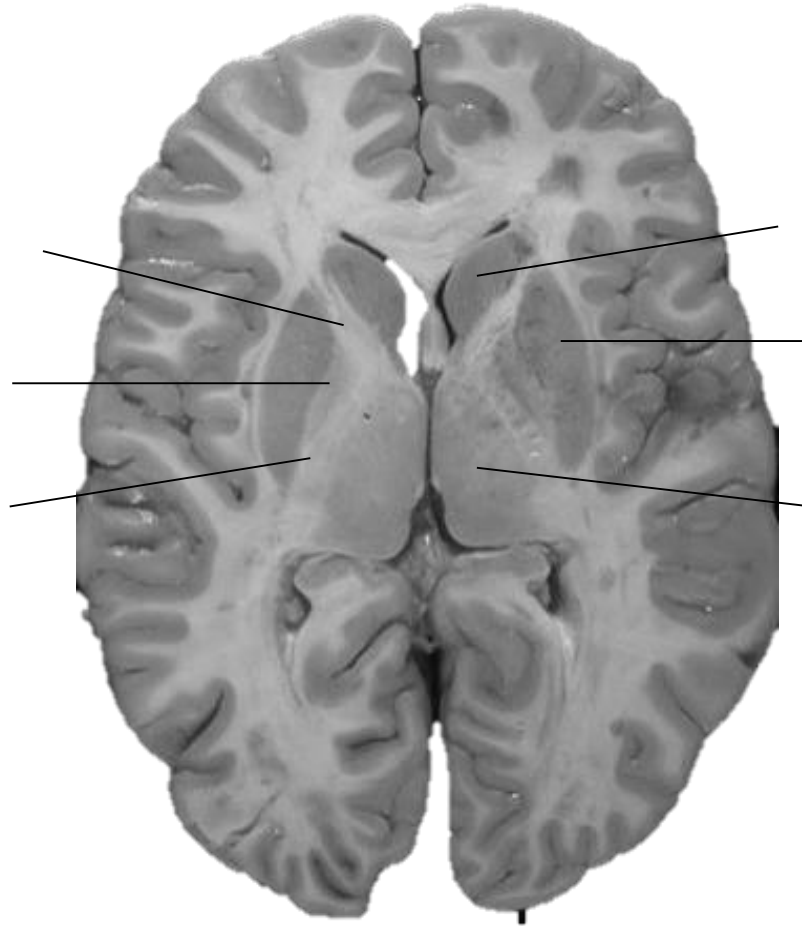
32. Os _____ da _____ são massas de substância _____ (corpos celulares de neurônios) localizadas na profundidade do telencéfalo. São tradicionalmente: claustró, corpo _____, núcleo _____, _____ e _____ pálido.

33. O _____ e o _____ pálido juntos formam o núcleo _____.

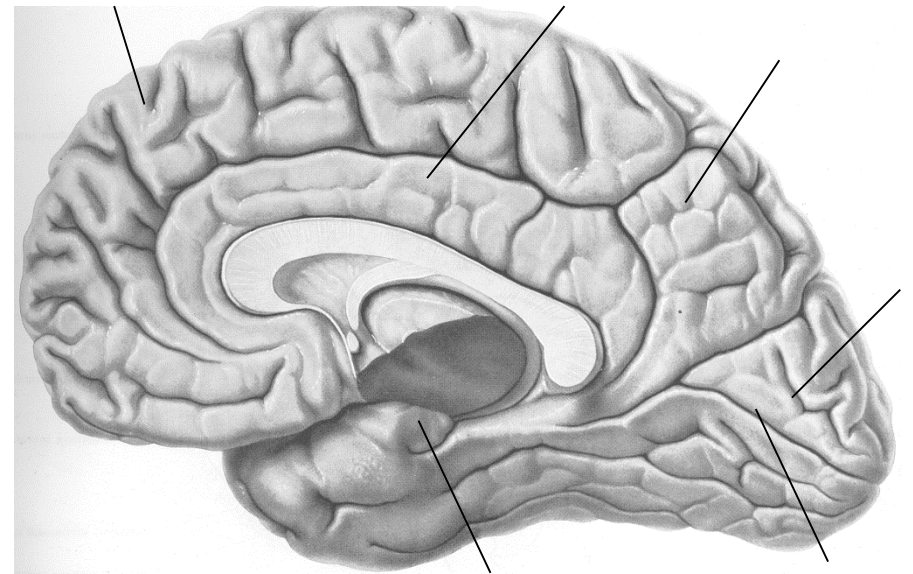
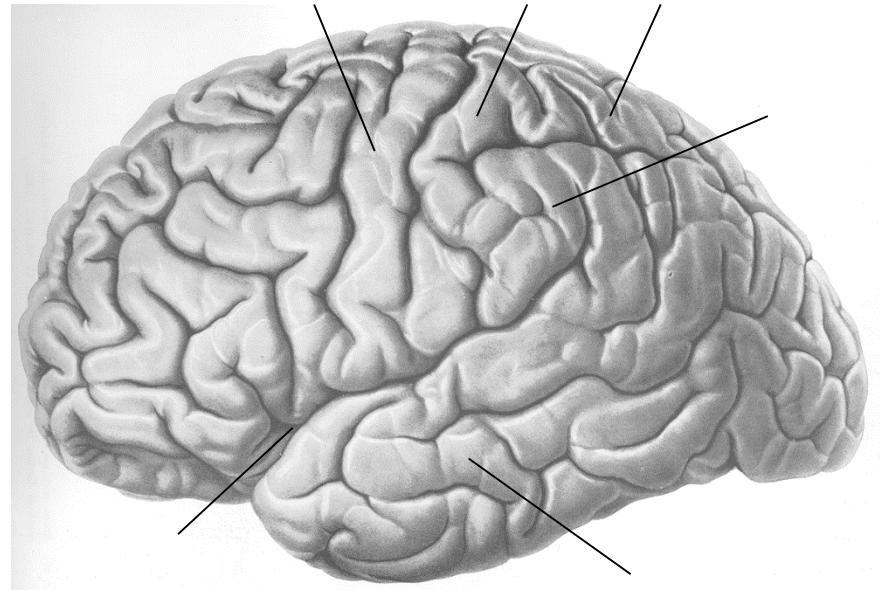
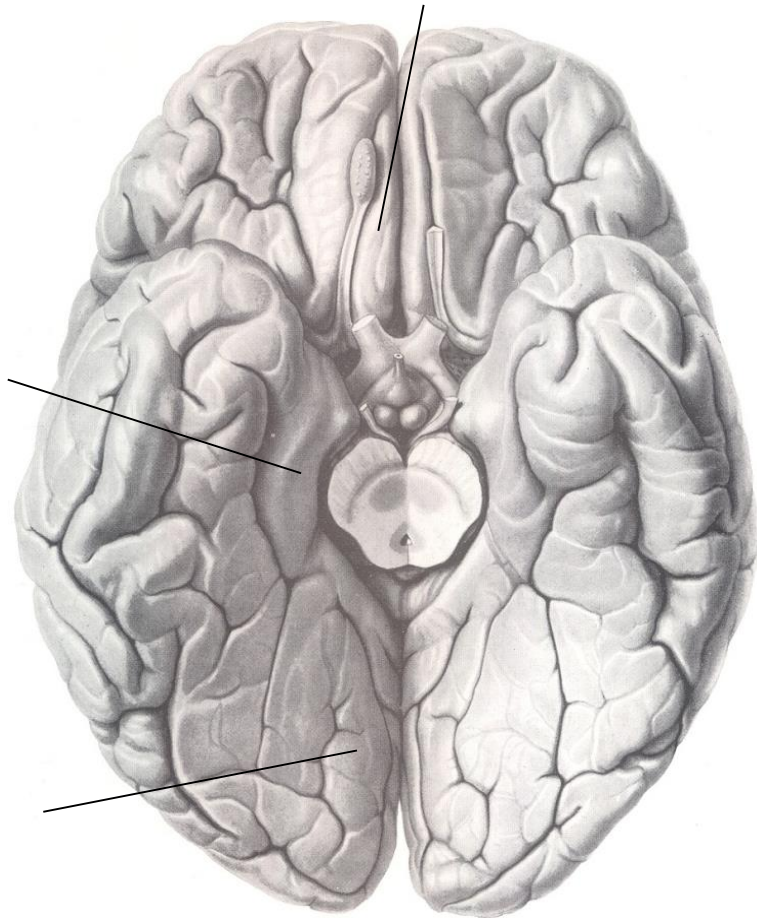
34. O núcleo _____ está anatomicamente relacionado com os ventrículos laterais e é subdividido em _____, corpo e _____.

35. Os núcleos da _____ e outras estruturas não-telencefálicas associadas, como o núcleo _____ (diencéfalo) e a substância _____ (mesencéfalo) apresentam conexões complexas, determinando alças de entrada e saída. Essas conexões utilizam de variados _____. Lesões em pontos específicos das alças levam à insuficiência de produção de um _____ e sinais clínicos peculiares.

36. Identifique as estruturas apontadas:

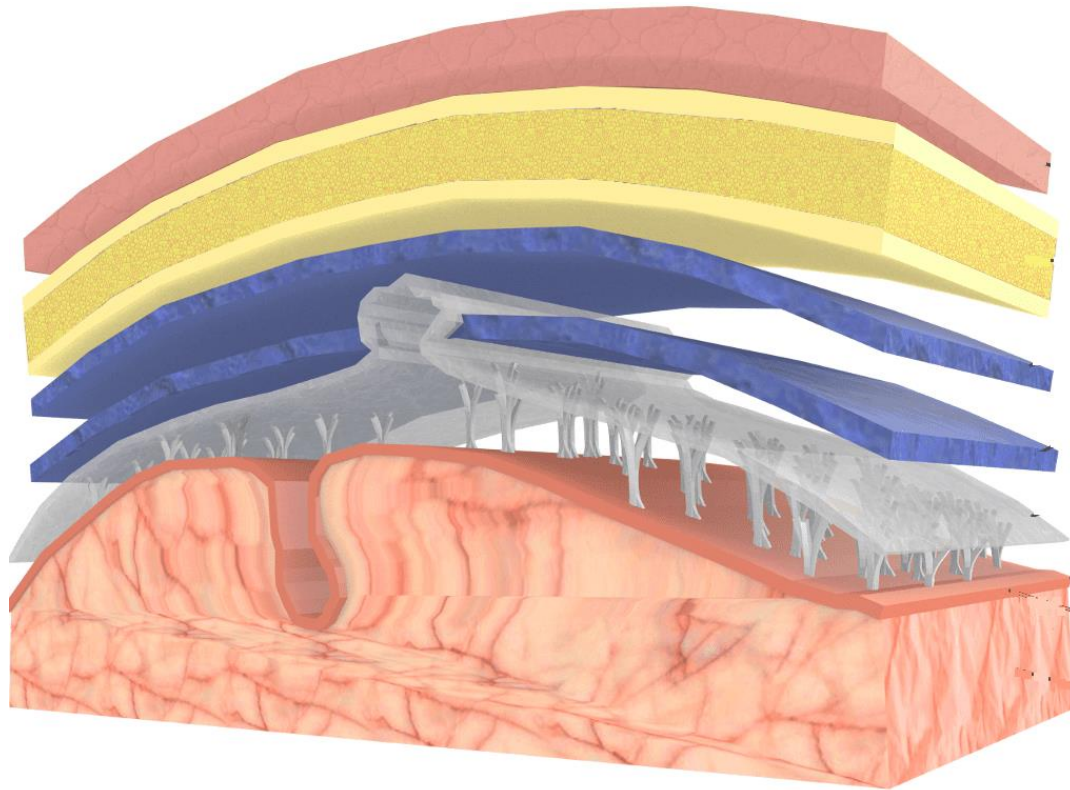


37. Identifique as estruturas apontadas:



NEUROANATOMIA

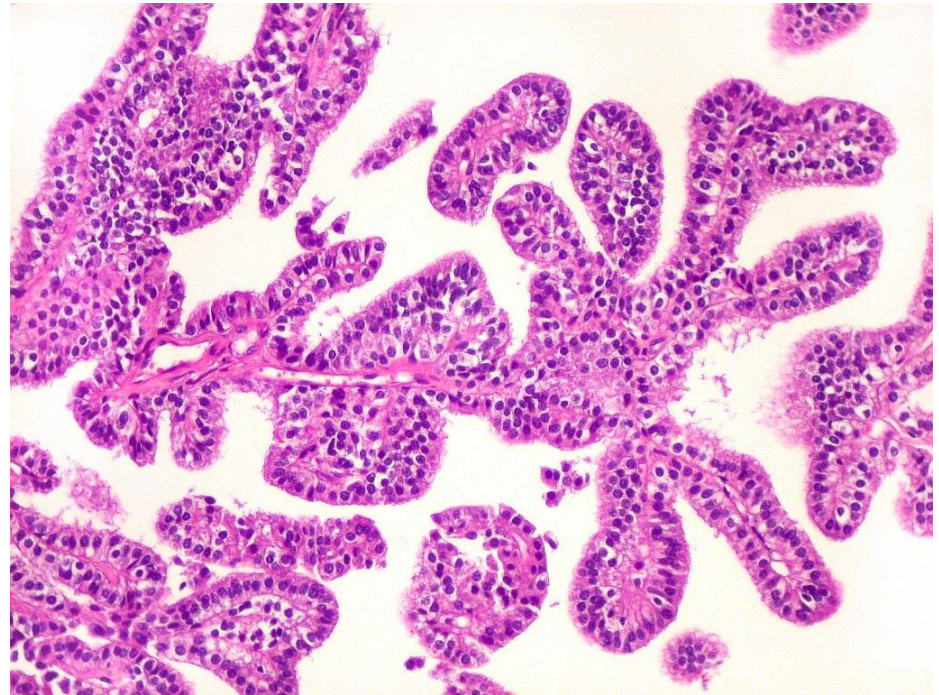
Meninges **Líquido Cerebrospinal** **Barreiras Encefálicas**



Meninges, líquido cerebrospinal e barreiras encefálicas –

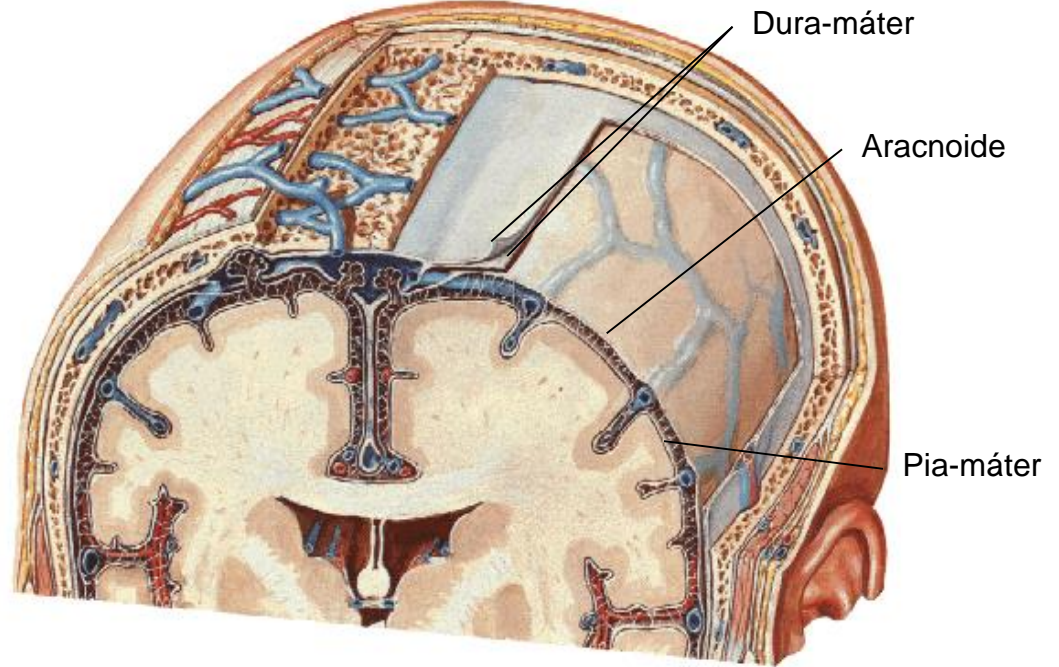
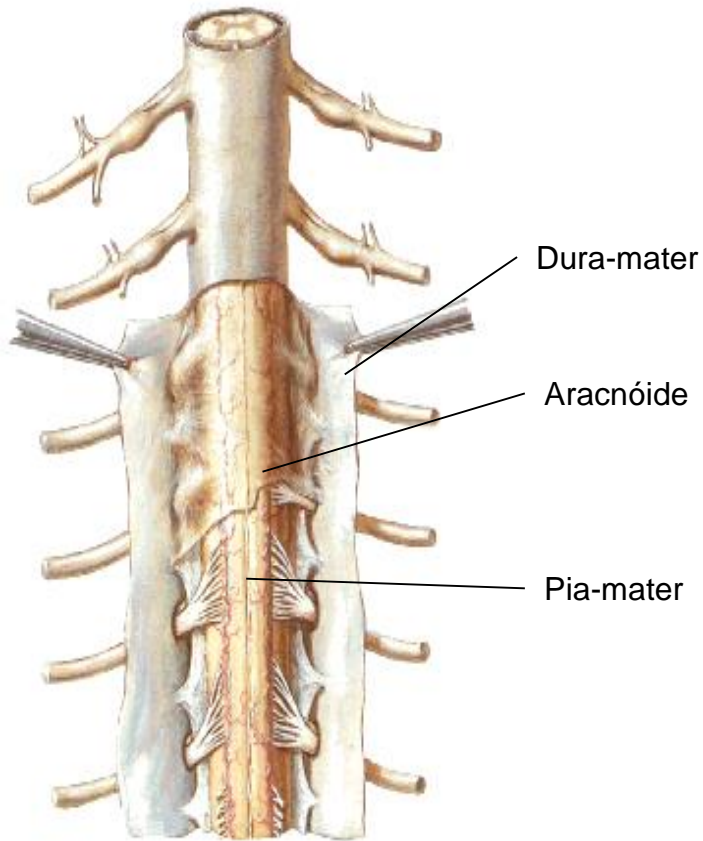
Objetivos de aprendizagem:

- Aprender a estrutura e função das três meninges que circundam o encéfalo e a medula espinal.
- Conhecer as cavidades da dura-máter e seu conteúdo.
- Aprender as localizações, funções, origens e destino do líquido cerebrospinal.
- Conhecer a estrutura e função das barreiras encefálicas.



O sistema nervoso central, encéfalo dentro do crânio e medula espinal no canal vertebral, é completamente envolvido por membranas conjuntivas, que o isolam e protegem, denominadas **meninges**.

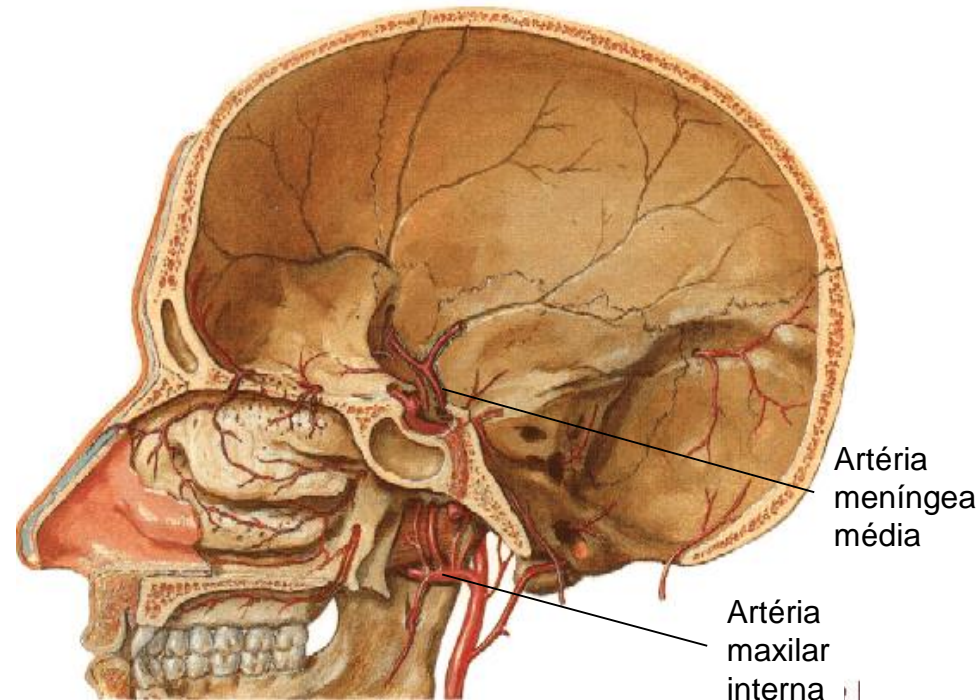
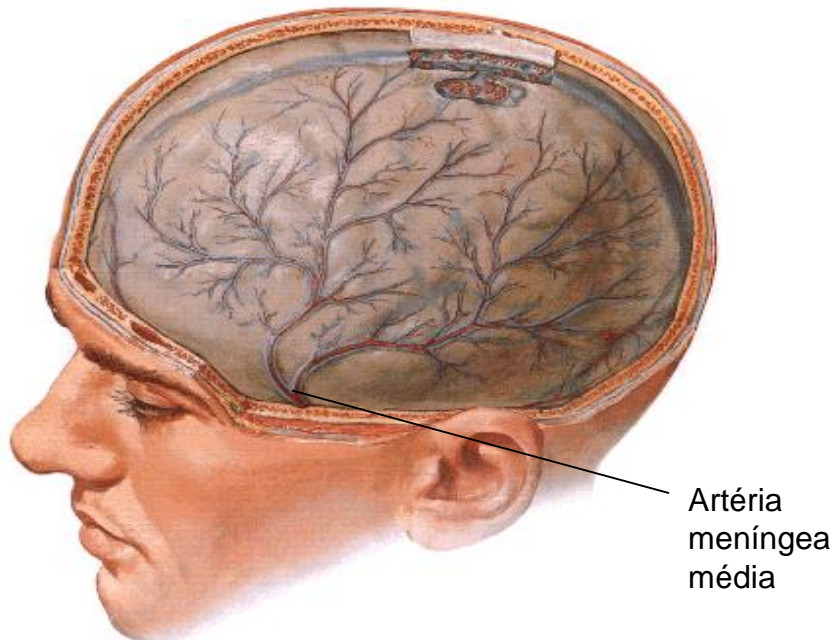
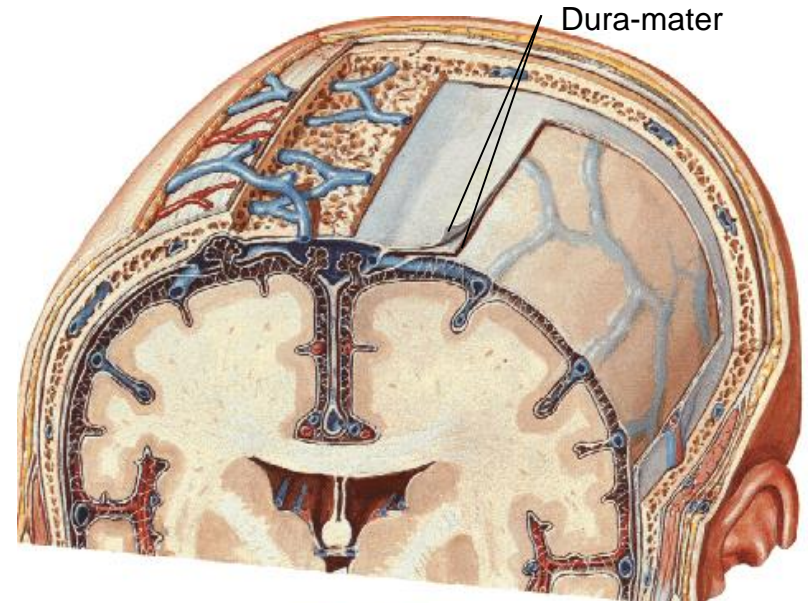
Do plano mais superficial para o mais profundo são observadas a dura-máter (paquimeninge, espessa e resistente), a aracnoide e a pia-máter (as duas últimas, em conjunto, chamadas leptomeninges, delicadas).



A **dura-máter** é a meninge mais externa, composta por tecido conjuntivo rico em fibras colágenas.

Sua inervação provém, principalmente do nervo trigêmeo, e é ricamente vascularizada, em especial pela artéria meníngica média (ramo da artéria maxilar que, por sua vez, é ramo da artéria carótida externa). A artéria meníngica média cruza internamente o ponto craniométrico denominado ptério e pode estar intimamente associada à face interna do crânio, especialmente nessa região.

No encéfalo, a dura-máter constitui-se de 2 folhetos: o externo, que corresponde ao perióstio interno dos ossos do crânio, e o interno, ou folheto meníngeo. Essas duas camadas da dura-máter estão muito unidas, exceto ao longo de algumas linhas, quando se afastam para formar os seios da dura-máter e o cavo do gânglio trigeminal.



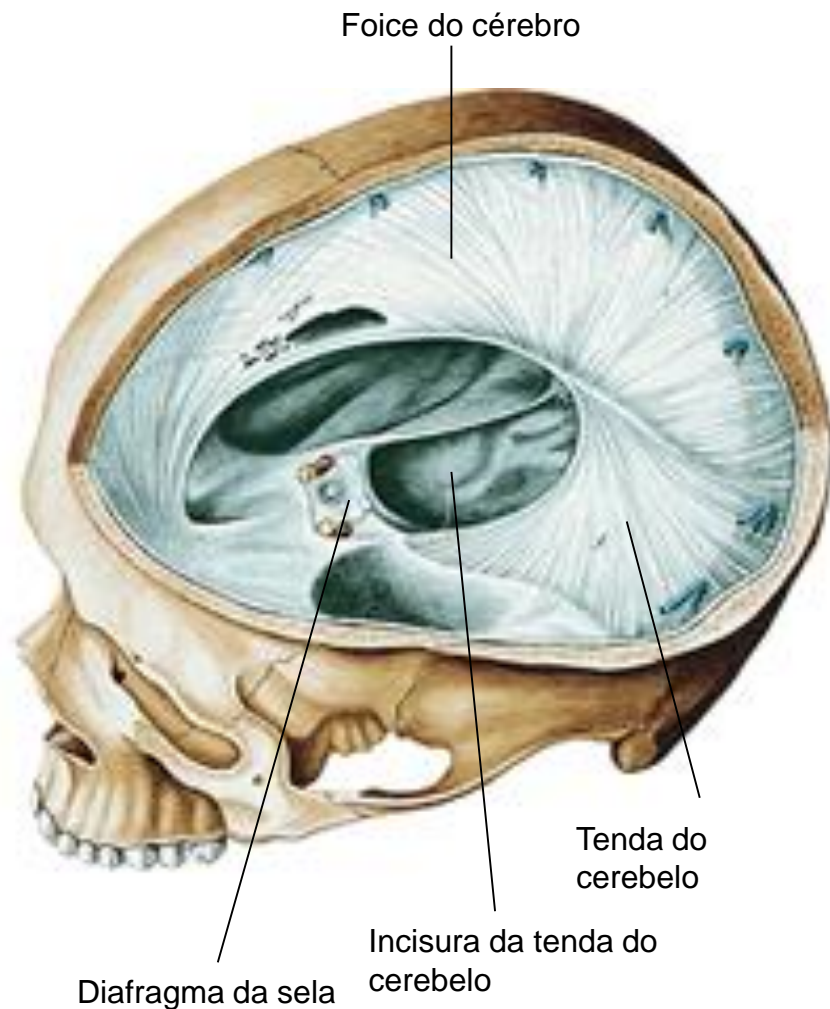
O folheto externo (periosteal) da dura-máter é fortemente aderido à face interna dos ossos do crânio, e não é contínuo com a dura-máter espinal. Ao redor de todos os forames do crânio, esse folheto externo é contínuo com o periósteo na face externa dos ossos do crânio. Nas suturas cranianas, ele é contínuo com os ligamentos suturais. Também é mais fortemente aderido aos osso da base do crânio.

Já o folheto meníngeo da dura-máter craniana é contínuo com a dura-máter espinal, através do forame magno. Forma bainhas a volta dos nervos cranianos quando esses atravessam os forames da base do crânio, por um curto trajeto, até se fundir com o epineuro desses nervos.

O folheto interno, em determinadas áreas, destaca-se do externo, formando pregas e cavidades.

As pregas dividem incompletamente a cavidade craniana e ajudam a reduzir o deslocamento do encéfalo, durante os movimentos da cabeça. São elas:

- *foice do cérebro* (septo vertical entre os dois hemisférios, na fissura longitudinal).
- *tenda do cerebelo* (septo transversal entre os lobos occipitais e cerebelo, dividindo os compartimentos supra e infra-tentorial). Apresenta uma abertura por onde passa mesencéfalo, denominada incisura.
- *foice do cerebelo* (septo vertical curto, separa incompletamente os hemisférios cerebelares).
- *diafragma da sela* (pequena lâmina horizontal que fecha incompletamente a sela turca, deixando um orifício de passagem da haste hipofisária).

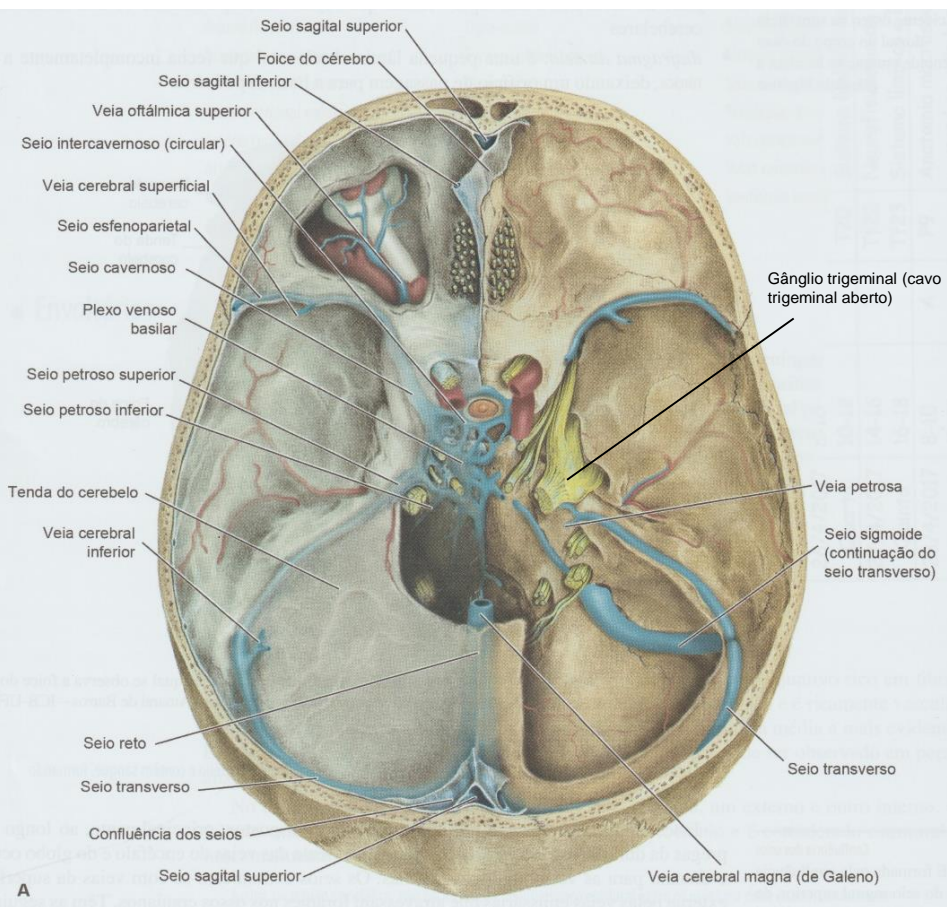


A dura-máter apresenta também cavidades: são os seios venosos da dura-máter e o cavo trigeminal.

Os **seios duros** são canais venosos, recobertos internamente, por endotélio, que contêm sangue proveniente das veias do encéfalo e do globo ocular. Alguns são pares e outros únicos, e drenam, ao final, para as veias jugulares internas. São eles:

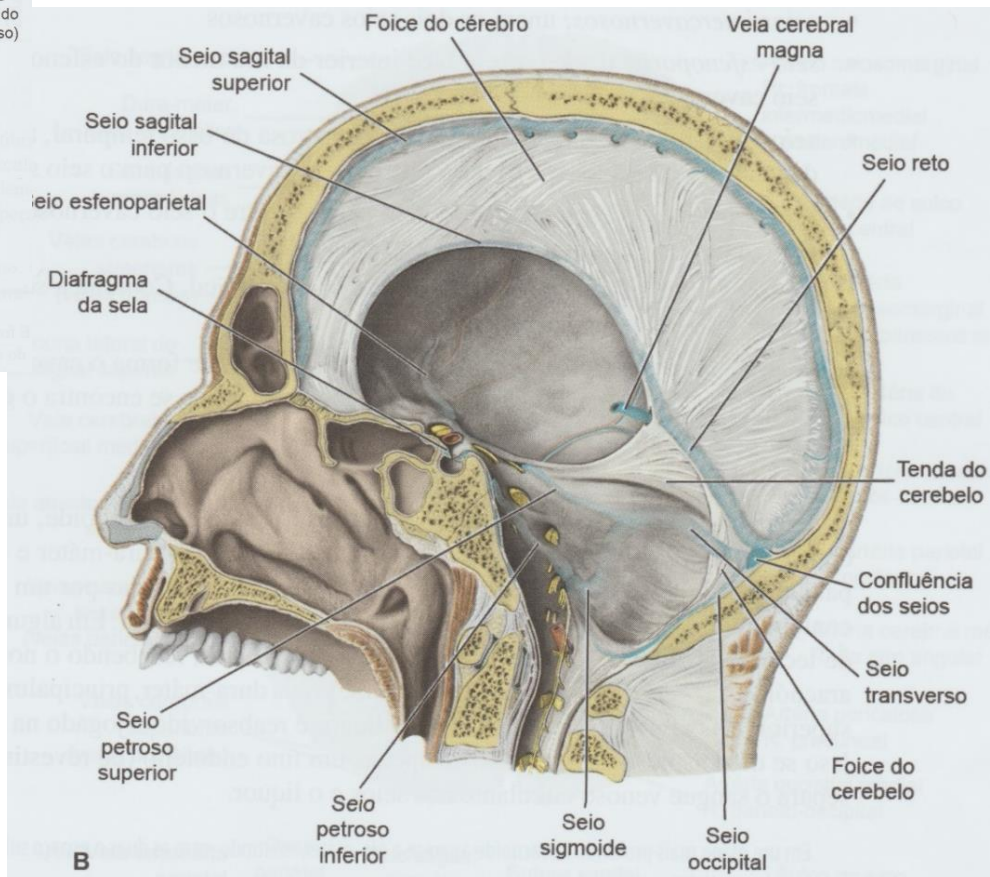
- *sagital superior* (mediano, acompanha a inserção da foice do cérebro. Desagua, posteriormente, na confluência dos seios)
- *sagital inferior* (paralelo ao seio sagital superior, porém na margem livre da foice do cérebro, desaguando no seio reto)
- *reto* (mediano, no ponto de união entre a foice do cérebro e a tenda do cerebelo. Recebe sangue da veia cerebral magna, ou veia de Galeno e termina na confluência dos seios)
- *transversos* (dispõem-se ao longo da inserção da tenda do cerebelo, desde a confluência dos seios até a região da parte petrosa do osso temporal, onde passam a ser designados seios sigmoides)
- *sigmoides* (continuação dos seios transversos até as veias jugulares internas)
- *occipital* (mediano, ao longo da margem de inserção da foice do cerebelo)
- *cavernosos* (na base do crânio, de cada lado da sela túrcica)
- *intercavernosos* (comunicam os dois seios cavernosos, passando a frente e atrás do pedículo hipofisário)
- *esfenoparietais* (situados ao longo da asa do esfenoide, de cada lado, drenam para s. cavernosos)
- *petrosos superiores* (na porção petrosa do osso temporal, ao longo da inserção da tenda do cerebelo. Drenam o s. cavernoso para s. sigmoide, de cada lado)
- *petrosos inferiores* (percorrem o sulco petroso de cada lado, drenando o s. cavernoso para a veia jugular interna)
- *plexo basilar* (ocupa porção basilar do osso occipital, entre s. cavernoso e s. petroso inferior)

O está **cavo trigeminal** (de Meckel), não revestido por endotélio, situado acima da porção petrosa do osso temporal, e contém o gânglio trigeminal em seu interior.

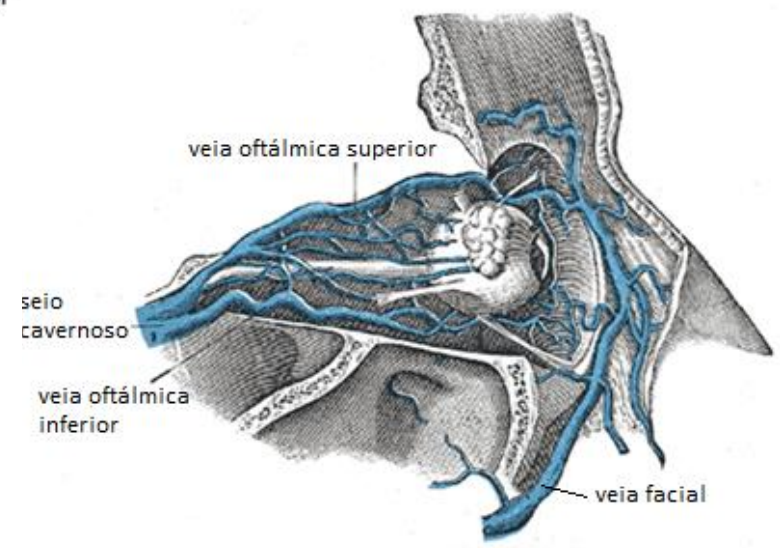
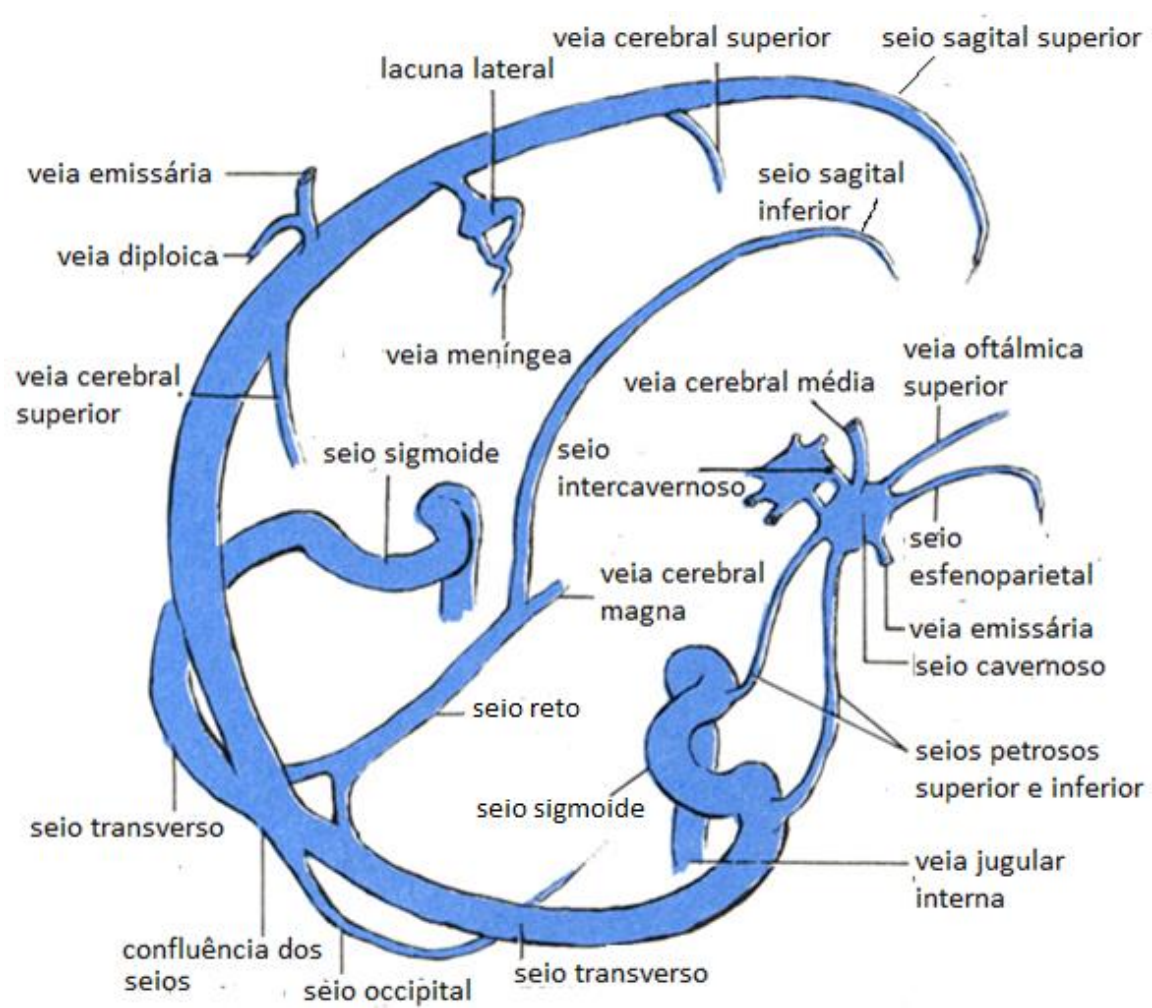


A: vista superior

Seios venosos da dura-máter e cavo trigeminal



B: corte sagital

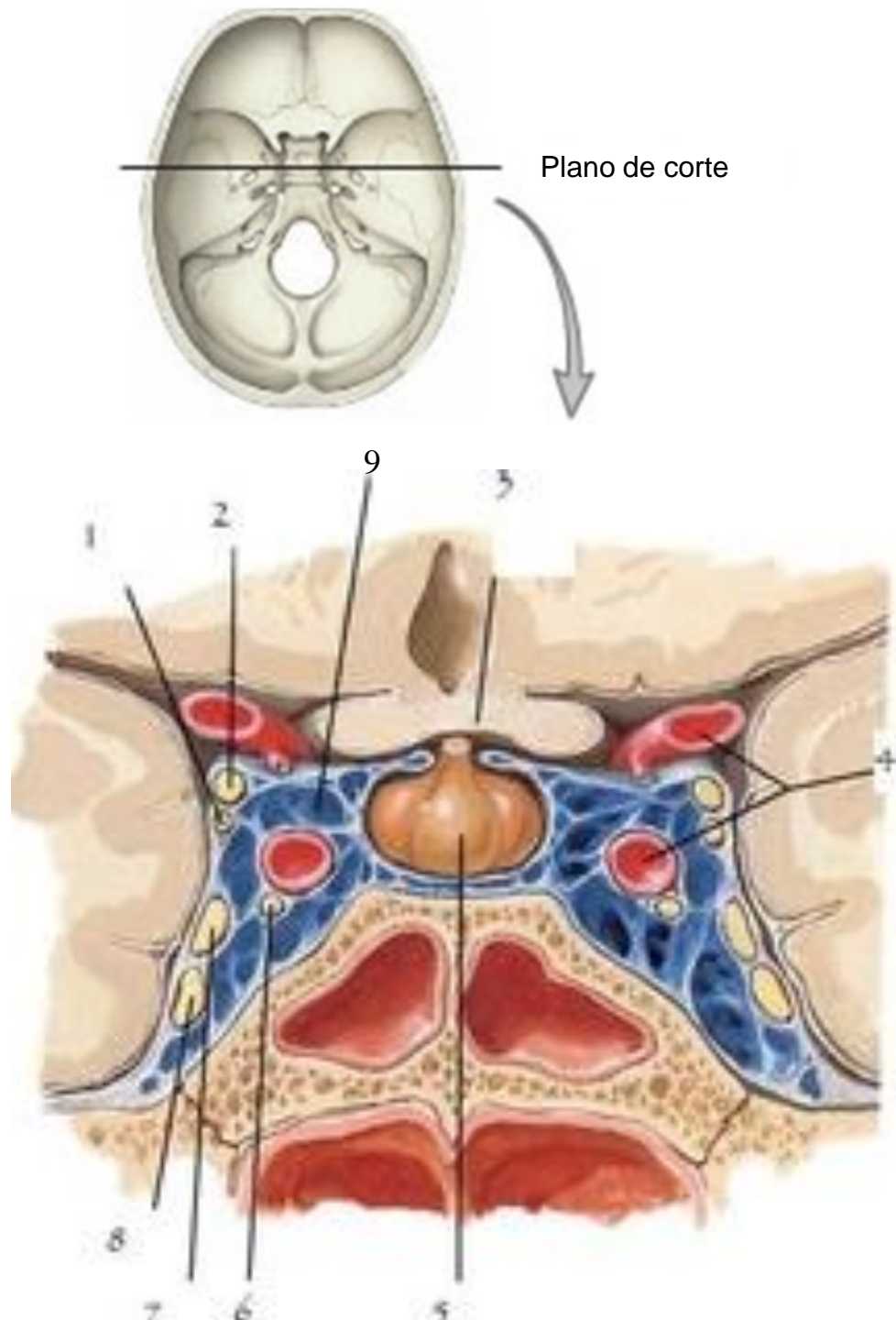


Os seios venosos da dura-máter, em alguns locais, comunicam-se com veias da face externa do crânio e da face. Por exemplo, a veia oftálmica superior comunica o seio cavernoso e a veia facial, de cada lado. Muitas veias emissárias também comunicam os seios venosos da dura-máter, especialmente aqueles que se justapõem aos ossos do crânio, com veias diploicas do crânio e veias do couro cabeludo.

Os seios cavernosos localizam-se na fossa média do crânio, de cada lado do corpo do osso esfenóide. Recebe seu nome devido ao aspecto esponjoso conferido por várias trabéculas que cruzam seu interior. Sua extensão ântero-posterior vai da fissura orbital superior ao ápice da parte petrosa do osso temporal. O seio cavernoso é atravessado pela porção cavernosa da artéria carótida interna e pelo nervo abducente. Outros nervos cursam na parede lateral do seio, como o oculomotor, nervo troclear, ramo oftálmico do nervo trigêmeo e ramo maxilar do nervo trigêmeo (ordem de superior para inferior).

O seio cavernoso recebe sangue das veias oftálmicas, veias cerebrais inferiores, veia central da retina e seio esfenoparietal, e drena para posteriormente para o seios petrosos superior e inferior, e inferiormente para o plexo pterigoideo. Os dois seios cavernosos comunicam-se entre si pelos seios intercavernosos anterior e posterior.

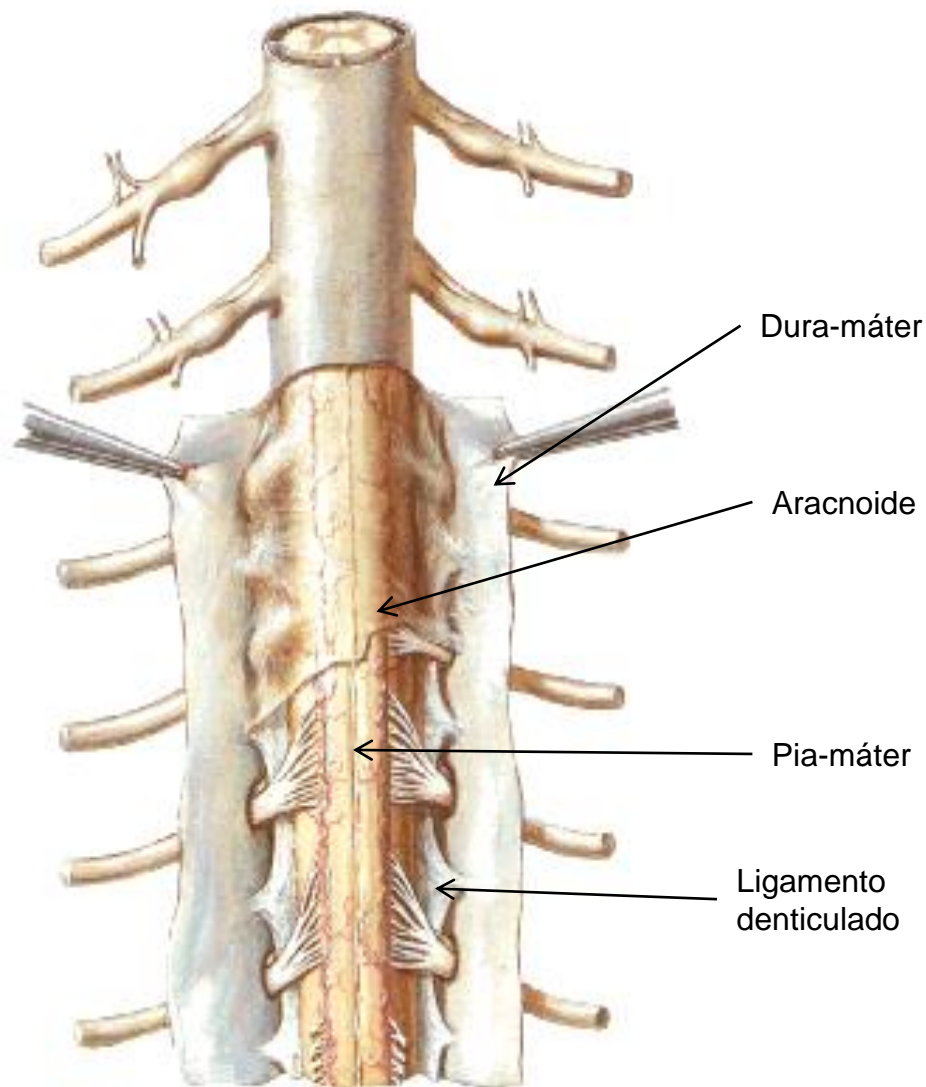
1. Nervo troclear
2. Nervo oculomotor
3. Quiasma óptico
4. Artéria carótida interna
5. Hipófise
6. Nervo abducente
7. Ramo oftálmico do nervo trigêmeo
8. Ramo maxilar do nervo trigêmeo
9. Seio cavernoso



Diferente do que ocorre no crânio, no canal vertebral, ao redor da medula espinal, a dura-máter tem apenas um folheto, que corresponde à continuação do folheto meníngeo da dura-máter craniana.

Inferiormente ela termina sobre o filamento terminal, ao nível da borda inferior da segunda vértebra sacral. É separada das paredes do canal vertebral pelo espaço extradural ou epidural, que contém tecido adiposo areolar frouxo e o plexo venoso vertebral interno.

No canal vertebral a dura-máter estende-se ao longo de um curto trajeto da raízes nervosas e se continua com o epineuro de cada nervo espinal.



A **aracnoide** (aracnoide-máter) dispõe-se logo abaixo da dura-máter e a ela está justaposta. É uma meninge delicada, com feixes de tecido conjuntivo elástico. Envia inúmeras trabéculas aracnoides, que atravessam o espaço subaracnóideo, ou espaço liquórico, em direção à pia-máter.

Como acompanha a dura-máter, enquanto a pia-máter está aderida ao tecido nervoso, a profundidade do espaço subaracnóideo é variável, sendo que aumenta muito nas áreas de sulcos ou depressões do encéfalo. Nesse locais, chamados de **cisternas subaracnóideas**, o espaço liquórico fica dilatado, com maior acúmulo de líquido. As principais cisternas subaracnóideas são:

cerebelo-bulbar (magna) = situa-se dorsal ao bulbo, abaixo do cerebelo

pontina = localiza-se ventral à ponte e aloja a artéria basilar

interpeduncular = está localizada entre os pedúnculos cerebrais, ventralmente ao mesencéfalo

quiasmática = situa-se abaixo do quiasma óptico

superior (ou da veia cerebral magna ou de Galeno, ou quadrigêmea ou colicular) = situa-se dorsal ao mesencéfalo, acima do cerebelo

ambiens = dispõe-se a volta dos pedúnculos cerebrais, entre a cisterna interpeduncular, anteriormente, e cisterna superior, posteriormente

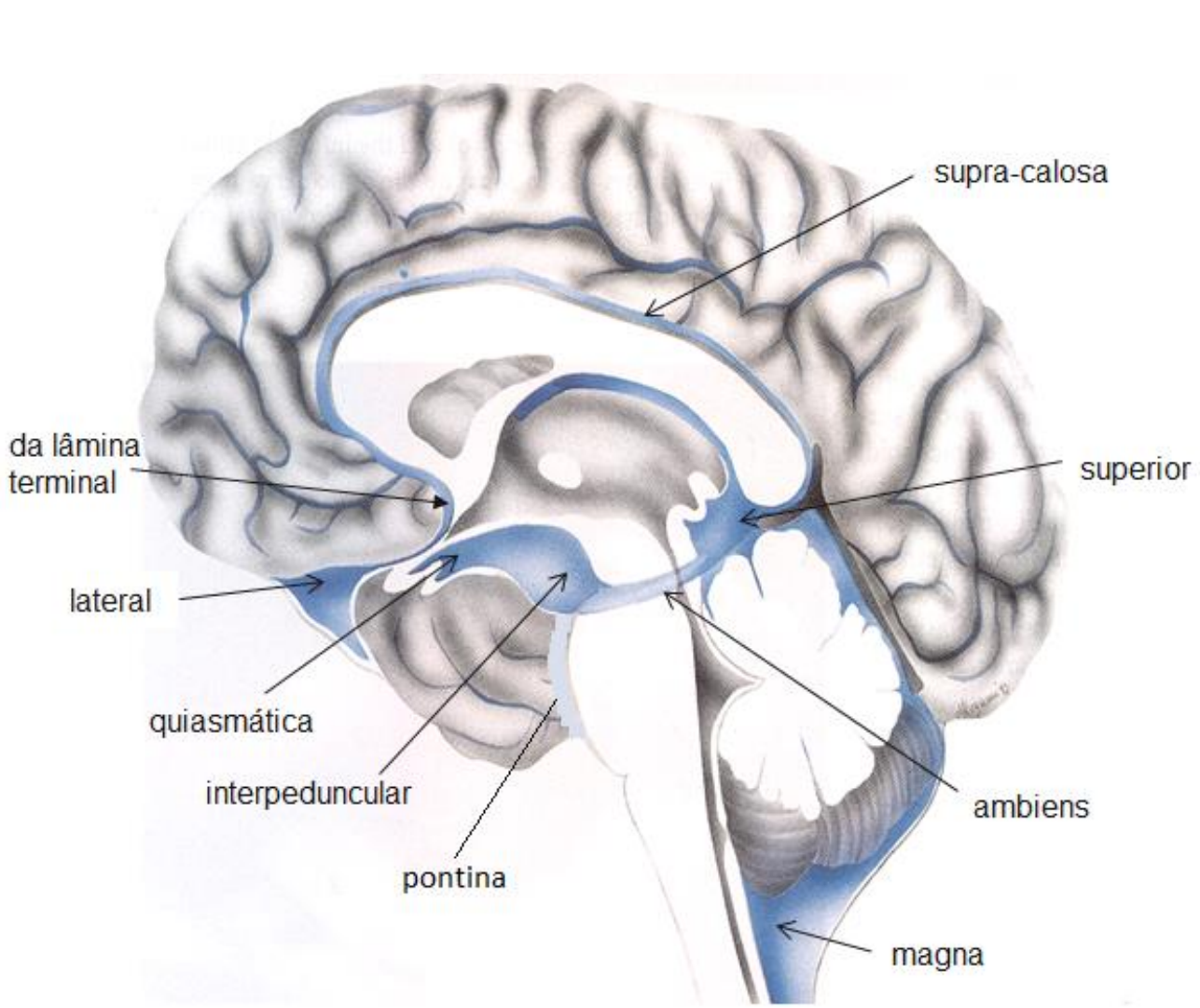
lateral = localiza-se ao longo da fissura lateral do cérebro e aloja a artéria cerebral média

supracalosa = localiza-se acima do corpo caloso e contém as artérias pericalosas, ramos das artérias cerebrais anteriores

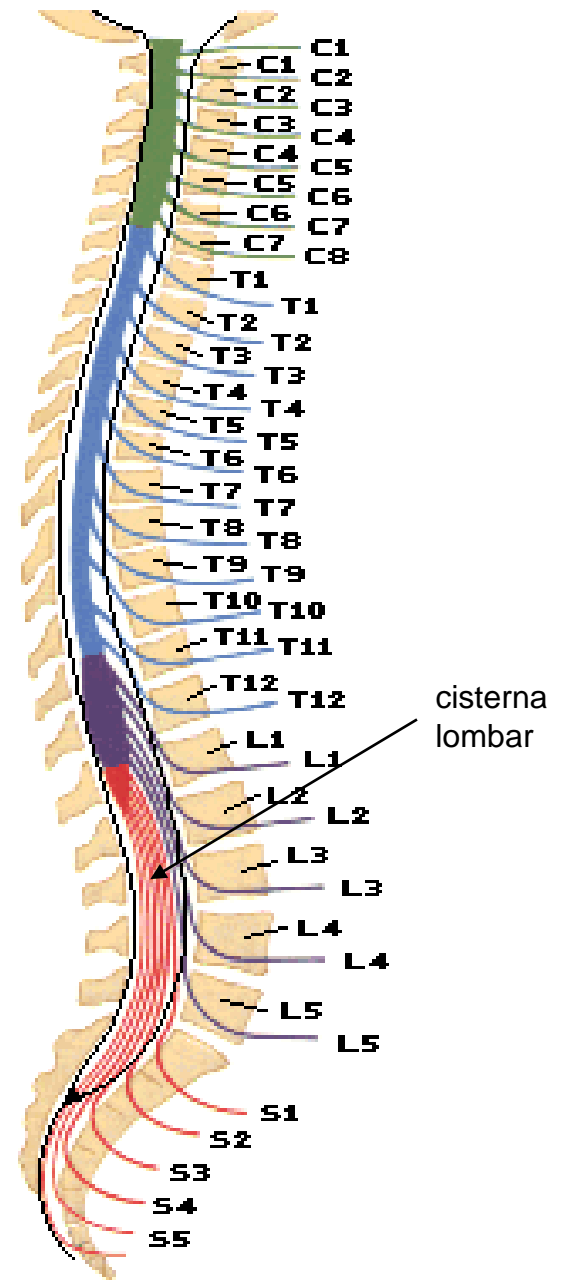
lombar = é a única cisterna localizada fora do crânio. Situa-se no canal vertebral, abaixo do cone medular. Contém as raízes nervosas da cauda equina

Observe essas cisternas nas figuras seguintes.

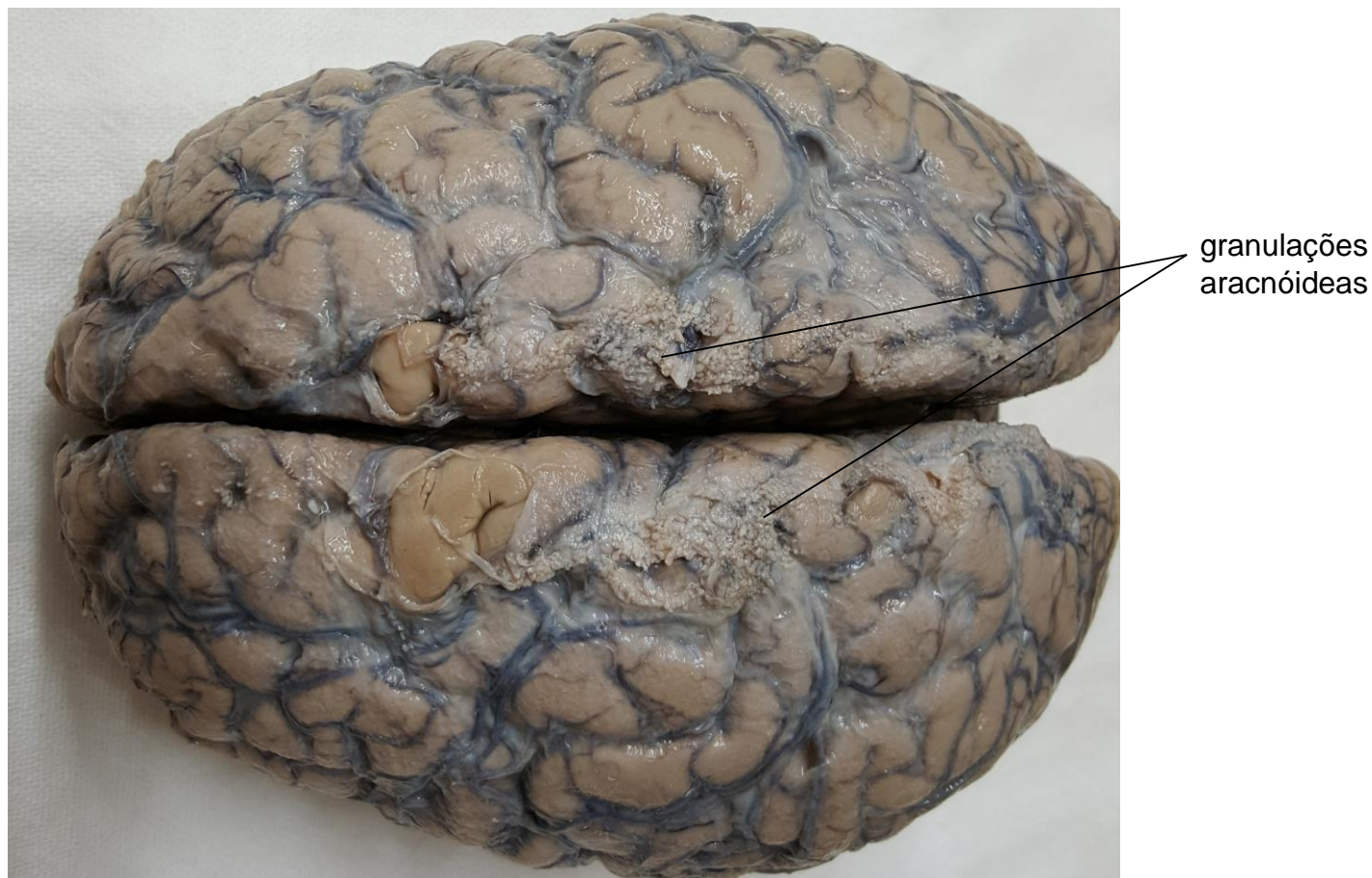
As artérias e veias, como também os nervos cranianos, atravessam o espaço subaracnóideo (entre a aracnoide e a pia-máter). Ela funde-se ao epineuro dos nervos cranianos no seu ponto de saída do crânio. No caso do nervo óptico, entretanto, a aracnoide forma uma bainha em torno do nervo e entra na cavidade da órbita, acompanhando-o através do canal óptico, até se fundir com a esclera do olho (túnica mais externa do bulbo do olho. Portanto, o espaço subaracnóideo estende-se no interior da cavidade da órbita, ao redor de todo o nervo óptico.



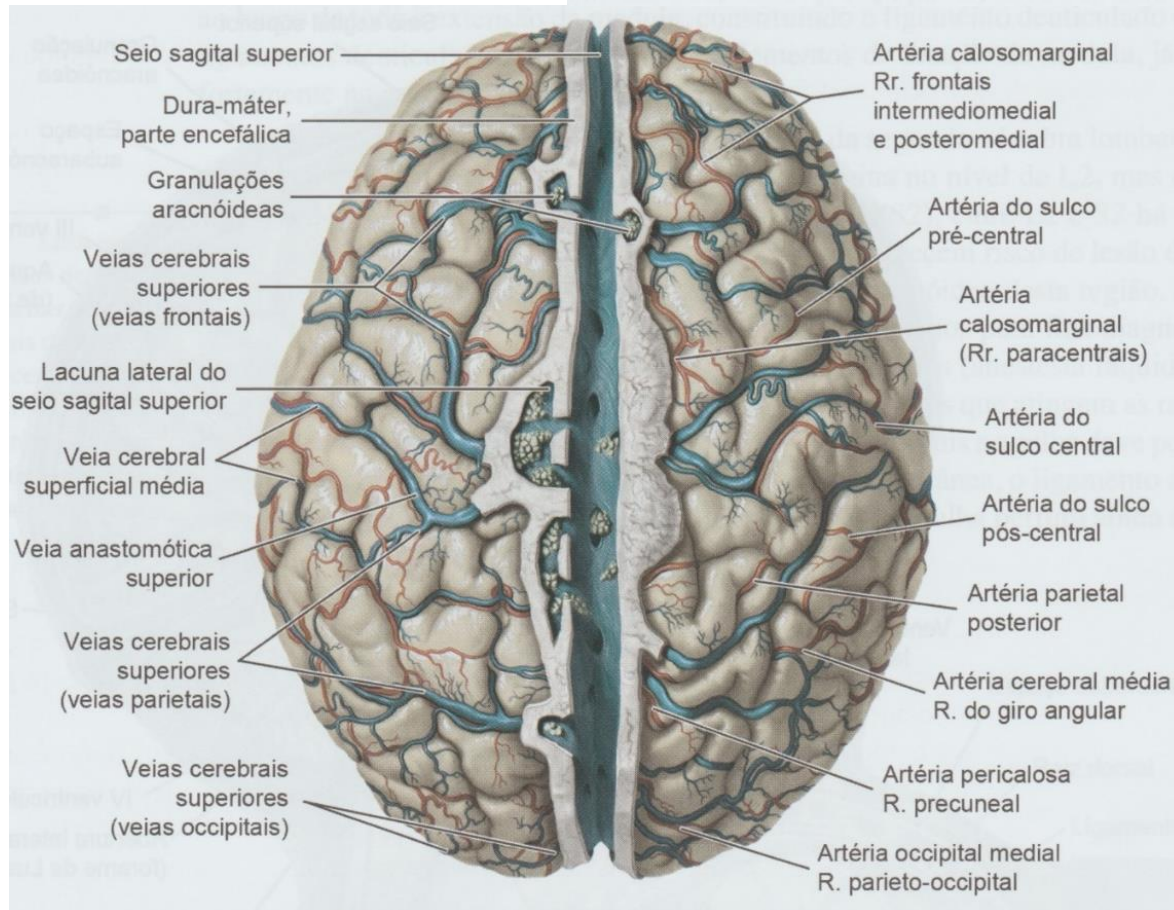
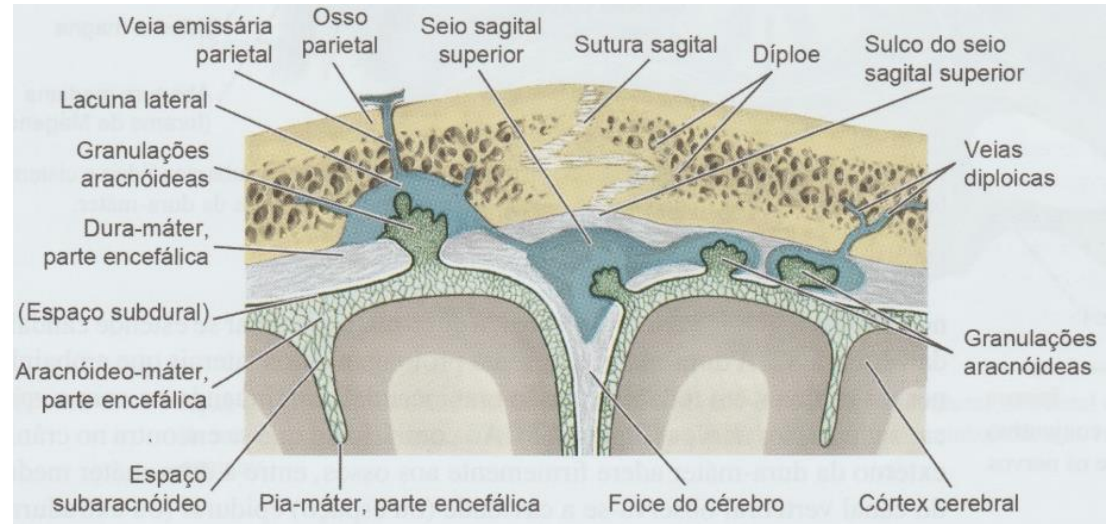
Cisternas subaracnóideas



No espaço subaracnóideo, entre a aracnoide e a pia-máter, circula o líquido cerebrospinal ou líquor, produzido no interior dos ventrículos cerebrais. Após sair dos ventrículos e circular pelo espaço subaracnóideo, o líquor é absorvido nas granulações aracnóideas. As granulações aracnóideas são digitais da aracnoide, com enovelados de suas fibras, levando o prolongamento do espaço subaracnóideo para o interior dos seios duros, especialmente no seio sagital superior, ou em suas lacunas laterais. As granulações correspondem aos locais de absorção do líquor para o sangue.



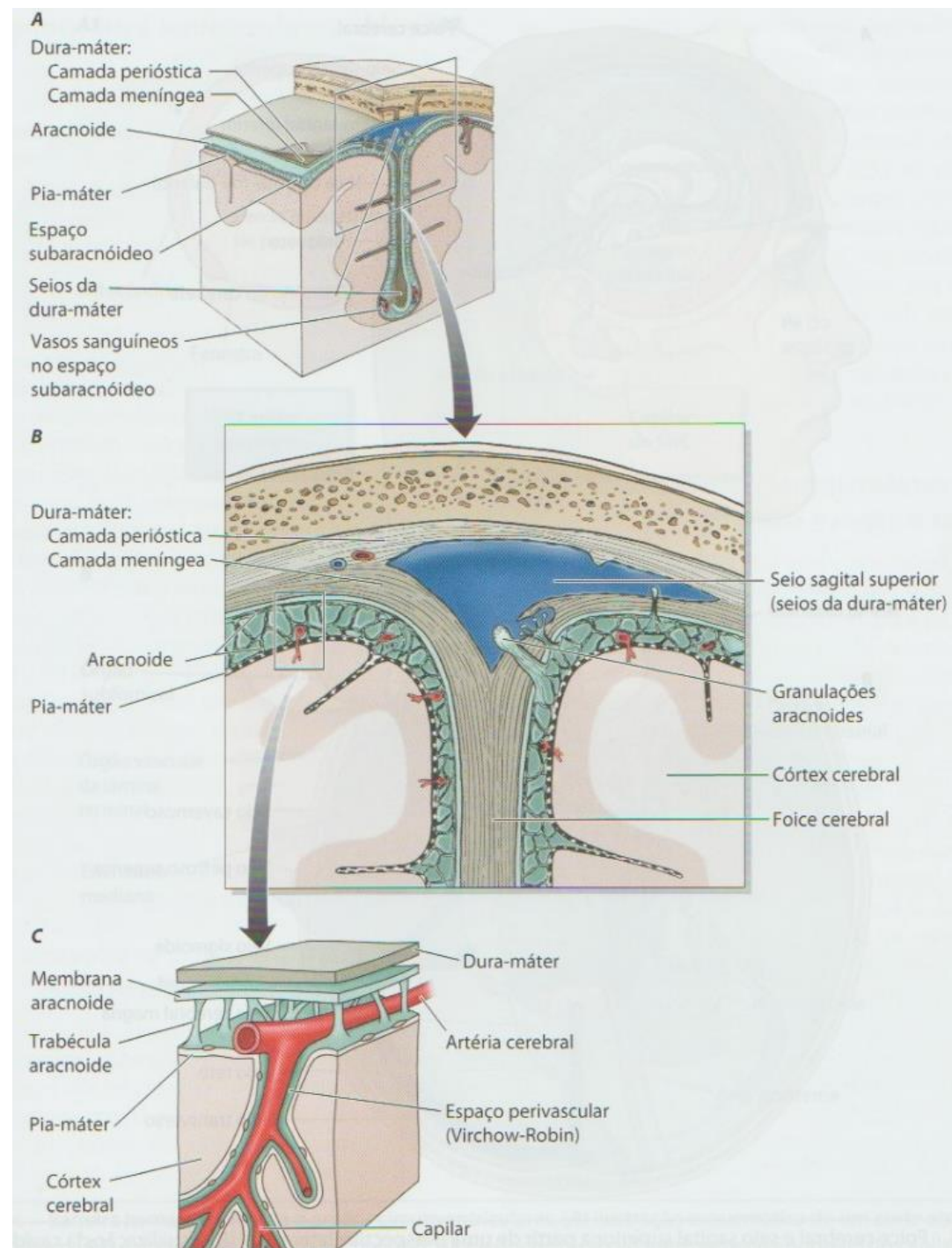
Vista superior dos hemisférios cerebrais.
Aracnoide presente.



A mais delicada e a mais interna das meninges, a **pia-máter** está aderida ao tecido nervoso, acompanhando suas elevações e depressões.

Apesar de delicada, ajuda a dar forma e resistência ao tecido nervoso.

Acompanha os vasos, em especial as artérias, levando o espaço subaracnóideo ao redor dos vasos até o nível capilar. Esses espaços, com líquido, são chamados espaços perivasculares (de Virchow-Robin).



A. Camadas meníngeas da dura-máter craniana

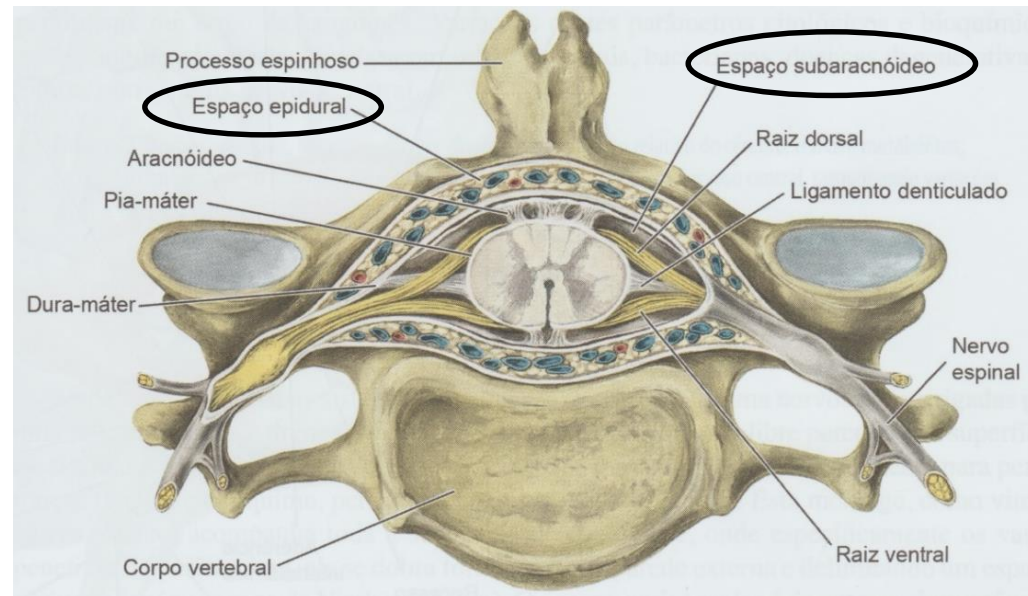
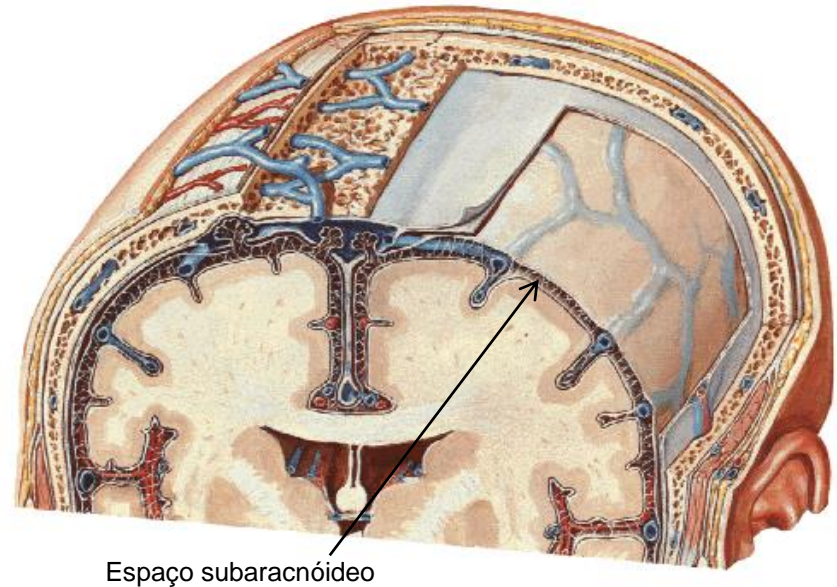
B. Esquema do seio sagital superior, com granulações aracnóides

C. Espaço perivascular

Como a dura-máter é composta por dois folhetos (periosteal e meníngeo) no interior do crânio e, assim, aderida aos ossos do crânio, e, no canal vertebral é composta apenas por um folheto (continuação do folheto meníngeo intracraniano), o número de espaços reais entre as meninges é diferente no crânio e no canal vertebral.

No crânio, apenas o espaço subaracnóideo é real (ou patente), enquanto os espaços extra-dural ou epidural (entre a dura-máter e os ossos do crânio) e subdural (entre a dura-máter e a aracnoide) são apenas potenciais, isto é, aparecem somente em situações anormais, como no caso do sangramento de certos vasos sanguíneos e formação de hematomas.

No canal vertebral, existem dois espaços reais: o espaço extra-dural ou epidural (a volta da dura-máter) e o espaço subaracnóideo (continuação do espaço subaracnóideo intracraniano)



Tipos de hematomas intracranianos

Extradural (epidural)

Subdural

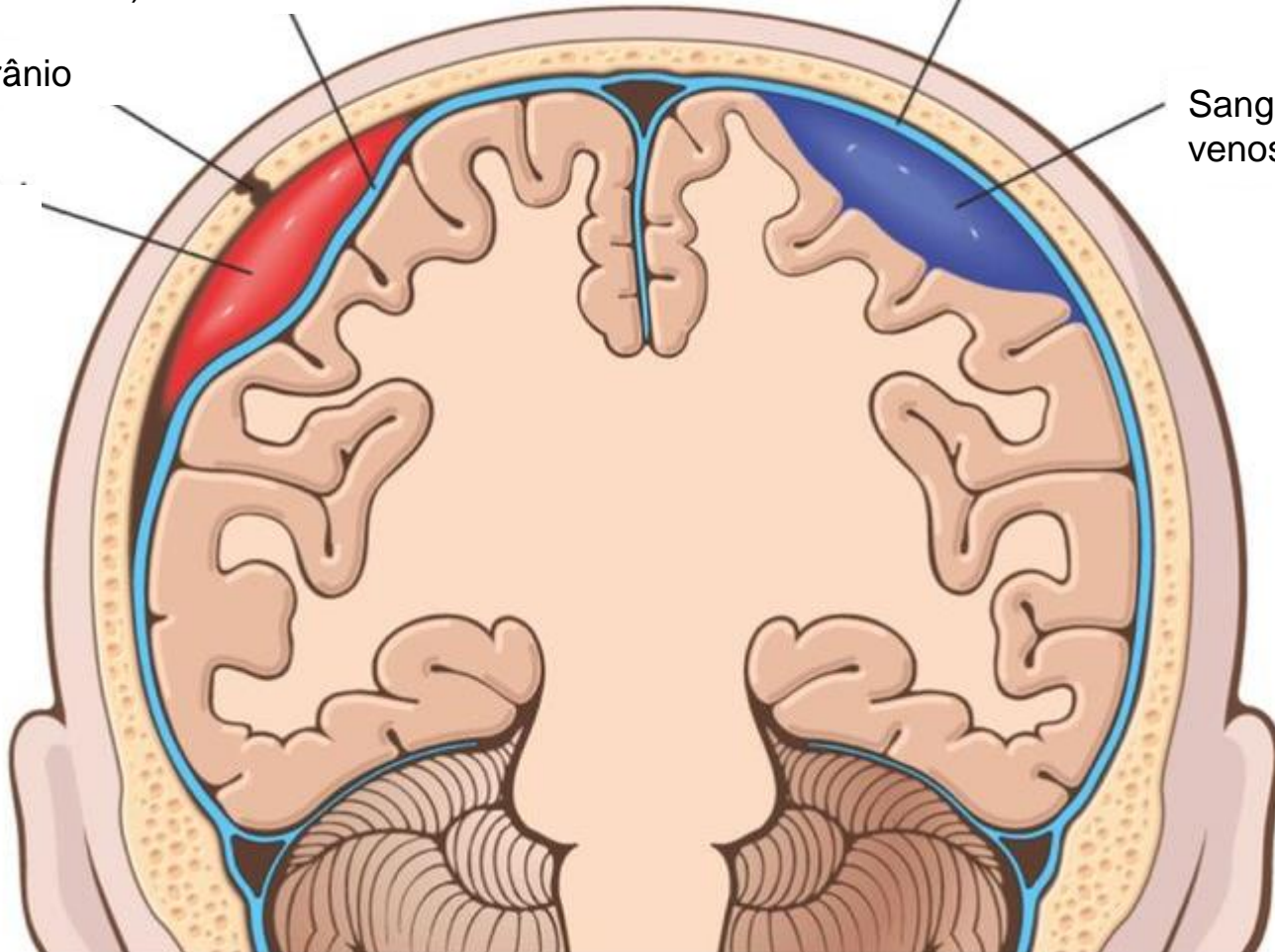
Dura-máter (descolada do crânio)

Dura-máter (aderida ao crânio)

Fratura de crânio

Sangramento arterial

Sangramento venoso



O **líquido cerebrospinal** ou líquor é um fluido aquoso, incolor, que ocupa o espaço subaracnóideo (no crânio e canal vertebral), e o sistema ventricular.

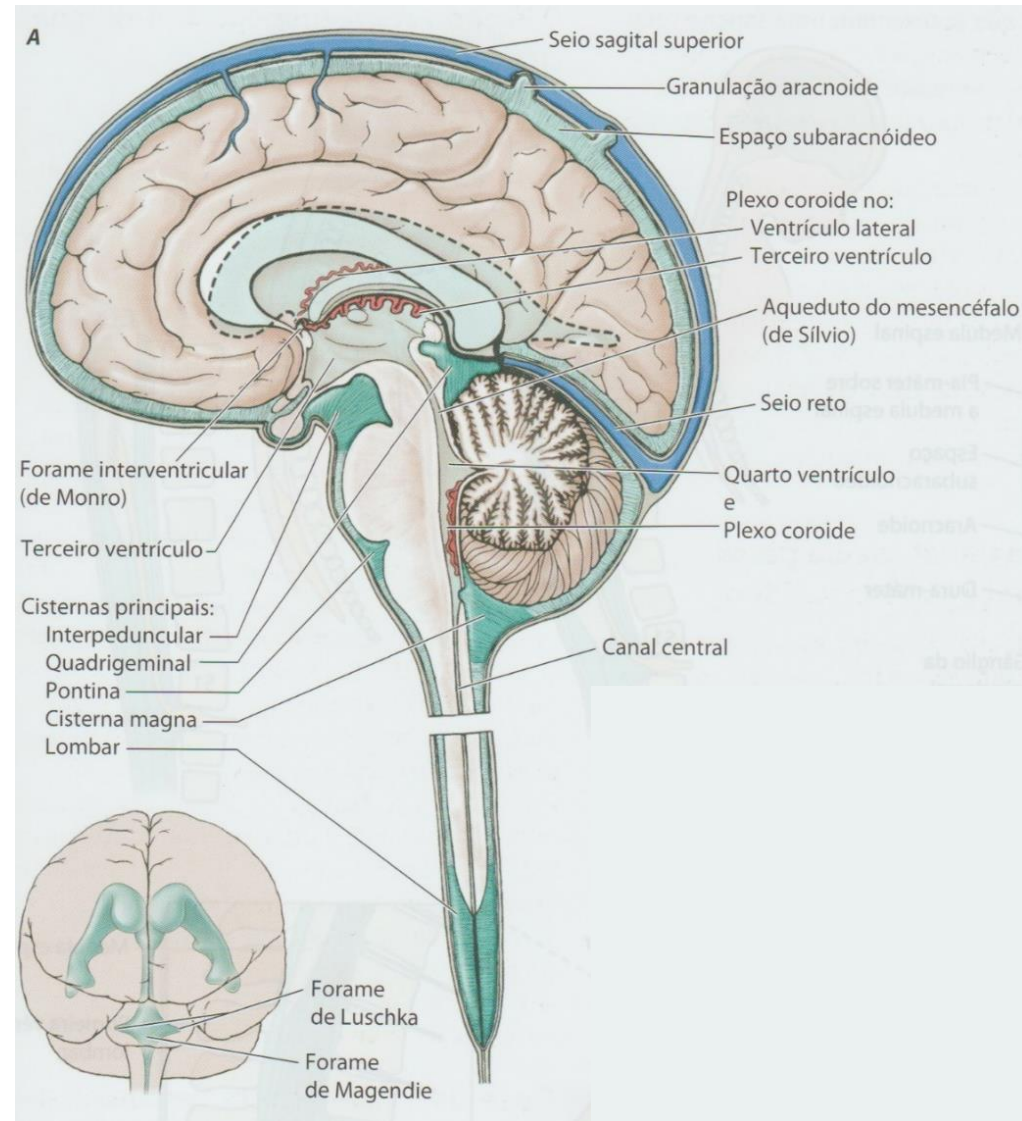
Confere proteção mecânica ao sistema nervoso central, funcionando como um amortecedor entre o sistema nervoso e os ossos.

Também tem ação na proteção biológica ao sistema nervoso, exercendo um papel ativo na nutrição do tecido nervoso e remoção dos produtos do metabolismo neuronal.

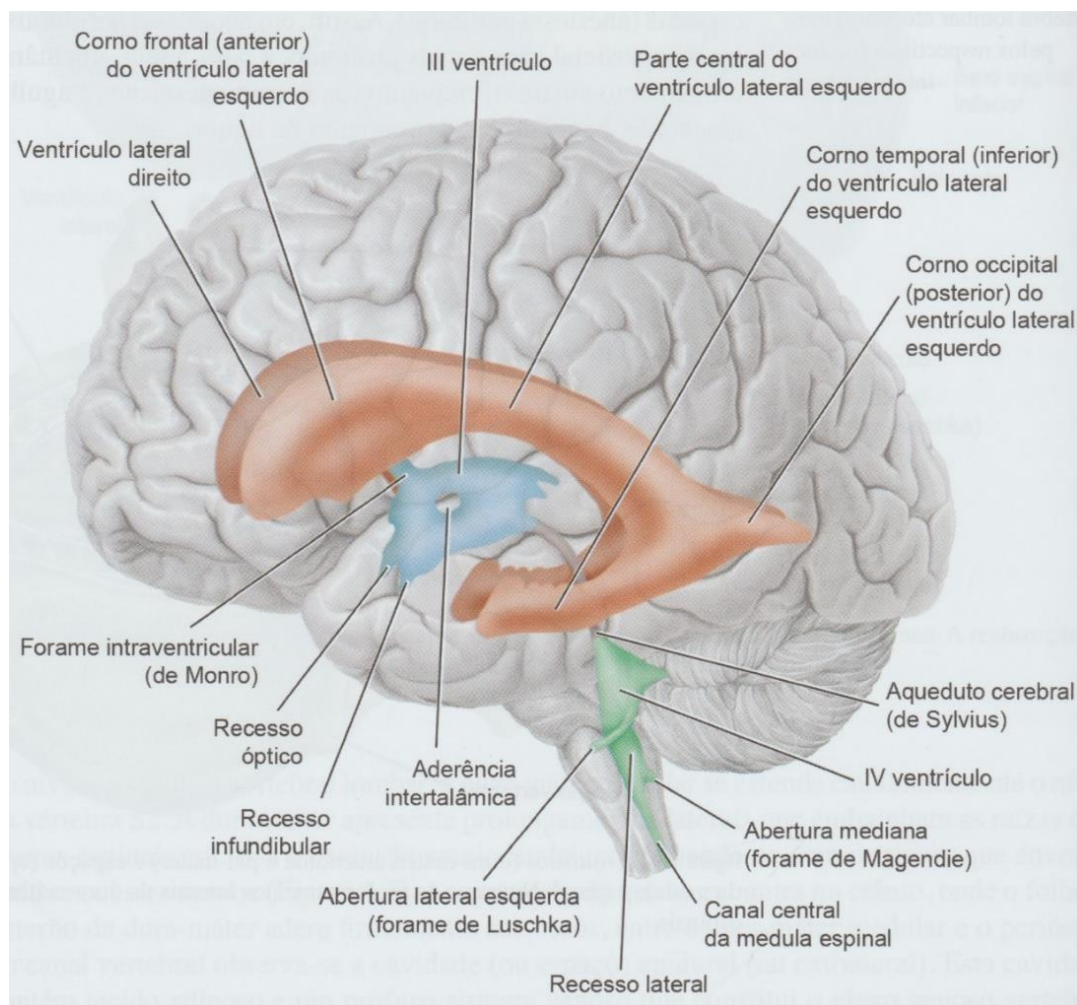
É formado por secreção ativa pelo epitélio dos plexos coróides e epêndima, no interior dos ventrículos, principalmente nos ventrículos laterais e terceiro ventrículo. Possui, em solução, sais orgânicos semelhantes àqueles do plasma sanguíneo. O nível de glicose do líquor corresponde à metade, aproximadamente, da glicemia. Contém pequena quantidade de proteínas e de 0 a 3 células (linfócitos) por mm³.

Sua circulação lenta e a renovação a cada 8 horas, com um volume total de 100-150 cm³

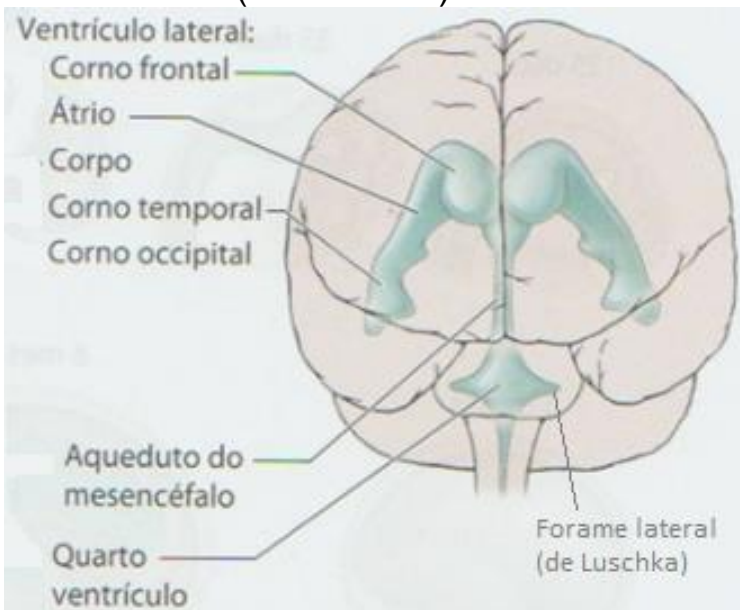
Possui pressão relativamente constante, de 5-20 cm H₂O, medida na cisterna lombar, aumentando transitoriamente durante a tosse ou no esforço para defecar.



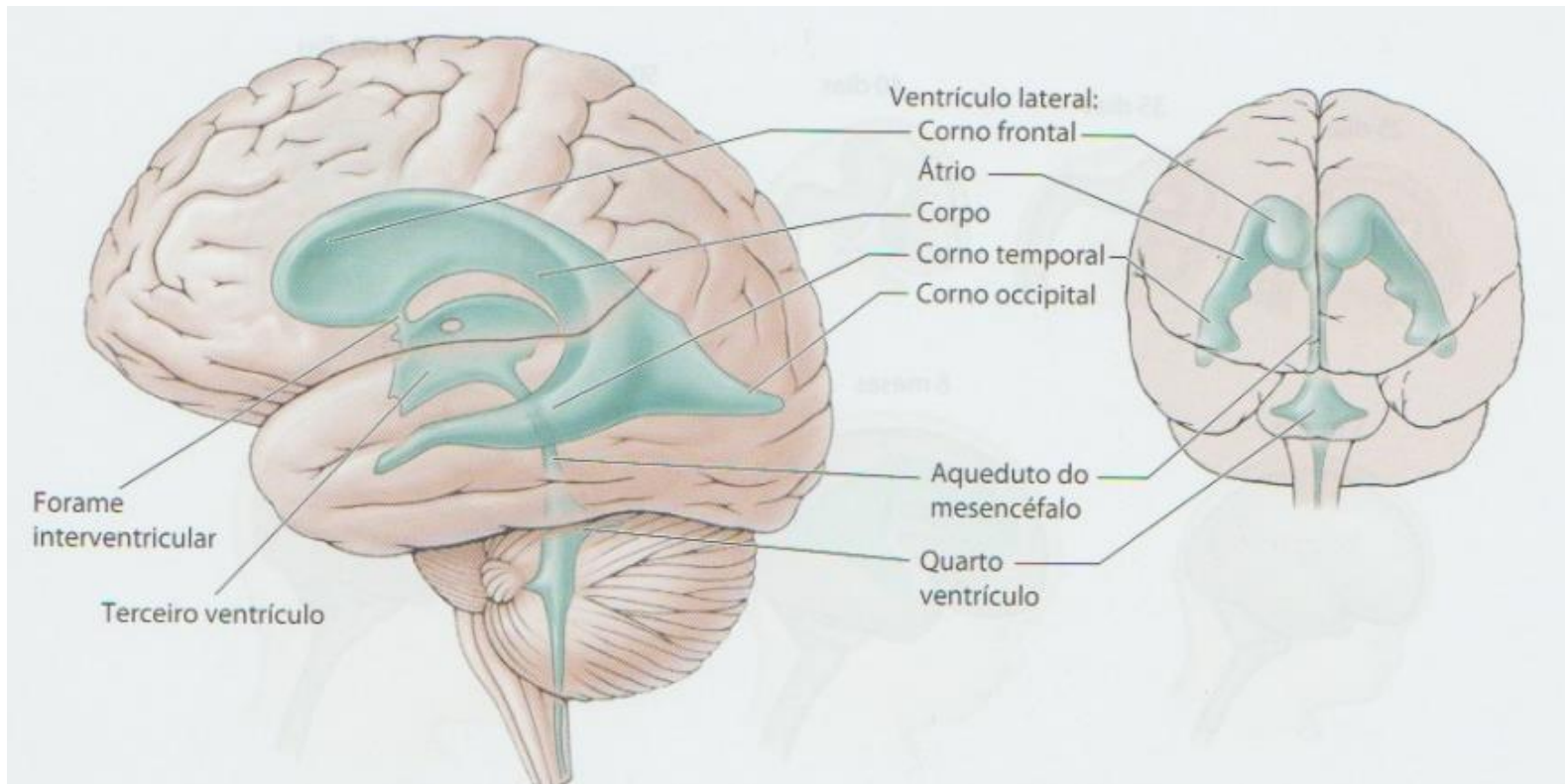
No interior do sistema ventricular, o líquido é formado, principalmente, pelos plexos coróides do assoalho do corpo e teto do corno temporal dos ventrículos laterais (corno frontal e corno occipital não contém plexo coróide), passa para o terceiro ventrículo pelos forames interventriculares (de Monro), onde se soma à produção líquórica pelo plexo coróide do teto do terceiro ventrículo. Daí passa ao quarto ventrículo através do aqueduto do mesencéfalo. O quarto ventrículo possui plexo coróide na metade inferior de seu teto, porém, devido ao volume reduzido do plexo dessa cavidade, somente uma pequena quantidade de líquido é aí produzida. O líquido sai do quarto ventrículo por três aberturas: um forame mediano posterior (de Magendie) e dois forames laterais (de Luschka).



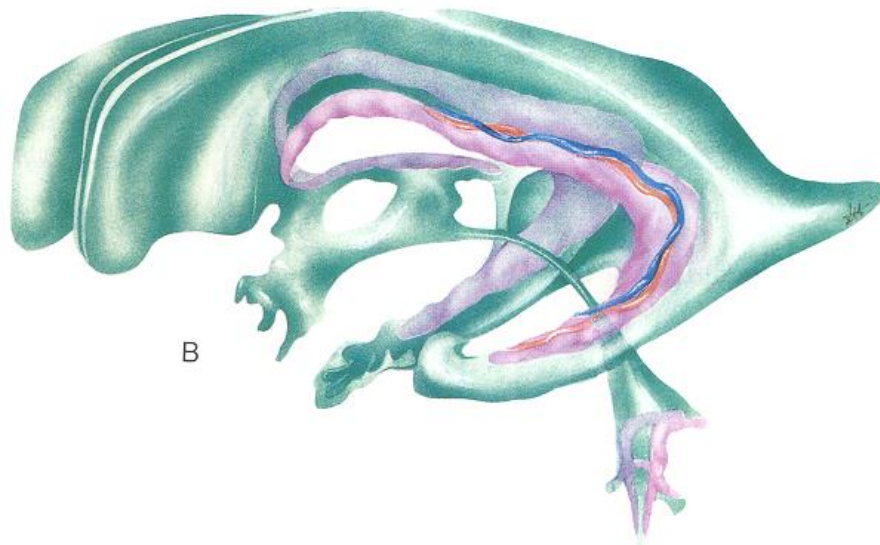
Vista lateral



Vista anterior



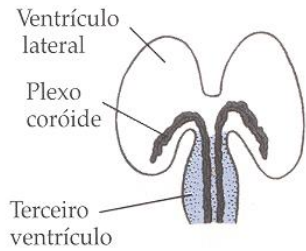
is



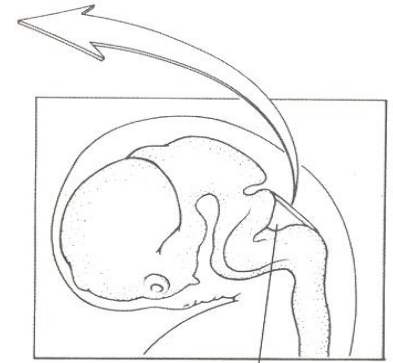
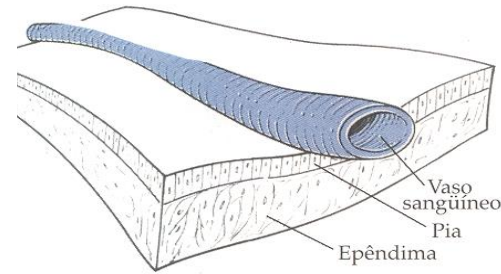
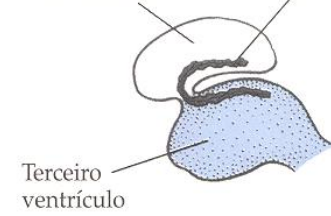
Como já mencionado, o plexo coroide está presente no interior dos ventrículos encefálicos em determinadas localizações:

- assoalho do corpo e teto do corno temporal dos ventrículos laterais (corno frontal e corno occipital não contém plexo coroide)
- teto do terceiro ventrículo
- metade inferior do teto do quarto ventrículo

Dois meses



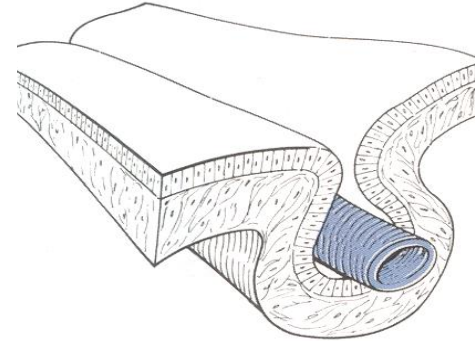
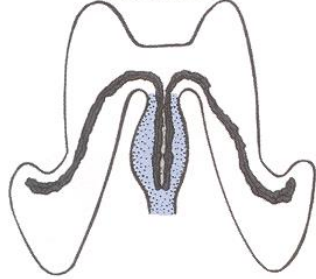
Ventrículo lateral Plexo coróide



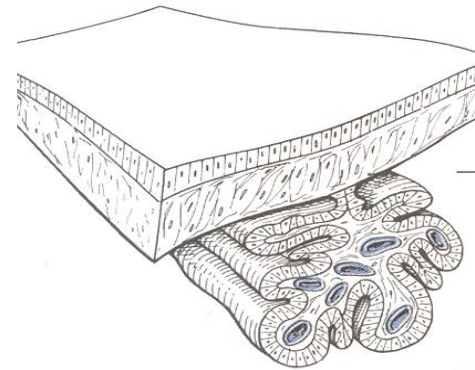
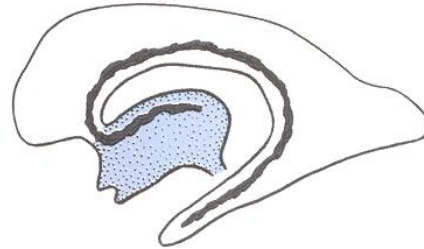
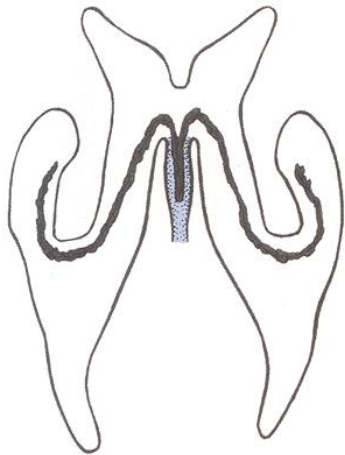
Quarto ventrículo

O plexo coróide é formado em locais onde não existe interposição de tecido nervoso entre o epêndima e a pia-máter, como no teto do quarto ventrículo e na fissura transversa do cérebro, abaixo do esplênio do corpo caloso.

Cinco meses



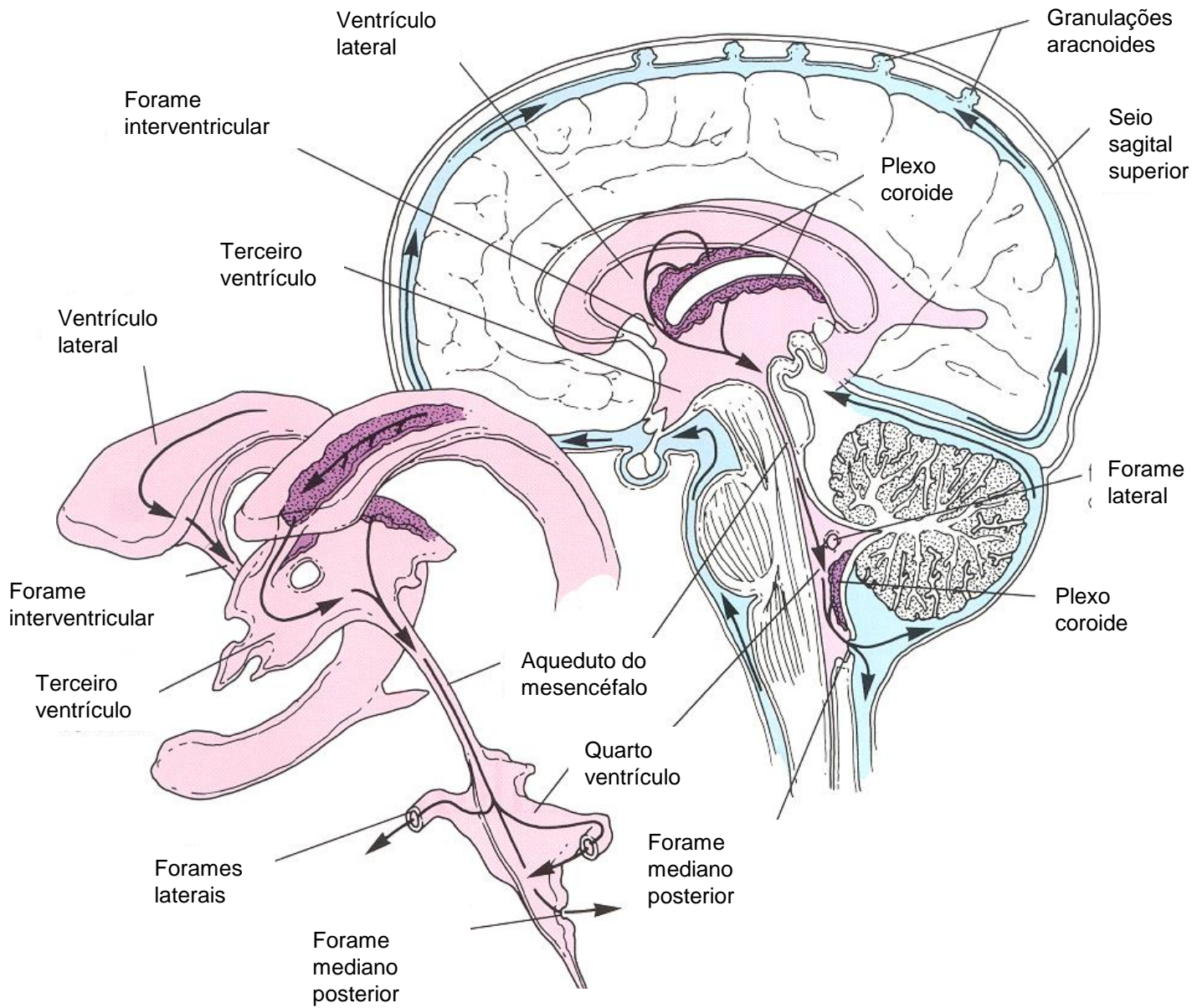
Recém-nascido



Plexo coróide

Como no espaço subaracnóideo (rodeia a pia-máter) existem vasos sanguíneos, o pulsar desses faz impurra a pia máter sobre o epêndima, provocando inúmeras invaginações, para dentro da cavidade ventricular adjacente.

Epêndima é o epitélio que recobre internamente os ventrículos encefálicos.

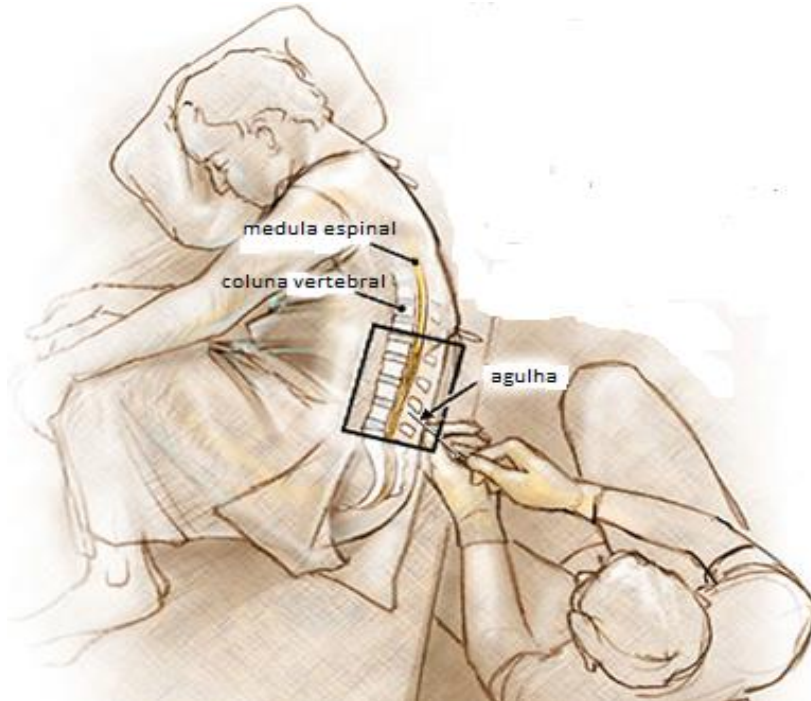


Circulação liquórica

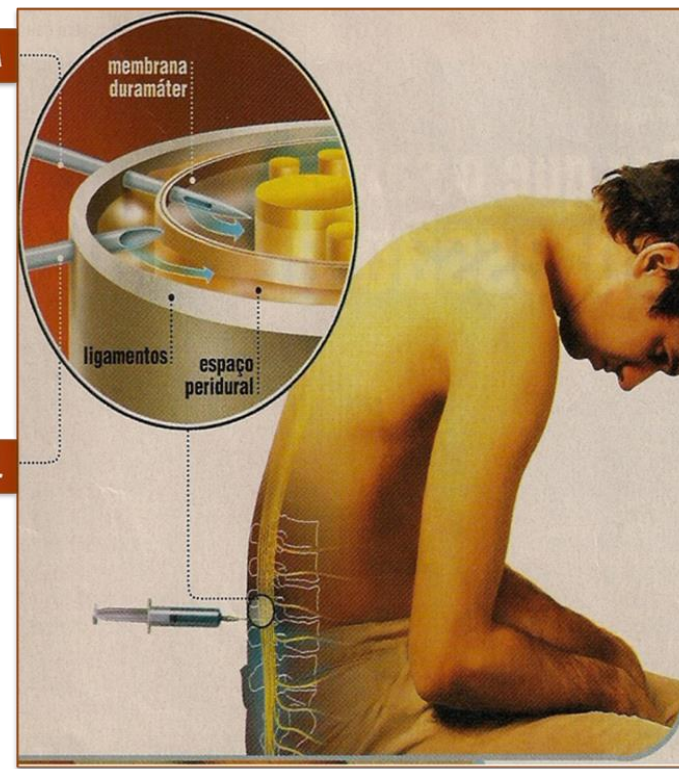
Determinadas cisternas subaracnóideas podem ser usadas para a realização de punções líquóricas e recolhimento de amostras de líquido, na suspeita diagnóstica de meningites e em casos de hemorragias subaracnóideas.

Também podem ser usadas para a injeção de contrastes radiológicos, pouco utilizada depois do advento da ressonância magnética, e para a injeção de antibióticos e quimioterápicos.

A cisterna mais facilmente abordada, devido à sua localização, grande acúmulo líquido e menor risco de complicações, é a lombar. O paciente pode estar na posição sentada ou em decúbito lateral.



RAQUINESTESIA



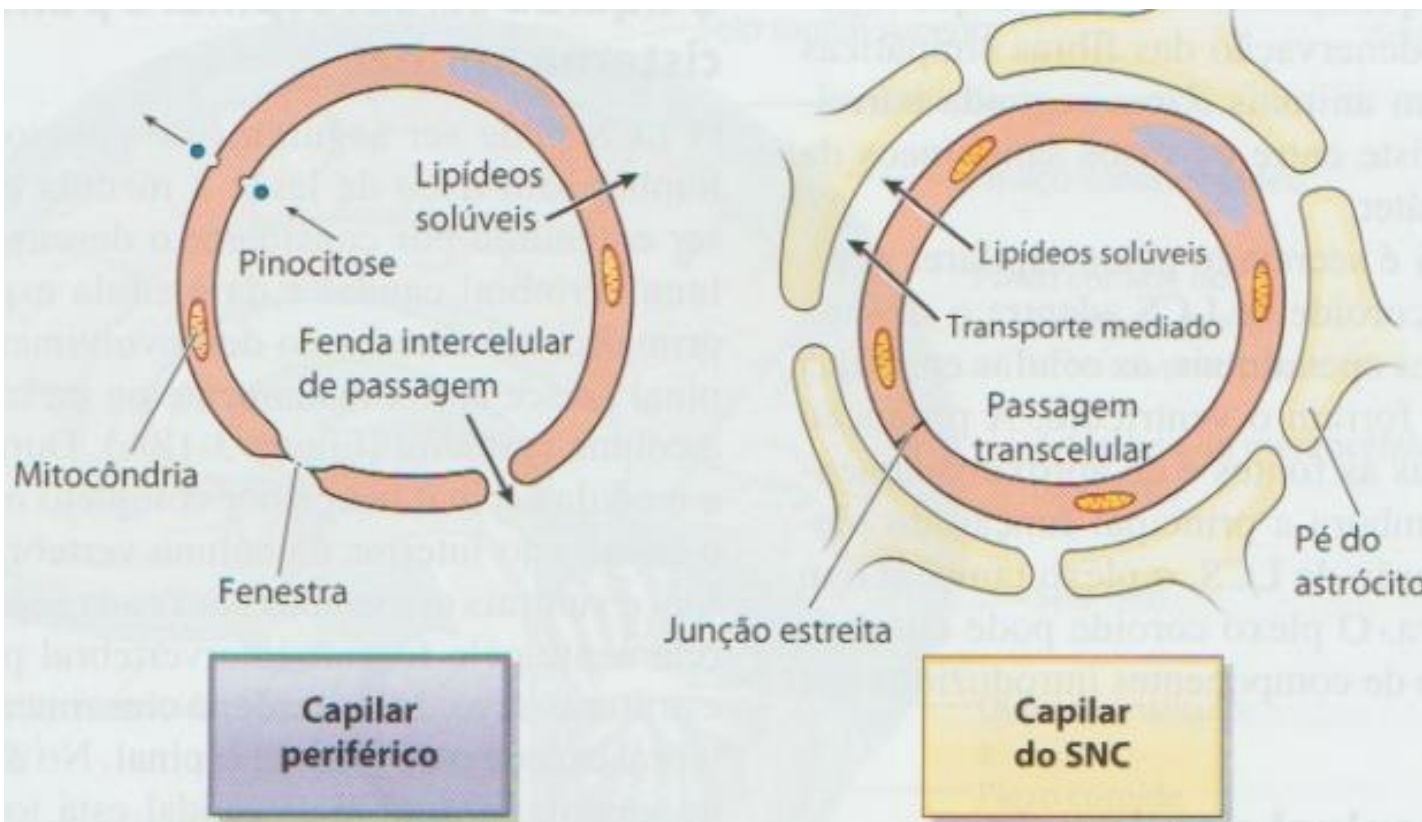
PERIDURAL

A cisterna lombar também é usada na anestesia regional denominada raquianestesia. Em outro tipo de anestesia regional, a peridural, a agulha não deve atingir a dura-máter e a aracnoide. Portanto, a agulha não chega à cisterna lombar, e o anestésico é injetado no espaço epidural.

Barreira encefálicas são dispositivos que impedem ou dificultam a passagem de substâncias do sangue para o tecido nervoso (hematoencefálica), do sangue para o líquido (hematoliquórica) e do líquido para o tecido nervoso (encéfalo-liquórica).

A barreira hematoencefálica é a mais bem estudada e ocorre, principalmente, devido às diferenças entre os capilares periféricos e capilares do sistema nervoso central, que possuem junções estreitas (zônulas de oclusão) entre suas células endoteliais e são envolvidos por pés astrocitários (prolongamentos dos astrócitos).

Assim, existe uma menor restrição ao transporte no capilar periférico. A permeabilidade da barreira hematoencefálica é inversamente proporcional ao tamanho das moléculas e diretamente à solubilidade das mesmas. Assim, gases e água atravessam bem a barreira, enquanto glicose e eletrólitos atravessam mais lentamente. É ainda quase impermeável às proteínas do plasma e outras moléculas orgânicas grandes, como aquelas de peso molecular igual ou maior que 60 mil.

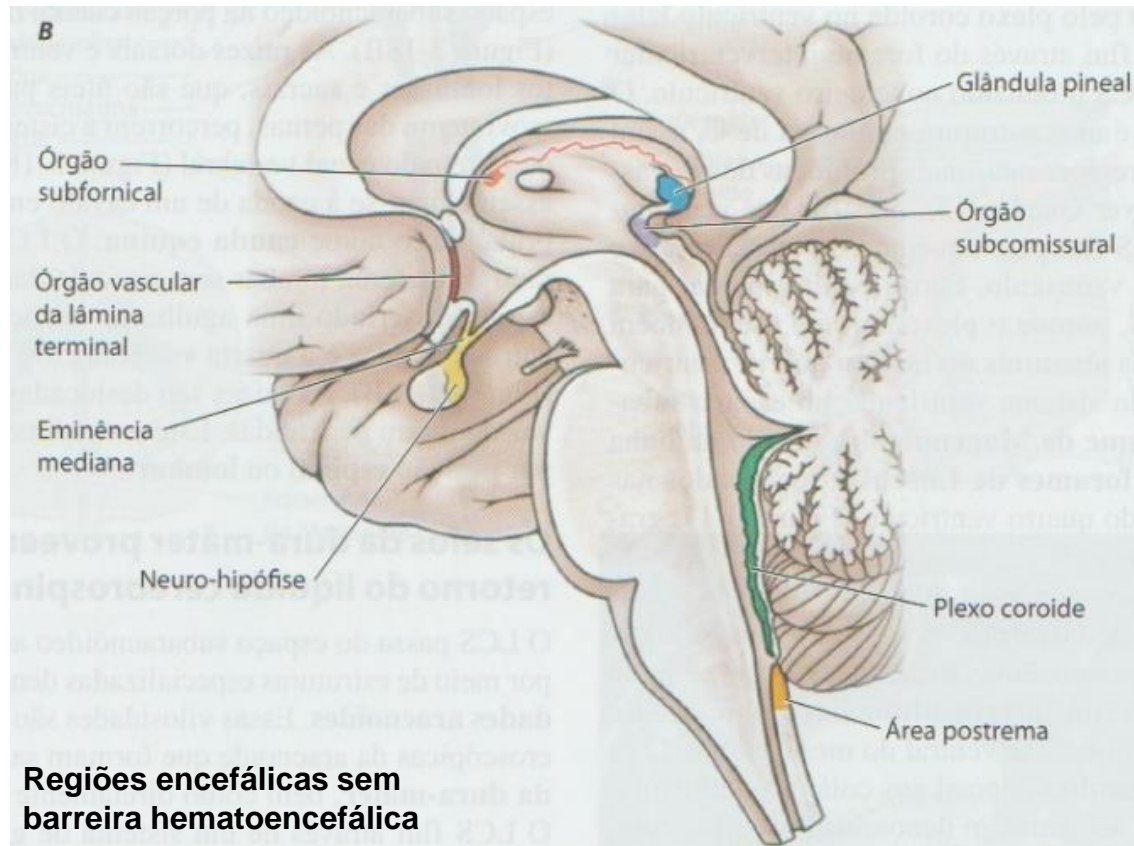


Existem variações da permeabilidade da barreira hematoencefálica, fisiológicas e patológicas.

Fetos e crianças recém-nascidas têm a barreira ausente ou ainda não completamente desenvolvida. Assim, são particularmente mais sensíveis a infecções do sistema nervoso central, como encefalites e meningites, já que vírus e bactérias eventualmente presentes no sangue podem mais facilmente alcançar o tecido nervoso.

Também existem locais do sistema nervoso central, especialmente ao redor dos ventrículos encefálicos (órgãos circunventriculares), onde a barreira está ausente ou enfraquecida. Esses locais referem-se a pontos onde existe secreção de hormônios ou outras substâncias, que precisam alcançar a circulação sanguínea. Essas regiões anatômicas são, por exemplo, o corpo pineal, a neuro-hipófise e os plexos coróides.

Grandes variações de pH, da pressão osmótica, da temperatura, traumatismos e infecções também podem causar o enfraquecimento das barreiras encefálicas.

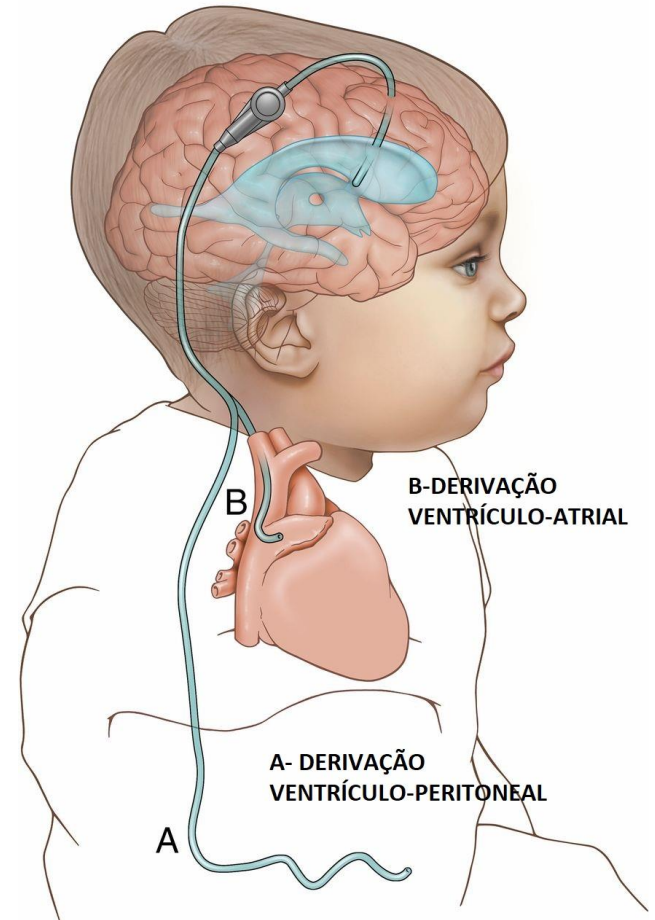


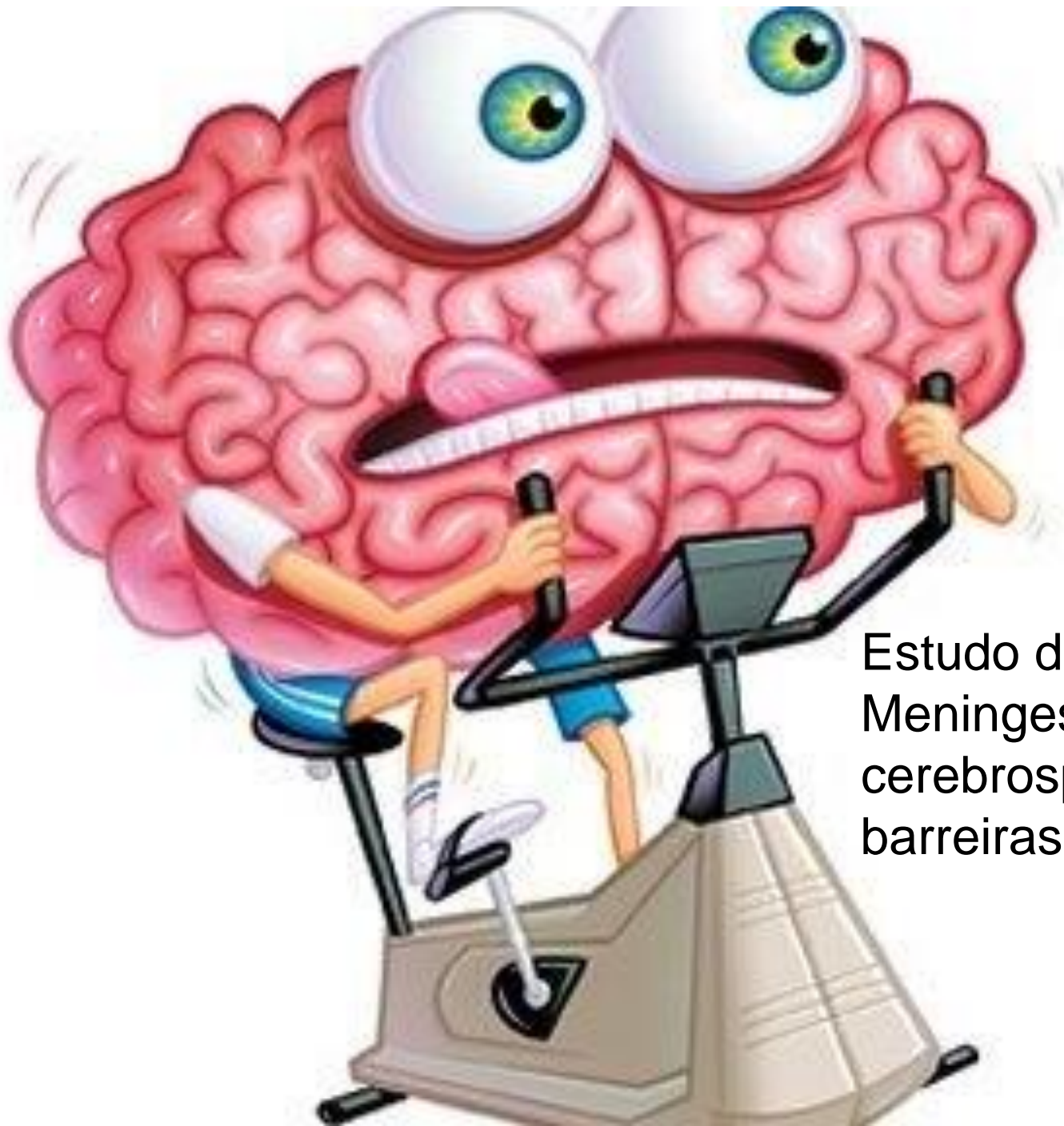
Obstruções na circulação do líquido, ou problemas na absorção do mesmo nas granulações aracnoides, podem levar ao desbalanço entre produção e absorção do líquido cerebrospinal em uma síndrome denominada hidrocefalia. Pode acometer indivíduos em qualquer idade e estar relacionada a variados fatores. O acúmulo de líquido leva à dilatação dos ventrículos cerebrais, ou ventriculomegalia.

Crianças pequenas com hidrocefalia, ou mesmo fetos, por não terem os ossos da abóbada craniana com as suturas ossificadas e fechadas, apresentam macrocrania (aumento do tamanho do crânio), desvio dos bulbos do olho para baixo (“olhar de sol poente”), aumento do tamanho, abaulamento e tensão dos fontículos, dilatação das veias do couro cabeludo, além de irritabilidade ou apatia.

Entretanto, em crianças mais velhas ou adultos, com suturas cranianas já fechadas, a ventriculomegalia pode levar ao aumento da pressão no interior do crânio (hipertensão intracraniana), que rapidamente pode levar à morte.

O tratamento da hidrocefalia é cirúrgico, com a instalação de sistemas que desviam a circulação líquórica para a cavidade peritoneal, principalmente, a chamada derivação ventrículo-peritoneal, ou diretamente para o sangue, na derivação ventrículo-atrial.



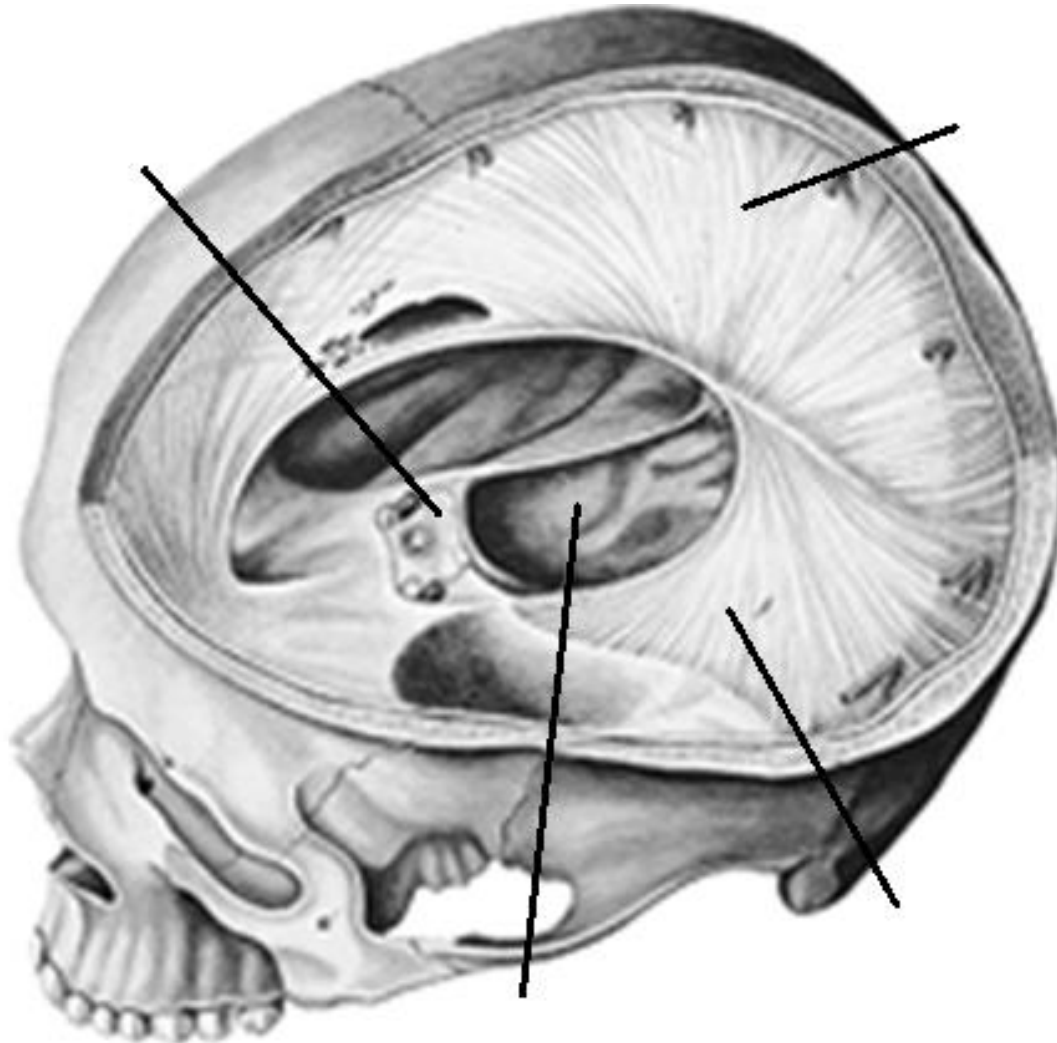


Estudo dirigido
Meninges, líquido
cerebrospinal e
barreiras encefálicas

Meninges, líquido cerebrospinal, barreiras encefálicas

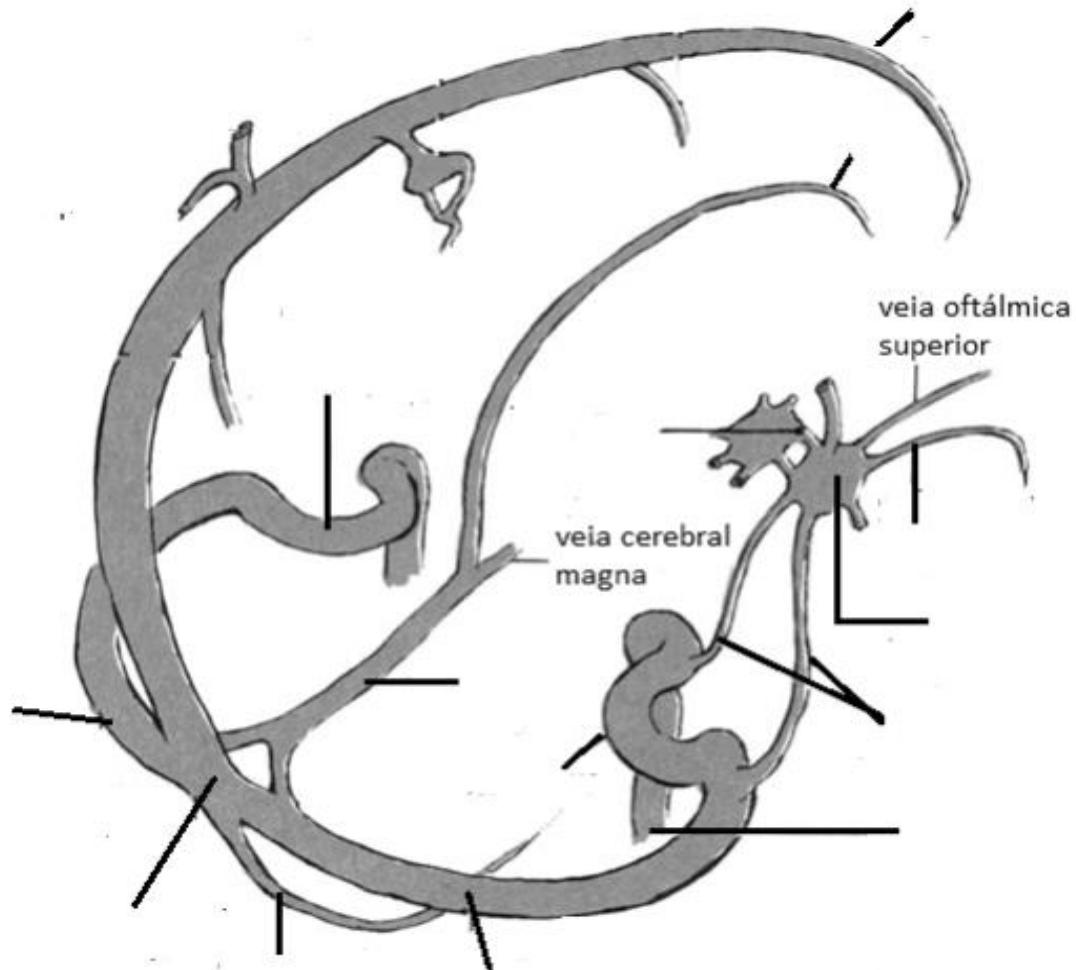
1. O sistema nervoso central é completamente envolvido por membranas conjuntivas denominadas _____.
2. Do plano mais superficial para o mais profundo encontra-se a _____, também chamada _____ por ser espessa e resistente, a _____ e a _____. As duas últimas são conhecidas, em conjunto, como _____ por serem mais delicadas.
3. A dura-máter é inervada, principalmente, pelo nervo _____, e é ricamente vascularizada, em especial pela artéria _____.
4. No encéfalo, a dura-máter constitui-se de 2 folhetos. O folheto externo corresponde ao _____ interno dos ossos do crânio, enquanto o folheto interno é o _____.
5. O folheto interno da dura-máter, em determinadas áreas, destaca-se do externo, formando _____ e _____.
6. As _____ da dura-máter dividem incompletamente a cavidade craniana.
7. A _____ do _____ é um septo vertical entre os dois hemisférios, na fissura _____.
8. A _____ do _____ é um septo transversal entre os lobos occipitais e cerebelo, dividindo os compartimentos _____ e _____. Apresenta uma abertura por onde passa o mesencéfalo, denominada _____.
9. A _____ do _____ trata-se de um septo vertical curto, que separa incompletamente os hemisférios cerebelares.

10. O _____ da _____ é uma pequena lâmina horizontal que fecha incompletamente a sela túrcica, deixando um orifício de passagem da _____. Identifique as estruturas da figura abaixo:



11. A dura-máter apresenta também cavidades: os _____ e o _____.
12. Os _____ durais são canais venosos, recobertos internamente por _____, que contêm sangue proveniente das veias do encéfalo e do _____. Drenam, na saída do crânio, para as veias _____.
13. O seio _____ é mediano e acompanha a inserção da _____ do cérebro. Desagua, posteriormente, na _____ dos _____.
14. O seio _____ é paralelo ao seio sagital superior, porém na margem livre da _____ do cérebro, desaguando no seio _____.
15. O seio _____ é também mediano, e percorre o local de união entre a foice do cérebro e a _____ do _____. Termina na _____ dos _____.
16. Os seios _____ são seios pares que se dispõem ao longo da inserção lateral e posterior da _____ do cerebelo, desde a _____ dos seios até a região da parte petrosa do osso temporal, onde passam a ser designados seios _____.
17. Os seios _____ são, portanto, as continuações dos seios transversos e desaguam nas veias _____.
18. O seio _____ é também mediano e ímpar, de pequeno calibre, e percorre a margem de inserção da foice do cerebelo, em direção à confluência dos seios.
19. Os seios _____, pares, encontram-se na base do crânio, de cada lado da sela túrcica. São conectados entre si pelos seios _____.
20. Os seios _____ dispõem-se ao longo da crista entre as asas maior e menor do osso esfenoide. Cada um drena para o seio _____ do mesmo lado.

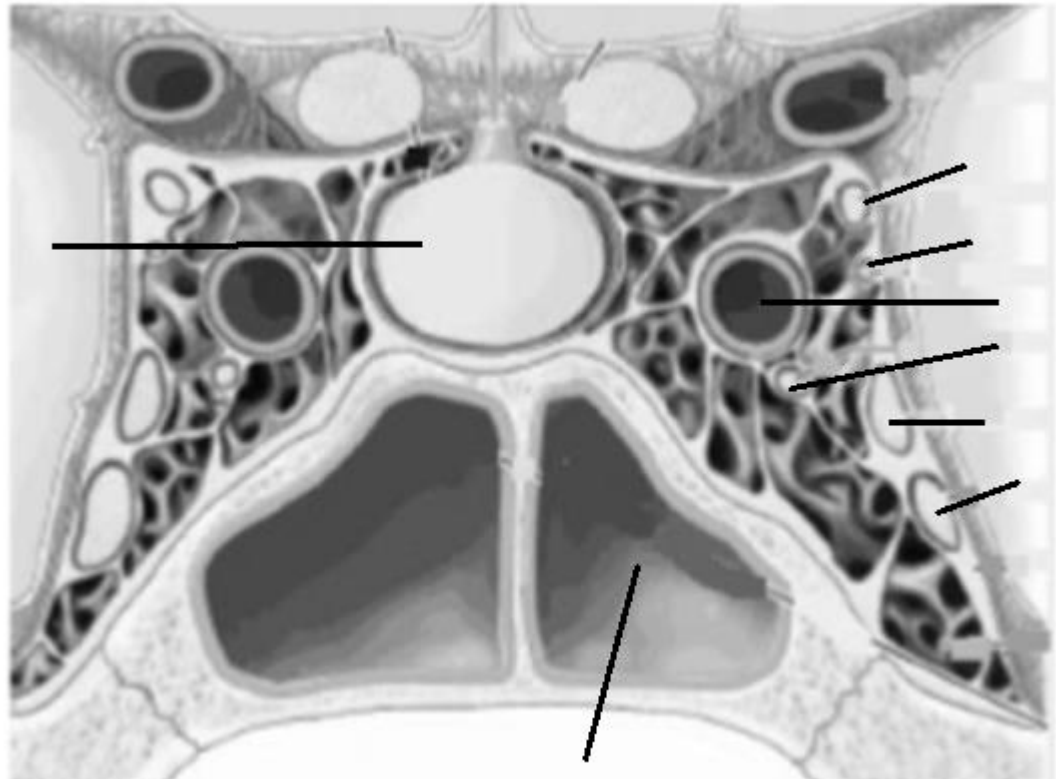
21. Os seios _____ percorrem superiormente o ápice da porção petrosa do osso temporal, ao longo da inserção da tenda do cerebelo, em um sulco denominado sulco para o seio _____. Cada um drena o seio cavernoso para o seio _____ do mesmo lado.
22. Os seios _____ inferiores percorrem o sulco para o seio _____ inferior, de cada lado, drenando o seio cavernoso para a veia _____. Identifique as estruturas na figura abaixo:



23. Na porção basilar do osso occipital, entre seios cavernosos e seios petrosos inferiores existe ainda um plexo venoso denominado plexo _____.

24. Na porção petrosa do osso temporal, em sua face ântero-medial, localiza-se o _____ ou de Meckel. Trata-se de uma cavidade entre os folhetos durais, não revestida por endotélio, que contém o _____.

25. O seio cavernoso, um dos seios da dura-máter, é percorrido por importantes estruturas. Pelo seu interior passa o nervo _____, como também a porção _____ da artéria _____. Sua parede lateral é percorrida, de superior para inferior, pelo nervo _____, nervo _____, e pelos ramos _____ e maxilar do nervo _____. Identifique as estruturas na figura, que representa os seios cavernosos em um corte frontal:



26. No canal vertebral, ao redor da medula espinal, a dura-máter tem apenas um folheto, que corresponde à continuação do folheto _____ da dura-máter craniana.

27. A _____ é uma meninge delicada, localizada logo abaixo da dura-máter e a ela justaposta. Envia inúmeras _____, que atravessam o espaço subaracnóideo, em direção à _____.

28. A profundidade do espaço _____, entre a aracnoide e a pia-máter, é variável, sendo que aumenta muito nas áreas de sulcos ou depressões do tecido nervoso. Nesses locais, chamados de _____ subaracnóideas, o espaço liquórico fica dilatado, com maior acúmulo de _____.

29. As principais _____ são cerebello-bulbar ou _____, localizada dorsalmente ao do bulbo e logo abaixo do cerebelo; cisterna _____, localizada ventralmente à ponte; cisterna _____, disposta entre os pedúnculos cerebrais, ventralmente ao mesencéfalo; cisterna _____, localizada logo abaixo do quiasma óptico; cisterna _____, também chamada de cisterna da veia cerebral magna ou de _____, quadrigêmea ou _____, situada dorsalmente ao mesencéfalo e acima do cerebelo; cisterna _____, a volta dos pedúnculos cerebrais; cisterna _____, posicionada ao longo da fissura lateral do cérebro; cisterna _____, situada acima do corpo caloso.

30. A única cisterna fora do crânio é a _____, presente no canal vertebral, abaixo do _____.

31. A aracnoide apresenta digitações para o interior dos seios durais denominadas _____. Elas levam um prolongamento do espaço subaracnóideo para o interior dos seios durais e constituem locais de absorção do _____ para o sangue.

32. A mais delicada e a mais interna das meninges é a _____. Ela está aderida ao tecido nervoso, acompanhando suas elevações e depressões.

33. Apesar de delicada, a _____ ajuda a dar forma e resistência ao tecido nervoso. Também acompanha os vasos, em especial as artérias, levando o espaço _____ ao redor dos vasos até o nível capilar. Esses espaços com líquido são chamados espaços _____ ou de Virchow-Robin.

34. O interior do crânio apresenta somente o espaço _____ como espaço real. Ele se continua no interior do canal vertebral, ao redor da medula espinal. No crânio o espaço _____ e o espaço _____ são potenciais, isto é, formam-se apenas em situações de anormalidade. No canal vertebral o espaço _____ é também real, e preenchido por _____ e _____, enquanto o espaço _____ é um espaço potencial.

35. O líquido _____ ou líquido é um fluido aquoso, incolor, que ocupa o espaço _____ e o sistema _____. Tem por funções a proteção _____ do SNC, funcionando como um amortecedor, e proteção _____.

36. O líquido é formado principalmente pelos _____, mas também em menor parcela pelo _____, o epitélio que recobre internamente os ventrículos cerebrais.

37. O sistema ventricular é formado pelos ventrículos _____, _____ ventrículo, _____ do mesencéfalo e _____ ventrículo. Os ventrículos _____ e o _____ ventrículo comunicam-se através do forame _____. Já o _____ ventrículo comunica-se com o espaço subaracnóideo através de uma abertura _____ ou forame de _____ e duas aberturas _____ ou forames de Luschka.

38. Os ventrículos laterais apresentam um segmento central denominado _____ e três projeções denominadas _____. Esses últimos são o _____ ou anterior, o _____ ou posterior, e o _____ ou inferior.

39. É no interior dos _____ cerebrais que o líquido é produzido, especialmente no _____. Este encontra-se presente no _____ dos ventrículos laterais, no _____ do terceiro ventrículo e no _____ do quarto ventrículo. Identifique as estruturas na figura abaixo:.

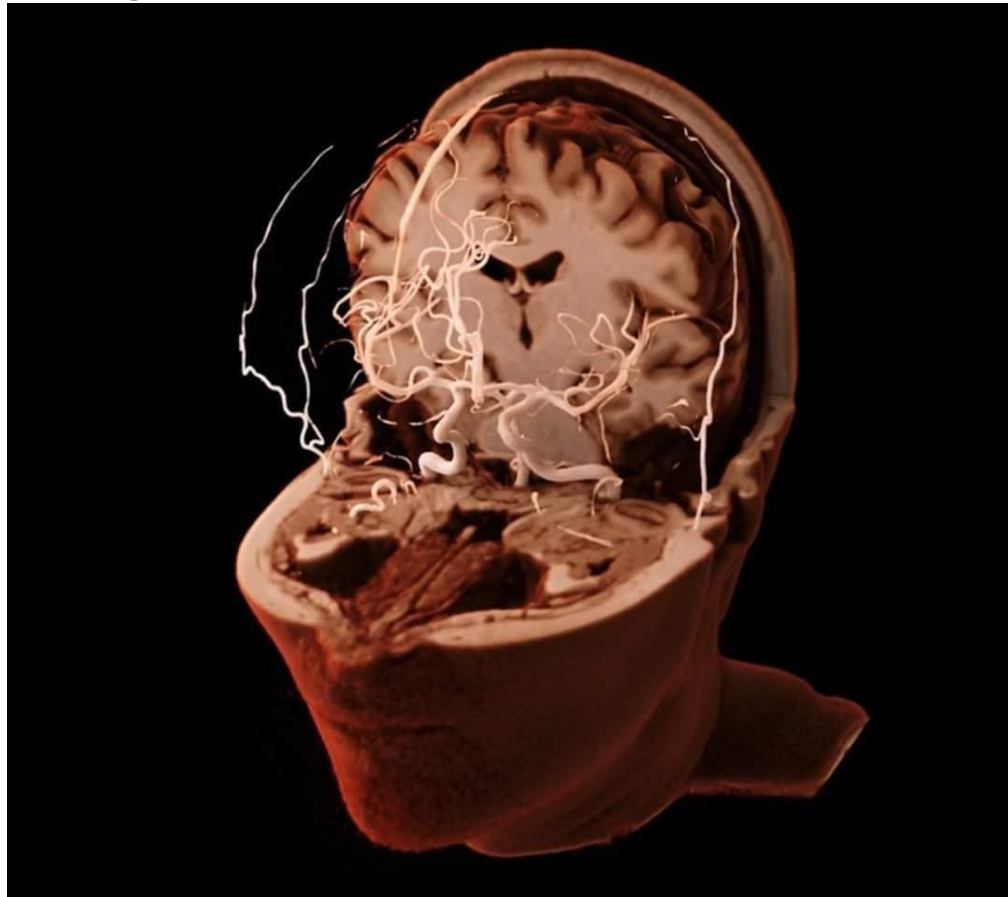


40. Os dispositivos que impedem ou dificultam a passagem de substâncias entre os compartimentos do sistema nervoso central são chamados _____ encefálicas. A mais importante e também mais conhecida é a _____ disposta entre o _____ e o tecido nervoso. Seus principais componentes são as _____ entre as células do endotélio dos capilares do tecido nervoso e os _____ que envolvem esses capilares.

41. Um local seguro para a realização de punções para coleta de líquido e anestésias do tipo raquianestesia é a _____. Ela é segura pois consiste de um local de dilatação do espaço _____, com consequente acúmulo de _____, além da presença de _____ nervosas. Situa-se caudalmente ao _____ medular, inferiormente ao nível das vértebras _____ ou _____.

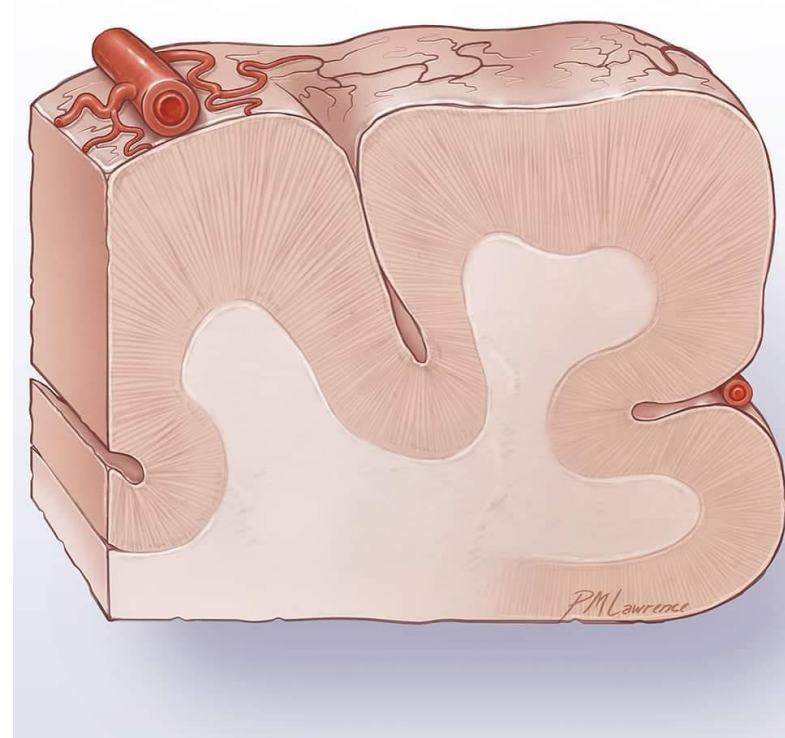
NEUROANATOMIA

Vascularização do sistema nervosa central



Vascularização do SNC – Objetivos de aprendizagem:

- Estudar as principais artérias e veias que suprem o encéfalo e a medula espinal.
- Conhecer as áreas de irrigação de cada artéria e compreender a disfunção no caso de obstrução arterial.
- Estudar o polígono arterial da base do encéfalo e suas artérias componentes.



Somente o encéfalo é responsável pelo consumo de 15% do débito cardíaco (sangue arterial). Além disso, é responsável pelo consumo de 20 % de O₂, no adulto, e até 50% do consumo de O₂, em crianças.

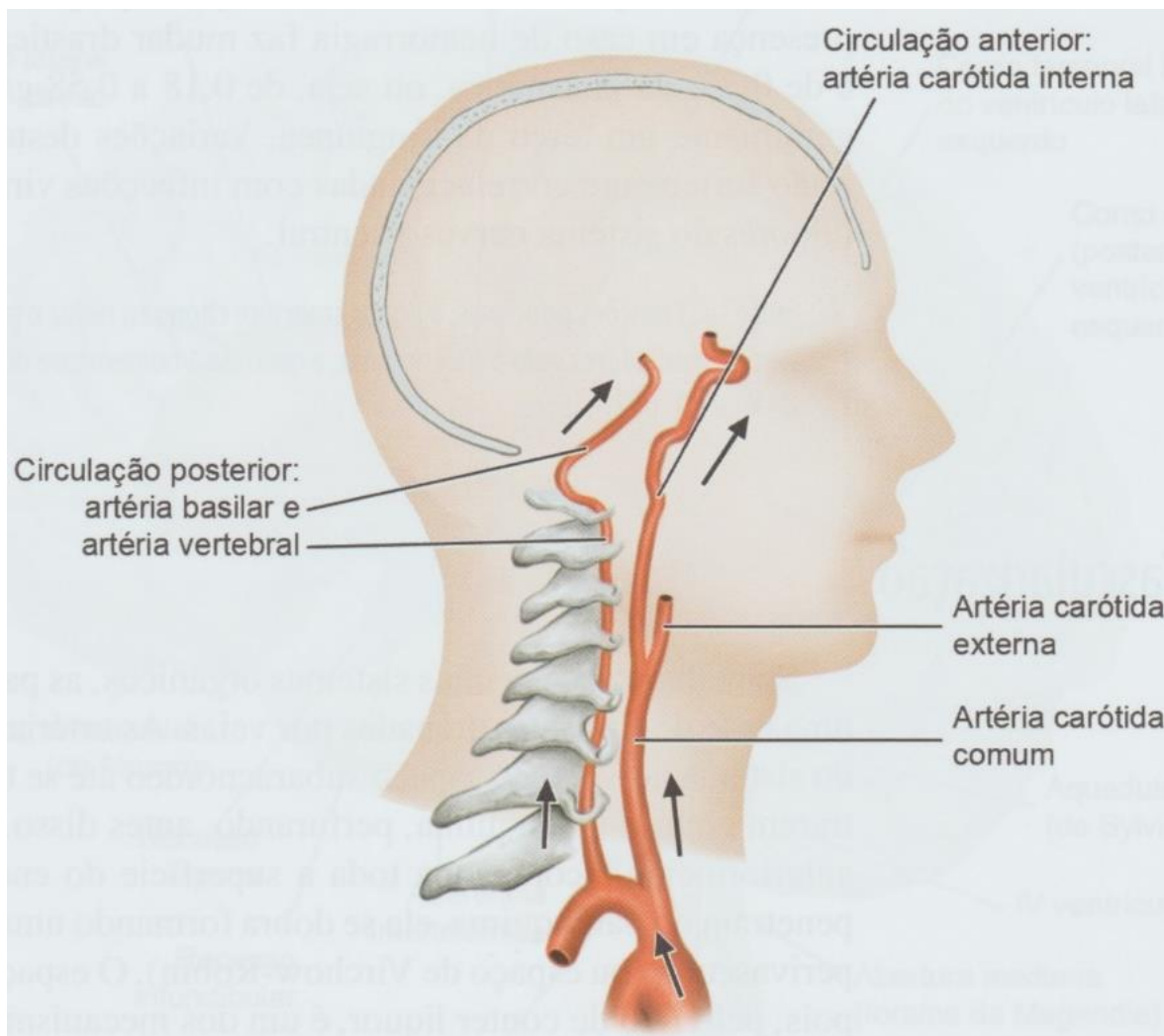
O fluxo sanguíneo cerebral (FSC) é alto, da ordem de 800 ml/min ou 50 ml/100g de tecido/min

O FSC da substância cinzenta é maior que o FSC da substância branca, devido à alta atividade e alto consumo energético dos neurônios.

Assim, um indivíduo com falha no fluxo sanguíneo para o encéfalo, tem perda da consciência após somente 5 segundos!



O encéfalo depende do suprimento sanguíneo de duas artérias carótidas internas e duas artérias vertebrais. O conjunto das duas artérias carótidas internas e seus ramos é chamado sistema carotídeo ou anterior, enquanto o conjunto das duas artérias vertebrais, sua junção em artéria basilar, e seus ramos é conhecido por sistema vértebro-basilar ou posterior.



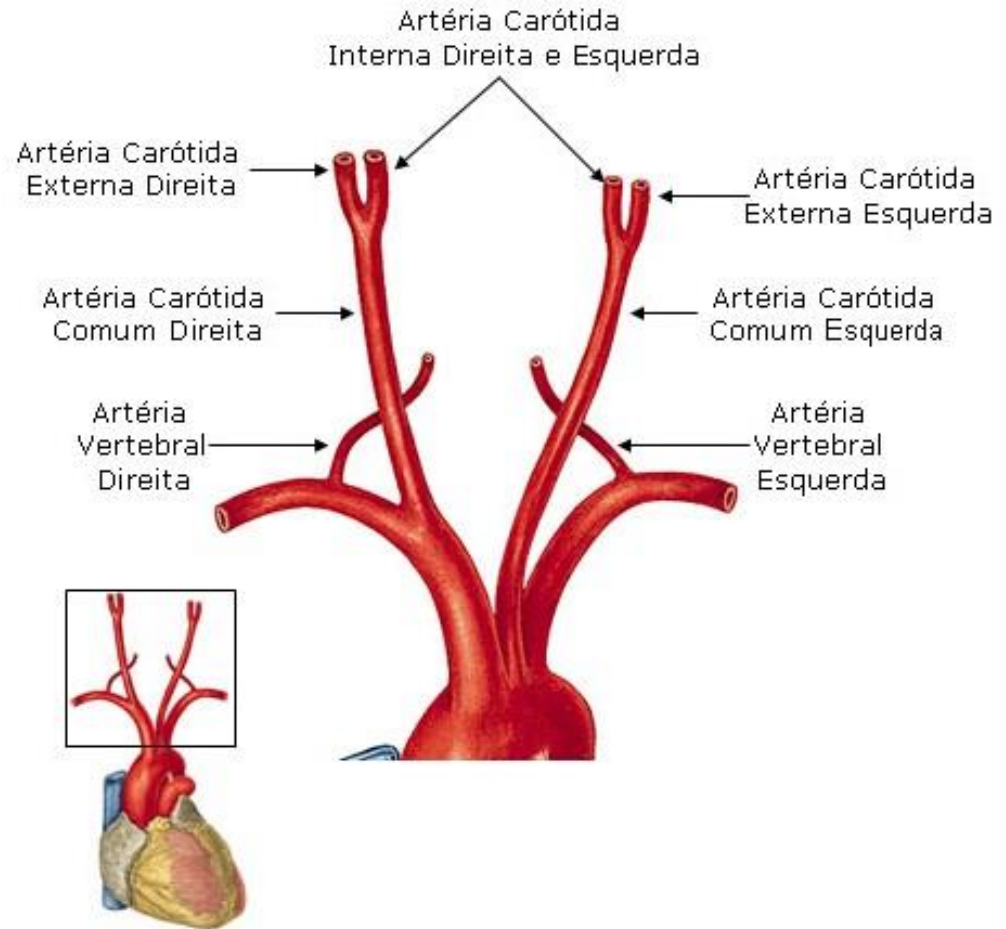
A **artéria carótida interna (ACI)** se origina da artéria carótida comum (a bifurcação da artéria carótida comum em artérias carótidas interna e externa acontece na altura da cartilagem tireóidea, no pescoço). Na região da bifurcação da artéria carótida comum existe uma dilatação localizada denominada seio carótico.

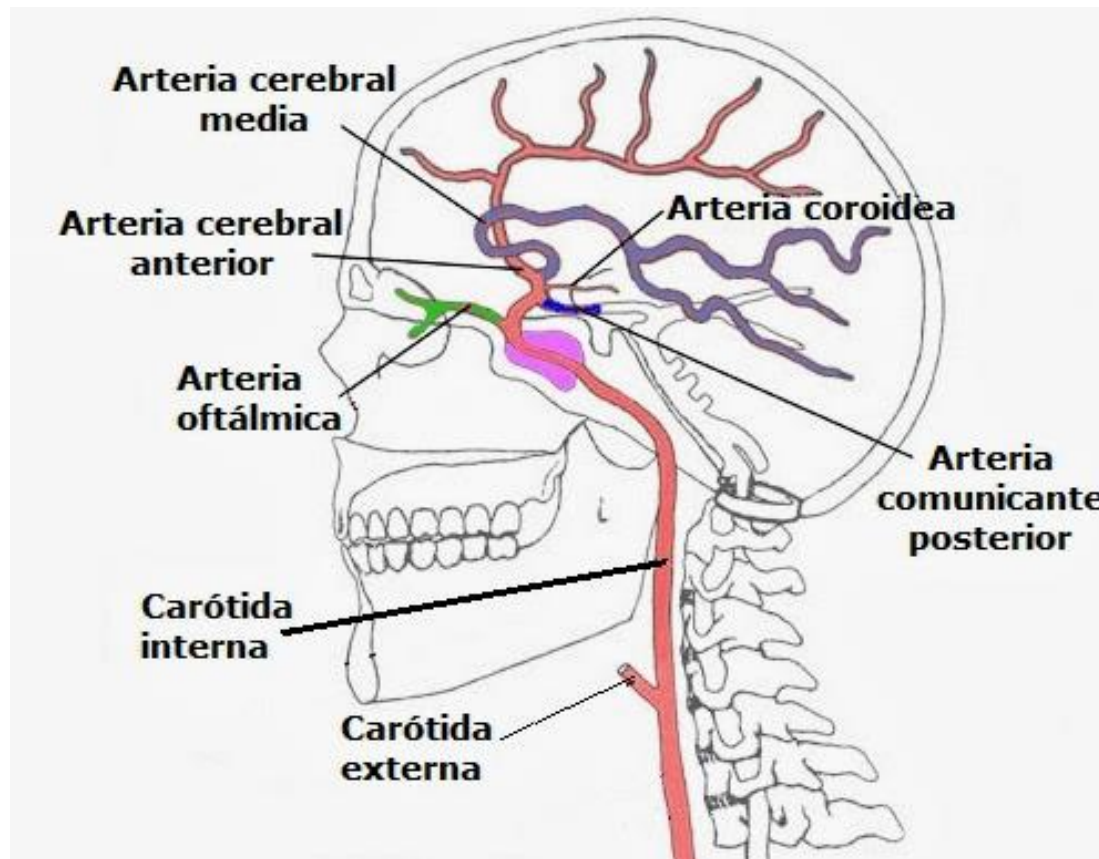
A ACI pode ser dividida em 4 porções: cervical, petrosa, cavernosa e cerebral.

Entra no crânio pelo canal carótico (na porção petrosa do osso temporal).

A porção cavernosa tem um trajeto tortuoso característico, denominado sifão carotídeo.

Já **as artérias vertebrais** originam-se da porção proximal das artérias subclávias, sendo seu primeiro ramo de cada lado. Ascendem no pescoço passando pelos forames transversos das vértebras cervicais e entram no crânio pelo forame magno.





Após perfurar a dura-máter, a artéria carótida interna emite os seguintes ramos:

- artéria oftálmica
- artéria comunicante posterior
- artéria coroídea anterior
- artéria cerebral média
- artéria cerebral anterior
- ramos centrais (ou perfurantes)

As artérias cerebrais média e anterior são os ramos terminais das artérias carótidas internas. A seguir serão listados os ramos dessas artérias do sistema anterior, ou carotídeo, e seus territórios de irrigação.

Ramos arteriais e territórios de irrigação da artéria carótida interna:

Artéria oftálmica

N. óptico

Retina (através da artéria central da retina)

Observação: a artéria oftálmica possui anastomoses com artérias extracranianas.

Artéria coroideia anterior

Trato óptico

Pedúnculos cerebrais

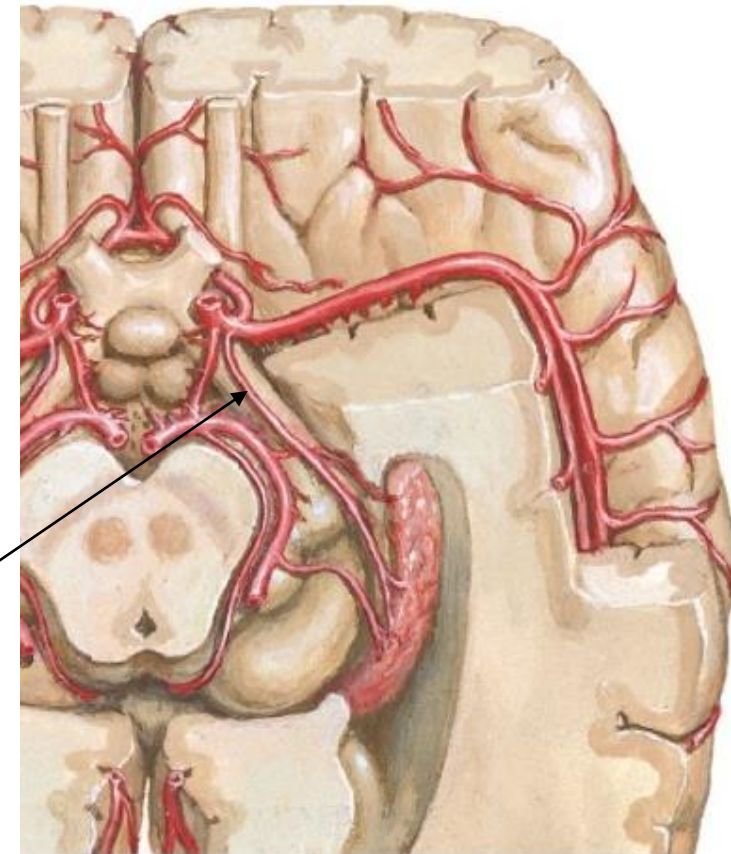
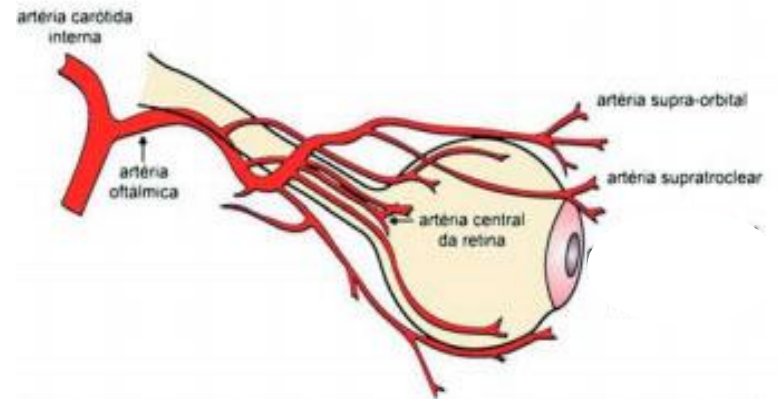
Corpo geniculado lateral

Parte posterior da cápsula interna

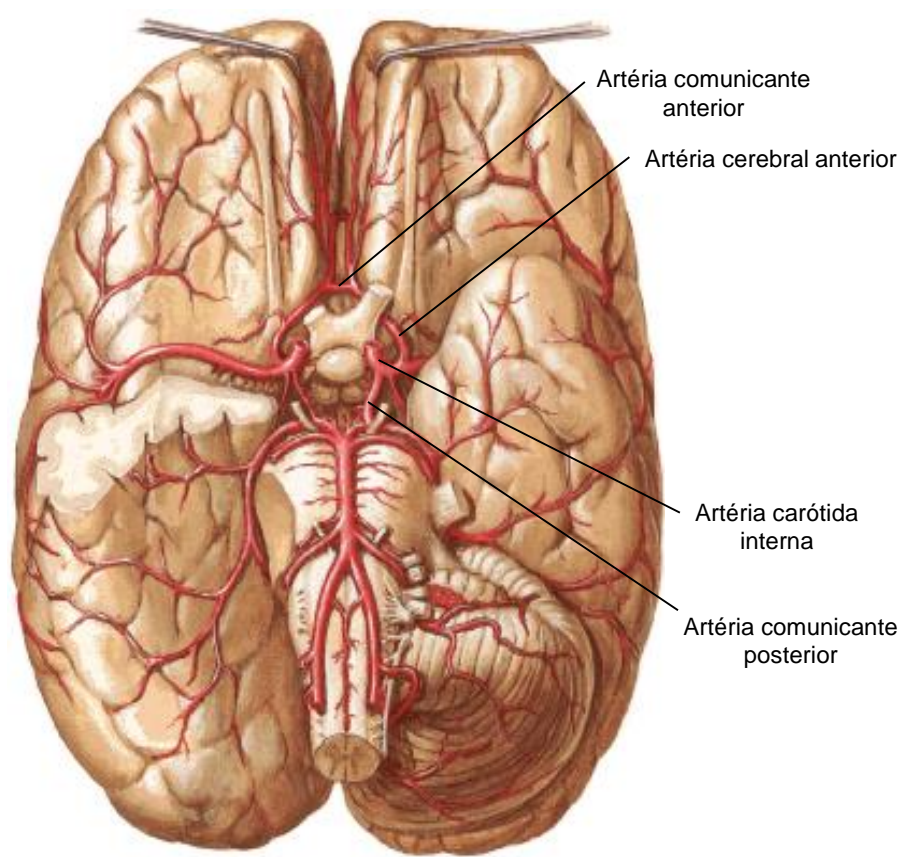
Cauda do núcleo caudado

Corpo amigdalóide e parte anterior do hipocampo

Plexo coróide do corno temporal

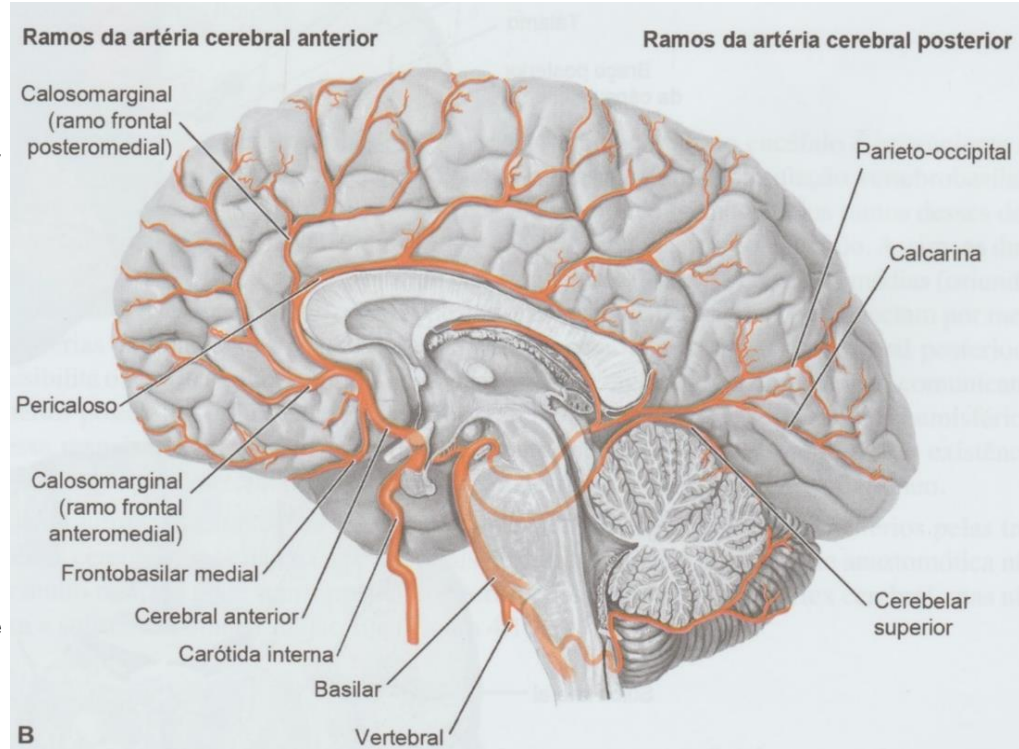


Artéria coroideia anterior



Vista inferior.

Lobos frontais afastados na fissura longitudinal do cérebro



Corte sagital.
Vista medial.

A **artéria cerebral anterior** cursa na face medial dos hemisférios cerebrais, dirigindo-se rostral e dorsalmente. Curva-se em torno do joelho do corpo caloso e seus ramos estendem-se desde o lobo frontal até o sulco parietoccipital. Seu território de irrigação compreende ainda uma estreita faixa cortical na face convexa do hemisfério cerebral, junto da linha mediana.

As duas artérias cerebrais anteriores comunicam-se através da artéria comunicante anterior.

Ramos arteriais e territórios de irrigação da artéria cerebral anterior:

Artéria estriada distal medial (recorrente de Heubner)

ramo anterior e Joelho da cápsula interna

partes da cabeça do núcleo caudado, putame rostral e globo pálido

Artéria frontobasilar medial

giros orbitais

área septal

Artéria polar frontal

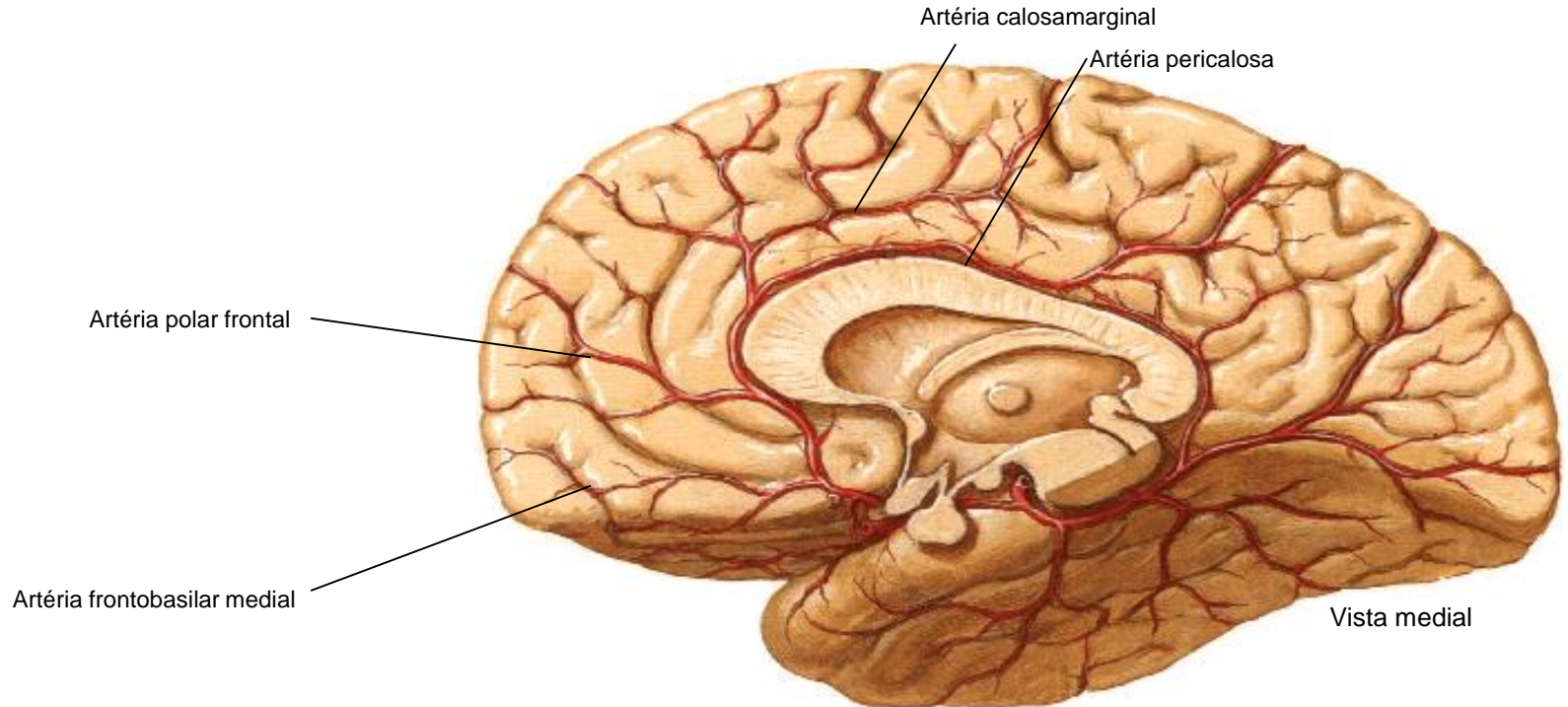
polo frontal do lobo frontal

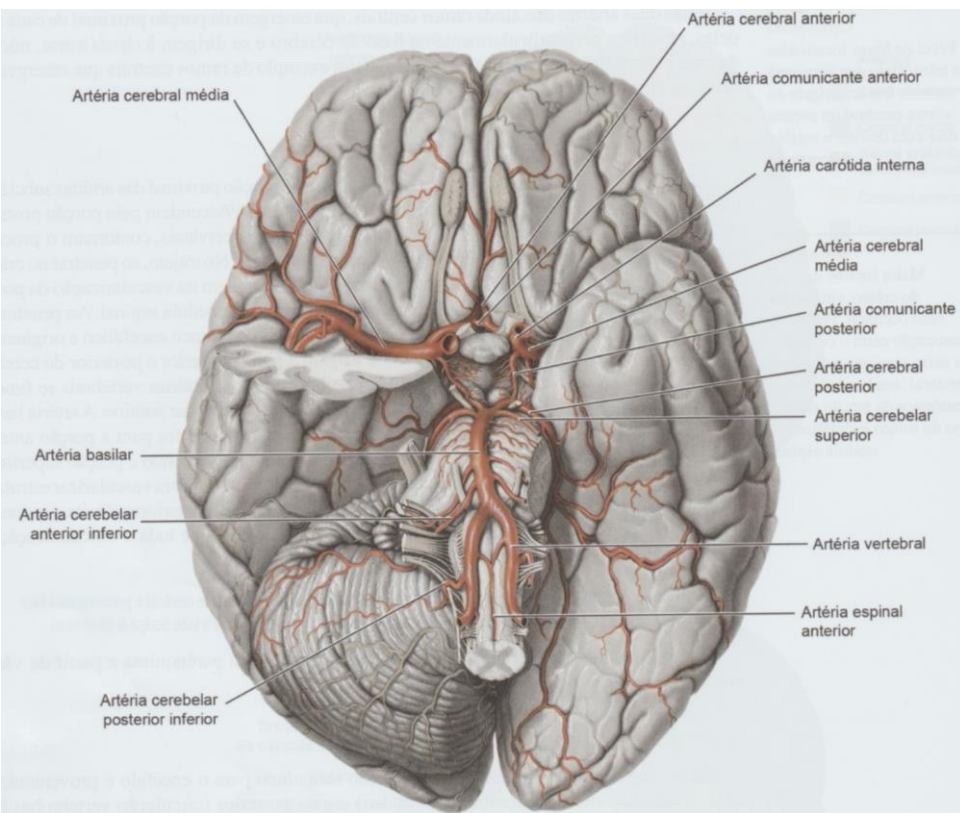
Artéria calosamarginal

córtex da face medial do lobo frontal e estreita faixa da face dorsolateral, até o lóbulo paracentral

Artéria pericalosa

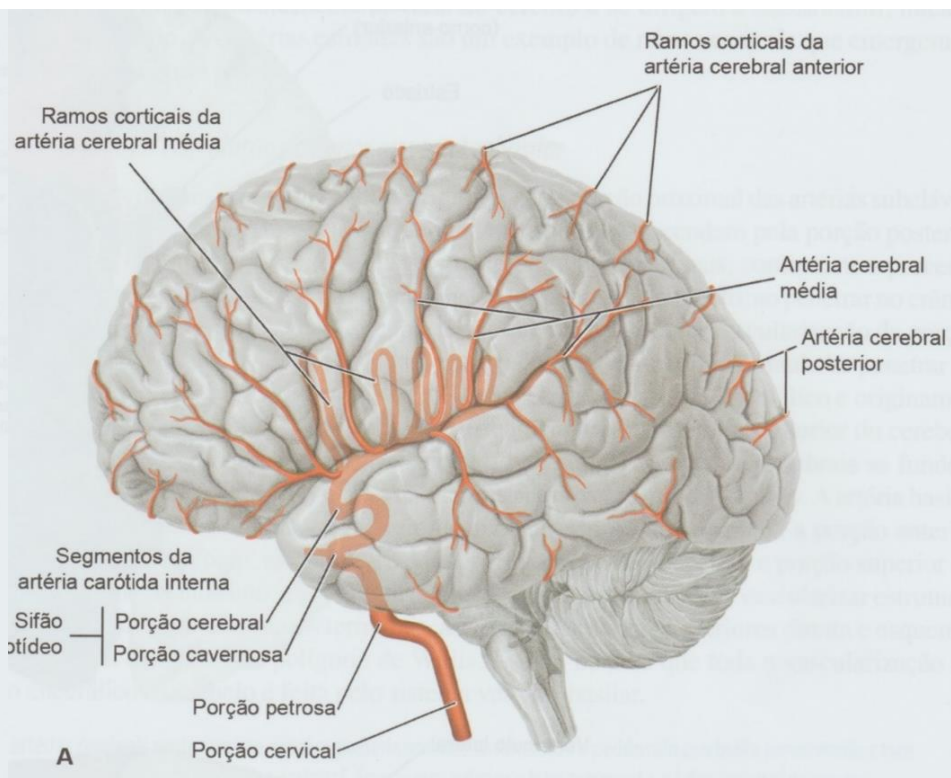
córtex da face medial do lobo parietal até pré-cúneo e lóbulo parietal superior





Vista inferior.

A ponta do lobo temporal direito foi “retirada” para exibir a artéria cerebral média em seu trajeto dentro da fissura lateral.



Vista lateral.

Já a **artéria cerebral média** volta-se posteriormente e cursa na fissura lateral, distribuindo ramos para toda superfície lateral do cérebro, com exceção do lobo occipital e uma faixa inferior no lobo temporal.

Territórios de irrigação da artéria cerebral média e da artéria comunicante posterior:

Artéria cerebral média

ramos terminais ou corticais (frontais, temporais e parietais)

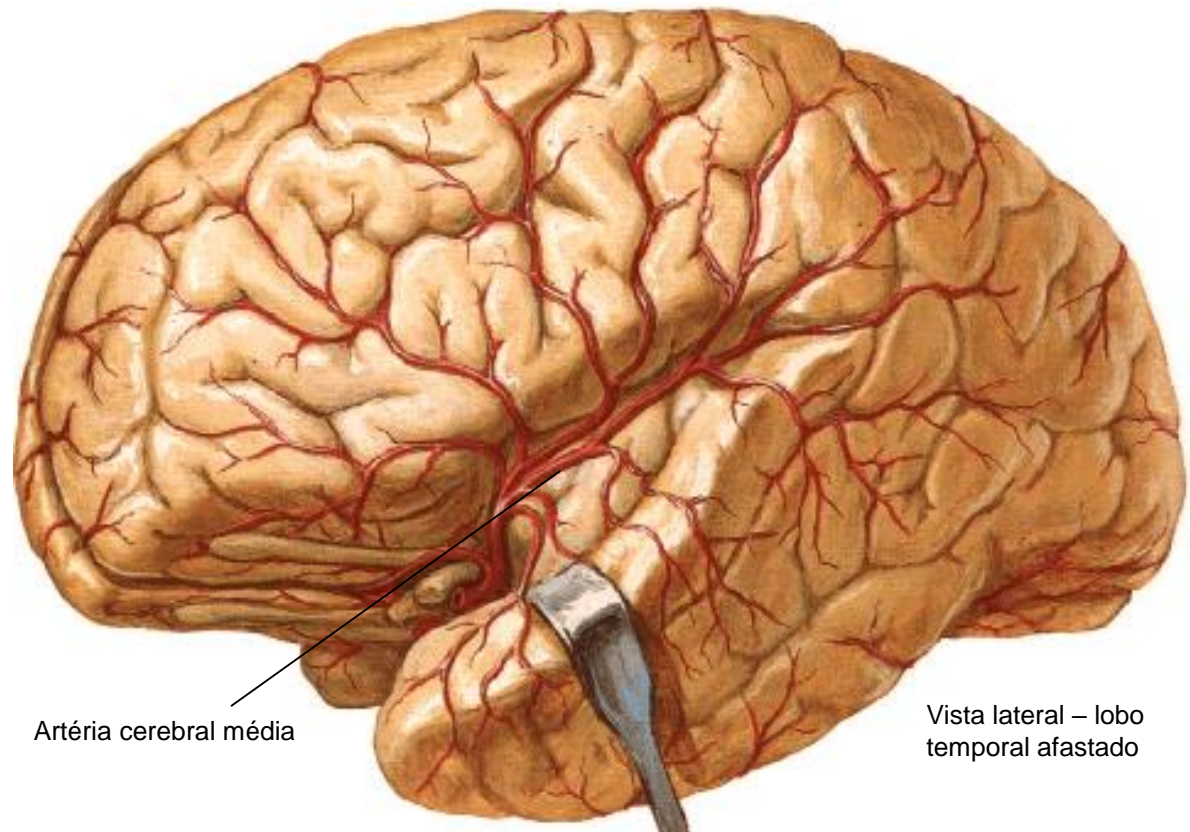
maior parte da face súpero-lateral do hemisfério

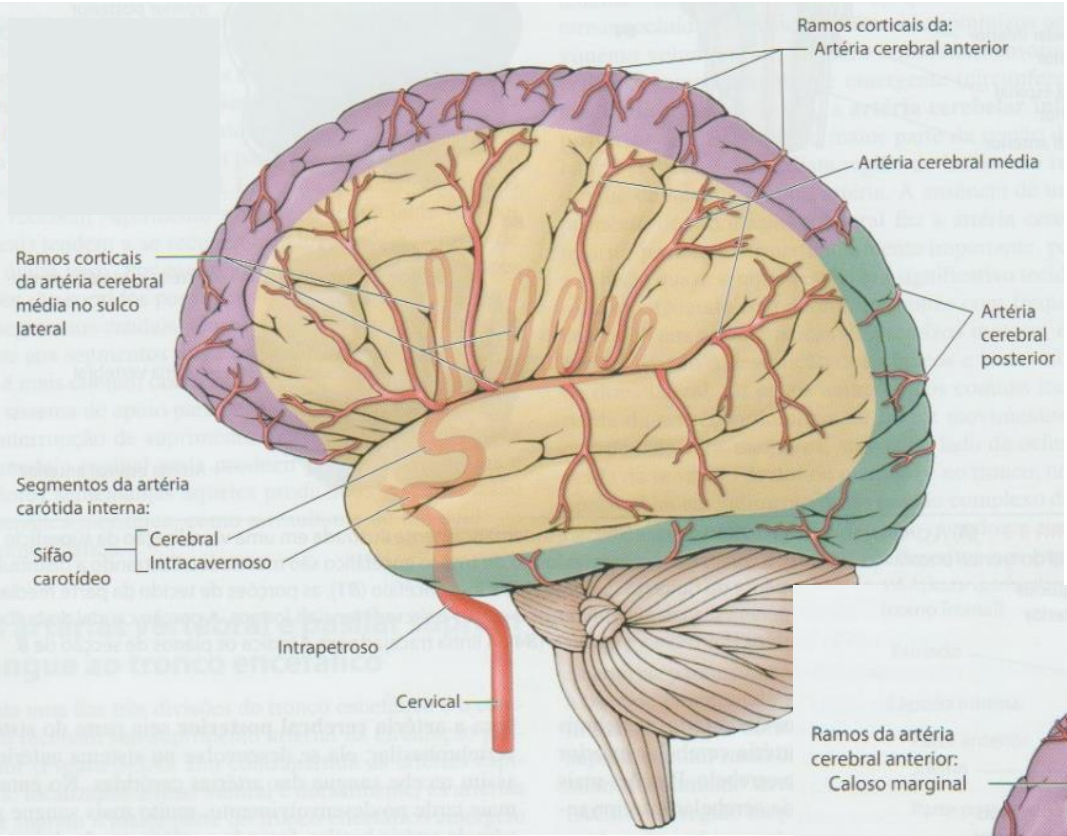
ramos centrais ou perforantes

partes principais do caudado, putame, globo pálido, cápsula interna e tálamo (aa. centrais ântero-laterais ou lenticuloestriadas)

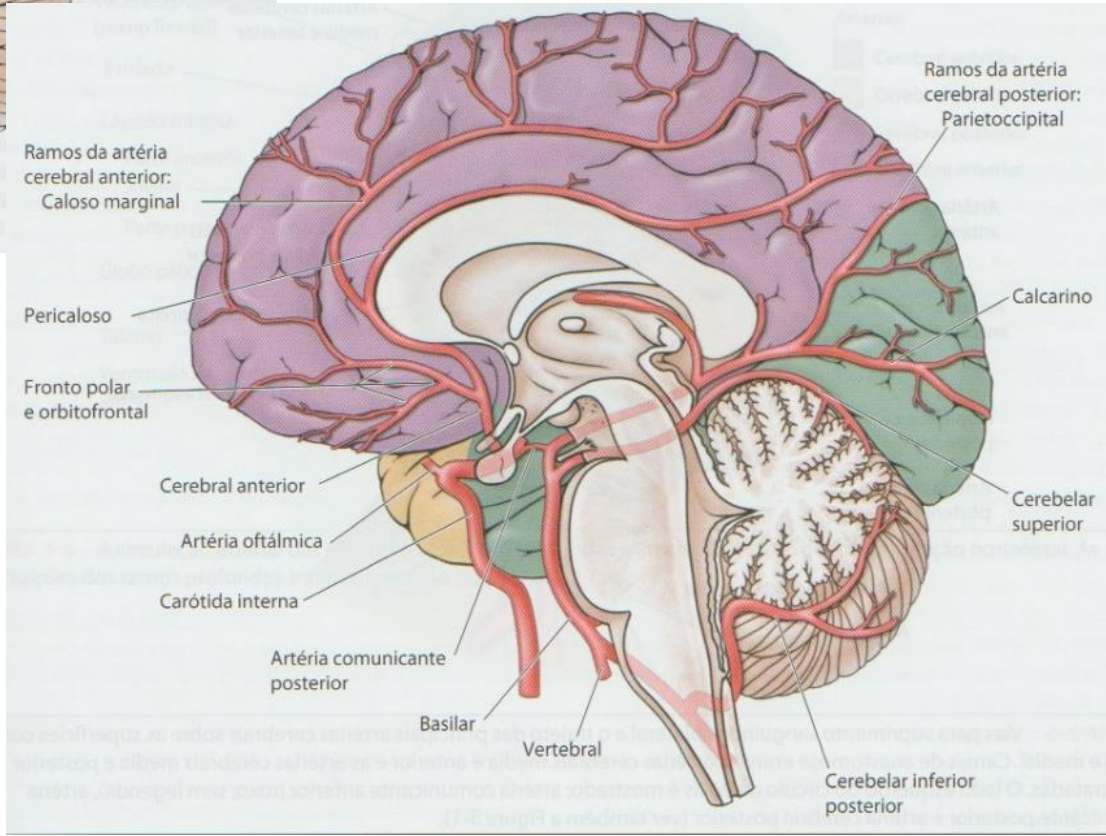
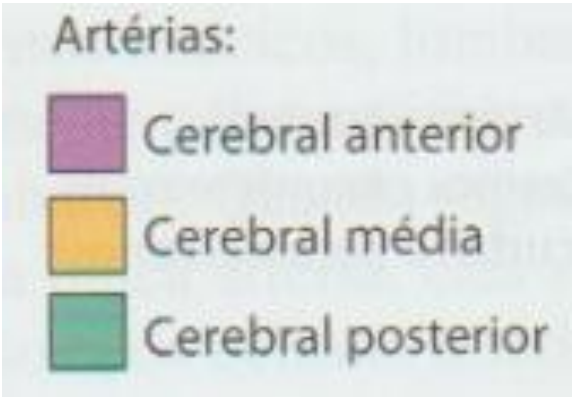
Artéria comunicante posterior

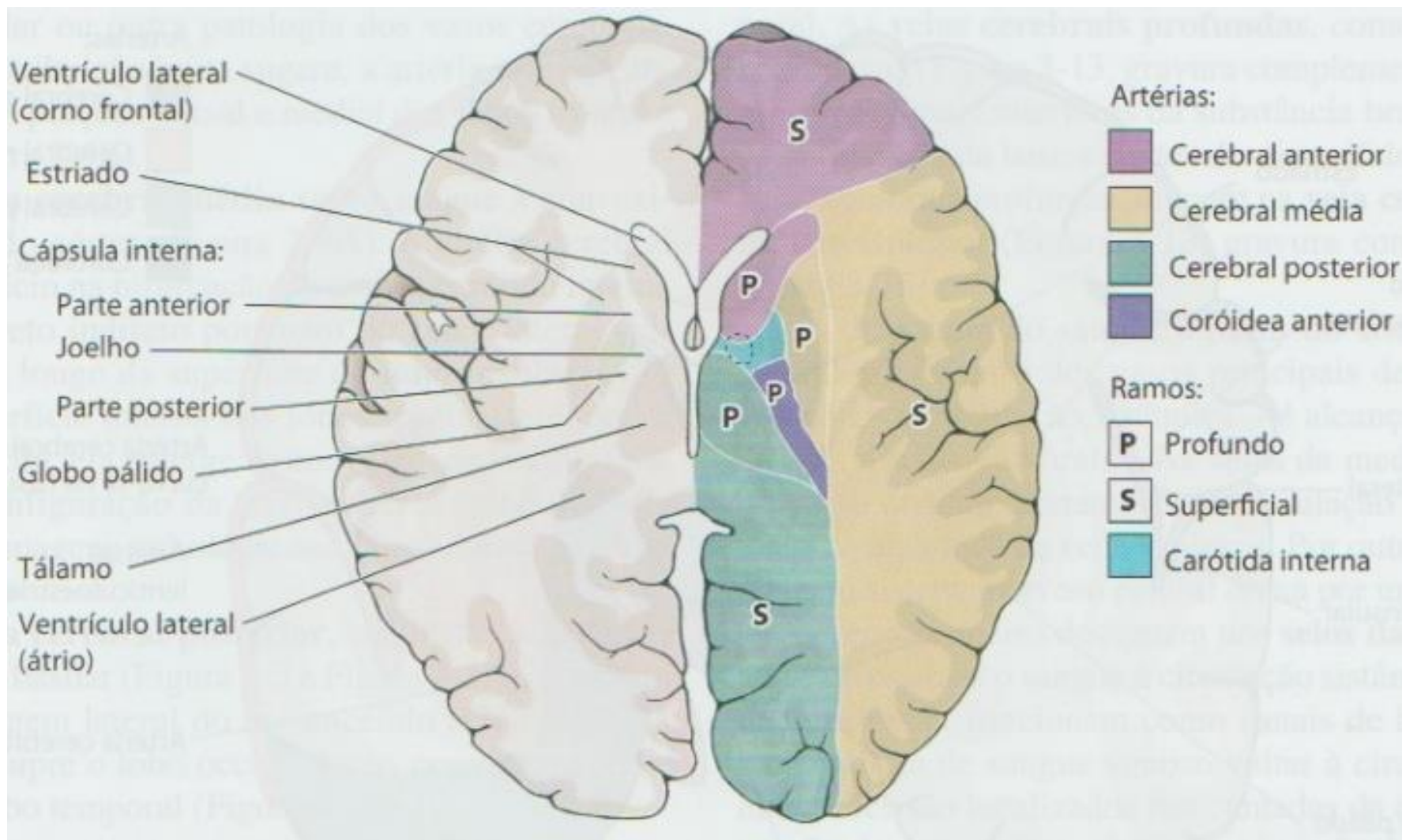
joelho e parte anterior do ramo posterior da cápsula interna, parte anterior do tálamo e partes do hipotálamo e subtálamo



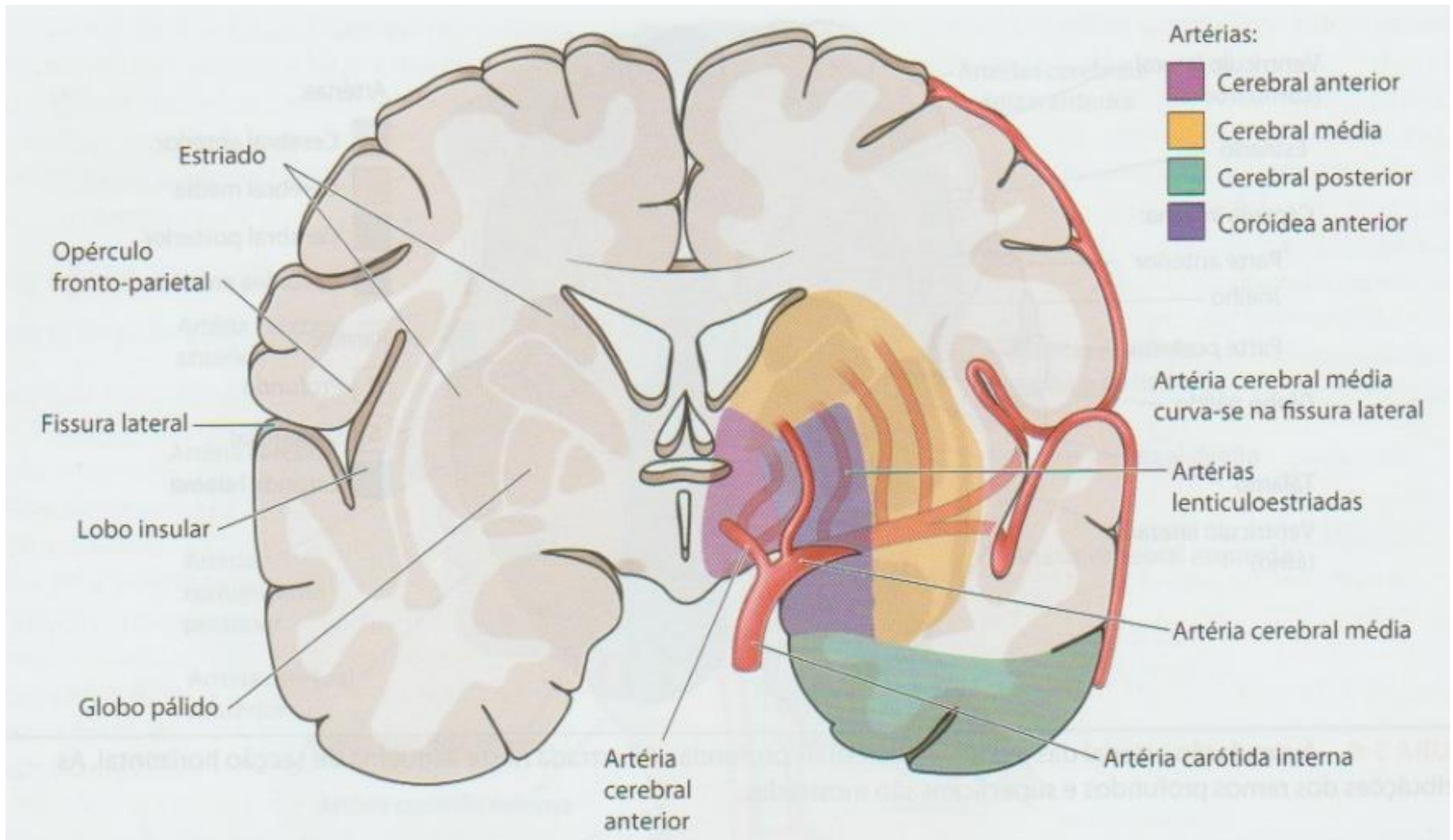


Territórios de irrigação dos ramos corticais das artérias cerebrais anterior, média e posterior, representados em diferentes cores

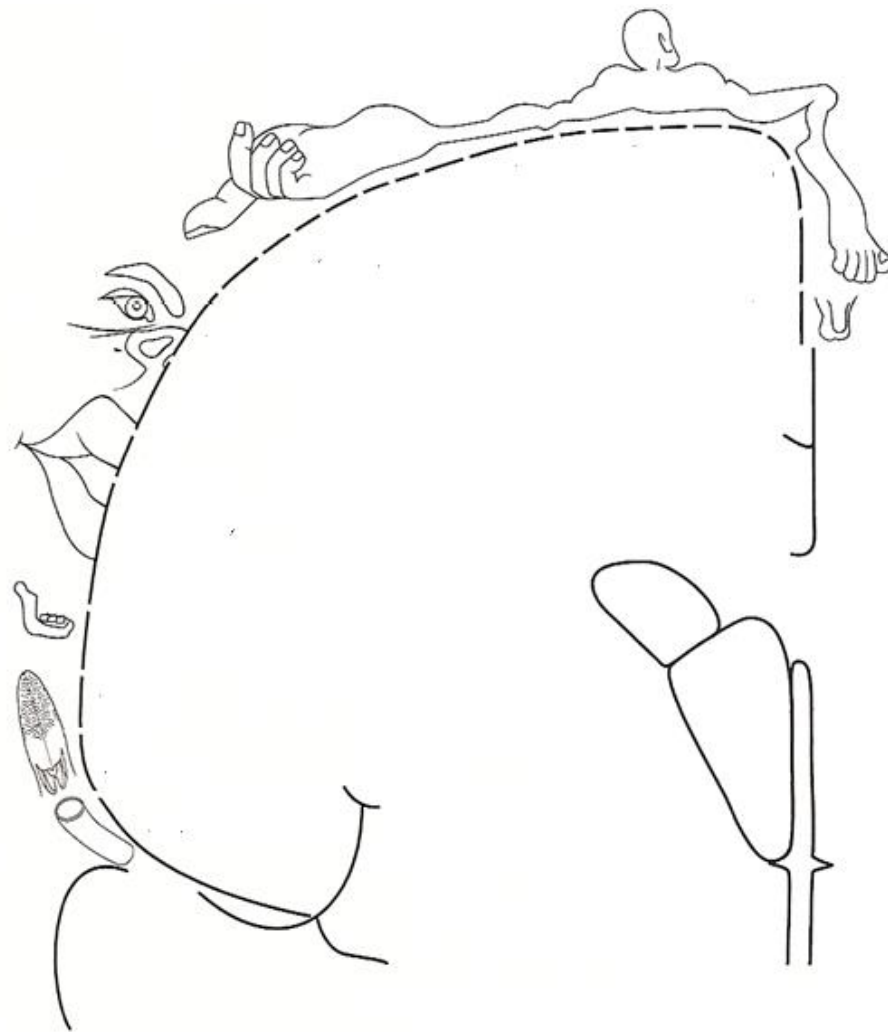
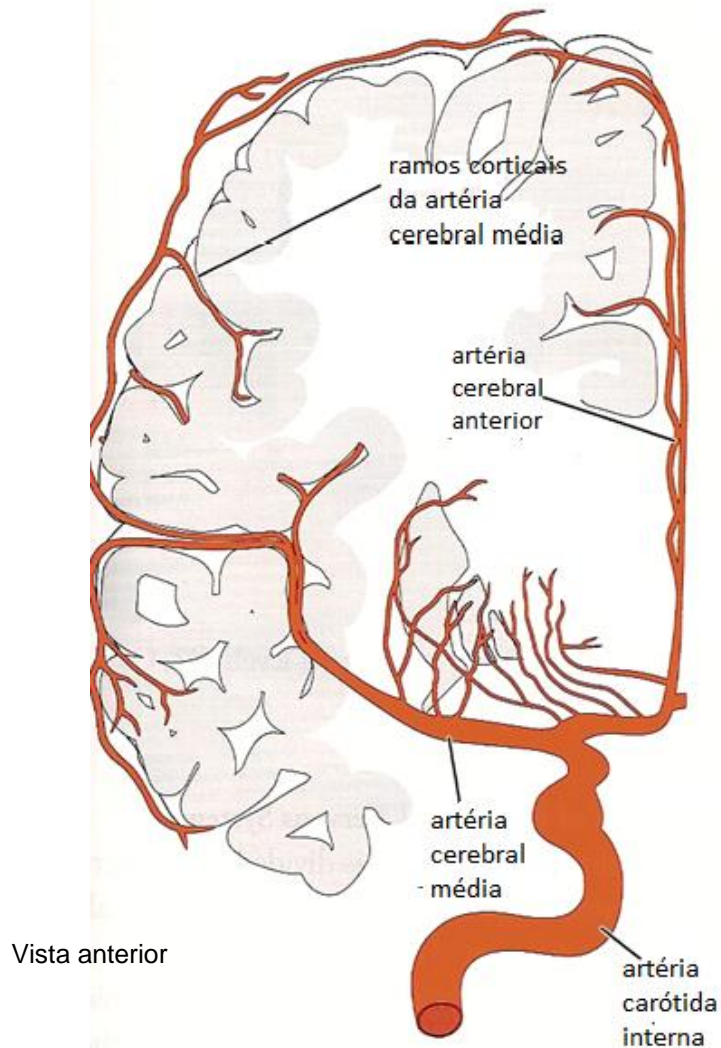




Representação de um corte horizontal do cérebro demonstrando os territórios de irrigação de estruturas cerebrais profundas por ramos centrais ou perfurantes (P) e irrigação de parte do córtex cerebral por ramos corticais (S).



Representação de um corte frontal do cérebro demonstrando os territórios de irrigação de estruturas cerebrais profundas por ramos centrais ou perfurantes da artéria coróideia anterior e artérias cerebrais anterior e média, e parte do território de irrigação cortical da artéria cerebral posterior, na base do lobo temporal.



Vista anterior

Dentre os territórios corticais de irrigação das artéria cerebrais anterior e média encontram-se os giros pré-central e pós-central, que contêm, respectivamente, a representação dos homúnculos motor e sensitivo. A artéria cerebral média irriga a face dorsolateral desses giros (áreas da face e do membro superior) enquanto a artéria cerebral anterior irriga a face medial de uma pequena região dorsal, junto à linha média (áreas do membro inferior e tronco). No hemisfério dominante, a artéria cerebral média irriga ainda a área cortical da fala.

As **artérias vertebrais** direita e esquerda, ao entrarem no crânio pelo forame magno, dão origem às artérias espinal anterior (uma) e espinais posteriores (duas).

Territórios de irrigação das artérias espinais:

Além de irrigarem a medula espinal, as artérias espinais irrigam estruturas intracranianas, antes de saírem do crânio pelo forame magno:

Artéria espinal anterior

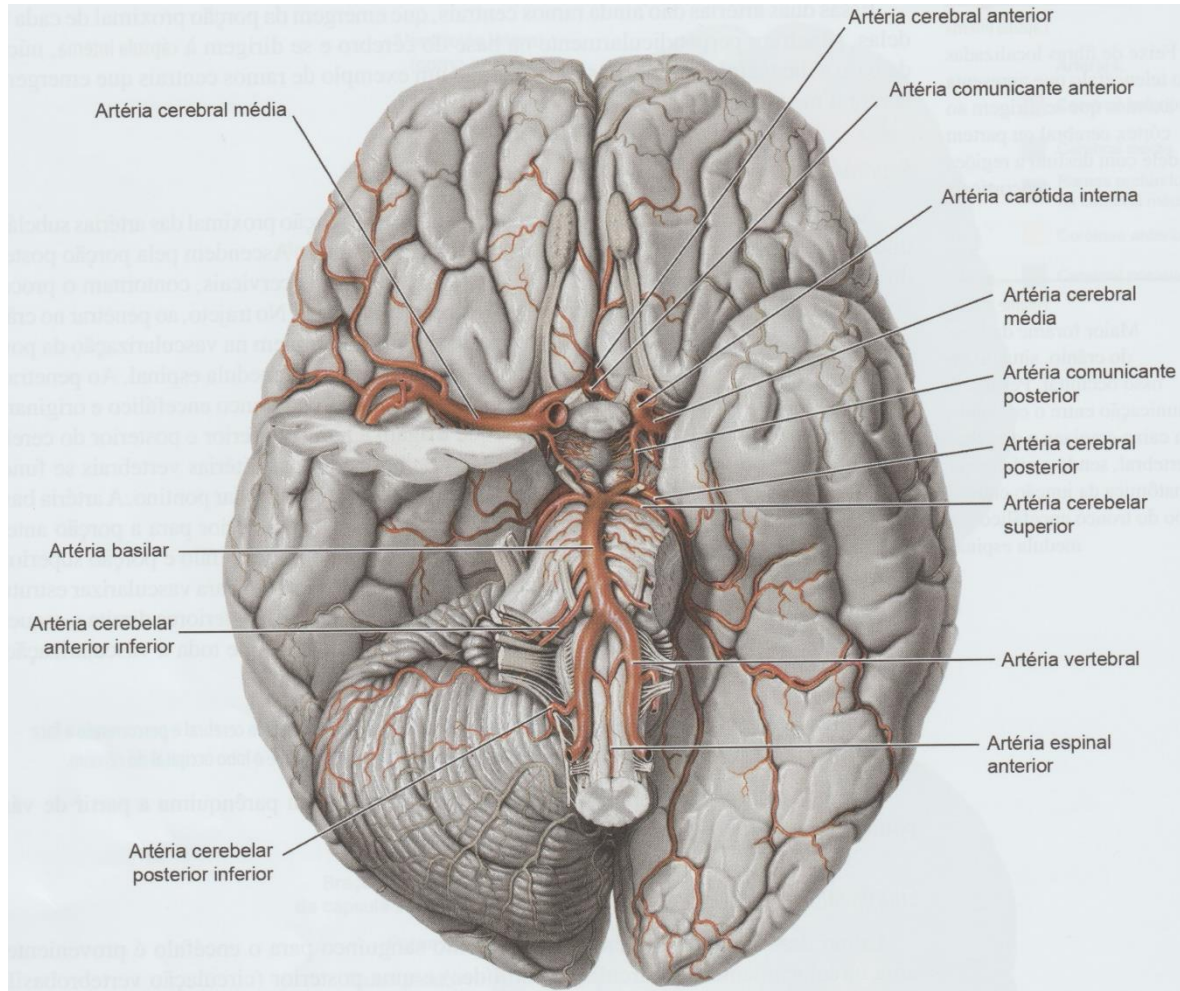
pirâmides bulbares e estruturas paramedianas do bulbo.

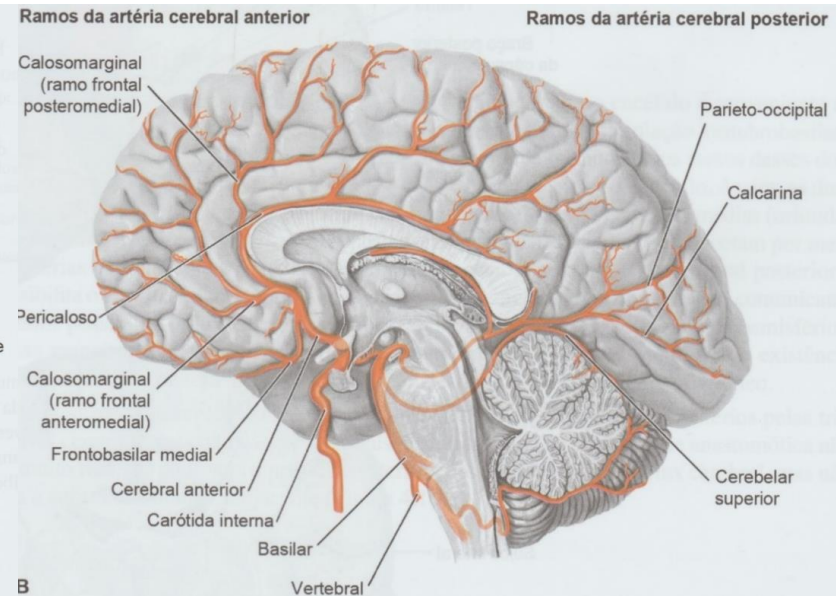
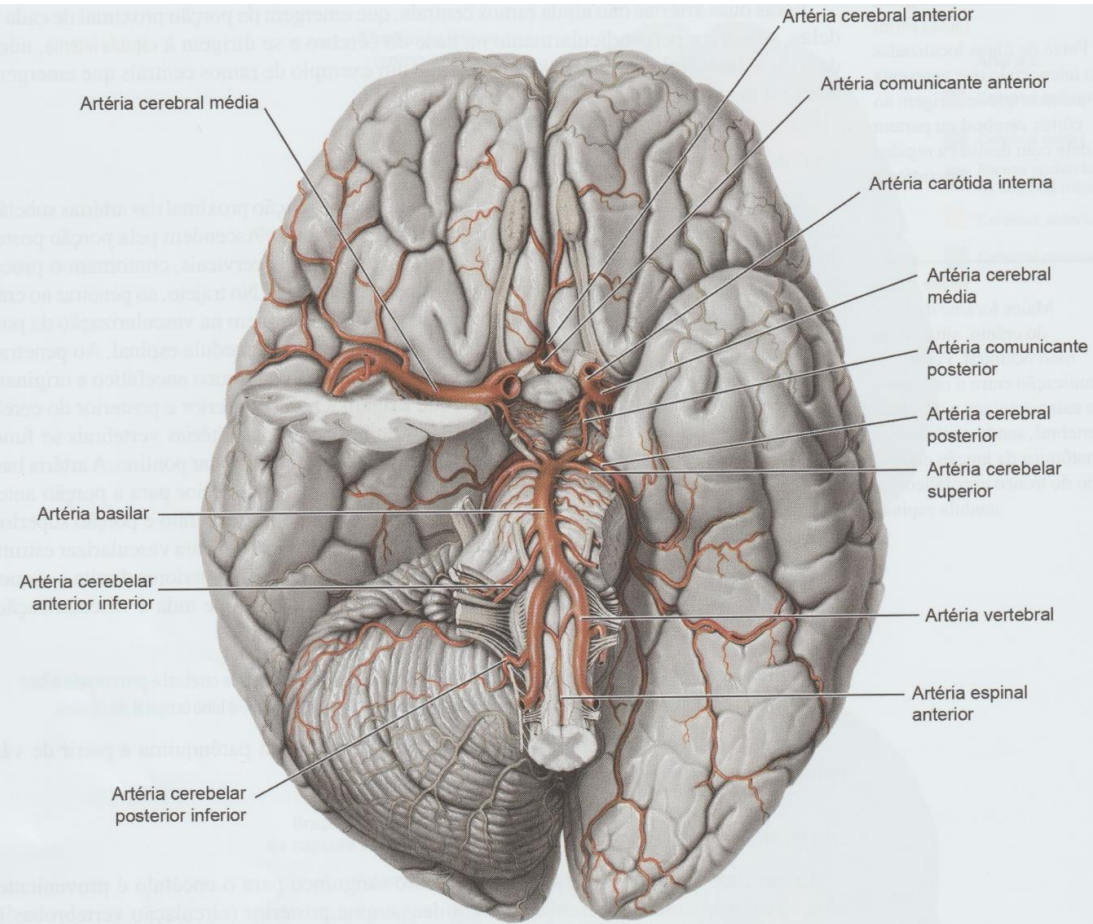
Artérias espinais posteriores

região posterior do bulbo, inferiormente ao óbex (bulbo “fechado”)

As artérias vertebrais percorrem a face ventral do bulbo e originam as artérias cerebelares inferiores posteriores, que irrigam a porção lateral do bulbo e as porções posteriores e inferiores do cerebelo.

Ao nível do sulco bulbopontino, as artérias vertebrais se unem para formar a **artéria basilar**.





A **artéria basilar**, por sua vez, percorre a face ventral da ponte, no sulco basilar, e origina os ramos: artérias cerebelares inferiores anteriores (irrigam a porção anterior da face inferior do cerebelo), as artérias cerebelares superiores (irrigam o mesencéfalo e face superior do cerebelo), artérias do labirinto (irrigam orelha interna), e termina nas duas artérias cerebrais posteriores (D e E). Cada artéria carótida interna comunica-se com a artéria cerebral posterior do mesmo lado através da artéria comunicante posterior. A artéria basilar ainda dá origem a ramos circunferenciais curtos e médios, para nutrição da ponte.

Ramos arteriais e territórios de irrigação da artéria basilar:

Artéria basilar

artérias perfurantes paramedianas

zona paramediana da parte basilar da ponte

artérias circunferenciais curtas

partes ântero-lateral e pósterolateral da ponte

artérias circunferenciais longas

artéria do labirinto

orelha interna e nervo facial

artéria cerebelar inferior anterior

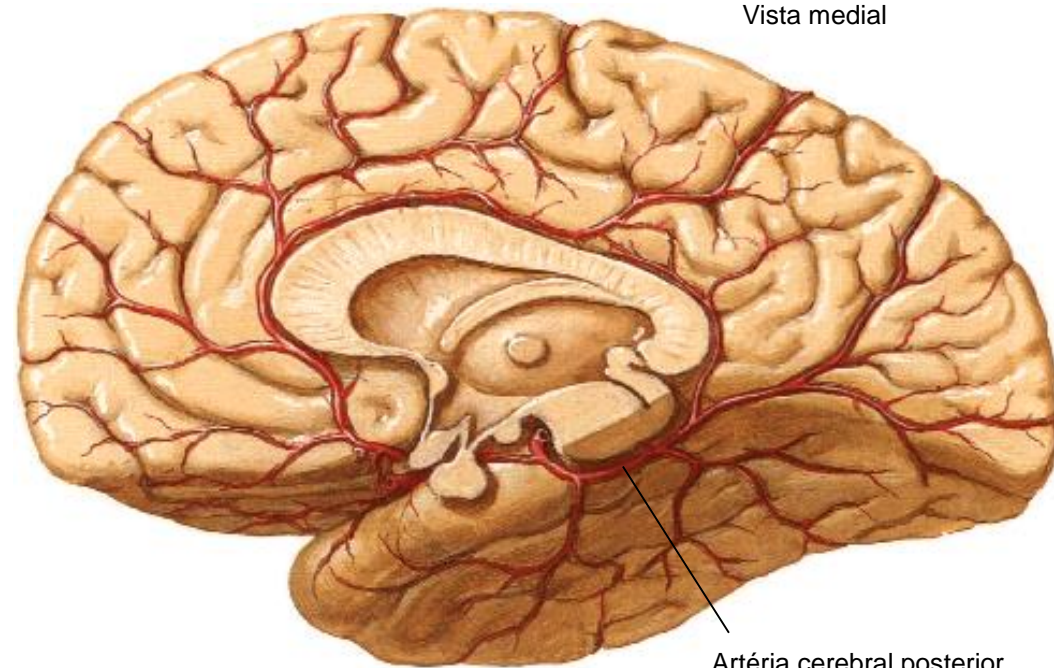
face interior do cerebelo, pedúnculos cerebelares médio e inferior, tegmentos da parte superior do bulbo e inferior da ponte

artéria cerebelar superior

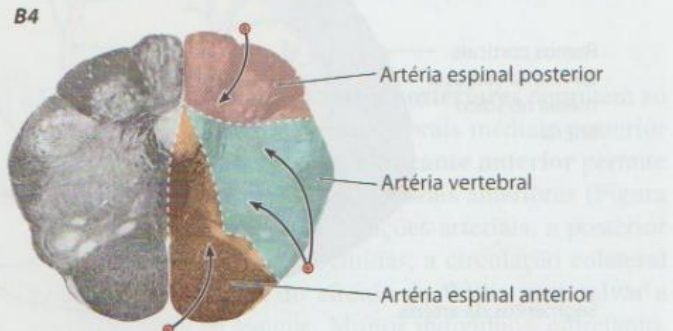
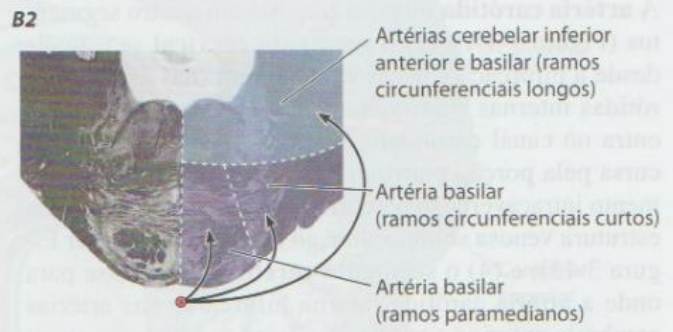
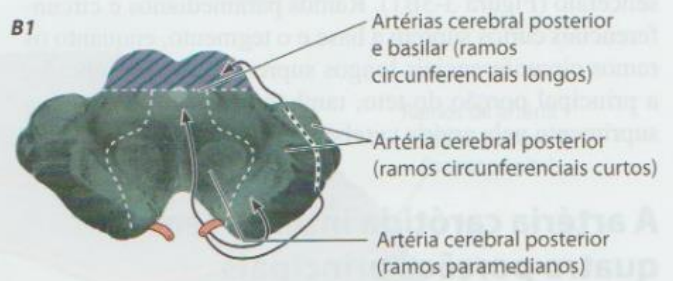
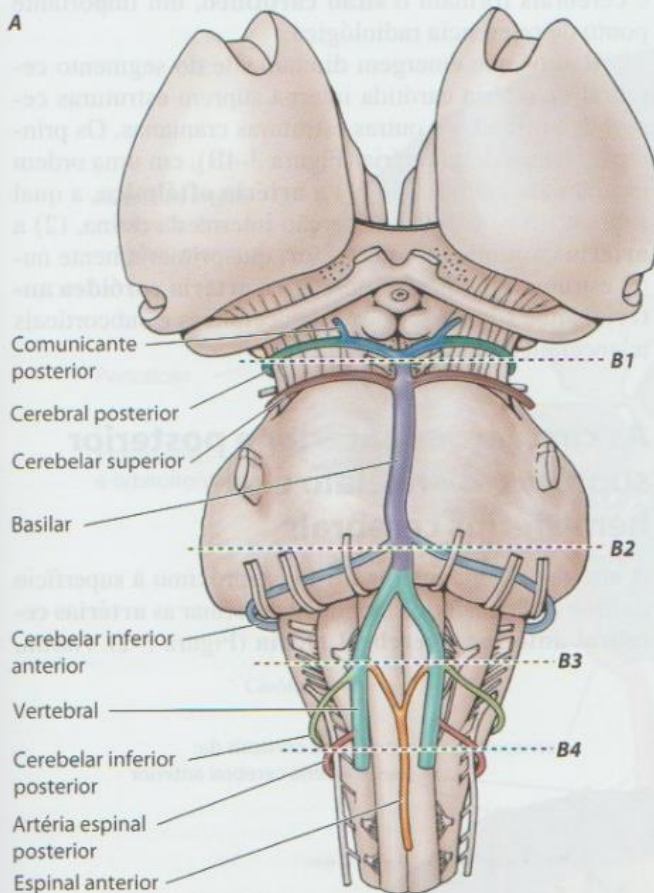
face superior do cerebelo, parte do núcleo denteado, pedúnculos cerebelares superior e médio, tegmento da parte superior da ponte e colículo inferior

artérias cerebrais posteriores

face medial do lobo occipital, parte caudal do lobo parietal, face inferior do lobo temporal e esplênio do corpo caloso



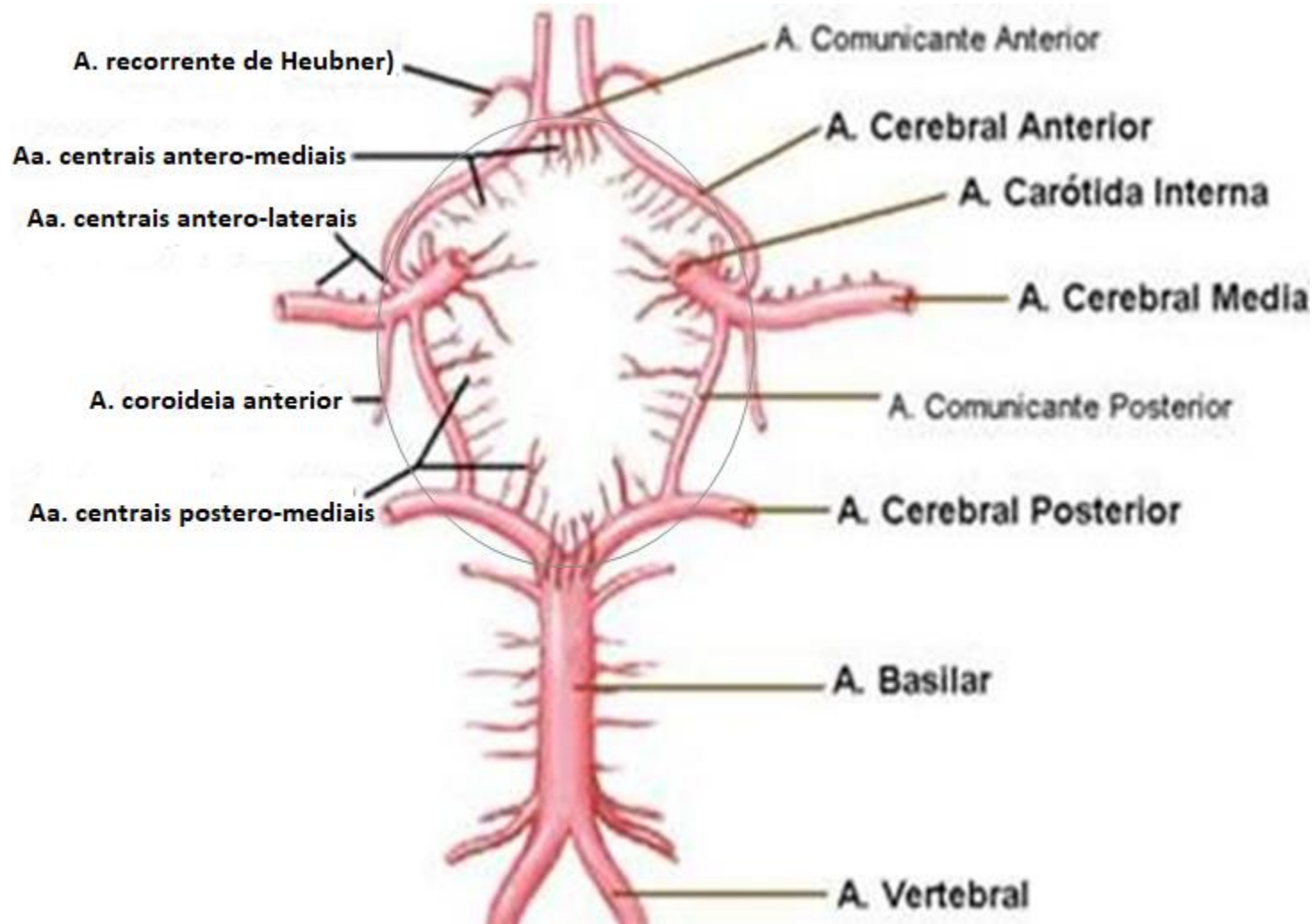
Artéria cerebral posterior



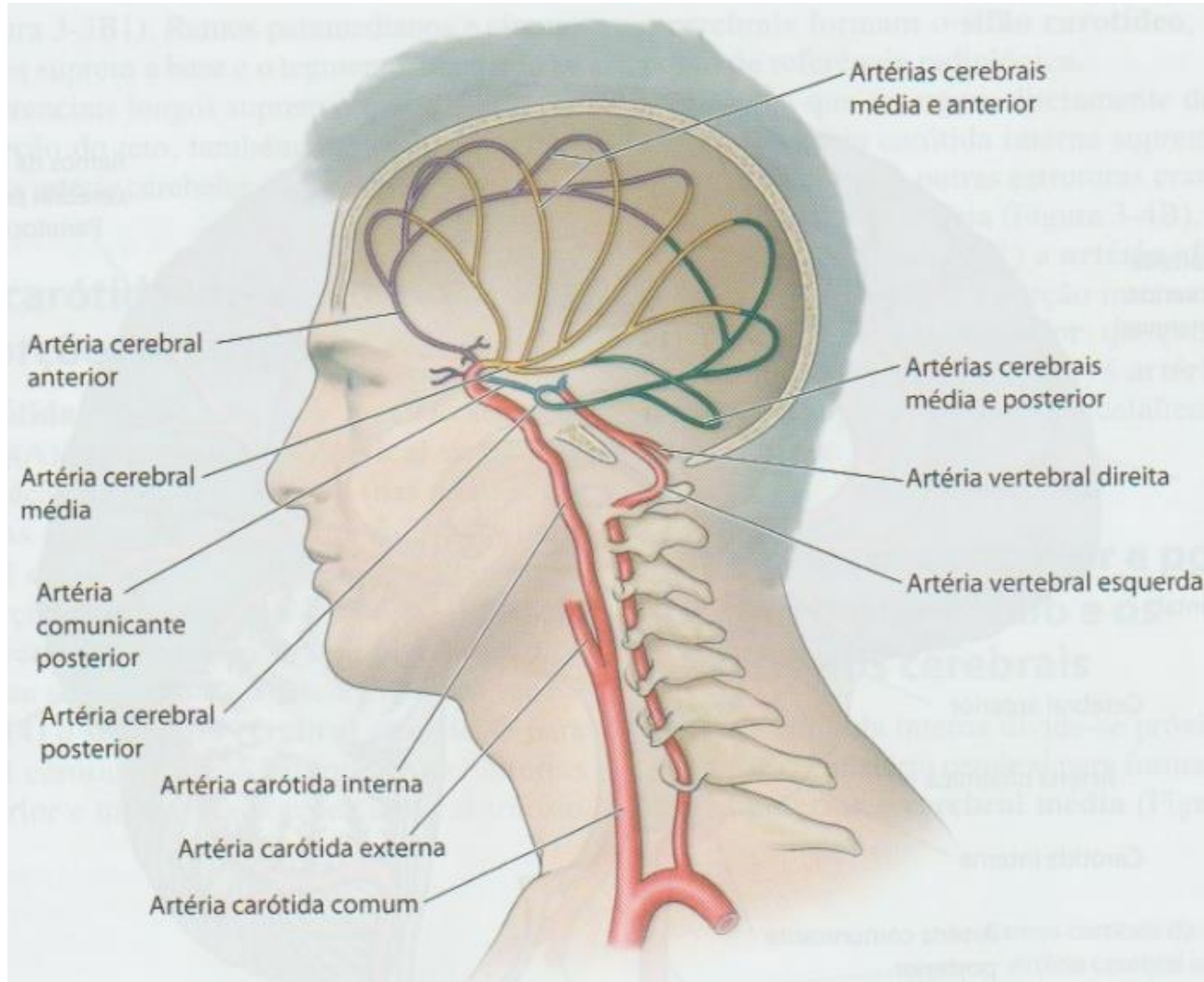
Territórios de irrigação do tronco encefálico:
 Artérias espinais
 Artérias vertebrais
 Artéria basilar
 Artérias cerebelares inferior posterior inferior anterior superior
 Artérias cerebrais posteriores

Existem canais anastomóticos tanto na circulação artéria quanto venosa, no encéfalo. Seu objetivo seria garantir o fluxo sanguíneo em caso de oclusões de um tronco vascular principal. Todavia, muitos desses canais são muito pequenos e pouco eficazes. Um dos locais onde ocorre anastomoses é no **círculo arterial do cérebro** (polígono de Willis), formado por:

- artérias cerebrais anteriores, médias e posteriores (trechos proximais dessas artérias)
- artéria comunicante anterior
- artérias comunicantes posteriores

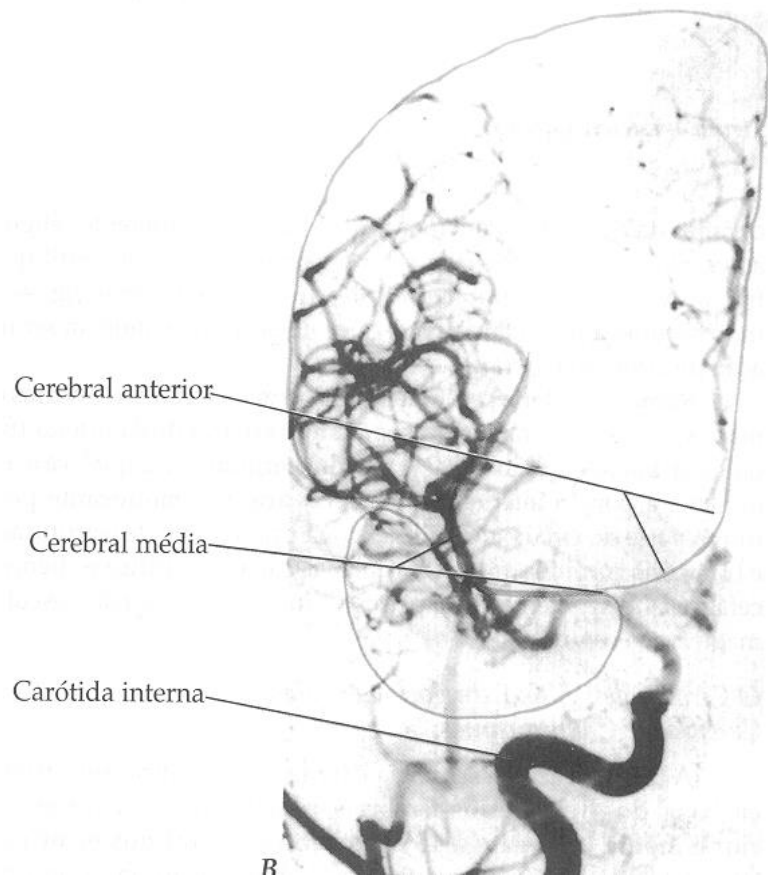


Além do sistema anastomótico do polígono de Willis, um outro sistema é observado na superfície dos hemisférios cerebrais, formado pelas três artérias cerebrais (anterior, média e posterior), além de anastomoses extra-intracranianas (entre ramos da artéria carótida externa e artéria oftálmica, e rede admirável, entre ramos meníngeos e etmoidais da artéria carótida externa e ramos leptomeníngeos das artérias cerebrais).

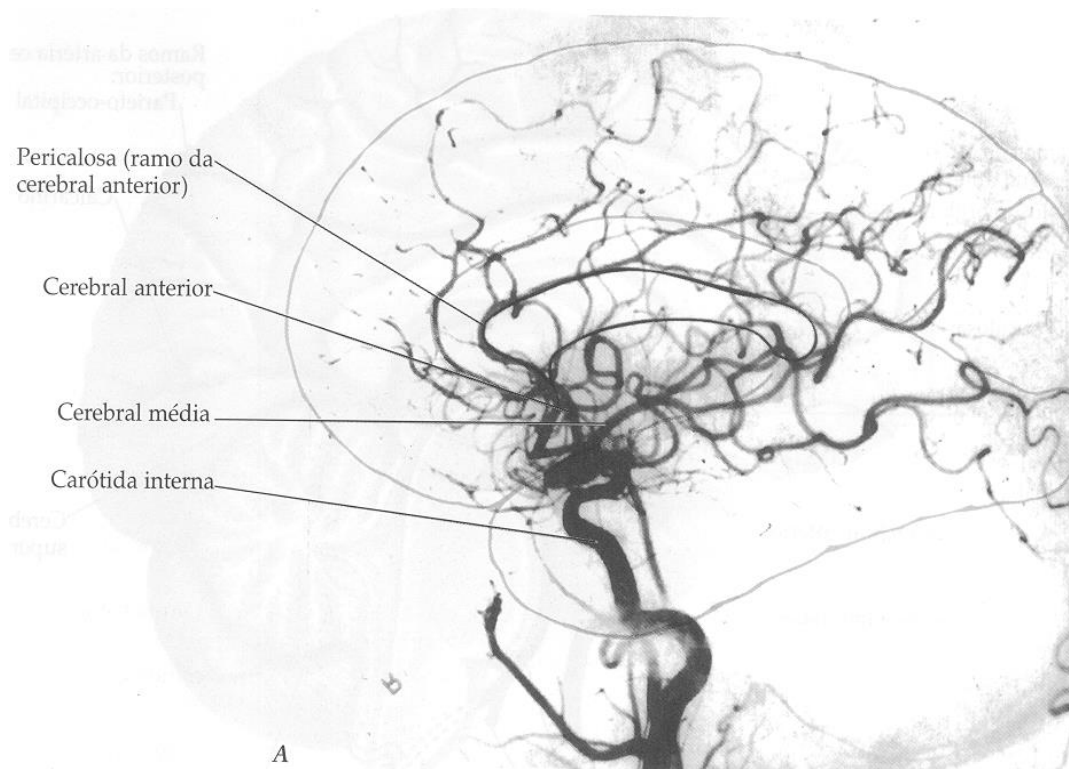


Representação de alguns locais de anastomoses de vasos intracranianos: entre ramos corticais das artérias cerebrais e entre sistemas anterior e posterior através da artéria cerebral posterior

Uma das maneiras de visualizar os vasos intracranianos é através dos angiogramas cerebrais. Contraste radiopaco é injetado através da punção direta de artérias no pescoço (artérias carótidas comuns e artérias vertebrais) ou por cateterismo seletivo, e várias imagens radiológicas são obtidas sequencialmente, em diferentes vistas. Assim, são registradas imagens de arteriografia (abaixo) e de venograma cerebral. Imagens dos vasos cerebrais também podem ser obtidas por meio de angiografia por tomografia computadorizada ou por ressonância magnética.



R
Vista anteroposterior



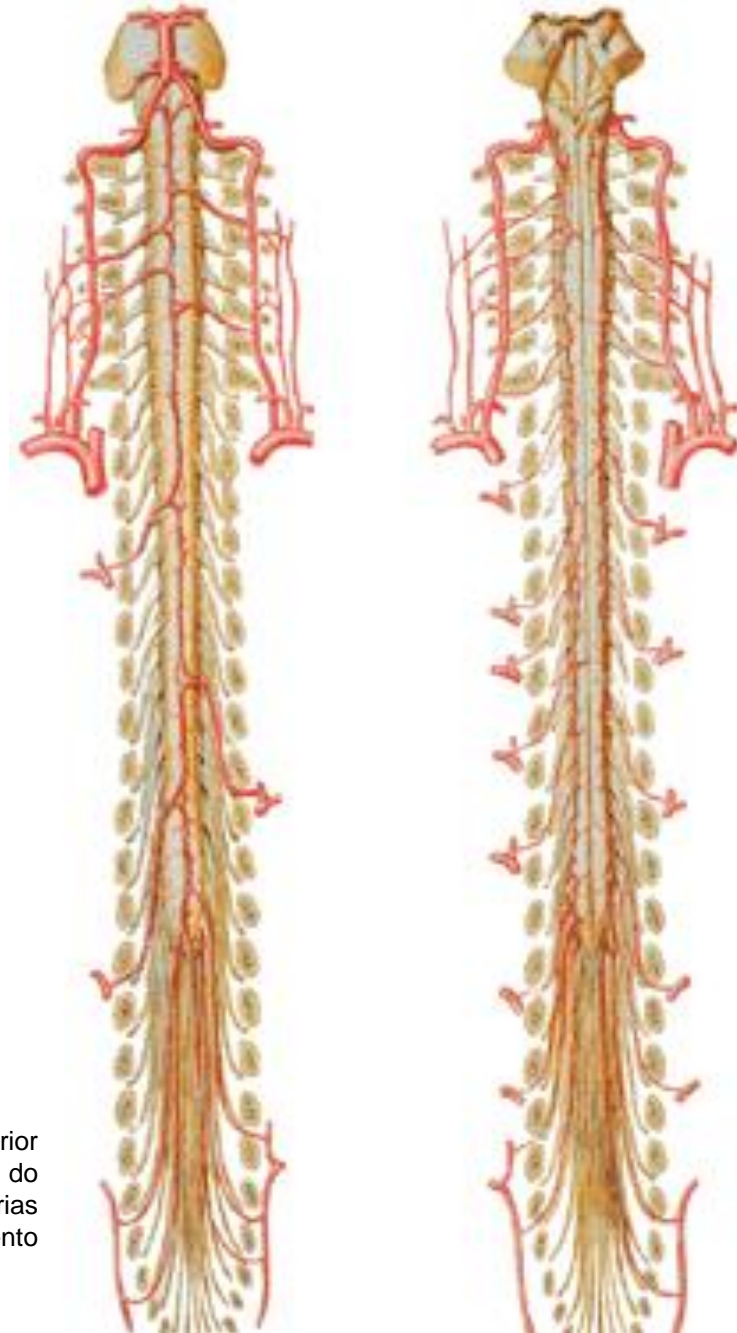
A
Vista lateral

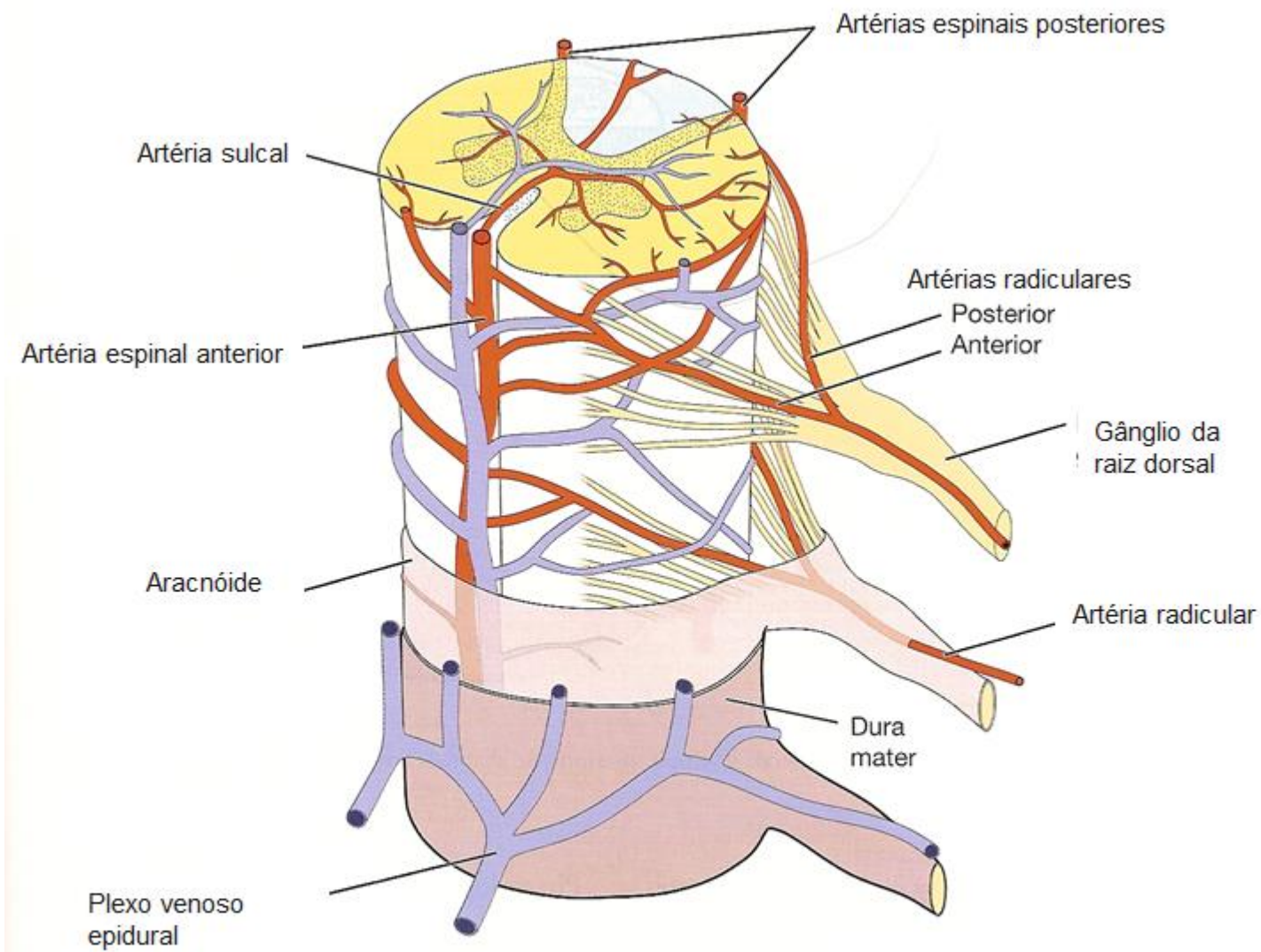
A irrigação da medula espinal é de responsabilidade das artérias espinais, que têm origem nas artérias vertebrais, dentro do crânio e através de várias artérias radiculares, que são ramos das artérias vertebrais (no pescoço), cervical ascendente, tireóidea inferior, cervical profunda e intercostal suprema (ramos das artérias subclávias), ramos da artéria aorta, como as artérias intercostais e lombares, e ramos das artérias ilíacas internas.

Dois delgados e curtos ramos da face medial das artérias vertebrais (porção intracraniana) se unem para formar uma artéria espinal anterior. Da face lateral da artéria vertebral, ou da artéria cerebelar inferior posterior, de cada lado, tem origem uma artéria espinal posterior. A artéria espinal anterior e as duas artérias espinais posteriores saem do crânio pelo forame magno para irrigar a medula espinal. Percorrem longitudinalmente a medula espinal, na fissura mediana anterior e nos sulcos póstero-laterais, respectivamente, e apresentam profusas anastomoses com as artérias radiculares.

Uma artéria radicular destaca-se das demais: é a artéria radicular magna, ou artéria de Adamkiewicz. Geralmente, ela origina-se do lado esquerdo, de uma artéria intercostal, entre T8 e L4, e, em algumas pessoas, ela é a responsável pela maior parte do suprimento sanguíneo da metade inferior da medula espinal.

Vistas anterior (esquerda) e posterior (direita) da medula espinal e parte do tronco encefálico, para mostrar as artérias que contribuem para o suprimento sanguíneo da medula espinal.





- Artérias espinais posteriores
- Artéria espinal anterior

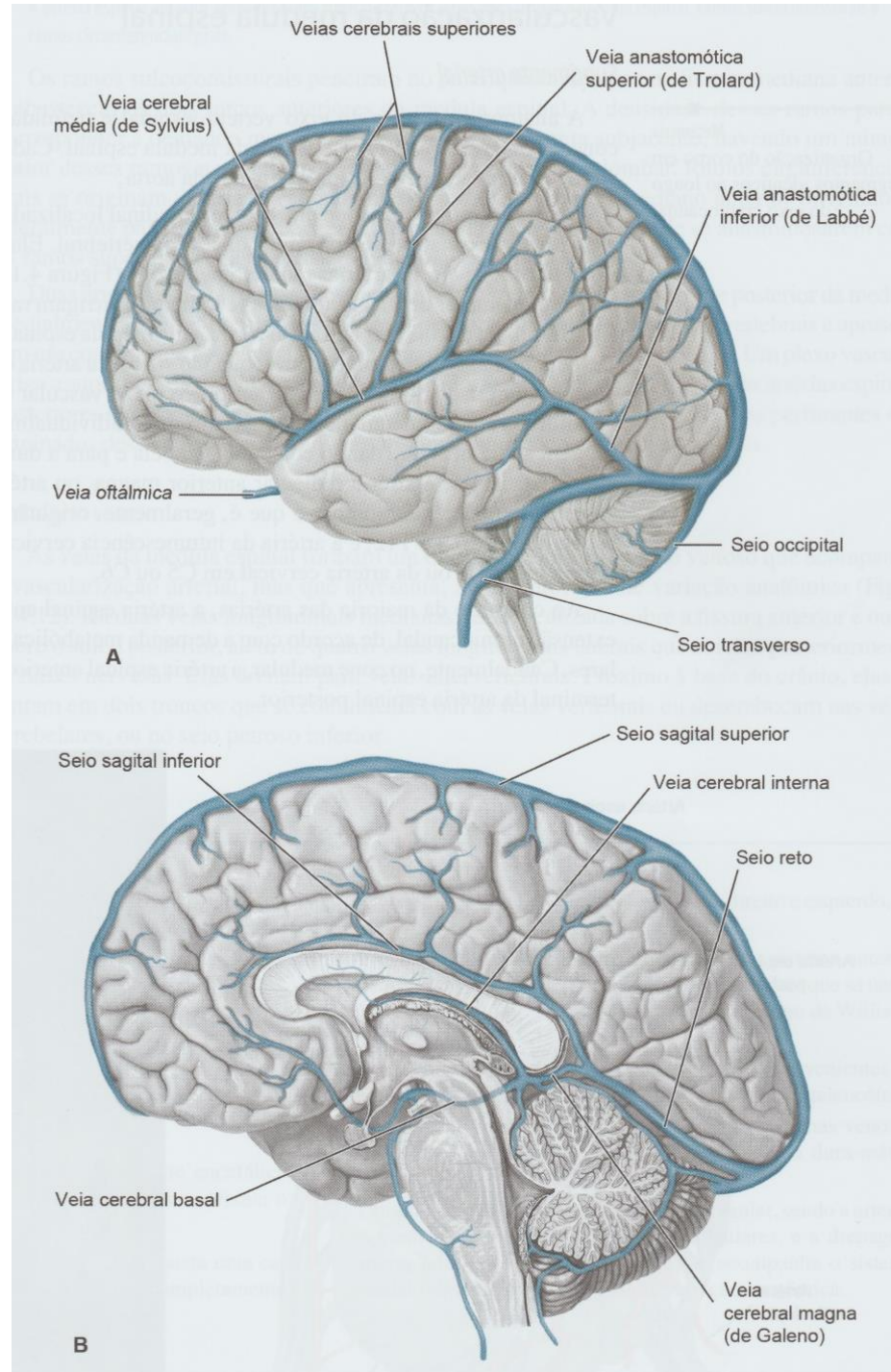
A drenagem venosa do encéfalo é realizada por dois sistemas de veias: um sistema superficial e um sistema profundo. Os dois sistemas drenam, respectivamente, estruturas encefálicas superficiais e profundas, para, então, drenarem para seios venosos da dura-máter.

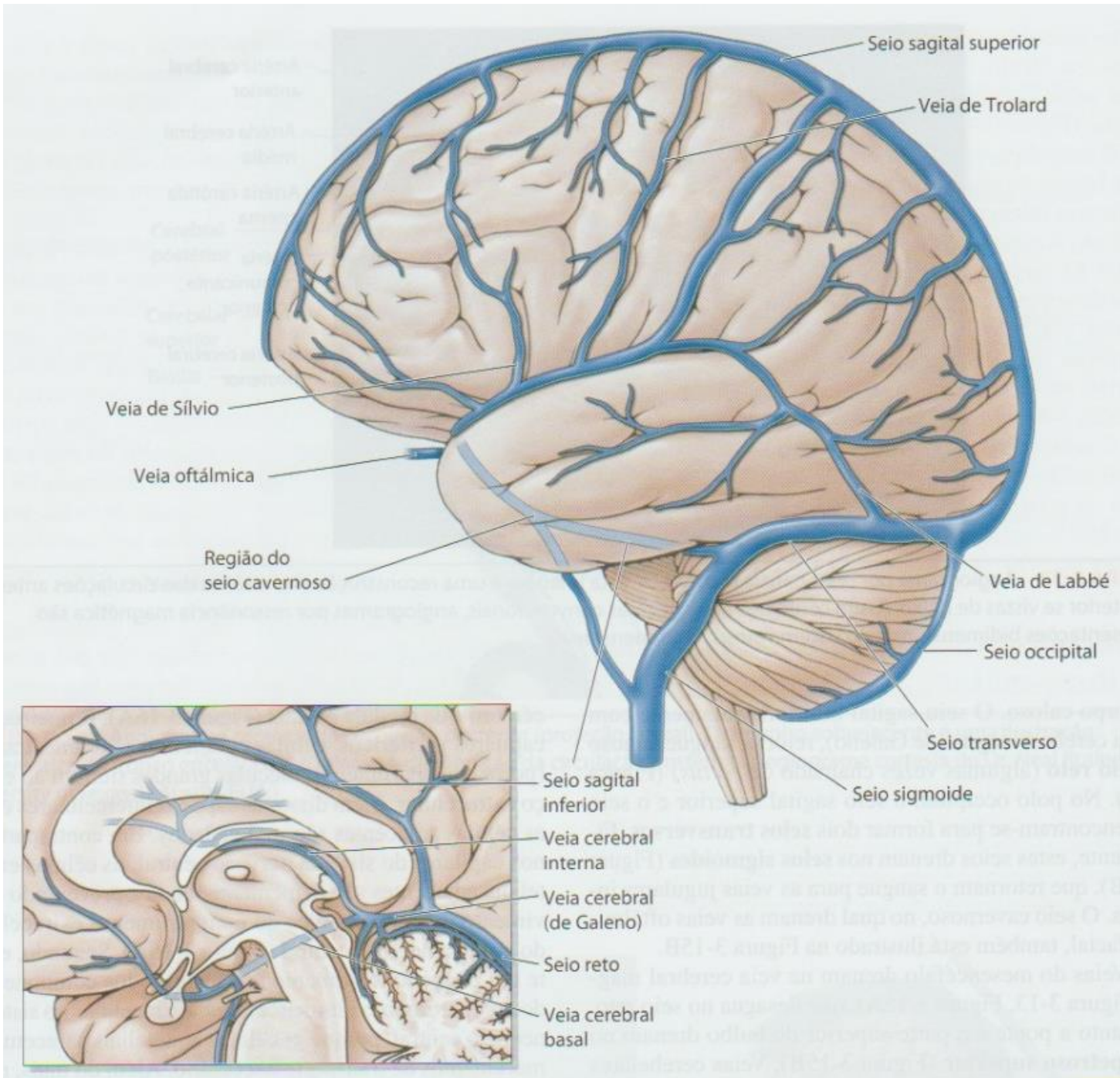
Sistema venoso superficial

drena a superfície cortical e é composto por veias do grupo cerebral superior (drenam para seio sagital superior), grupo cerebral médio (drenam para seio cavernoso) e grupo cerebral inferior (drenam para seios cavernoso e transverso). O grupo cerebral superior e o grupo cerebral médio são interconectados por veias anastomóticas, e a principal é a veia de Trolard (veia anastomótica superior), que percorre o sulco central. O grupo cerebral médio e o grupo cerebral inferior são interconectados pela veia de Labbé (veia anastomótica inferior), que cruza o lobo temporal cerca de 5cm posterior ao seu pólo.

Sistema venoso profundo

composto por diversas veias que drenam para duas tributárias principais: veia cerebral interna e veia basilar (de Rosenthal). Ambas se unem para formar a veia cerebral magna (de Galeno), que drena para o seio reto





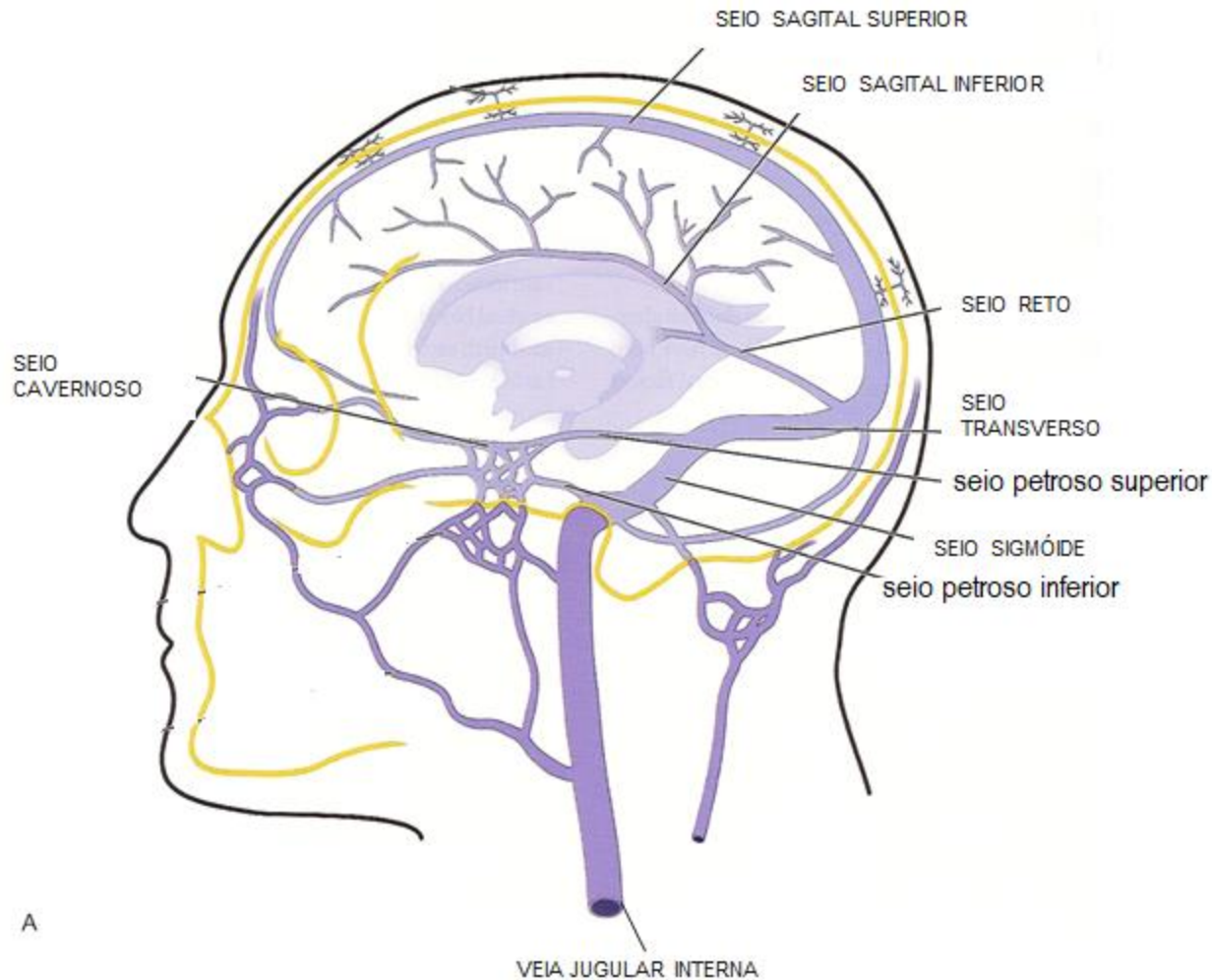
As veias drenam para os **seios venosos da dura-máter**, que são canais venosos cuja parede é formada pela dura-máter, recobertos internamente por endotélio, mas destituídos de válvulas. Servem como canais de baixa pressão para retorno do sangue venoso à circulação sistêmica. Os seios venosos da dura-máter são:

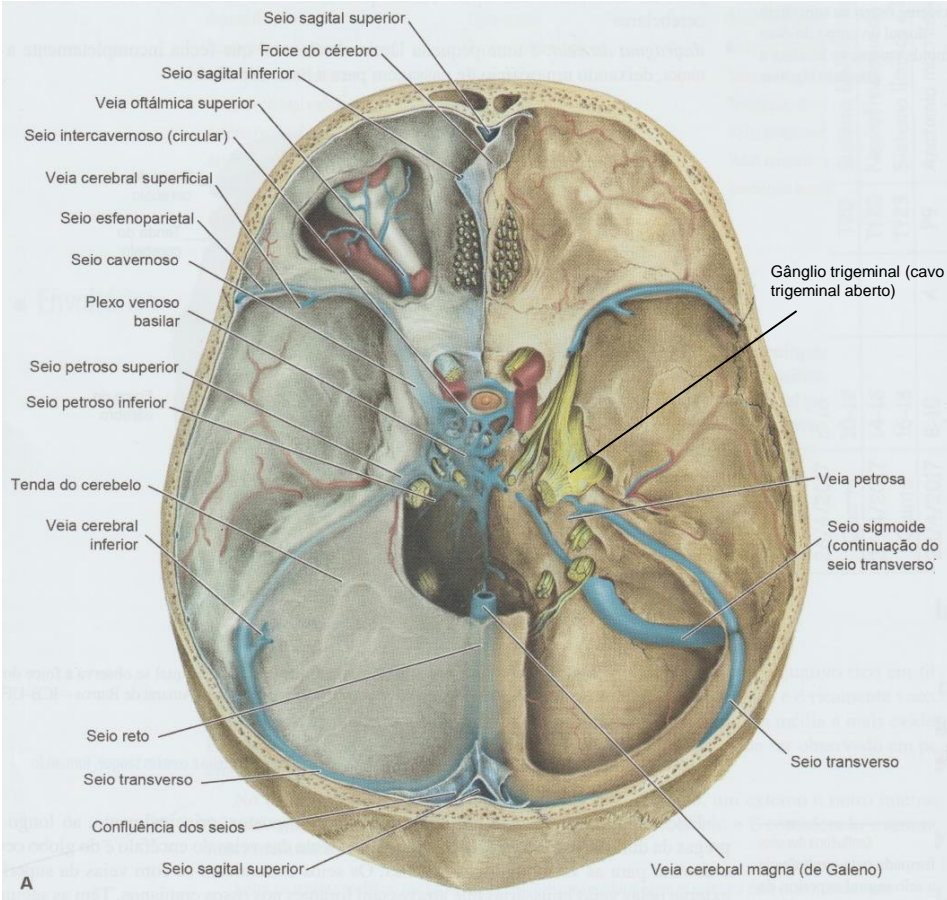
- sagital superior
- sagital inferior
- reto
- transversos
- sigmóides
- occipital
- cavernosos
- intercavernosos
- esfenoparietais
- petrosos superiores
- petrosos inferiores
- plexo basilar

Para rever a drenagem venosa pelos seios durais, retorne ao capítulo de meninges (capítulo anterior).

O seio sagital superior, além da participação da drenagem venosa do encéfalo, também recebe líquido das granulações aracnóideas.

A via final comum de drenagem venosa é a **veia jugular interna**.

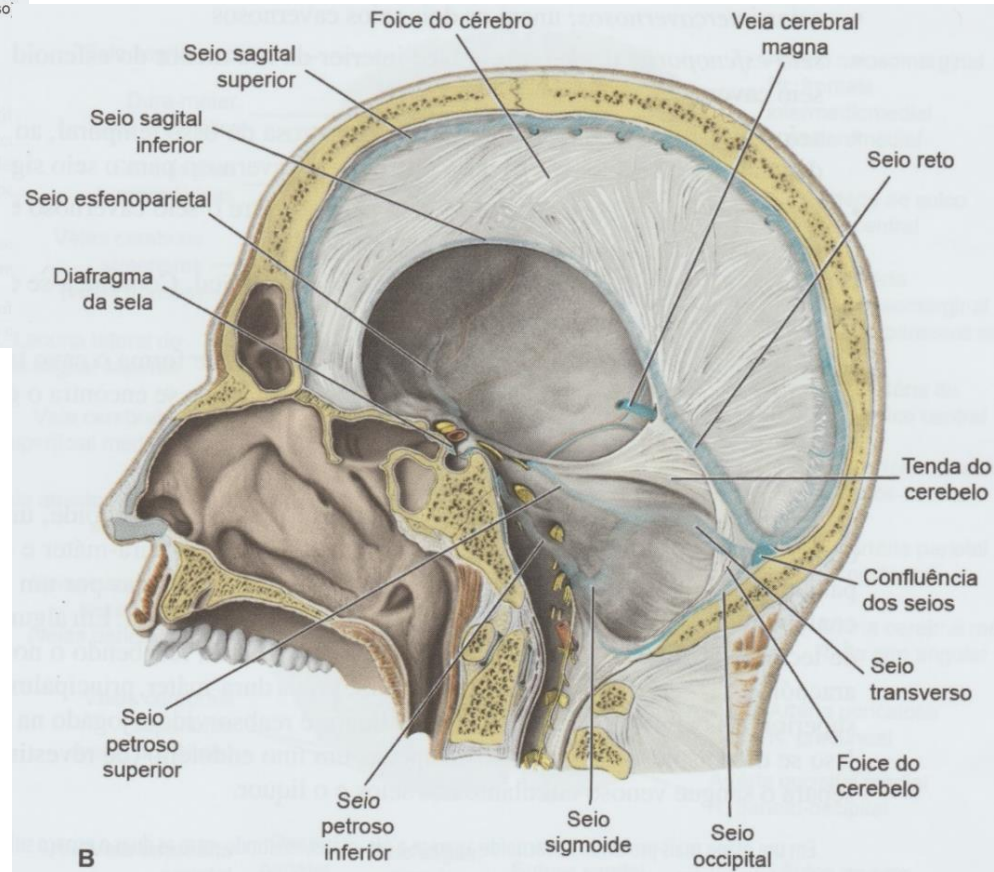




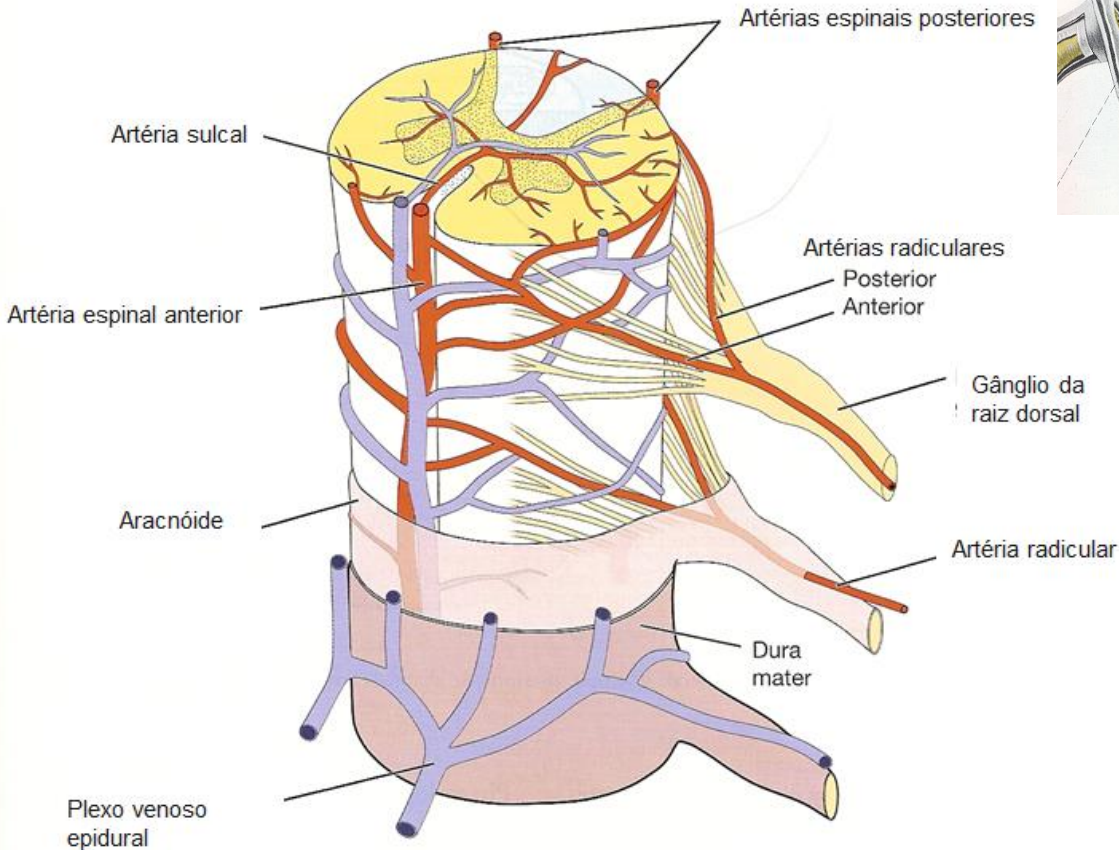
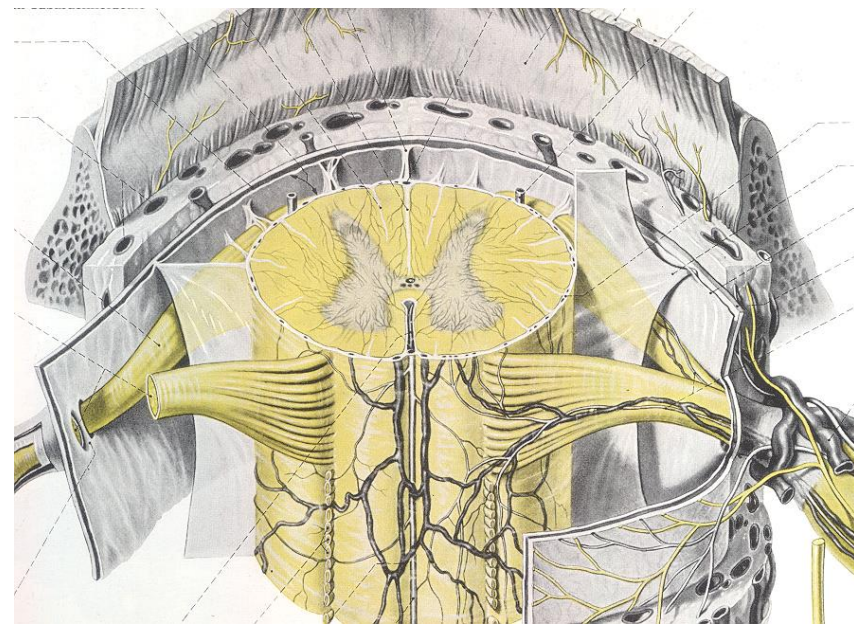
Seios venosos da dura-máter

A = vista superior da base do crânio, sem o encéfalo. Tenda do cerebelo aberta à direita, bem como a dura-máter da fossa média do crânio

B = vista medial após corte sagital, sem o encéfalo



A drenagem venosa da medula espinal corresponde aproximadamente à sua irrigação arterial. Entretanto, a rede venosa é mais densa na face posterior da medula espinal (a rede arterial é mais densa na face anterior da medula) e existe apenas uma veia espinal posterior. As anastomoses venosas entre as veias espinais são frequentes.



- Artérias espinais posteriores
- Artéria espinal anterior

A partir da extensa rede venosa em torno da medula espinal, o sangue é drenado para as veias radiculares e, então para os plexos venosos vertebrais internos, no espaço epidural.

Daí, o sangue chega ao plexo vertebral externo, através dos forames intervertebrais e sacrais.

A **regulação da circulação cerebral** se dá através da interação de vários fatores:

- Fatores extrínsecos
 - pressão sanguínea sistêmica
 - viscosidade do sangue
 - lúmen vascular
- Fatores intrínsecos
 - auto-regulação
 - fatores bioquímicos
 - P_{CO_2} - P_{O_2} - pH
- Fatores neurais
 - simpático/parassimpático
- Neuropeptídeos

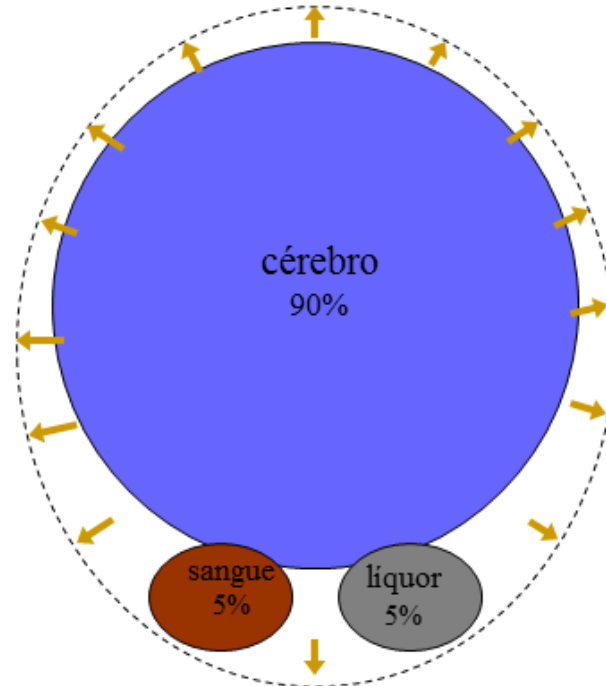
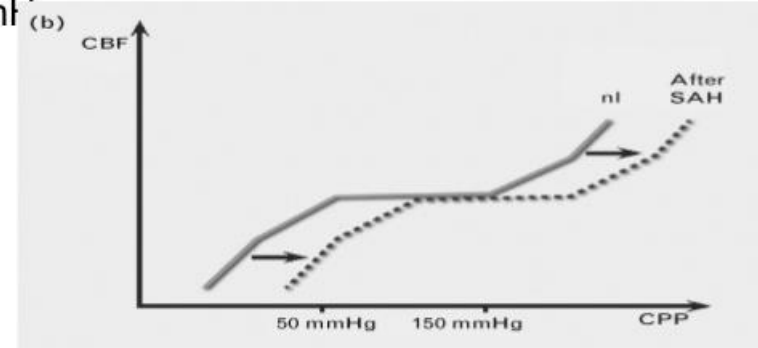
Pressão de perfusão cerebral (PPC)

$$PPC = PAM - PIC$$

$$PAM = (1/3 PA \text{ sist.}) + (2/3 PA \text{ diast.})$$

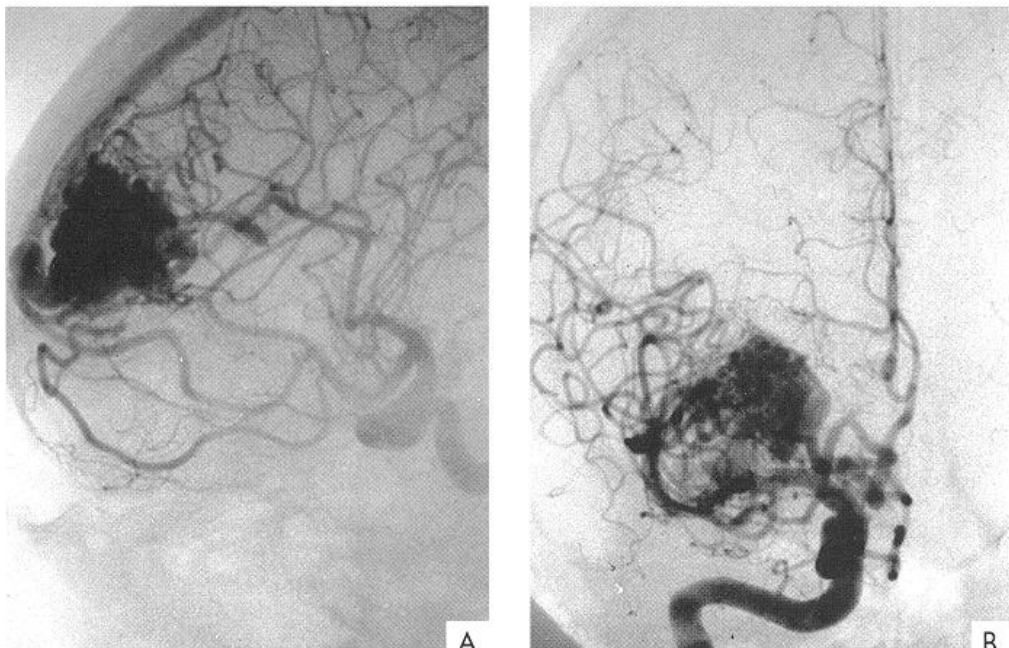
Autorregulação cerebral

- Mantém Fluxo Sanguíneo Cerebral com PPC entre 50-150mmHg

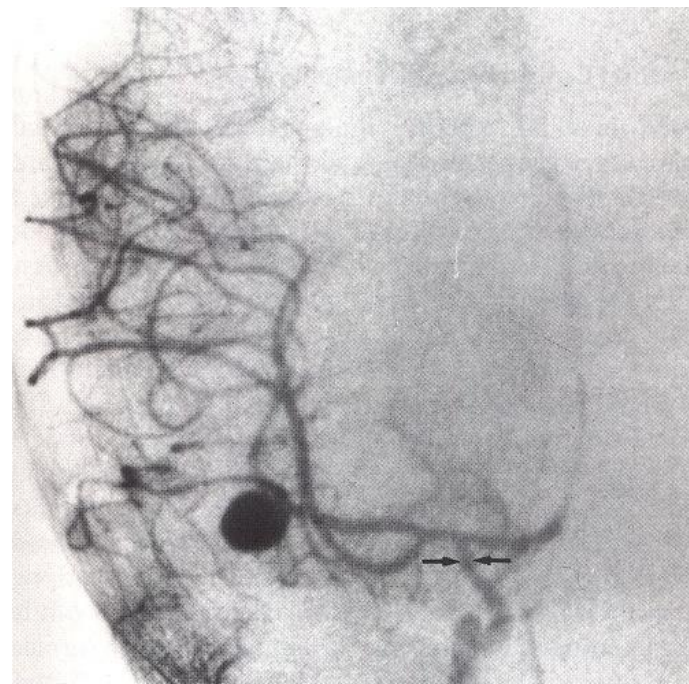


Os vasos relacionados ao encéfalo, especialmente as artérias, podem ser sede de malformações, como as malformações arteriovenosas, nas quais as artérias se comunicam com veias de drenagem através de um ninho de vasos anômalos, que não participam das trocas e nutrição da região. Assim, a área onde estão localizadas podem sofrer isquemia ou, ainda, devido à fragilidade da parede desses vasos, podem ocorrer roturas com hemorragias.

A parede de uma artéria, especialmente em seus pontos de bifurcação, pode conter uma região de insuficiência das fibras musculares, que torna-se propensa à uma dilatação local, denominada aneurisma arterial. Por ser um local de fragilidade da parede arterial e onde o fluxo sanguíneo passa de laminar para turbilhonar, o aneurisma pode também se romper. Como as artérias percorrem o espaço subaracnóideo, uma ruptura de aneurisma provoca hemorragia subaracnóidea, com conseqüente presença de hemácias no líquido.



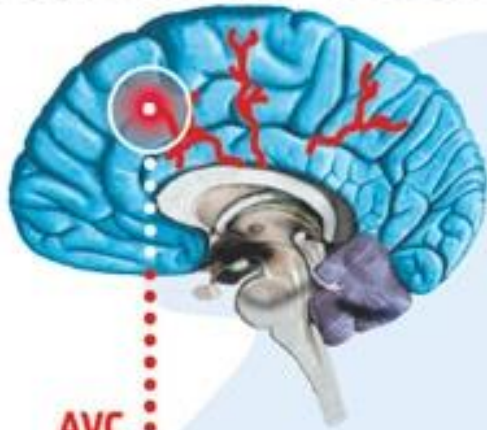
Arteriografia mostrando uma malformação arteriovenosa.
Vista lateral, à esquerda, e vista anterior, à direita.



Arteriografia mostrando um aneurisma da artéria cerebral média.
Vista anterior, ligeiramente oblíqua.

A parede das artérias cerebrais e seus ramos podem também sofrer degeneração com pontos de enfraquecimento, que podem ser sede de roturas com hemorragias, ou podem sofrer obstrução, devido às alterações de seu endotélio e formação de placas ateromatosas. Essas artérias podem ser sede de obstrução pela embolização de trombos formados à distância, como nas cardiopatias. Portanto, os acidentes vasculares encefálicos podem ser hemorrágicos e isquêmicos, produzindo quadros neurológicos de acordo com a região afetada.

Fique atento aos sintomas



AVC

Ocorre quando há entupimento ou rompimento dos vasos que levam sangue ao cérebro.

Perda de visão

Nem sempre é total. A imagem pode ser distorcida: a pessoa vê o objeto, mas não o identifica.



Problemas de fala

O paciente não consegue falar claramente ou entender o que o outro fala.



Fraqueza facial

Não é possível sorrir. Canto da boca ou um dos olhos fica com aparência caída.



Fraqueza nos braços

Não se consegue erguer os dois braços. Movimentos dos dedos também são comprometidos.



Fraqueza nas pernas

Em uma ou nas duas. A pessoa não consegue se manter em pé.



Ocorre principalmente em



Idosos



Fumantes



Portadores de colesterol alto



Diabéticos



Hipertensos



Cardiopatas



Vascularização:

1. O encéfalo é responsável pelo consumo de _____ do débito cardíaco e pelo consumo de _____ de O₂, no adulto, e até _____, em crianças.
2. O fluxo sanguíneo cerebral (FSC) é alto, da ordem de _____ ml/min. Ele é maior / menor na substância cinzenta que na substância branca, devido a atividade e consumo energético dos neurônios serem maiores / menores na substância cinzenta.
3. O encéfalo depende do suprimento sanguíneo das duas artérias _____ (sistema _____ ou anterior), e duas artérias _____ (sistema _____ ou posterior).
4. A artéria _____ origina-se da artéria carótida comum e pode ser dividida em 4 porções: _____, _____, _____ e cerebral. Ela entra no crânio pelo _____, na porção petrosa do osso _____ e sua porção cavernosa tem um trajeto tortuoso característico, denominado _____.
5. Já as artérias vertebrais originam-se da porção proximal das artérias _____, sendo seu primeiro ramo de cada lado. Ascendem no pescoço passando pelos forames _____ das vértebras _____ e entram no crânio pelo forame _____.
6. Os ramos da artéria _____ interna, após perfurar a dura-máter, são a artéria _____, a artéria _____, a artéria _____, as artérias cerebrais _____ e _____, e os ramos _____ ou perfurantes.
7. A artéria _____ cursa na face medial dos hemisférios cerebrais, dirigindo-se rostral e dorsalmente. Curva-se em torno do _____ do corpo caloso e seus ramos estendem-se desde o lobo _____ até o sulco _____. Seu território de irrigação compreende ainda uma estreita faixa cortical na face _____ do hemisfério cerebral, junto da linha mediana.

8. A artéria _____ volta-se posteriormente e cursa na fissura _____, distribuindo ramos para toda superfície lateral do cérebro, com exceção do lobo _____.

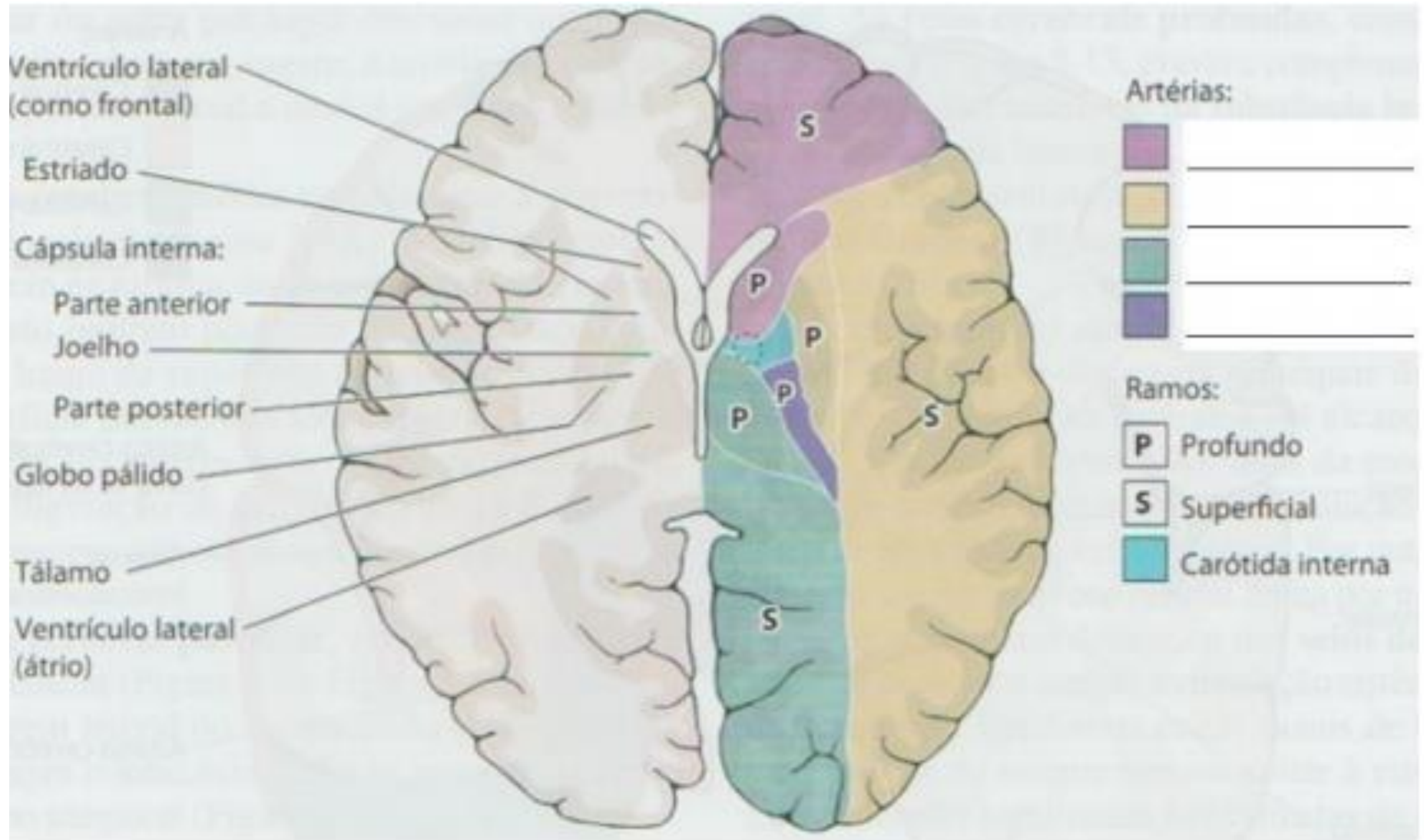
9. As artérias _____ direita e esquerda, ao entrarem no crânio pelo forame _____, dão origem às artérias _____ e _____. Essas três artérias têm um trajeto descendente e saem do crânio pelo forame _____ para irrigar a _____. As artérias vertebrais percorrem a face ventral do _____ e originam as artérias _____, que irrigam a porção lateral do _____ e as porções posteriores e inferiores do _____.

10. Ao nível do sulco _____, as artérias vertebrais se unem para formar a artéria _____.

11. A artéria _____, por sua vez, percorre a face ventral da ponte, no sulco _____, e origina os ramos: artérias cerebelares _____, que irrigam a porção anterior da face inferior do cerebelo, as artérias _____, que irrigam o mesencéfalo e face superior do cerebelo, as artérias do _____, que irrigam a orelha interna, e termina nas duas artérias cerebrais _____, direita e esquerda. A artéria basilar ainda dá origem a ramos _____ curtos e médios, para nutrição da ponte.

12. As artérias cerebrais posteriores, ramos terminais da artéria _____, irrigam a face medial do lobo _____ e o polo occipital, a parte caudal do lobo _____ junto à fissura longitudinal do cérebro, a face inferior do lobo _____ e o _____ do corpo caloso.

13. Identifique as artérias responsáveis pela irrigação dos territórios cerebrais marcados com as diferentes cores:



14. A anastomose das porções proximais das artérias na base do encéfalo determina a formação do _____ do _____ ou polígono de Willis. É formado pelas porções proximais das artérias cerebrais _____, _____ e _____, e pelos ramos _____ e ramo _____.

15. A medula espinal recebe irrigação através das artérias _____, artéria _____, que são ramos das artérias _____, além das artérias _____, que são ramos de artérias segmentares.

16. A drenagem venosa do encéfalo é realizada por dois sistemas de veias, o sistema venoso _____ e o sistema venoso _____. Ambos os sistemas de veias drenam para _____ da dura-máter, sendo que a via final comum de drenagem venosa é a veia _____.

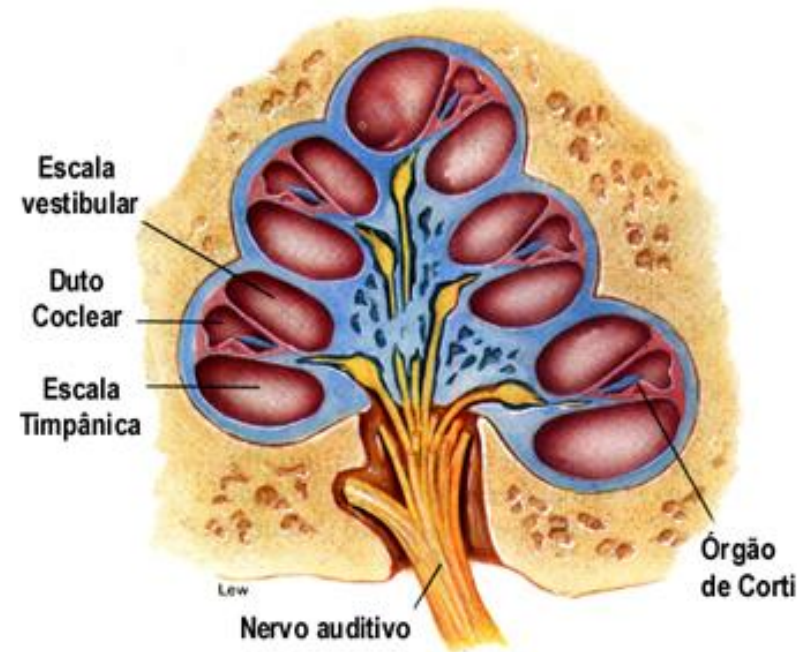
NEUROANATOMIA

Sistema coclear



Sistema coclear– *Objetivos de aprendizagem:*

- *Relembrar as estruturas anatômicas das orelhas externa e média.*
- *Definir os componentes anatômicos da orelha interna.*
- *Definir as vias neurais do sistema auditivo.*
- *Aprender os conceitos funcionais da audição.*



O sistema coclear, também chamado de sistema auditivo, é o responsável pelo sentido da audição.

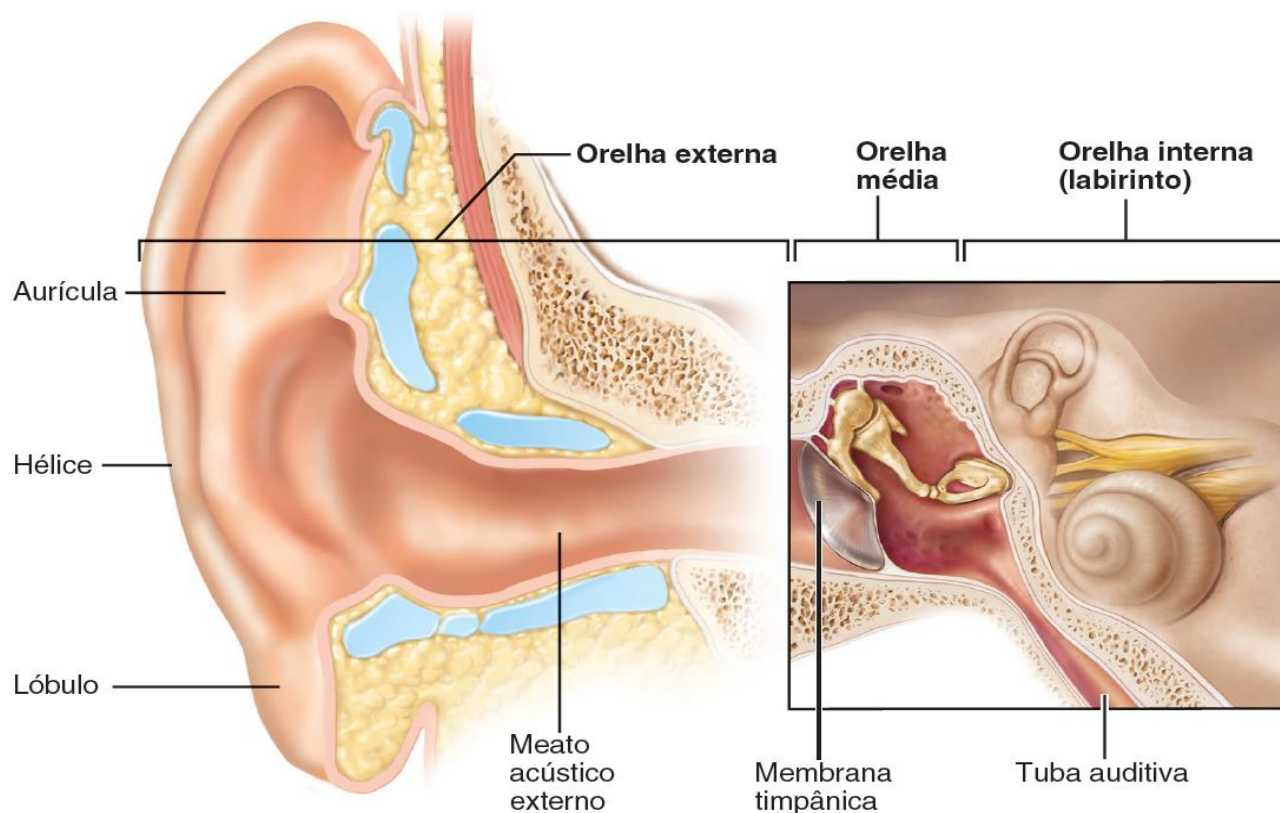


A audição é importante não só para facilitar a comunicação entre pessoas, mas também auxilia na proteção do indivíduo, pois permite que possa identificar e evitar determinadas situações de perigo.



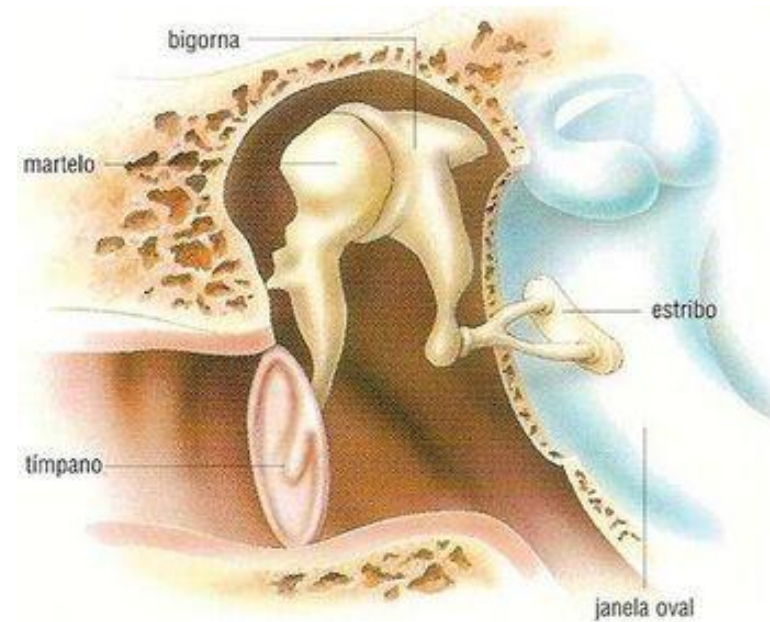
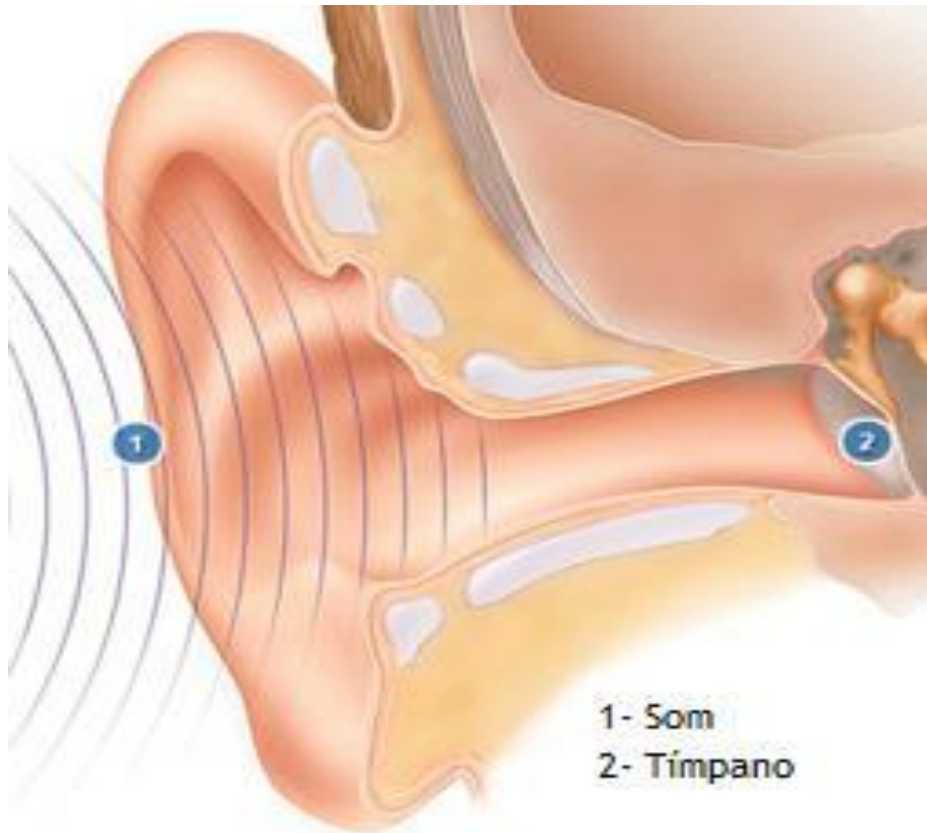
A audição é a capacidade de percepção de sons e avaliação de suas qualidades, como intensidade, localização e timbre.

No sistema coclear, a captação das ondas sonoras (deslocamento do ar) começa na orelha externa, com o direcionamento da onda sonora pelo pavilhão auditivo externo em direção ao meato acústico externo. Na profundidade do meato acústico externo, encontra-se a membrana timpânica que, com a chegada da onda sonora, se desloca (ou vibra).



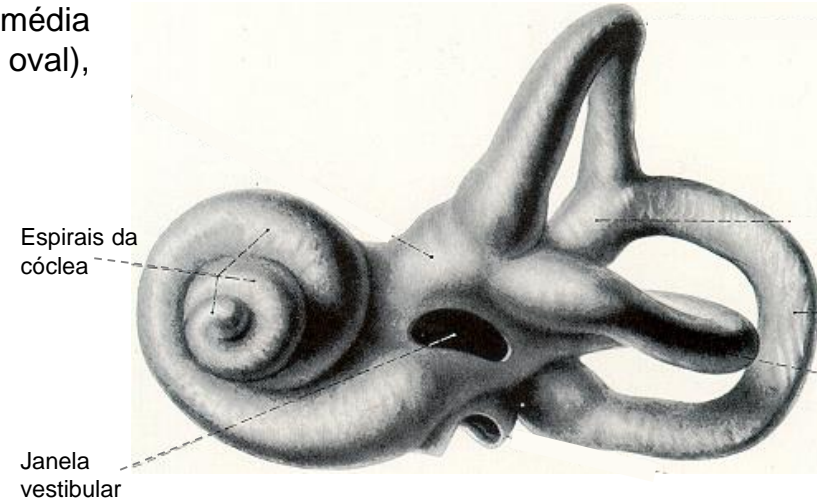
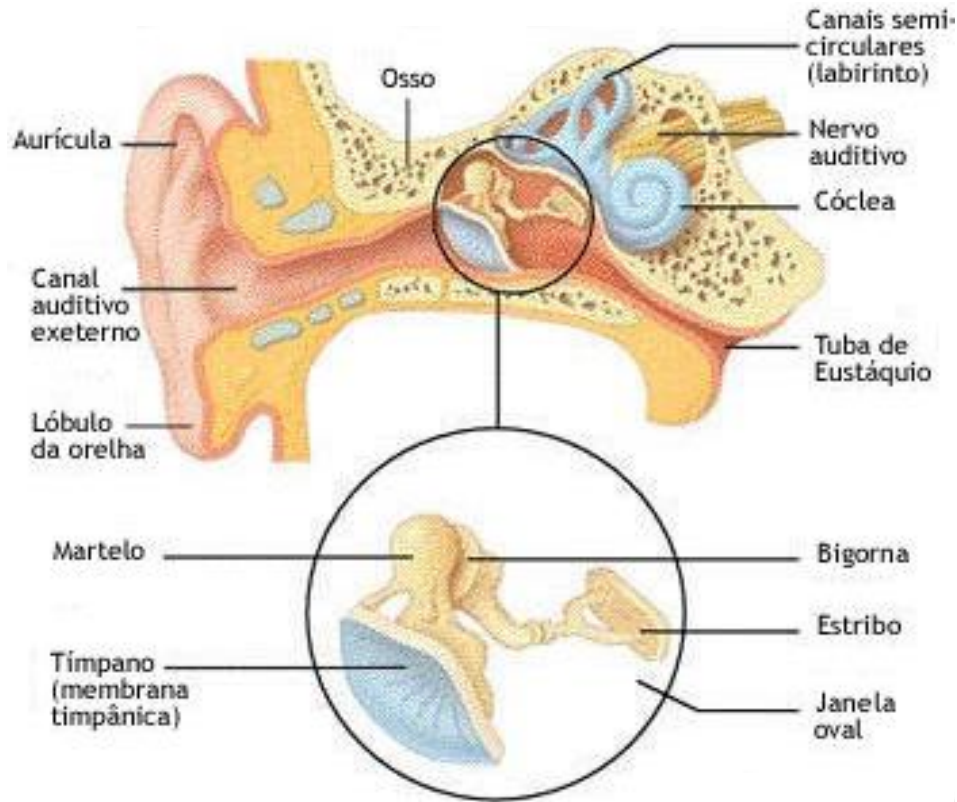
(a) As três regiões da orelha

O processo de audição começa, assim, na superfície do corpo conforme os sons são conduzidos pelo pavilhão auditivo e pelo meato acústico externo até a membrana timpânica. A membrana timpânica, ou tímpano, encontra-se posicionada entre o meato acústico externo e a orelha média.



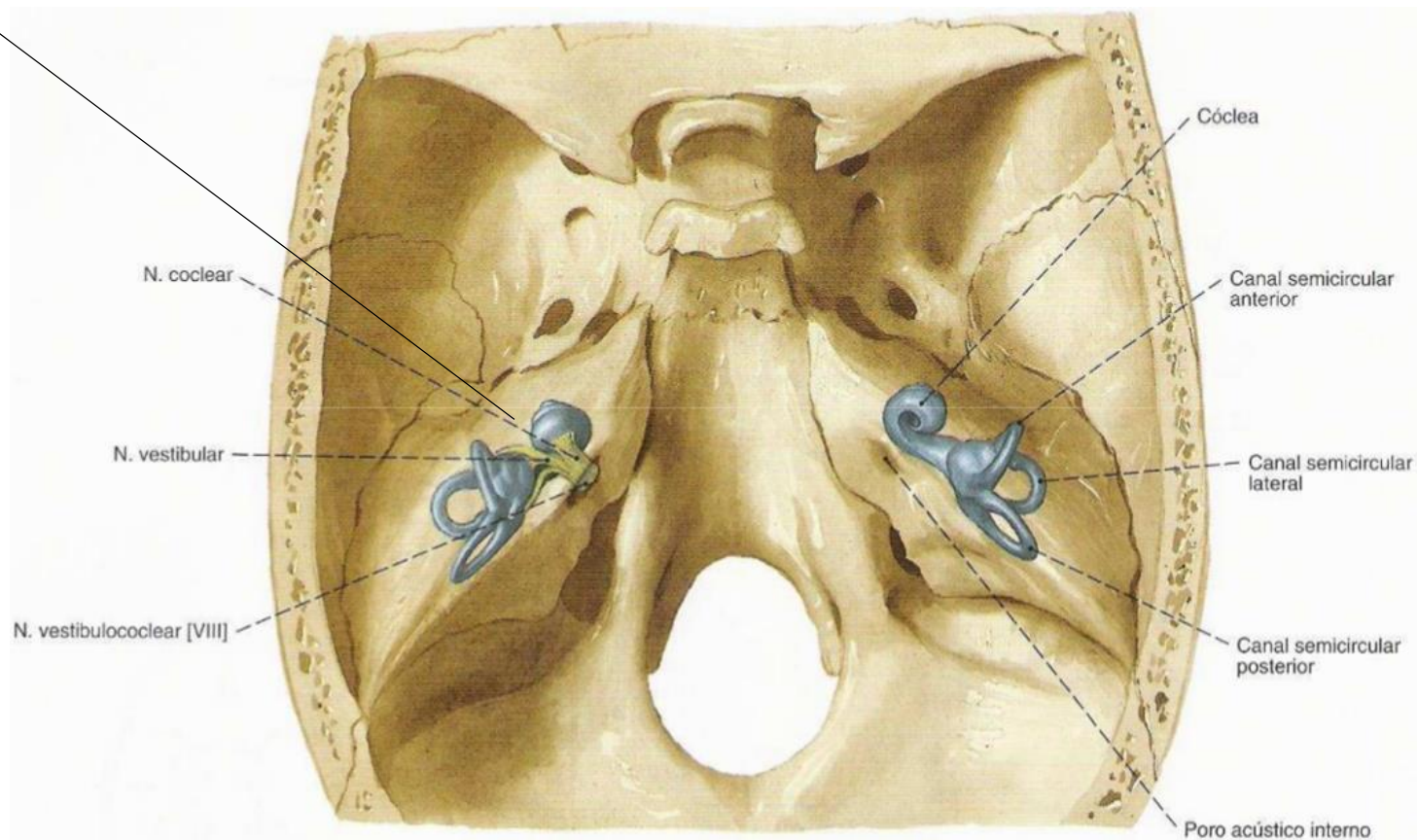
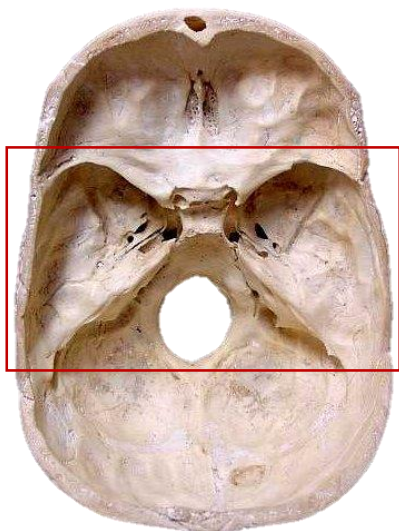
A orelha média, ou caixa timpânica, é uma cavidade aérea dentro do osso temporal. Em seu interior encontra-se uma cadeia de três minúsculos ossos, ou ossículos, organizados de lateral para medial em martelo, bigorna e estribo.

O cabo do martelo está fixado à face interna da membrana timpânica. Já o estribo está encaixado em uma pequena abertura entre a orelha média e a orelha interna, denominada janela vestibular da cóclea (ou janela oval), enquanto a bigorna situa-se entre o martelo e o estribo.



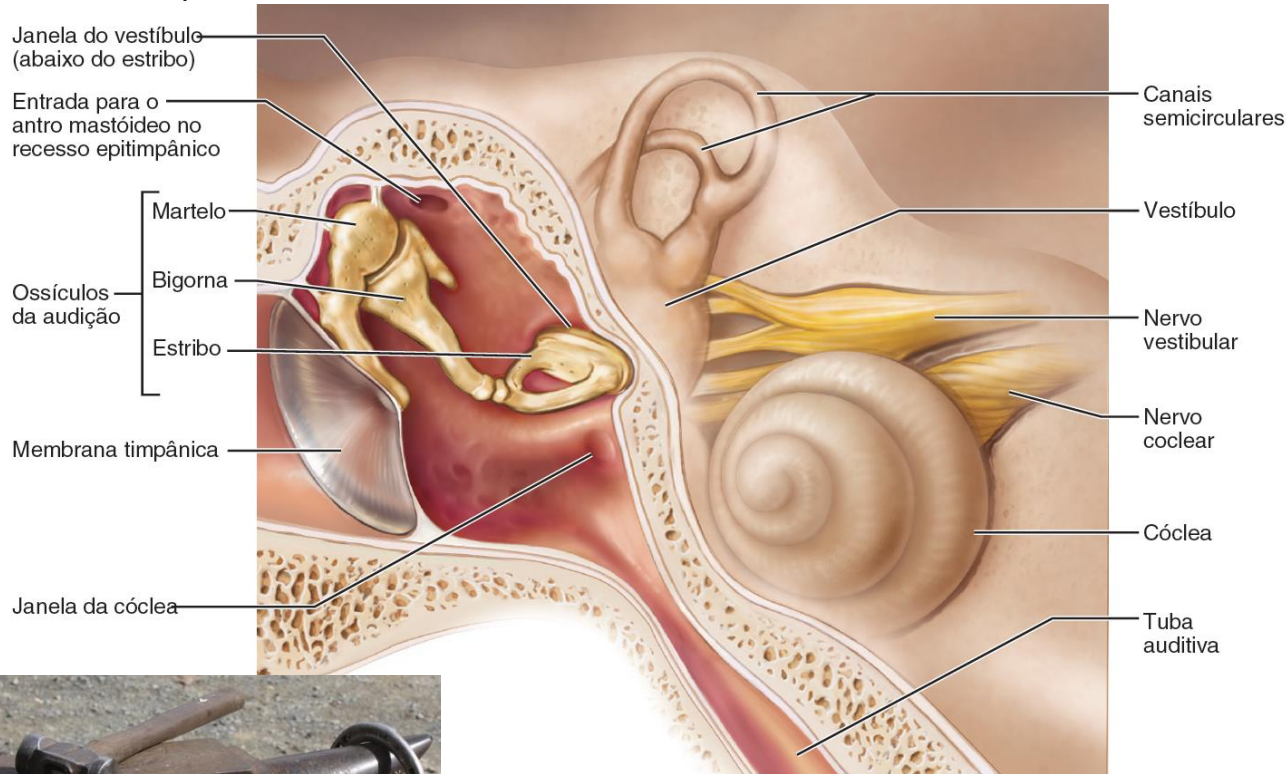
A cóclea faz parte da orelha interna e está contida dentro do labirinto membranoso, que por sua vez encontra-se dentro do labirinto ósseo, na porção petrosa do osso temporal.

Orelha interna encontra-se alojada e protegida na parte petrosa do osso temporal.



Vista superior da base do crânio

Deslocamentos na membrana timpânica provocam deslocamentos da cadeia articulada de ossículos da orelha média (na ordem, a partir da membrana timpânica: martelo – bigorna – estribo). O estribo está encaixado em uma pequena abertura entre a orelha média e a orelha interna, denominada janela vestibular da cóclea (ou janela oval). Ao se deslocar, o estribo desloca a coluna líquida no interior da orelha interna.



a



b

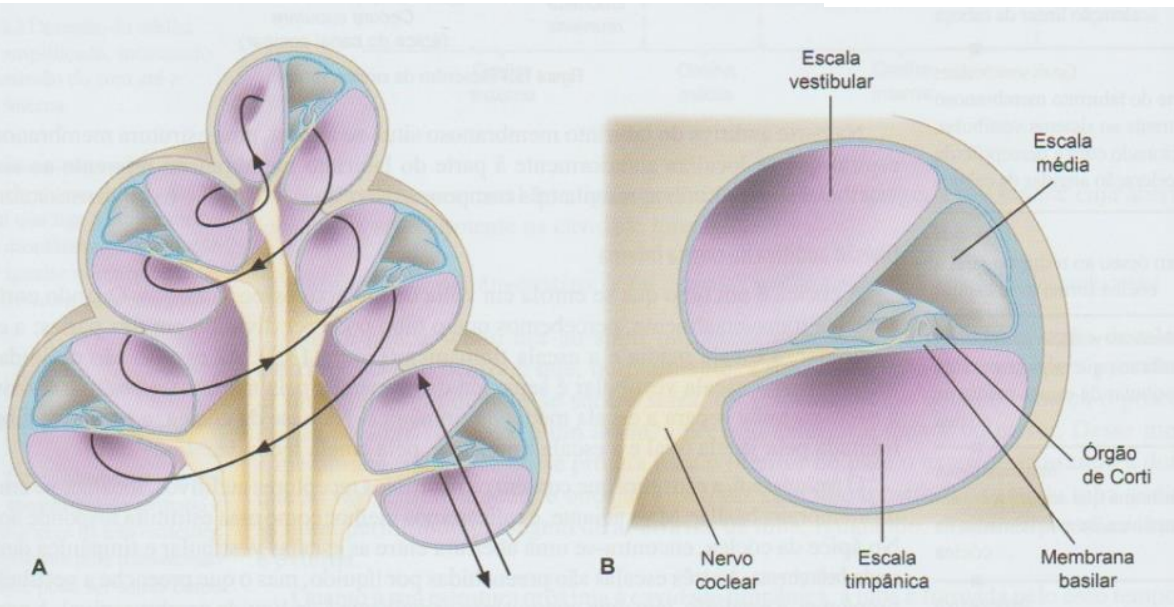
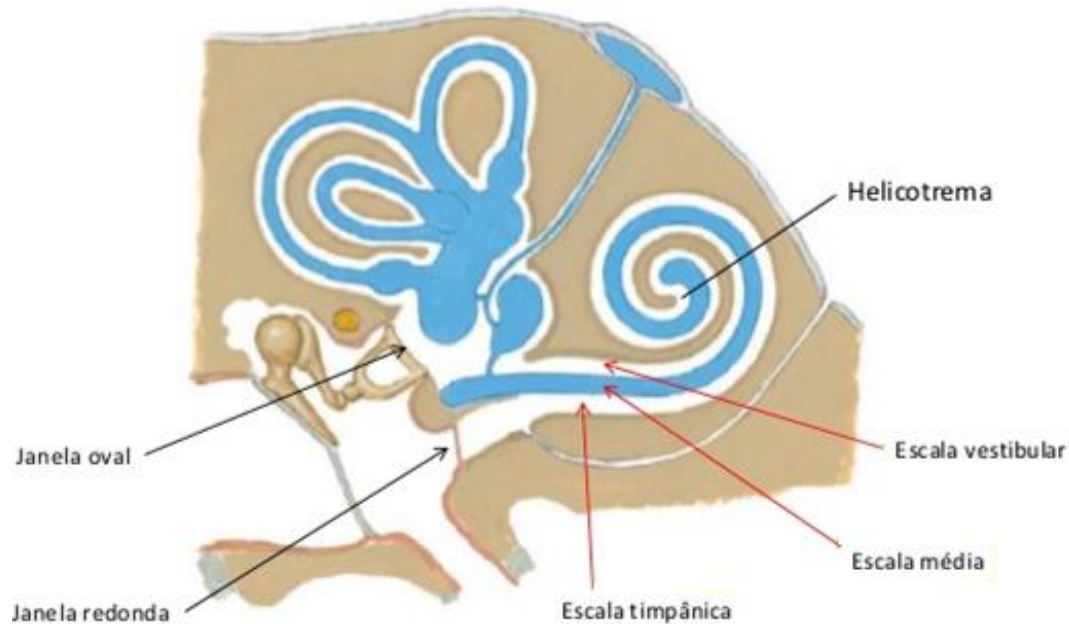
Os nomes dos ossículos foram inspirados nos nomes dos instrumentos de trabalho do ferrador de cavalos (ferreiro), bigorna e martelo (a), e no estribo usado para selar o cavalo (b).

A cóclea trata-se de um tubo que se enrola em torno de um eixo central ósseo, o modíolo. Consiste, portanto, de uma estrutura semelhante a um caracol, com duas voltas e meia de rotação.

É dividida em três escalas (rampas), de superior para inferior: vestibular, média (ducto ou canal coclear) e timpânica.

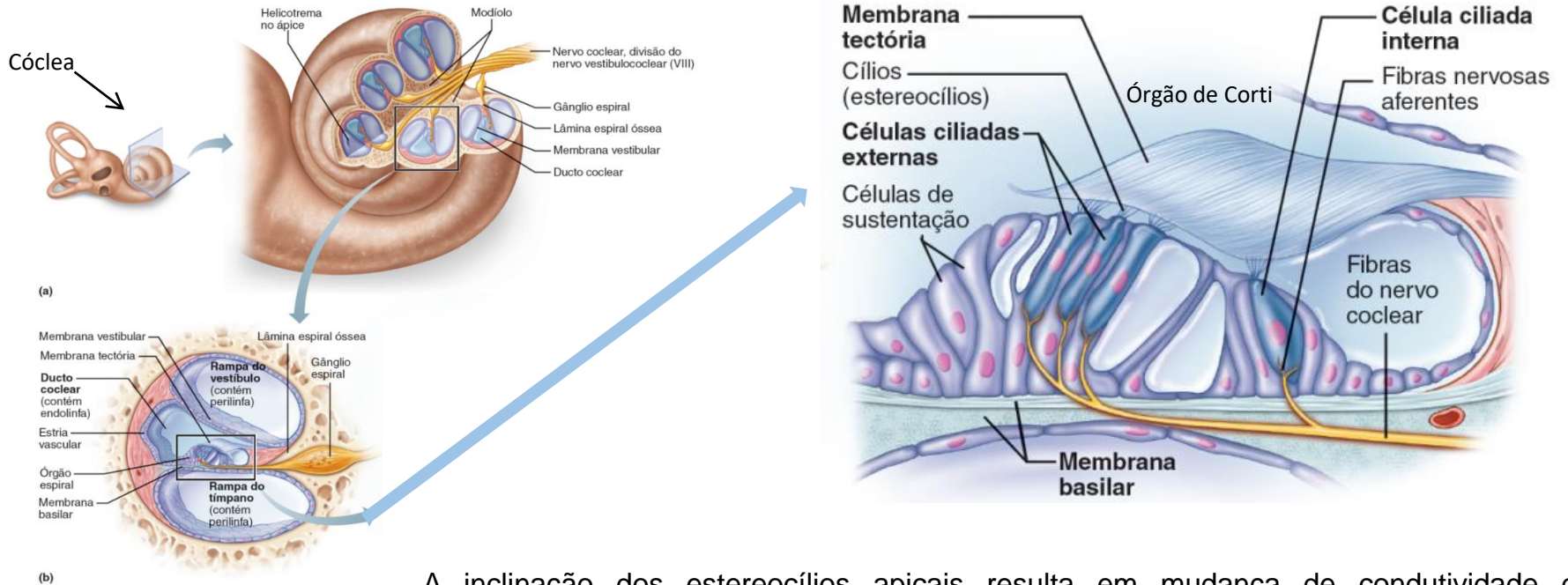
As escalas são separadas pela membrana vestibular (de Reissner), entre a escala vestibular e a escala média, e membrana basilar, entre a escala média e a escala timpânica.

As escalas, ou rampas, são preenchidas por líquido, sendo que a escala média é preenchida por endolinfa, e as demais escalas pela perilinfa.



A escala vestibular é separada da orelha média pela janela oval (ou janela vestibular), enquanto a escala timpânica é separada da orelha média pela janela redonda (ou janela da cóclea).

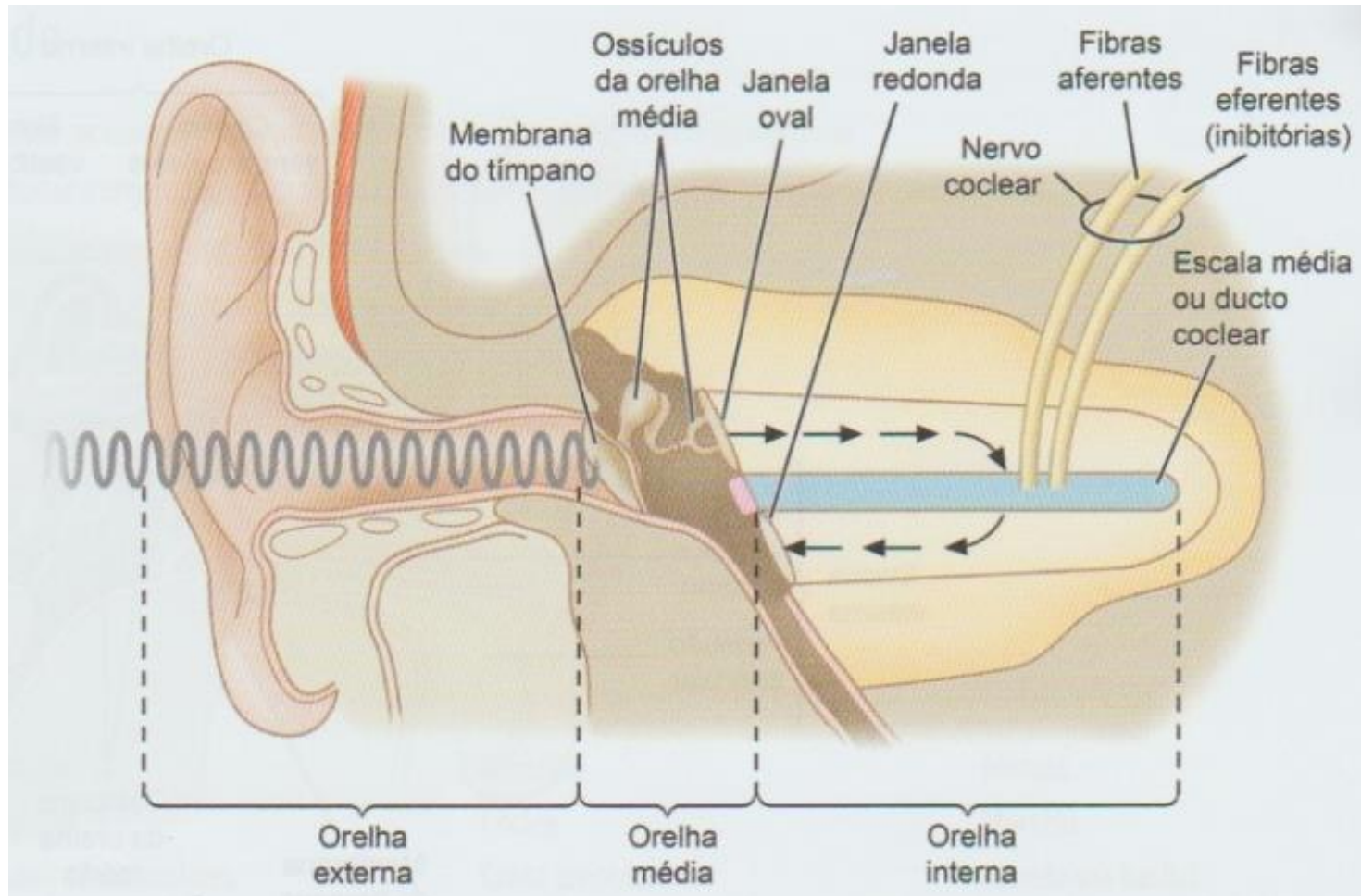
O deslocamento do estribo provoca o movimento do líquido que preenche a escala (ou rampa) vestibular dentro da cóclea. Dentro da escala média encontra-se, em toda sua extensão, o Órgão de Corti onde estão as células sensoriais, que repousam na chamada membrana basilar. Essas células têm estereocílios em seu ápice que se inclinam abaixo de uma membrana rígida, menos complacente que a membrana basilar, a membrana tectória, que está posicionada por cima dos estereocílios.

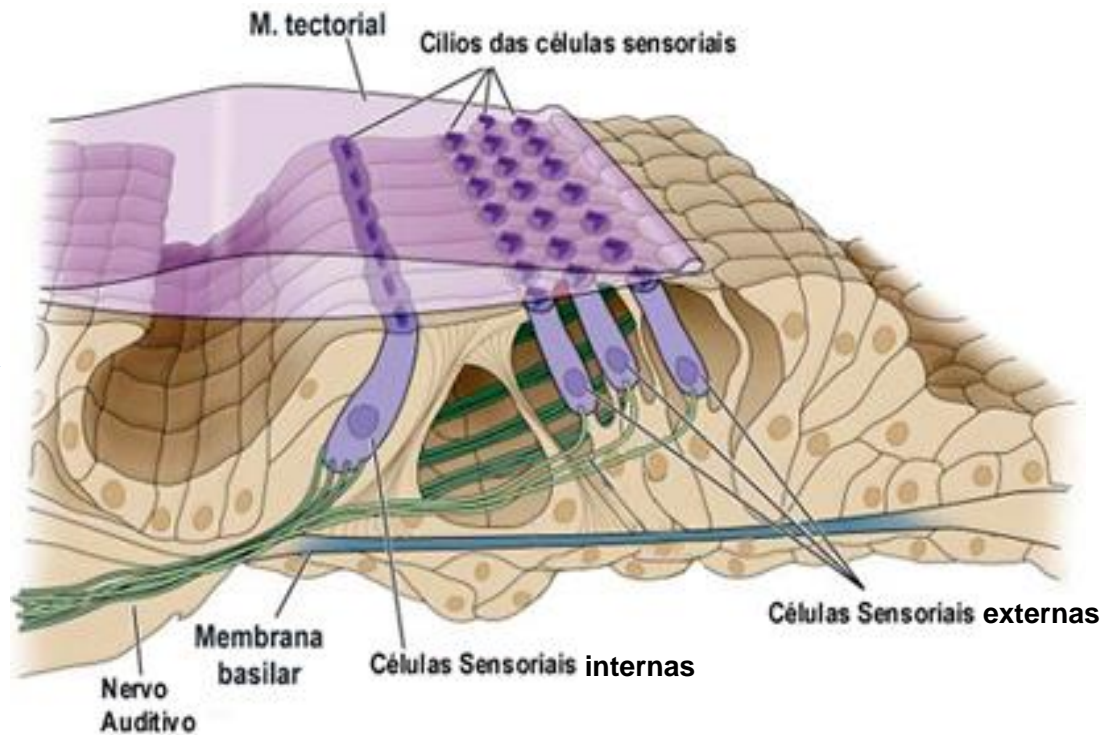
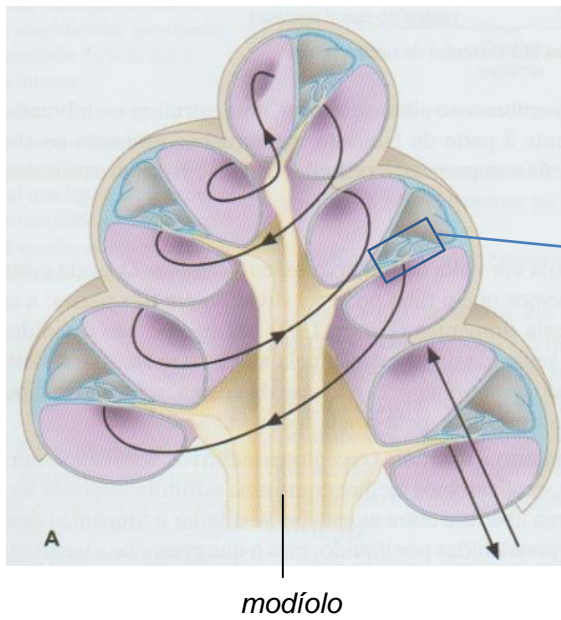


A inclinação dos estereocílios apicais resulta em mudança de condutividade da membrana das células sensoriais e os sons são transformados em sinais nervosos, que são captados pela divisão coclear do nervo vestibulococlear.

No ápice da cóclea, encontra-se uma abertura, ou comunicação, entre as escalas vestibular e timpânica denominada helicotrema.

A escala timpânica termina na janela redonda ou janela da cóclea, que está posicionada entre a orelha interna e a orelha média. Por não ser rígida, a membrana que recobre a janela redonda amortece a onda de deslocamento da perilinfa, evitando que reverbere de volta à coclea.

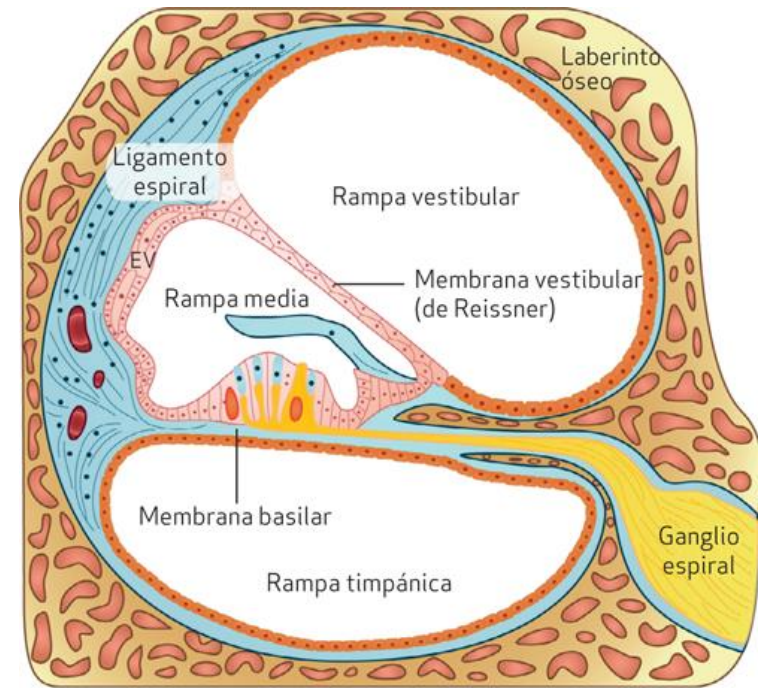
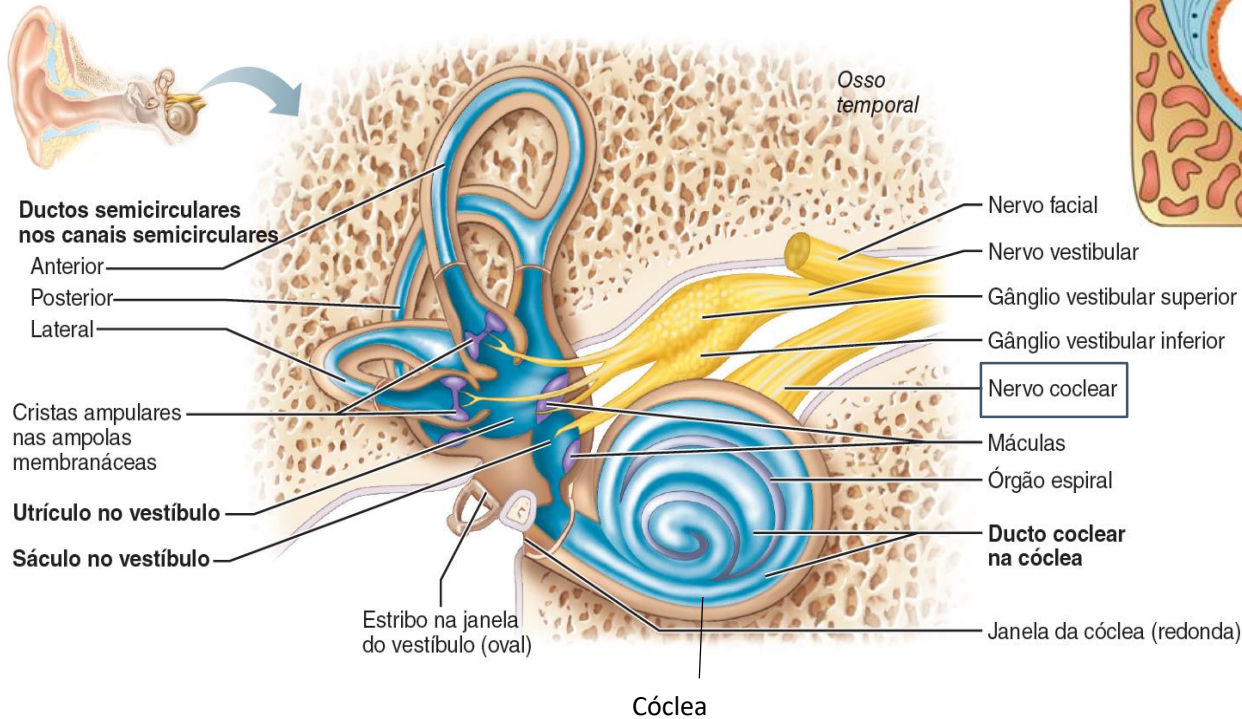




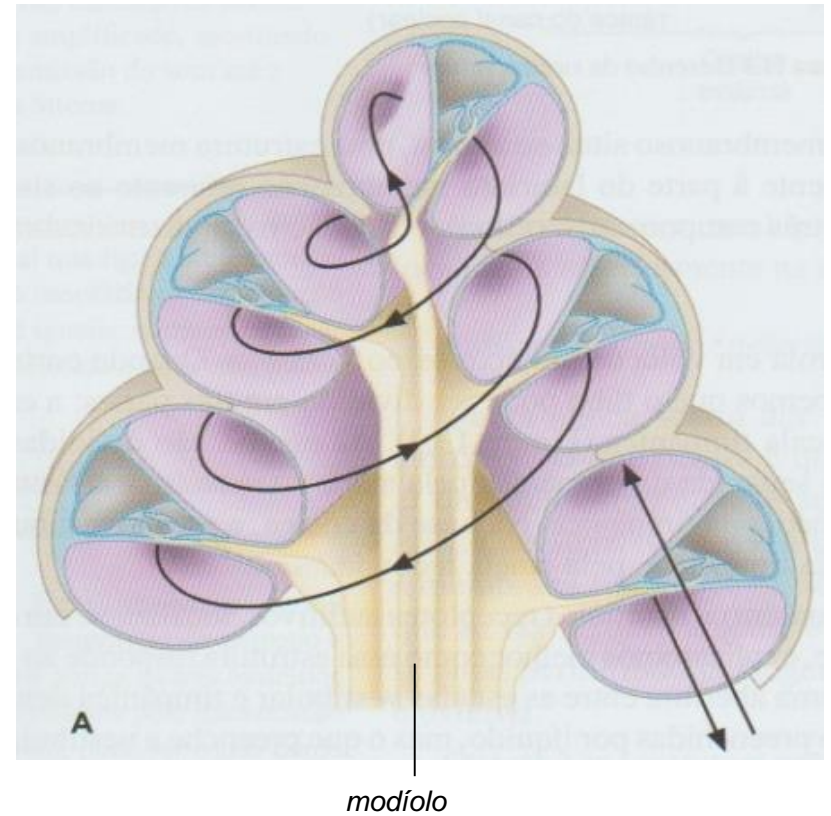
As células sensoriais estão dispostas em filas sobre a membrana basilar, ao longo de toda a rampa média. As células sensoriais internas encontram-se em uma fila única, posicionadas mais próximas do modíolo e são responsáveis pela discriminação auditiva, enquanto as células sensoriais externas estão dispostas em três ou quatro fileiras e são de função ainda não completamente elucidada.

Além das células sensoriais, o órgão de Corti possui ainda um número considerável de células de sustentação.

As células sensoriais contidas no órgão de Corti são inervadas por prolongamentos periféricos de neurônios, cujos corpos celulares compõem o gânglio espiral. Os prolongamentos centrais desses neurônios formam a divisão coclear do oitavo nervo craniano ou nervo vestibulococlear. As fibras nervosas da divisão coclear do nervo vestibulococlear enviam projeções para núcleos cocleares no tronco encefálico (do mesmo lado).

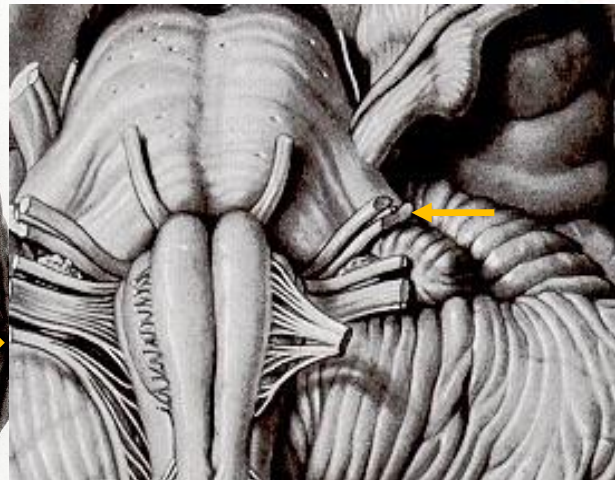
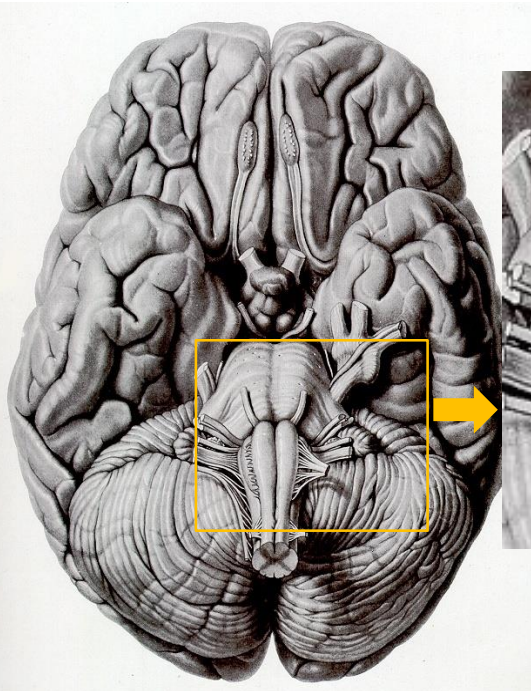
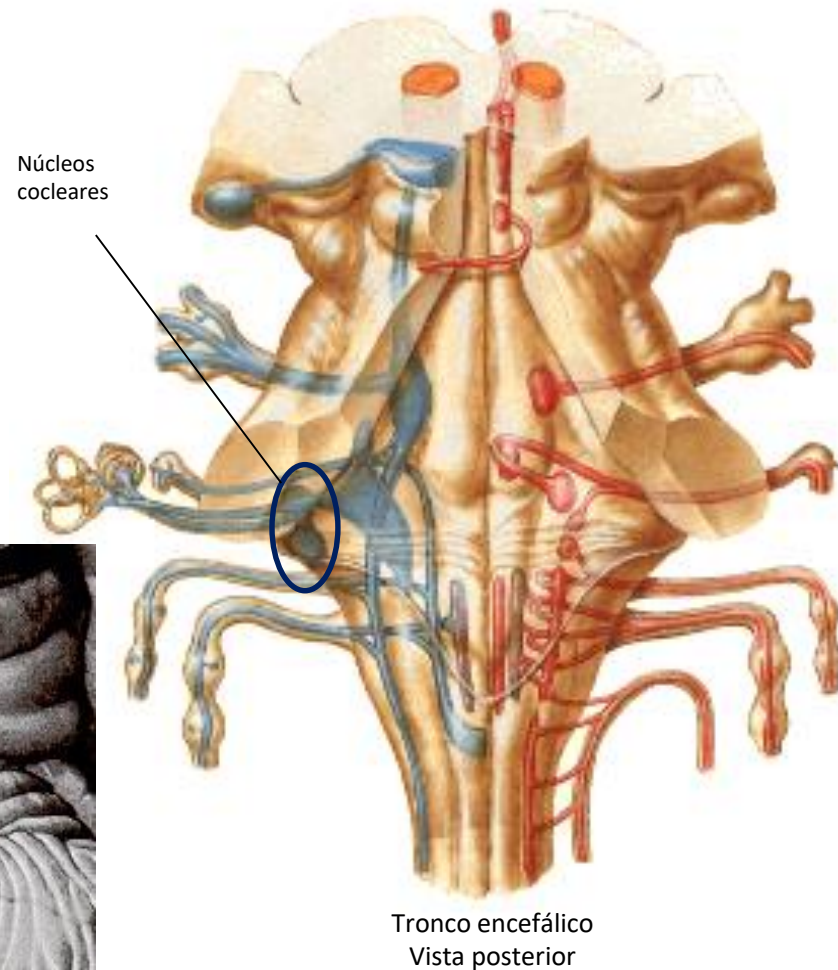


Na base da cóclea encontram-se as células sensoriais sensíveis às altas frequências sonoras (sons agudos), enquanto no ápice da cóclea (próximo à helicotrema) estão as células sensíveis às baixas frequências sonoras (sons graves). Assim, as células sensoriais da cóclea possuem uma organização tonotópica (de acordo com a frequência sonora).



As células sensoriais são inervadas pela divisão coclear do oitavo nervo craniano, ou vestibulococlear.

Os corpos celulares dos primeiros neurônios da via auditiva estão no gânglio espiral, que encontra-se no interior do modíolo. Os prolongamentos periféricos desses neurônios inervam as células sensoriais, enquanto seus prolongamentos centrais se juntam para formar a divisão coclear do oitavo nervo craniano. Esses prolongamentos centrais projetam ao tronco encefálico, do mesmo lado, onde vão fazer sinapse com os neurônios II da via auditiva, nos núcleos cocleares.

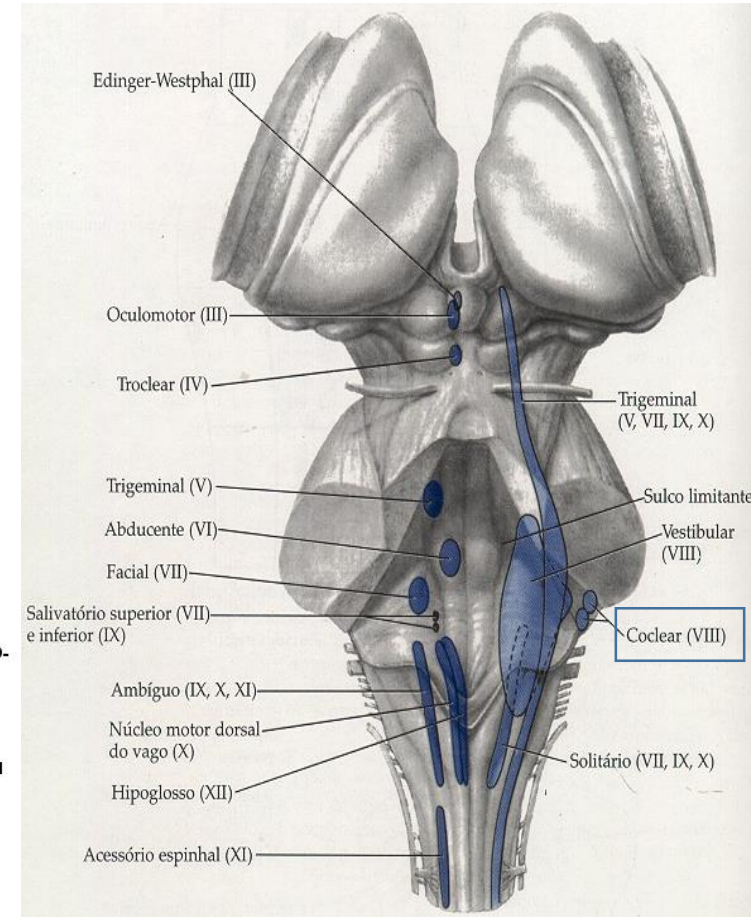
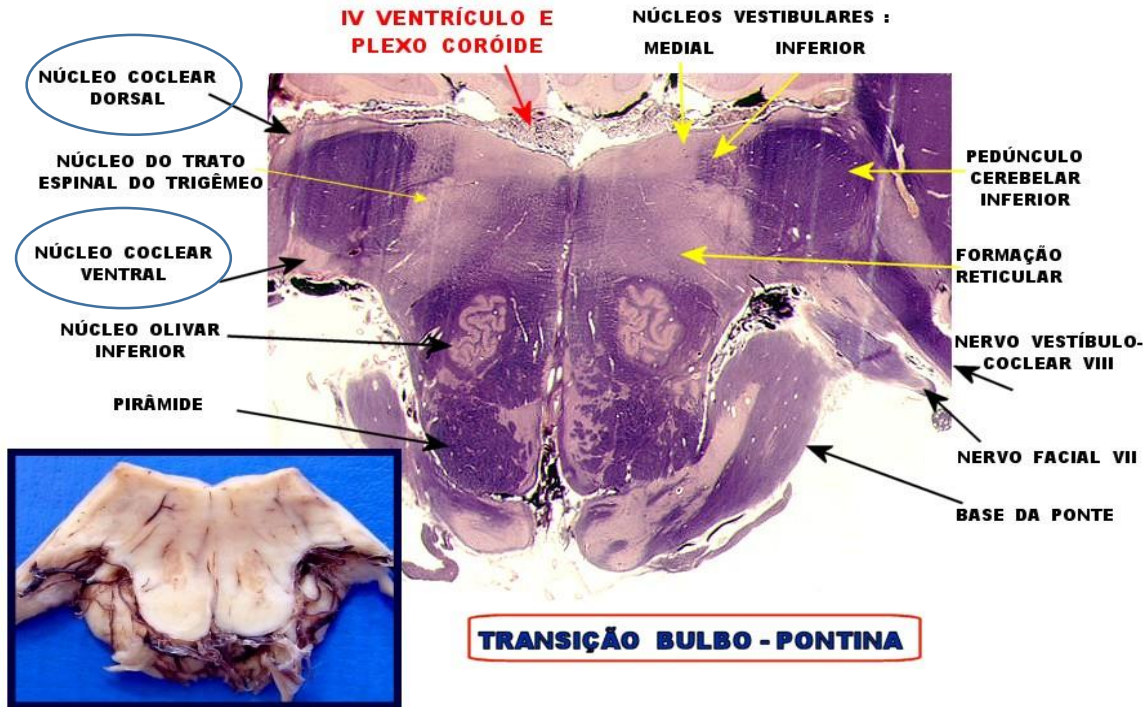


Oitavo nervo craniano

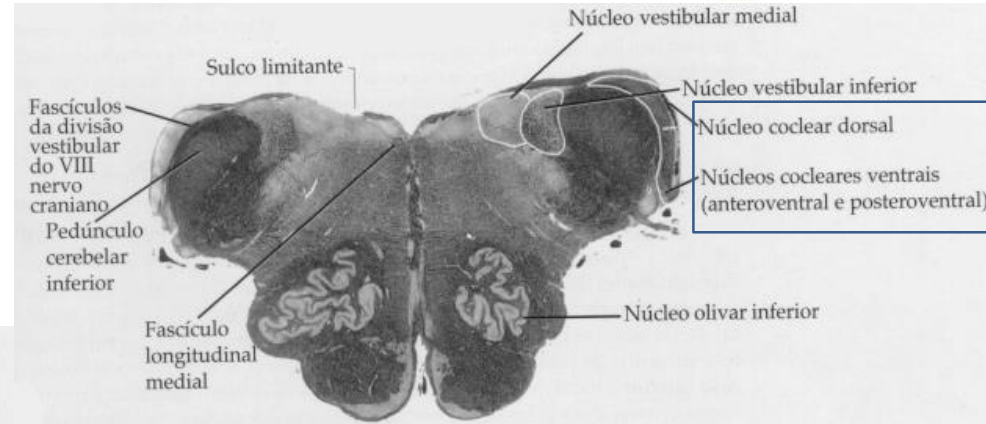
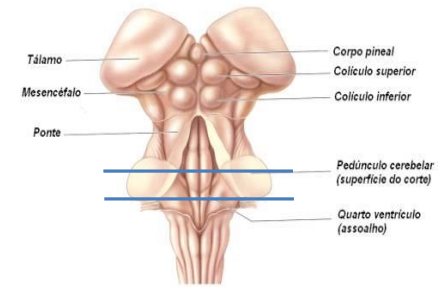
Os núcleos cocleares, para onde projeta-se a divisão coclear do nervo vestibulococlear, localizam-se no bulbo cranial, em sua extremidade póstero-lateral (próximo ao pedúnculo cerebelar inferior).

Os núcleos cocleares são:

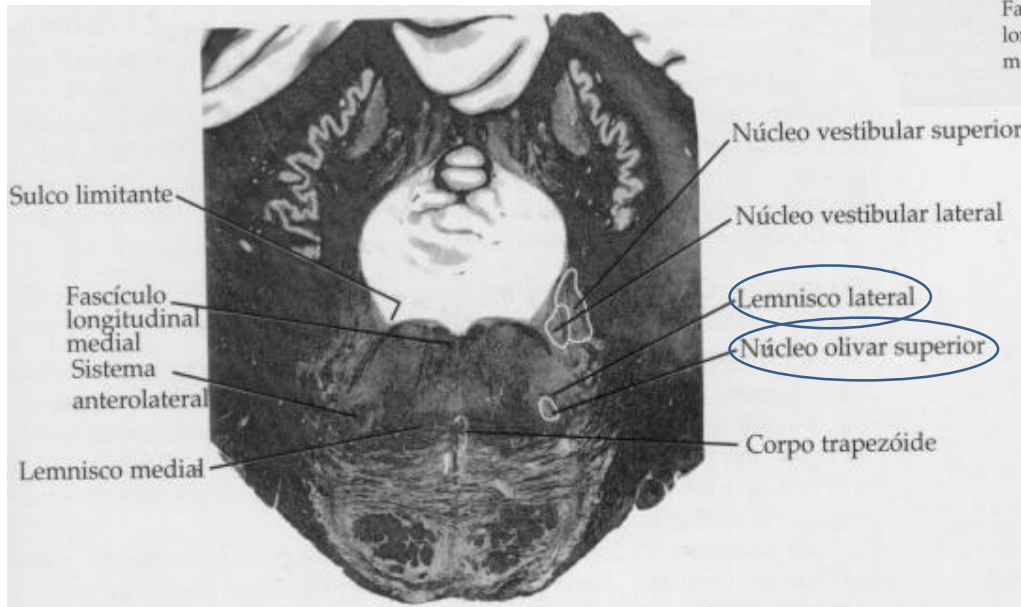
- núcleo ventral, subdividido em anteroventral e posteroventral.
- núcleo dorsal.



O núcleo coclear anteroventral é o responsável pela localização horizontal dos sons e envia projeções bilaterais ao complexo olivar superior (na ponte). O complexo olivar superior (COS), por sua vez, projeta ao colículo inferior no mesencéfalo (através do lemnisco lateral).

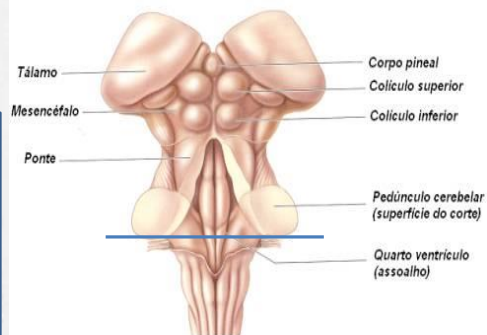
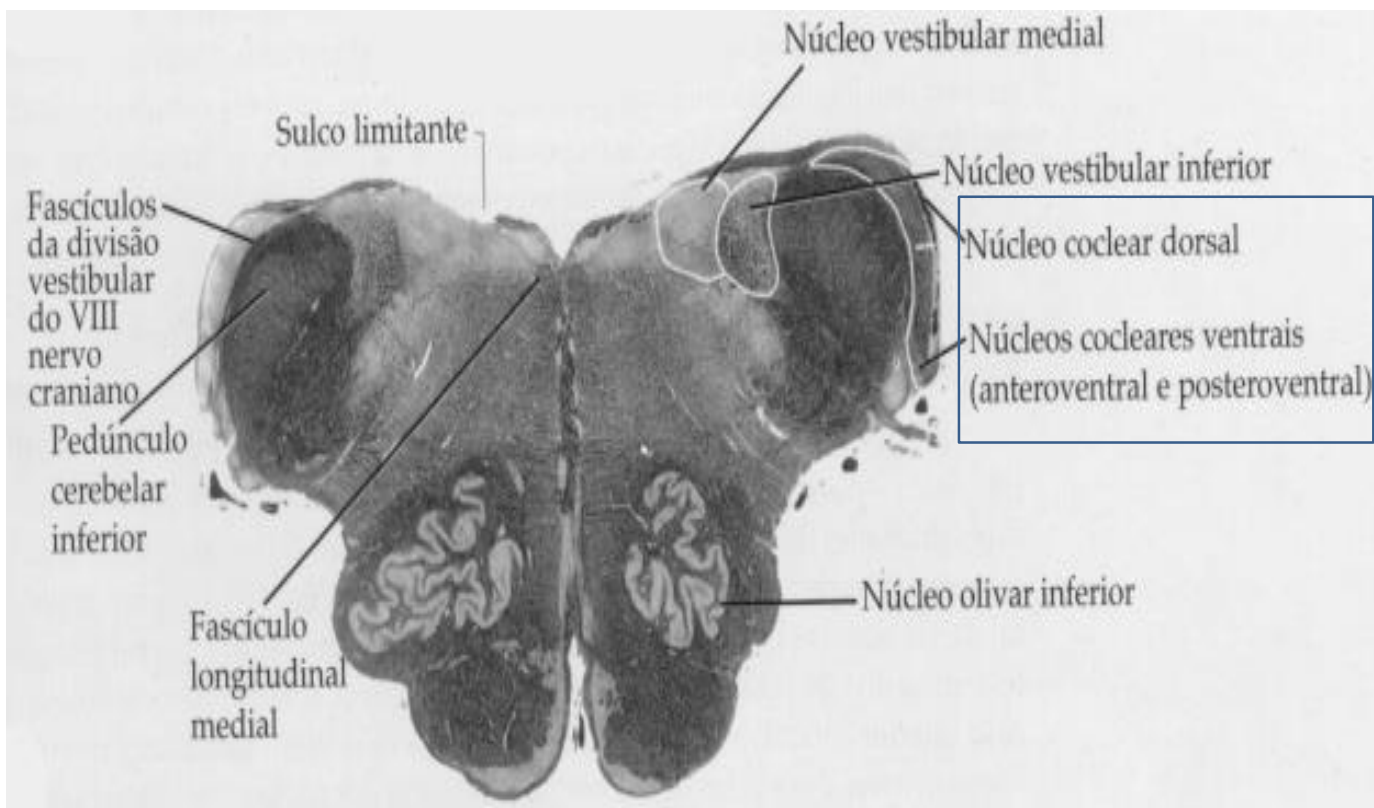


Bulbo cranial

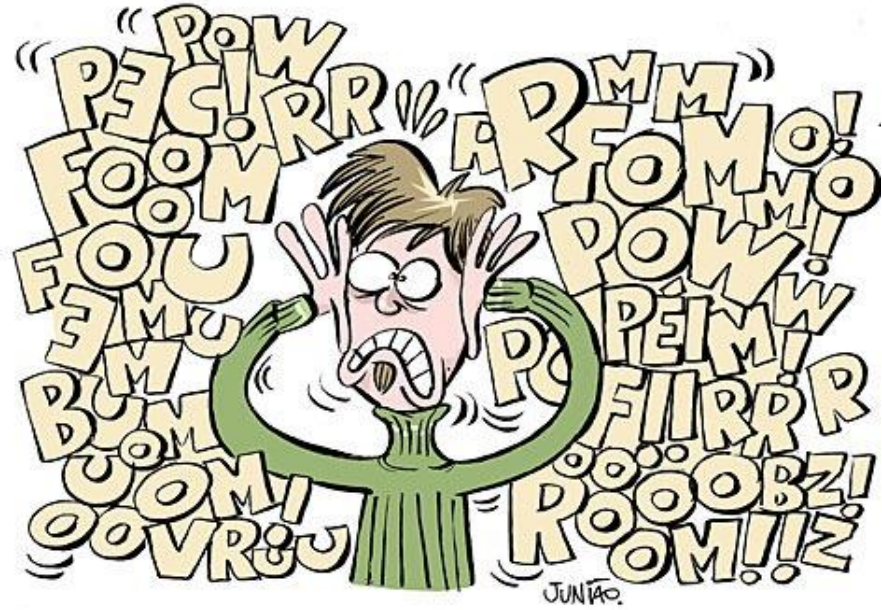


Ponte

Núcleo coclear dorsal, por sua vez, envia projeções diretas ao colículo inferior contralateral (através do lemnisco lateral) e é responsável pelo reconhecimento de padrões temporais de sons e pela localização sonora vertical.



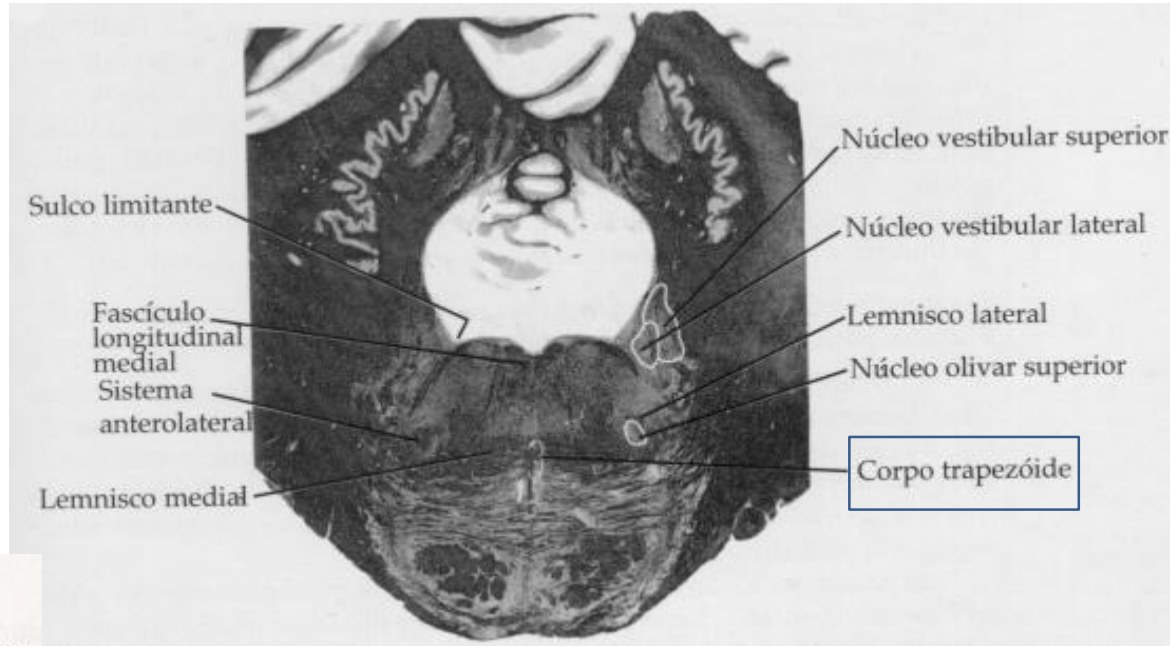
Bulbo cranial



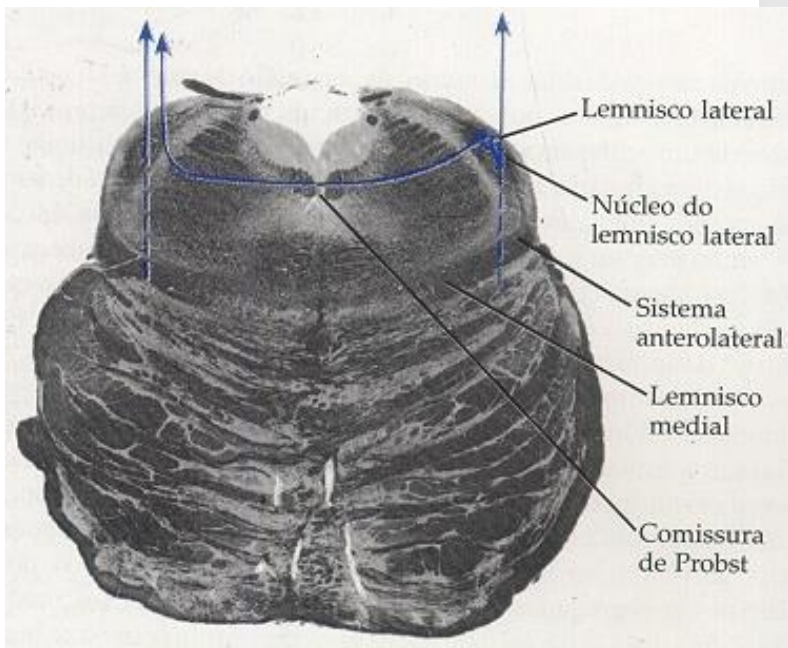
Já o núcleo coclear posteroventral envia projeção ao colículo inferior contralateral e também ao complexo olivar superior, e daí ao colículo inferior.

Existe ainda uma projeção olivococlear (do COS de volta à cóclea) para a regulação da sensibilidade das células sensoriais. Desta forma, é possível a melhora da sensibilidade a estímulos específicos em ambientes barulhentos e também proteção do aparelho periférico a sons muito altos.

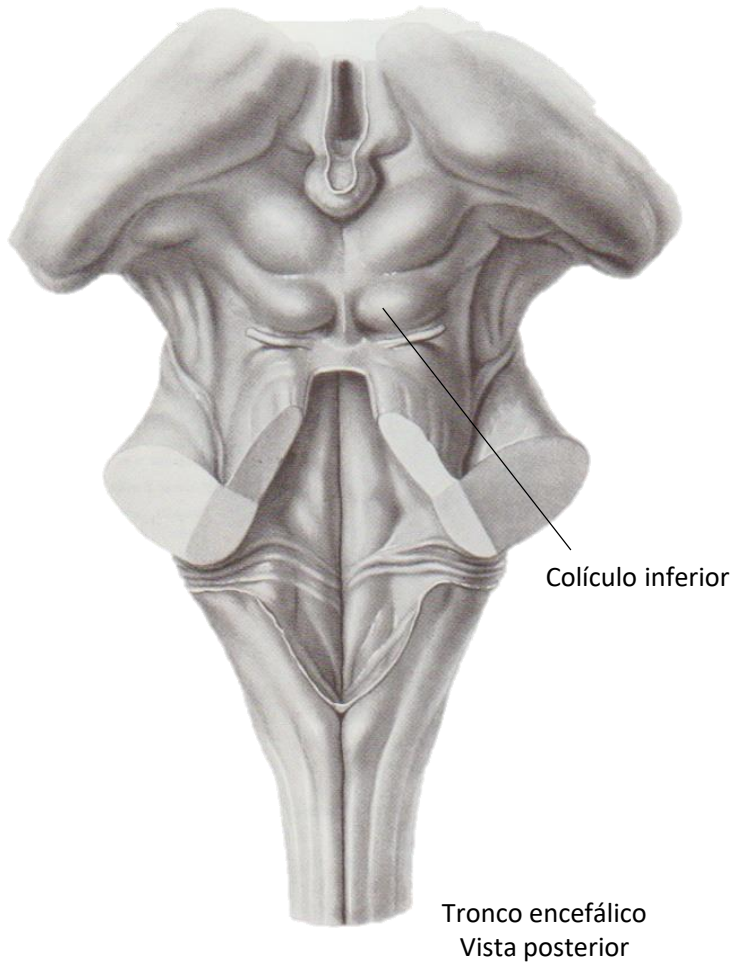
Além da complexo olivar superior, outra estação intermediária da via auditiva é o núcleo do corpo trapezoide, na ponte. Ele é importante na localização espacial dos sons e recebe estímulos de ambos os ouvidos.



Ponte



Além das muitas estações de projeção intermediária entre os núcleos cocleares e o colículo inferior, existem várias decussações auditivas, pontos de cruzamento das fibras nervosas da via auditiva, como a estria acústica dorsal, a estria acústica intermédia, o corpo trapezoide e a comissura de Probst.



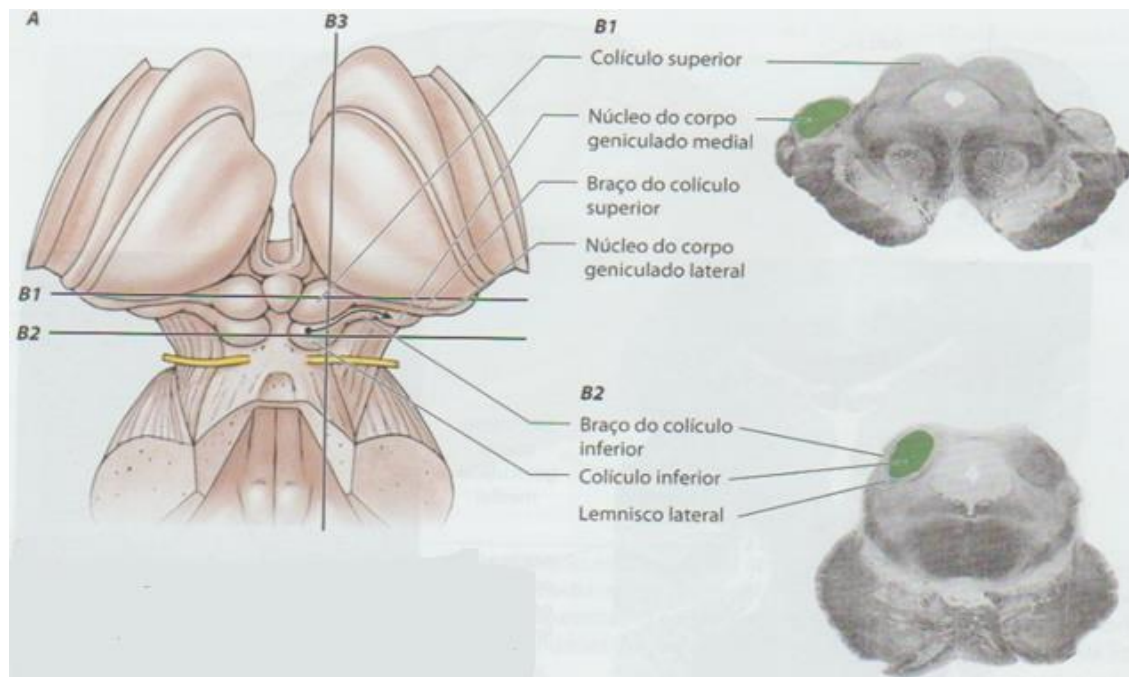
Os núcleos cocleares projetam aos colículos inferiores, no mesencéfalo (passando, antes, por várias estações intermediárias, ou seja, existem muitas estações com sinapses entre os núcleos cocleares e os colículos inferiores). Os núcleos cocleares de um lado do tronco encefálico projetam para os **dois** colículos inferiores. **As projeções craniais aos núcleos cocleares são, portanto, bilaterais.**

O colículo inferior também é subdividido em núcleos central, externo e dorsal.

O núcleo central envia projeção ao tálamo (corpo geniculado medial) e daí ao córtex auditivo primário. É o responsável pela percepção auditiva e por reflexos de ajuste.

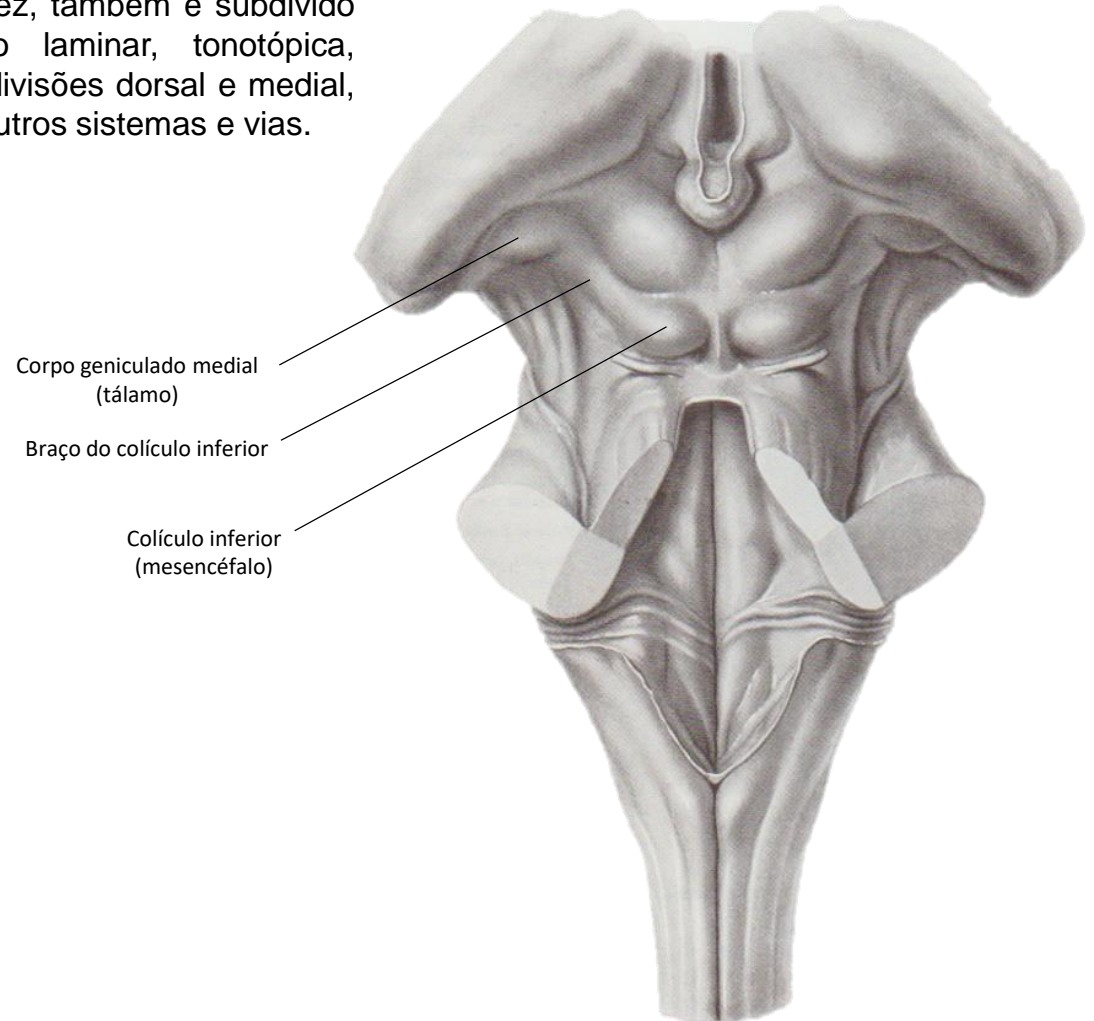
O núcleo externo tem uma importante função acusticomotora, por orientar a cabeça em relação ao eixo do corpo.

A função do núcleo dorsal do colículo inferior ainda não foi elucidada.



Os axônios dos neurônios do colículo inferior (mesencéfalo) passam pelo braço do colículo inferior para fazer sinapses com neurônios do núcleo geniculado medial (no tálamo).

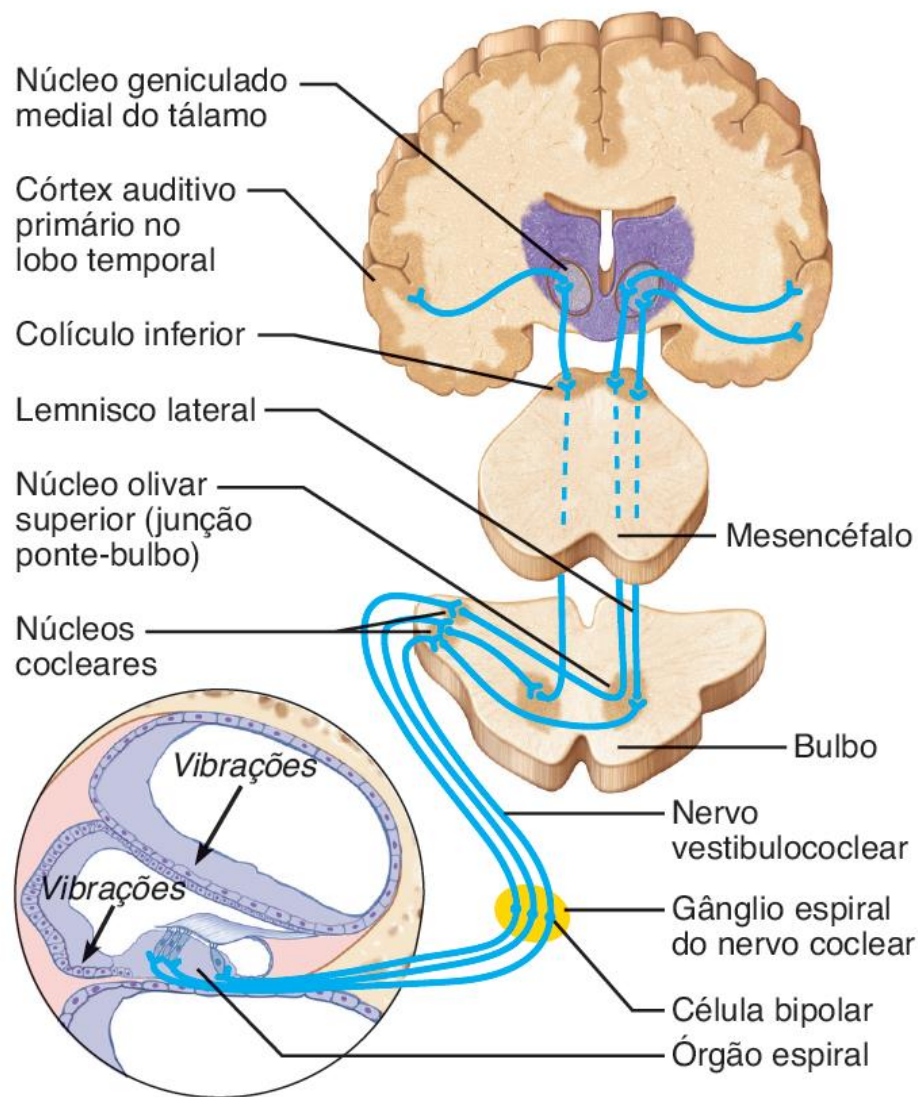
O núcleo geniculado medial (tálamo), por sua vez, também é subdividido em uma divisão ventral, com organização laminar, tonotópica, responsável pela retransmissão auditiva, e por divisões dorsal e medial, com funções de integração da via auditiva com outros sistemas e vias.

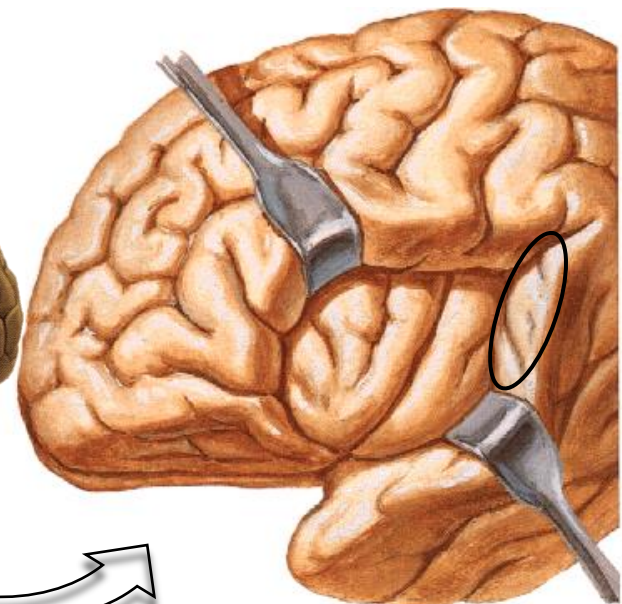
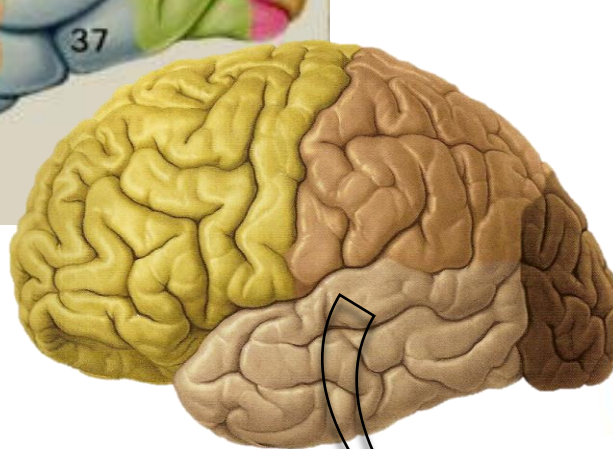
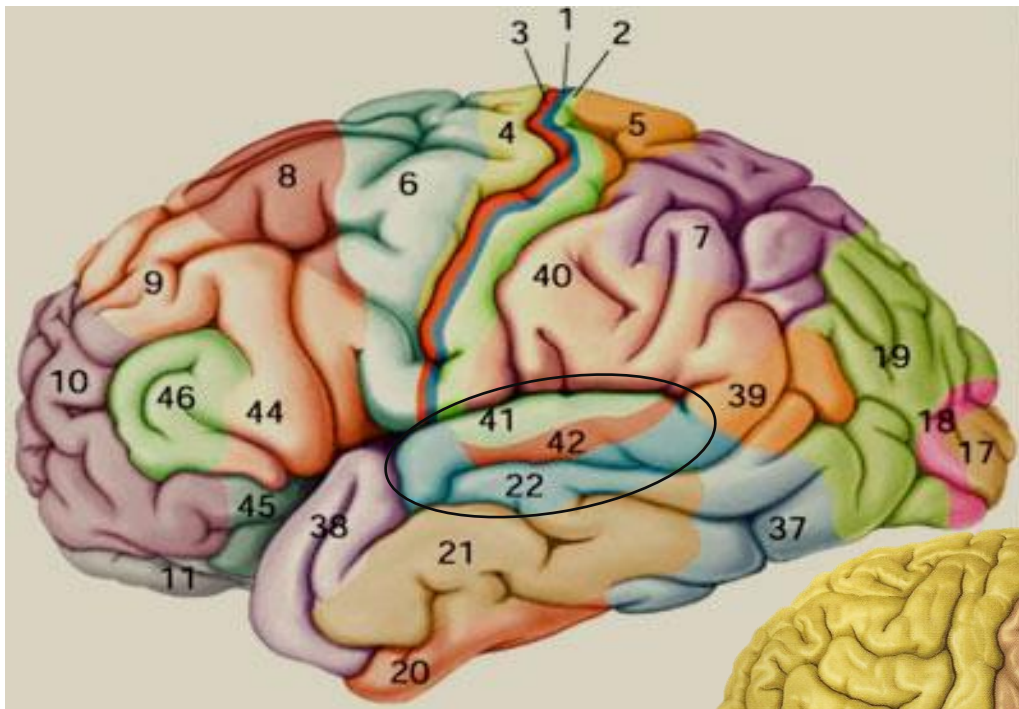


Os neurônios do corpo geniculado medial enviam fibras nervosas para o córtex auditivo primário (ou giro de Heschl), no lobo temporal (área 41). Até chegar ao córtex auditivo, essas fibras nervosas passam pelas radiações auditivas e pela cápsula interna.

O córtex auditivo primário tem uma organização em colunas, cada uma responsável pela percepção de uma frequência sonora. Diz-se, portanto, que o córtex auditivo primário tem uma organização tonotópica em colunas de isofrequência.

Também ocorrem projeções para áreas auditivas secundárias no lobo temporal (áreas 42 e 22), que têm organização mais complexa e funções como, por exemplo, interpretação da palavra falada. Em geral, a área de interpretação da fala encontra-se no hemisfério cerebral esquerdo (área de Wernicke, na parte posterior do giro temporal superior).





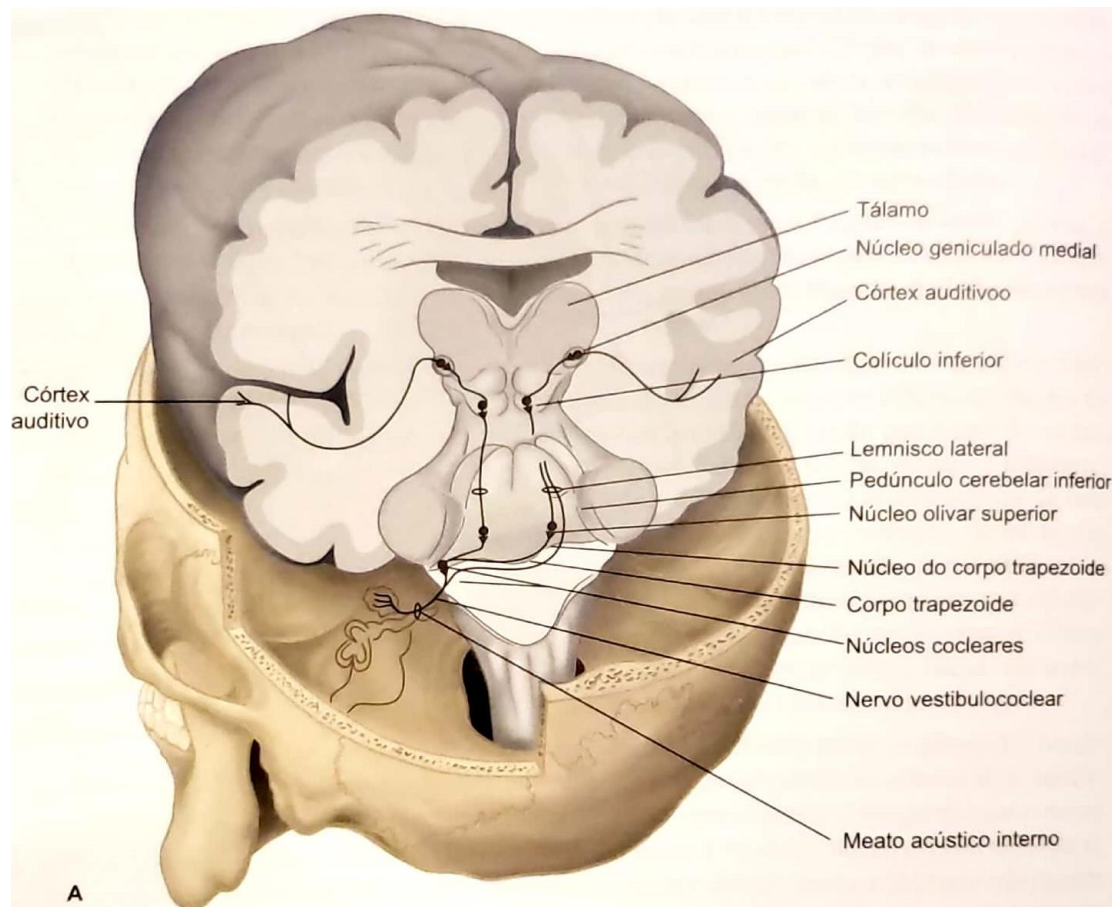
Para melhor visualização do córtex auditivo primário (área 41 de Brodmann), no chamado giro de Heschl (no lobo temporal) é necessário o afastamento das bordas da fissura lateral.

Como, a partir dos núcleos cocleares até o córtex auditivo as projeções do sistema coclear são bilaterais, para que haja **surdez completa unilateral** (e de origem nervosa) é necessária a **lesão do nervo coclear ou dos núcleos cocleares**.

Como os núcleos cocleares estão rodeados de outras importantes estruturas neurais, no tronco encefálico, surdez por lesão desses núcleos, como no infarto do território de irrigação da artéria cerebelar inferior anterior, não apresenta-se isolada, mas acompanhada de outras manifestações neurológicas.

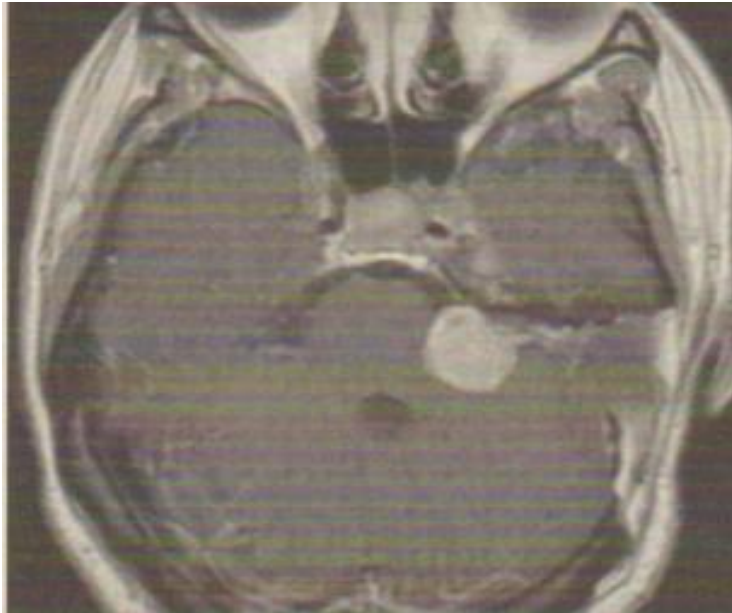
Tanto no comprometimento do nervo coclear quanto dos núcleos cocleares, a surdez é homolateral à lesão.

Por outro lado, lesão unilateral do córtex auditivo primário, no lobo temporal, produz perda leve e bilateral da audição, percebida como pior na orelha contralateral ao lado da lesão, com perda da capacidade de localizar a fonte sonora. Já a lesão bilateral das áreas corticais auditivas primárias produz surdez total, bilateral.

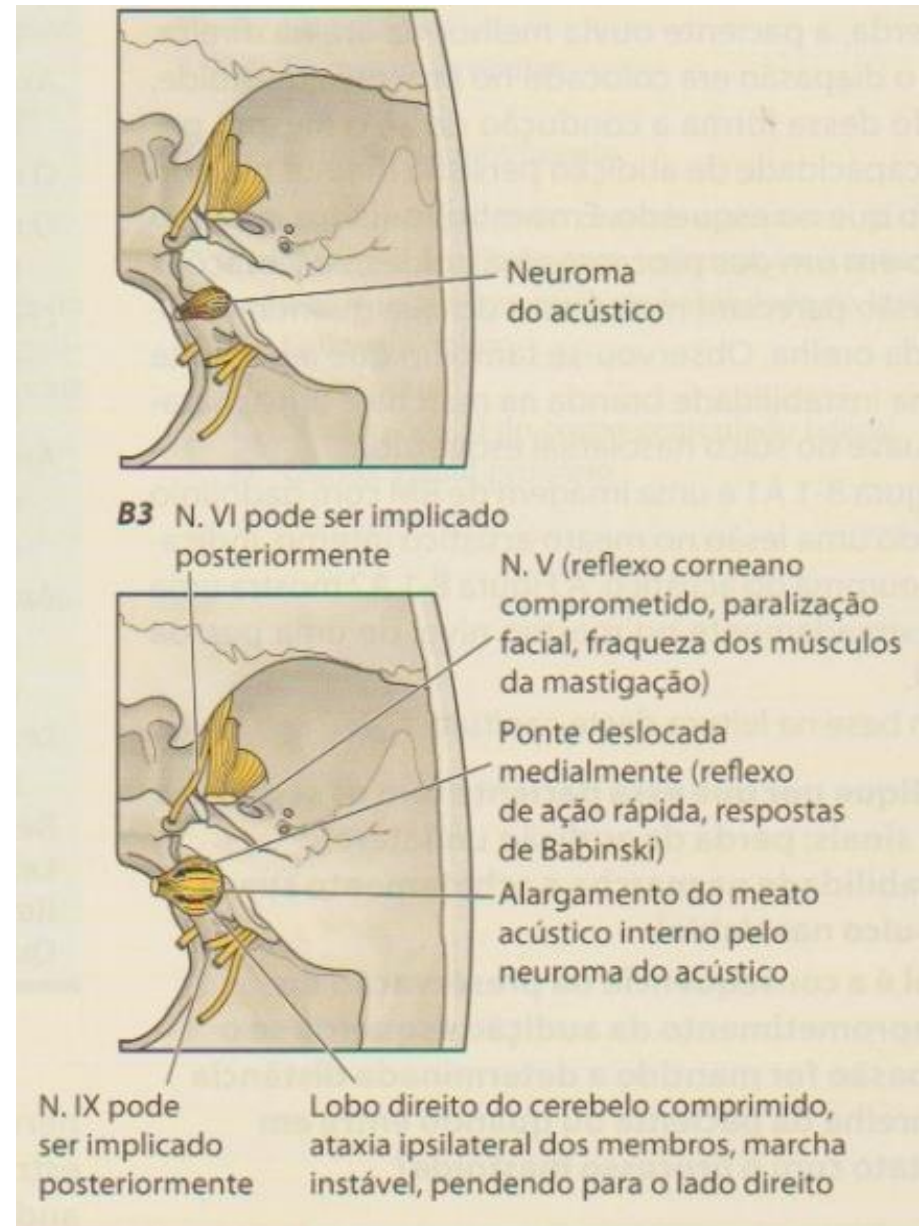


Vista posterior da cabeça

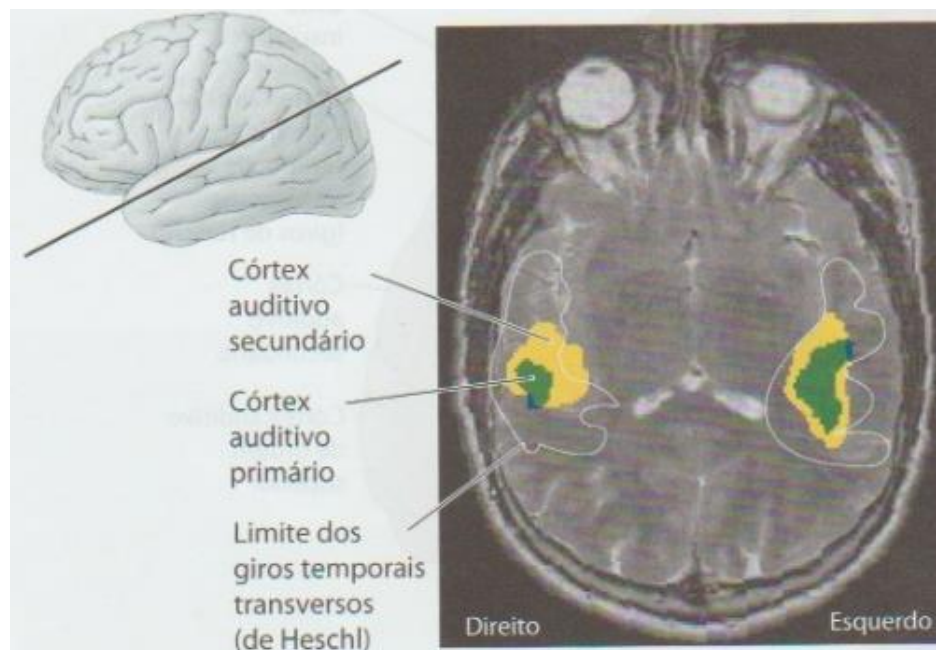
Lesão ao nervo coclear podem ocorrer, por exemplo, por tumores, como o neurinoma do acústico. As células sensoriais da cóclea podem ser lesadas no envelhecimento, em doenças degenerativas, ou ainda por uso de determinados medicamentos, como antibióticos do grupo dos aminoglicosídeos.



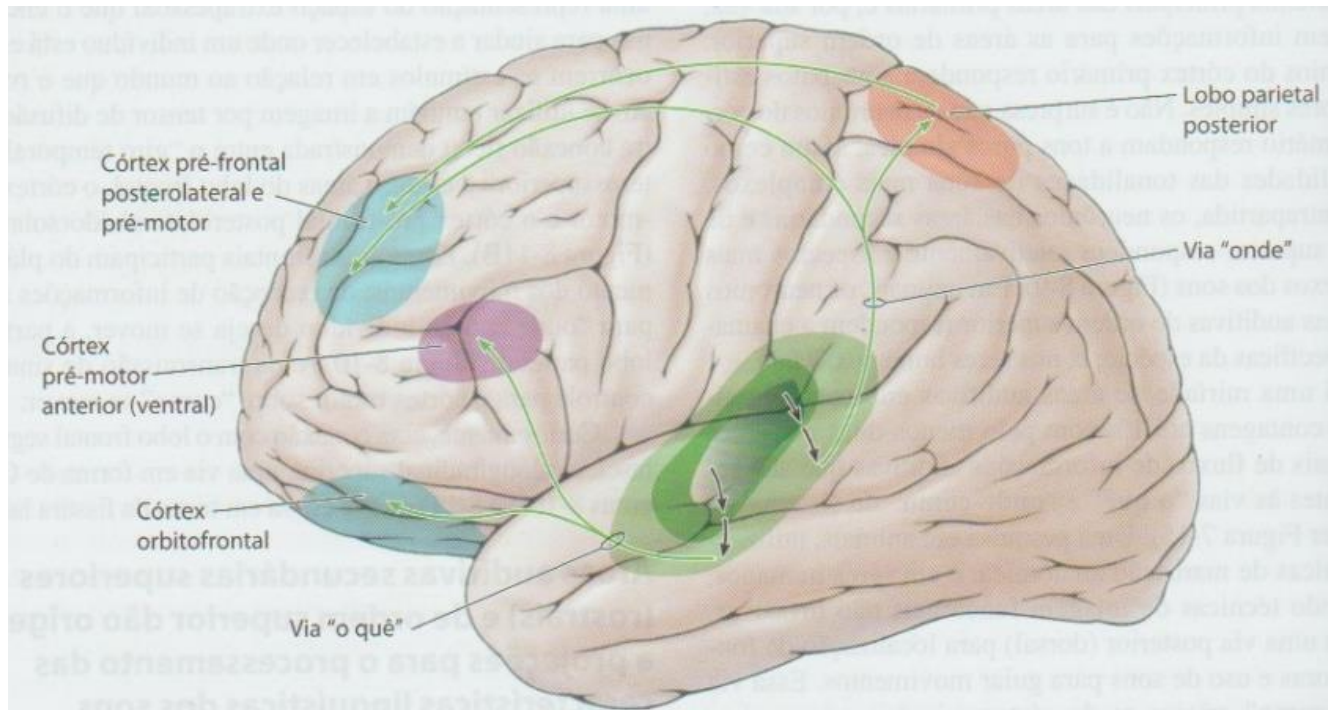
RM de paciente com Neuroma do acústico



Aliás, as lesões do lemnisco lateral até córtex auditivo produzem diminuição bilateral da audição (surdez parcial bilateral), que é percebida como pior na orelha contralateral à lesão.

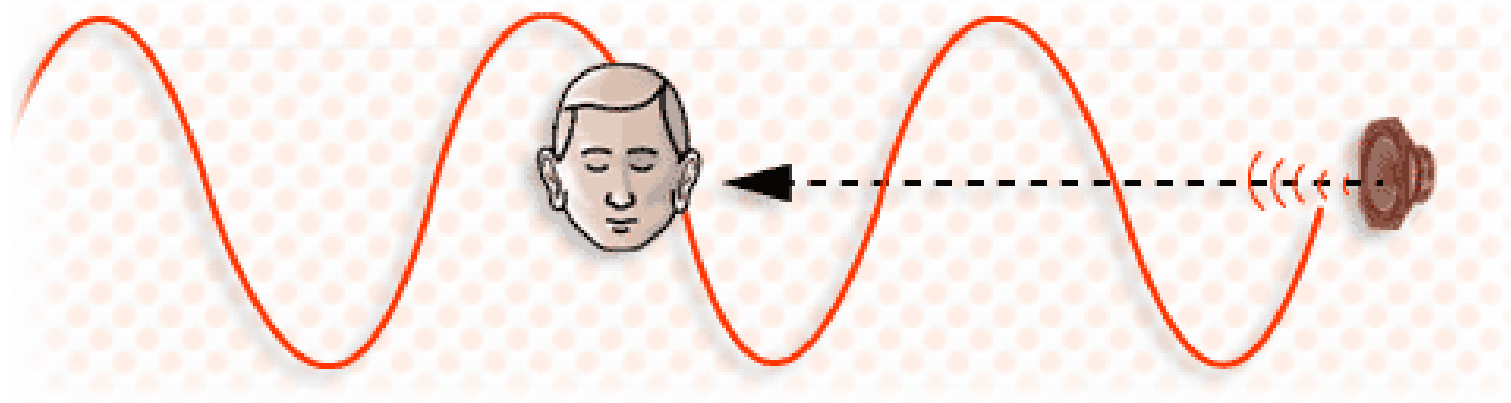
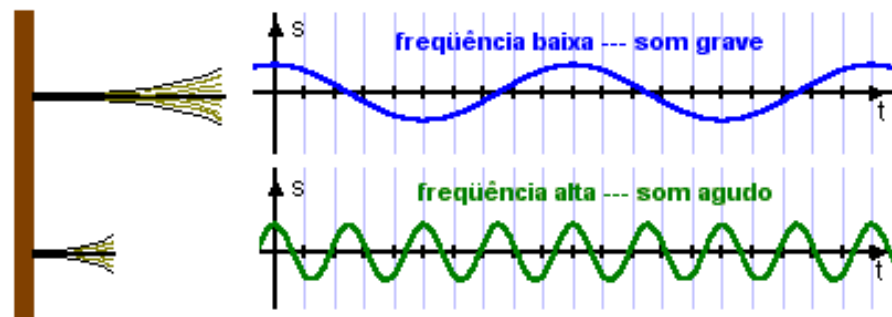


Ressonância magnética funcional (fMRI): a região verde corresponde ao córtex auditivo primário e a amarela ao córtex auditivo secundário.

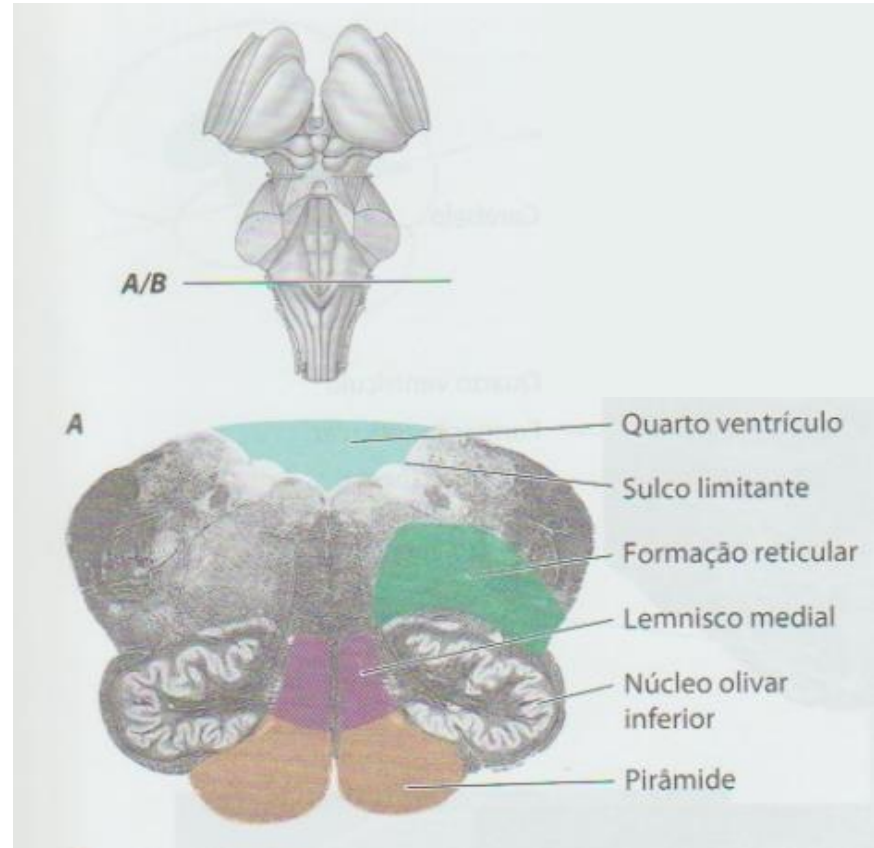


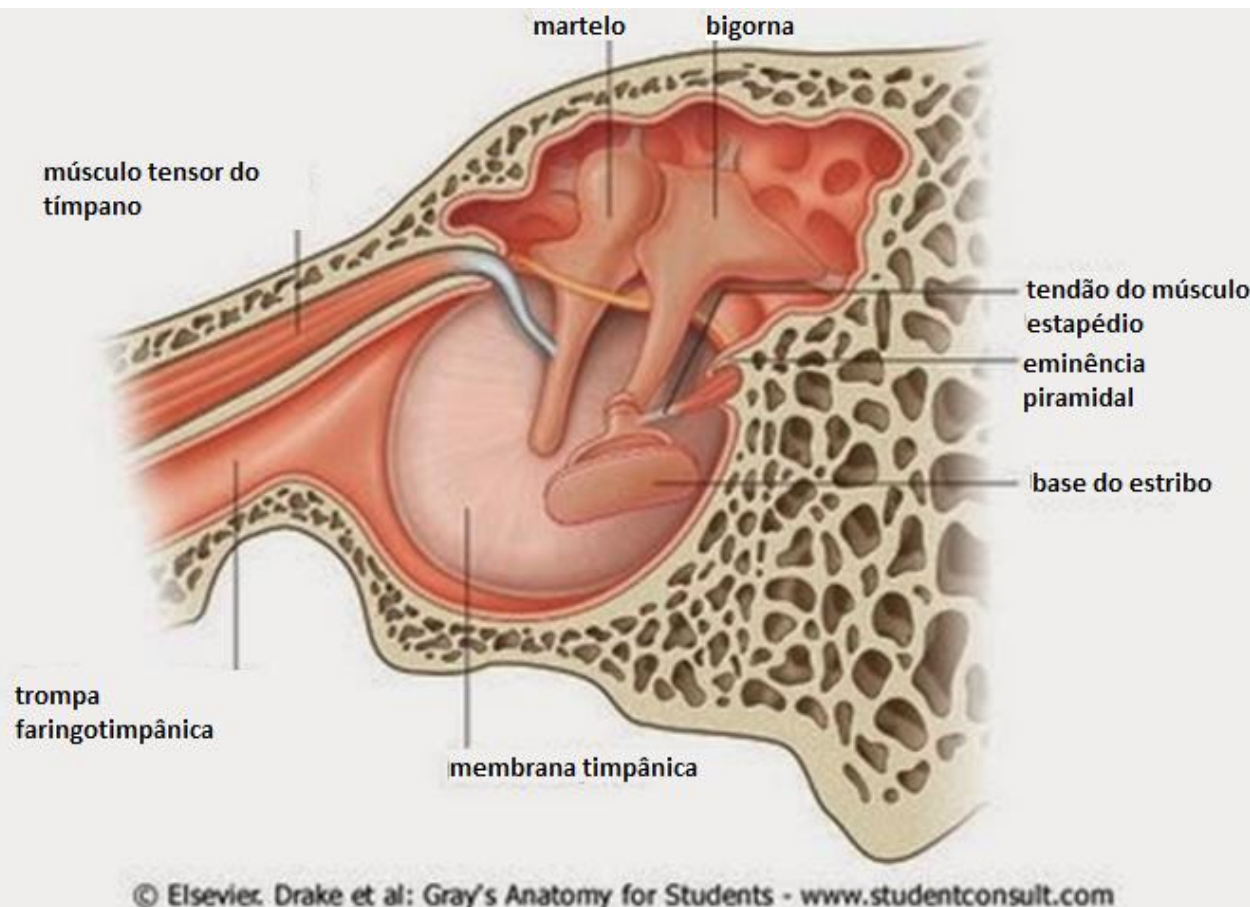
O córtex auditivo projeta para outras regiões corticais, fora do lobo temporal. São as chamadas vias "o que" e "onde". Através da projeção dorsal (via "onde"), o encéfalo relaciona informações somatossensoriais e visuais com informações auditivas para determinar onde o indivíduo está e onde ocorrem os estímulos que o rodeiam. Essa via utiliza do fascículo longitudinal superior para projetar-se ao lobo parietal e ao lobo frontal. Já a projeção anterior, (via "o que") é importante na identificação da fonte sonora (quem está falando ou o que está emitindo sons), e utiliza o fascículo uncinado para projetar-se ao lobo frontal.

Localizamos a fonte sonora de acordo com a frequência do som por ela emitido. Assim, sons de baixa frequência (graves) chegam primeiro à orelha mais próxima da fonte sonora. Utilizamos, portanto, para localização de sons graves, a diferença de **tempo** interaural. Já para sons de alta frequência (agudos), a cabeça funciona como um escudo e o som chega atenuado na orelha contralateral à fonte sonora. Dizemos, então, que a fonte de sons agudos é localizada pela diferença de **intensidade** interaural.



Algumas fibras auditivas penetram na substância reticular do tronco encefálico e têm participação nos reflexos a ruídos intensos (fechamento dos olhos e rotação da cabeça).



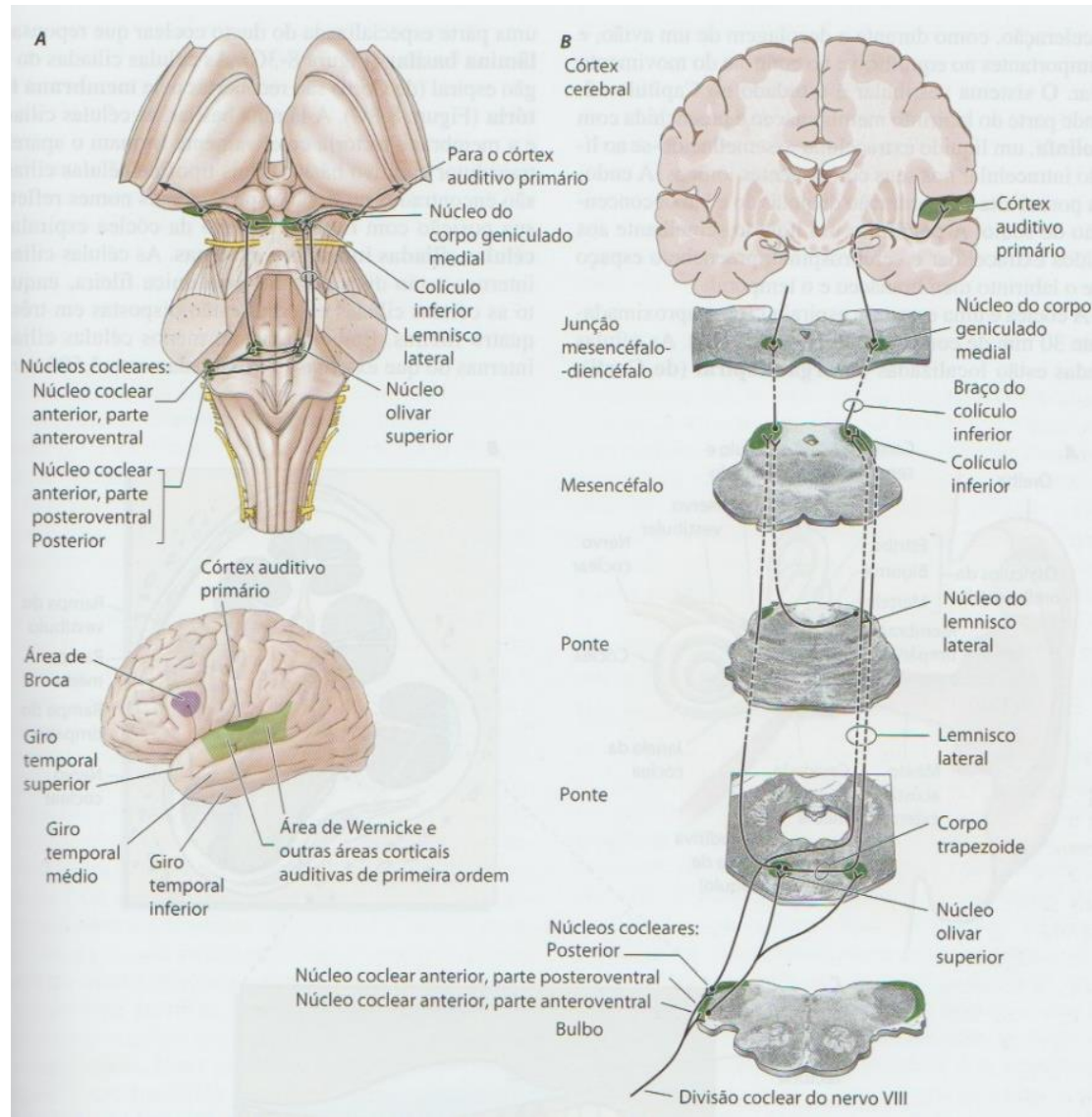


A orelha média, além da cadeia ossicular, contém dois importantes músculos: o músculo estapédio e o músculo tensor do tímpano.

O músculo estapédio tem seu tendão inserido no colo do estribo, e é inervado pelo nervo facial, enquanto o músculo tensor do tímpano apresenta seu tendão inserido no cabo do martelo, e é inervado pelo nervo trigêmeo. Esses músculos participam do reflexo de atenuação (ou reflexo timpânico): quando há no ambiente um som muito elevado, esses músculos se contraem, a cadeia de ossículos fica mais rígida e o som fica atenuado. Quando existe lesão dos nervos facial ou trigêmeo, esse reflexo fica prejudicado e os sons são percebidos como desagradavelmente altos. Isso é chamado hiperacusia.

Sumário da organização do sistema auditivo:

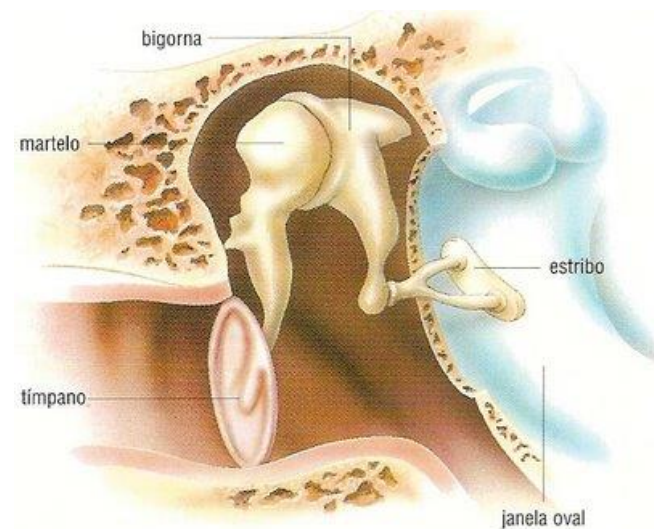
- Quatro ou mais neurônios envolvidos desde a periferia até o córtex auditivo (diversas estações intermediárias até o córtex auditivo primário: gânglio espiral, núcleos cocleares, núcleo olivar superior, núcleo do corpo geniculado medial, colículo inferior, corpo geniculado medial).
- Projeções craniais aos núcleos cocleares de um mesmo lado são bilaterais.
- A estação talâmica de retransmissão auditiva está no corpo geniculado medial.
- O córtex auditivo primário encontra-se no lobo temporal, no giro temporal superior.



Lesões não nervosas também podem produzir surdez (hipoacusia), como nos casos de afecções à cadeia de ossículos da orelha média, por infecções graves ou otosclerose, ou por problemas na orelha externa, como na lesão à membrana timpânica. Nestes casos, diz-se que a surdez é de condução ou de transmissão, em oposição à surdez neurossensorial ou de percepção, que ocorre por lesão da orelha interna.

Em casos de hipoacusia, além do exame neurológico criterioso e completo, é realizada a audiometria, que mede o nível de audição, em decibéis.

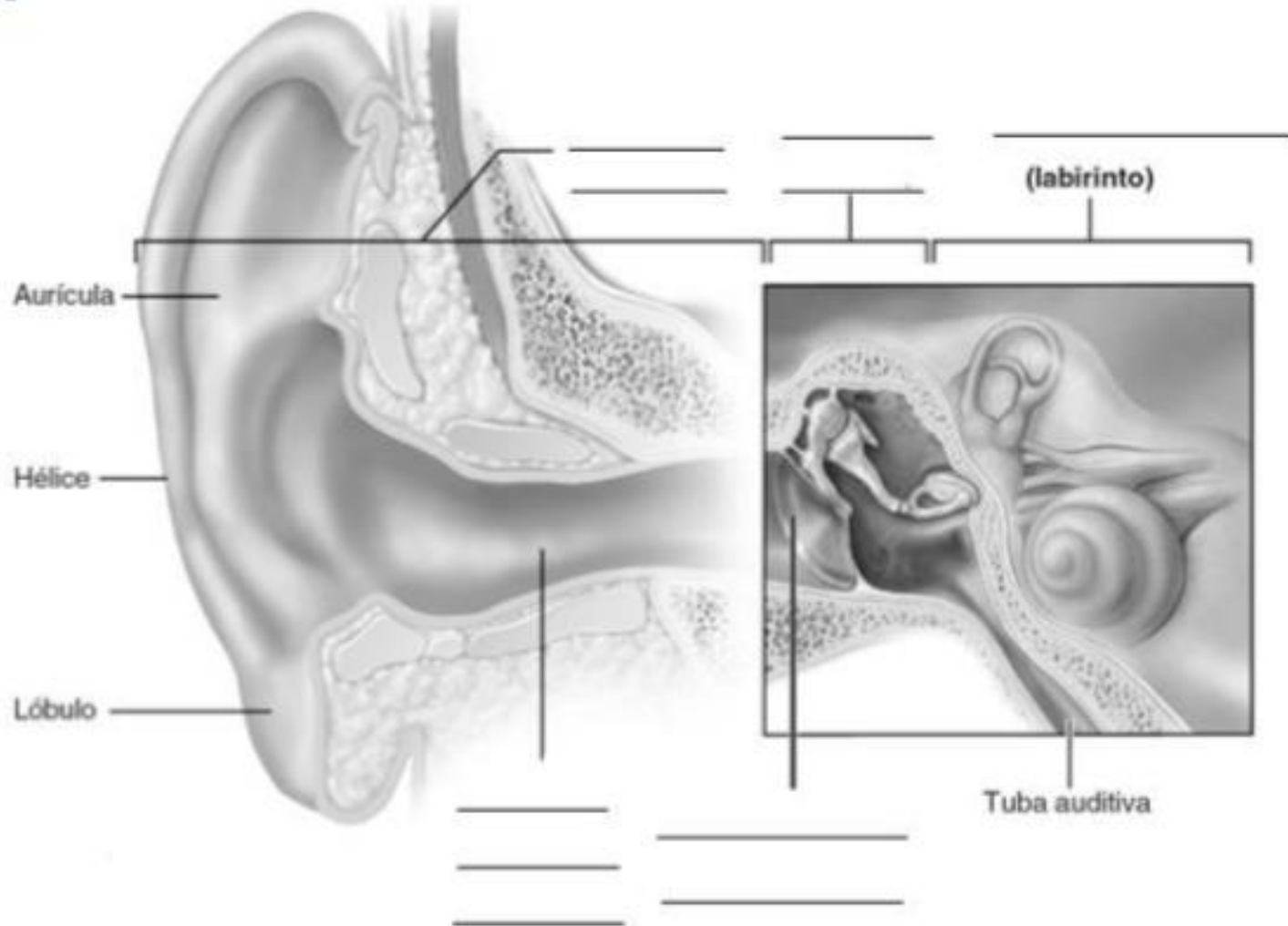
Surdez completa é chamada anacusia.



Sistema coclear

1. O sistema _____ é o responsável por carrear informações da audição.
2. A audição é a capacidade de _____ de sons e avaliação de suas qualidades, como _____, _____ e _____.
3. No sistema coclear, a captação das _____ (deslocamento do ar) começa na orelha _____, com o direcionamento da onda sonora pelo _____ auditivo externo em direção ao _____ externo. Na profundidade do meato acústico externo, encontra-se a _____ que, com a chegada da onda sonora, se desloca (ou vibra).
4. Deslocamentos na _____ provocam deslocamentos da cadeia articulada de _____ da orelha _____ (na ordem, a partir da membrana timpânica: _____, _____ e _____). O estribo está encaixado em uma pequena abertura entre a orelha média e a orelha interna, denominada janela _____ da cóclea (ou janela oval). Ao se deslocar, o estribo desloca a coluna líquida o interior da orelha interna.
5. Orelha interna encontra-se alojada e protegida na parte _____ do osso _____.
6. O deslocamento do _____ provoca o movimento do líquido que preenche a escala (ou rampa) _____ dentro da _____.
7. A cóclea consiste de uma estrutura semelhante a um caracol, com _____ voltas e _____ de rotação de três rampas paralelas. Dentro da escala _____ encontra-se, em toda sua extensão, o _____ de _____ onde estão as células sensoriais, que repousam na chamada membrana _____. Essas células têm _____ em seu ápice que se inclinam abaixo de uma membrana rígida, a membrana _____, que está posicionada por cima dos _____.

8. Identifique as estruturas na figura abaixo:



9. A inclinação dos _____ apicais resulta em mudança de condutividade da membrana das células sensoriais e os sons são transformados em sinais nervosos, que são captados pela divisão _____ do nervo _____.

10. As células sensoriais são inervadas por prolongamentos periféricos de neurônios, cujos corpos celulares compõem o gânglio _____. Os prolongamentos centrais desses neurônios formam a divisão _____ do oitavo nervo craniano ou nervo _____ e projetam-se para núcleos _____ no tronco _____, do mesmo lado.

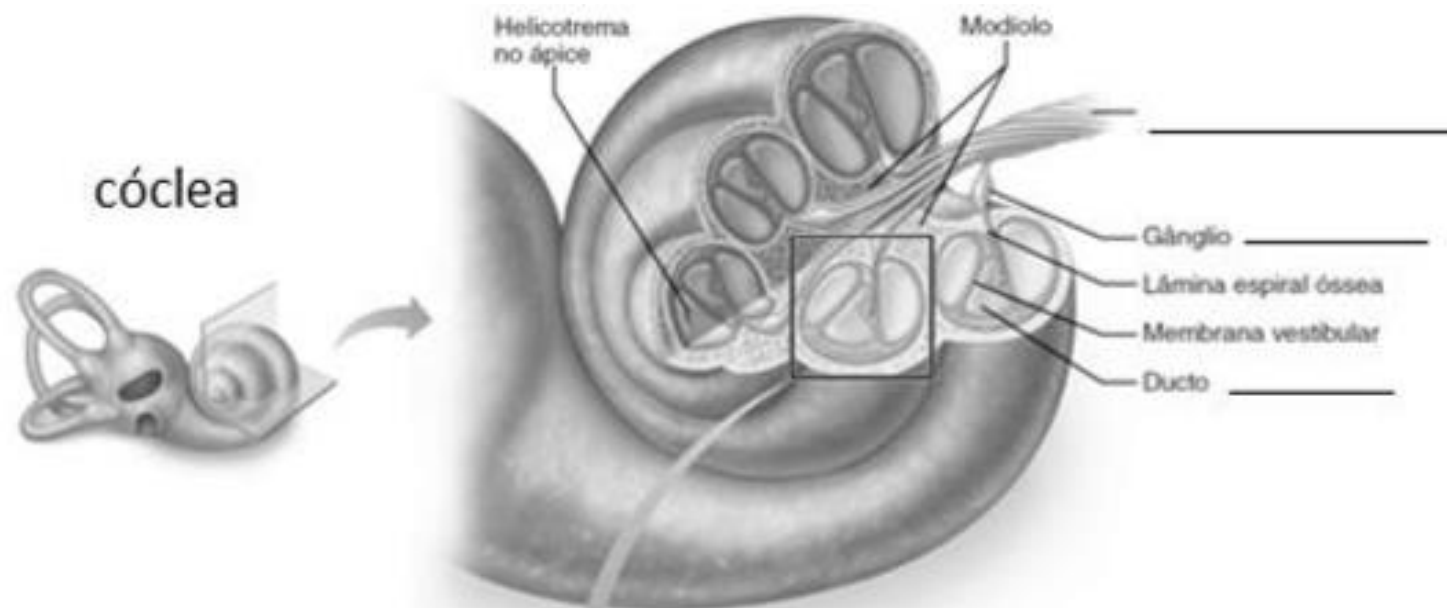
11. Os núcleos cocleares localizam-se no _____, em sua extremidade póstero-lateral (próximo ao pedúnculo _____).

12. Os núcleos cocleares projetam aos _____, no mesencéfalo _____, passando, antes, por várias estações intermediárias, ou seja, existem muitas estações com sinapses entre os núcleos cocleares e os colículos _____. Dentre essas várias estações estão o núcleo olivar _____ e o núcleo do corpo _____. O conjunto de fibras que se projetam do núcleo _____ até o colículo _____ é denominado _____.

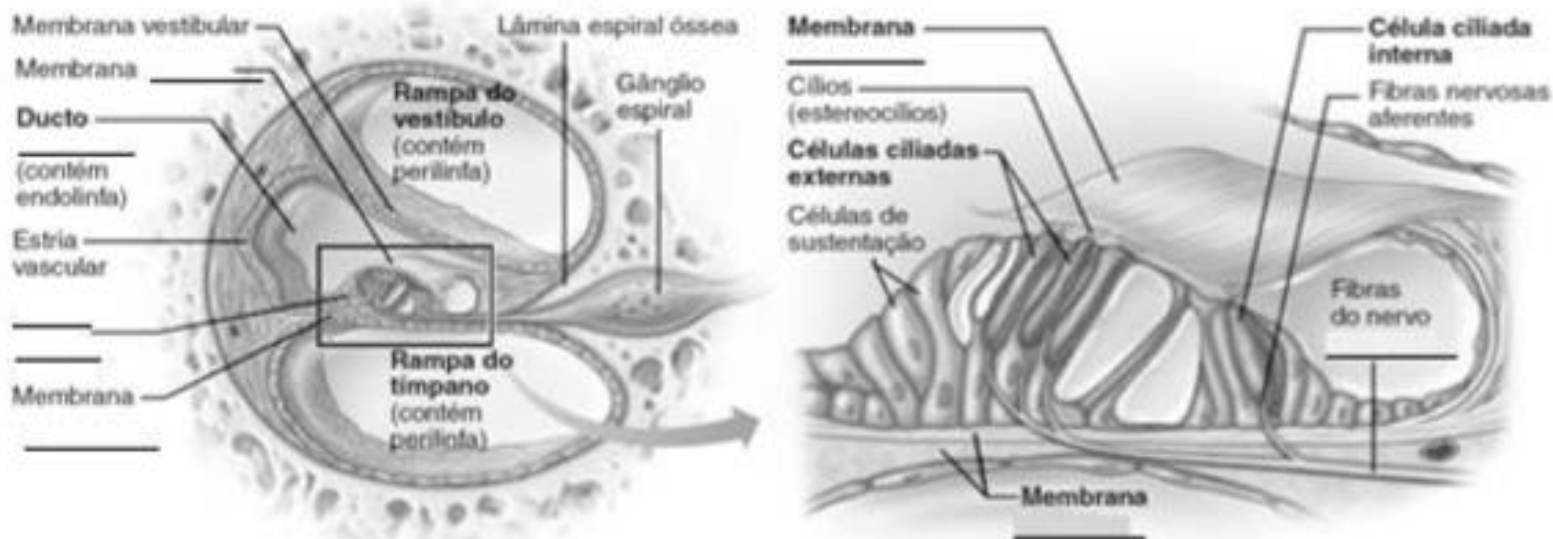
13. Os núcleos cocleares de um lado do tronco encefálico projetam para os _____ colículos _____, ou seja, as projeções craniais aos núcleos cocleares são _____.

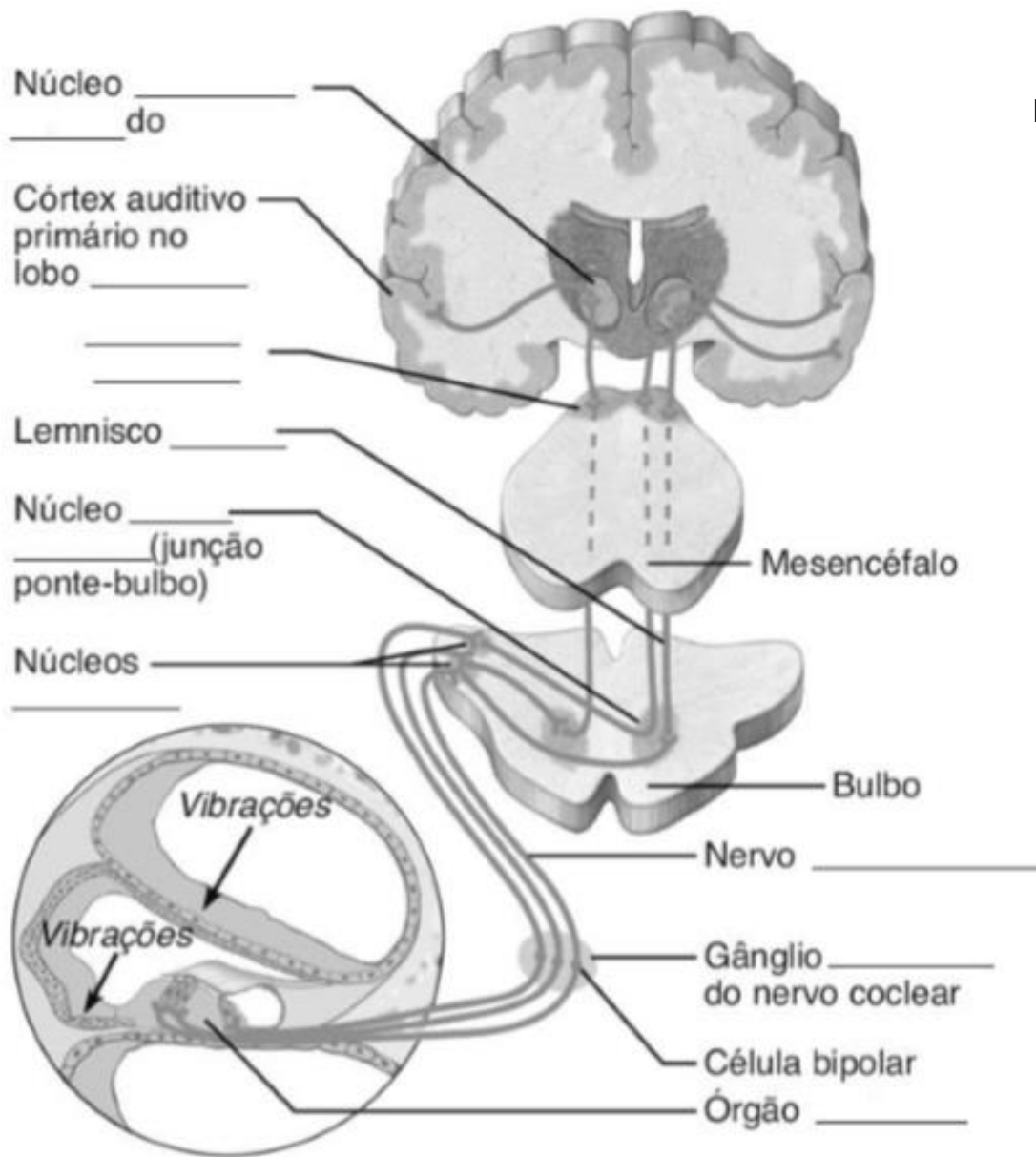
14. As fibras dos neurônios do colículo _____, no mesencéfalo _____, passam pelo _____ do colículo _____ para fazer sinapses com neurônios do núcleo _____, no tálamo.

15. Os neurônios do corpo _____ enviam fibras nervosas para o córtex _____, ou giro de _____, no lobo _____ (área _____ de Brodmann). Até chegar ao córtex auditivo, essas fibras nervosas passam pelas _____ e pela cápsula _____ (ver e completar as figuras seguintes).

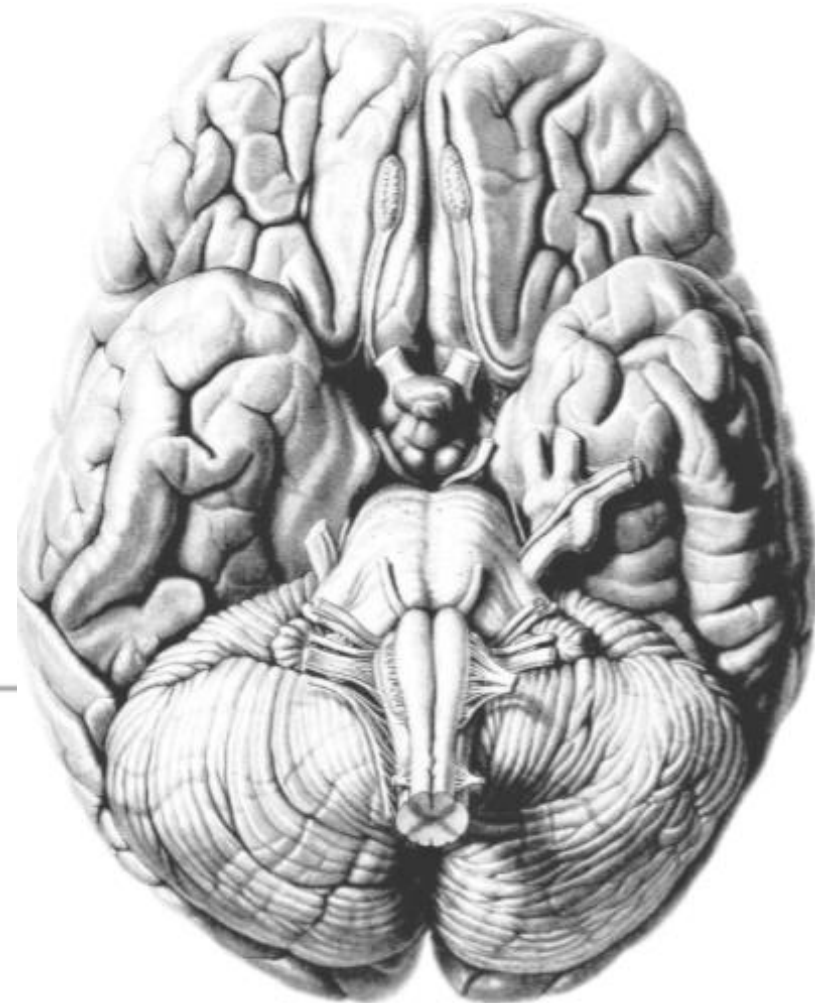


(a)





Identifique o nervo vestibulococlear na figura abaixo:



16. O córtex auditivo _____ tem uma organização em colunas, cada uma com uma _____ sonora. Diz-se, portanto, que tem uma organização _____ em colunas de _____.

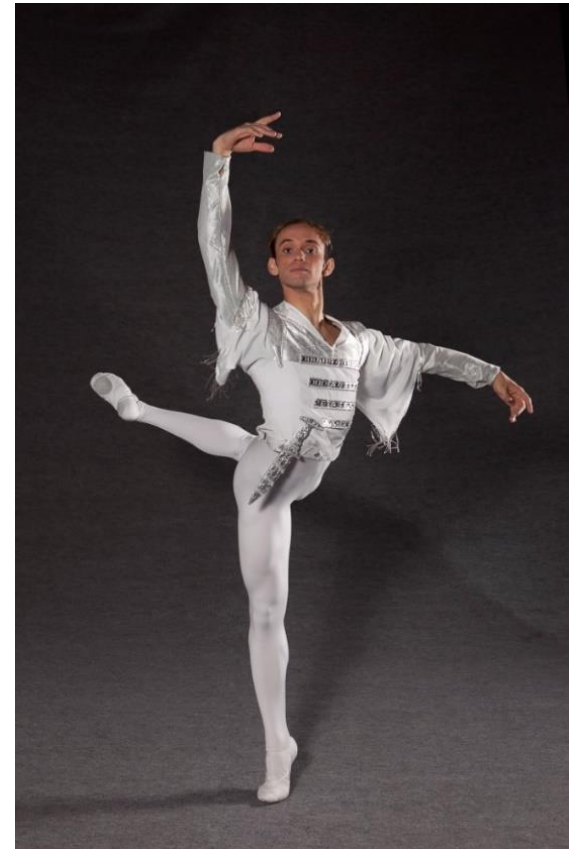
17. Também ocorrem projeções para áreas auditivas _____ no lobo _____ (áreas _____ e _____ de Brodmann), para funções relacionadas à audição como a _____ da palavra, por exemplo.

18. Para melhor visualização do córtex auditivo primário, no chamado giro de _____ do lobo _____, é necessário o afastamento das bordas da _____.

19. Como a partir dos núcleos cocleares até o córtex auditivo as projeções do sistema coclear são _____, para que haja surdez completa unilateral (e de origem nervosa) é necessária a lesão do nervo _____ ou dos núcleos _____ do mesmo lado.

NEUROANATOMIA

Sistema vestibular



Sistema vestibular– Objetivos de aprendizagem:

- *Descrever a estrutura anatômica do aparelho vestibular periférico.*
- *Compreender a organização funcional do sistema vestibular.*
- *Associar os conhecimentos anátomo-funcionais com as possíveis lesões que acometem o sistema vestibular.*



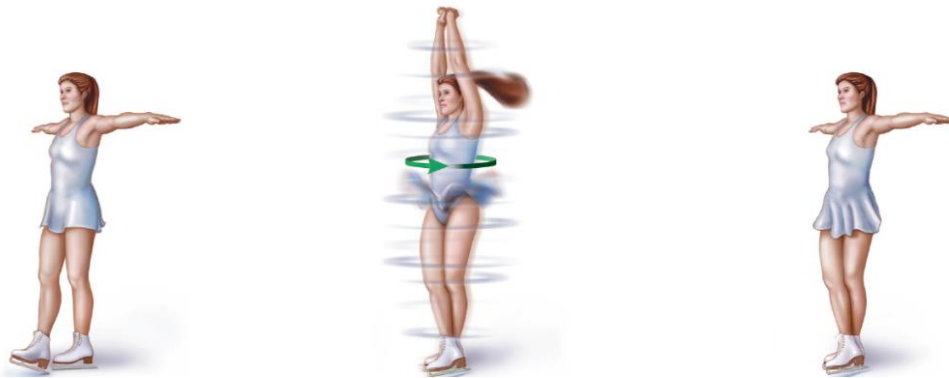
O sistema vestibular processa informações relativas à posição e ao movimento da cabeça (percepção dos movimentos linear e angular, ou rotacional, da cabeça). Tem, desta forma, um importante papel na manutenção do equilíbrio, no controle da postura e na coordenação entre os movimentos da cabeça e dos olhos.



Cabeça ereta

Cabeça inclinada

Deslocamento linear

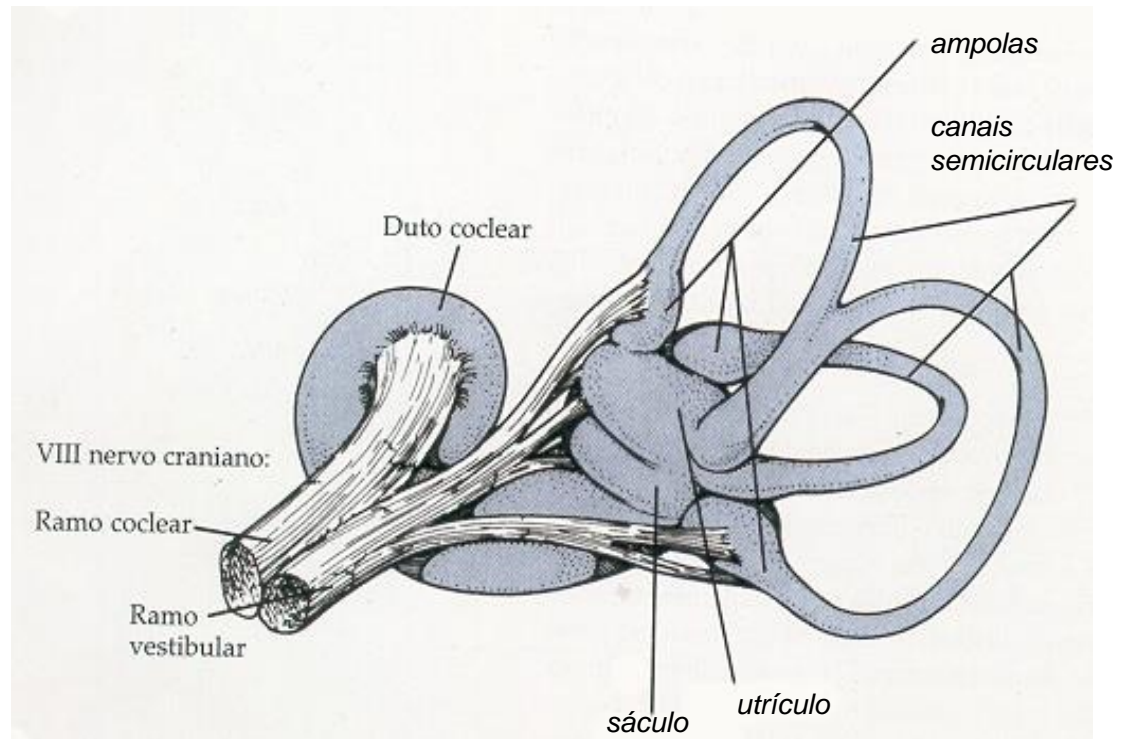


Deslocamento rotacional



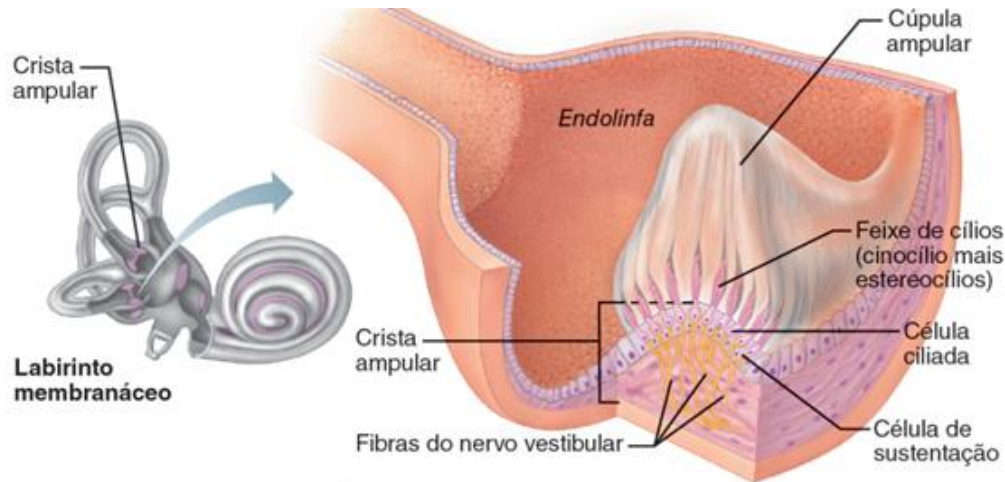
O aparelho vestibular periférico consiste de um conjunto de três canais semicirculares, além do utrículo e do sáculo, de cada lado da cabeça, no interior do labirinto da orelha interna.

Os canais semicirculares são: anterior (ou superior), lateral (ou horizontal) e posterior (ou inferior).

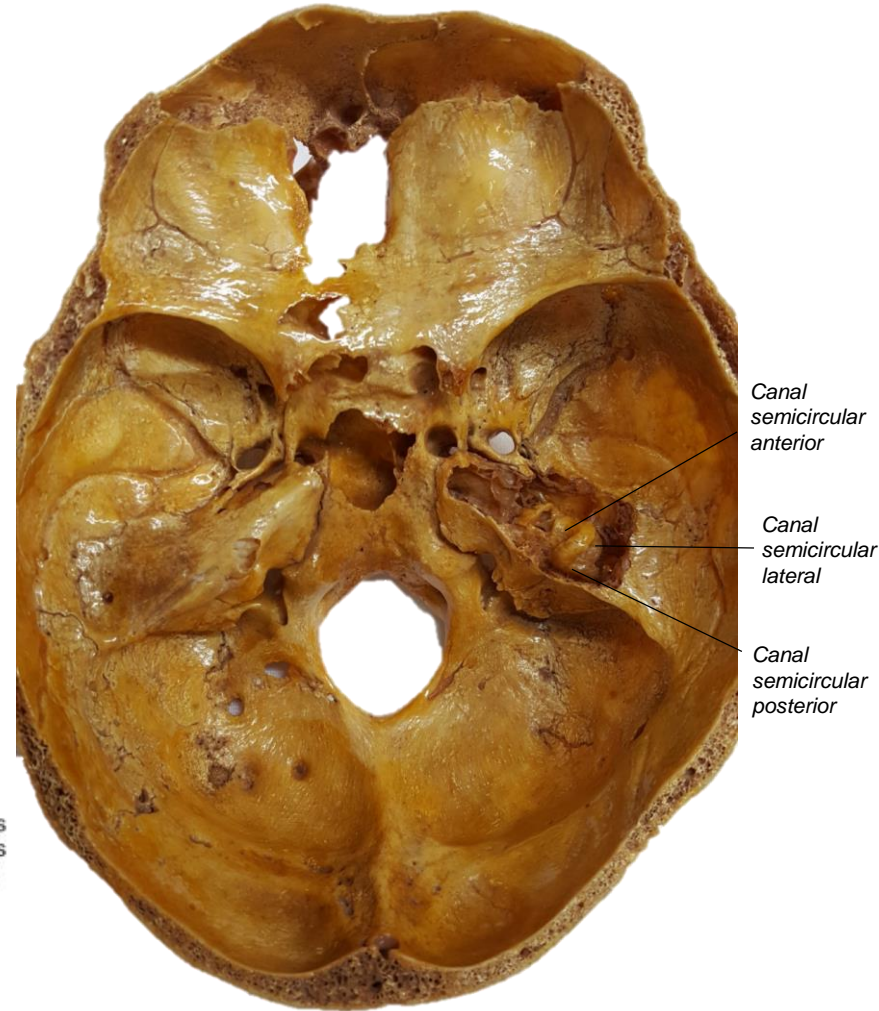


Tanto nos canais semicirculares, em suas extremidades dilatadas denominadas ampolas, como em regiões do utrículo e do sáculo chamadas máculas, estão as células sensoriais sensíveis ao movimento da cabeça.

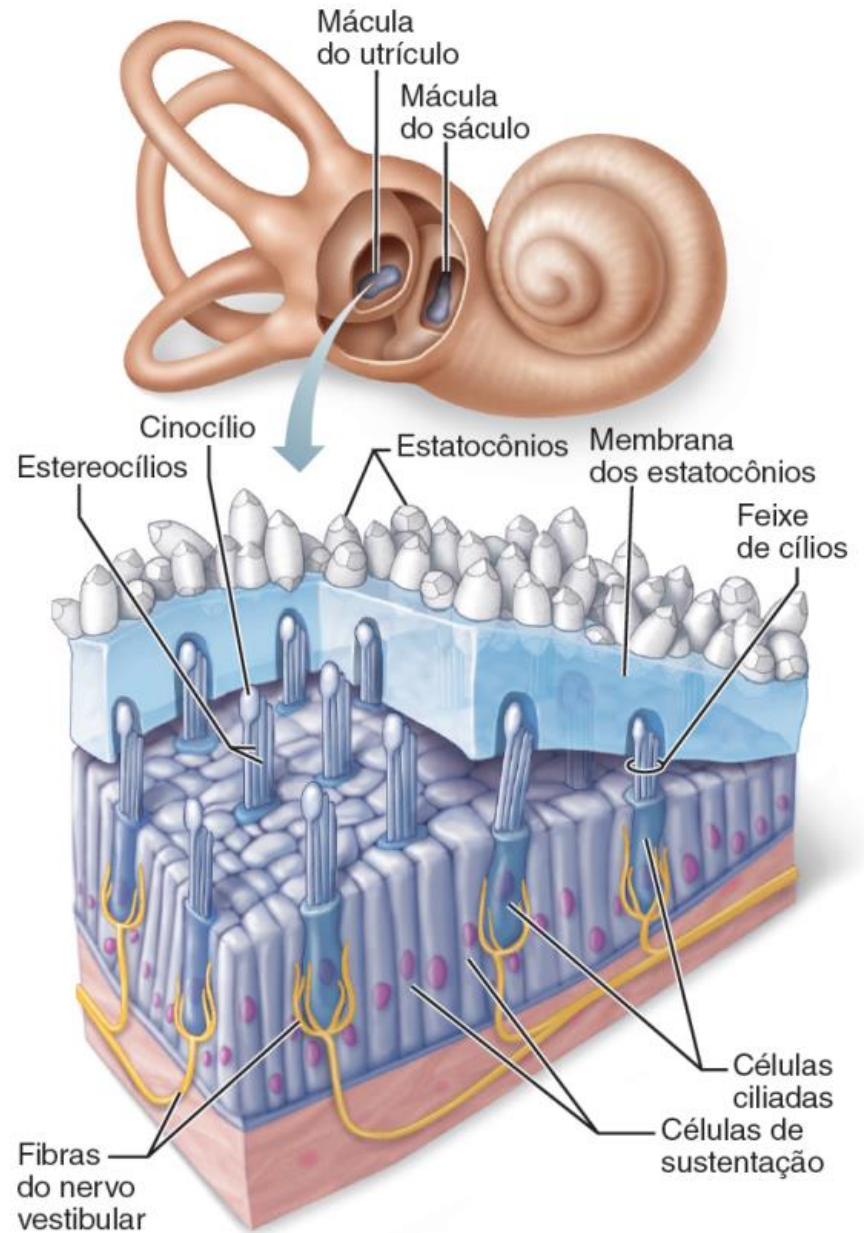
O aparelho vestibular periférico ocupa o labirinto membranoso que, por sua vez, está localizado no interior do labirinto ósseo, na parte petrosa do osso temporal, pouco mais lateral e posterior em relação à coclea. As células sensoriais das ampolas dos canais semicirculares e das máculas do utrículo e do sáculo também apresentam estereocílios apicais, mas estes estereocílios estão mergulhados em uma cúpula gelatinosa.

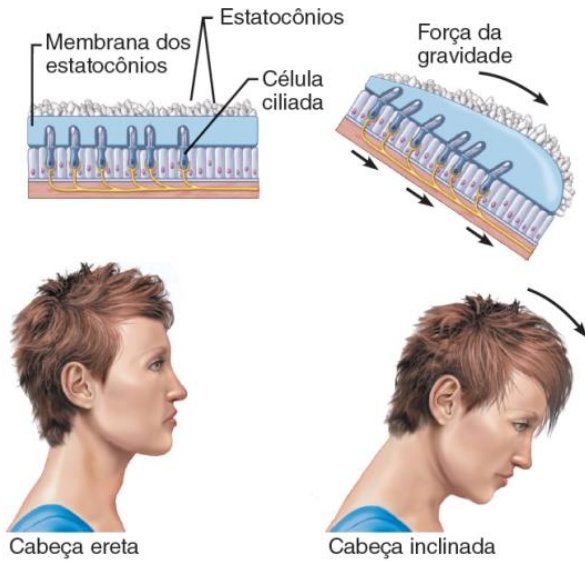


Anatomia de uma crista ampular em um canal semicircular

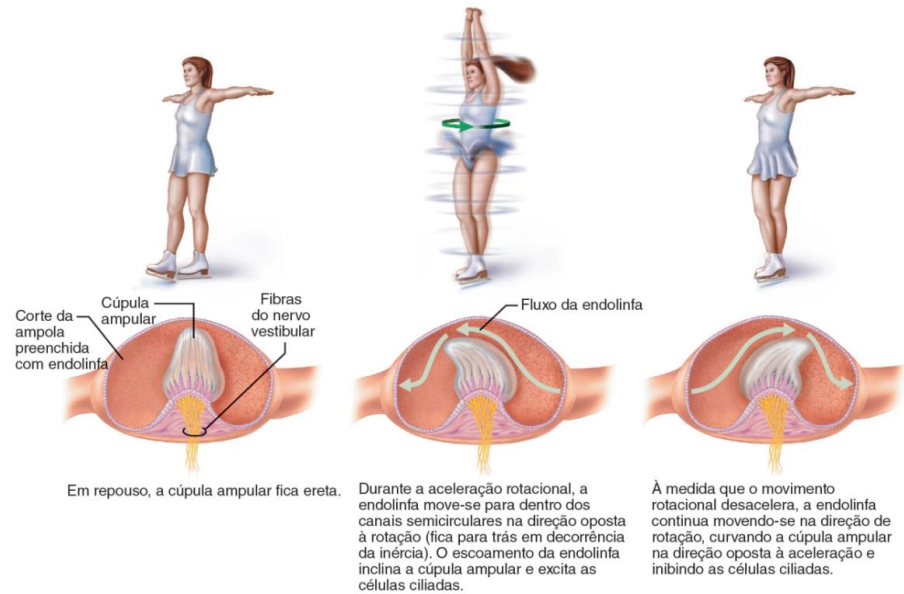


Nas máculas do utrículo e do sáculo existem ainda cristais de carbonato de cálcio no material gelatinoso onde os estereocílios das células sensoriais estão mergulhados. Esses cristais são chamados otólitos ou estatocônios. Acredita-se que eles aumentem a sensibilidade das células sensoriais.





Aceleração linear

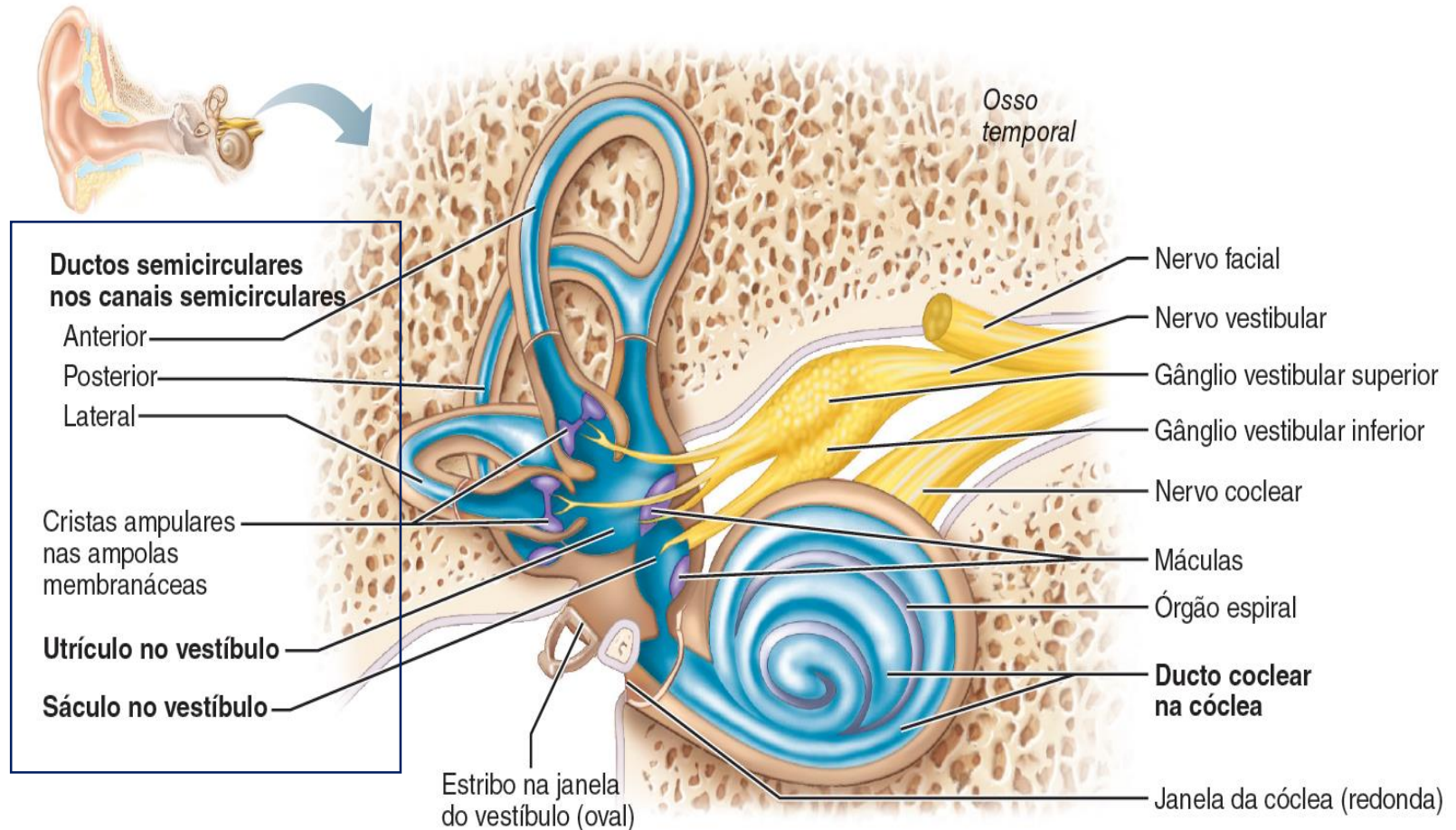


Aceleração rotacional

O interior do aparelho vestibular periférico é preenchido por líquido, a endolinfa. Com o movimento da cabeça existe o deslocamento desse líquido, o que provoca o deslocamento da cúpula gelatinosa e a inclinação dos estereocílios que estão embebidos pelo material gelatinoso.

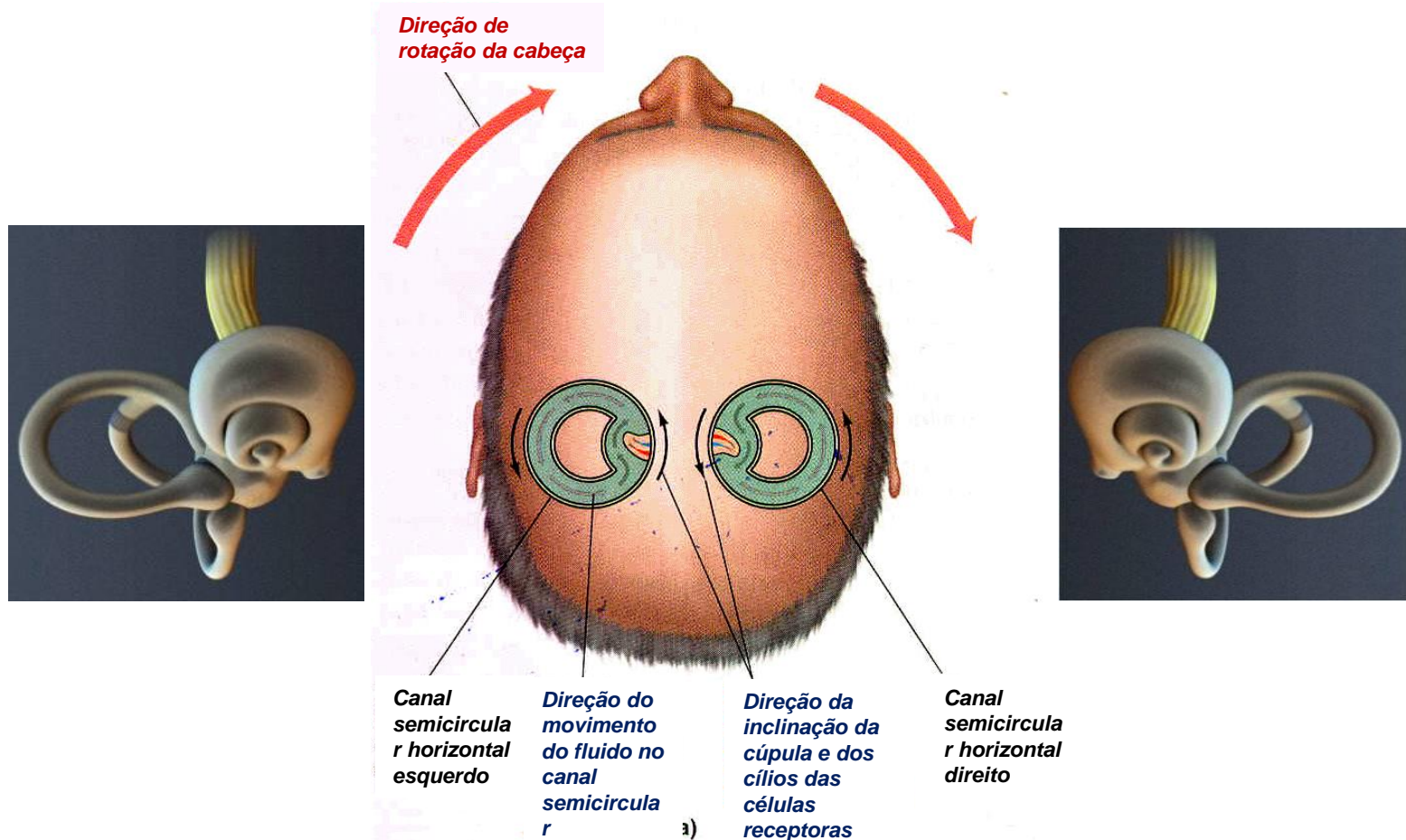
Os **canais semicirculares** são sensíveis ao movimento **angular** da cabeça, enquanto o **utrículo** e o **sáculo** são sensíveis ao movimento **linear**.

As células sensoriais das ampolas e das máculas são inervadas pelos prolongamentos periféricos de neurônios bipolares, com corpos celulares no gânglio vestibular (ou de Scarpa). Os prolongamentos centrais desses neurônios vão constituir a divisão vestibular do VIIIº nervo craniano, ou nervo vestibulococlear.



Os canais semicirculares posicionam-se ortogonalmente uns aos outros, ou seja, cada canal semicircular está colocado em um dos três planos ortogonais.

Os canais semicirculares das duas orelhas internas trabalham em consonância. Em um determinado movimento da cabeça, a cúpula gelatinosa do canal semicircular de uma orelha move-se em sentido inverso à cúpula do canal semicircular de correspondência na orelha contralateral.



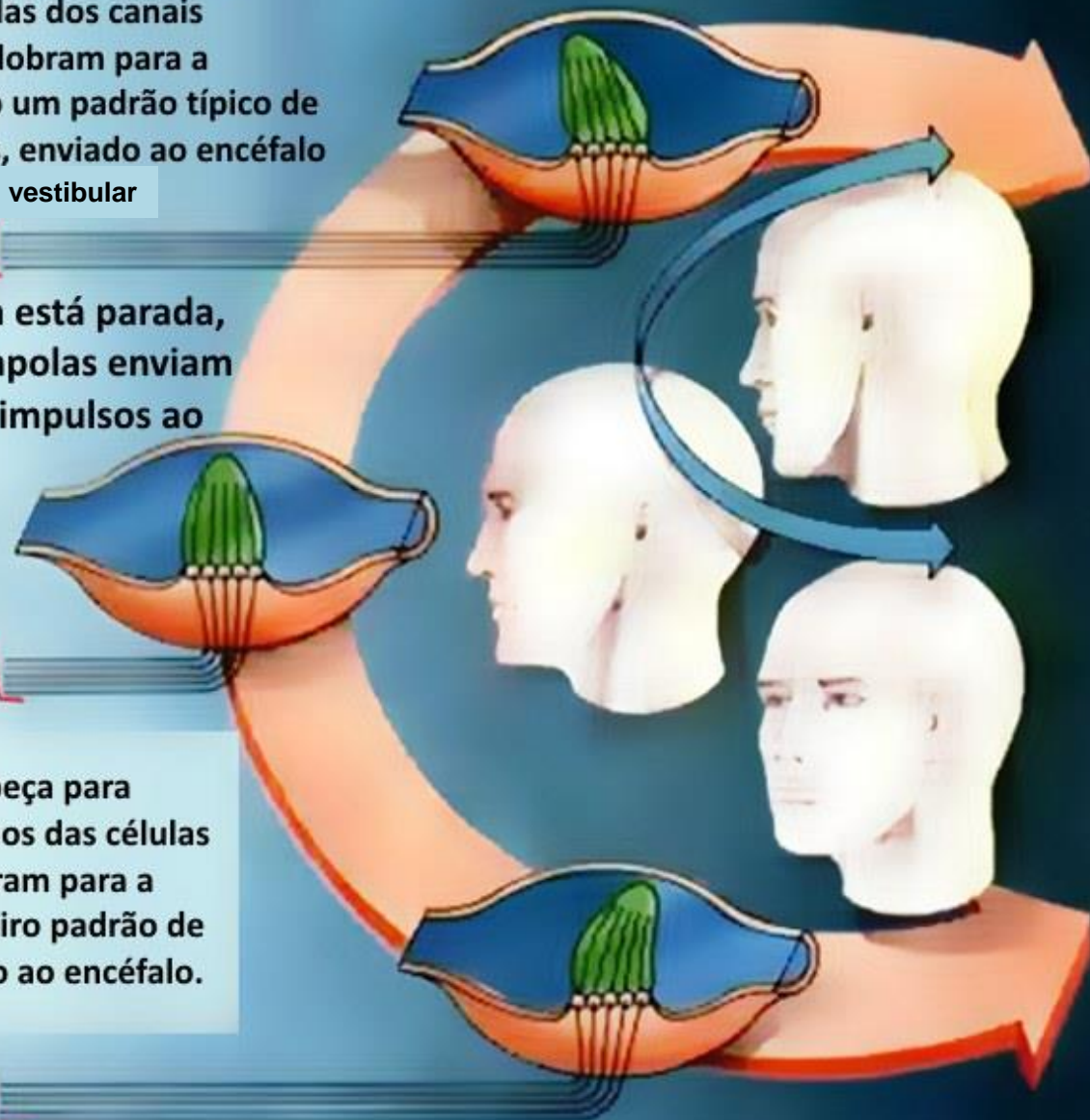
Ao girarmos a cabeça para direita, os cílios das ampolas dos canais semicirculares se dobram para a esquerda, gerando um padrão típico de impulsos nervosos, enviado ao encéfalo através do nervo vestibular



Quando a cabeça está parada, as células das ampolas enviam outro padrão de impulsos ao encéfalo.

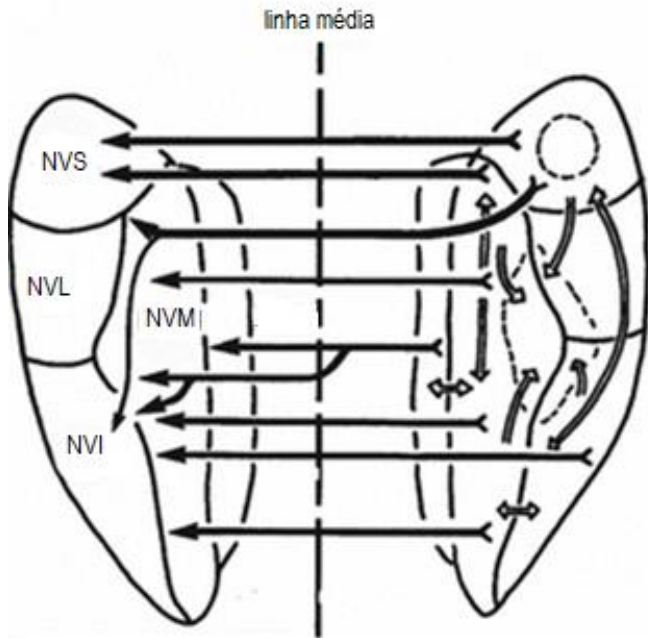


Ao girarmos a cabeça para a esquerda, os cílios das células sensoriais se dobram para a direita e um terceiro padrão de impulso é enviado ao encéfalo.

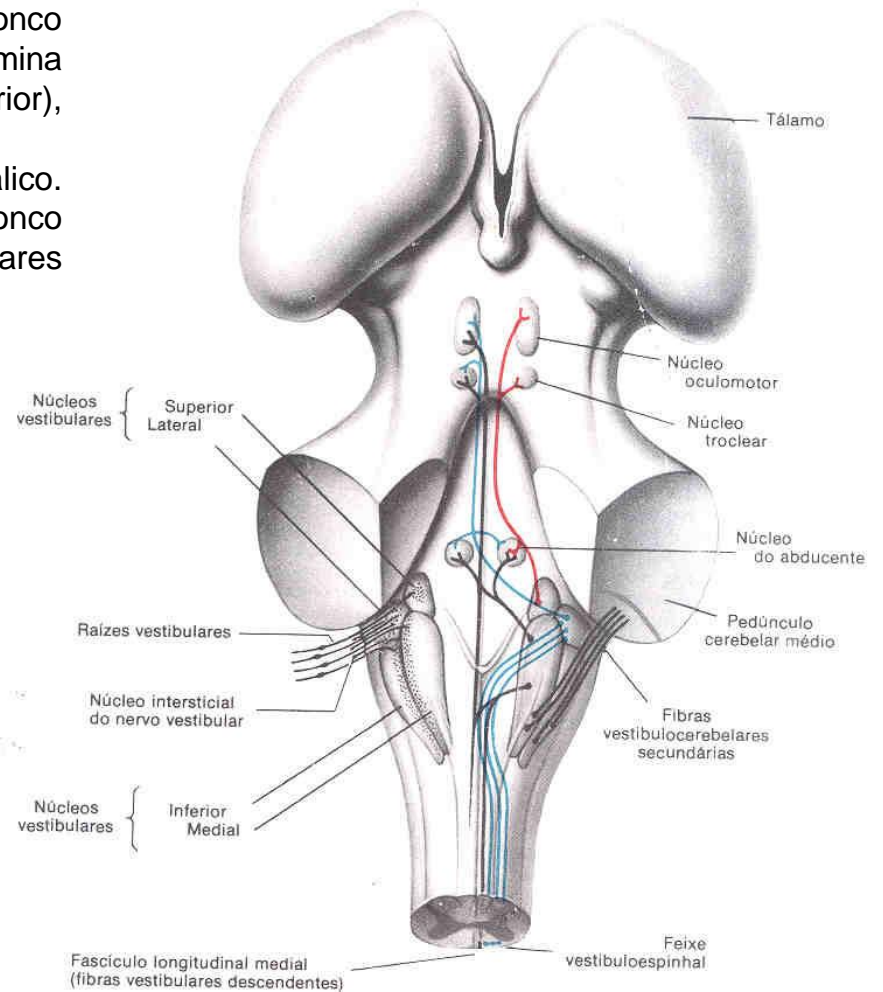


A divisão vestibular do nervo vestibulococlear penetra no tronco encefálico, lateralmente à junção entre a ponte e o bulbo, e termina nos quatro núcleos vestibulares (medial, lateral superior e inferior), localizados nas porções rostral do bulbo e caudal da ponte.

São quatro núcleos vestibulares de cada lado do tronco encefálico. Esses núcleos conectam-se entre si, de um mesmo lado do tronco (conexões intrínsecas) e também com os núcleos vestibulares contralaterais (conexões comissurais).



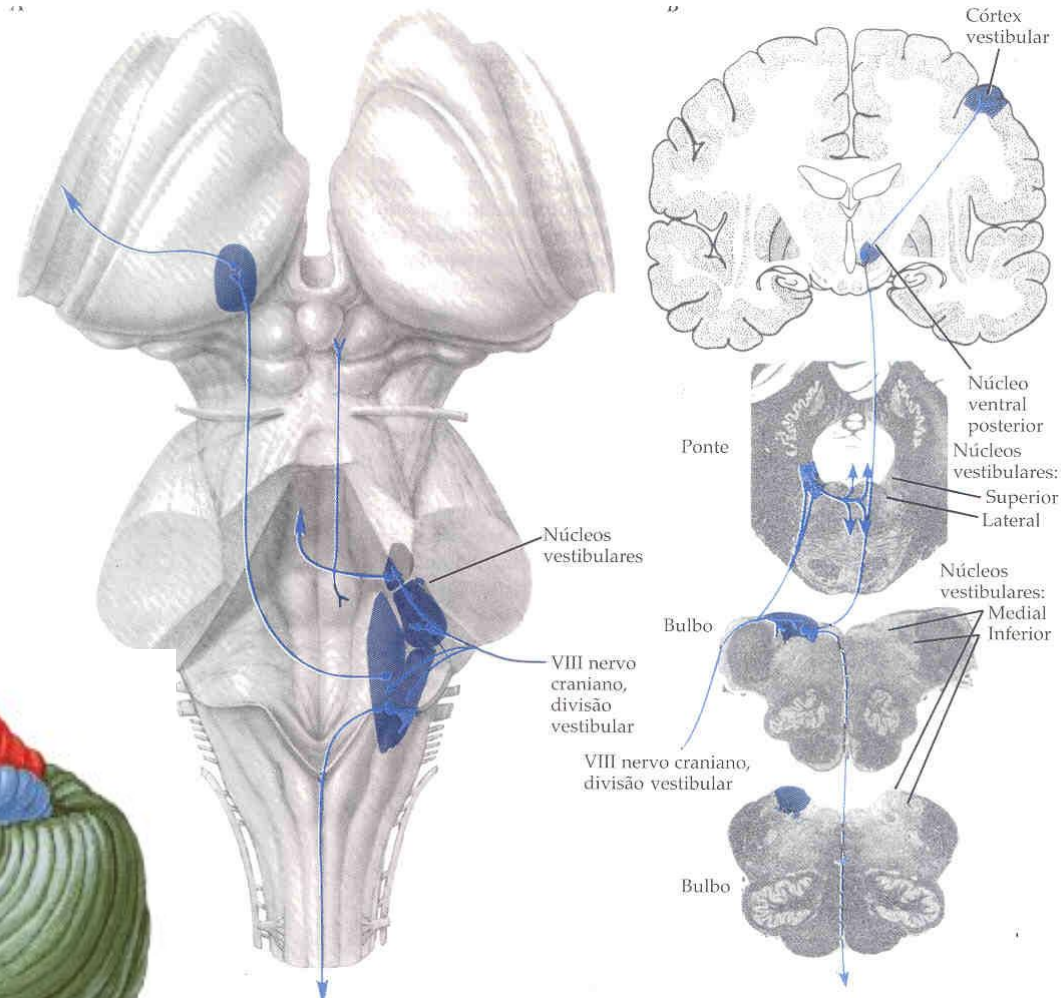
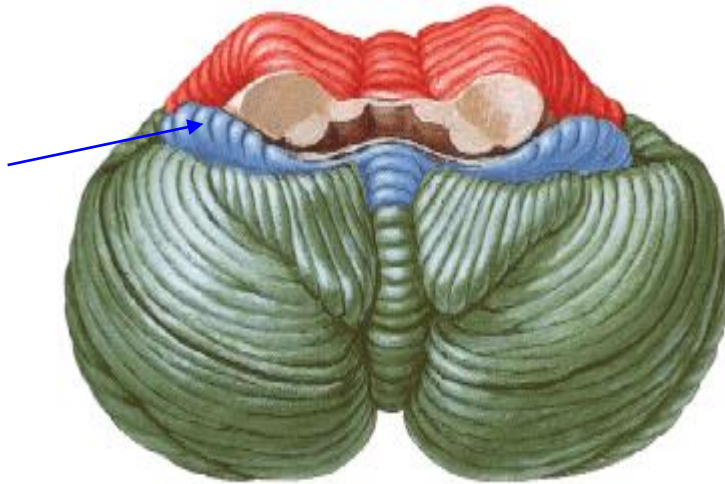
NVS = núcleo vestibular superior
NVL = núcleo vestibular lateral
NVM = núcleo vestibular medial
NVI = núcleo vestibular inferior

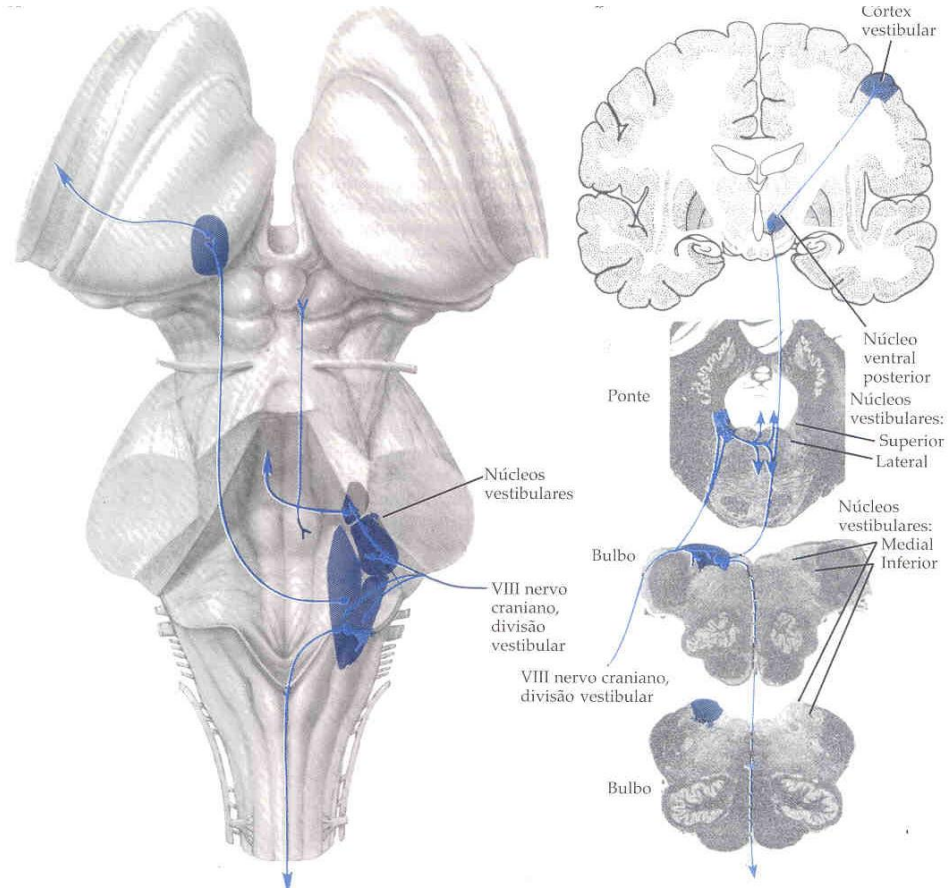
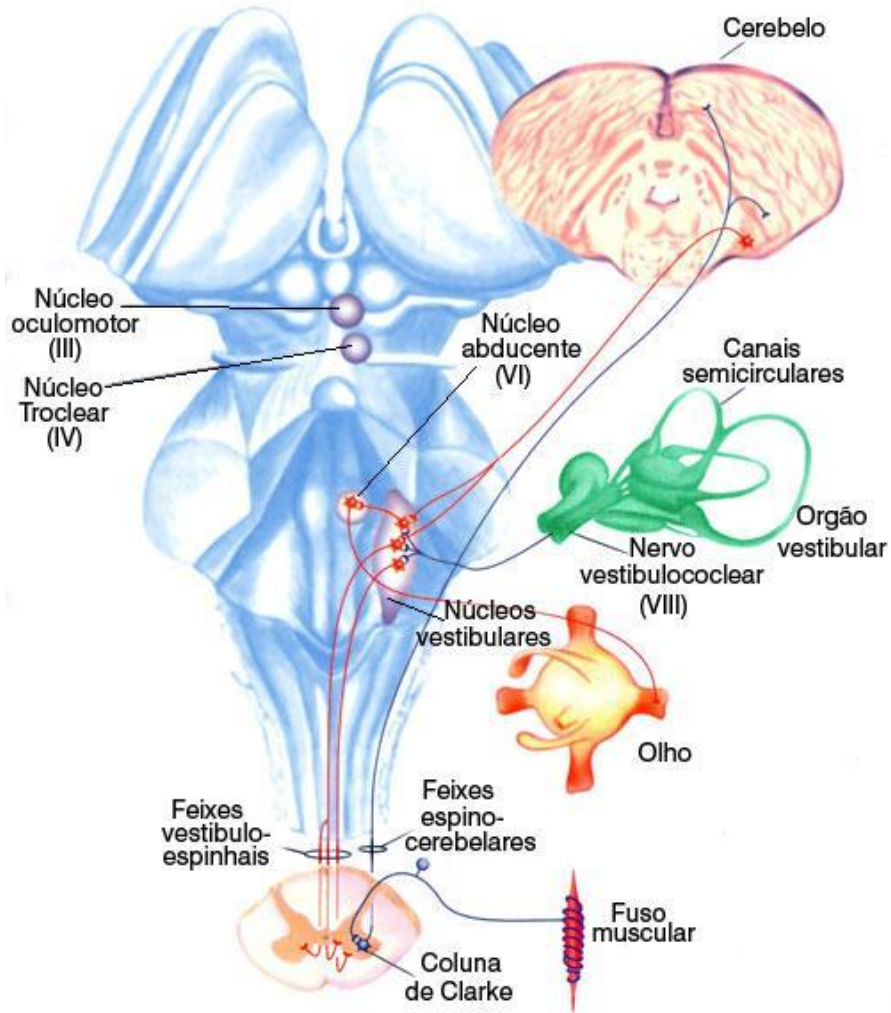


3. Para o **córtex cerebral**, no lobo parietal, passando antes pelo tálamo (projeção ascendente talamocortical), para integração com informações de receptores sensitivos somáticos de músculos e articulações (percepção da posição do corpo no espaço, controle dos movimentos corporais, percepção da aceleração do corpo e sensação de vertigem).

4. Para o **cerebelo** (lobo flóculo-nodular), para manutenção do equilíbrio.

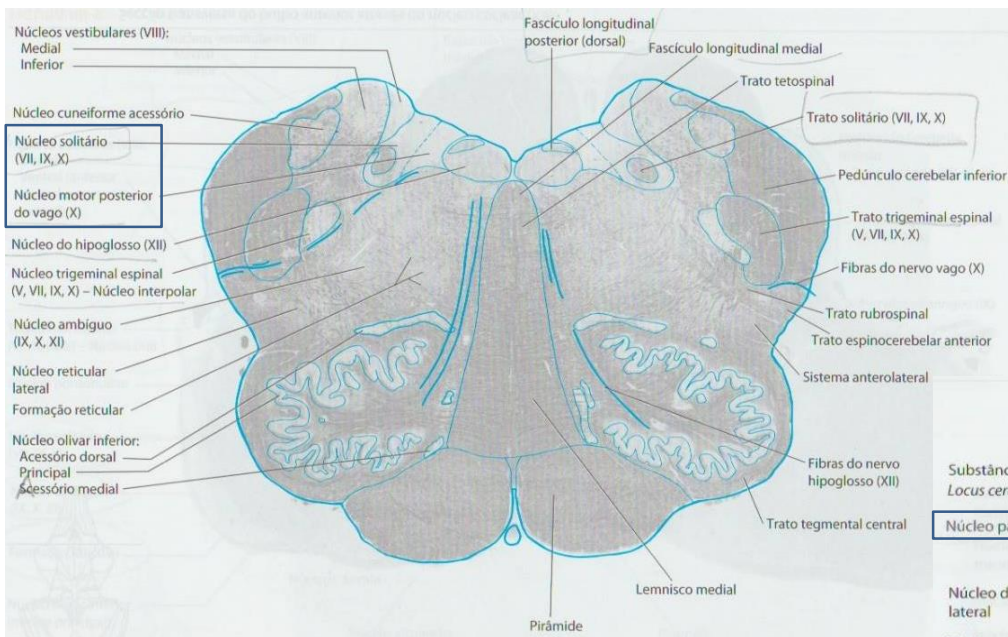
Lobo flóculo-nodular do cerebelo





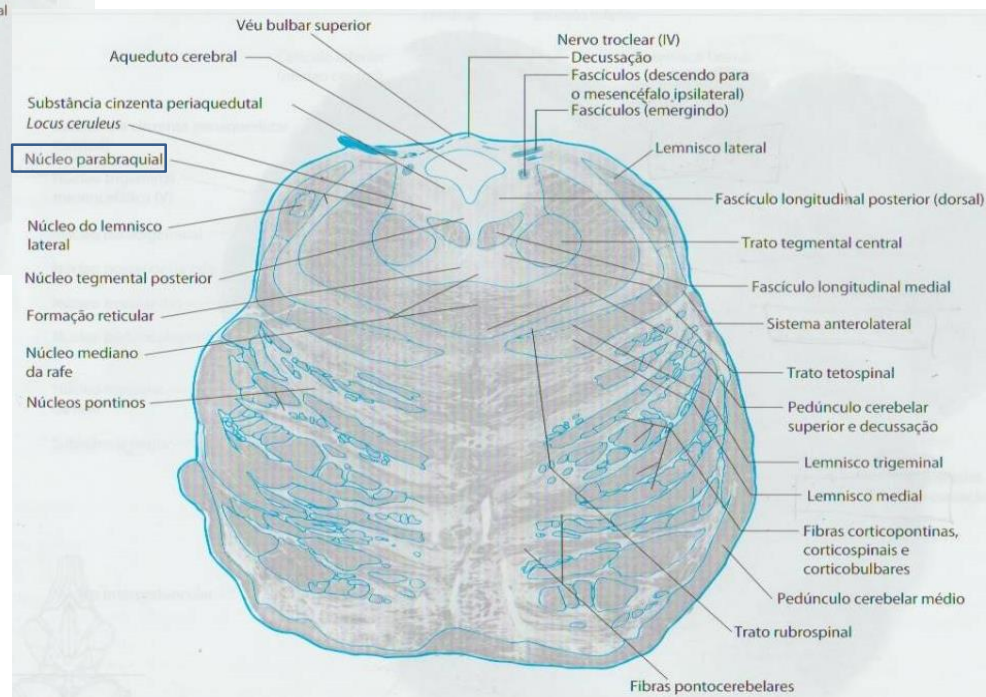
Quatro projeções dos núcleos vestibulares

O sistema vestibular tem ainda um papel importante na regulação da pressão arterial em resposta às alterações na postura corporal e gravidade. Essa regulação se faz através de conexões vestibulares com os centros de integração visceral do tronco encefálico (núcleos solitário, do nervo vago e parabraquial), que, por sua vez, regulam a função da divisão autônoma do sistema nervoso.



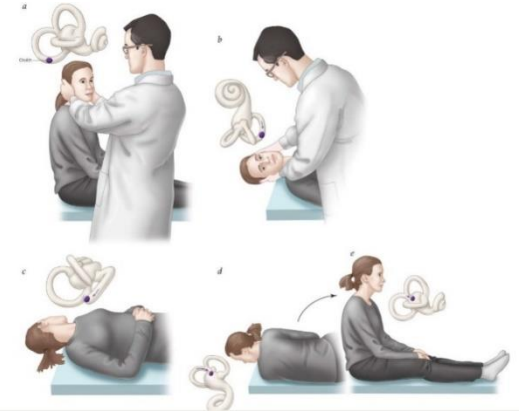
Bulbo cranial

Istmo pontino



Lesões do aparelho vestibular (estimulação labiríntica) produzem uma variada clínica, com:

- Vertigem (ilusão de movimento rotacional, também descrita como tonteira)
- Disbasia (dificuldade de andar, por falta de coordenação dos movimentos, com afastamento dos pés para aumentar a base de apoio)
- Desvios da marcha
- Alterações posturais
- Desvios dos globos oculares
- Nistagmo (oscilação rítmica, involuntária dos olhos)



Sistema vestibular

1. O sistema vestibular processa informações relativas à _____ e ao _____ da cabeça (percepção dos movimentos _____ e _____, ou rotacional, da cabeça). Tem, desta forma, um importante papel na manutenção do _____, no controle da _____ e na _____ entre os movimentos da cabeça e dos _____.
2. O aparelho vestibular periférico consiste de um conjunto de _____ canais _____, além do _____ e do _____, de cada lado da cabeça, no interior do labirinto da orelha _____.
3. Tanto nos canais _____, em suas extremidades dilatadas denominadas _____, como em regiões do _____ e do _____ chamadas _____, estão as células sensoriais sensíveis ao movimento da cabeça.
4. O aparelho vestibular periférico ocupa o labirinto _____ que, por sua vez, está localizado no interior do labirinto ósseo, na parte _____ do osso _____, pouco mais ()medial ()lateral e posterior em relação à coclea.
5. As células sensoriais das _____ dos canais semicirculares e das _____ do utrículo e do sáculo também apresentam _____ apicais, mas estes estão mergulhados em uma cúpula _____.
6. Nas _____ do utrículo e do sáculo existem ainda cristais de carbonato de cálcio no material gelatinoso onde os estereocílios das células sensoriais estão mergulhados. Esses cristais são chamados _____ ou _____. Acredita-se que eles aumentam a sensibilidade das células sensoriais.
7. O interior do aparelho vestibular periférico é preenchido por líquido, a _____. Com o movimento da cabeça existe o deslocamento desse líquido, o que provoca o deslocamento da _____ e a inclinação dos _____ que estão embebidos pelo material gelatinoso.
8. Os canais semicirculares são sensíveis ao movimento _____ da cabeça, enquanto o utrículo e o sáculo são sensíveis ao movimento _____.

10. A divisão _____ do nervo vestibulococlear penetra no tronco encefálico lateralmente à junção entre a _____ e o _____ e termina nos _____ núcleos _____ (_____, _____, _____ e _____), localizados nas porções _____ do bulbo e _____ da ponte.

11. São _____ núcleos vestibulares de cada lado do tronco encefálico. Esses núcleos conectam-se entre si, de um mesmo lado do _____ e também com os núcleos vestibulares _____.

12. Os núcleos vestibulares enviam quatro projeções:

1. Para a _____ (tratos _____), para controle dos _____ das extremidades e axiais.

2. Para os _____ de nervos _____ envolvidos no controle dos músculos _____ (_____ - III, _____ - IV e _____ - VI), através de um conjunto de fibras nervosas chamado _____ (FLM), para coordenação entre o movimento da _____ e o movimento dos _____.

3. Para o córtex _____, no lobo _____, passando antes pelo _____ (projeção ascendente talamocortical), para integração com informações de receptores sensitivos somáticos de _____ e _____, para percepção da _____ do corpo no espaço, controle dos movimentos, percepção da aceleração do corpo e sensação de vertigem.

4. Para o _____ (lobo _____), para coordenação da cabeça com movimentos dos olhos e manutenção do _____.

13. Lesões do aparelho vestibular ou da via vestibular (estimulação labiríntica) produzem uma variada clínica, com vertigens, disbasia, desvios da marcha, alterações posturais, desvios dos globos oculares e nistagmo.

“Tudo o que é bom dura o tempo necessário para ser inesquecível”
Fernando Pessoa

