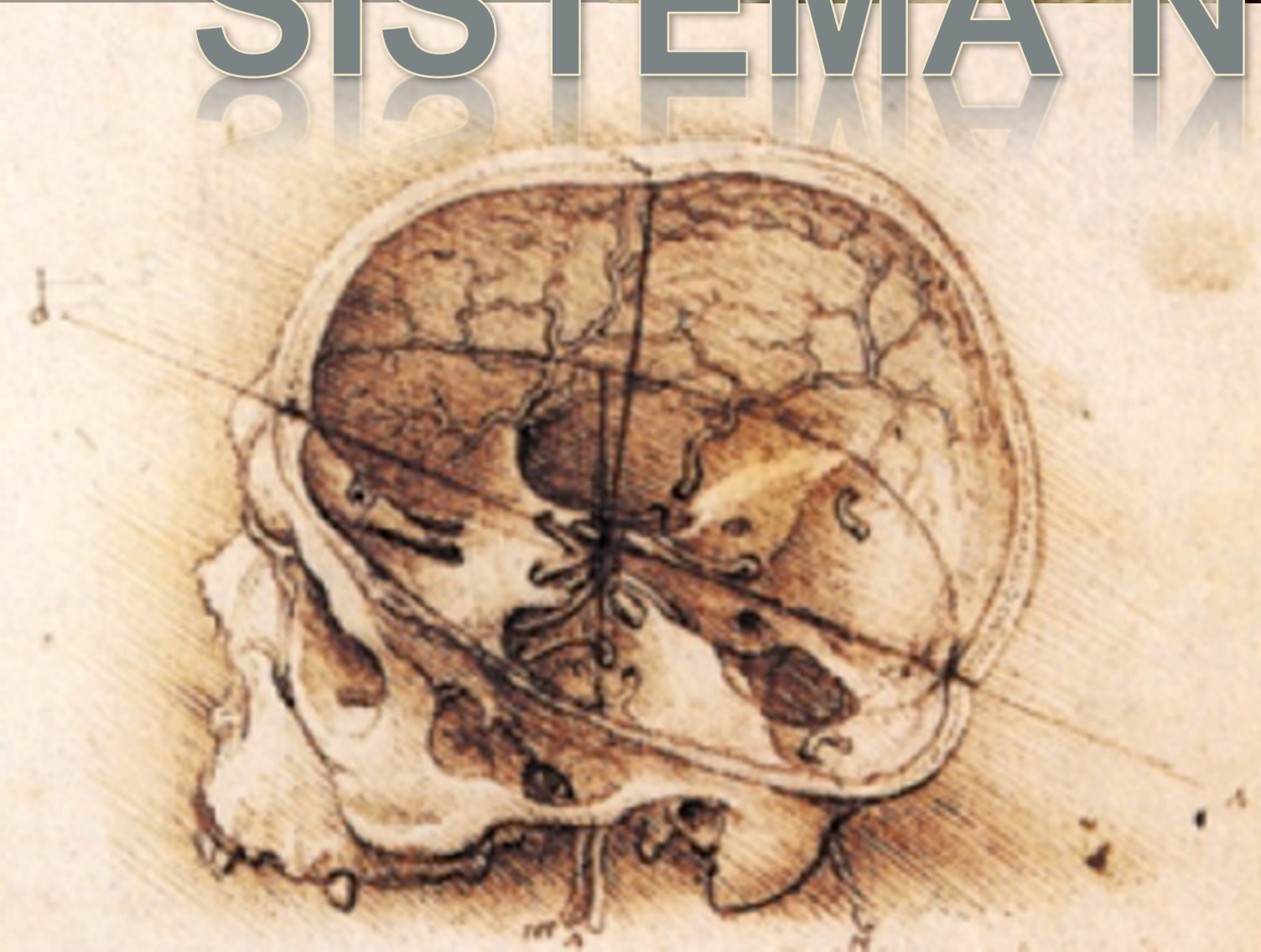
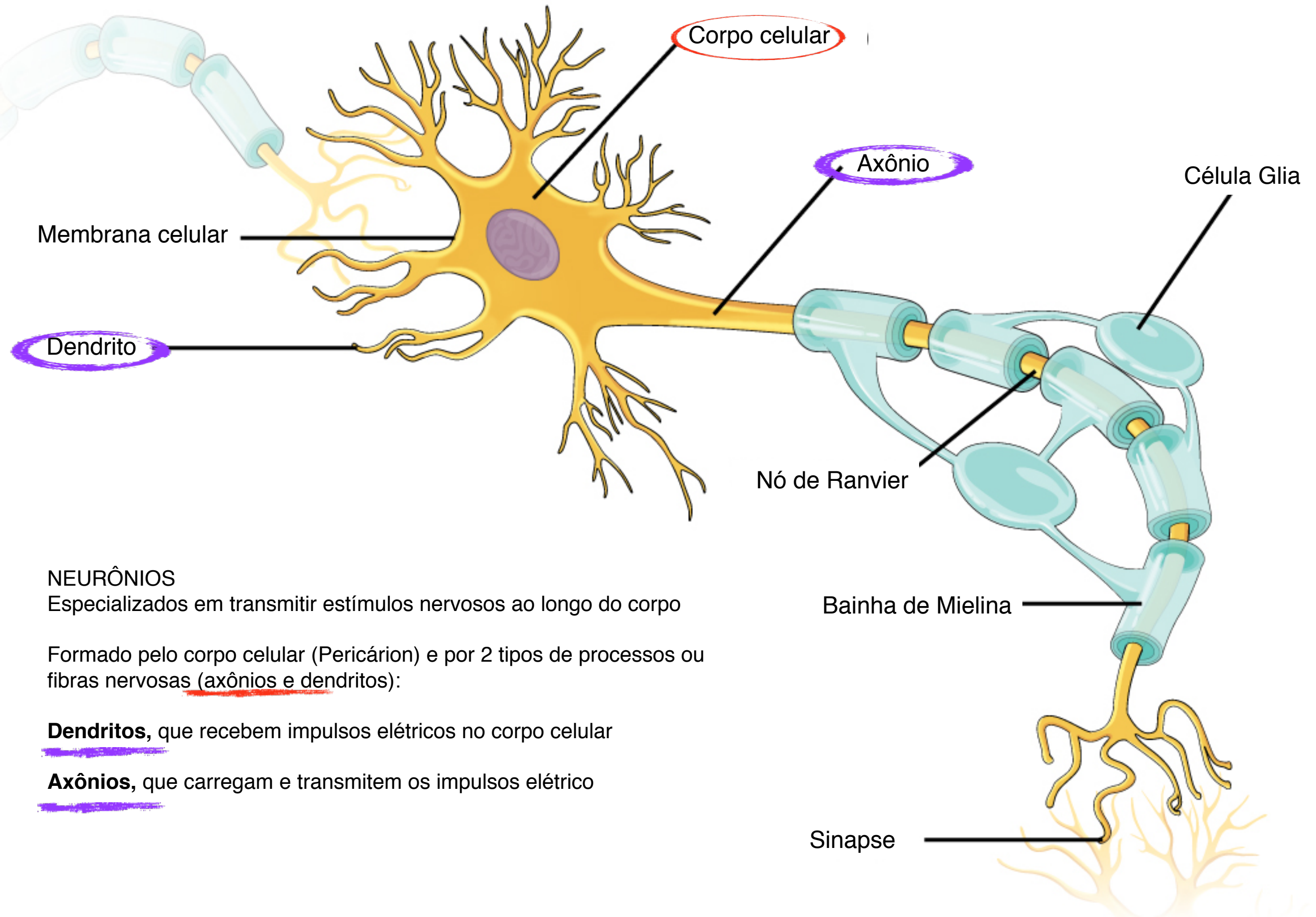




SISTEMA NERVOSO



A UNIDADE BÁSICA DO SISTEMA NERVOSO É O NEURÔNIO



NEURÔNIOS

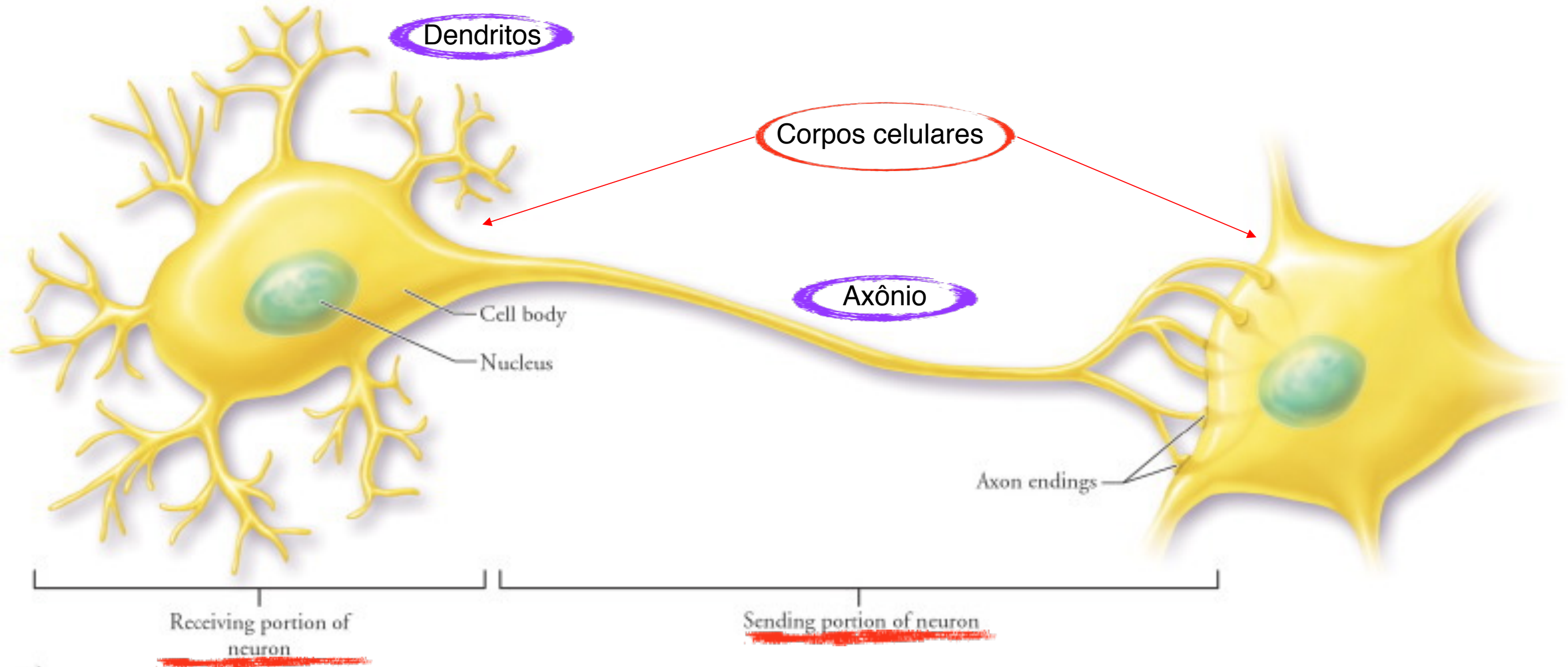
Especializados em transmitir estímulos nervosos ao longo do corpo

Formado pelo corpo celular (Pericárioion) e por 2 tipos de processos ou fibras nervosas (axônios e dendritos):

Dendritos, que recebem impulsos elétricos no corpo celular

Axônios, que carregam e transmitem os impulsos elétrico

A UNIDADE BÁSICA DO SISTEMA NERVOSO É O NEURÔNIO

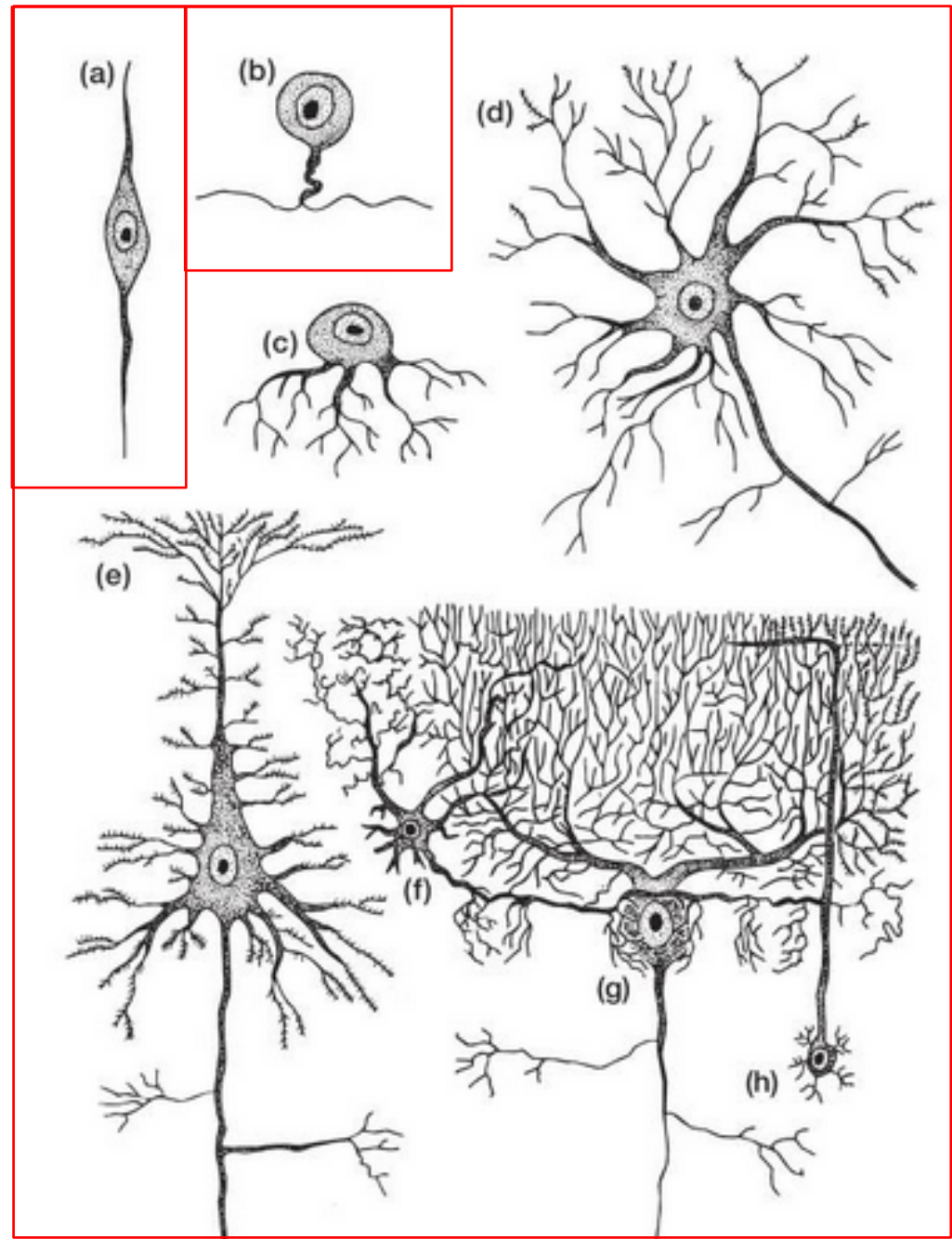


NEURÔNIOS

O corpo celular é portanto a parte **receptora** do Neurônio

E o axônio é a parte **transmissora** do Neurônio

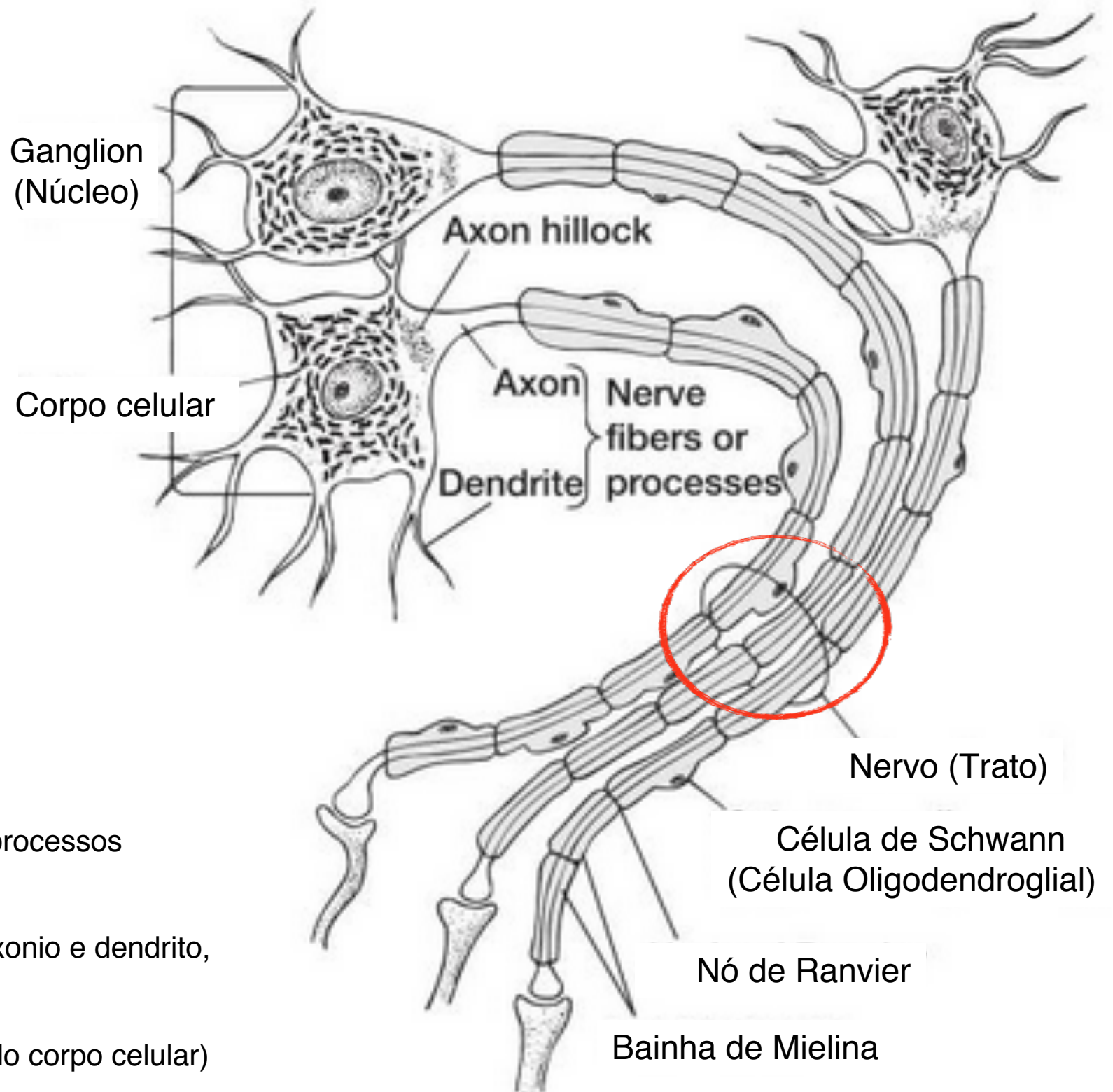
A UNIDADE BÁSICA DO SISTEMA NERVOSO É O NEURONIO



Ganglion
(Núcleo)

Corpo celular

Geralmente, as extensões dos neurônios (axônios) estão reunidas
Como os arames de um cabo, formando **nervos** no SNP e **tratos**
no SNC.



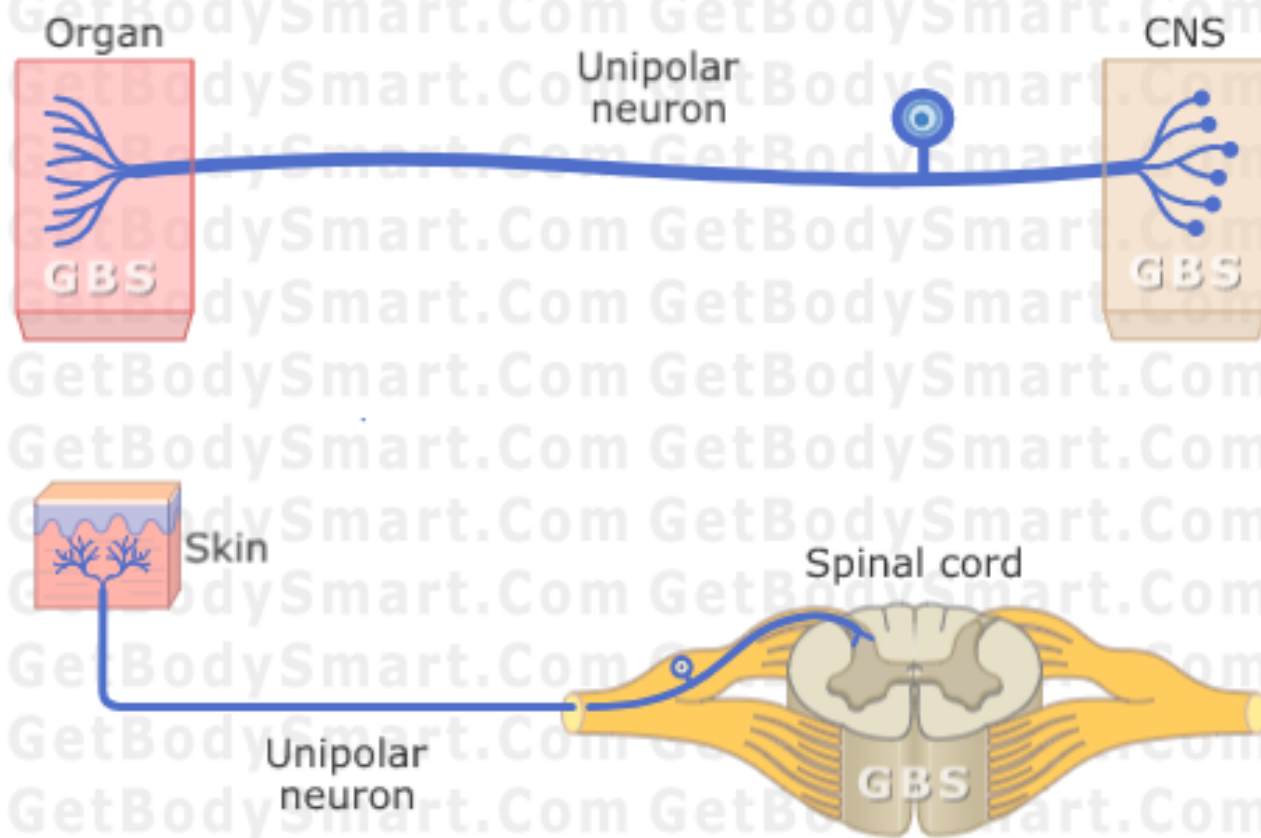
Neurônios podem ser classificados pelo número de processos protoplasmáticos que possuem:

Unipolares (com uma única raiz que se divide em axônio e dendrito, comum em insetos)

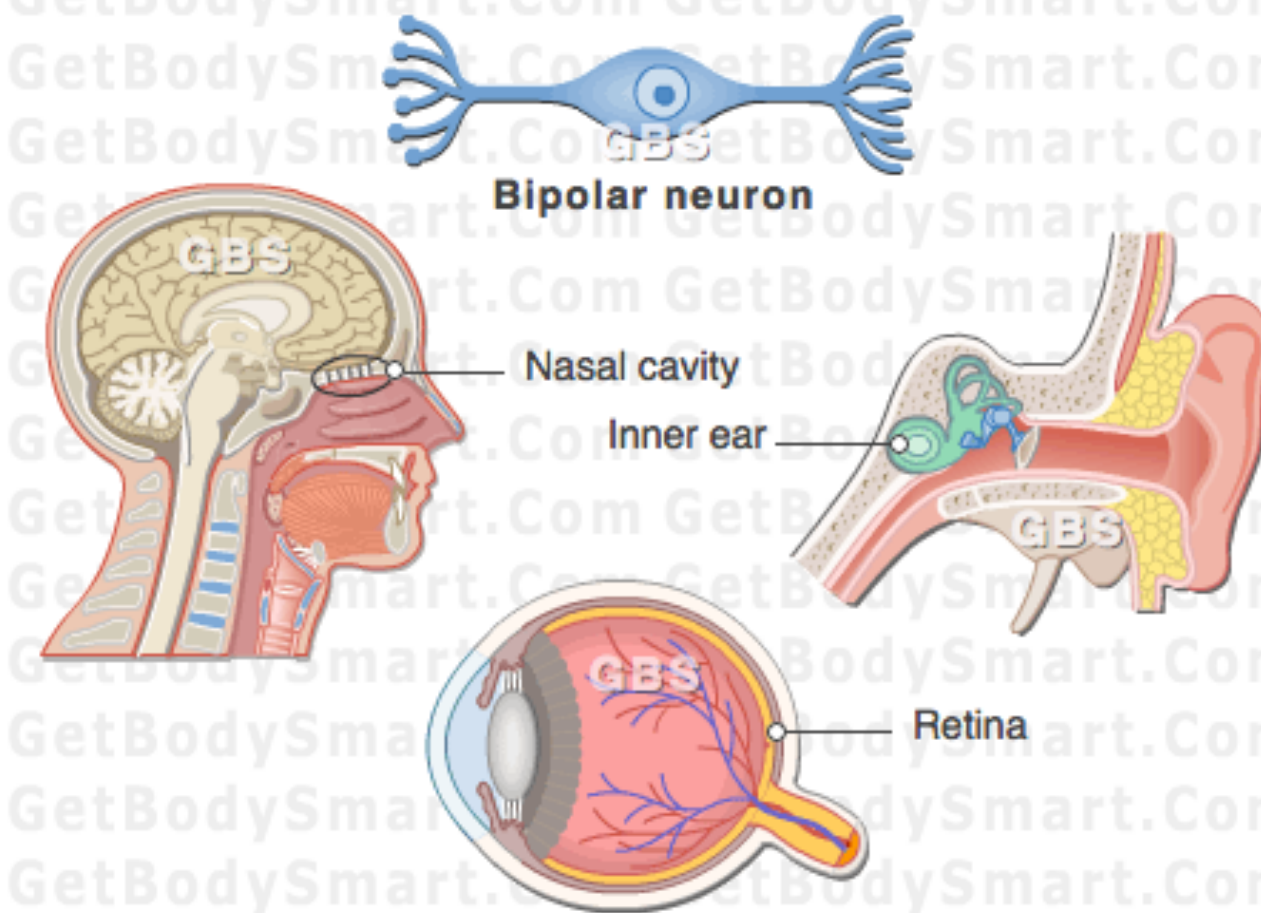
Bipolares (com dois processos em pontas opostas do corpo celular)

Multipolares (com muitos porcessos associados ao corpo celular)

Neuronios unipolares



Neuronios bipolares



Neuronios unipolares: tipos mais comuns de neurônios.

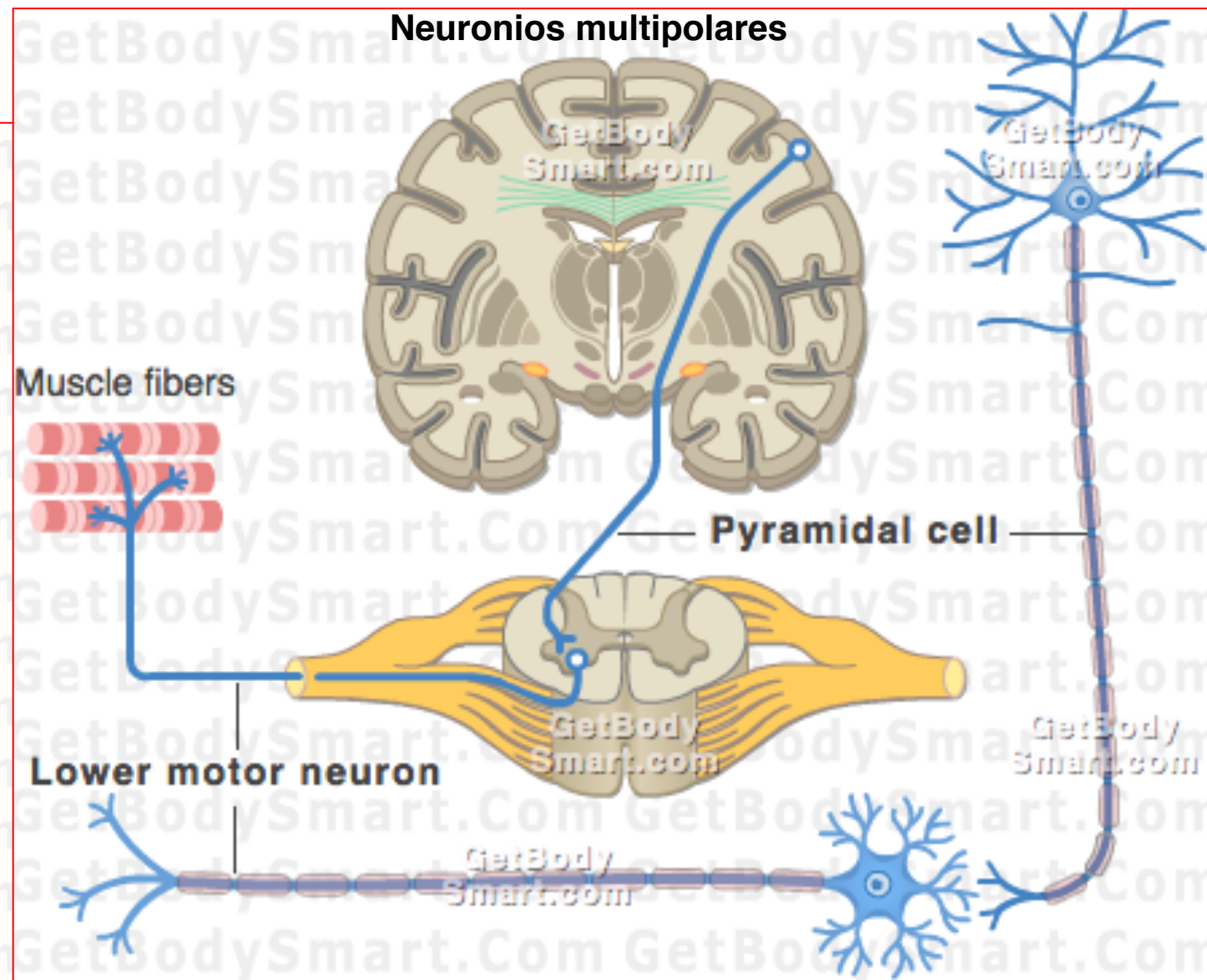
Usualmente longos (até 1 metro).

São divididos em uma porção periferal longa e uma porção central mais curta. Além dos sentidos de dor e toque, eles também carregam informações sobre temperatura, gosto, percepção espacial, e atividade visceral.

Neuronios bipolares: encontrados na retina do olho, cavidade nasal, ouvido interno

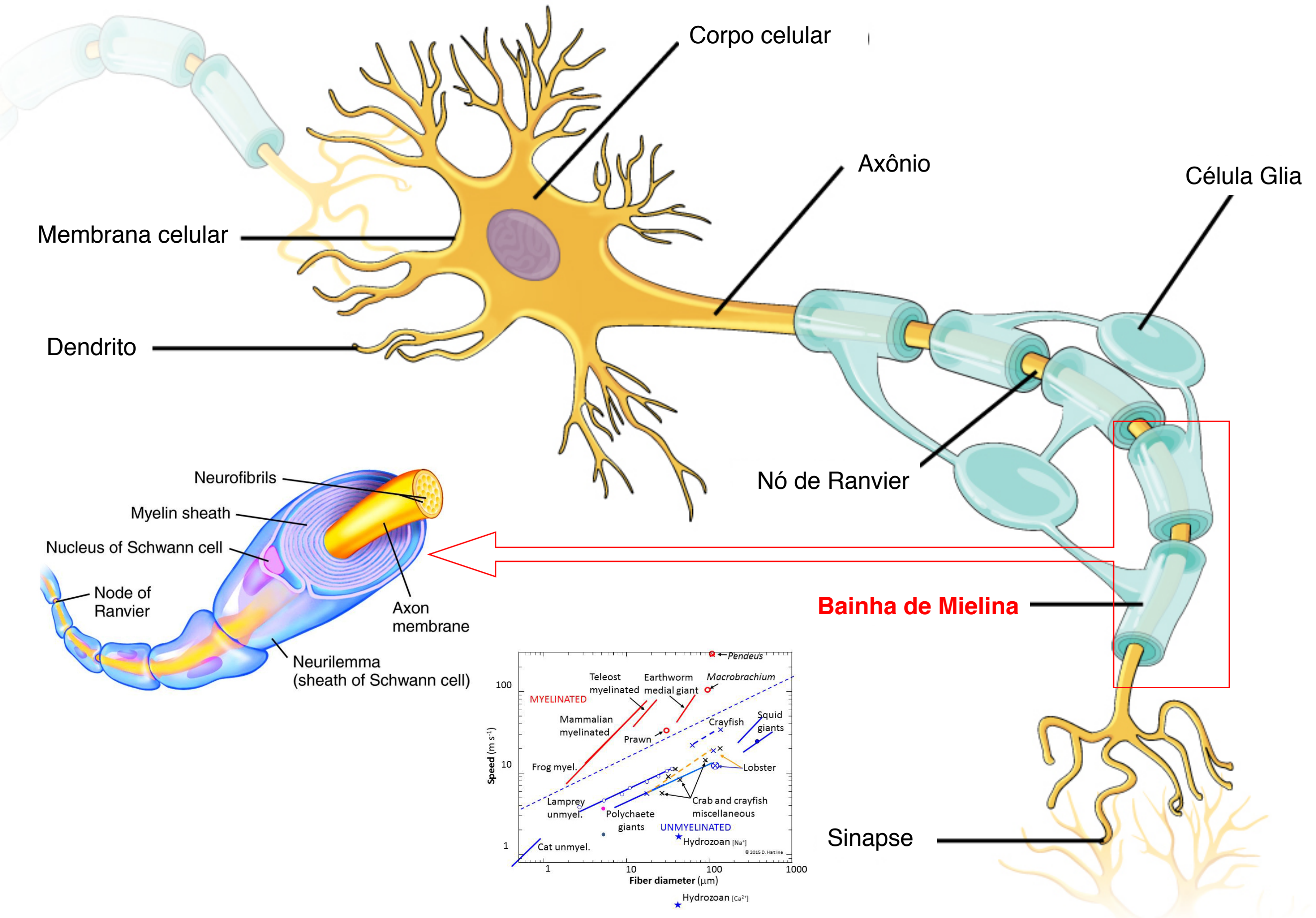
Neuronios multipolares: associados ao controle dos movimentos corporais. Conduzem ações potenciais do cortex do cerebro para a medula espinhal e desta para os complexos musculares

Neuronios multipolares

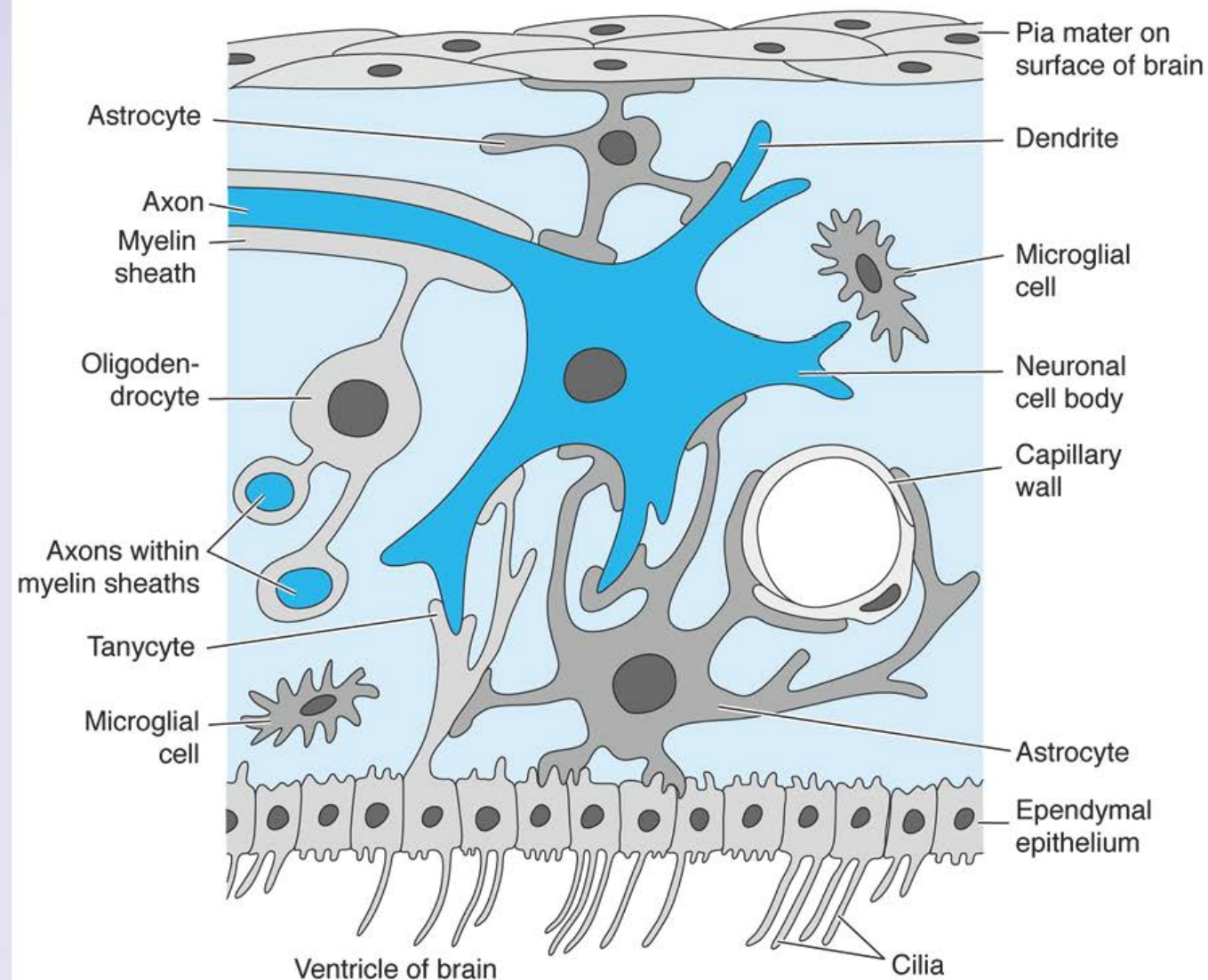


Bainha de Mielina = Sinapomorfia dos Gnatostomata

- Formada por células **não neuronais** chamadas de **célula de Schwann**, que se dobram ao redor do axônio
- Aumenta a velocidade do impulso nervoso pelo axônio



OUTROS TIPOS DE CÉLULAS NÃO NEURONAIS

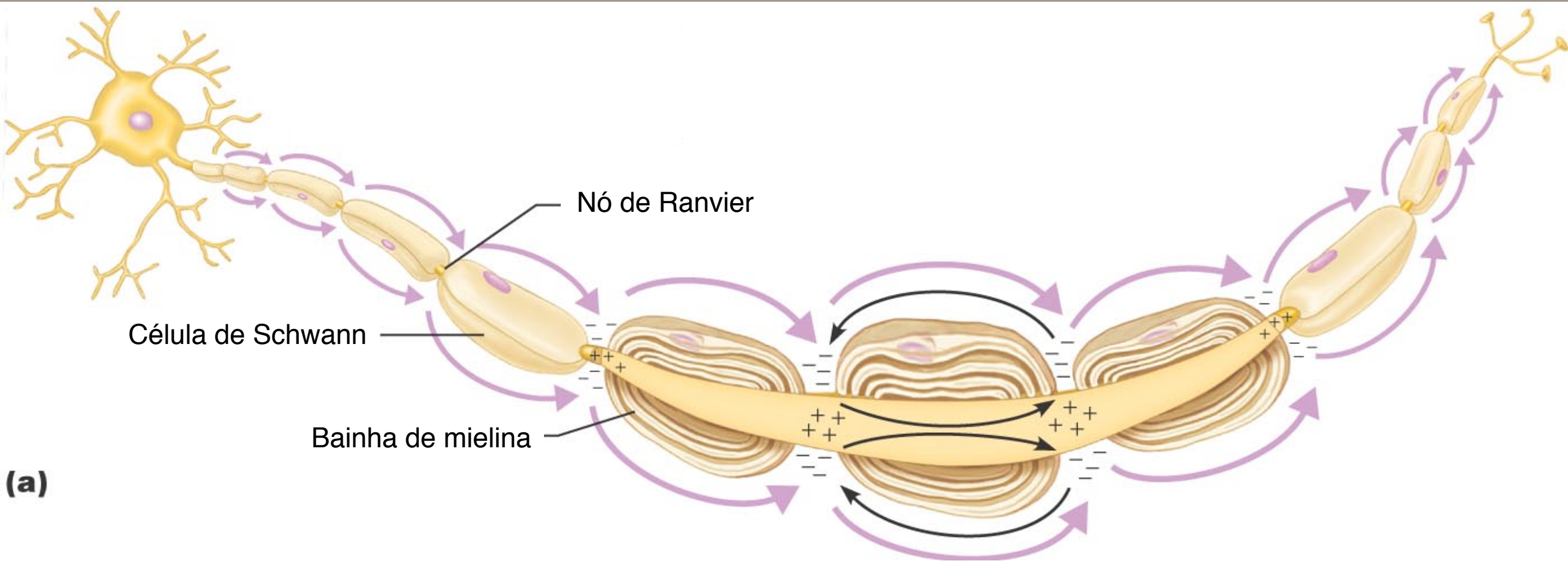


Astrócitos: equilíbrio iônico, nutrição
Micróglia: fagocitose, limpeza

Astrócitos = formam conexões citoplasmáticas que servem para transportar nutrientes entre os capilares sanguíneos e os neurônios

Microglias = processo de fagocitose de materiais estranhos (destrói patógenos e remove neurônios mortos)

NEURÔNIO COM BAINHA DE MIELINA



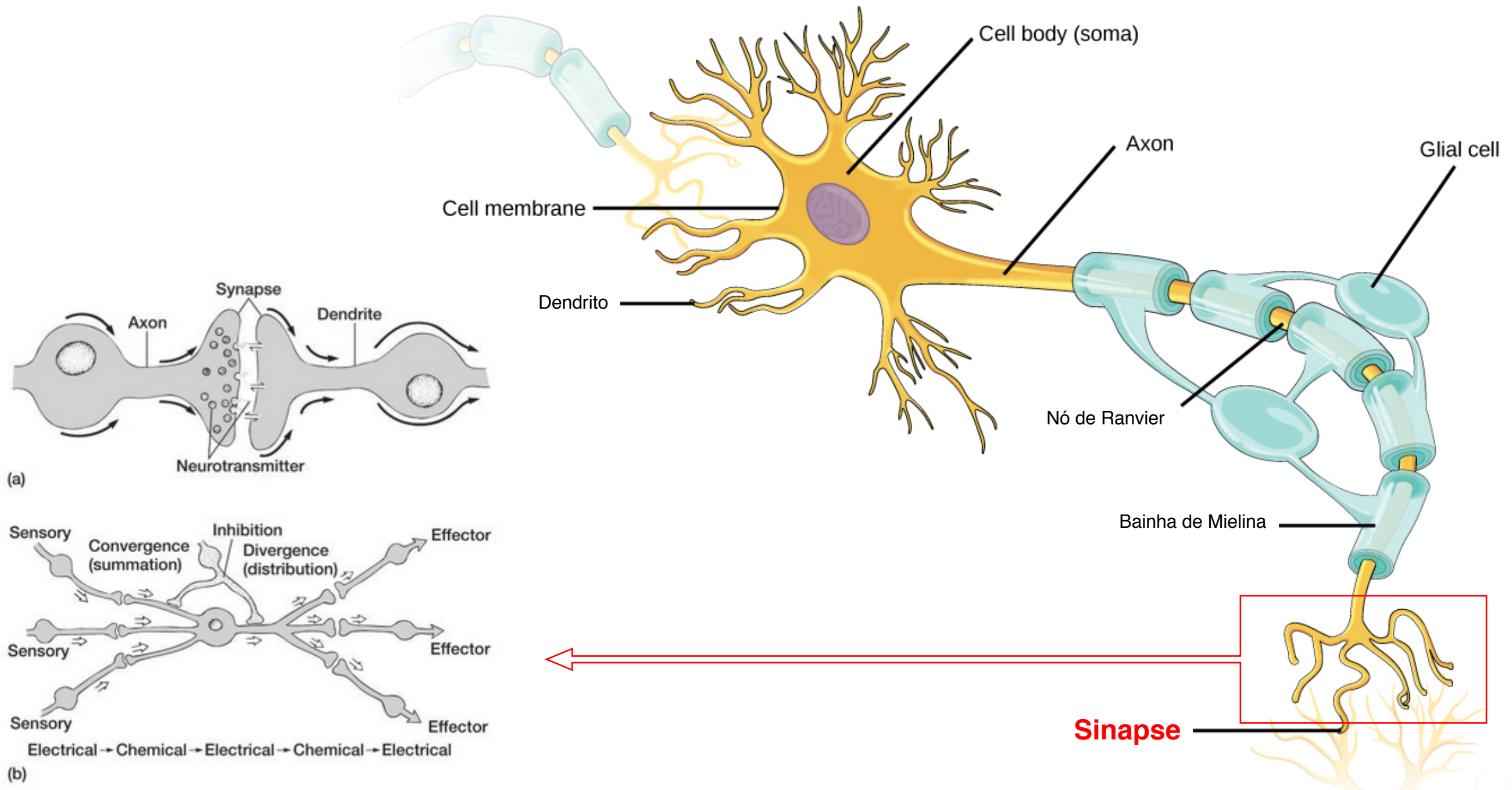
- Nós de Ranvier: são indentações na bainha de mielina que correspondem à região descoberta do axônio entre 2 células de Schwann
- Com o aumento de velocidade ao passar pela bainha de mielina, o impulso nervoso se propaga em pulos de um nó de Ranvier a outro
- mudança de carga de íons negativos e positivos através da bomba de sódio-potássio, usando ATP

A informação que atravessa o sistema nervoso é transmitida na forma de sinais **químicos** e **elétricos**:

- **Sinais elétricos** são pulsos nervosos que trafegam pelos neurônios
- **Sinais químicos** são aqueles transmitidos na região das **sinapses**, espaços que ocorrem na junção entre os neurônios

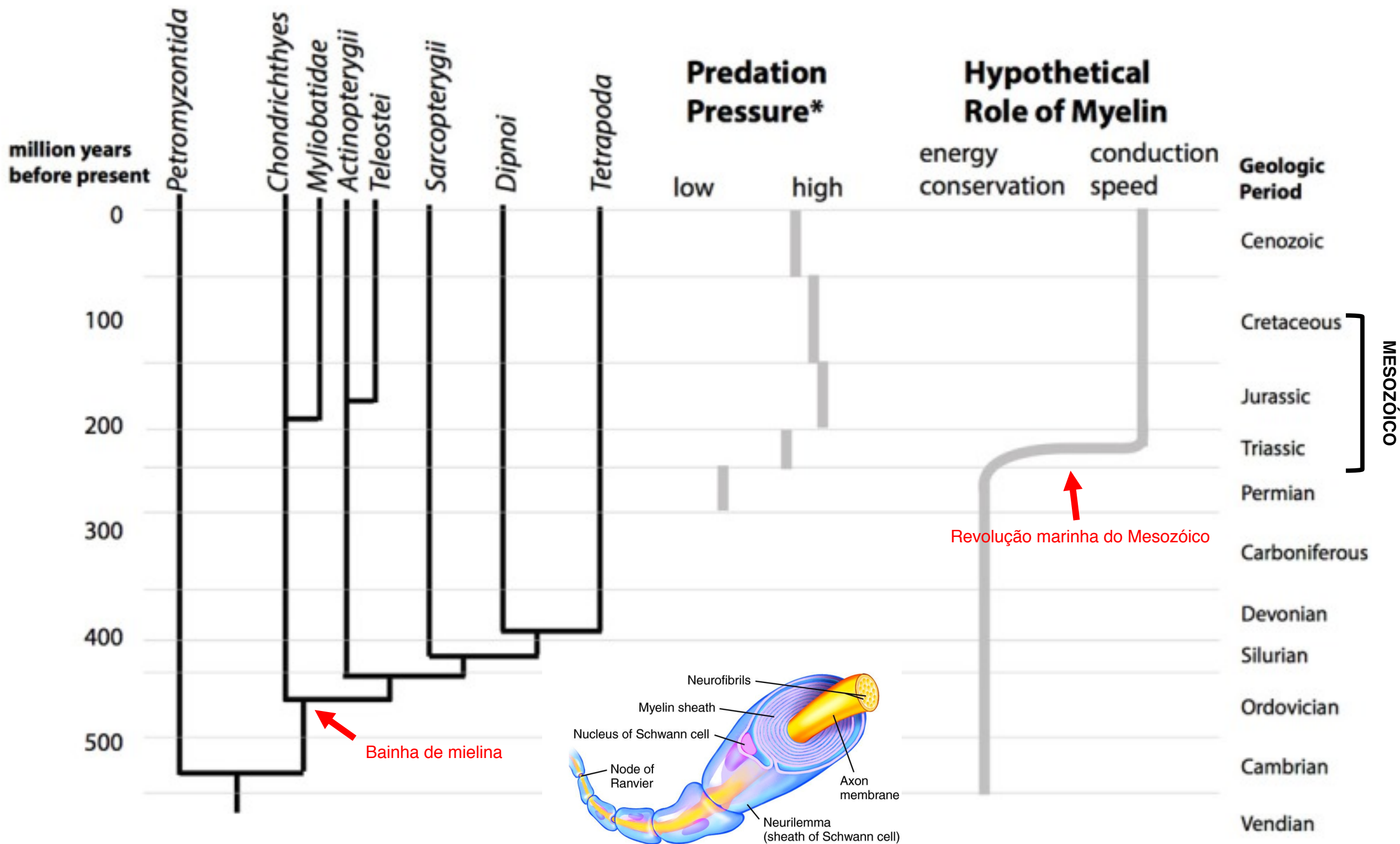
As **sinapses** são conexões entre neuronios onde são produzidos os neurotransmissores (sinais químicos) em um neurônio, que serão responsáveis pela criação do impulso elétrico no neurônio adjacente, transmitindo assim o estímulo nervoso através do corpo

Sinapses introduzem um sistema de controle do fluxo de informação nervosa

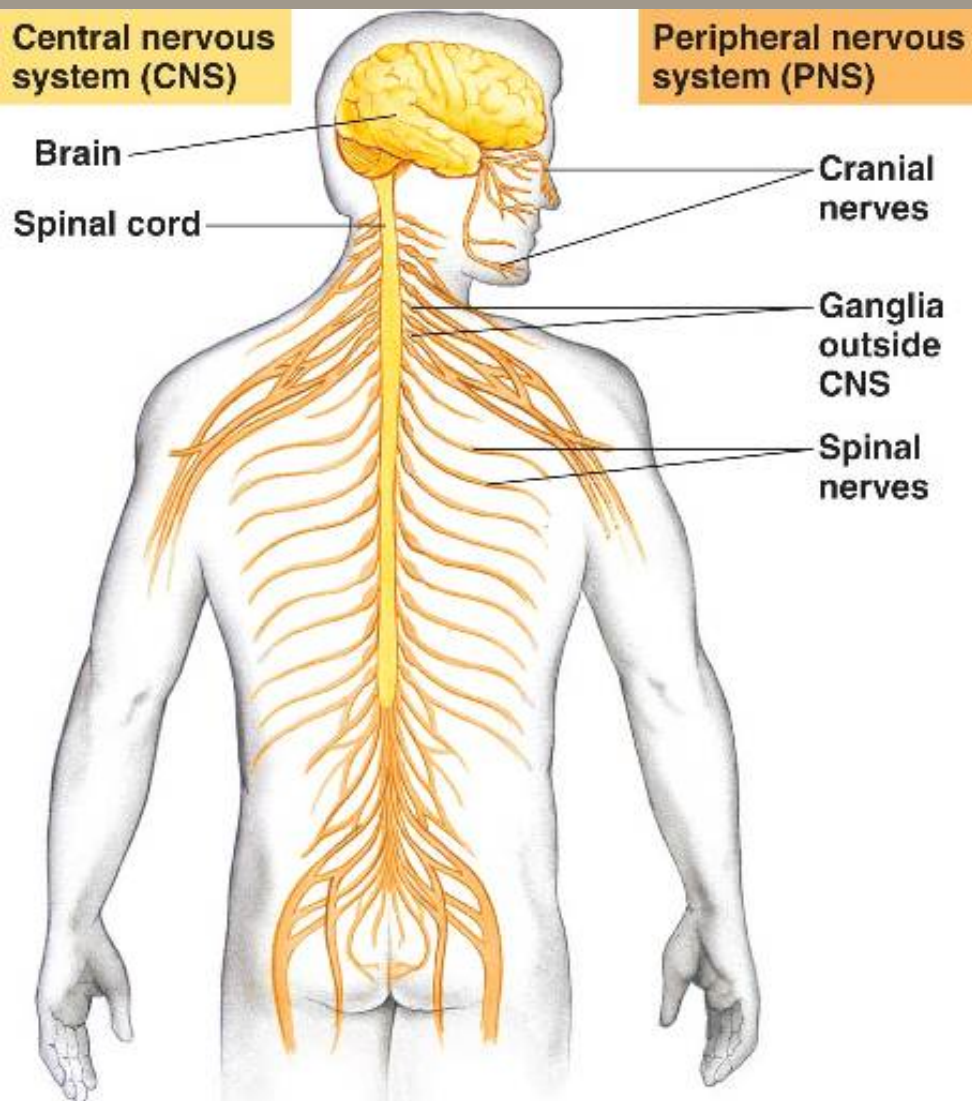


A bainha de mielina evoluiu com os primeiros gnatostomados, no Ordoviciano, originalmente com a função de minimizar o consumo de energia na transmissão dos sinais nervosos.

O aumento da pressão seletiva nos oceanos do Mesozóico, determinado pela diversificação expressiva de predadores ativos tanto nos vertebrados quanto nos invertebrados, selecionou a função da mielina para a de super-condutor, diminuindo assim o tempo de resposta dos organismos com esta adaptação



SISTEMA NERVOSO



SISTEMA NERVOSO – organização geral

Consiste em 2 sistemas

1. Sistema nervoso central:

- encéfalo
- medula espinhal

2. Sistema nervoso periférico:

- nervos cranianos
- nervos espinhais

O sistema nervoso tem como função receber estímulos de um ou mais receptores e transmitir informações para um ou mais efetivadores.

Regula a ação ou performance de um animal integrando informação vinda de sensações imediatas com memória de experiência passada

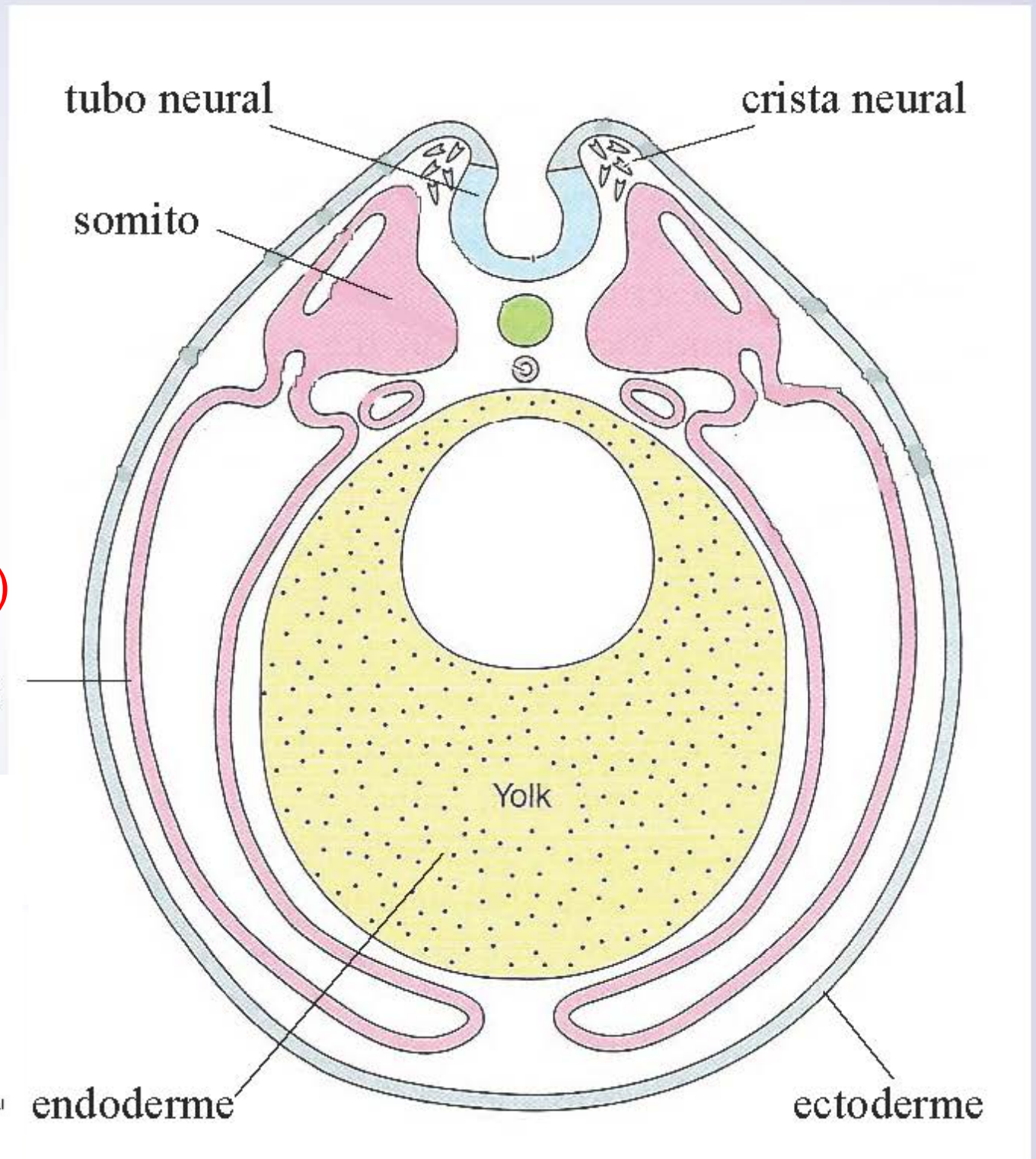
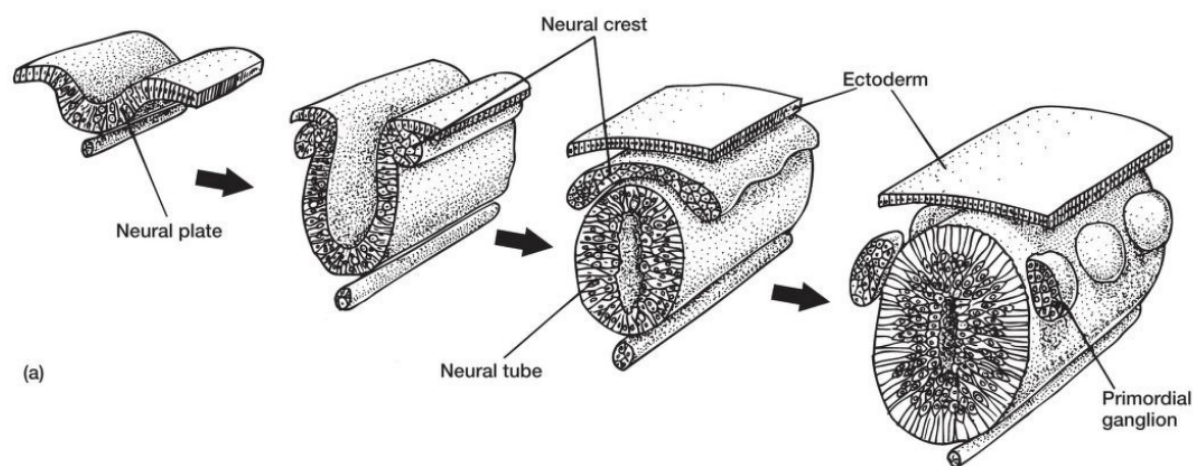
Efetivadores são mecânicos (músculos) ou químicos (glandulas)

SISTEMA NERVOSO CENTRAL – organização geral

1. Sistema Nervoso Central - encéfalo e medula espinhal

- ✓ oco
- tubo nervoso oco dorsal
- sinapomorfia de **Chordata**
- Origem ectodérmica (crista neural)

mesoderme

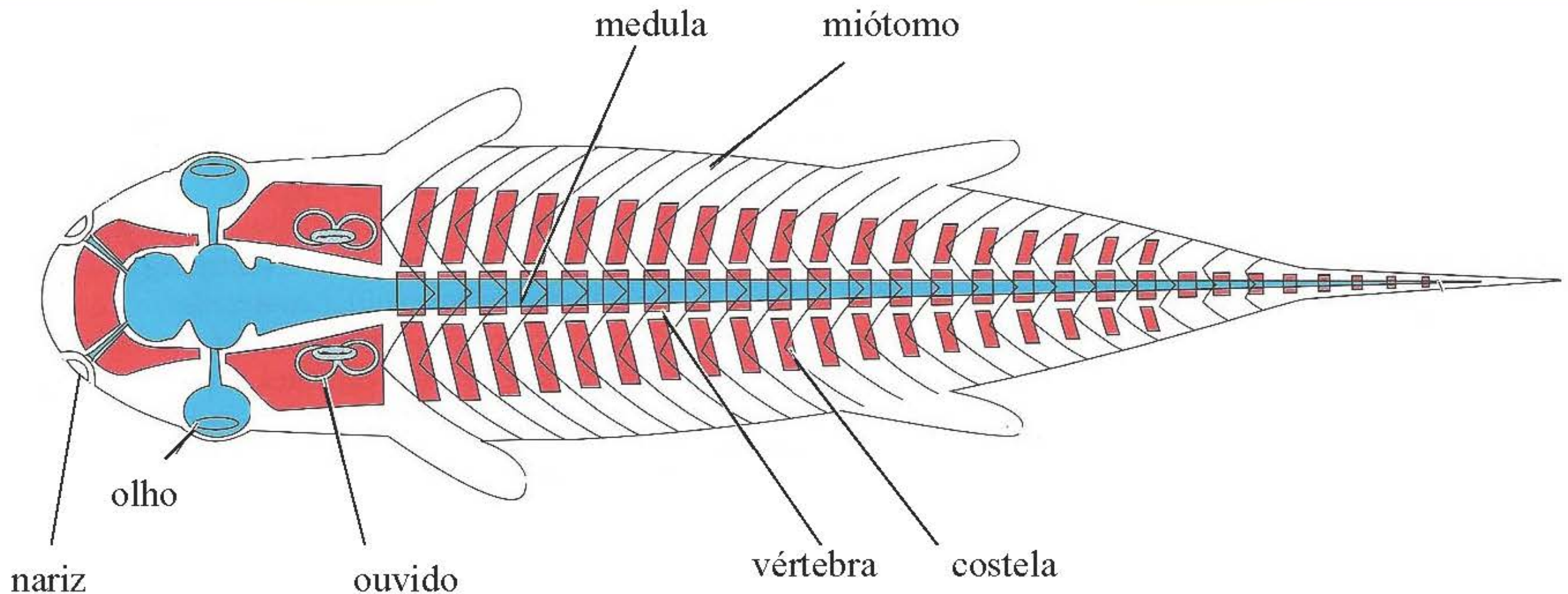


SISTEMA NERVOSO – organização geral

1. Sistema Nervoso Central - encéfalo e medula espinhal

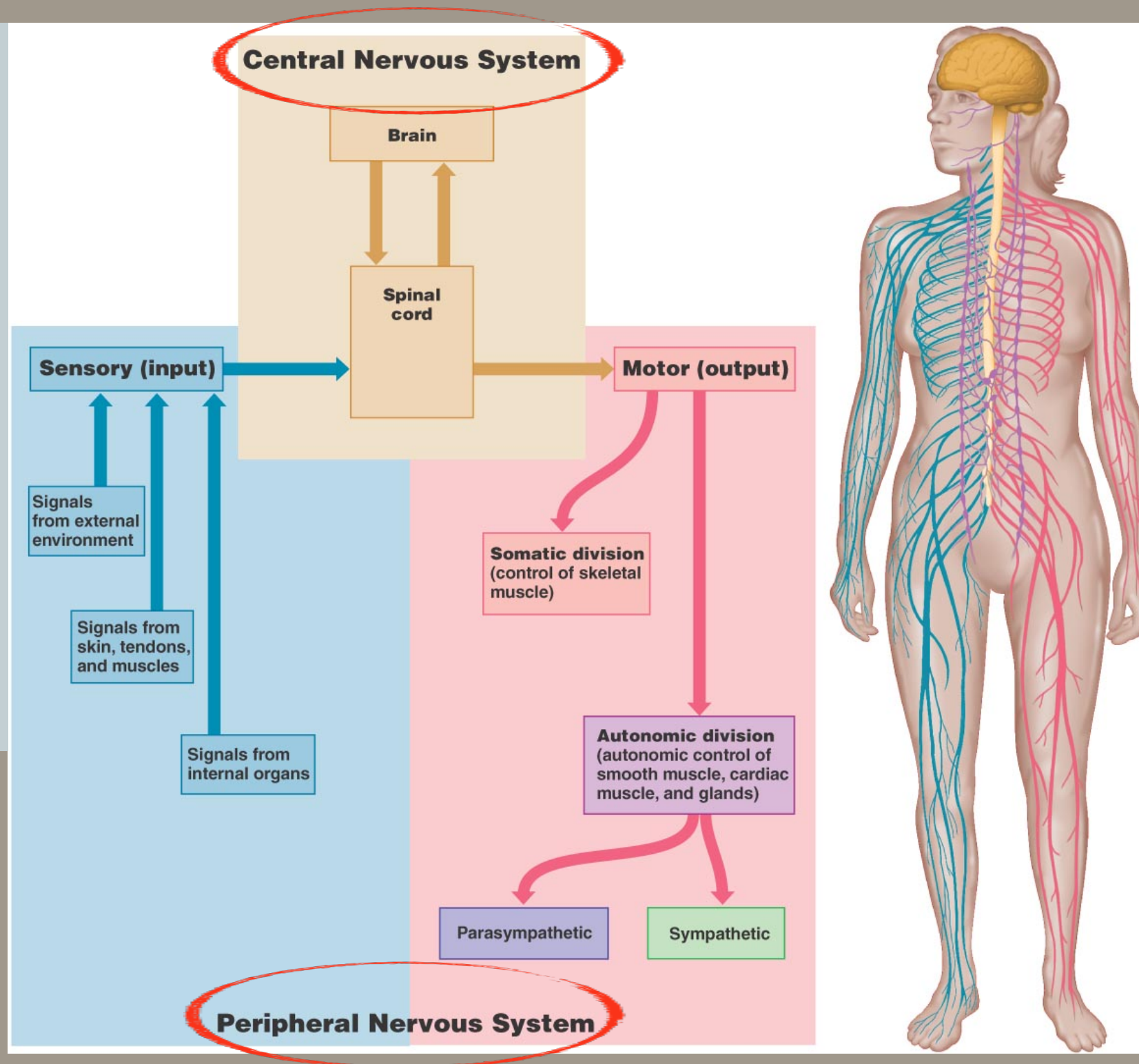
✓ encefalização – aumento da região anterior do tubo neural

- órgãos sensoriais pares →
- sinapomorfia de **Craniata**
- animais mais ativos
- concentração de sensores na região frontal
- aumento de neurônios para processamento



SISTEMA NERVOSO

Sistema de nervos sensoriais = carregam informação dos tecidos para o SNC, sobre toque, dor ou calor da pele.



Sistema de nervos motores = carregam impulsos do SNC para os tecidos para estimular uma reação.

Vertebrados com um sistema nervoso duplo claramente determinado: somático e visceral

Nervos somáticos (sistema nervoso voluntário) se conectam aos tecidos somáticos, músculos, pele e derivados

Nervos viscerais (sistema nervoso involuntário) se conectam às vísceras, músculos involuntários e glândulas

SISTEMA NERVOSO – organização geral

2. Sistema Nervoso Periférico – tipos de nervos

Sistema Nervoso Central: encéfalo e medula espinhal

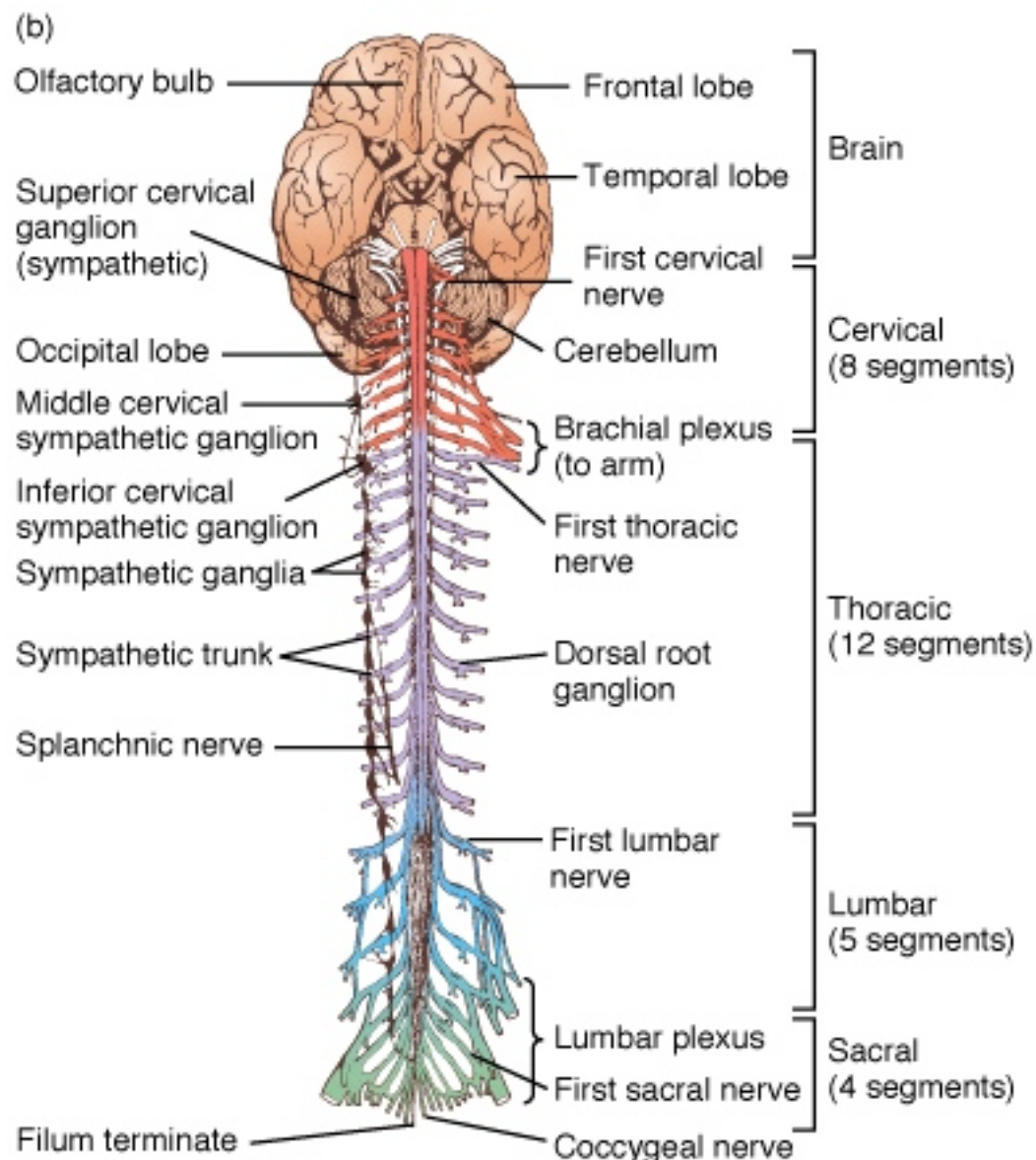


SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

O **SNP** pode ser dividido em 2 conjuntos: **Nervos espinhais** e **Nervos craniais**

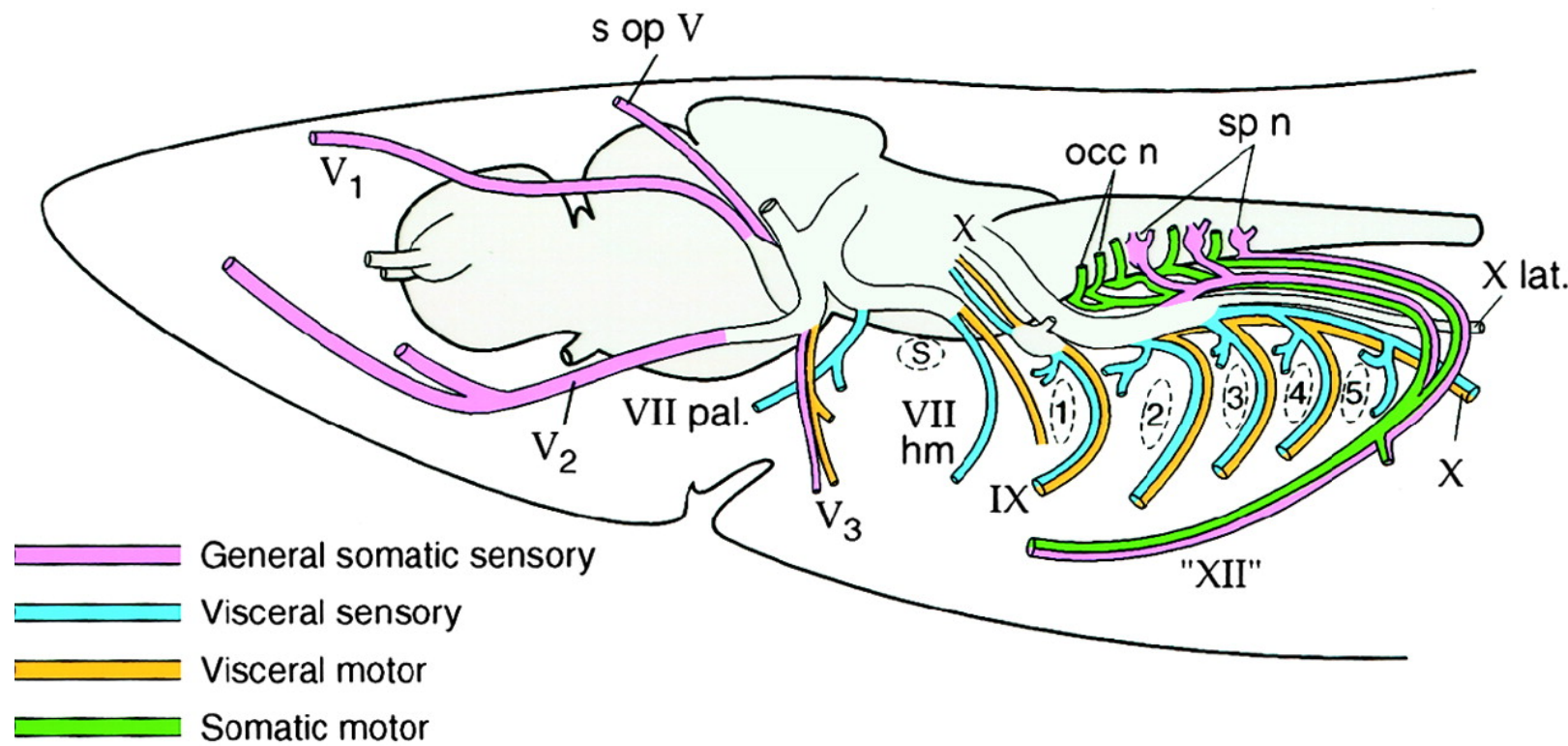
Nervos espinhais

- Associados à medula espinhal
- numerados sequencialmente e por região da coluna vertebral (cervical C1; Torácica T1; Lombar L1; Sacral S1)
- Cada nervo espinhal tem 1 raiz dorsal (sensorial ou aferente) e 1 raiz ventral (motora ou eferente) que se juntam lateralmente

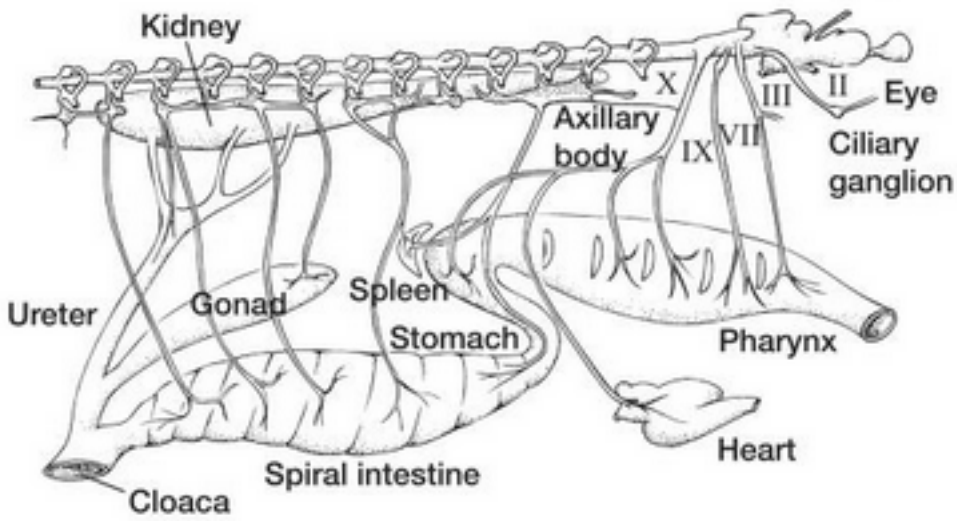


Nervos craniais

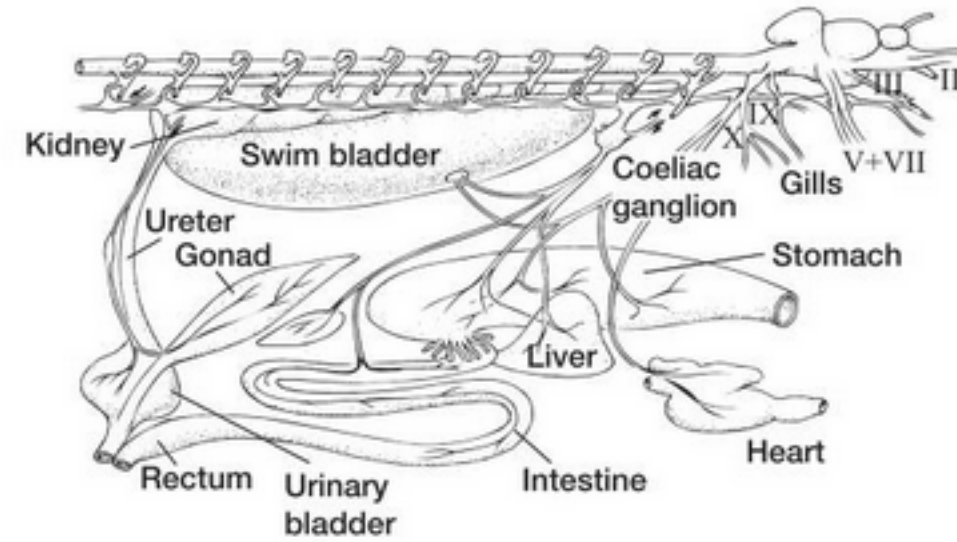
- Raízes emergem da caixa craniana dos vertebrados
- Numerados e nomeados sequencialmente com números romanos de I a XII.
- Evoluíram de nervos dorsais e ventrais dos primeiros nervos espinhais mais anteriores que foram incorporados à caixa craniana.
- Ao contrários dos nervos dorsais e ventrais espinhais que funcionam, os nervos craniais se mantêm separados em duas series: nervos dorsais (V, VII, IX, X) e nervos ventrais (III, IV, VI, XII).
- Como os nervos espinhais, estes podem ser sensoriais e motores, ou mistos



NERVOS ESPINHAIS

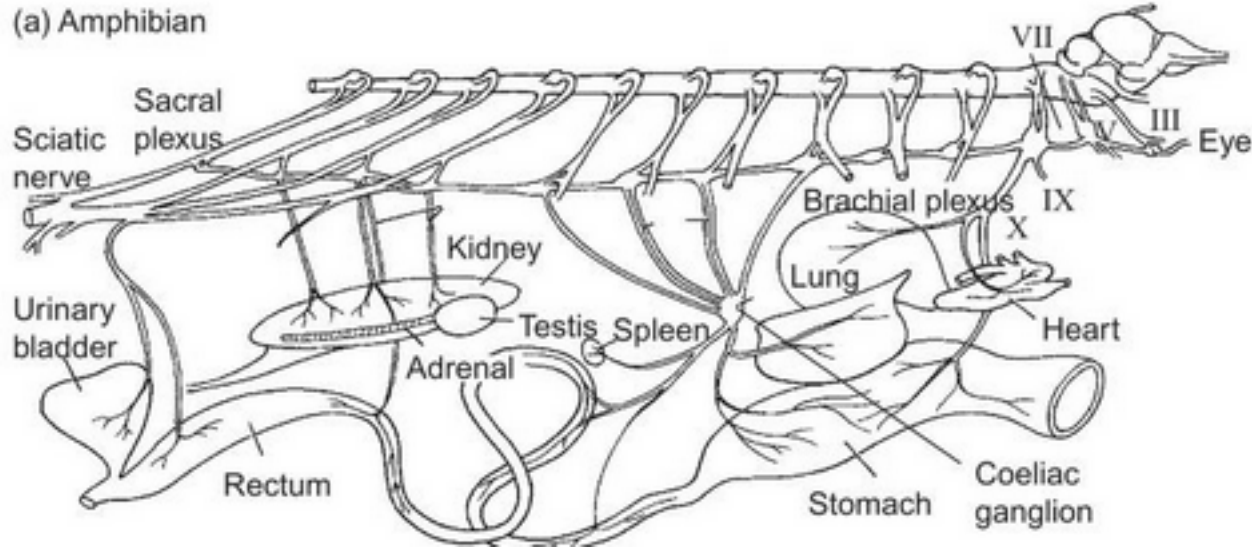


(a) Elasmobranch

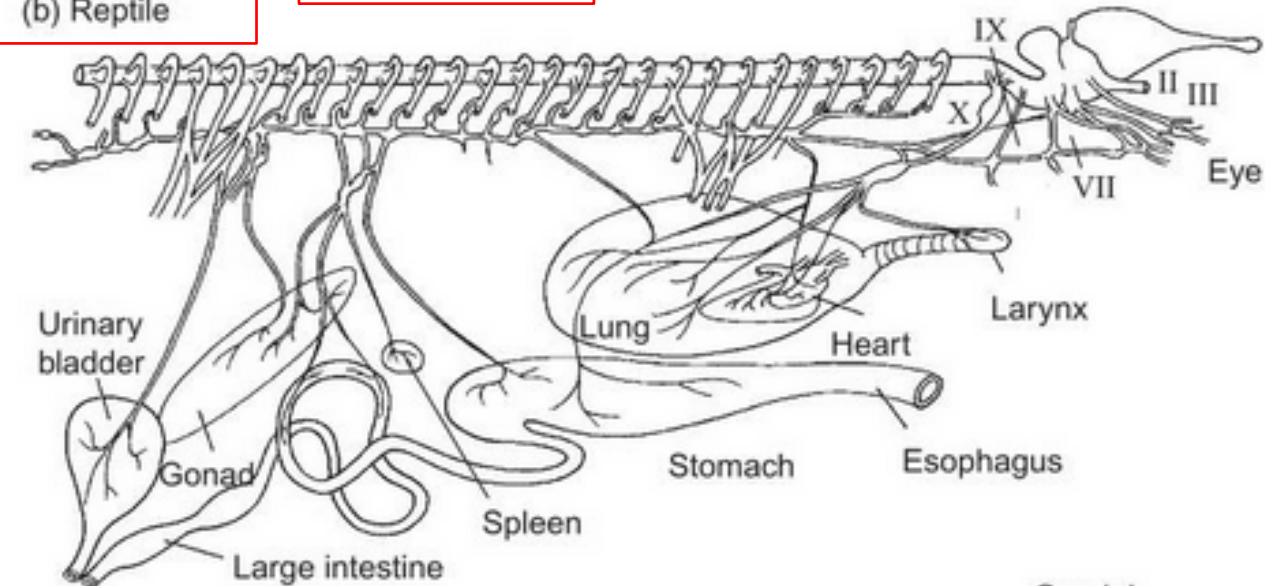


(b) Teleost

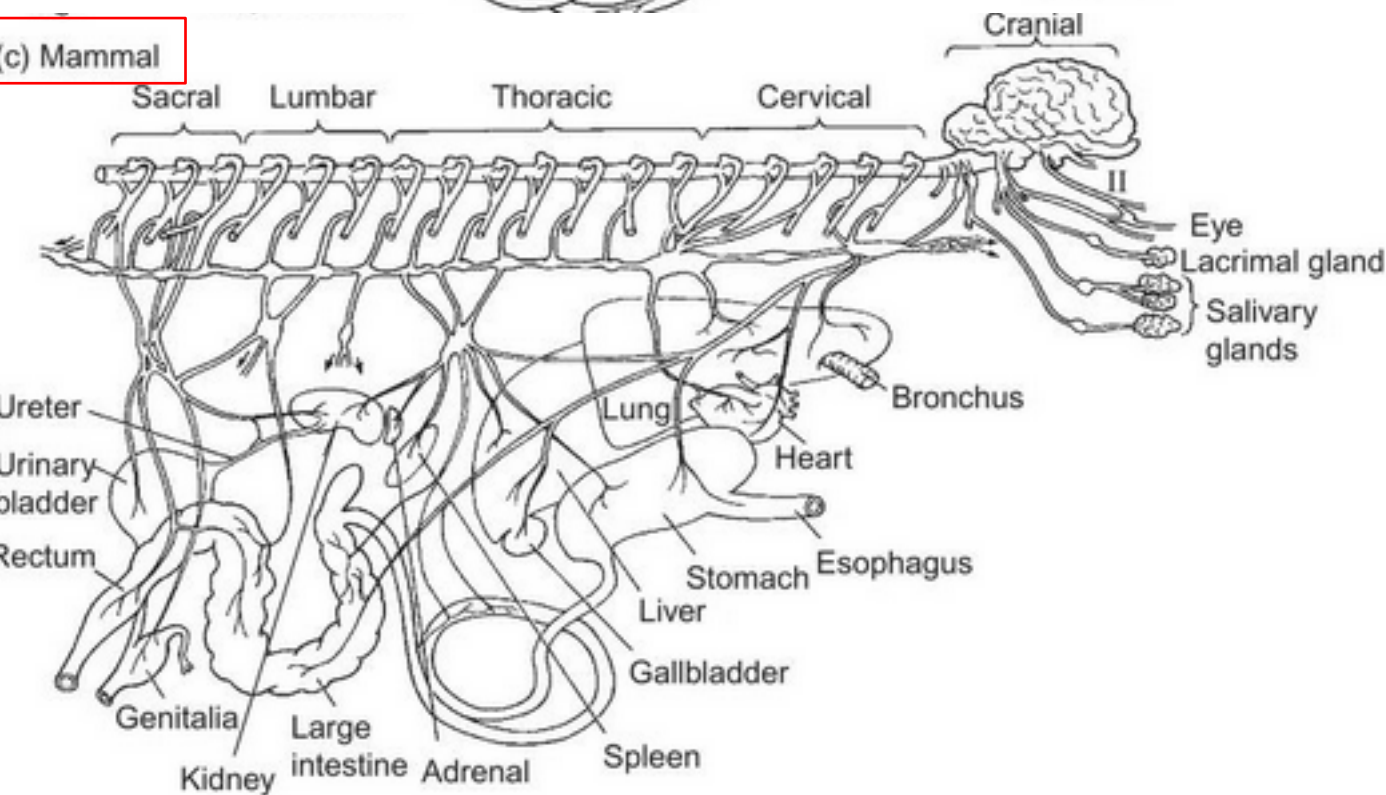
(a) Amphibian



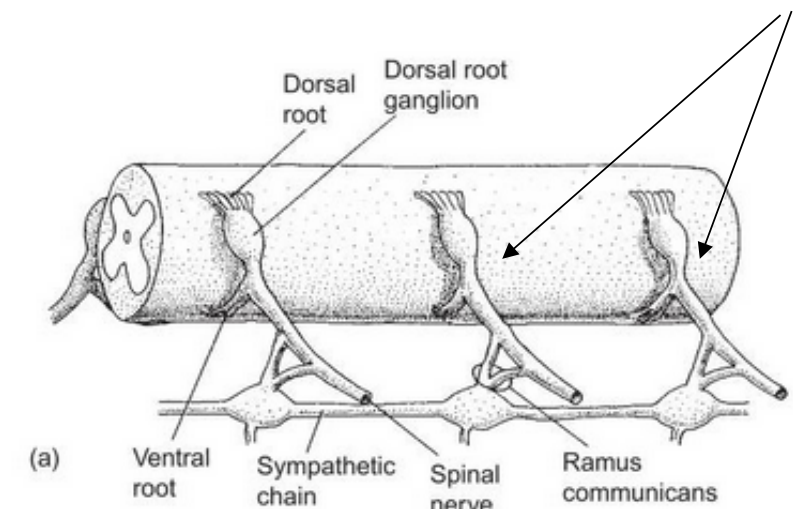
(b) Reptile



(c) Mammal



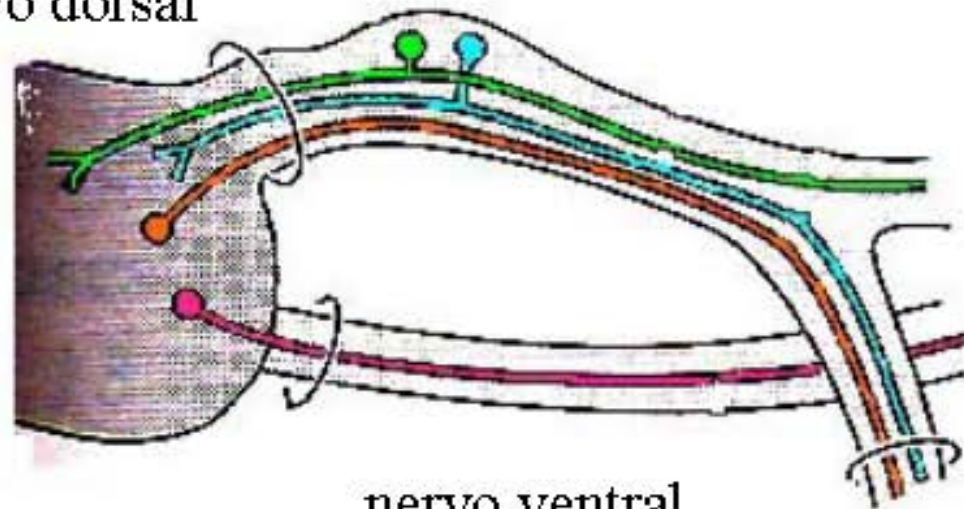
A junção das raízes dorsal e ventral dos nervos espinhais é uma sinapomorfia de Gnathostomata



EVOLUÇÃO DO SISTEMA NERVOSO – nervos espinhais

Lampréia: nervos dorsal e ventral se ligam separadamente à medula

nervo dorsal



nervo ventral

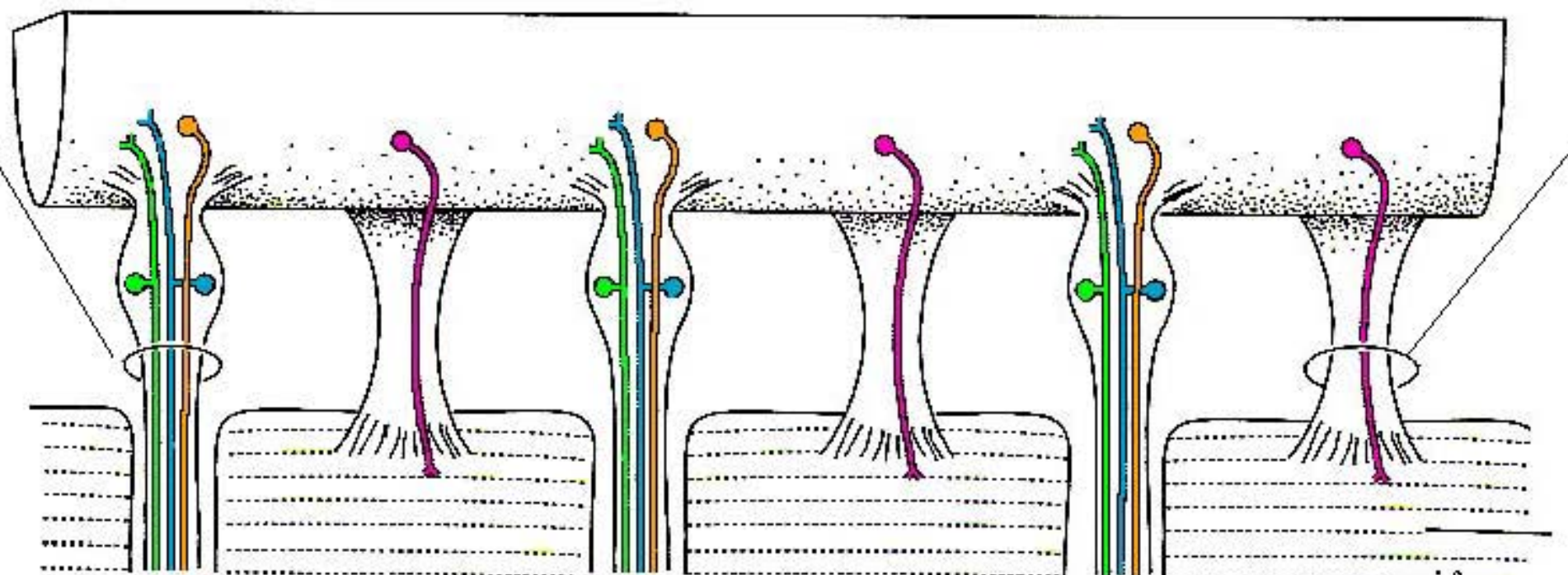
- neurônio sensorial somático
- neurônio sensorial visceral
- neurônio motor visceral
- neurônio motor somático

nervo dorsal

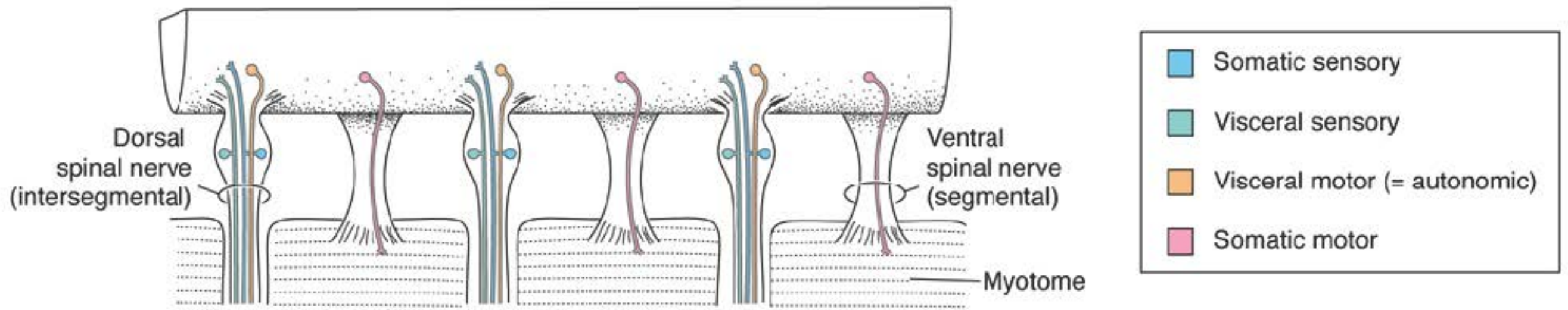
- entre somitos
- para vísceras e parede do corpo

nervo ventral

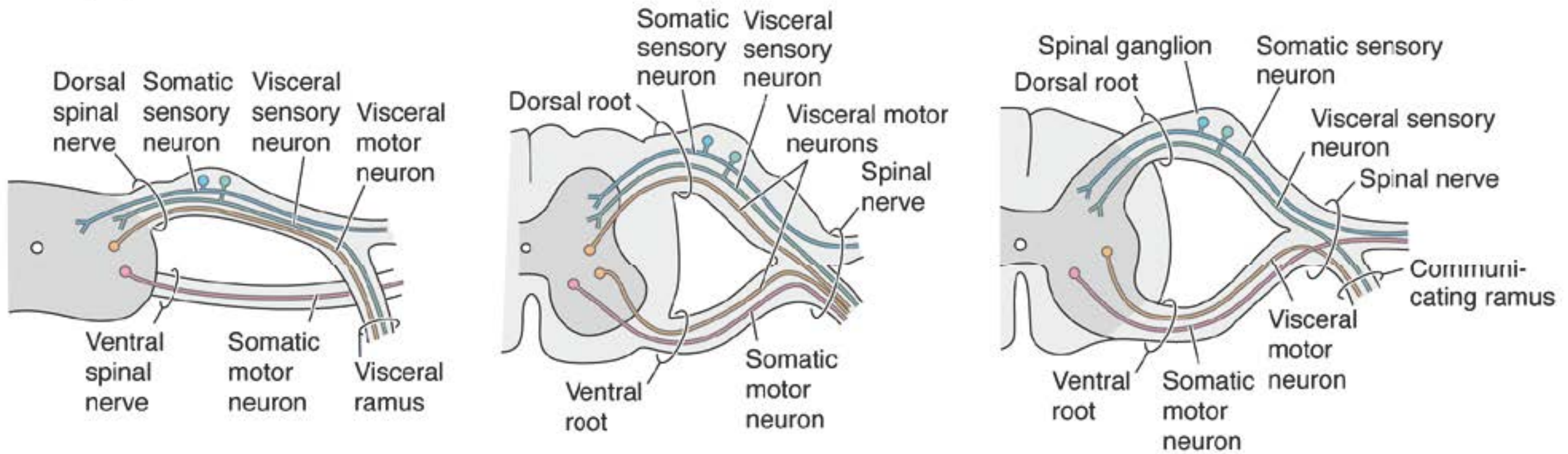
- segue a segmentação dos somitos
- neurônios motores somáticos para miômeros



miômero



A. Lamprey



B. Lamprey

C. Lissamphibian

D. Amniote

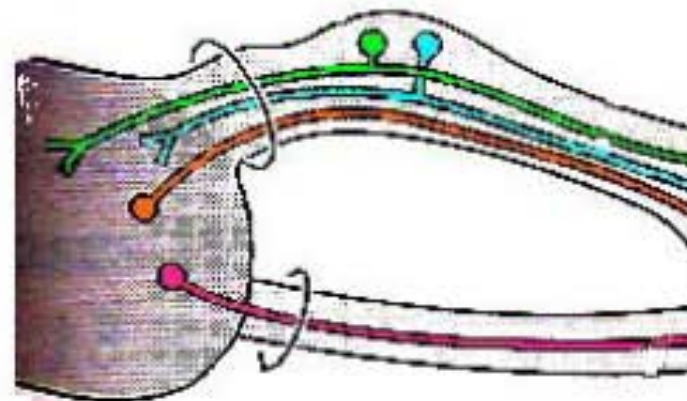
Cada nervo espinhal tem 1 raiz dorsal com neuronios sensoriais e 1 raiz ventral com neuronios motores

- Ciclostomados e anfibios mantêm uma raiz visceral **motora** dorsal remanescente
- Esta raiz está ausente nos amniotas

EVOLUÇÃO DO SISTEMA NERVOSO – nervos espinhais

Lampréia

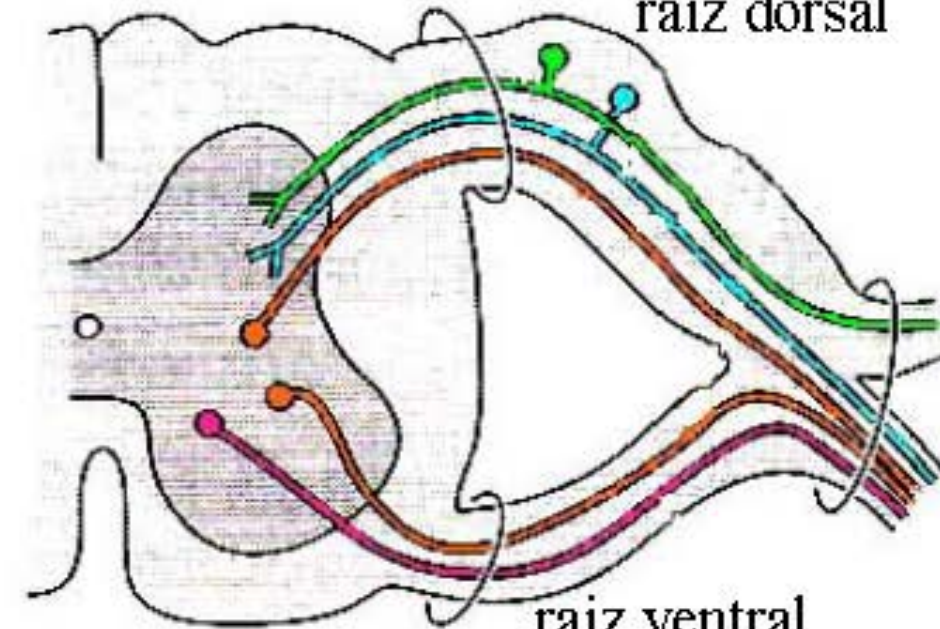
nervo dorsal



nervo ventral

Anamniota

raiz dorsal

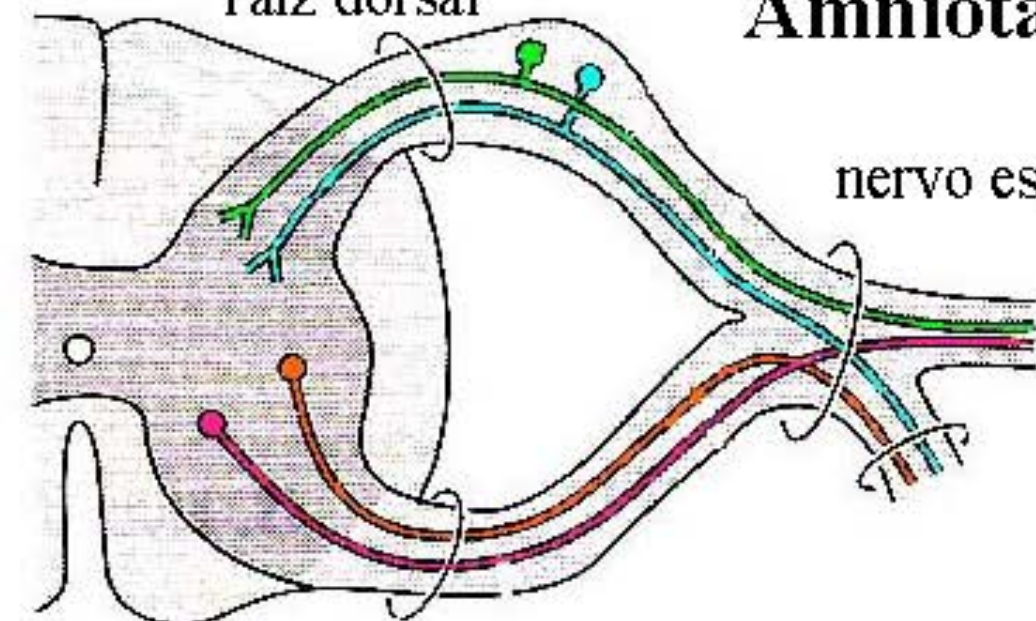


nervo espinhal

raiz ventral

Amniota

raiz dorsal



nervo espinhal

raiz ventral

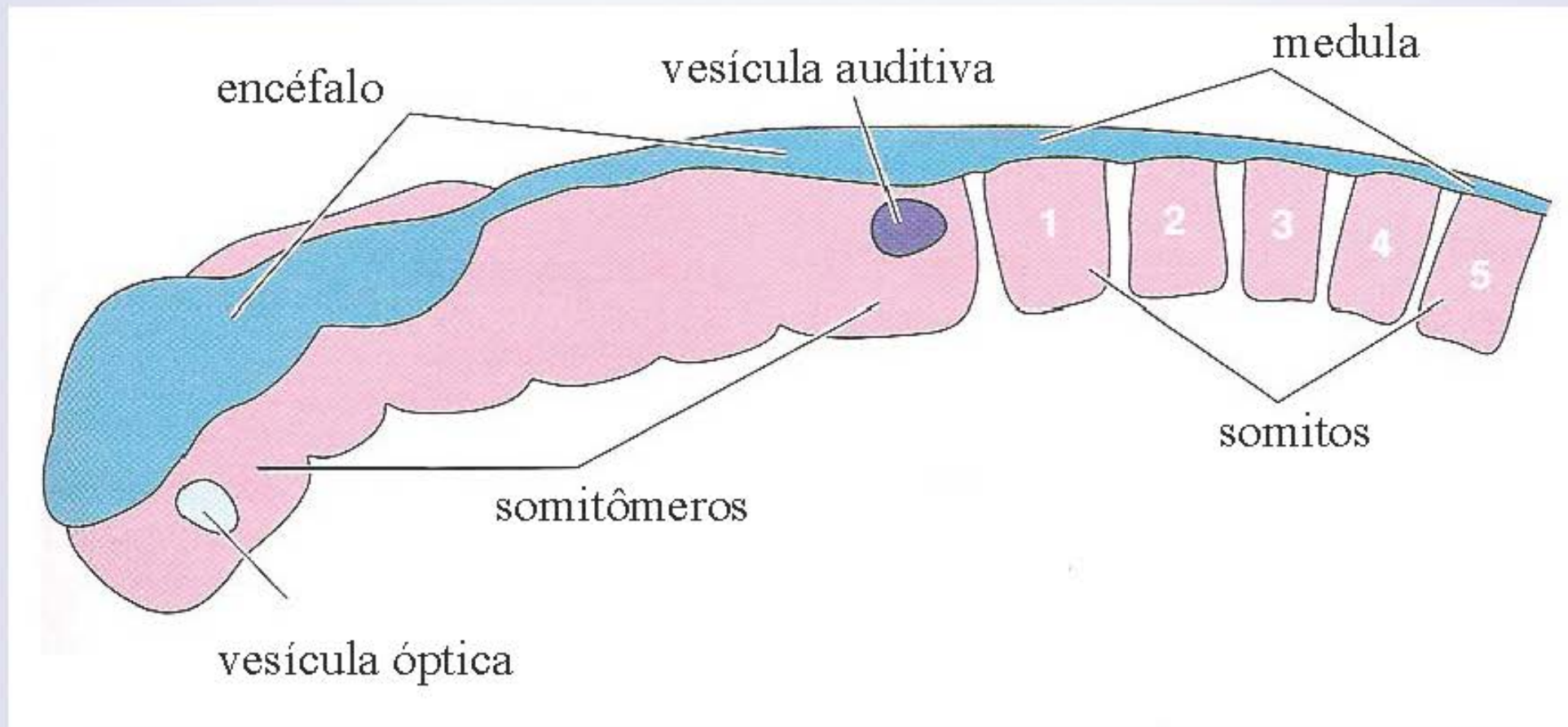
- nervos mais “especializados” em Amniota
- maior separação dos troncos sensorial (dorsal) e motor (ventral)

- neurônio sensorial somático
- neurônio sensorial visceral
- neurônio motor visceral
- neurônio motor somático

NERVOS CRANIANOS

SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

- ✓ **nervos cranianos**
- ligados ao encéfalo
- segmentação menos clara

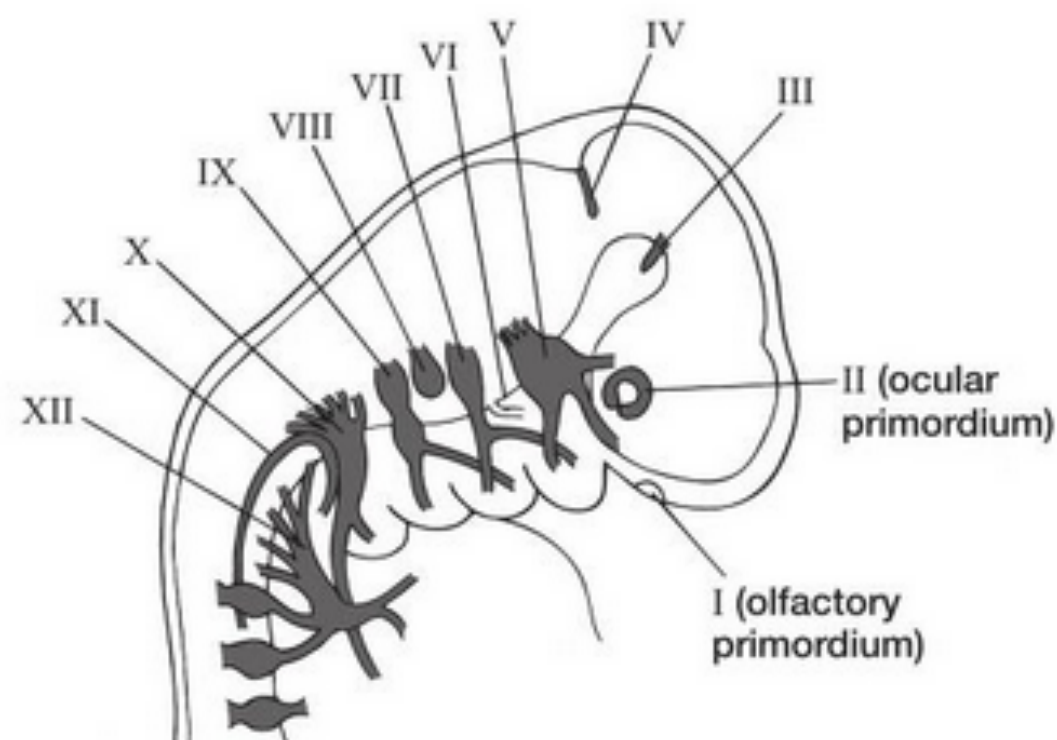


- homólogos às raízes dorsal ou ventral dos nervos espinhais
- ou ligados aos órgãos sensoriais especiais da cabeça

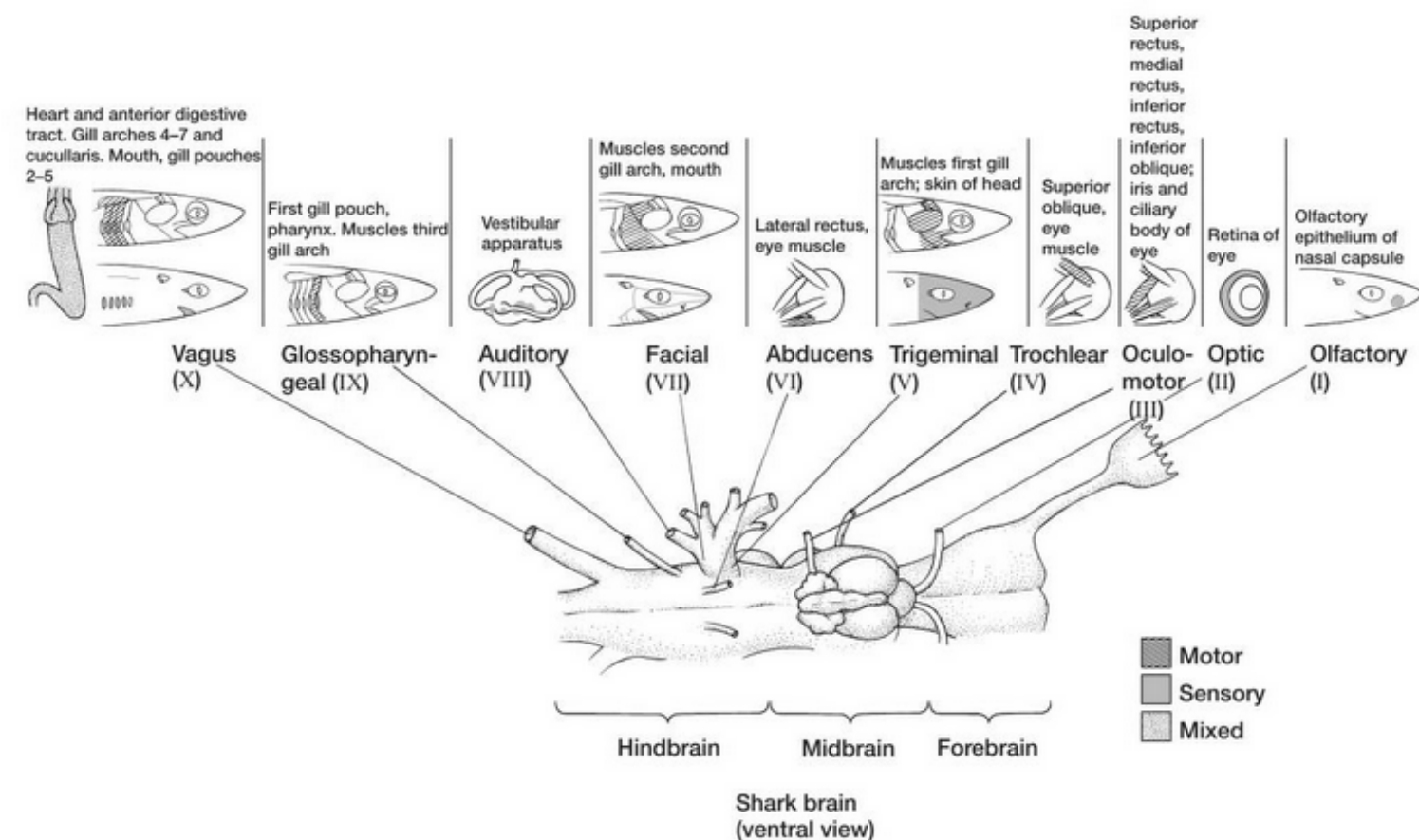
TABLE 16.1 Functional Components of Cranial Nerves in Amniotes

		Somatic Sensory		Visceral Sensory		Visceral Motor		Somatic Motor	
Cranial Nerve		General	Special	General	Special	General	Special	General	Special
0	Terminal	X		X					
I	Olfactory				X				
II	Optic		X						
III	Oculomotor					(X)		X	
IV	Trochlear							X	
V ₁	Trigeminal	X							
V _{2,3}	Trigeminal proper	X							X
VI	Abducens								
VII	Facial	(X)		X	X	X			X
VIII	Auditory		X						
IX	Glossopharyngeal	(X)		X	X	X			X
X	Vagus	X		X		X			X
XI	Spinal accessory								X
XII	Hypoglossal							X	
	Lateral line		X						

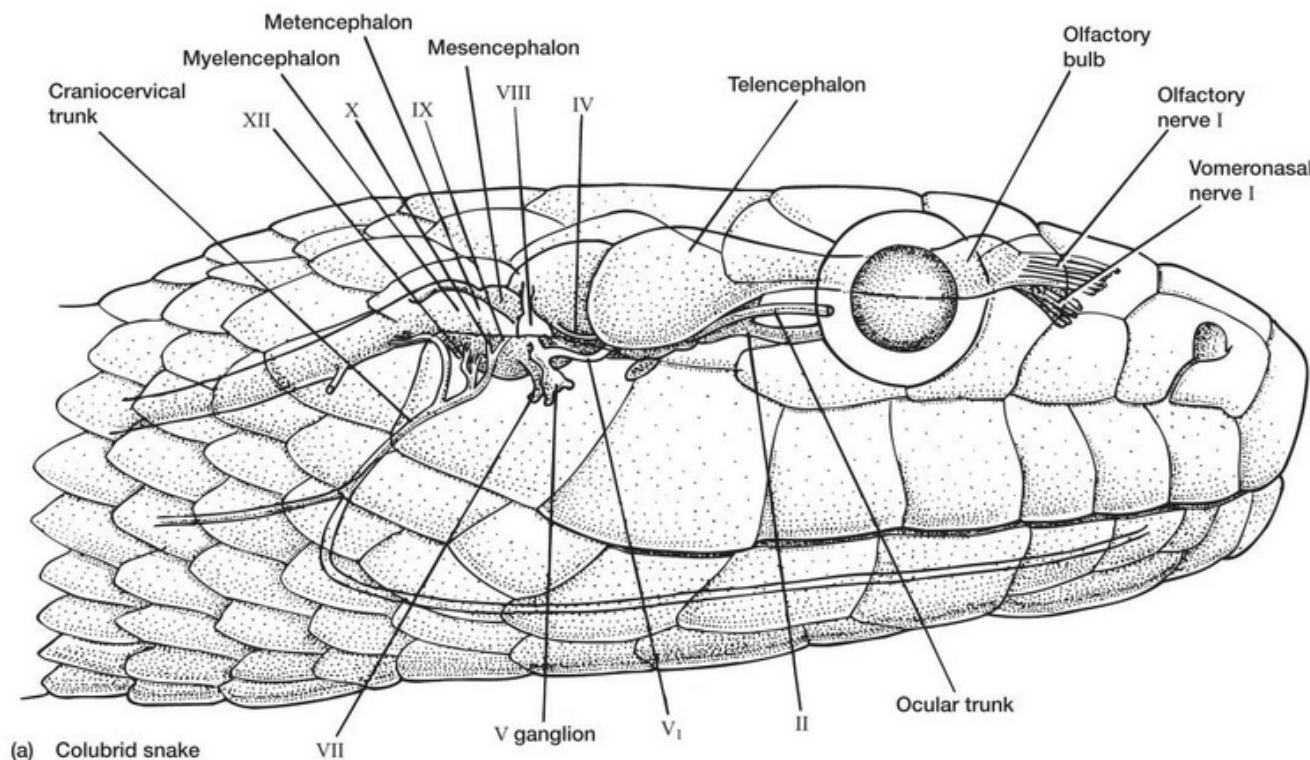
(a)



(c) Fetal dog



ESPECIALIZAÇÕES NOS AMNIOTAS



Nervos e arcos mantêm correlação nos vertebrados:

Nervo trigêmeo (V) = inerva primeiro arco visceral

Nervo Facial (VII) = inerva o segundo arco (hyoide)

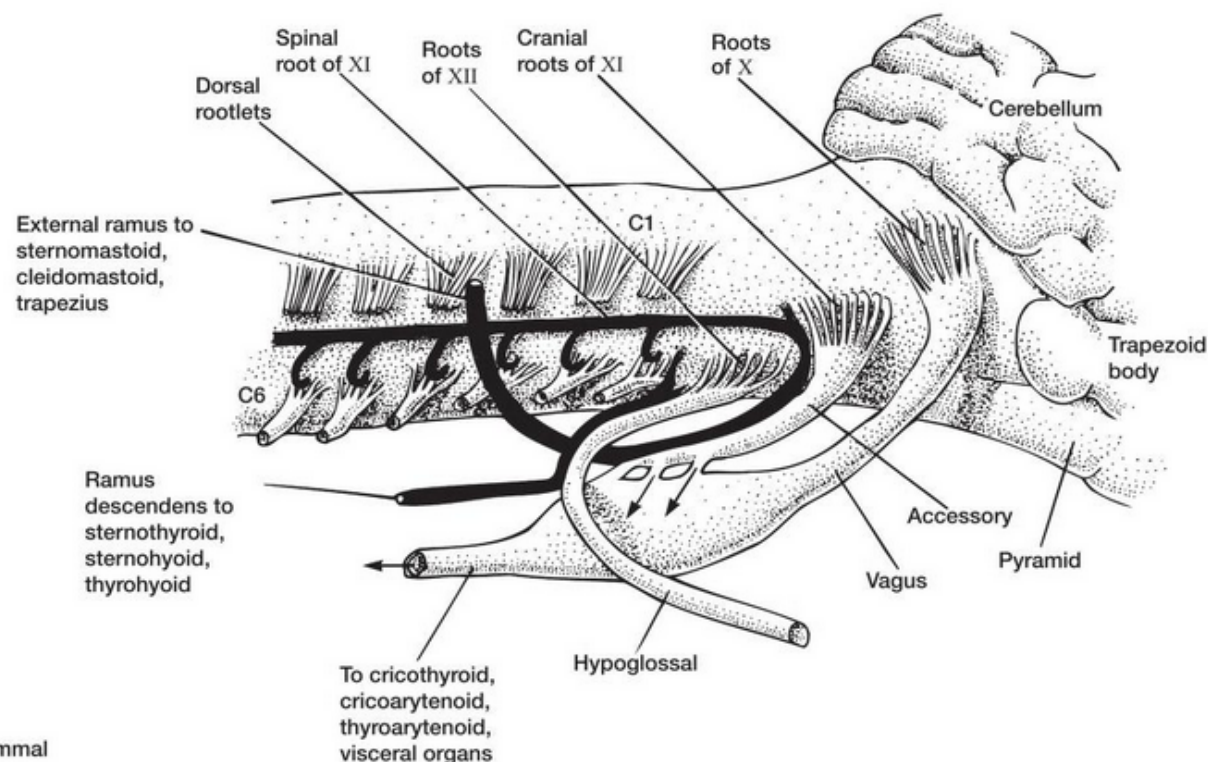
Nervo glossofaríngeo (IX) = terceiro arco

Nervos Vagus (X) e espinhal acessório (XI) = demais arcos viscerais

Nervos olfativo (I), optico (II), e auditivo (VIII) são derivados separadamente dos arcos, em conjunção com seu próprio órgão do sentido

Na passagem da vida aquática para a terrestre:

- Perda dos nervos associados à linha lateral
- Os nervos **espinhal acessório (XI)** e **Glossofaríngeo (IX)** se especializam e emergem como nervos cranianos
- O **Glossofaríngeo (IX)** se separa do Vagus (X) para suprir melhor os músculos branquiméricos que sustentam o pescoço
- O **hipoglosso (XII)** se torna proeminente para atender a língua e o aparelho hioidiano



Nervos cranianos

- ✓ Segmentação dos nervos menos clara do que na medula
- ✓ Três tipos:

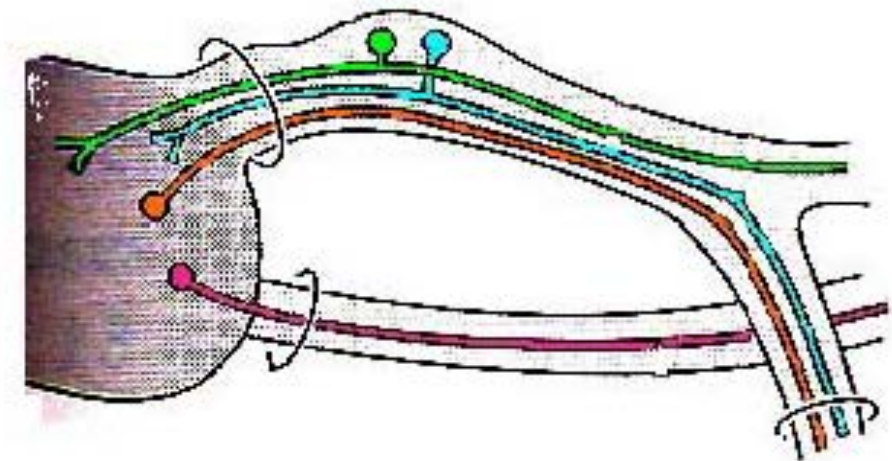
1. sensoriais especiais (órgãos sensoriais especiais da cabeça)

2. homólogos aos nervos dorsais da lampréia
(combinações de neurônios motores viscerais e neurônios sensoriais somáticos e viscerais)

3. homólogos aos nervos ventrais da lampréia
(neurônios motores somáticos)

Os nervos sensoriais especiais se distinguem dos 2 outros conjuntos que são motores e/ou sensoriais, por serem responsáveis por órgãos especiais do sentido localizados na cabeça (visão, audição, olfação e gosto)

Lampréia



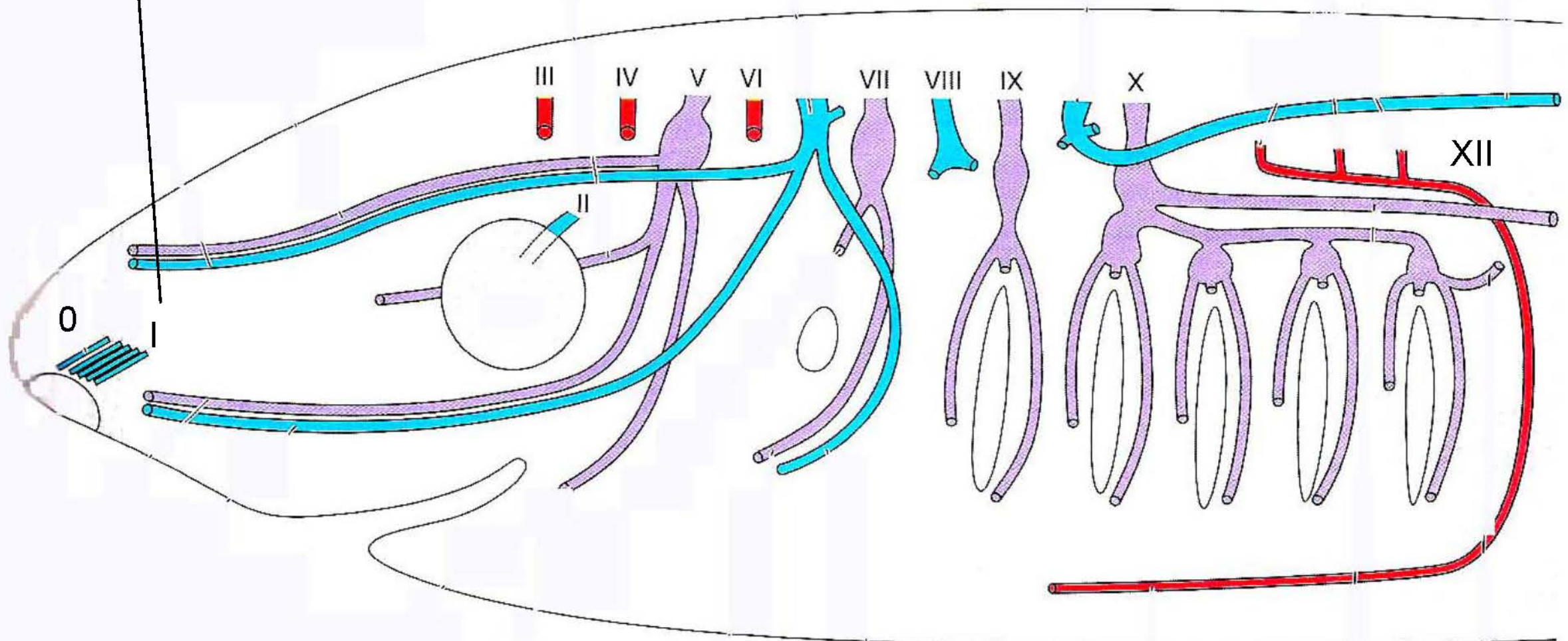
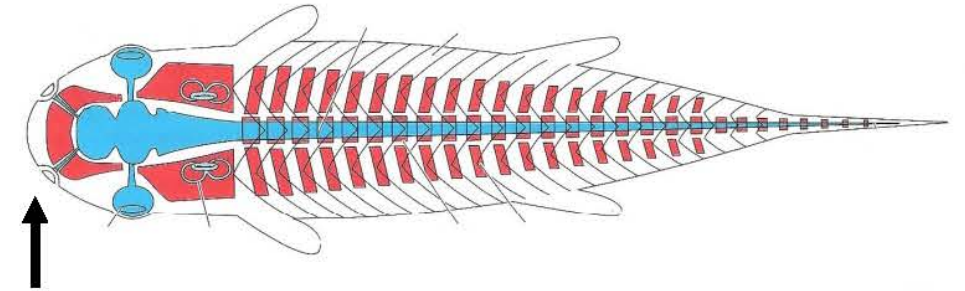
- neurônio sensorial somático
- neurônio sensorial visceral
- neurônio motor visceral
- neurônio motor somático

Nervos cranianos sensoriais especiais

(não há equivalente na medula espinhal)

Olfativo (I)

- epitélio olfativo – olfato

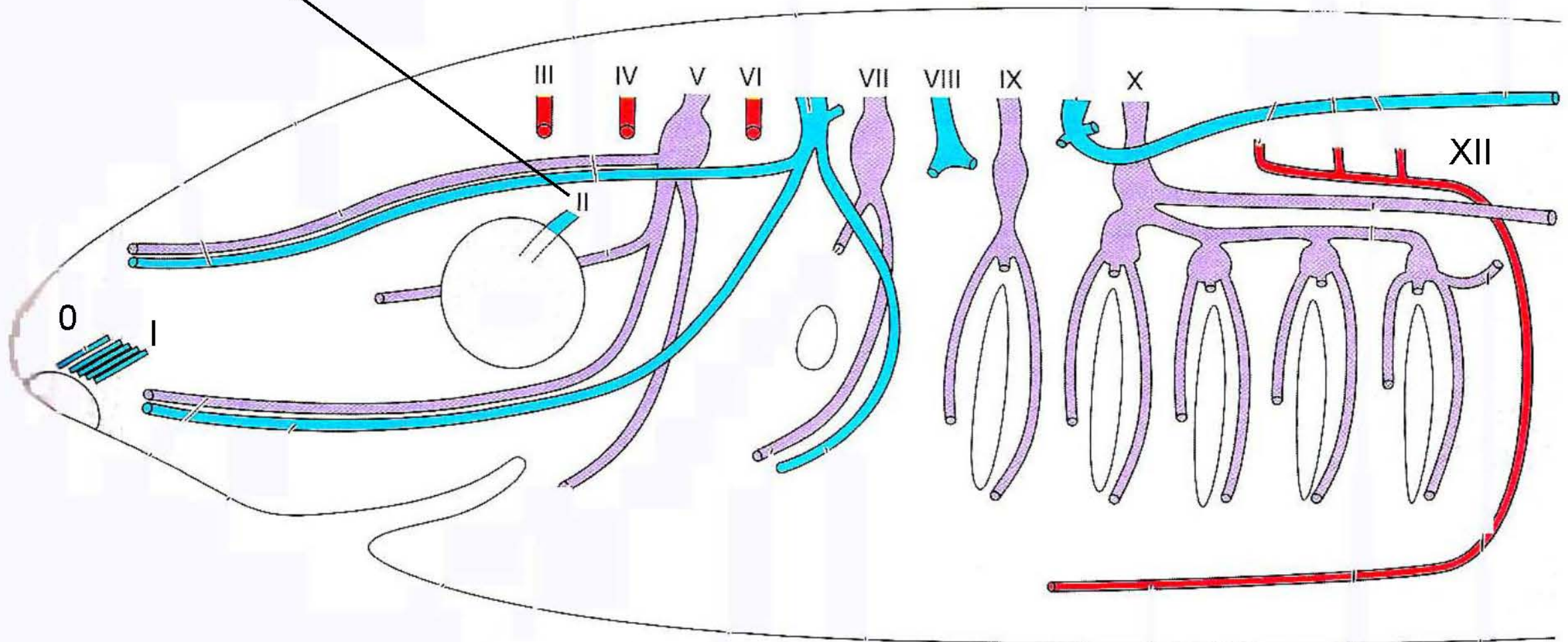
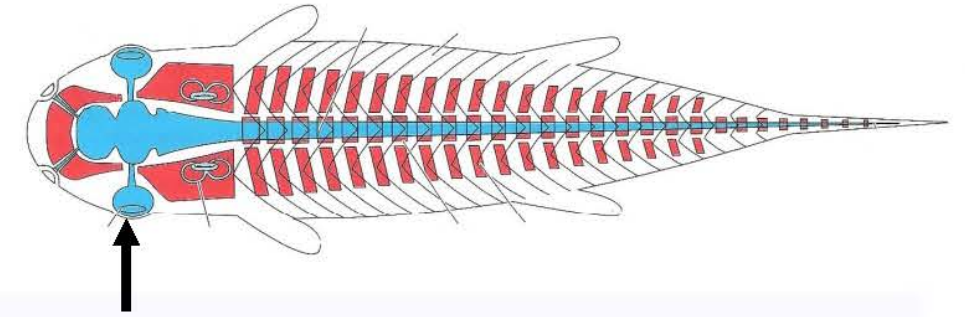


Gnathostomata generalizado

Nervos cranianos sensoriais especiais

Óptico (II)

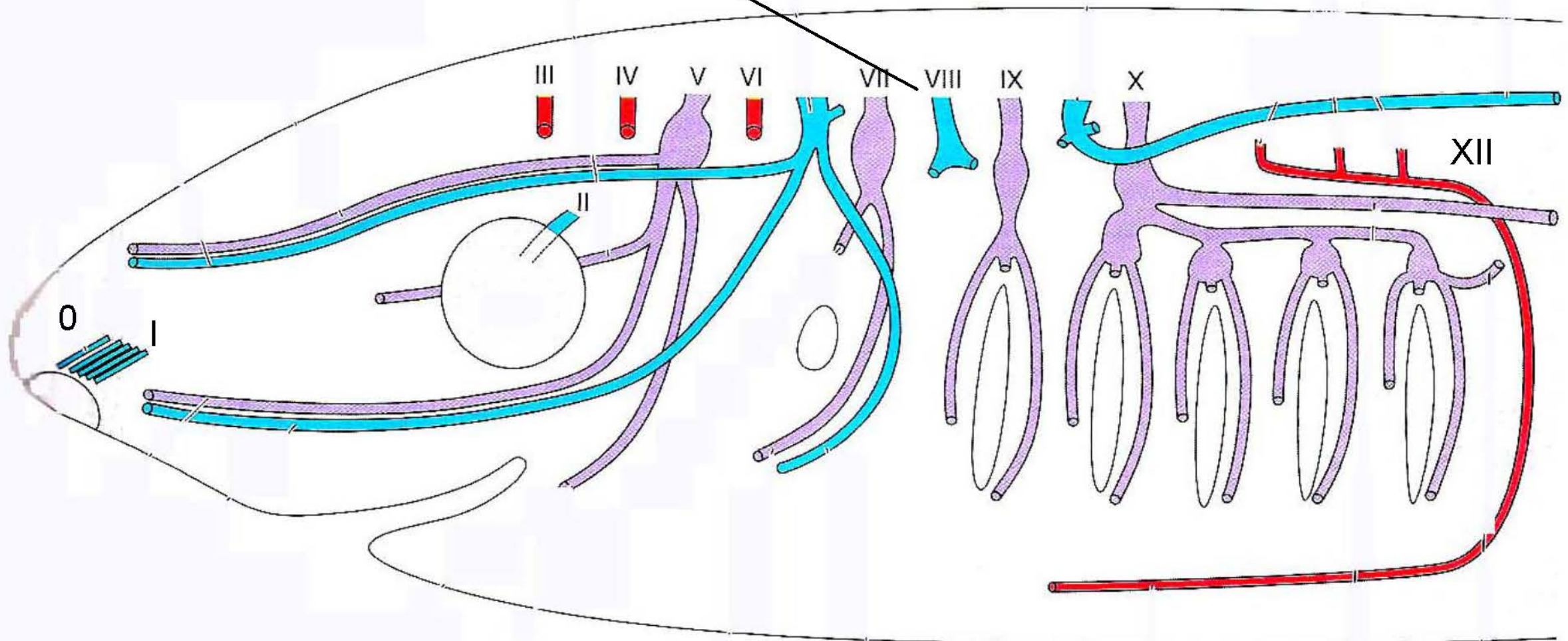
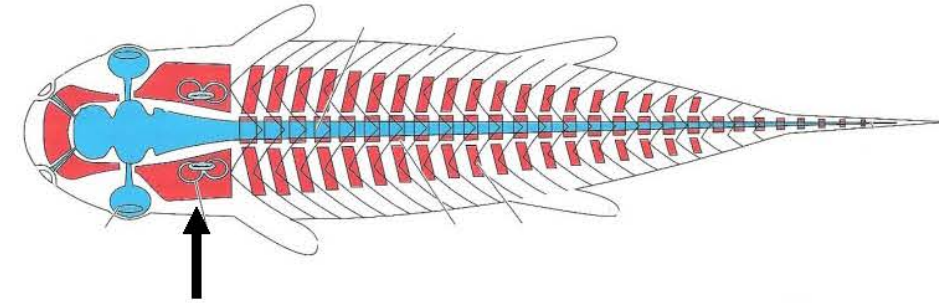
- retina – visão
- projeção do encéfalo = trato



Nervos cranianos sensoriais especiais

Auditivo (VIII)

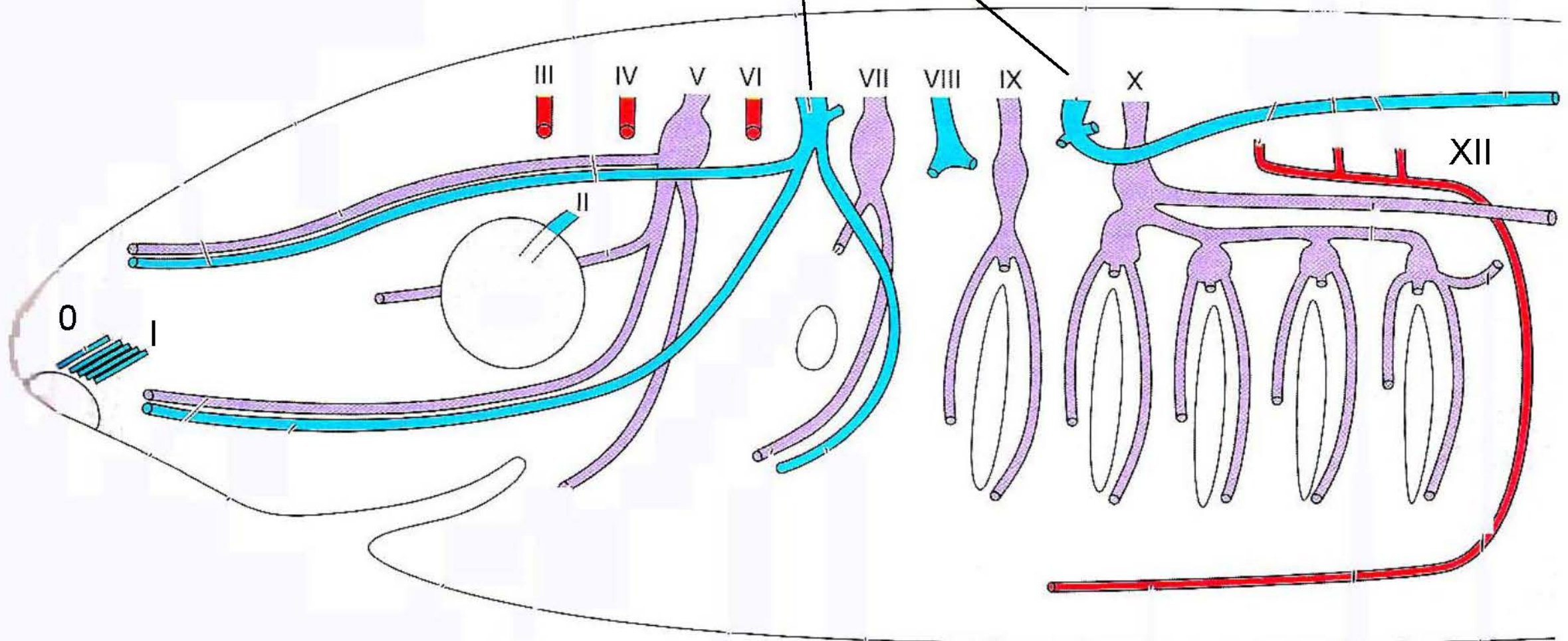
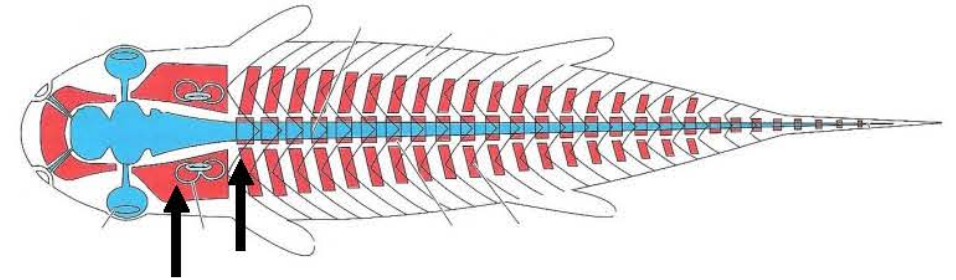
- ouvido interno – audição e equilíbrio



Nervos cranianos sensoriais especiais

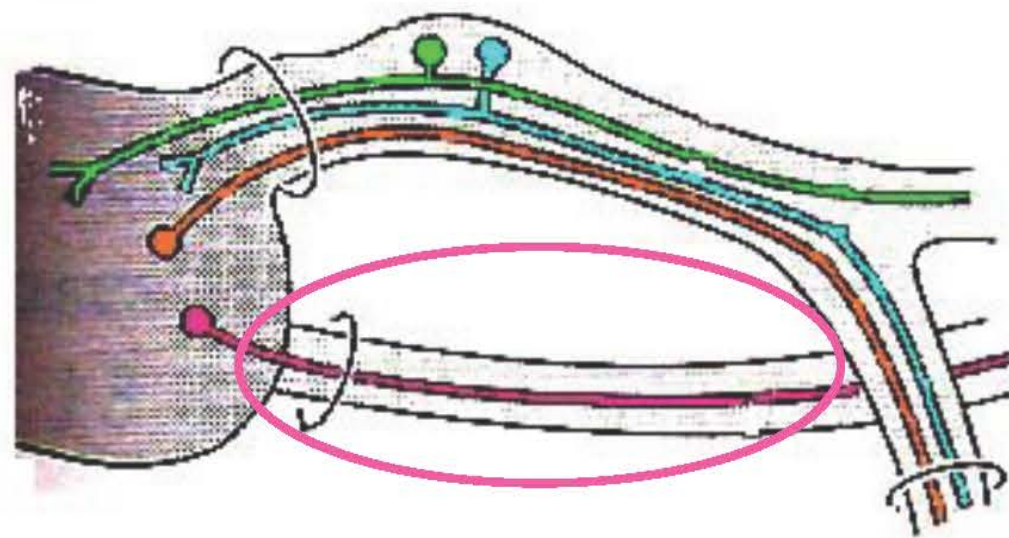
Nervos da linha lateral

- linha lateral – percepção de vibrações
- associam-se aos nervos VII, IX e X
- perdidos nos Amniota

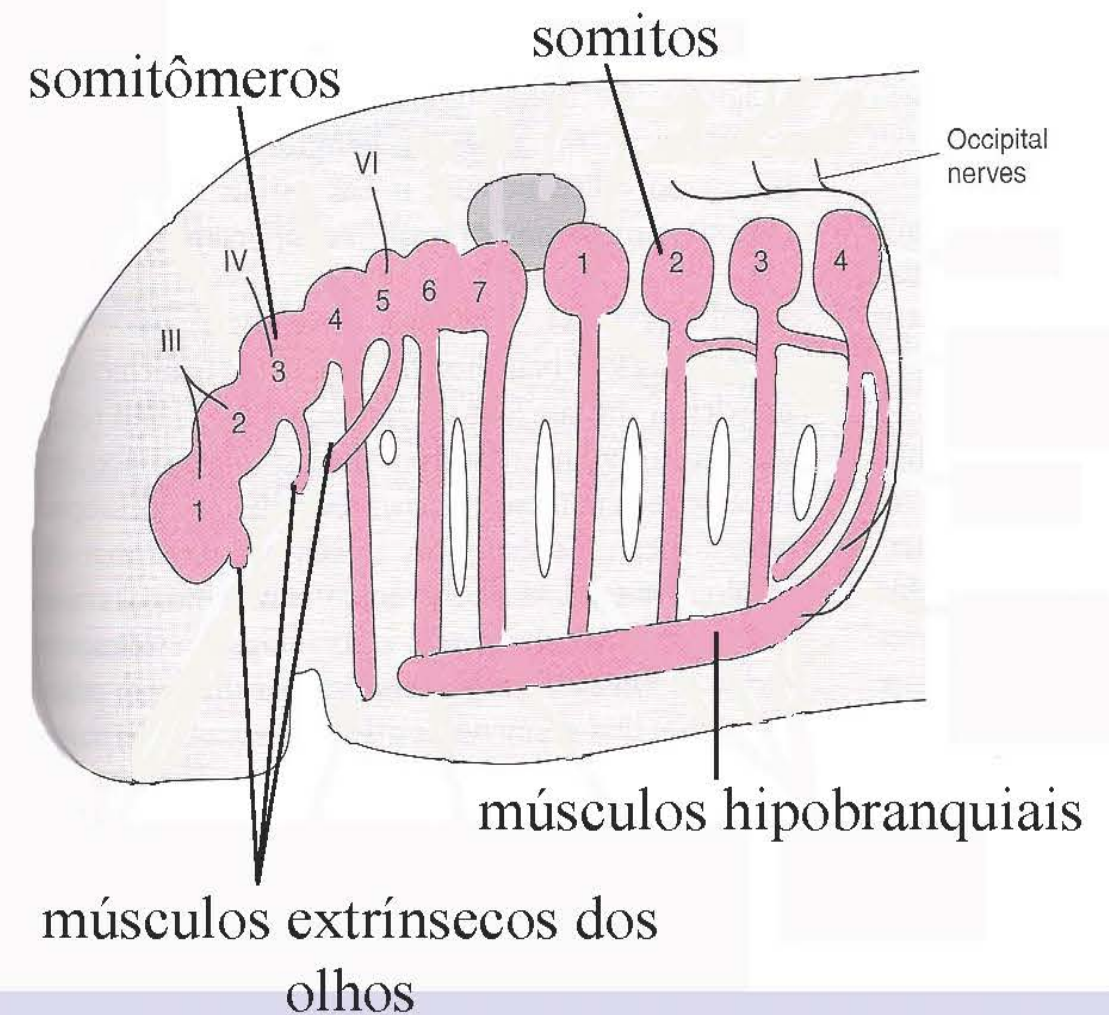


Nervos cranianos ventrais - 4 pares para músculos somáticos cefálicos (somitômeros)

■ neurônio motor somático



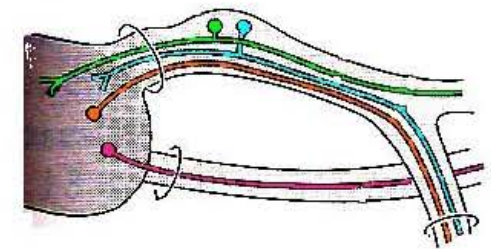
nervo ventral



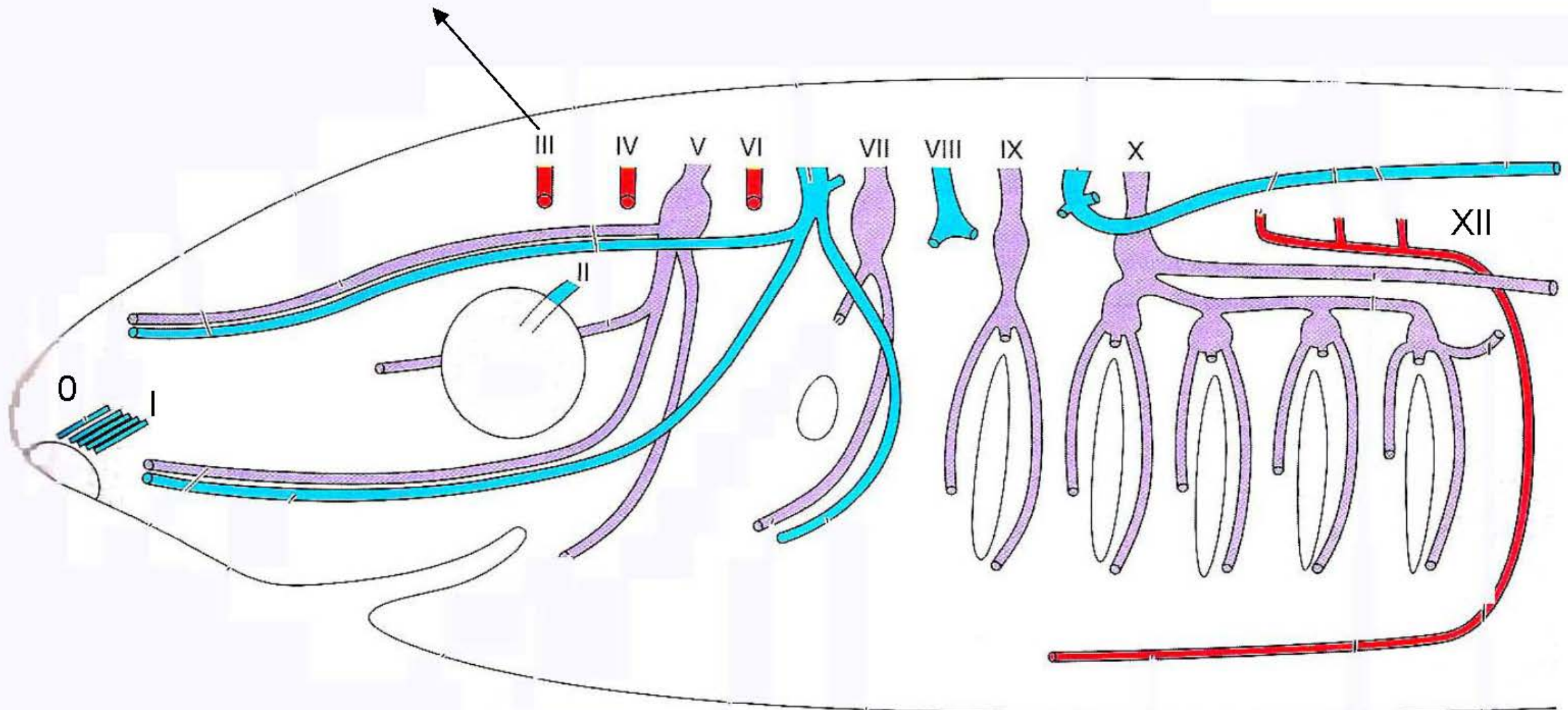
Nervos cranianos ventrais

Oculomotor (= motor ocular comum)

- 4 músculos extrínsecos dos olhos
 - 1º e 2º somitômeros
- (III)



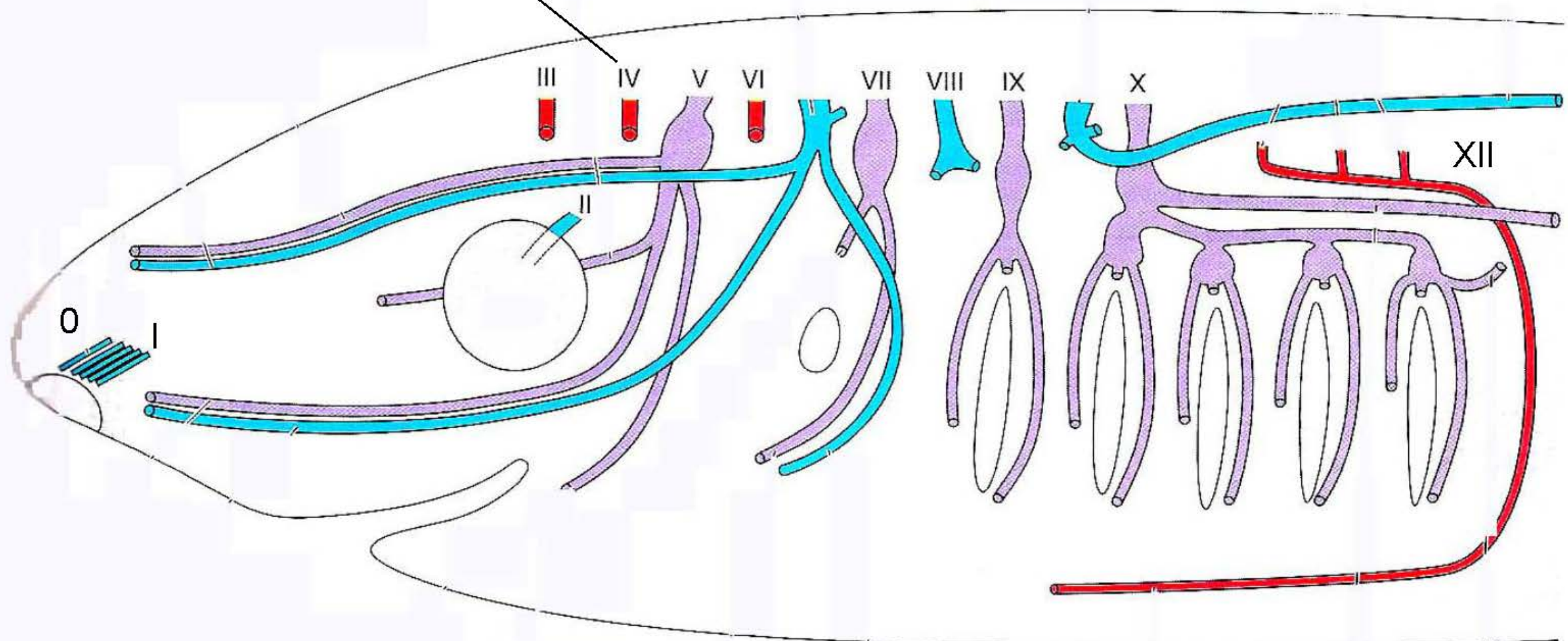
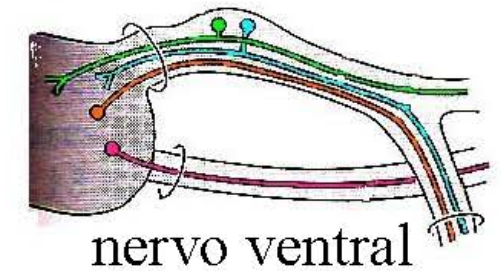
nervo ventral



Nervos cranianos ventrais

Troclear (= Patético) (IV)

- 1 músculo extrínseco dos olhos
- 3º somitômero

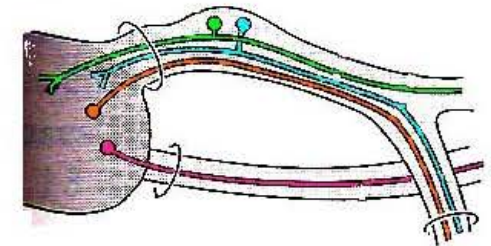


Nervos cranianos ventrais

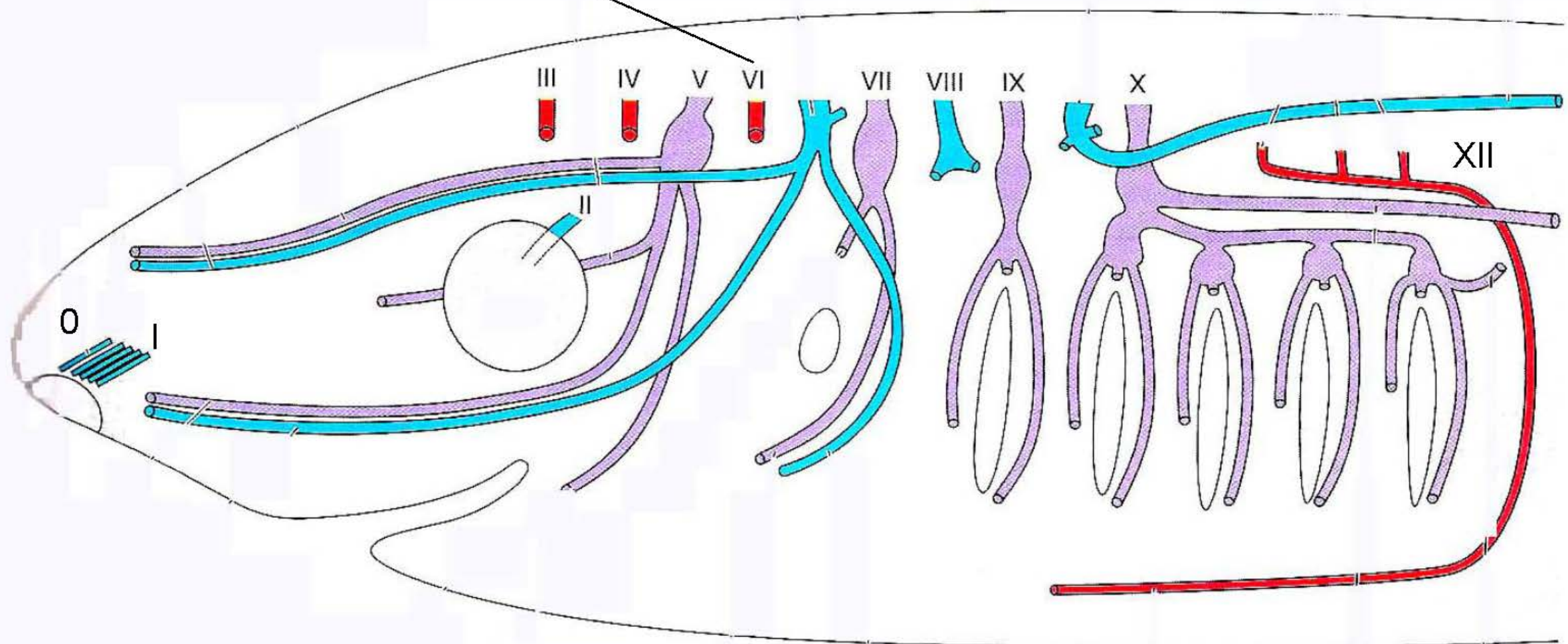
Abducente (= motor ocular externo)

- 1 músculo extrínseco dos olhos
- 5º somitômero

(VI)



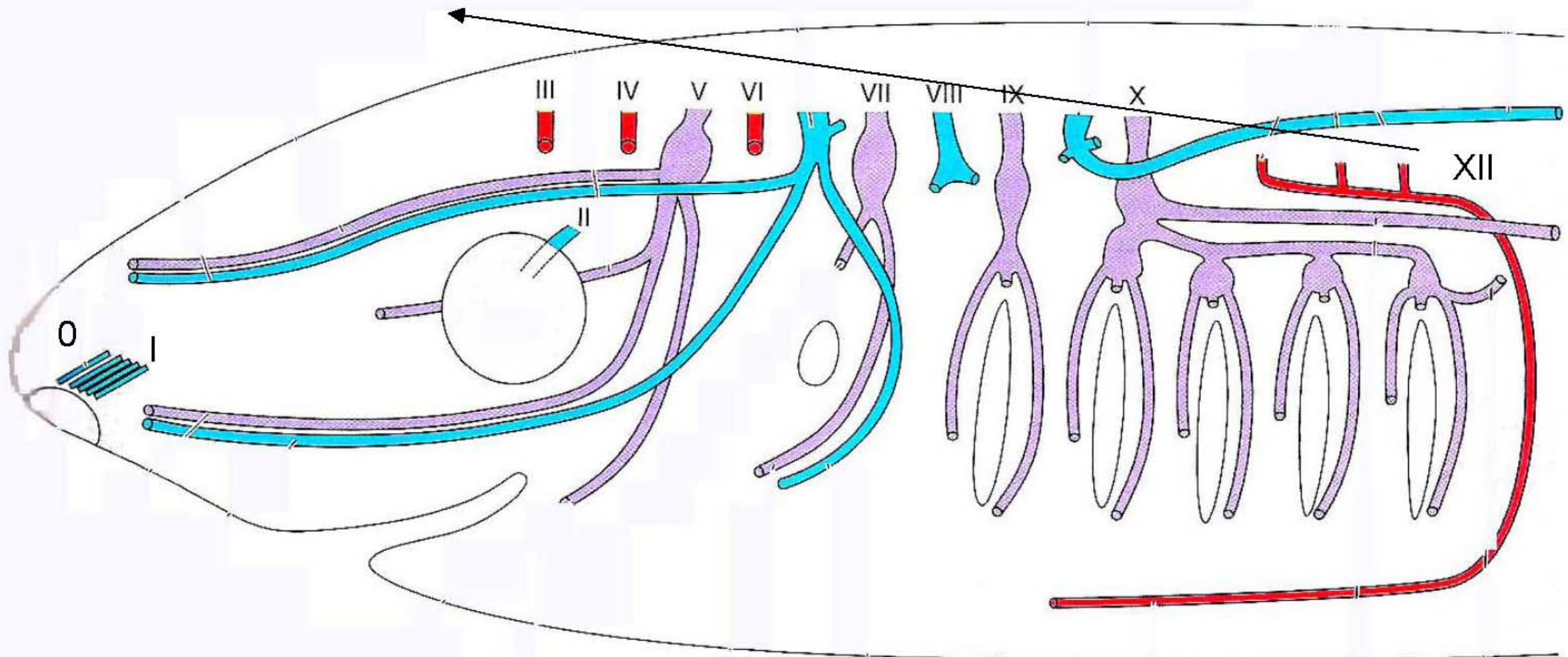
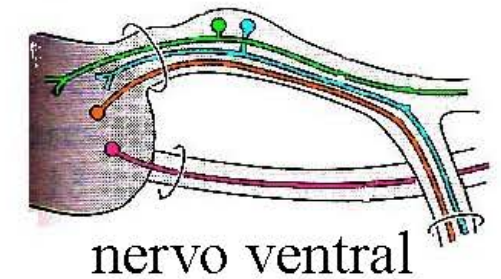
nervo ventral



Nervos cranianos ventrais

Hipoglosso (occipital) (XII)

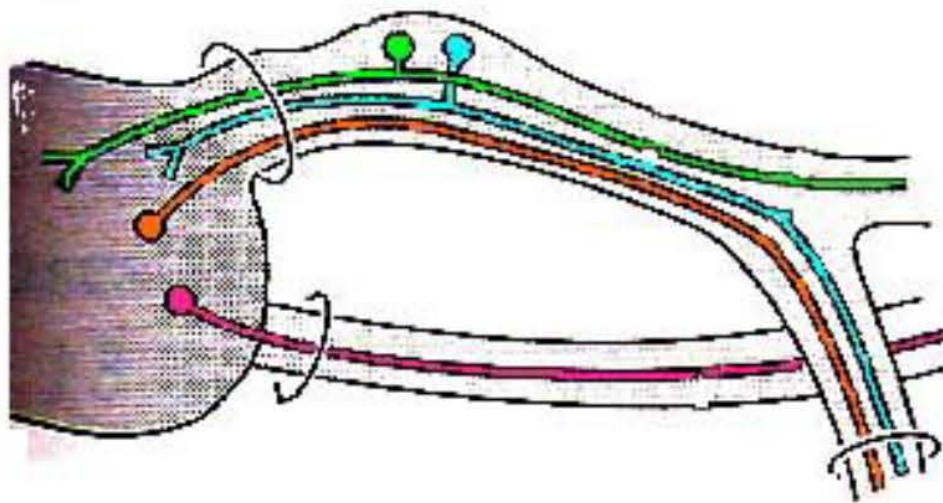
- musculatura da garganta e língua (hipobranquial)
- primeiros somitos do tronco
- Amniota (nos demais não é nervo craniano)



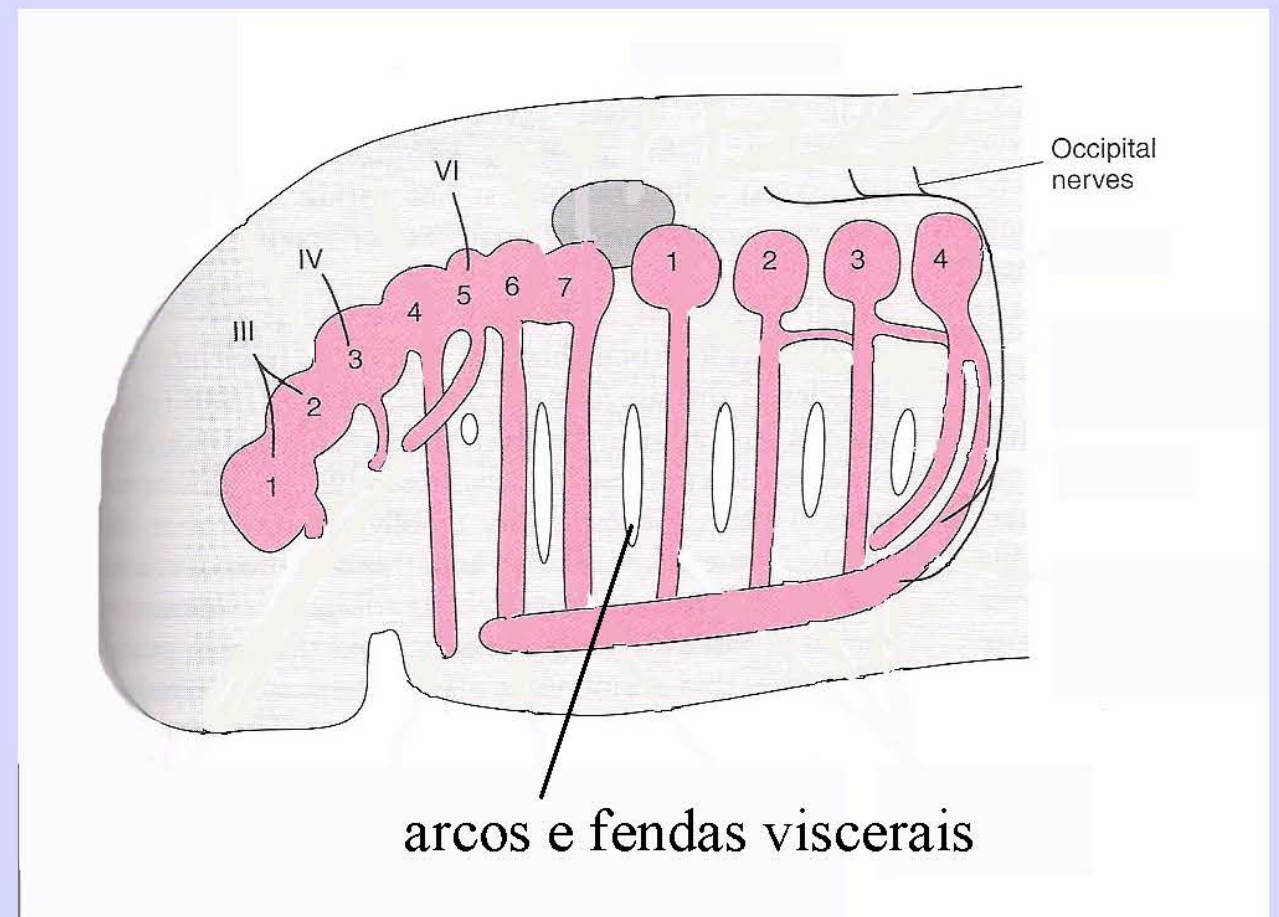
Nervos cranianos dorsais - 5 nervos com combinações de neurônios sensoriais e motores associados aos arcos viscerais

Lampréia

nervo dorsal



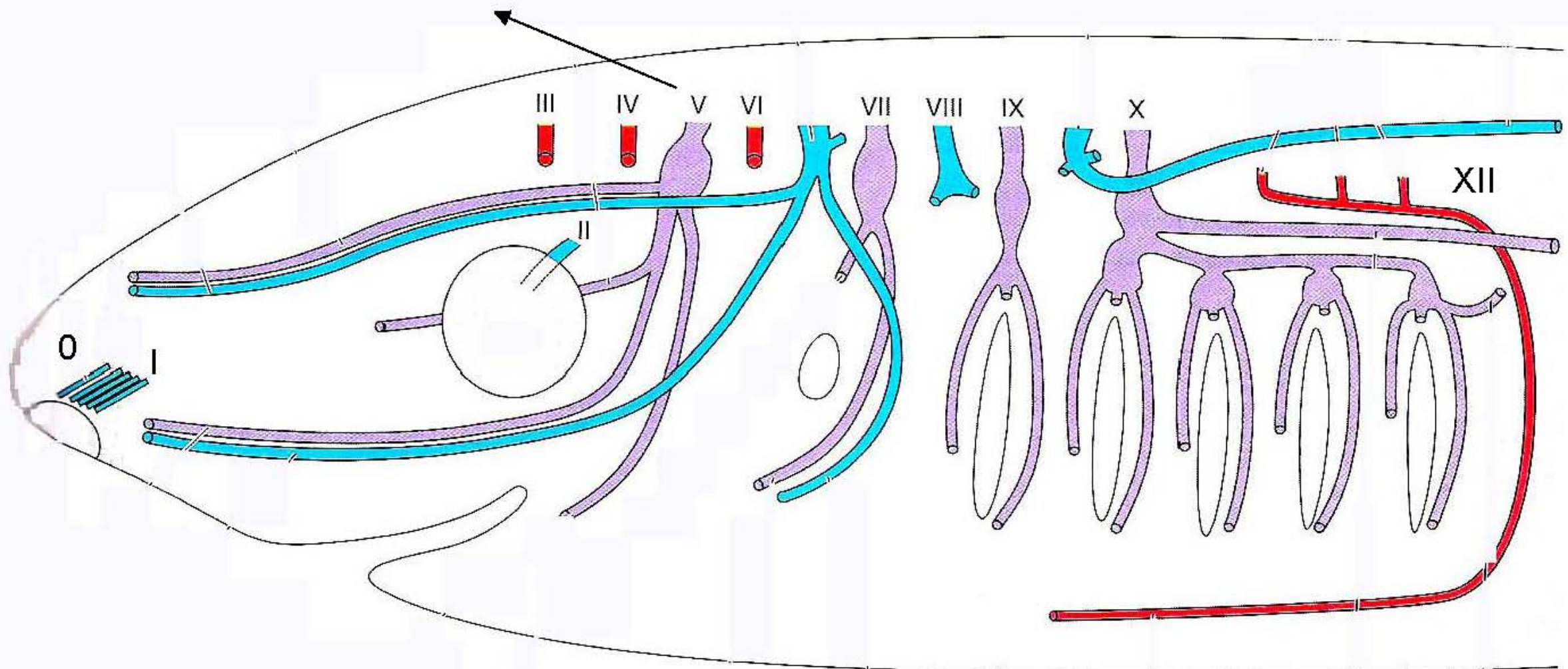
- neurônio sensorial somático
- neurônio sensorial visceral
- neurônio motor visceral



Nervos cranianos dorsais

Trigêmio (V)

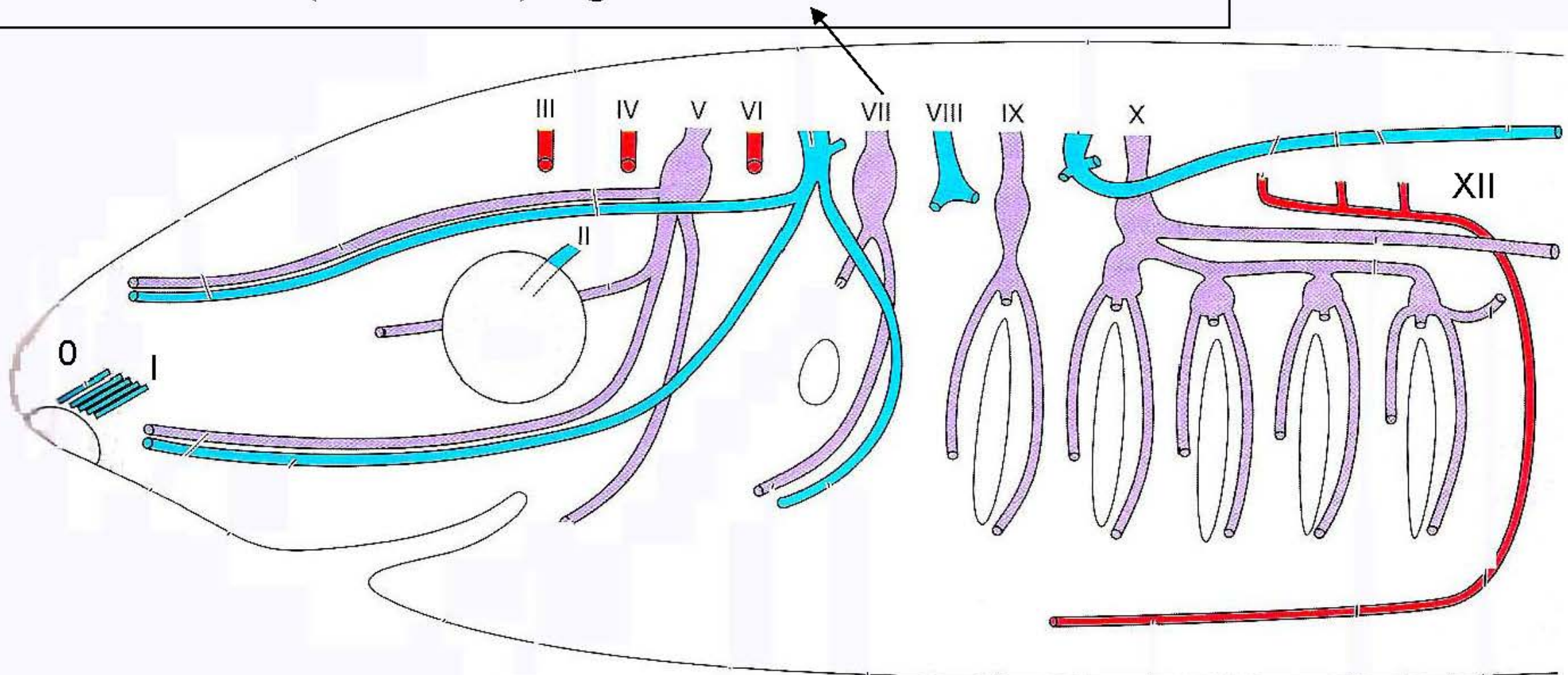
- 1º arco visceral – maxilas
- motor visceral - musculatura das maxilas
- sensorial somático – pele do rosto, boca



Nervos cranianos dorsais

Facial (VII)

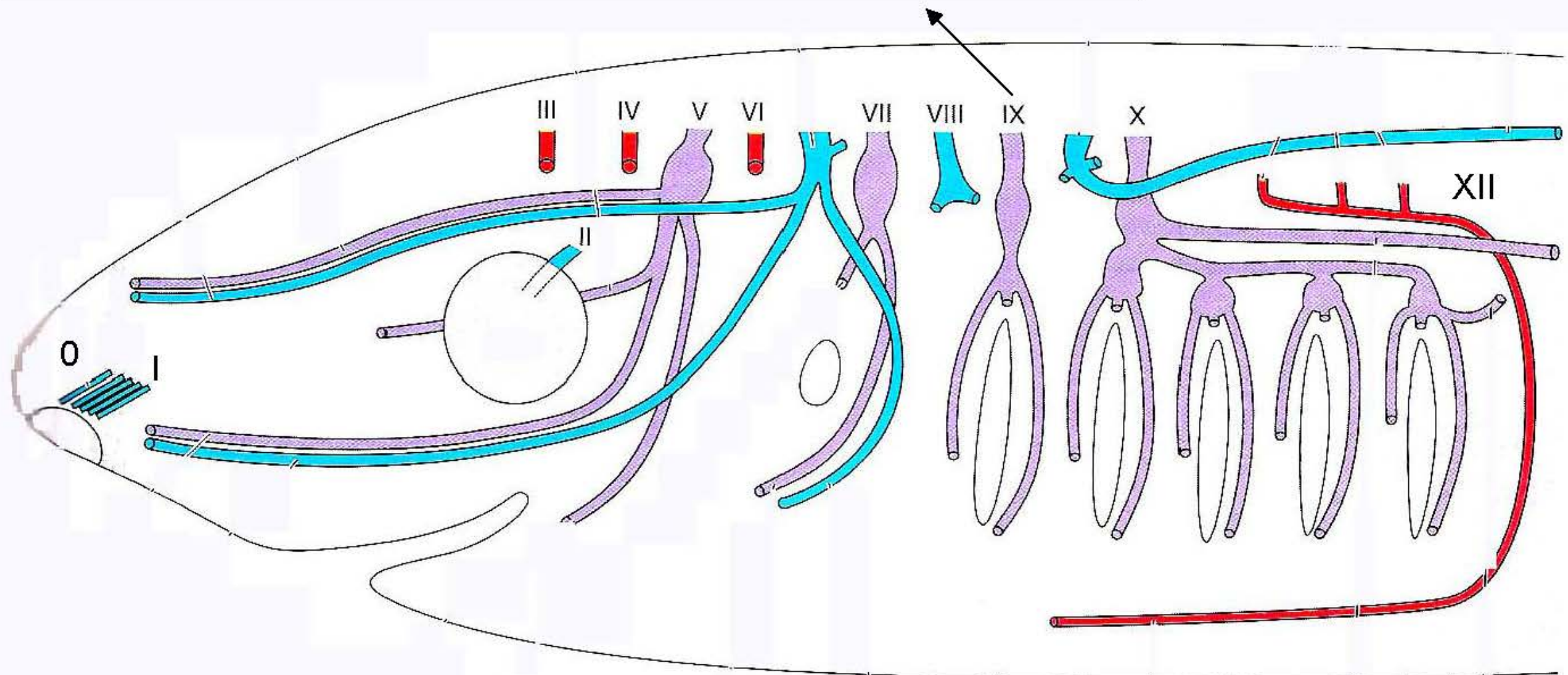
- 2º arco visceral - hióideo
- motor visceral - musculatura do hióide
- sensorial visceral e somático – pele e boca
- motor visceral (autônomo) – glândulas lacrimais e salivares



Nervos cranianos dorsais

Glosssofaríngeo (IX)

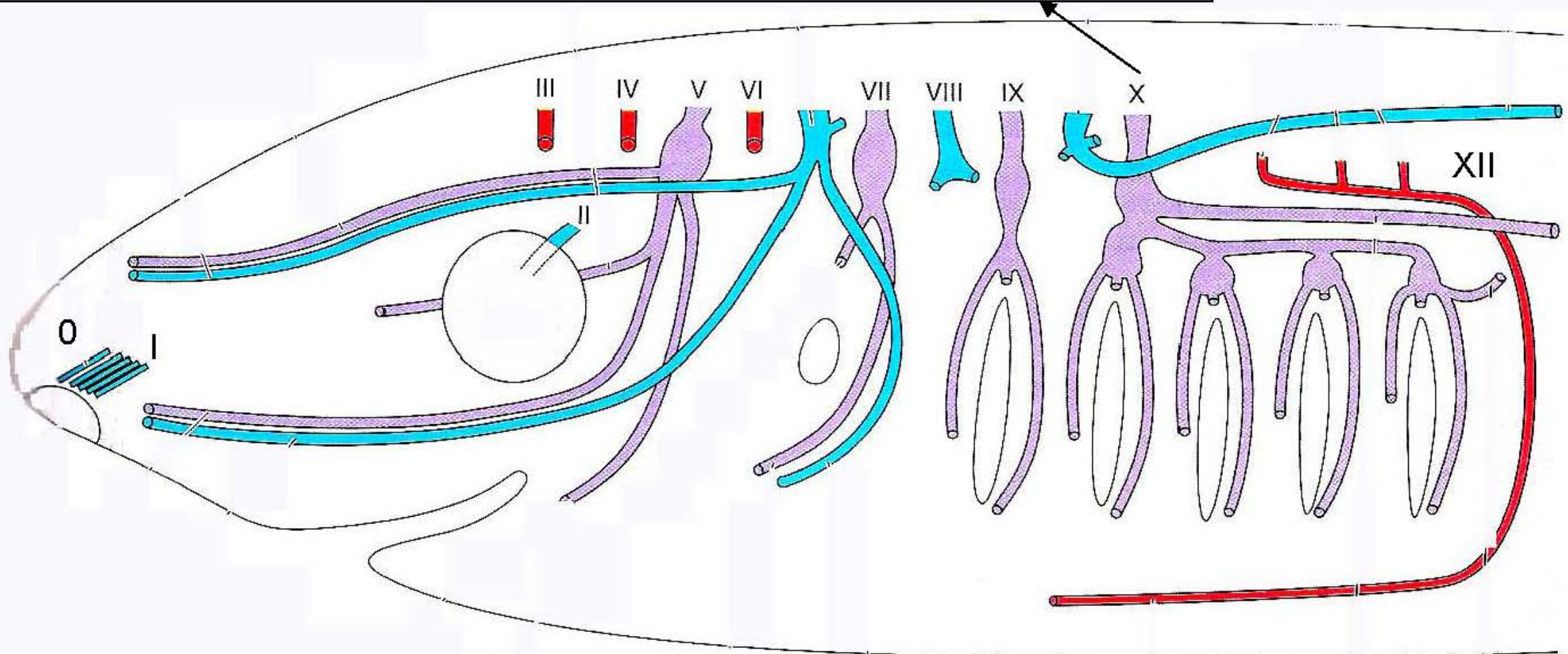
- 3º arco visceral – 1º arco branquial
- motor visceral - musculatura do 1º arco branquial
- sensorial visceral e somático – pele e faringe
- motor visceral (autônomo) – 1 glândula salivar



Nervos cranianos dorsais

Vago (X)

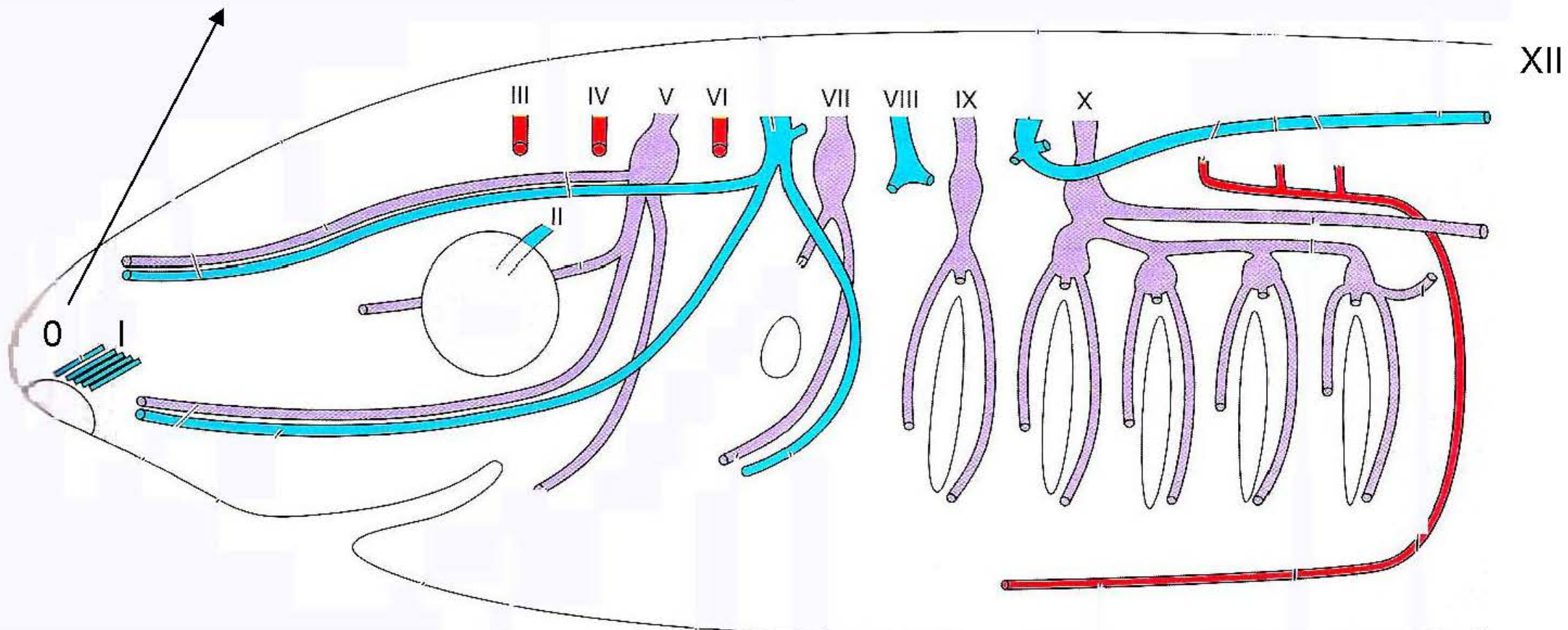
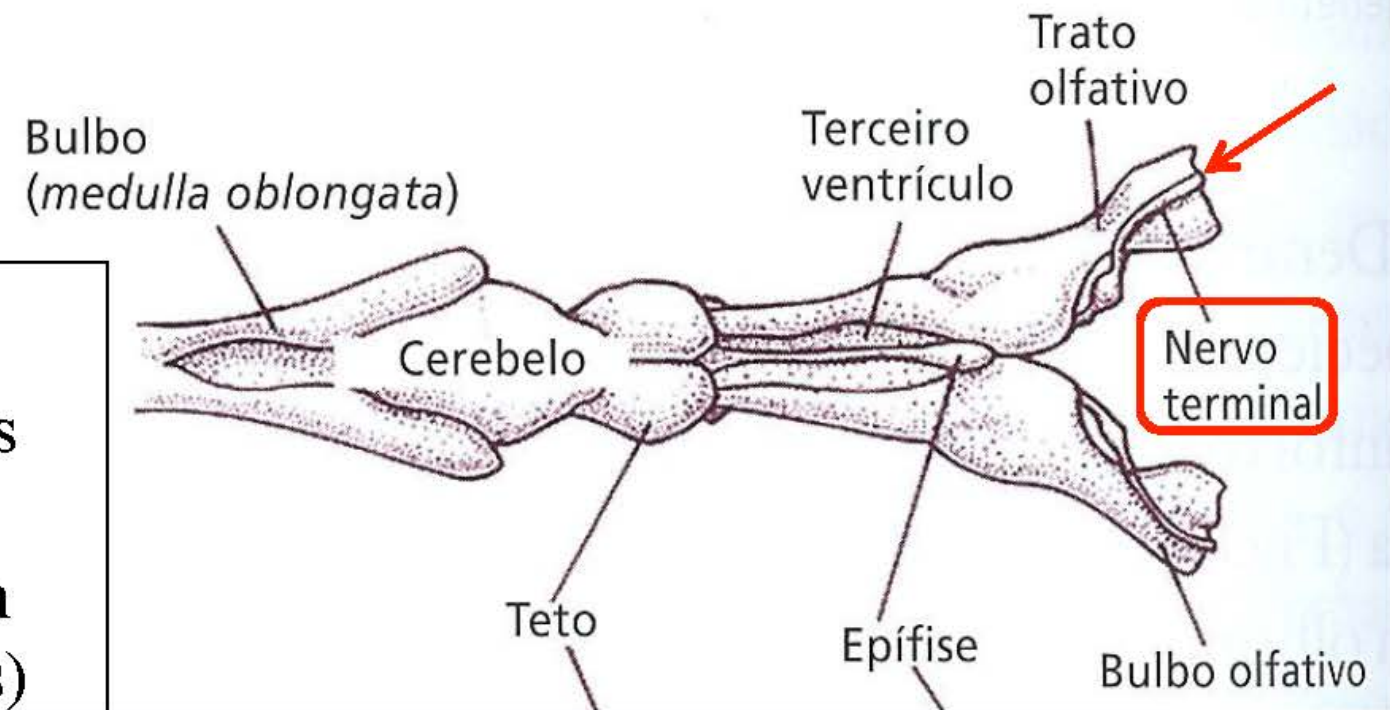
- 2º, 3º, 4º e 5º arcos branquiais
- motor visceral - musculatura desses arcos branquiais
- sensorial visceral e somático – pele e faringe
- motor visceral (autônomo) – coração, pulmões e intestino



SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO – nervos cranianos

Terminal (0)

- órgão olfativo – estímulos não olfativos
- série dorsal? 1º arco visceral (maxilar)
- todos menos Myxiniformes (achado em algumas Aves e mamíferos, e.g. primatas)



SISTEMA NERVOSO CENTRAL

SISTEMA NERVOSO – organização geral

1. Sistema Nervoso Central - encéfalo e medula espinhal

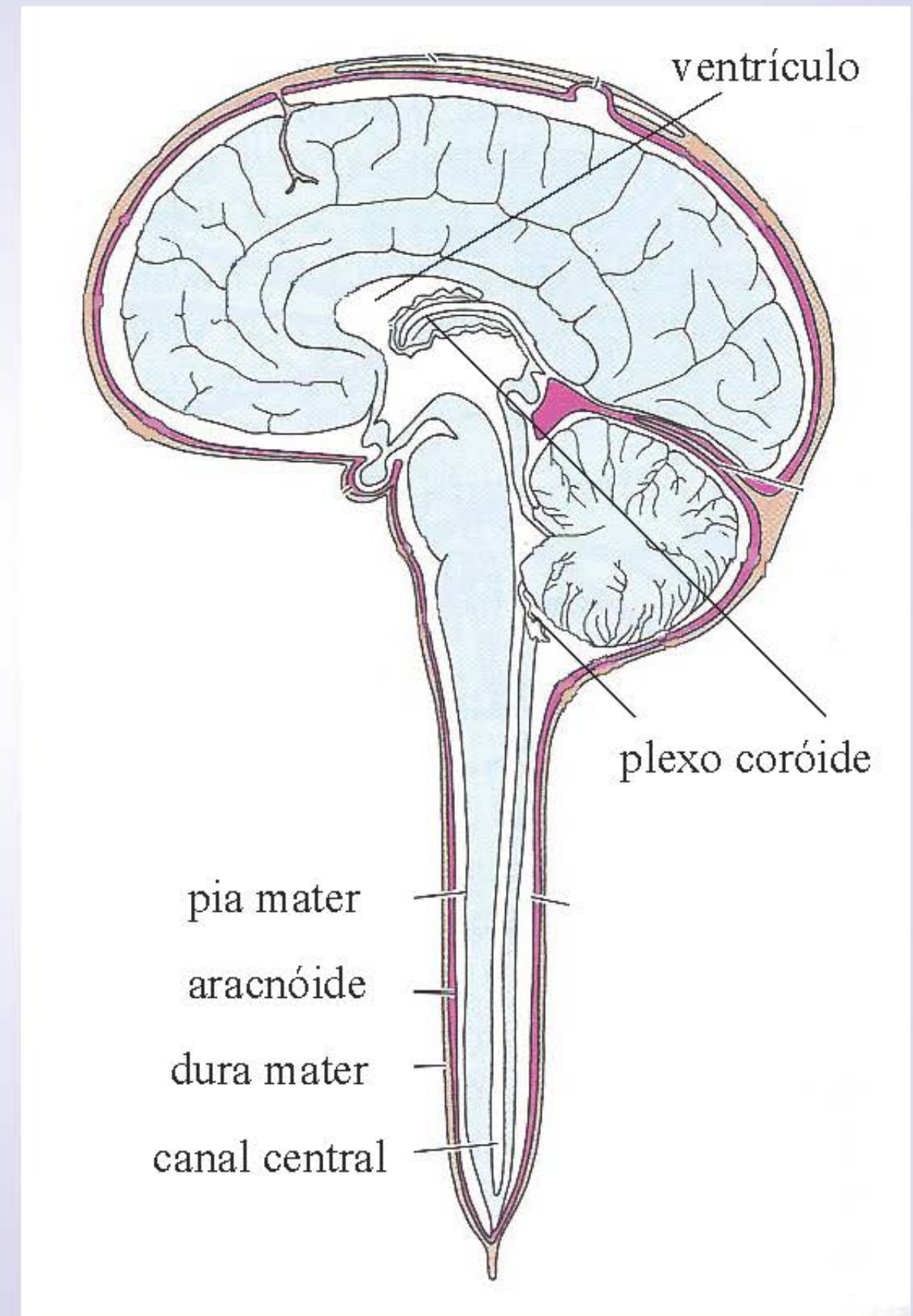
✓ **ocos (fluido cerebrospinal)**

- medula - canal estreito
- encéfalo – ventrículos conectados

✓ **recobertos**

- internamente - epitélio ciliar
- externamente meninges

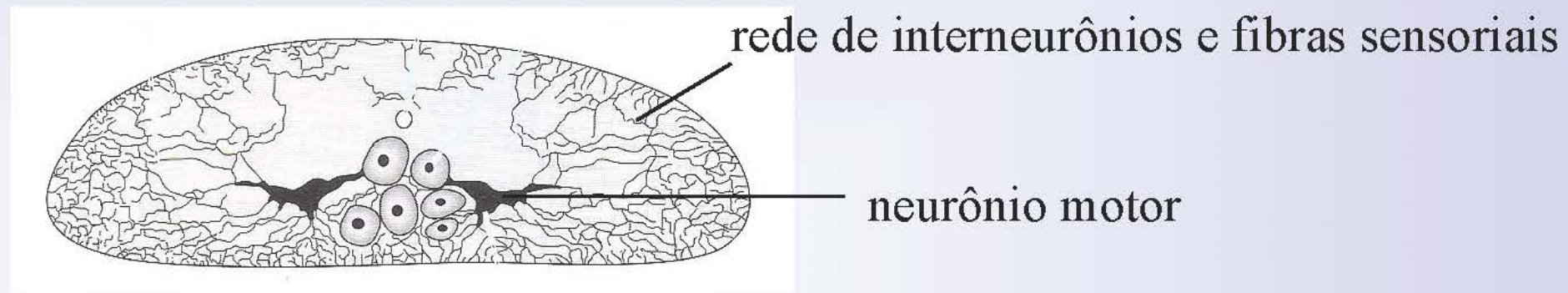
✓ **plexos coróides** (produz líquido cefalorraquidiano)



EVOLUÇÃO DO SISTEMA NERVOSO – medula espinhal

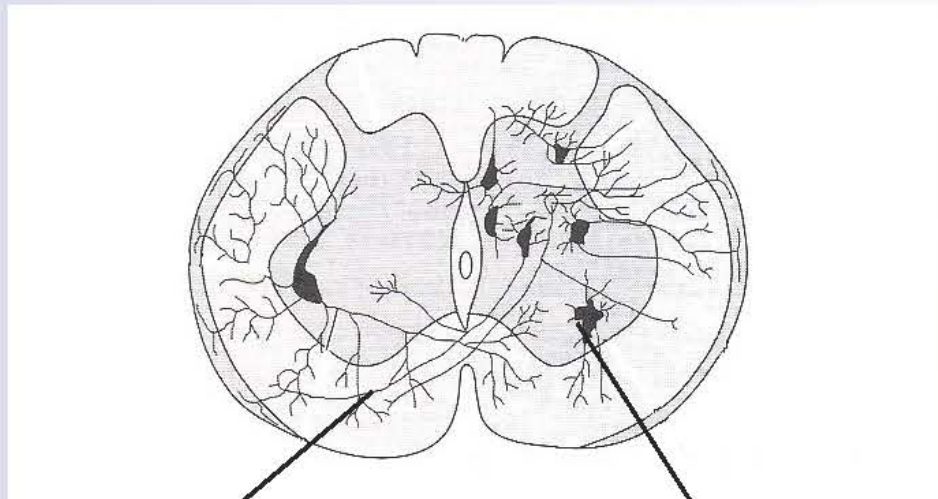
Agnatha:

- sem diferenciação entre substância branca e cinzenta
- pouco vascularizada



Gnathostoma:

- diferenciação entre substância cinzenta e branca (mielina)
- mais vascularizada, arredondada
- mais tratos (interconexões) = mais complexa

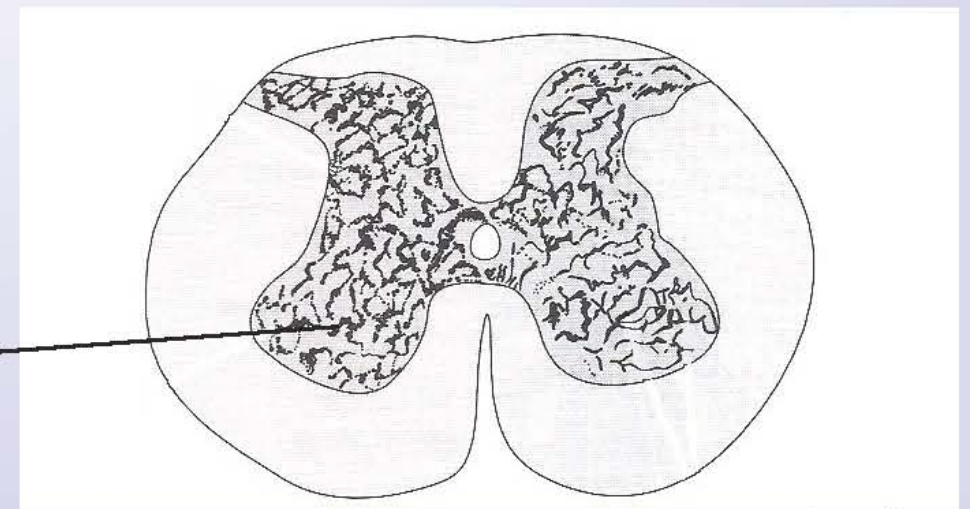


dendritos na substância branca

neurônio motor

Amniota:

- substância cinzenta = sinapses
- substância branca = fibras ascendentes e descendentes

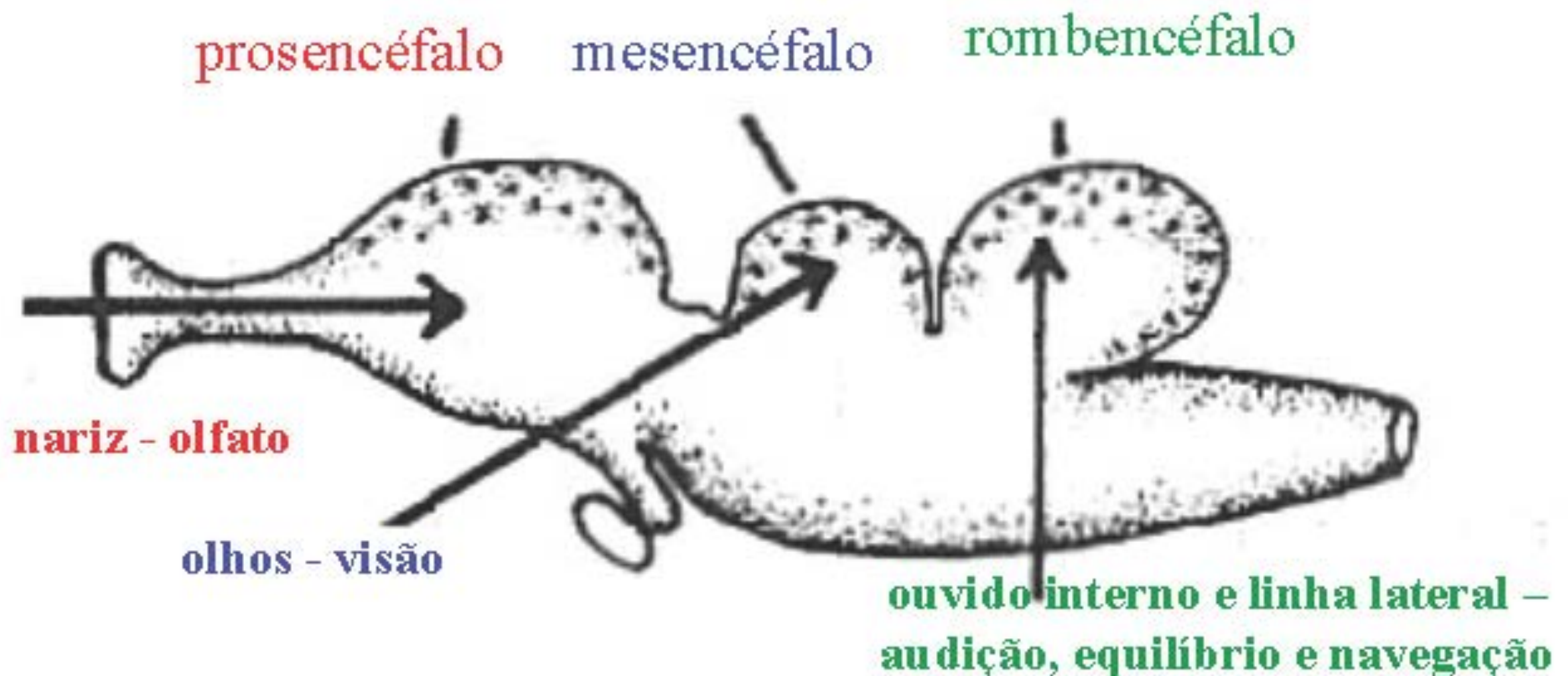


EVOLUÇÃO DO SISTEMA NERVOSO – encéfalo

- encéfalo tri-partido protegido por um crânio
- órgãos sensoriais especiais multi-celulares

CRANIATA

associados as diferentes partes do encéfalo



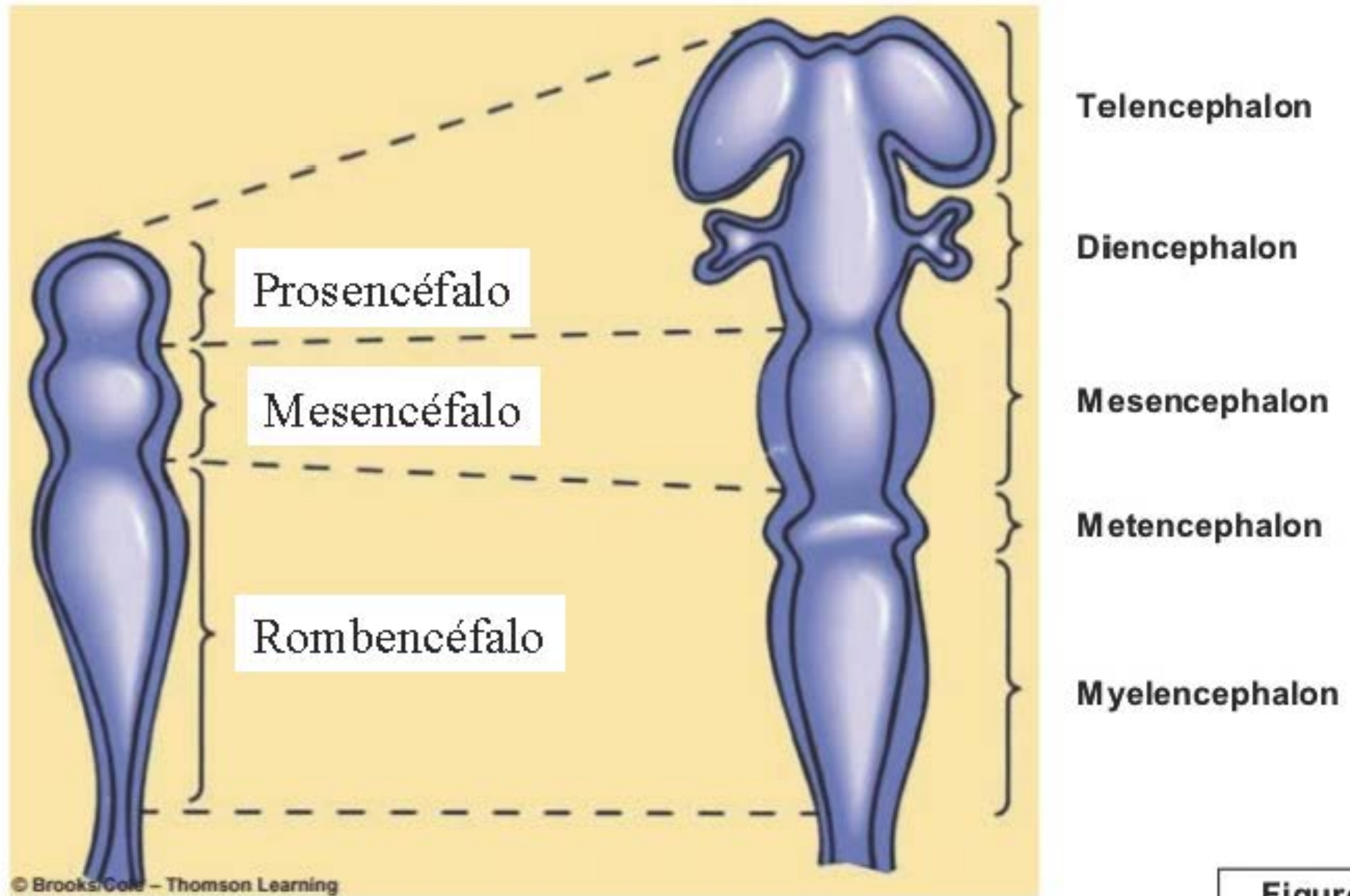
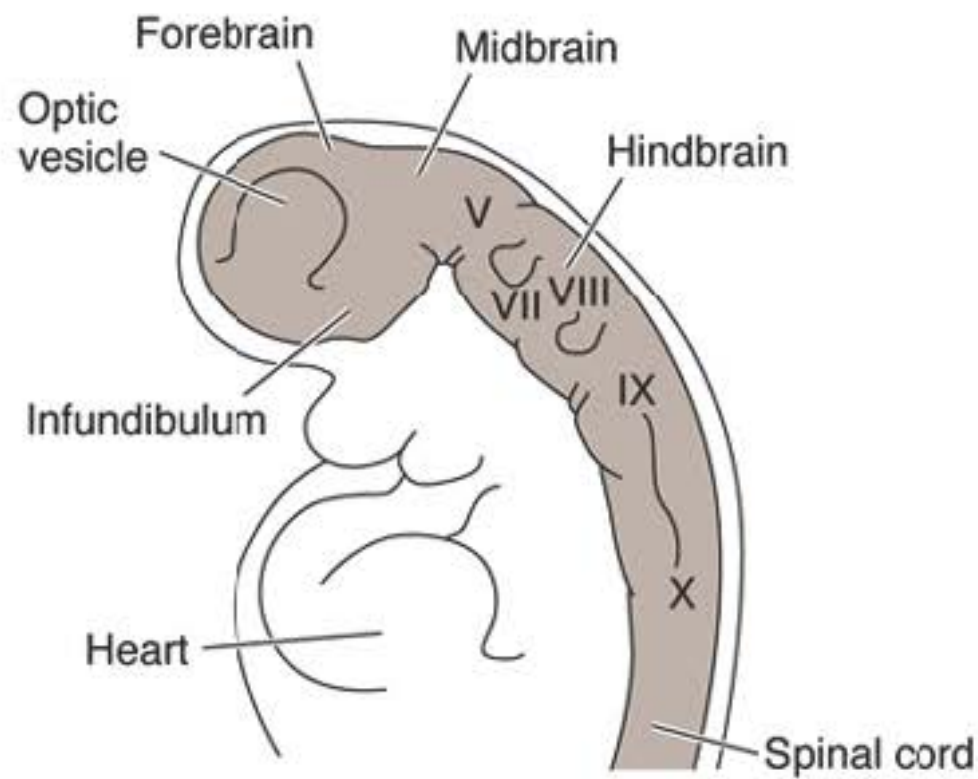
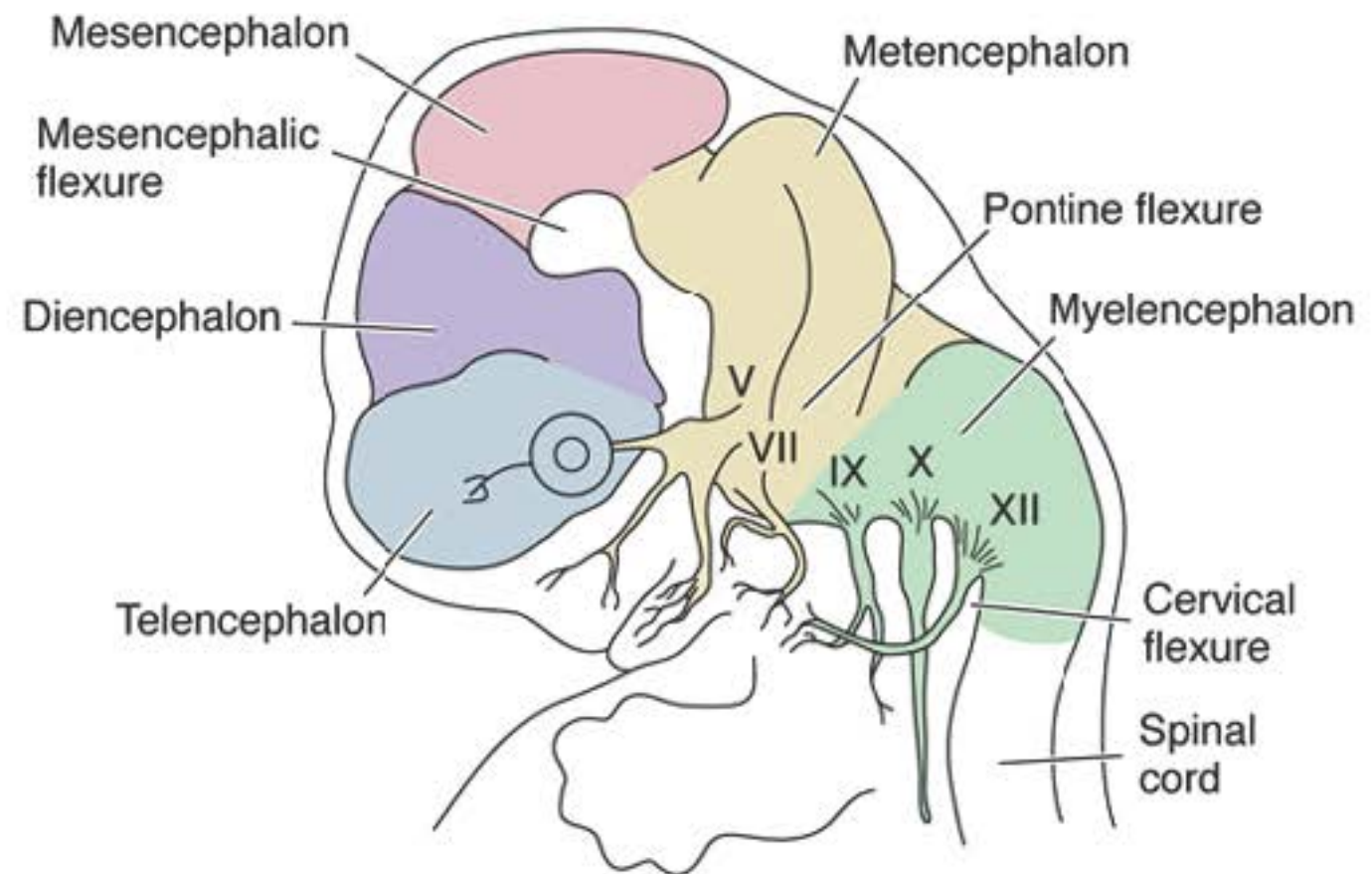


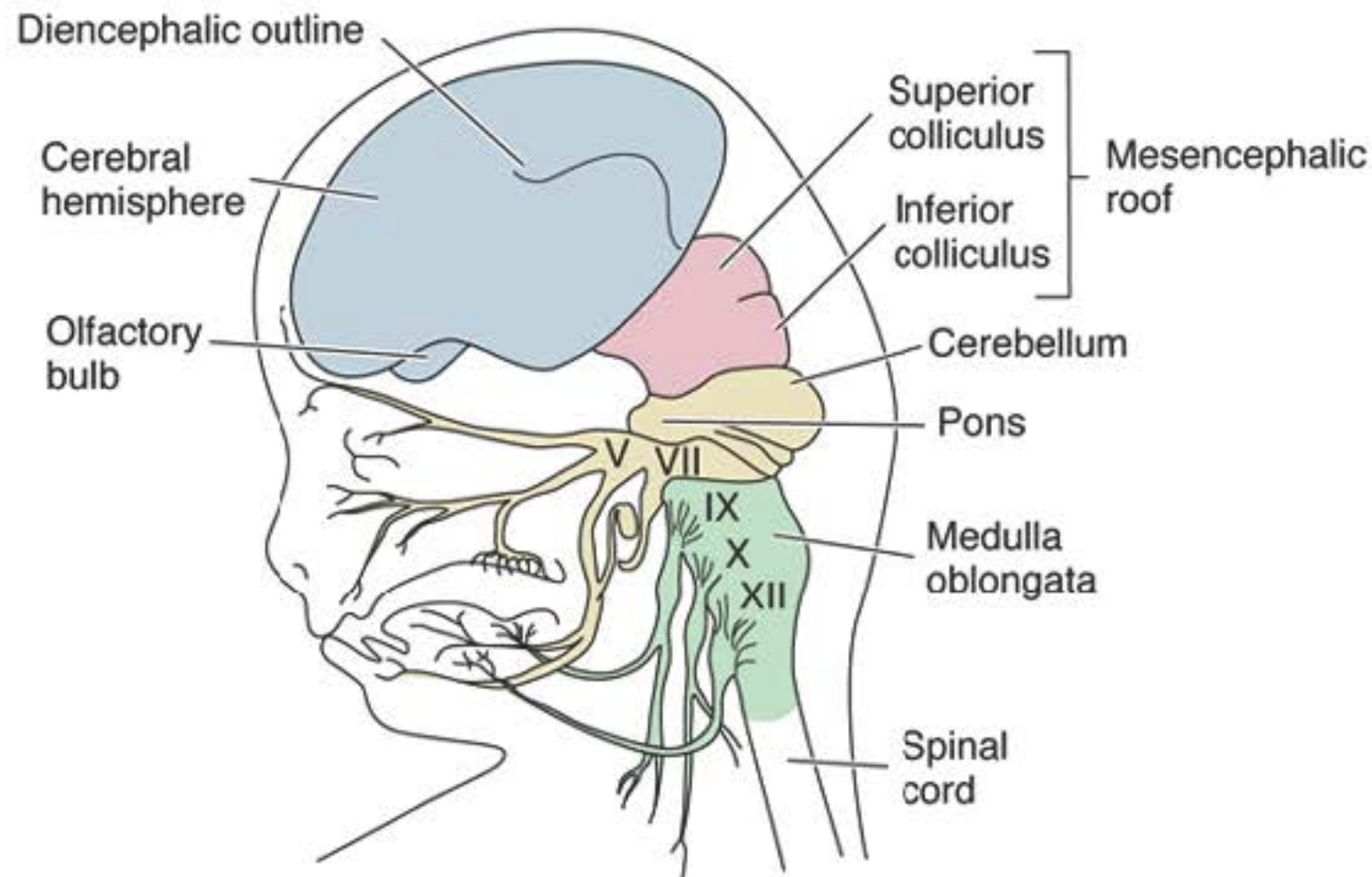
Figure 40-4
Page 765



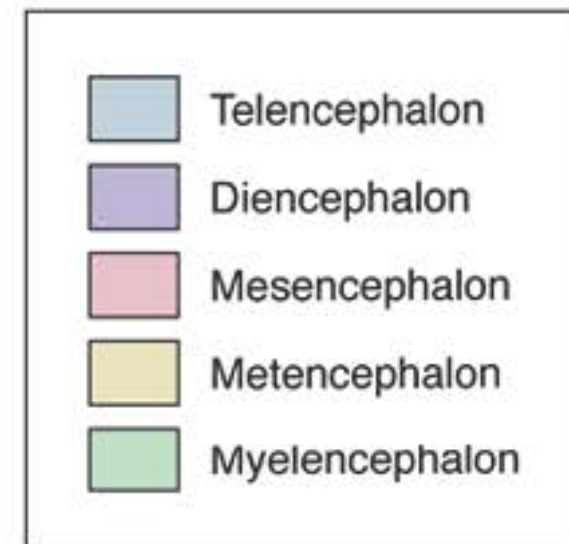
A. Human brain at 3 mm long



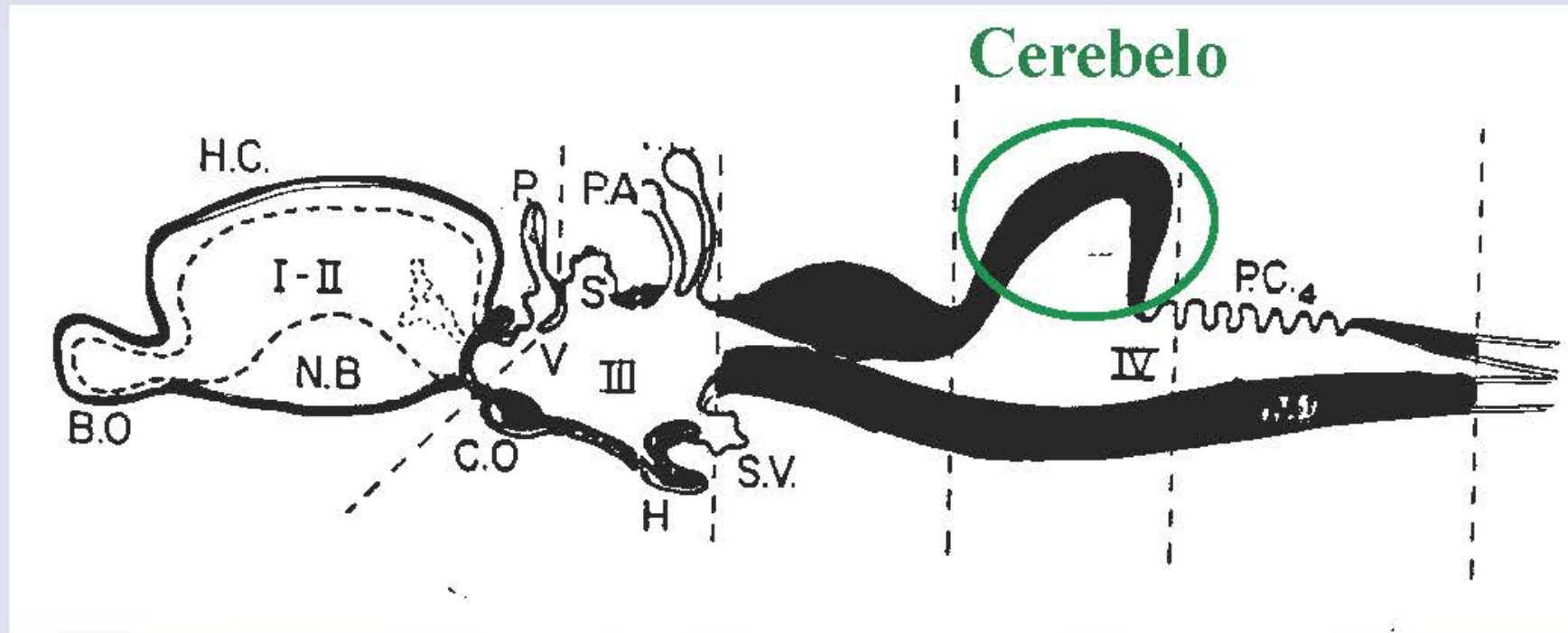
B. Human brain and cranial nerves at 7 weeks



C. Human brain and cranial nerves at 3 months



SISTEMA NERVOSO CENTRAL – METENCÉFALO



Recebe informações

- ouvido interno e linha lateral (equilíbrio e navegação)
- sistemas sensoriais de todas as partes do corpo (menos olfato e gustação)

Envia informações para os centros motores do encéfalo e da medula espinal

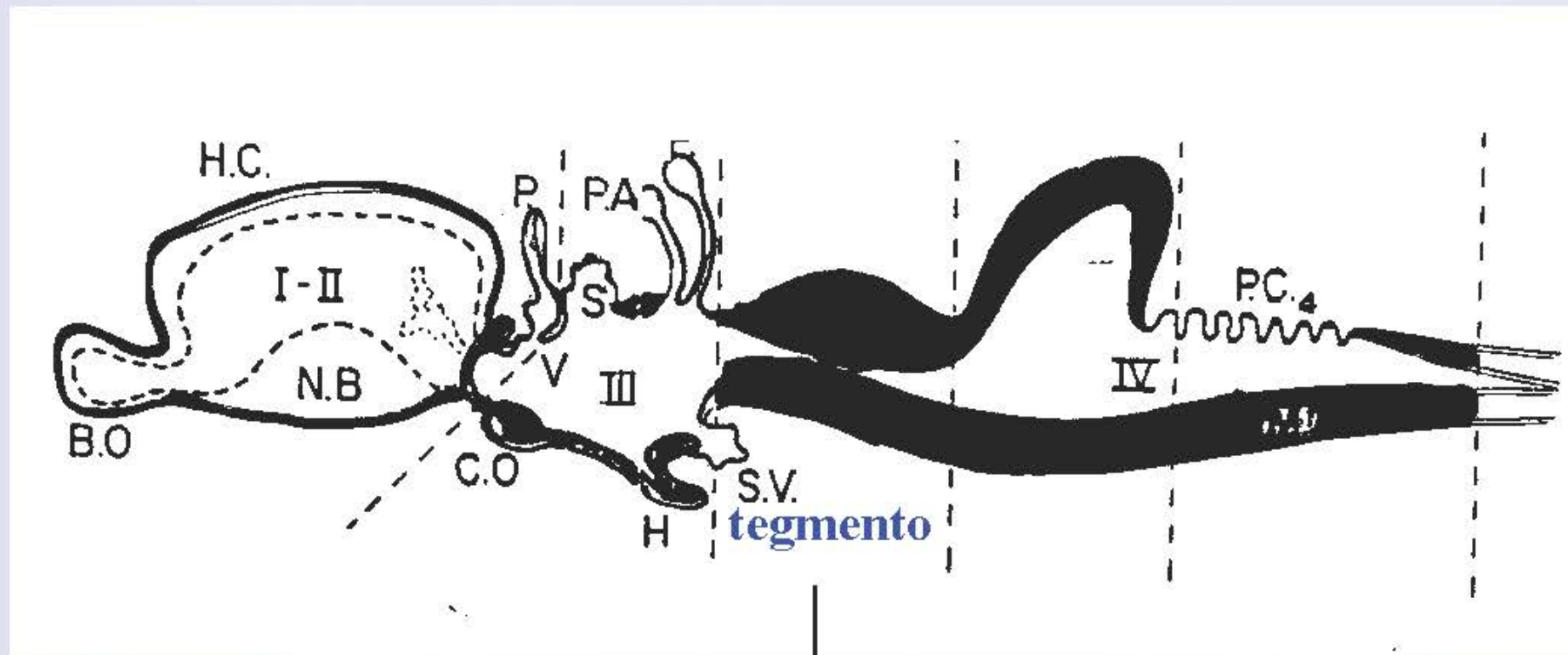
Centro de coordenação das atividades motoras e da manutenção do equilíbrio

- monitora a posição do corpo
- não inicia, mas regula as ações motoras
- opera no nível inconsciente

Muito desenvolvido - movimentos em 3 dimensões ou precisos

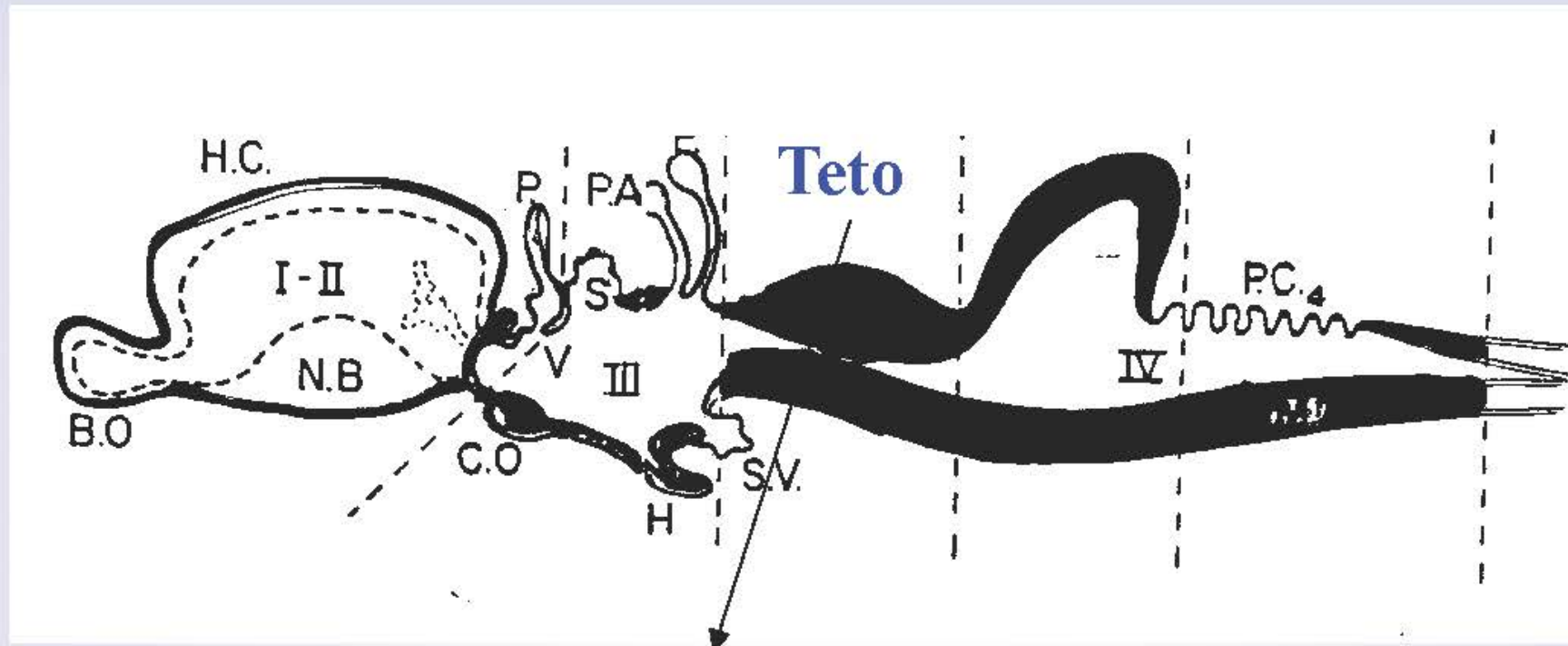
SISTEMA NERVOSO CENTRAL

MESENCÉFALO



Continuação da medula oblonga
Entrada dos nervos III e IV (óculo-motor e troclear)

SISTEMA NERVOSO CENTRAL – MESENCÉFALO



Contém os lobos ópticos

- recepção e integração das informações visuais e percepção da imagem

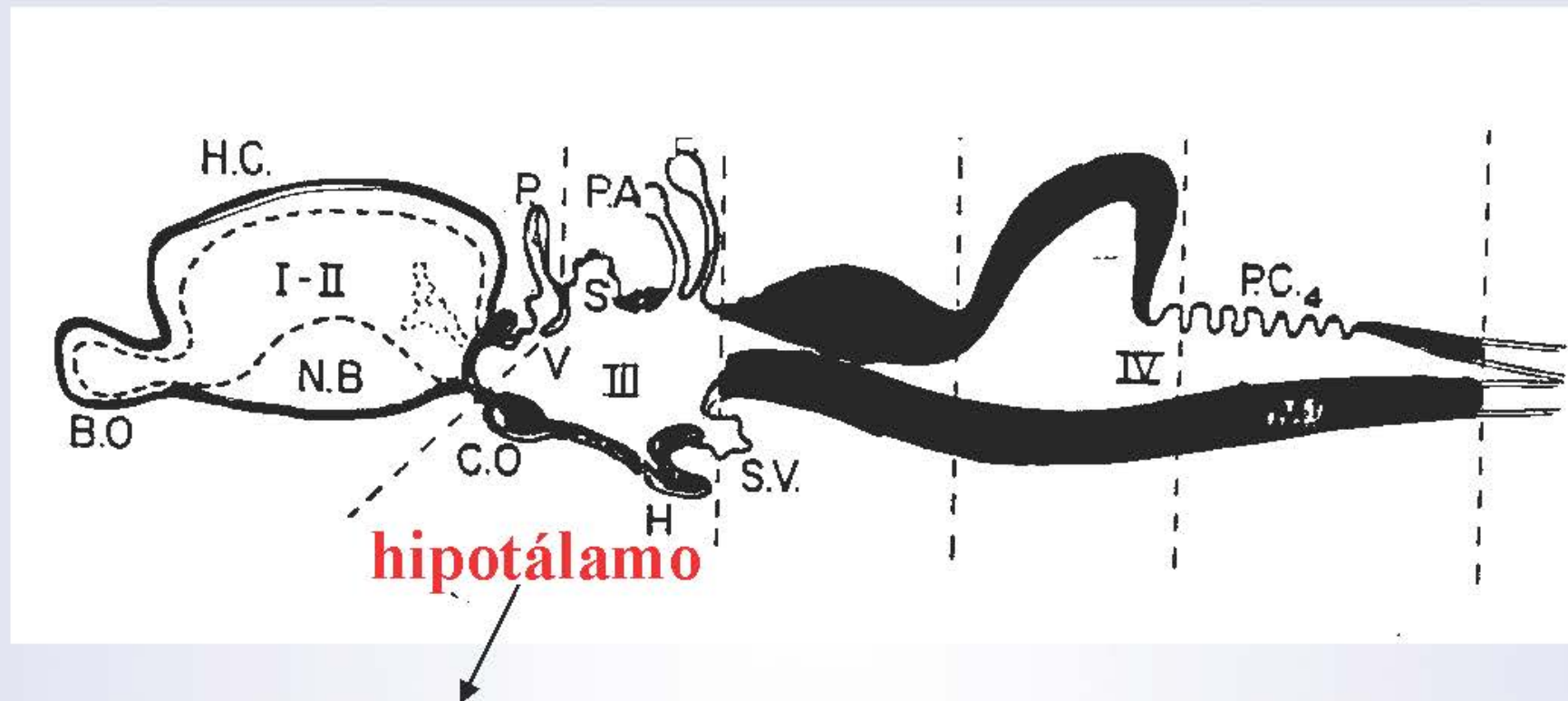
Primitivamente: centro integrativo e coordenador do encéfalo

- recebe informações de todos os outros sistemas sensoriais
- manda informações para outras partes do encéfalo, coordenando e regulando a maior parte das atividades do animal (exceto comp. manutenção da espécie = sociais)
- é de onde se iniciam e partem os comandos para ações motoras (comp. ind.)

Ao longo da filogenia perde funções para o telencéfalo

- centro de integração comportamental nos Amniota
- integração visual nos mamíferos (= 4 colículos)

SISTEMA NERVOSO CENTRAL – DIENCÉFALO

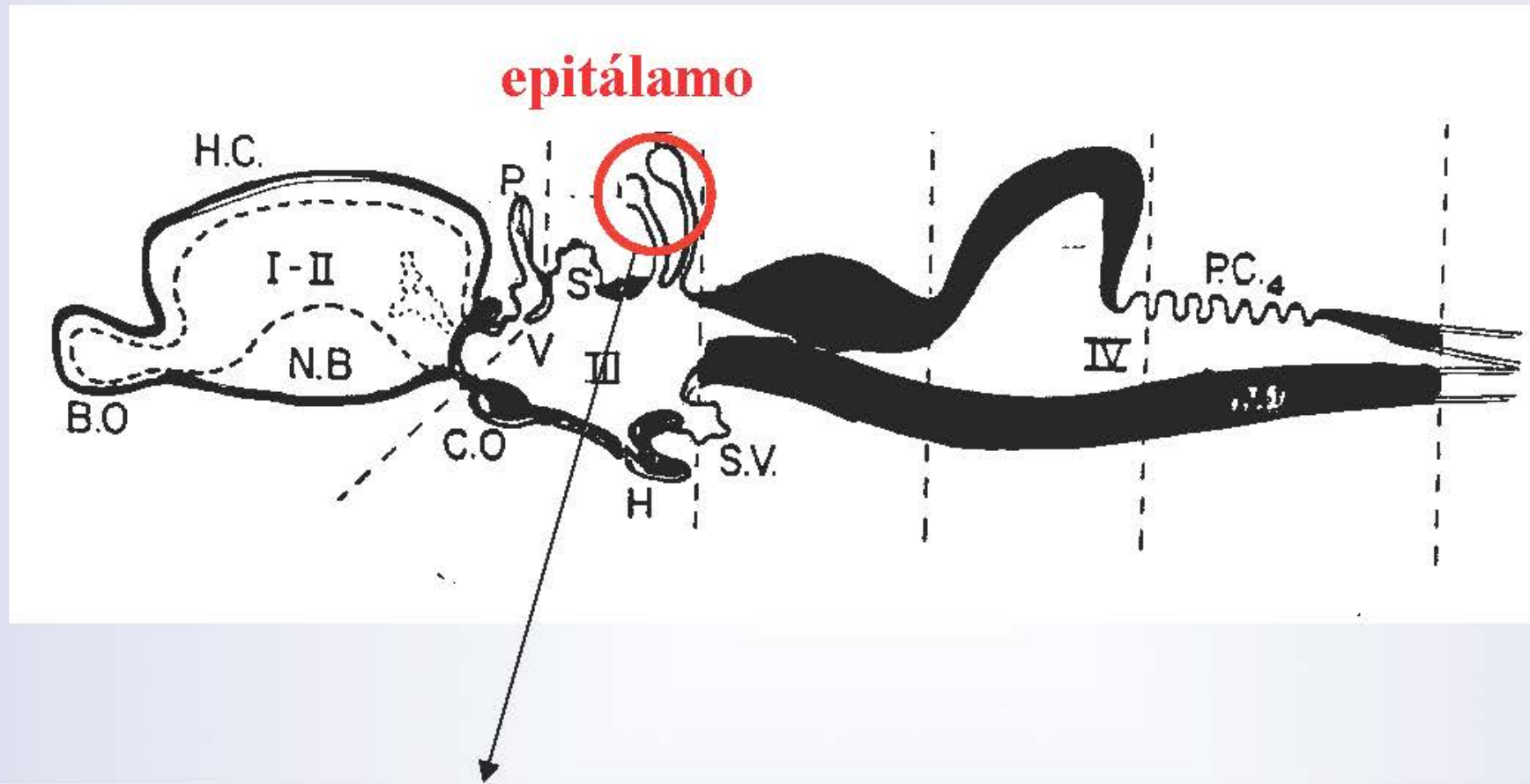


Principal centro de integração das atividades autônomas

- regula a atividade visceral e das glândulas endócrinas (neuro-hipófise)
- regula a pressão sanguínea, o balanço hídrico, a temperatura nos endotérmicos, etc
- tem influência sobre comportamentos da espécie (corte, cuidado parental)
- relógio biológico (ritmos biológicos)

Muda pouco ao longo da evolução

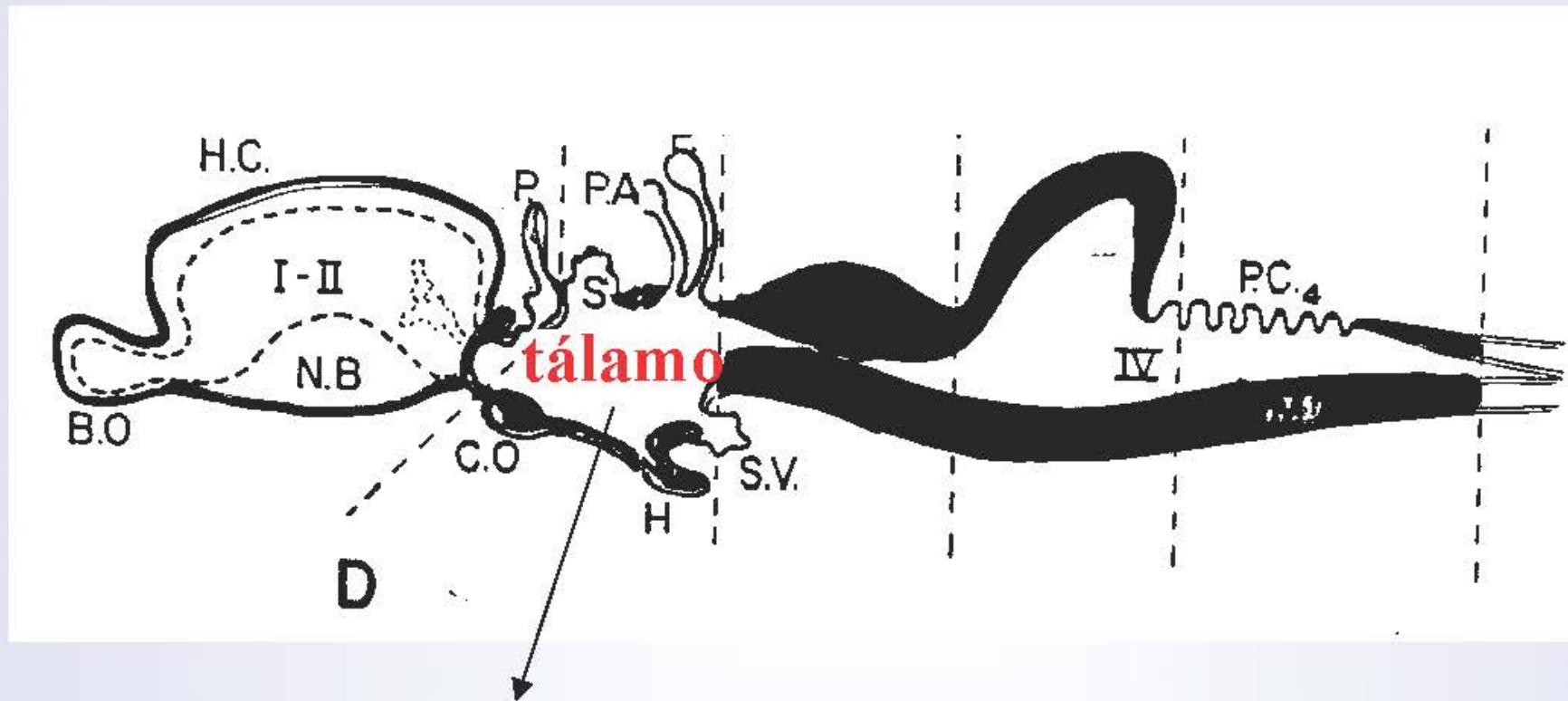
SISTEMA NERVOSO CENTRAL – DIENCÉFALO



Complexo pineal e parapineal (parietal)

- regulação de comportamentos cíclicos relacionados aos ciclos diários e sazonais (ritmos biológicos)
- podem ser foto-receptores

SISTEMA NERVOSO CENTRAL – DIENCÉFALO



Relê - relações recíprocas com o telencéfalo

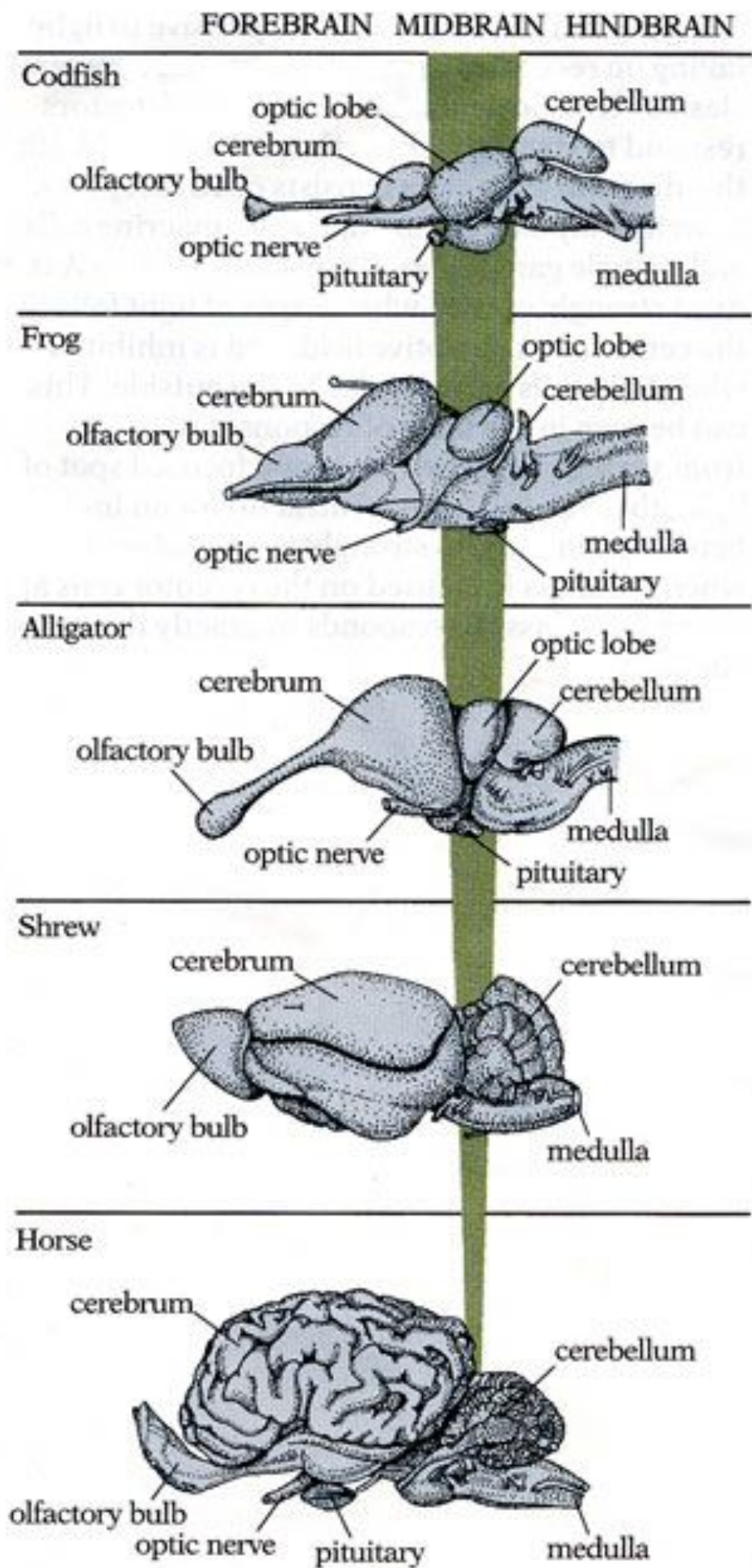
- manda informações dos centros posteriores para o telencéfalo
- recebe informações do telencéfalo e manda para os centros posteriores

Mais importante nos Amniota - telencéfalo passa a ser o centro integrativo do encéfalo

Hemisférios cerebrais ou “cérebro”

- centro integrativo do olfato
- responsável pelos comportamentos emocionais e motivacionais relacionados com comp. sociais (primitivamente) e do indivíduo (a partir de Tetrapoda)
- memória e aprendizado

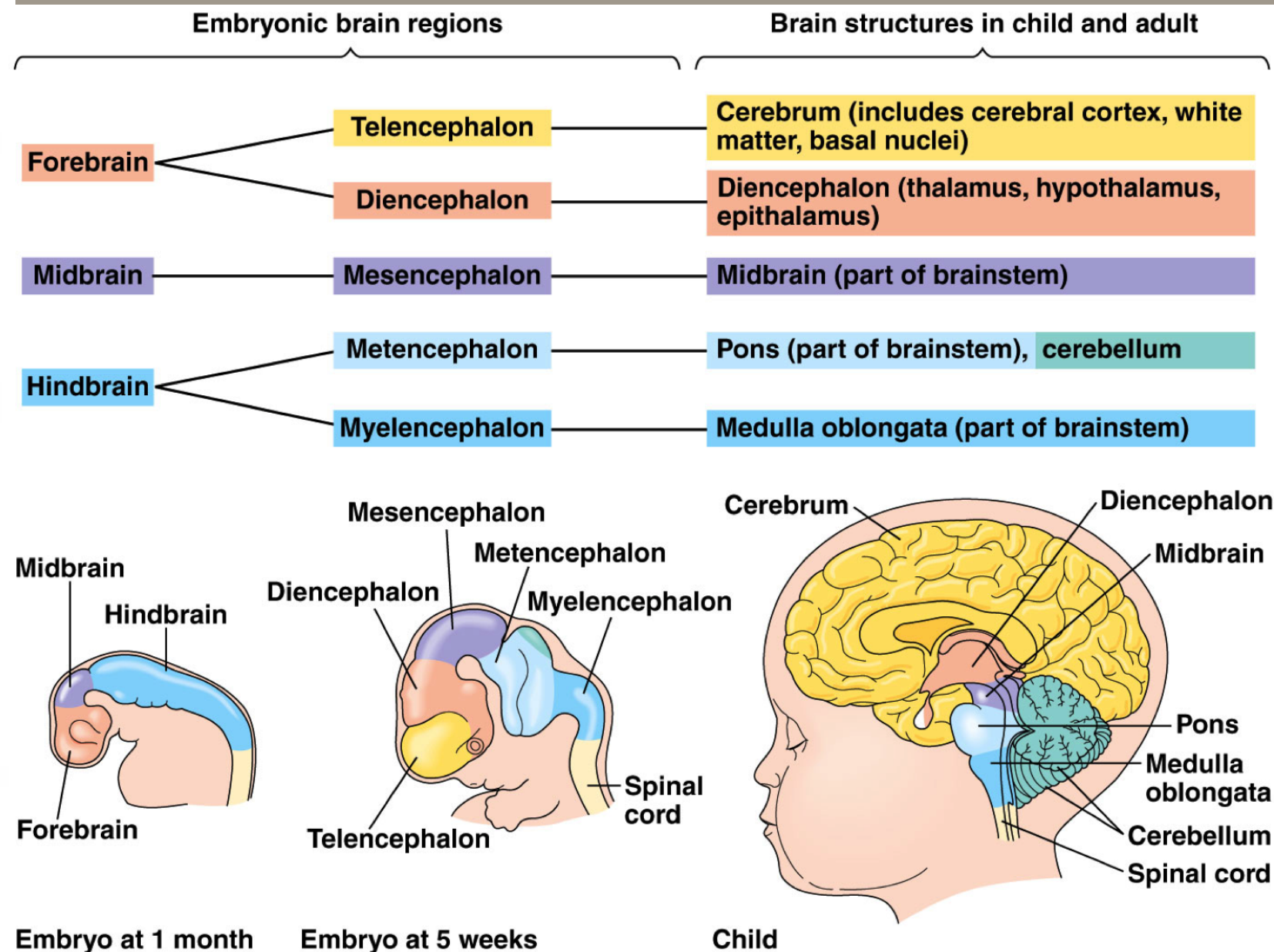
Ao longo da filogenia passa a ter a função de principal centro do comportamento



A região anterior do cérebro tende a aumentar nos vertebrados

Correlacionado com a importancia cada vez maior dos sentidos do olfato, comportamento mais complexo e controle muscular (amniotas)

a região central do cérebro aumentada nos peixes esta correlacionada com a importancia da visao neste grupo



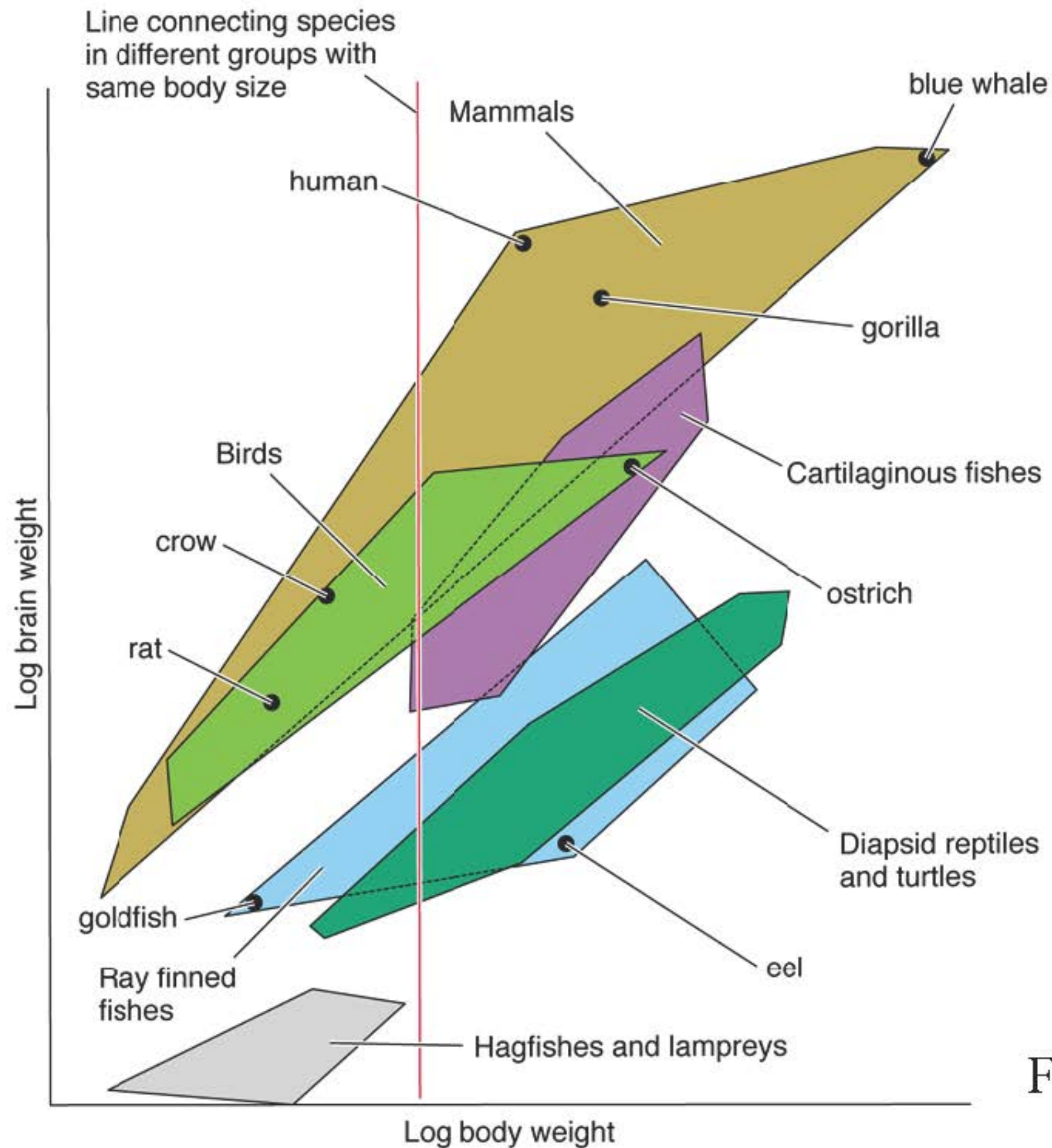
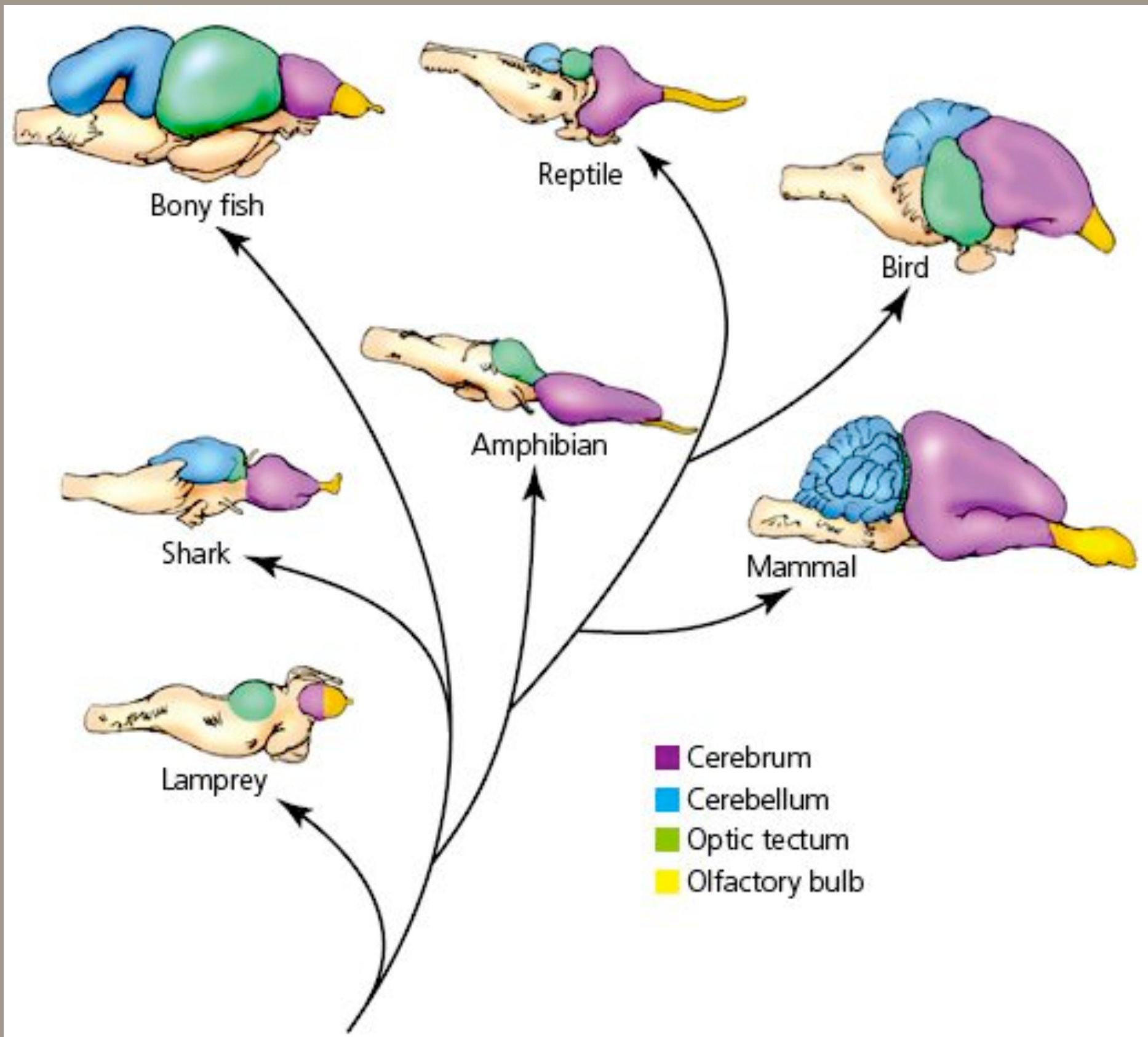


Fig. Focus 14.1

Convergência no aumento do Telencéfalo



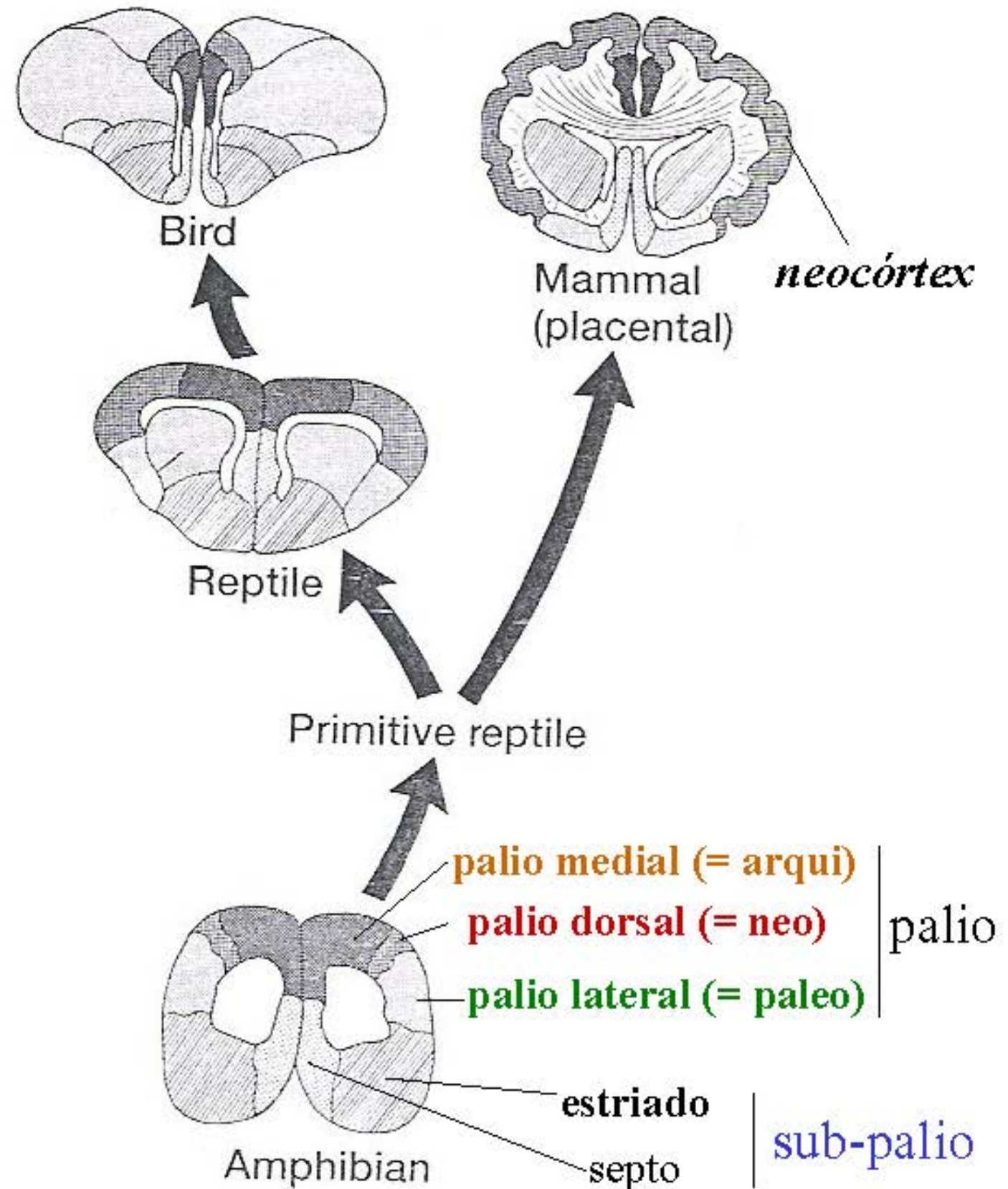
EVOLUÇÃO DO TELENCEFALO

Mamíferos:

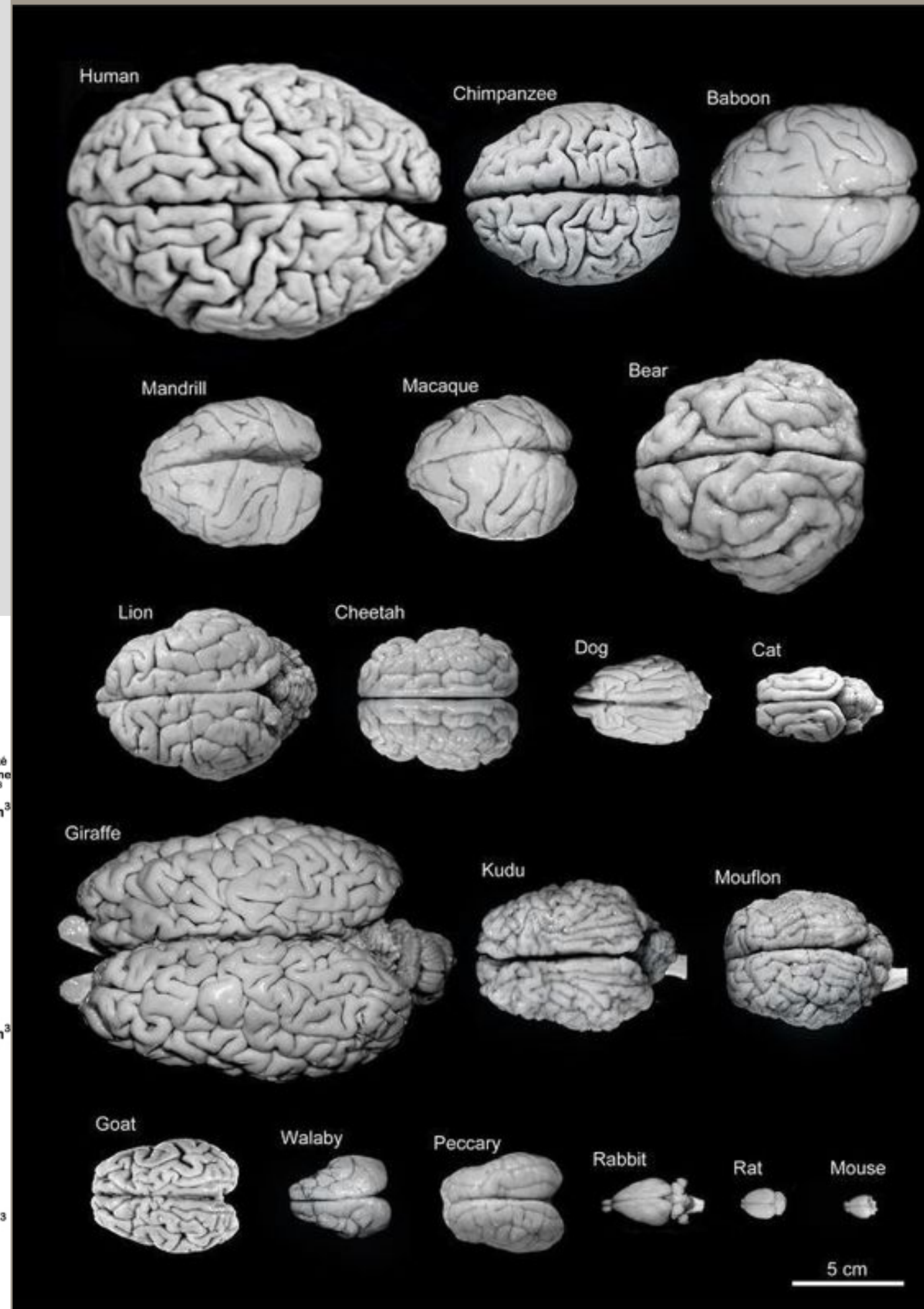
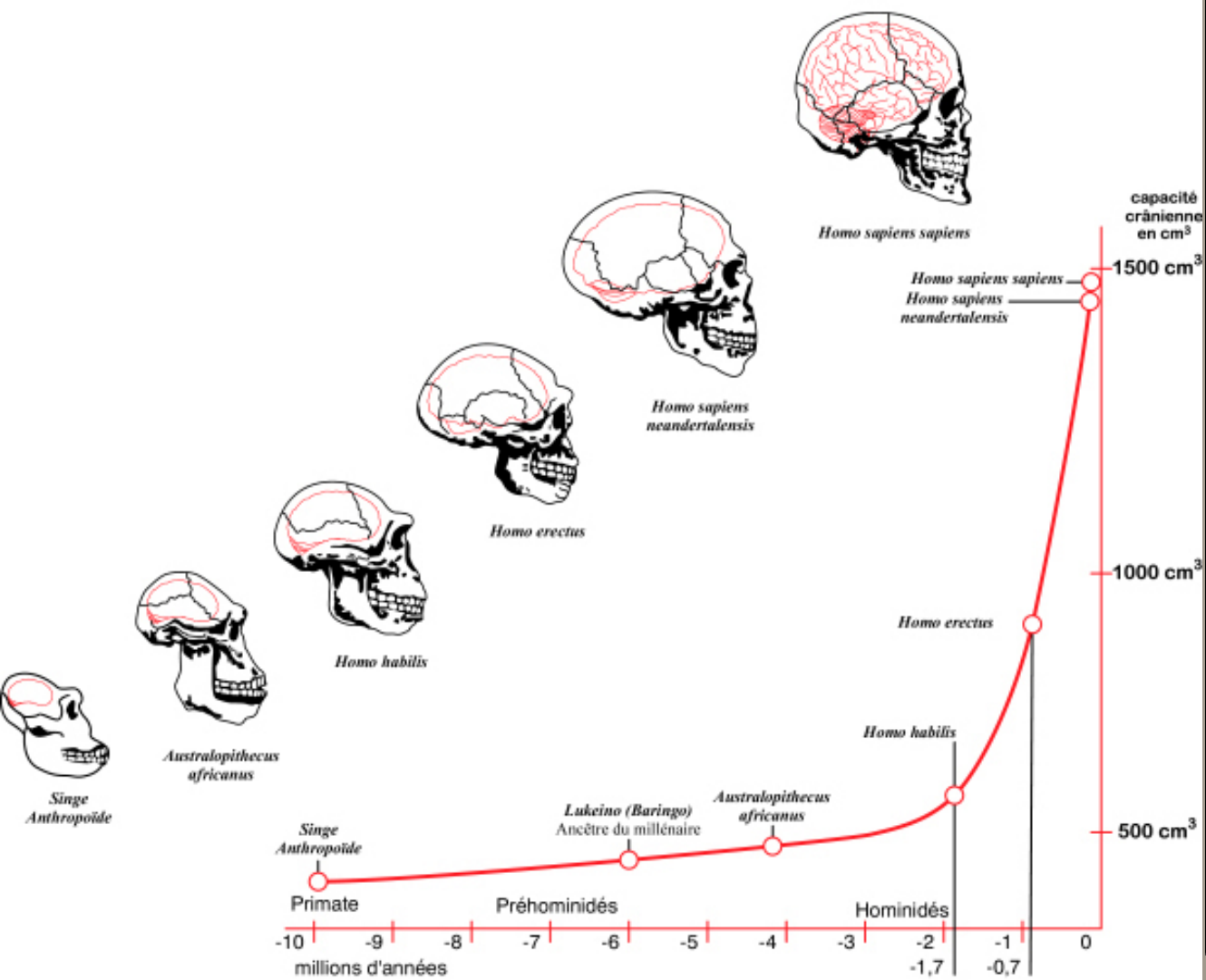
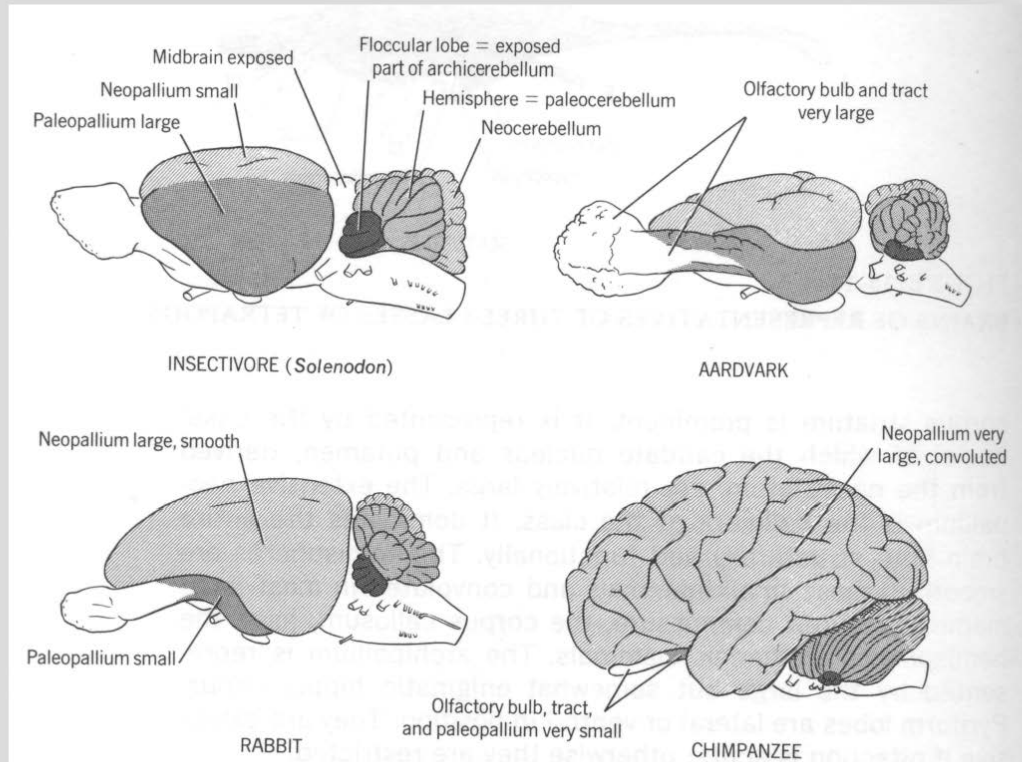
- aumento do telencéfalo associado ao *neocórtex* (neopálio corticalizado)
- centro associativo responsável pela integração e coordenação do encéfalo
- responsável pela visão

De onde teria derivado:

- pálio dorsal
- diferente da parte que teria se desenvolvido nas aves



O telencéfalo dos mamíferos



Lampréia



Tubarão



Truta



Sapo



Jacaré



Pombo



Coelho



Cão

