



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Hospital De Clínicas De Porto Alegre (HCPA)
Programa de Pós-graduação : Neurociências
CBS05023 – Embriologia Humana

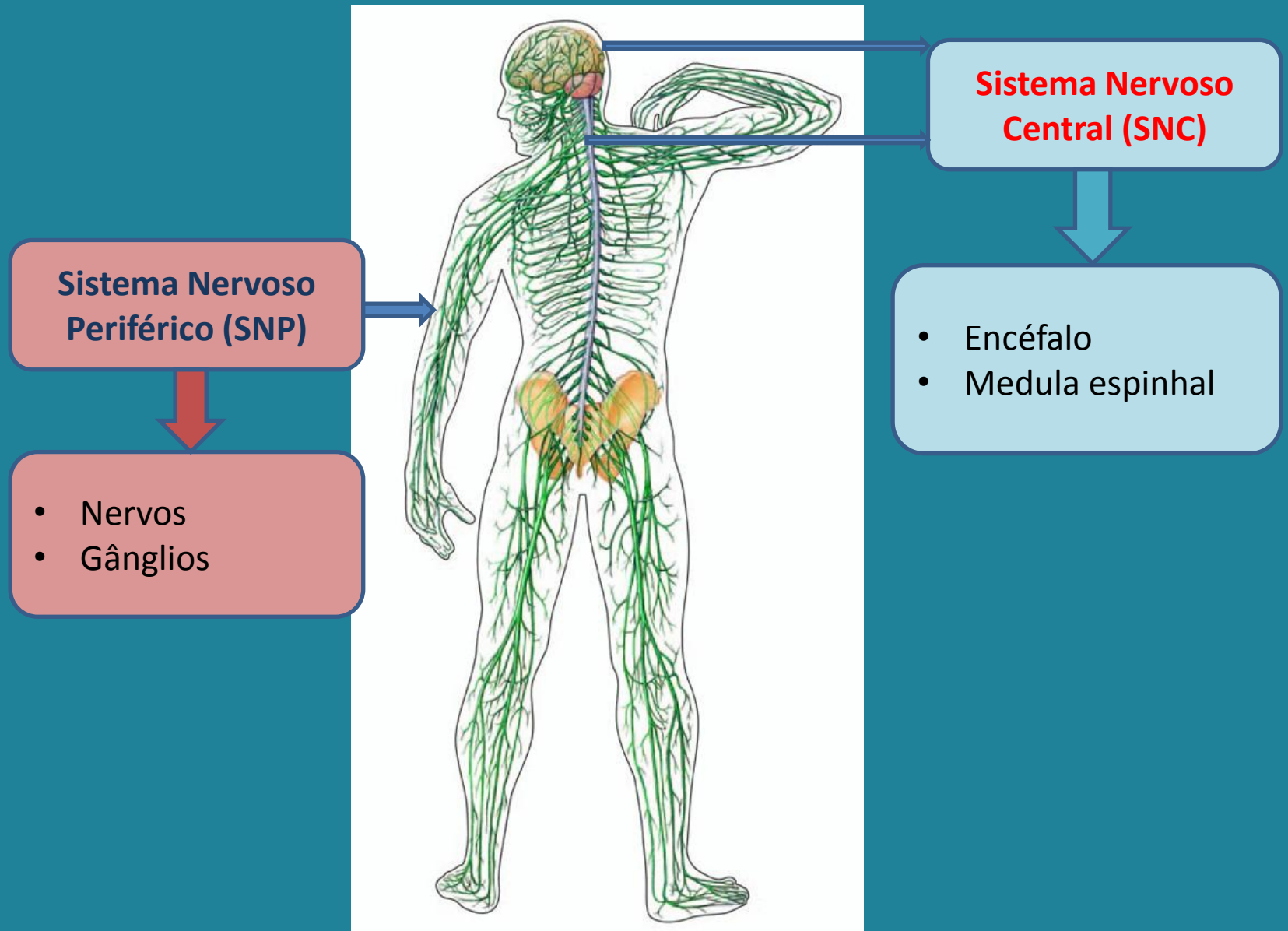


Desenvolvimento do Sistema Nervoso

Daniela Pereira Laureano

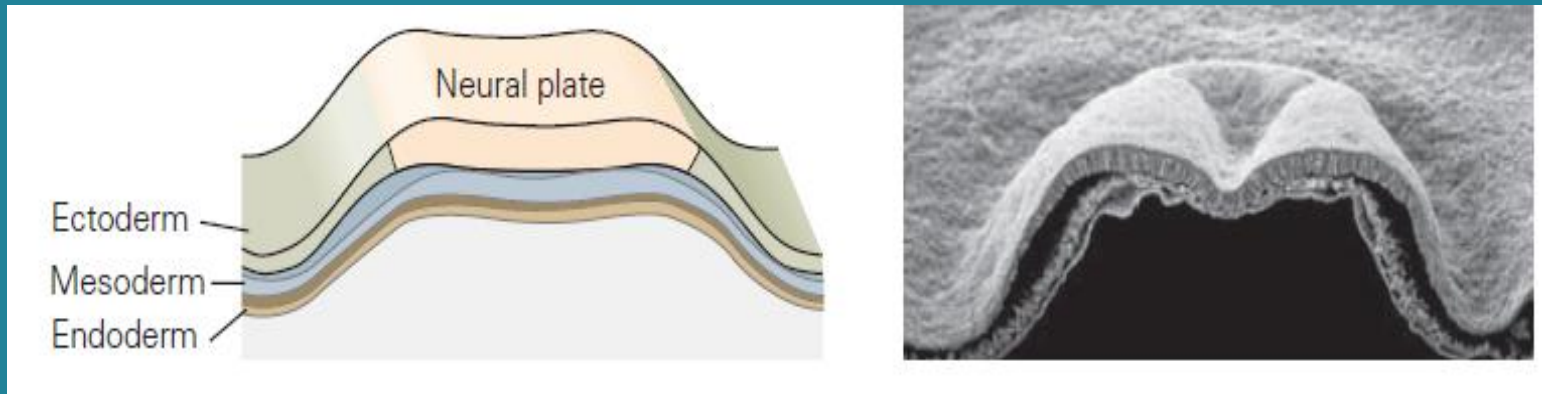
Maio, 2015

Sistema Nervoso

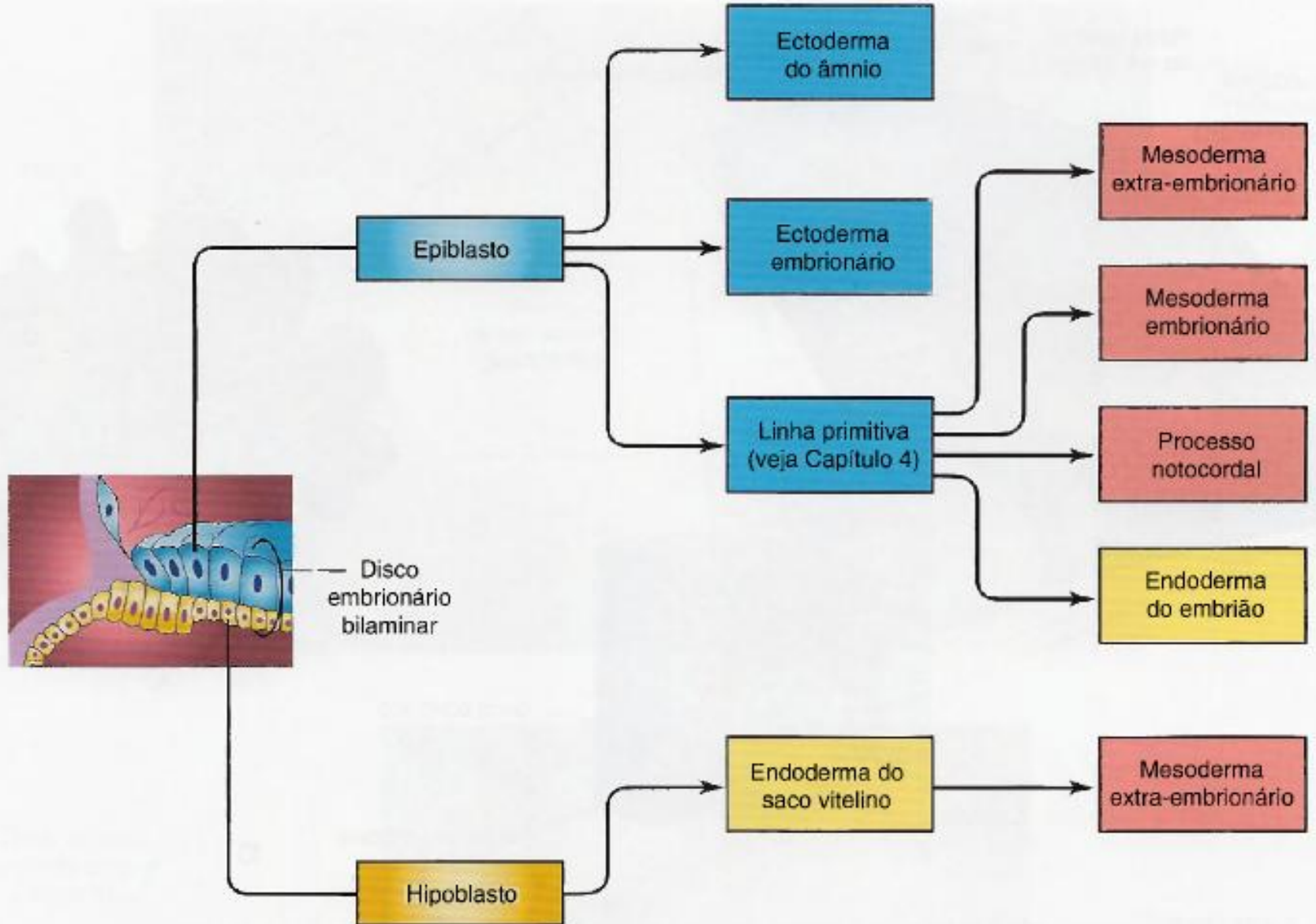


Folhetos embrionários

- O desenvolvimento do sistema nervoso é relativamente tardio
- Bem antes de sua formação, o embrião primitivo gera 3 folhetos embrionários:
- **O endoderma** → tubo intestinal, pulmões, pâncreas e fígado
- **O mesoderma** → músculos, tecido conectivos e sistema vascular
- **O ectoderma** → pele e sistema nervoso



Formação do Disco Embrionário Bilaminar: Segunda Semana



GASTRULAÇÃO

- É o processo pelo qual o disco embrionário bilaminar se transforma em trilaminar.
- A gastrulação é o início da morfogênese.
- Ocorre durante a 3ª semana.
- Durante a gastrulação se formam a linha primitiva, as camadas germinativas e a notocorda.

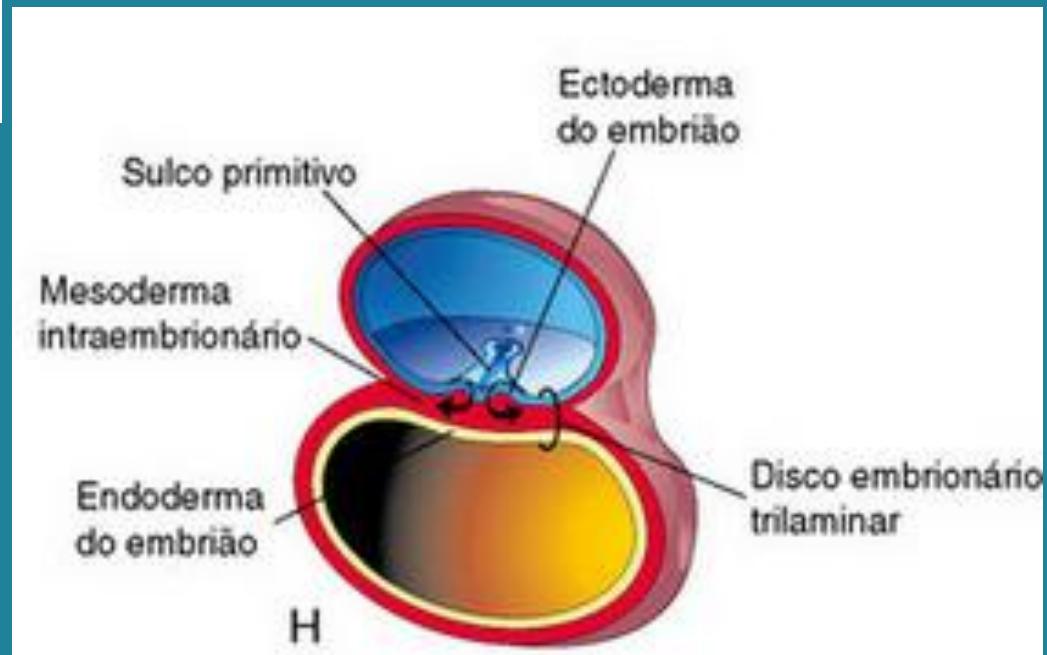
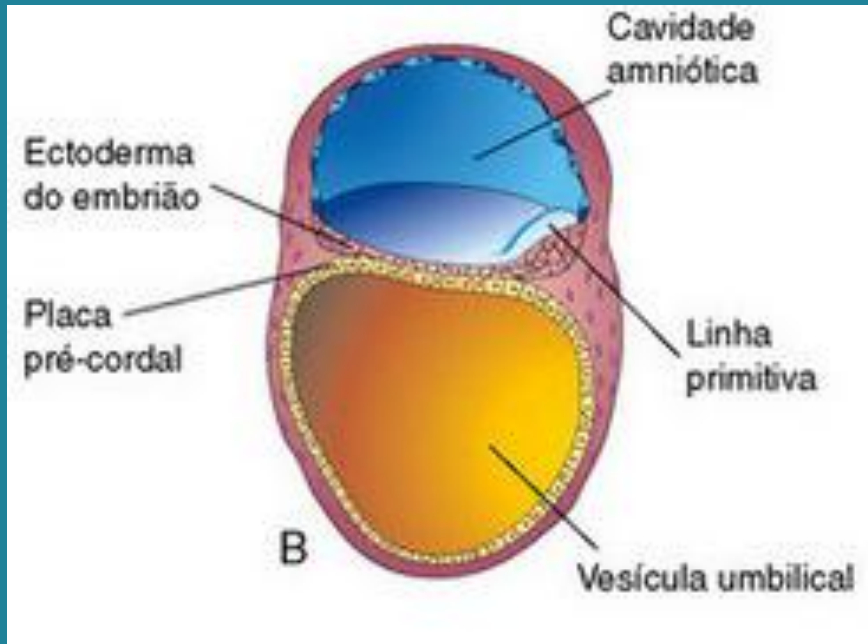
GASTRULAÇÃO

- A notocorda define o eixo primitivo do embrião, serve de base para a formação dos ossos da coluna vertebral e da cabeça, indica o local dos futuros corpos vertebrais.
- A linha primitiva estabelece o plano básico do corpo nos vertebrados: eixo central (linha média), simetria bilateral, superfícies ventrais e dorsais e extremidades cefálica e caudal.
- O nó primitivo (de Hensen) define a direção cefálica.

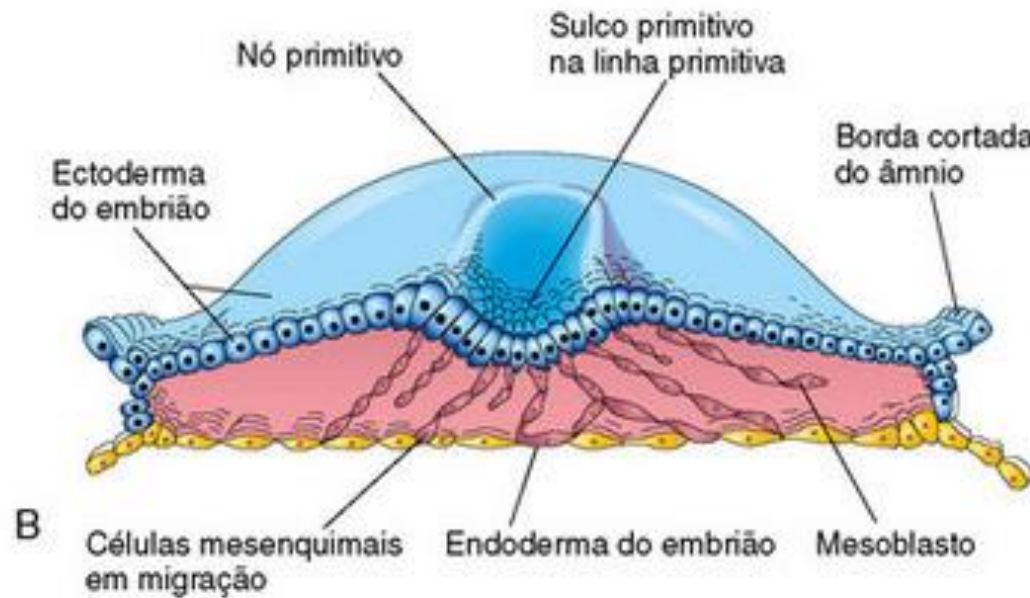
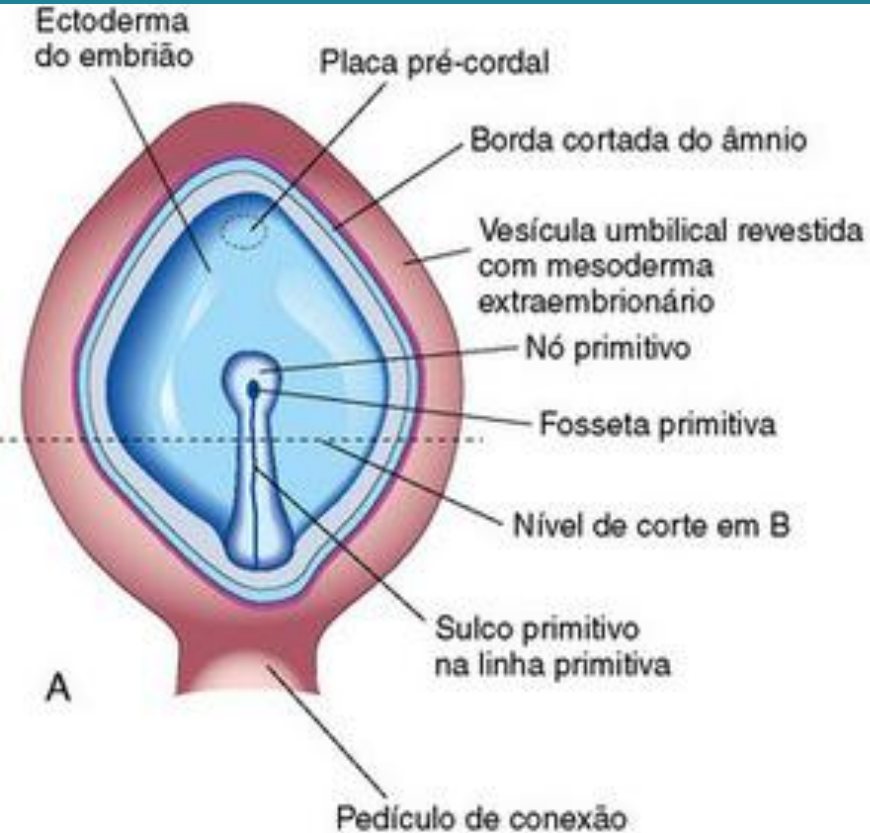
GASTRULAÇÃO

- Durante a gastrulação células do ectoderma migram pelo nó e fosseta primitiva formando o endoderma e o mesoderma intra-embrionário.

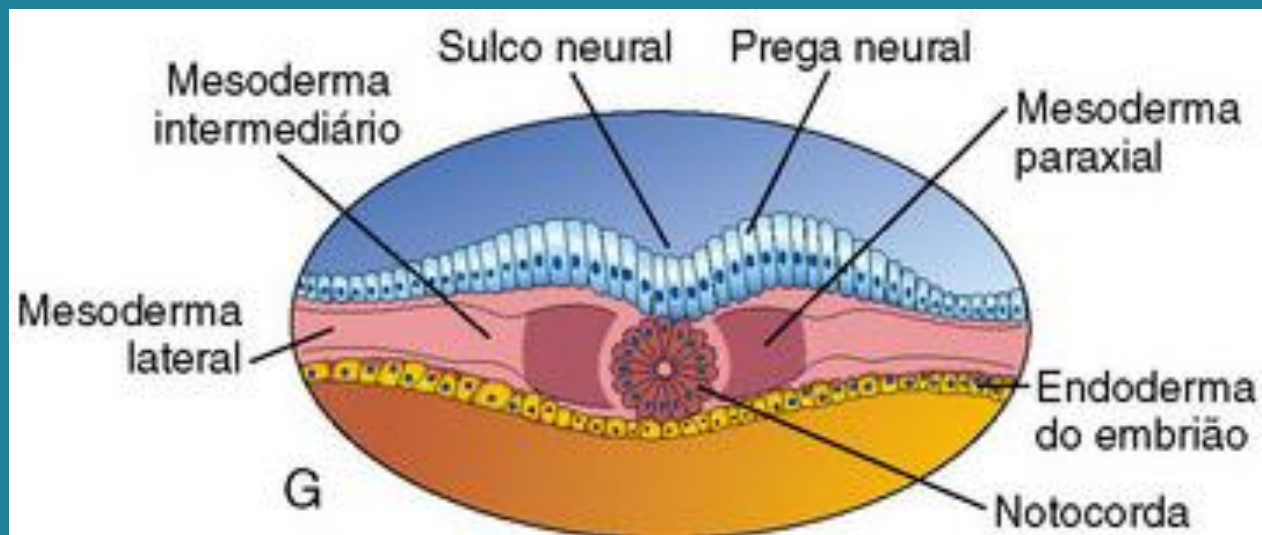
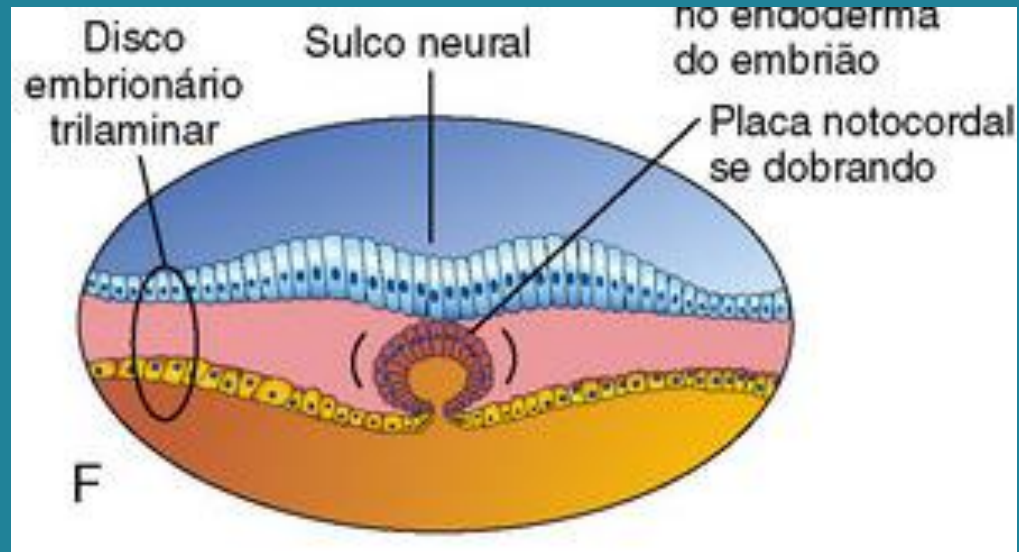
Formação do disco embrionário trilaminar



Formação do disco embrionário trilaminar



Formação da notocorda



NEURULAÇÃO

- Processos envolvidos na formação da placa neural e pregas neurais e fechamentos destas pregas para formar o tubo neural.

NEURULAÇÃO

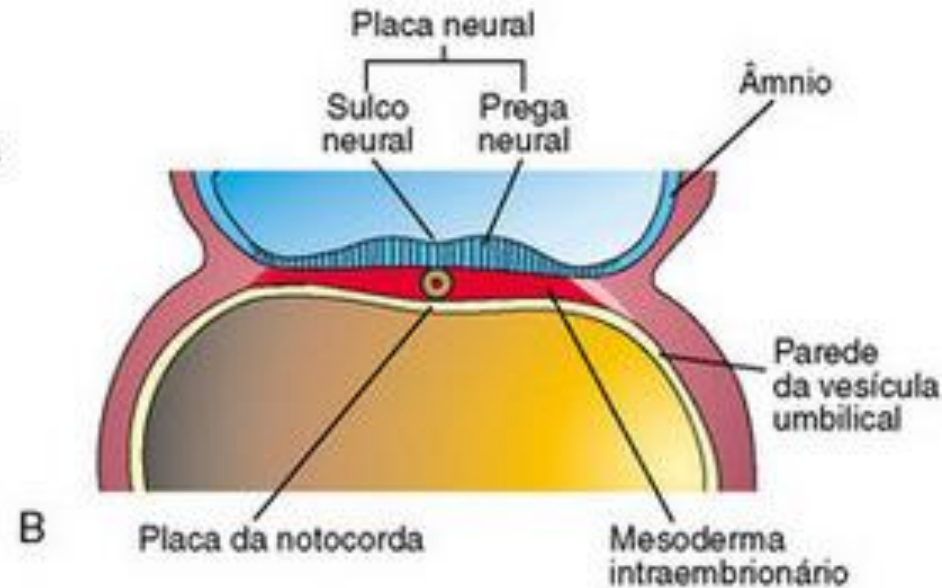
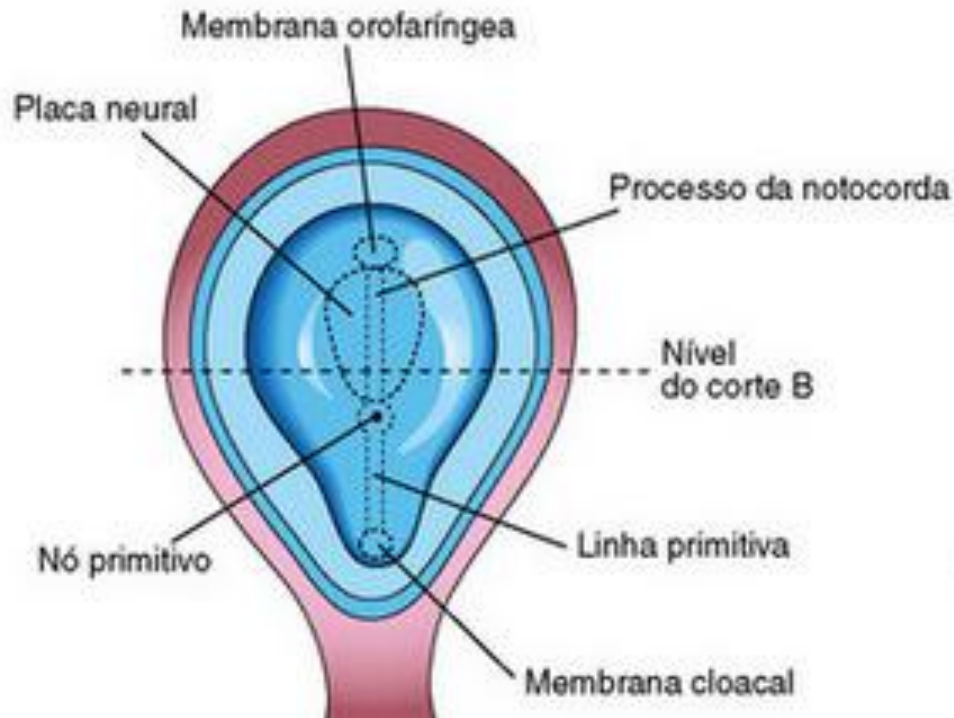
Placa neural e tubo neural

- A notocorda em desenvolvimento induz a formação da placa neural.
- Dia 18 → invaginação da placa neural formando um sulco neural mediano, com as pregas neurais de ambos lados (proeminentes na região cefálica – primeiros sinais de desenvolvimento do encéfalo).
- Fim da terceira semana → aproximação das pregas, que começam a fundir-se.

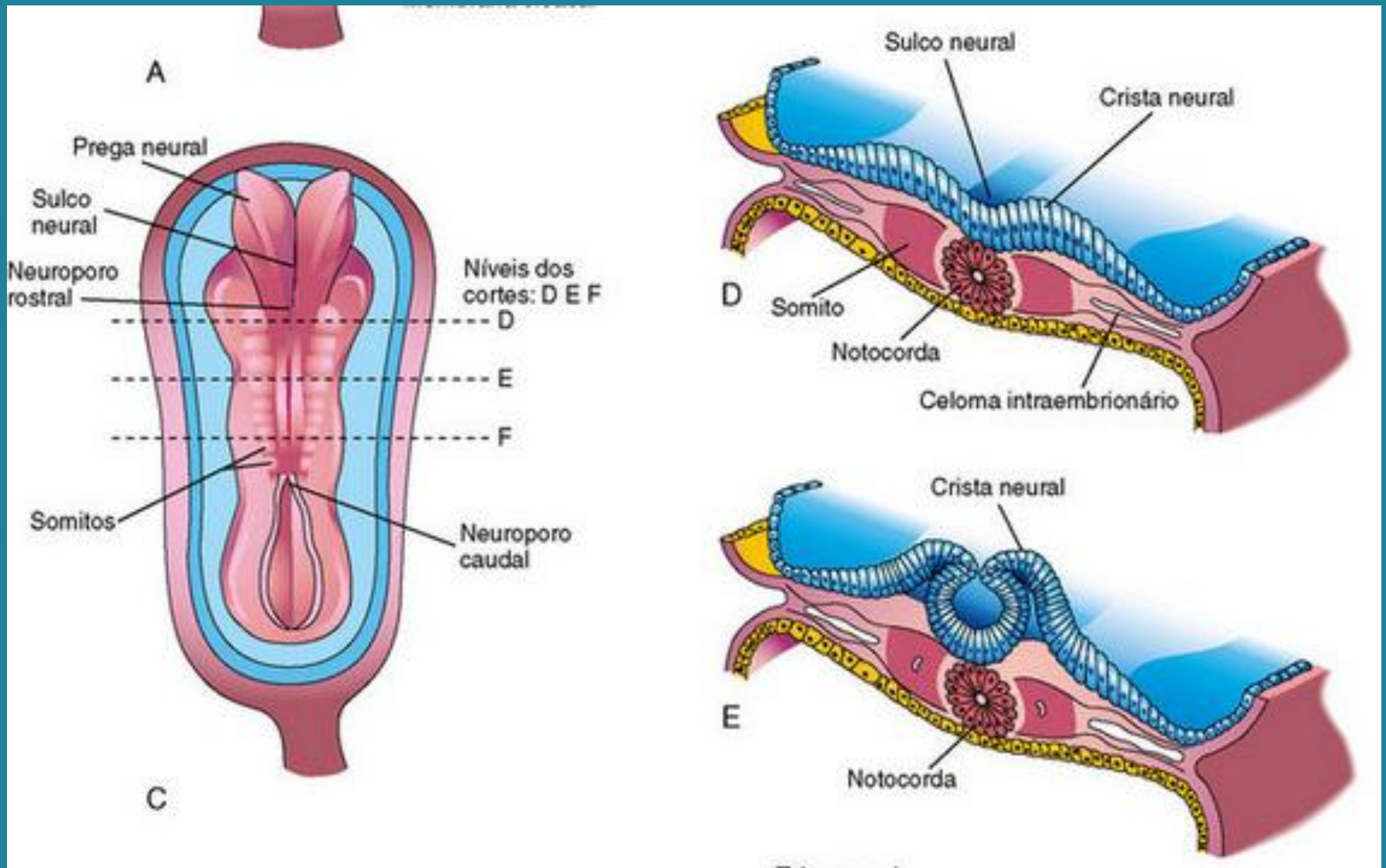
NEURULAÇÃO

- A formação do tubo neural começa no início da 4ª semana (dias 22 a 23) e termina no final da 4ª semana, quando ocorre o fechamento do neuróporo caudal (posterior).
- O tubo neural se fecha primeiramente na região medial do embrião.
- As extremidades abertas são os neuróporos rostral e caudal

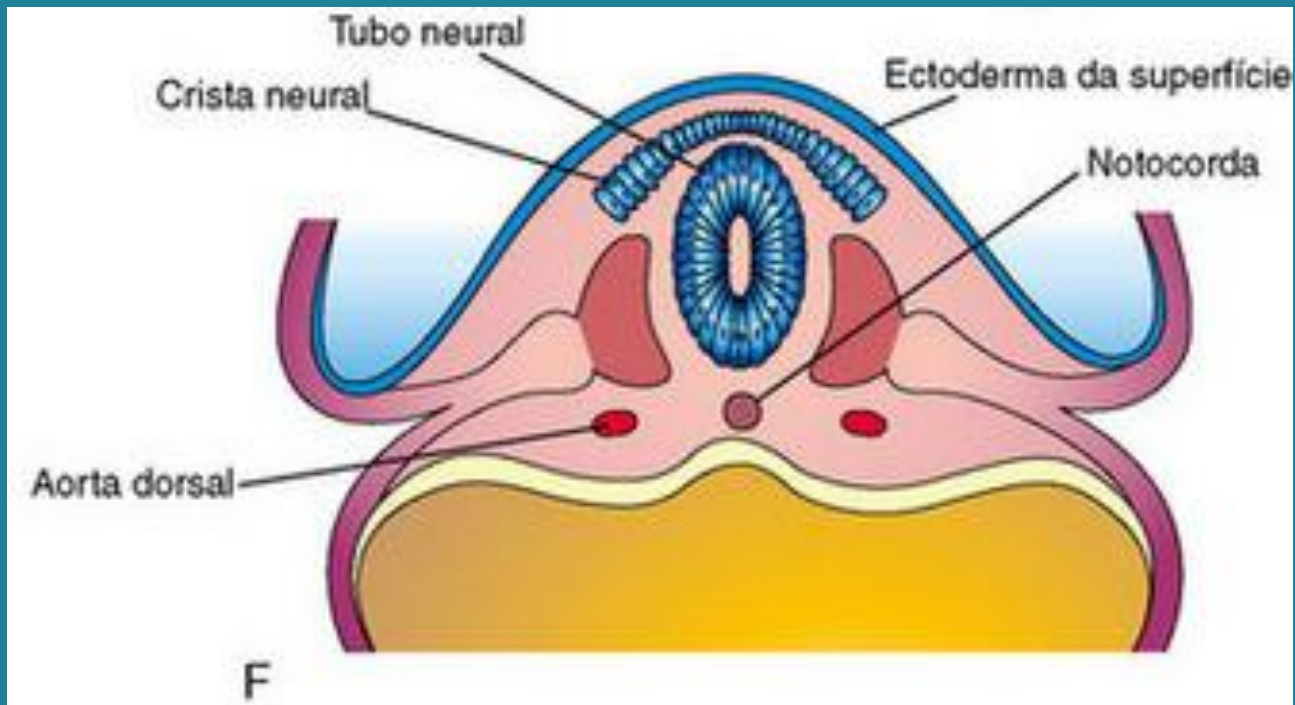
Formação do tubo neural



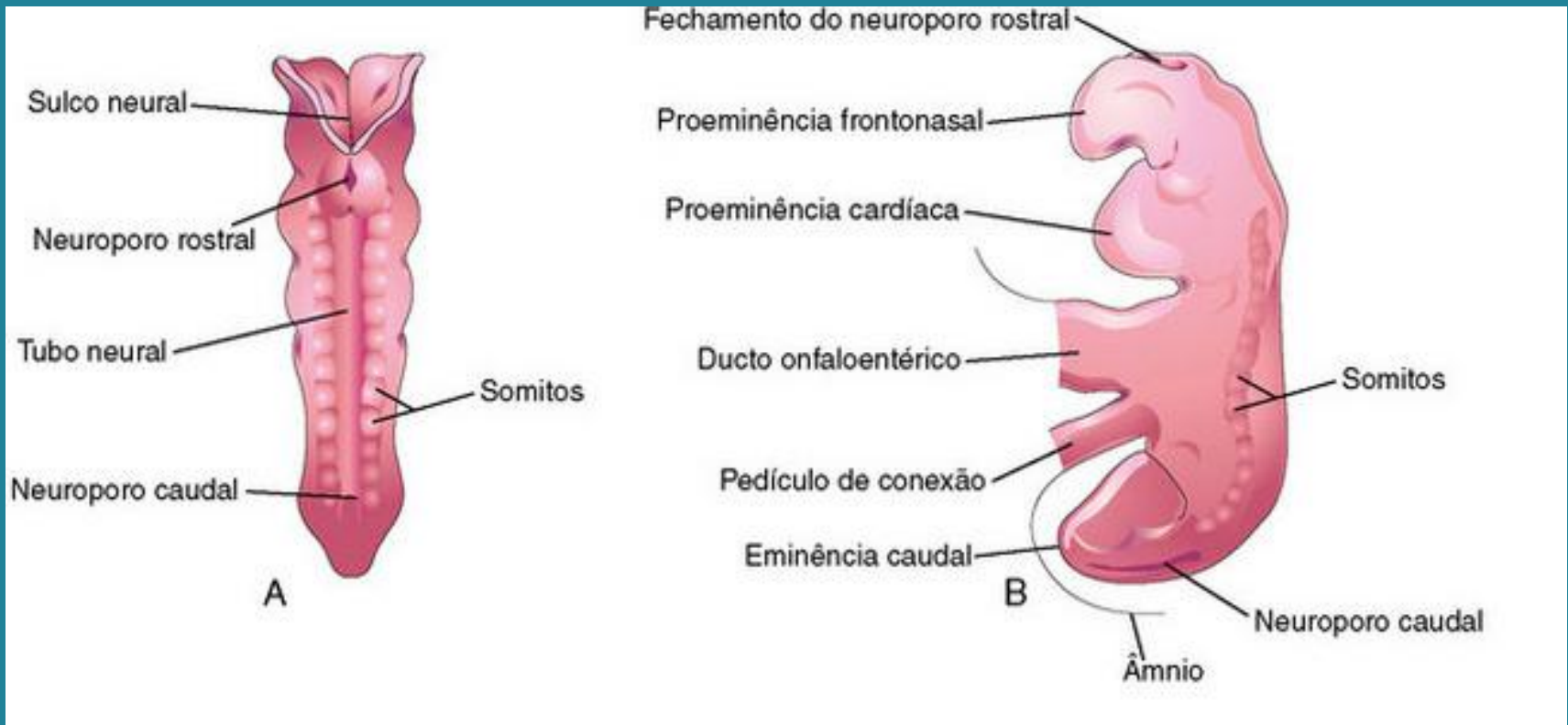
Formação do tubo neural



Formação do tubo neural



Formação do tubo neural



- O neuróporo rostral se fecha no dia 25 e o caudal no dia 27.
- O fechamento dos neuróporos coincide com o estabelecimento da circulação vascular no tubo neural

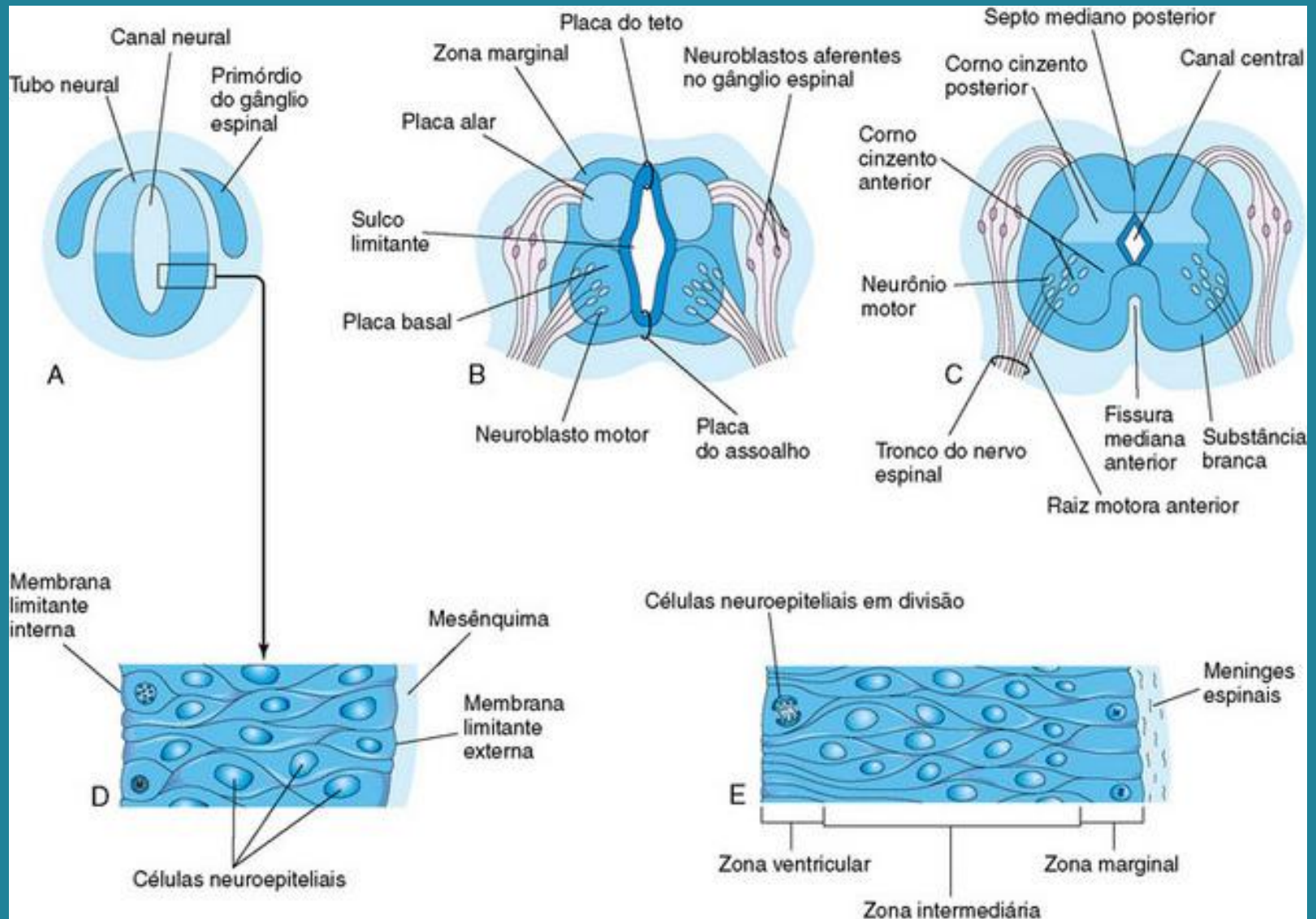
Vídeo

- <https://www.youtube.com/watch?v=Cu4lQYbOzzY>

Desenvolvimento da medula espinhal

- As paredes do tubo neural se espessam reduzindo gradualmente até restar o canal central da medula espinhal.
- O espessamento diferencial da medula espinhal, produz o sulco limitante. Este sulco separa a parte dorsal, a placa(lâmina) alar, da parte ventral, a placa (lâmina) basal.
- Os corpos celulares das **placas alares** formam os **cornos dorsais (cinzentos), núcleos aferentes, sensitivos**.
- Os corpos celulares das **placas basais** formam as colunas cinzentas, ventrais, e laterais, cornos ventrais e laterais. Os axônios do **cornio ventral** formam as raízes ventrais do corno espinhal, **eferentes, motoras**.

Desenvolvimento da medula espinhal

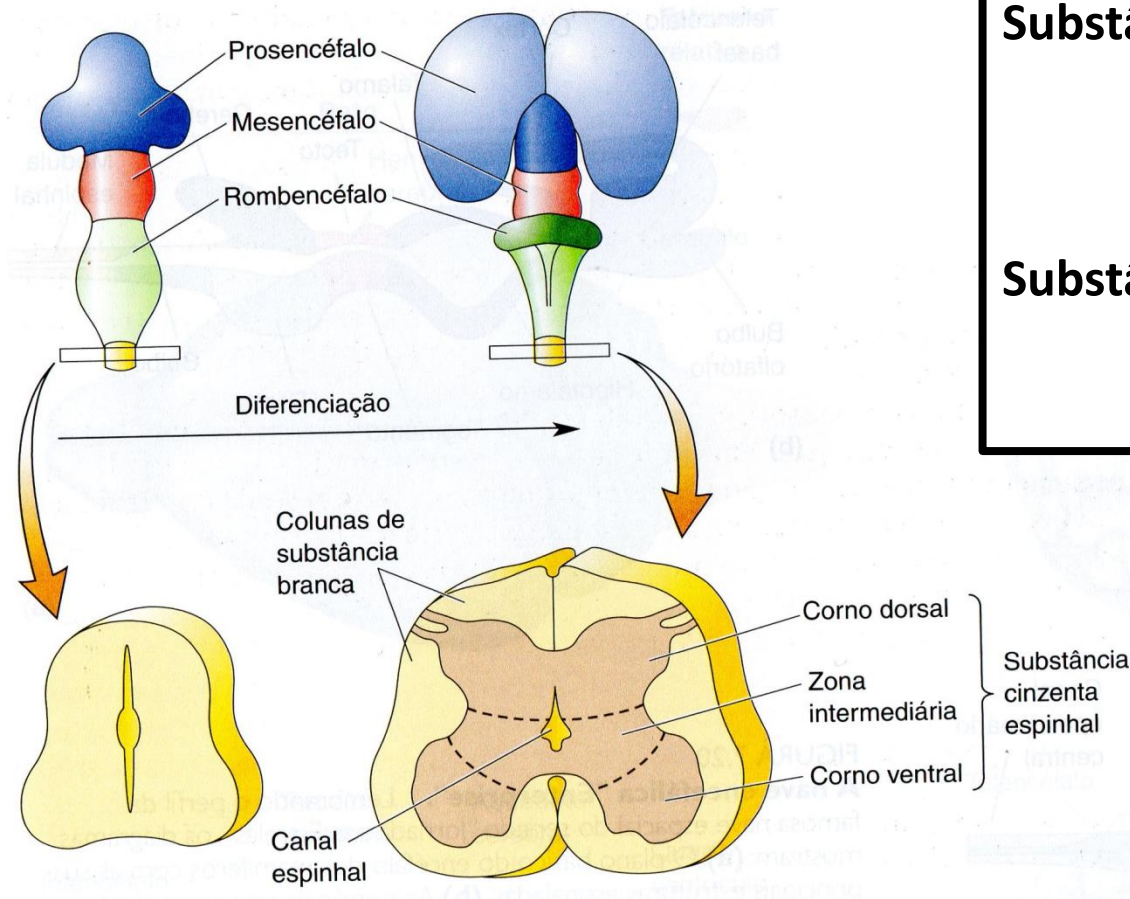


Desenvolvimento da medula espinhal

- Os corpos celulares das placas alares formam os cornos dorsais (cinzentos), → núcleos aferentes (sensitivas).
- Os corpos celulares das placas basais formam as os cornos ventrais e laterais → fibras eferentes (motoras).

Desenvolvimento da medula espinhal

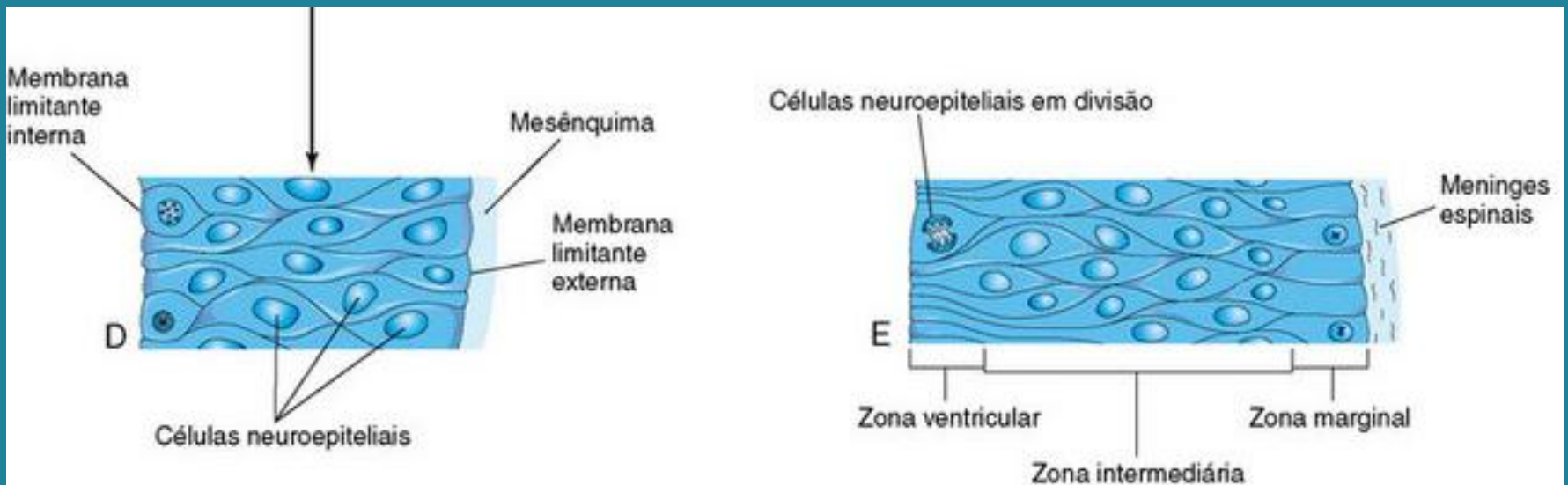
- Estruturas importantes:



Substância Cinzenta: Corno dorsal
Zona intermediária
Corno ventral

Substância Branca: Colunas dorsais
Colunas laterais
Colunas ventrais

Origem das células neurais



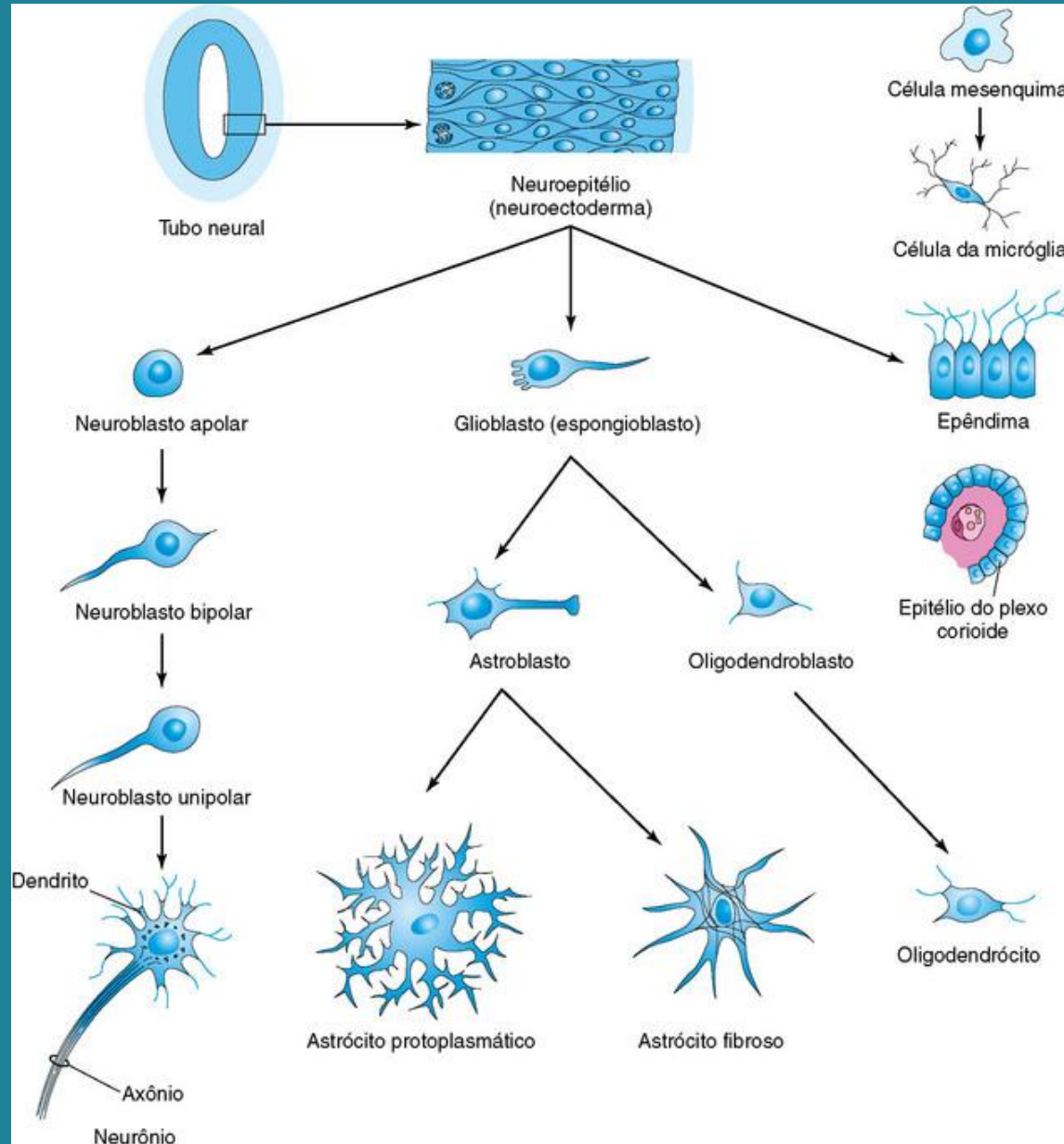
Neuroepitélio do tubo neural:

Zona ventricular: origina todas as células nervosas (ficam células neuroepiteliais indiferenciadas)

Zona intermediária: entre a zona ventricular e marginal (células neuroepiteliais diferenciadas em neuroblastos)

Zona marginal: composta da parte externa das células neuroepiteliais (axônios)

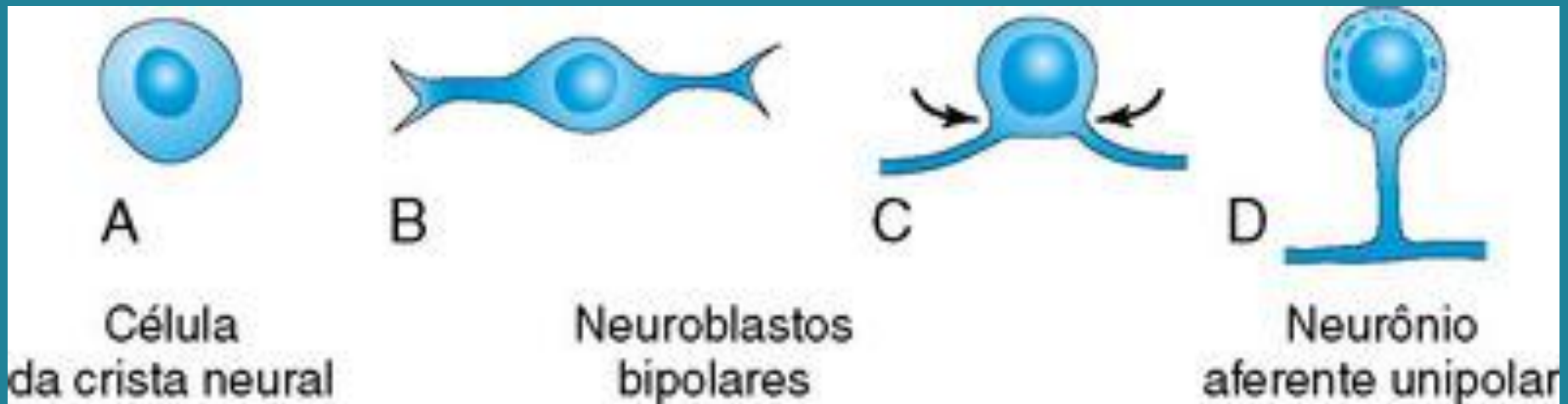
Origem das células neurais



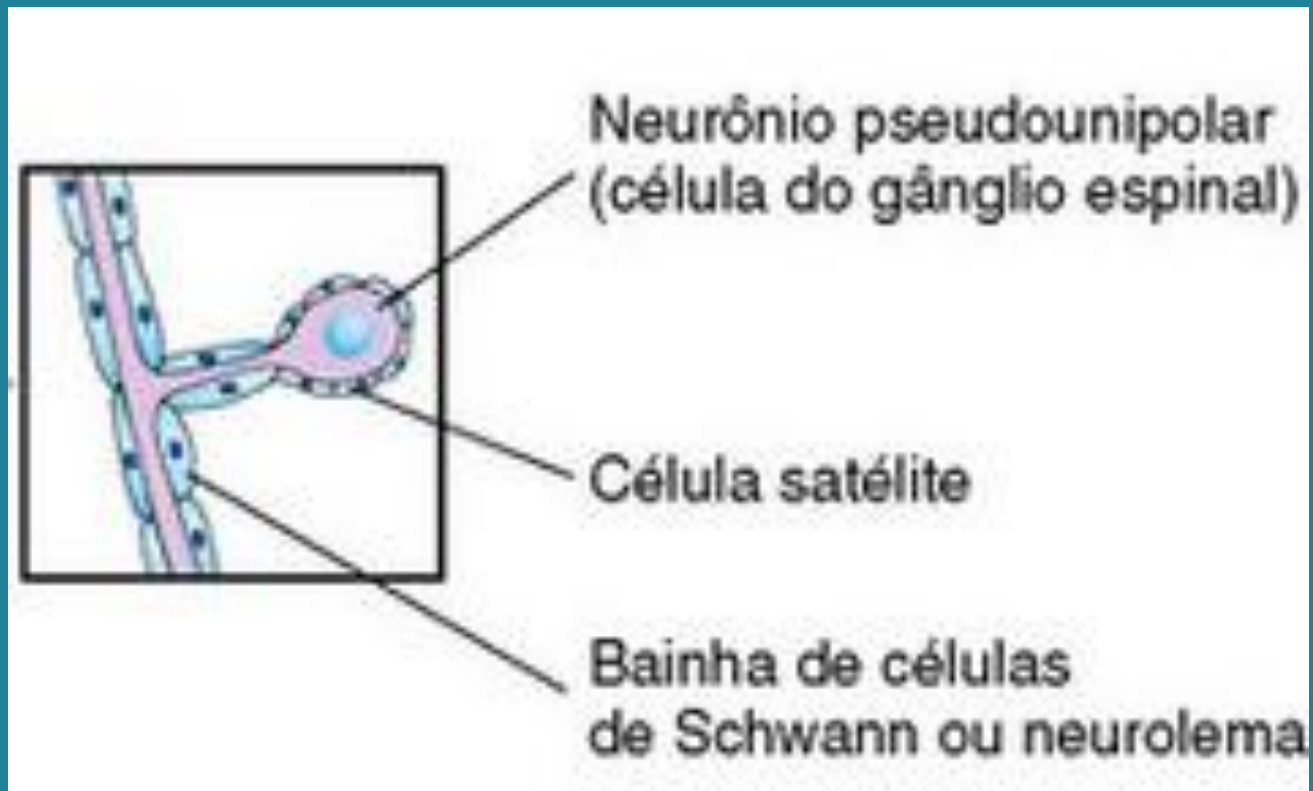
Desenvolvimento dos gânglios espinais

- Os neurônios unipolares dos gânglios espinais derivam das células da **crista neural**. Inicialmente são bipolares, depois seus prolongamentos se unem, formando um T.
- O processo periférico dos gânglios espinais vão para as terminações sensitivas das estruturas somáticas ou viscerais.
- O processo central penetram na medula espinhal e constituem as raízes dorsais dos nervos espinais.

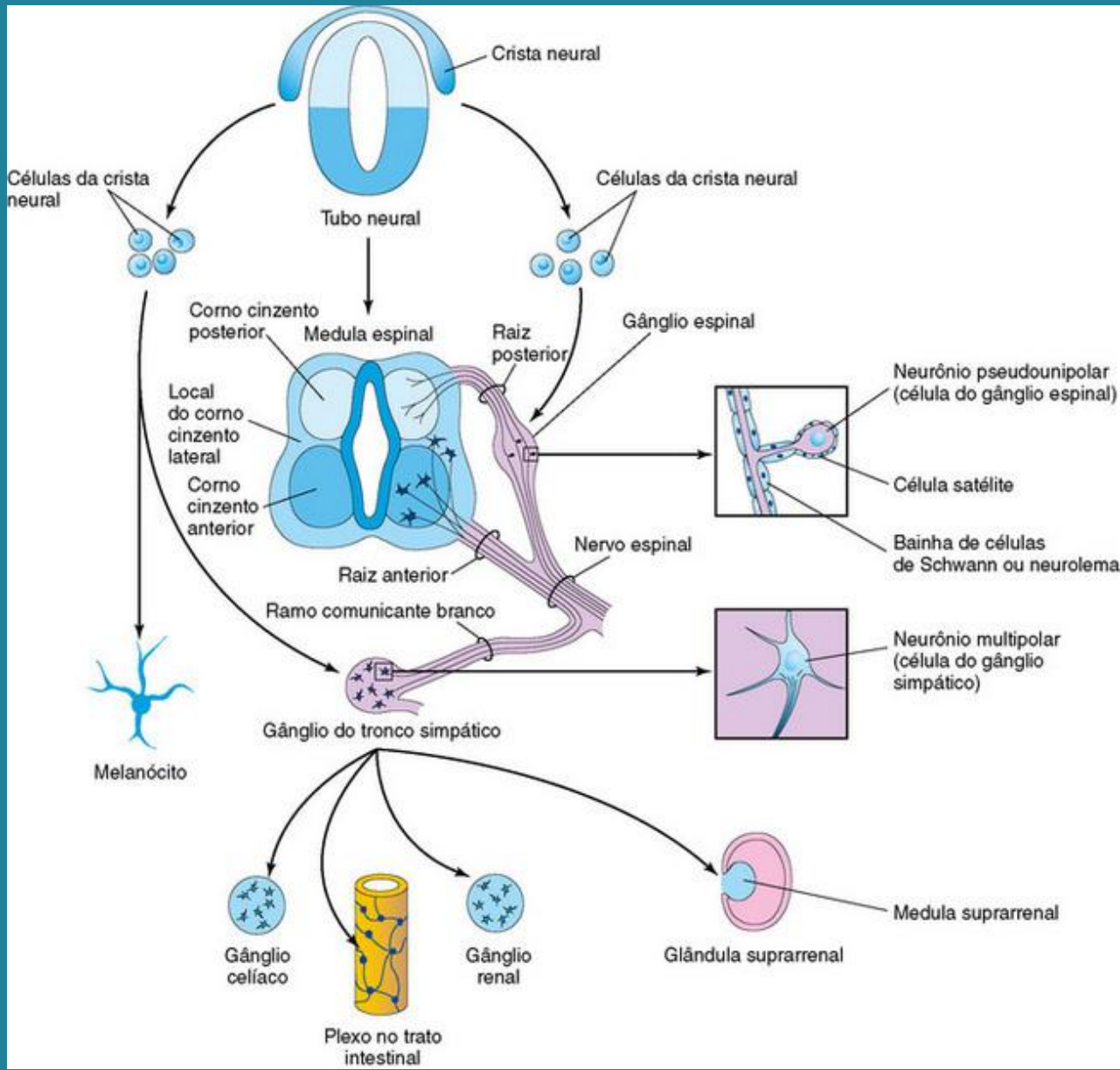
Desenvolvimento dos gânglios espinais



Desenvolvimento dos gânglios espinais



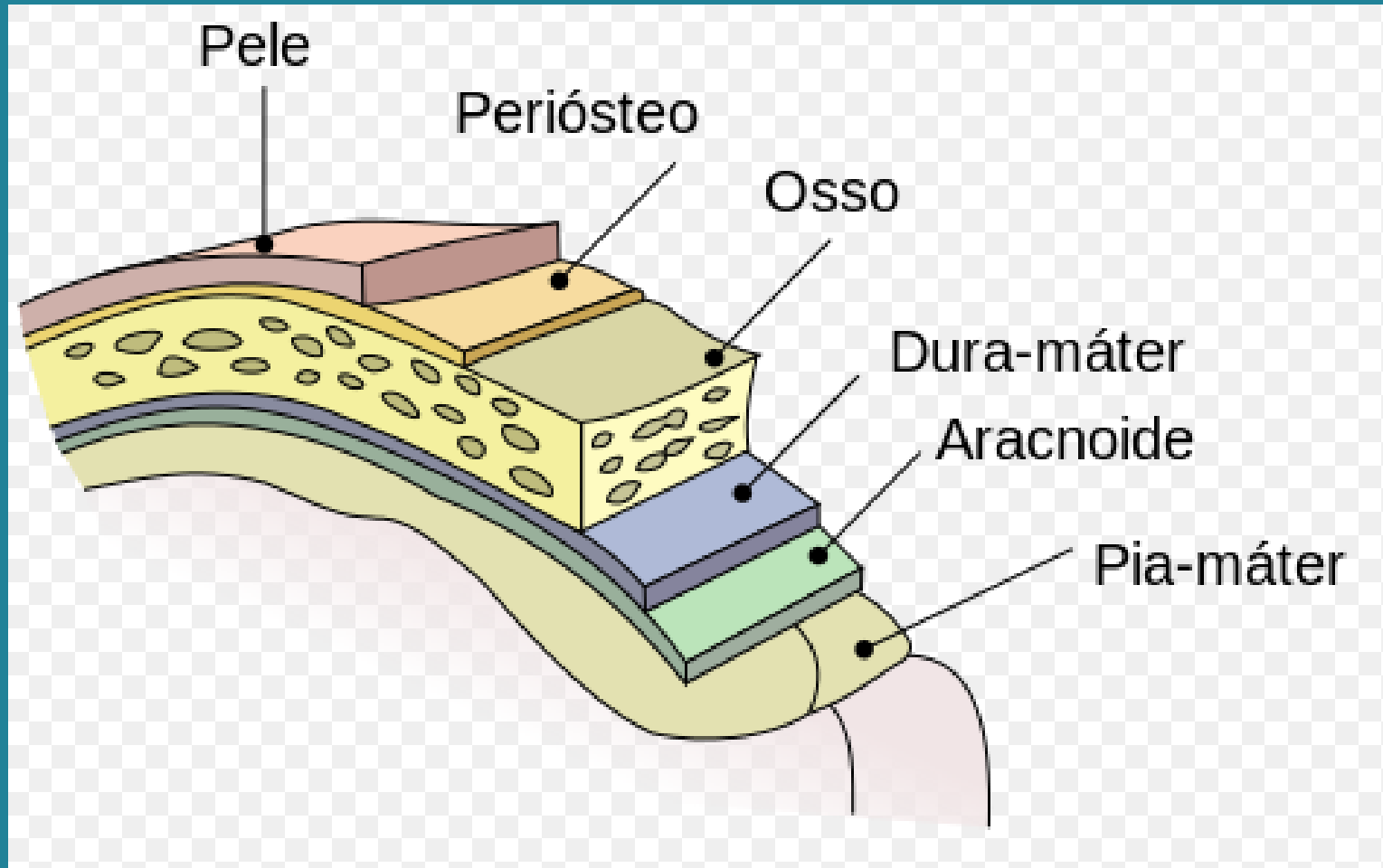
Desenvolvimento dos gânglios espinais



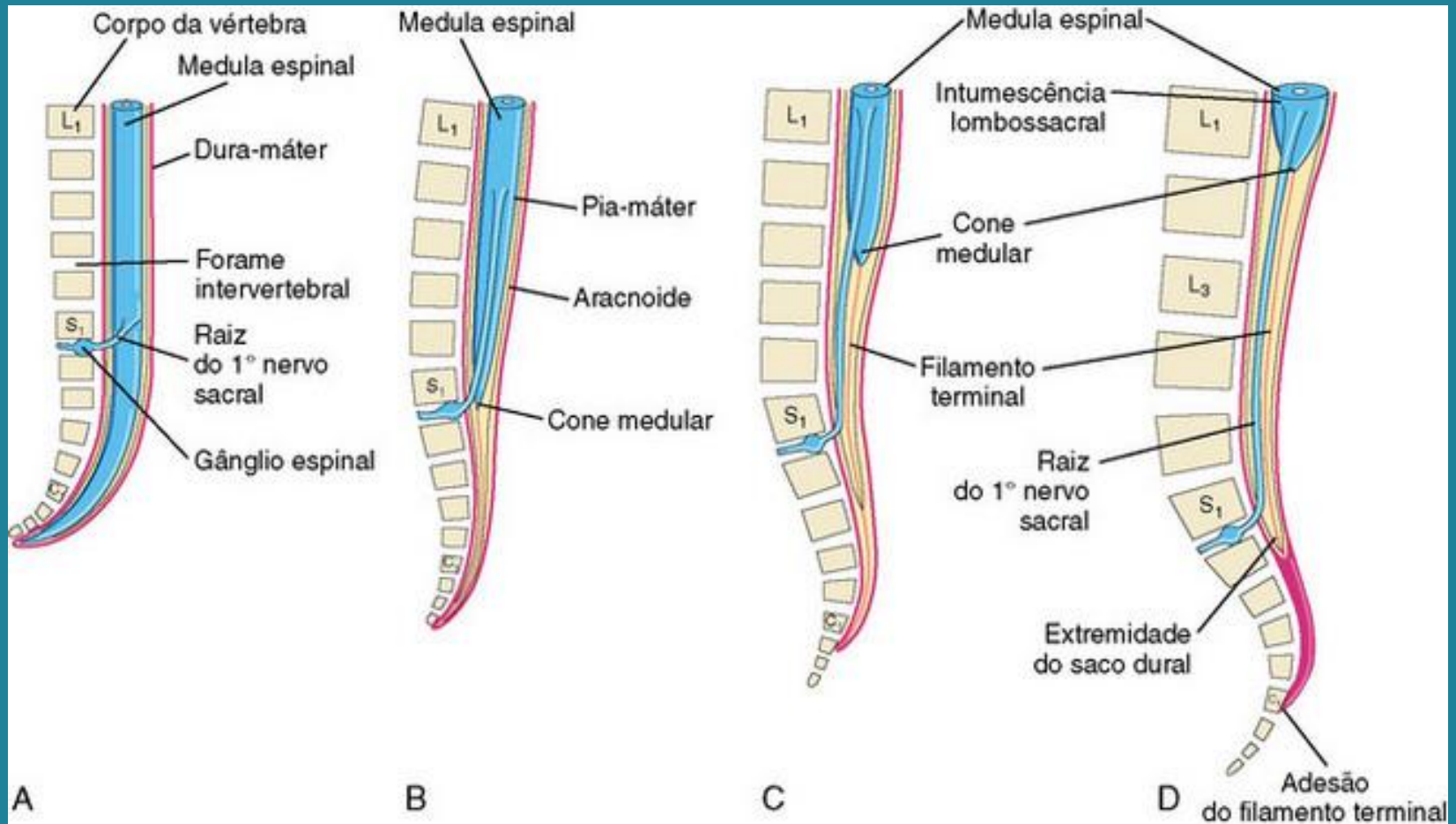
Desenvolvimento das meninges

- Ocorre entre os dias 20 e 35.
- O **mesênquima** que envolve o tubo neural se condensa, formando uma membrana primitiva, meninge, que forma a dura mater, pia e aracnóide mater.
- **Células do mesênquima se misturam com as da crista para formar as leptomeninges.**
- O líquido céfalorraquidiano (líquor) começa a se formar a partir da 5ª semana.

Desenvolvimento das meninges



Desenvolvimento das meninges



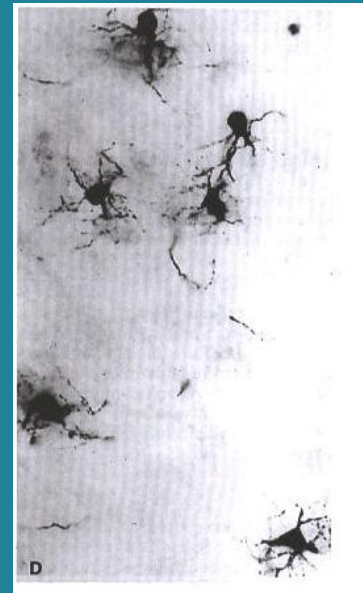
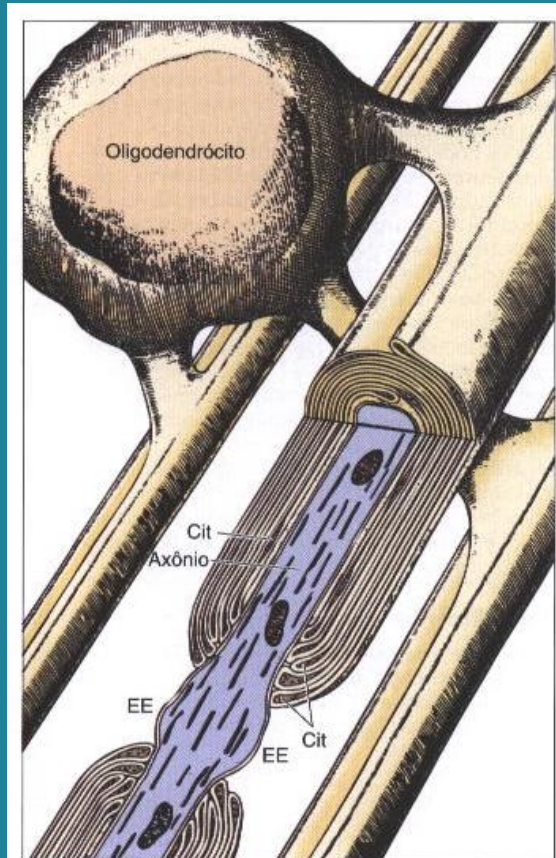
- O crescimento da medula não acompanha o das vértebras. A: 8^a semana; B: 24^a semana; C: neonato; D: adulto

Mielinização das fibras nervosas

- Na medula, as bainhas de mielina começam a formar-se durante o final do período fetal e continuam a formar-se durante o primeiro ano pós-natal.
- As bainhas de mielina que envolvem as fibras nervosas situadas na medula, **são sintetizadas por oligodendrócitos.**
- Nas fibras nervosas periféricas (originárias da crista neural) **são formadas pelas células de Schwann.**
- Com 20 semanas, as fibras periféricas tornam-se esbranquiçadas, pelo depósito de mielina. As raízes motoras mielinizam-se antes das sensitivas.

Oligodendrócitos

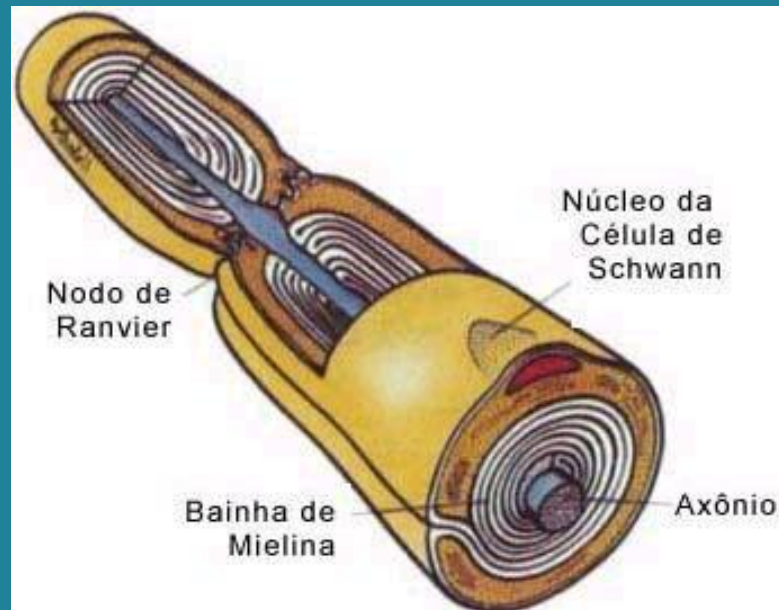
- Oligodendrócitos se originam do **neuroepitélio**.
- Mielinizam axônio no **SNC**



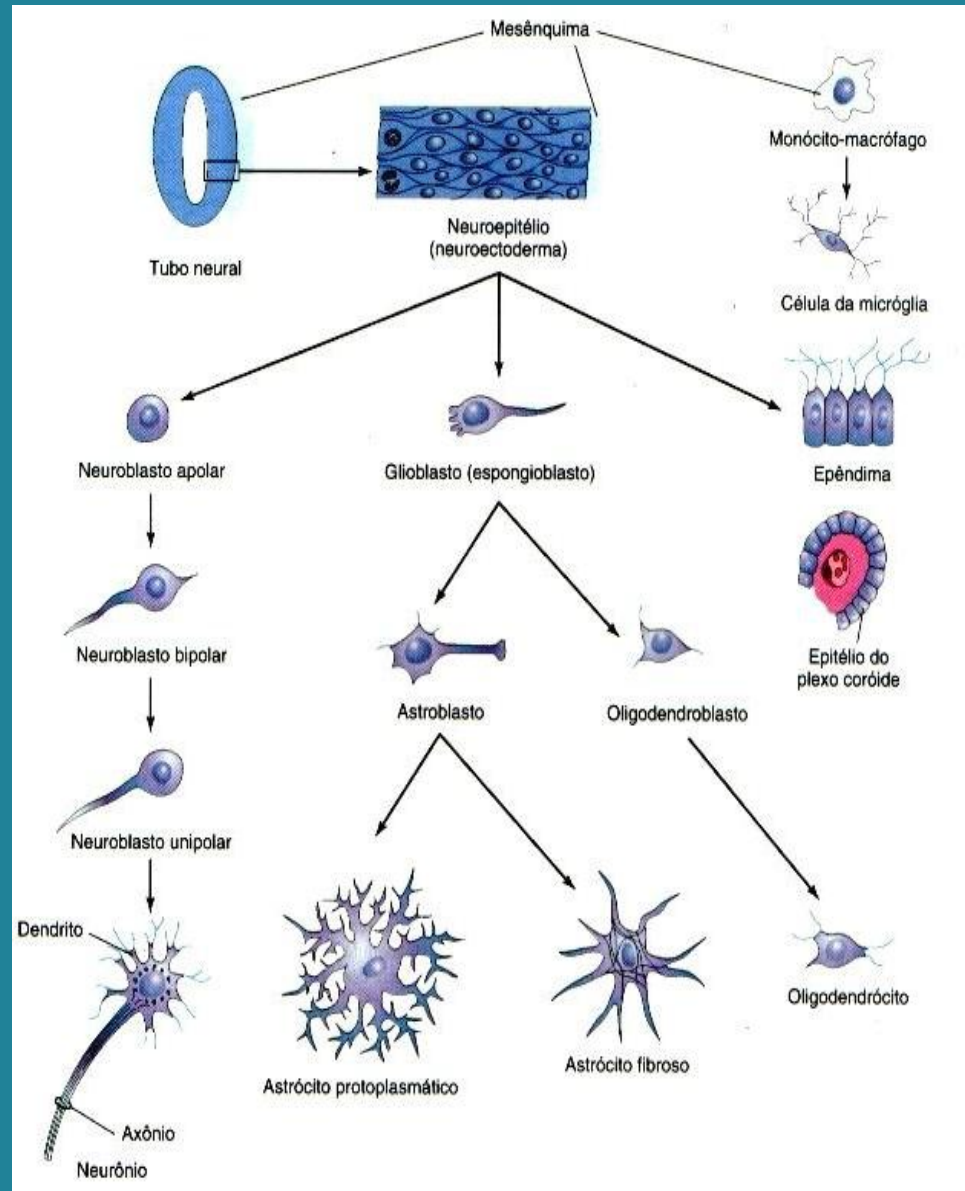
Esquema e Fotomicrografia de oligodendrócitos
Fonte: Junqueira & Carneiro, 2004.

Células de Schwann

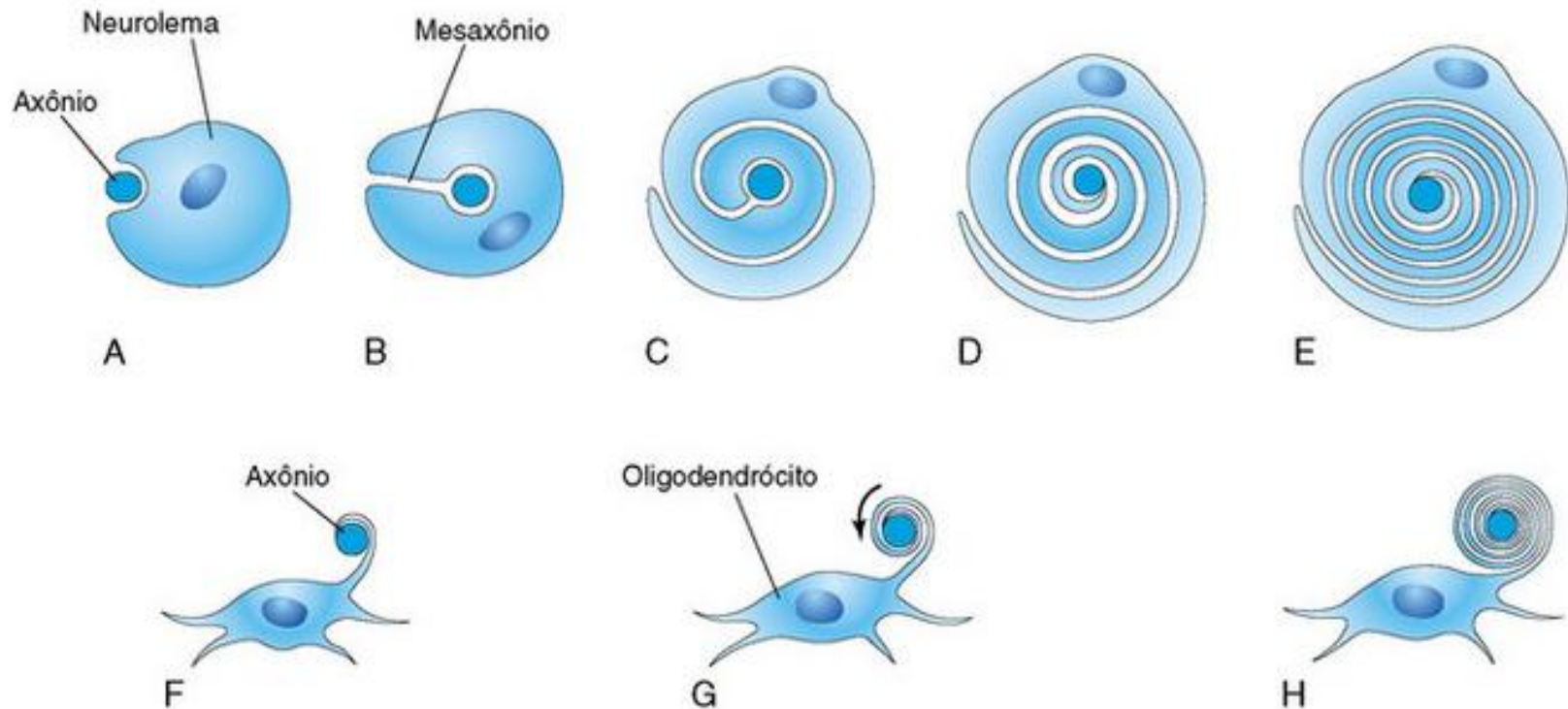
- Mesma função dos Oligodendrócitos, porém formam a mielina no **SNP**.
- Derivado da **crista neural**
- Cada célula de Schwann forma mielina em torno de **um segmento de um único axônio**.



Origem das células neurais

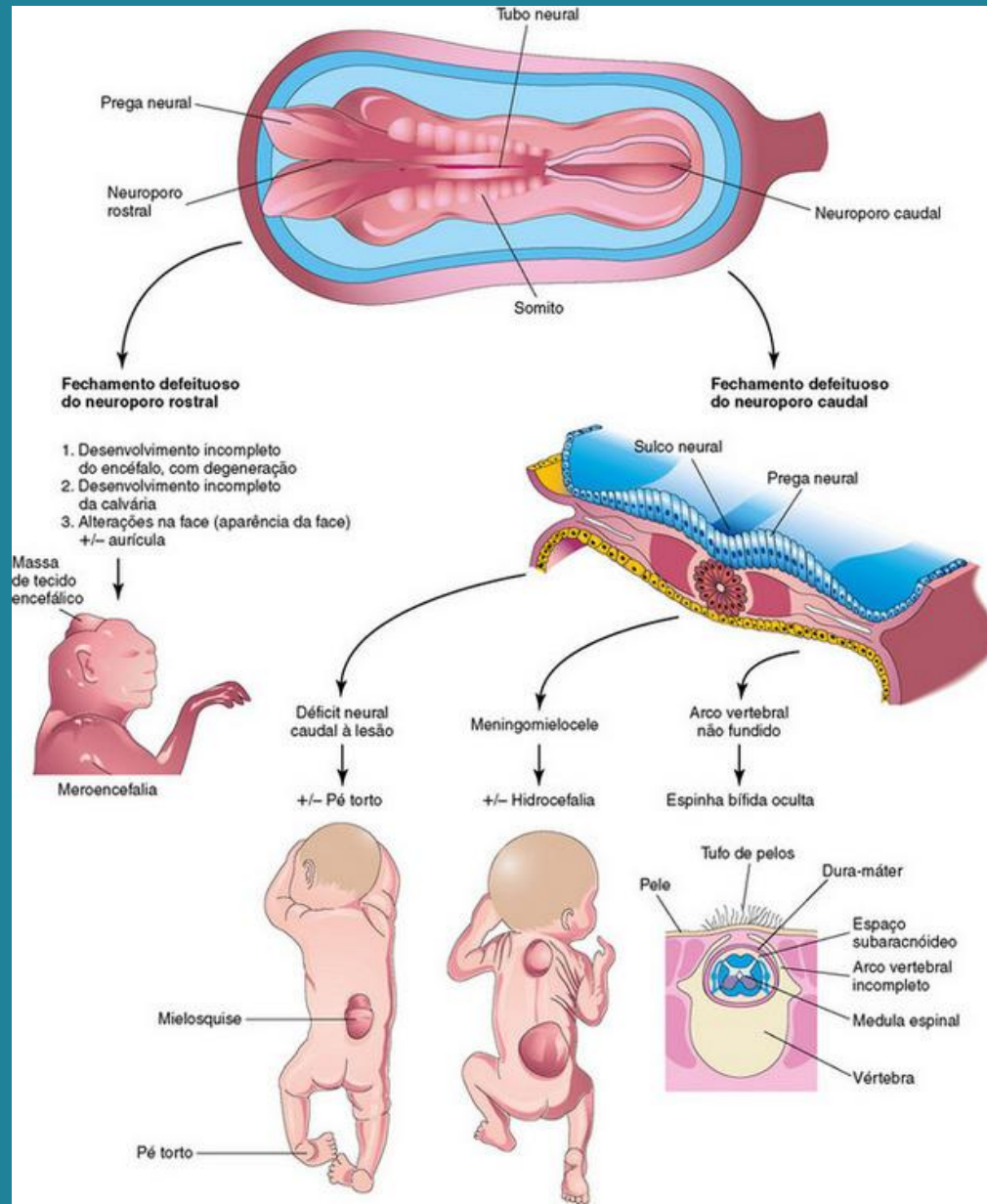


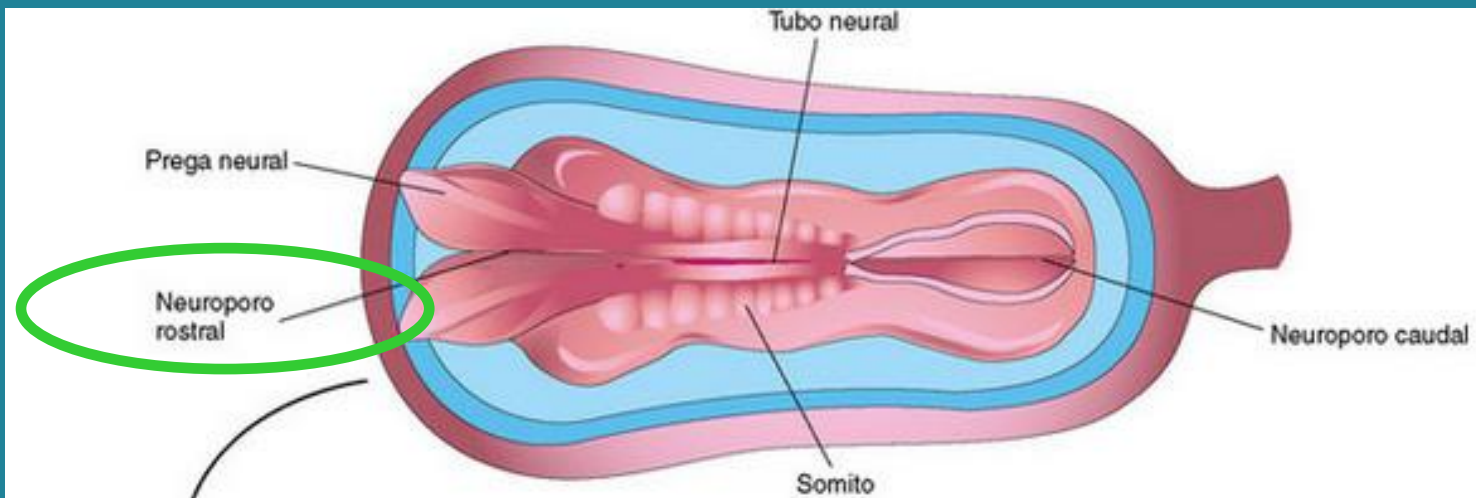
Como ocorre a mielinização



- A – E: células de Schwann: no SNP
- F – H: oligodendrócitos: no SNC

Defeitos do Tubo Neural (DTNs)





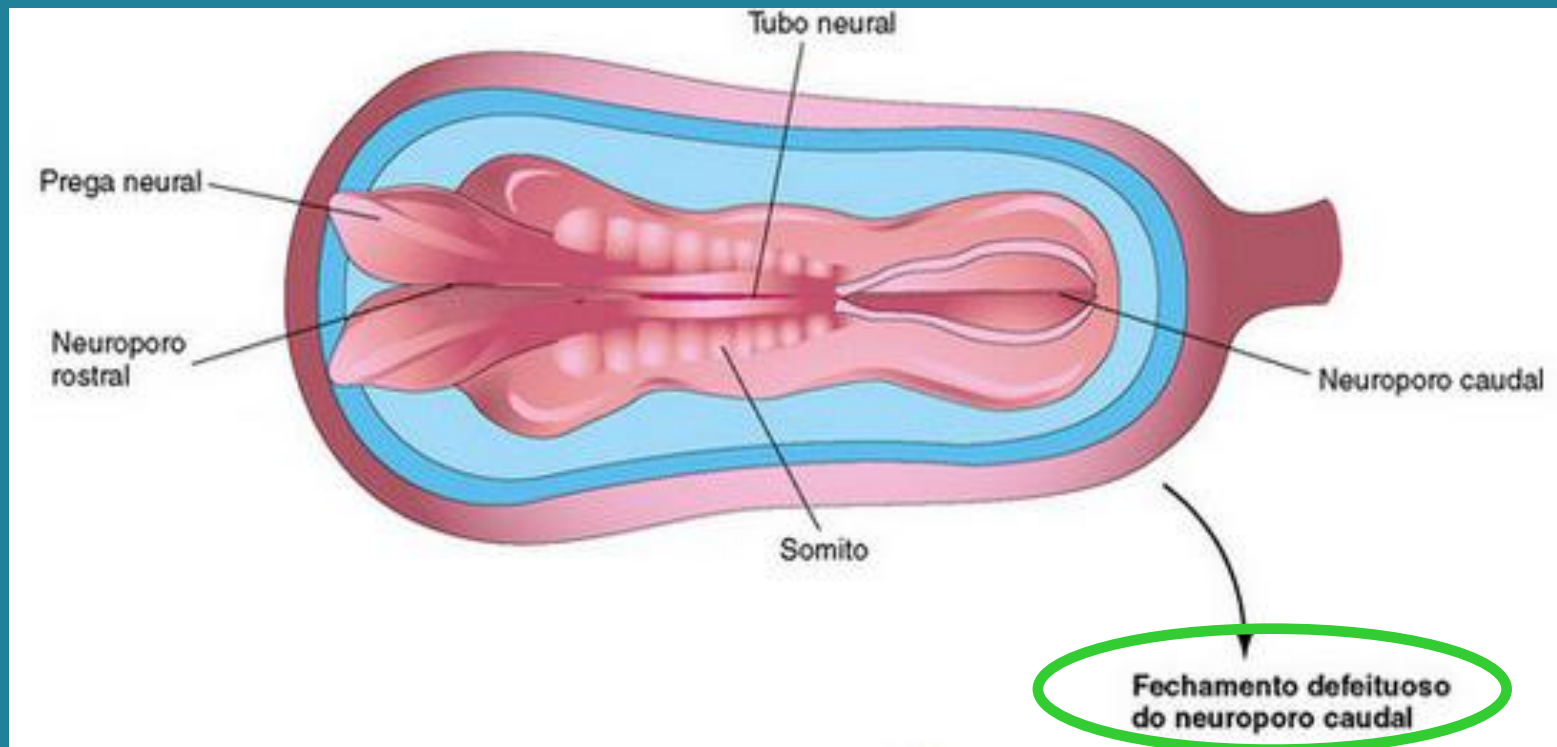
Fechamento defeituoso do neuroporo rostral

1. Desenvolvimento incompleto do encéfalo, com degeneração
2. Desenvolvimento incompleto da calvária
3. Alterações na face (aparência da face) +/- aurícula

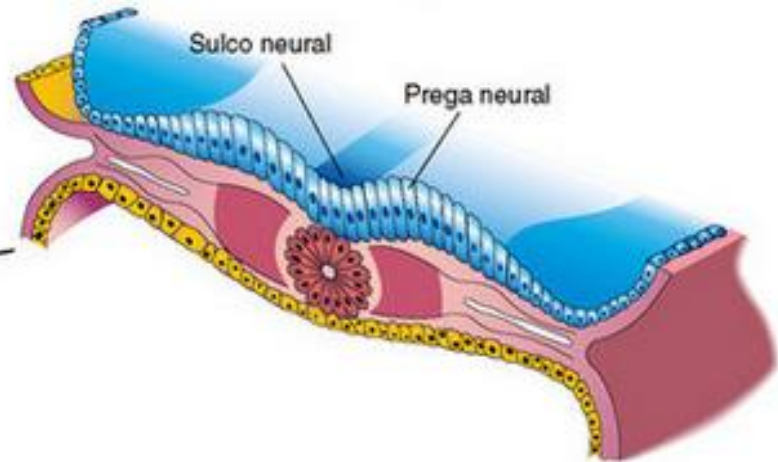
Massa de tecido encefálico



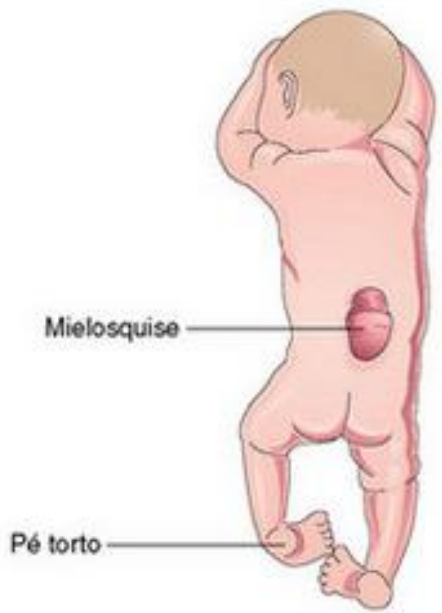
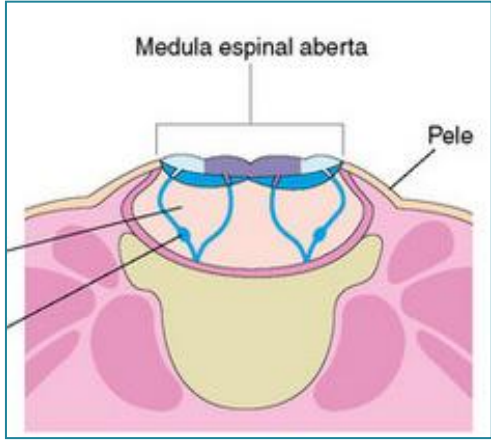
Meroencefalia



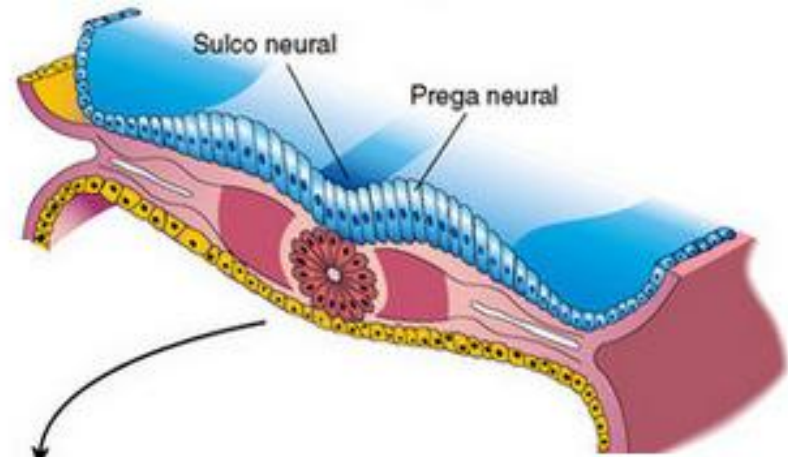
Espinha Bífida



Déficit neural caudal à lesão
↓
+/- Pé torto



Mielosquise: quando as pregas neurais não se fundiram. Pode acontecer paralisia.



Meningocele

+/- Hidrocefalia



Meningocele:
protusão medula espinhal
e /ou raízes nervosas

Saco membranoso

Dura-máter

Medula espinhal deslocada

Raízes do nervo espinhal

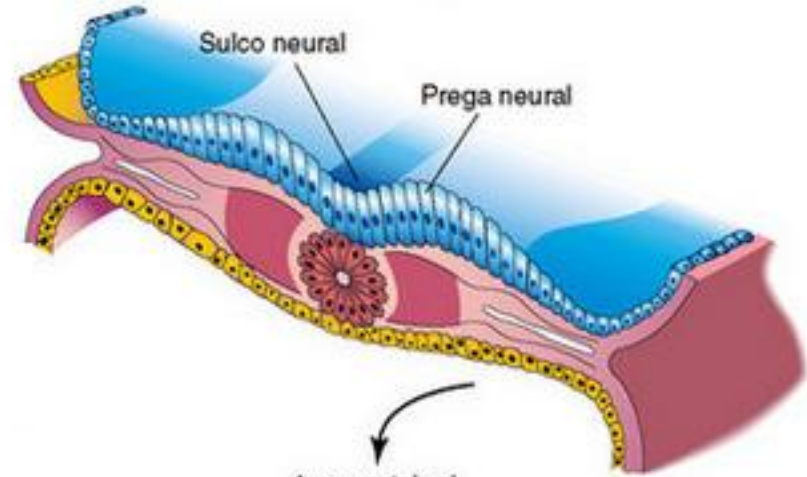
Espaço subaracnóideo

Gânglio espinhal

This diagram shows a cross-section of the spinal cord and meninges. The labels indicate the following structures: 'Saco membranoso' (meningeal sac), 'Dura-máter' (dura mater), 'Medula espinhal deslocada' (displaced spinal cord), 'Raízes do nervo espinhal' (spinal nerve roots), 'Espaço subaracnóideo' (subarachnoid space), and 'Gânglio espinhal' (spinal ganglion). The spinal cord is shown in blue, and the meninges are shown in pink and yellow.



Espínha bífida oculta: não há fusão dos arcos embrionários.

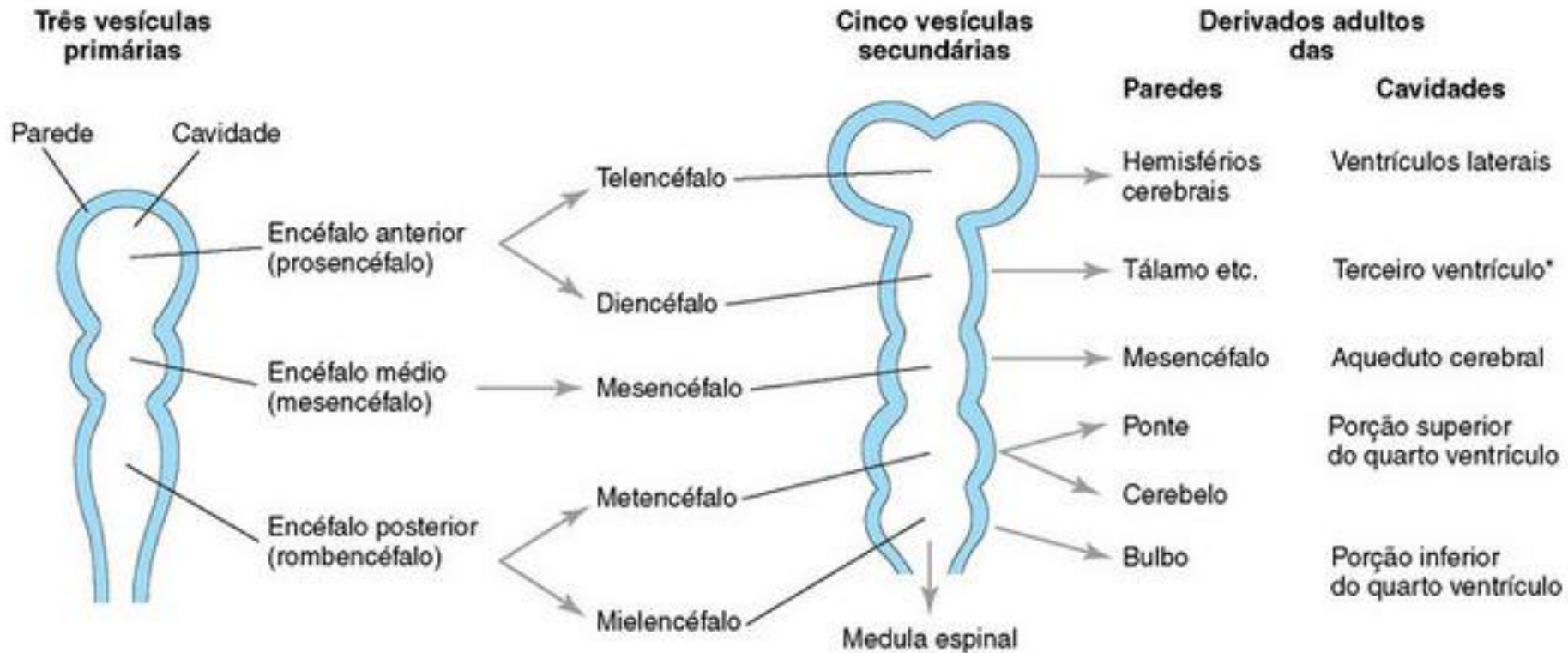


Arco vertebral não fundido
↓
Espínha bífida oculta



Diferenciação do encéfalo

- 1º passo: Desenvolvimento das 3 vesículas encefálicas primárias

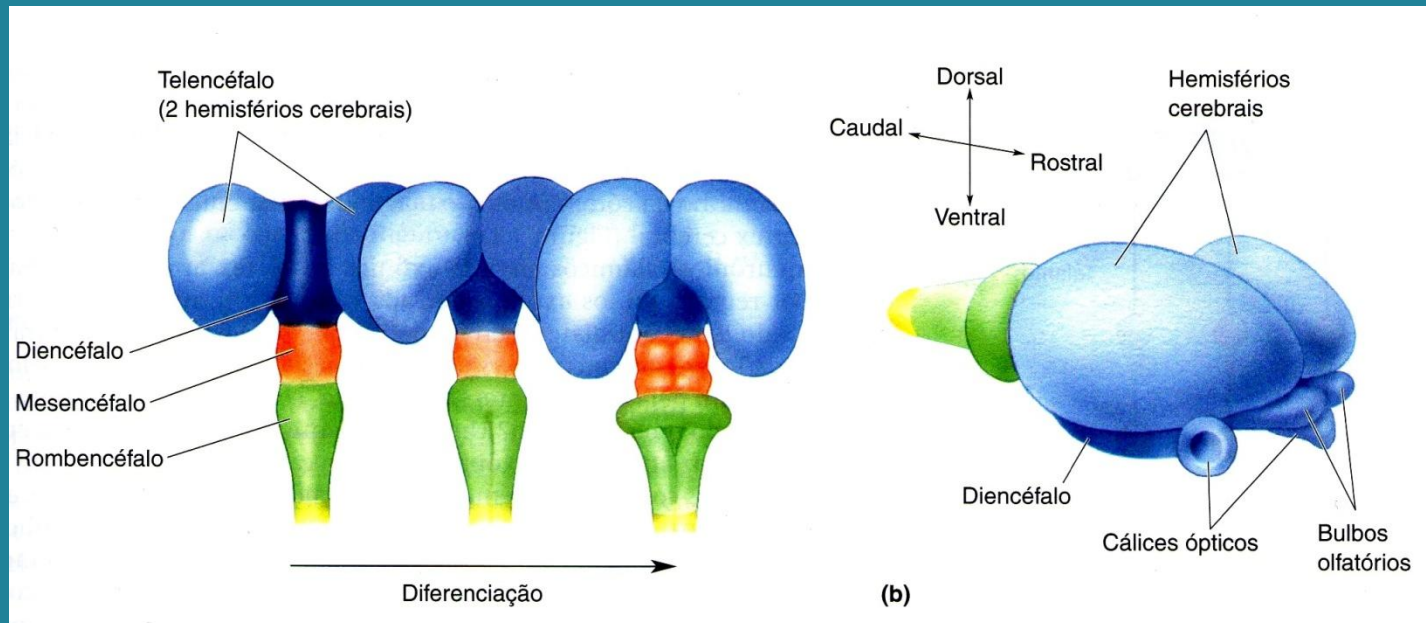
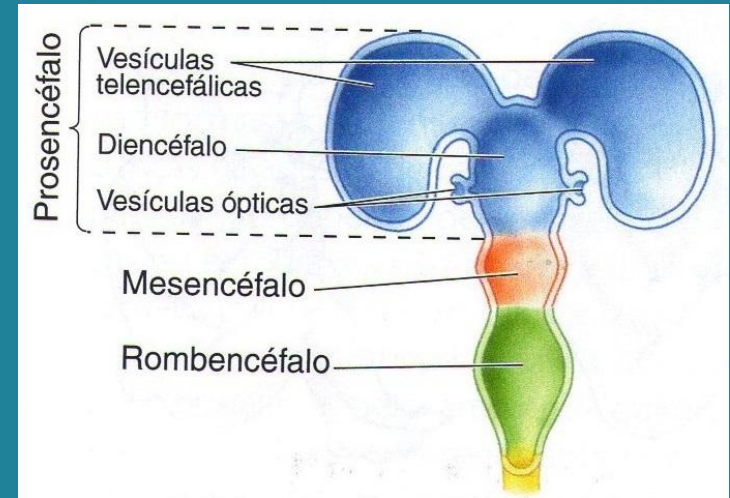


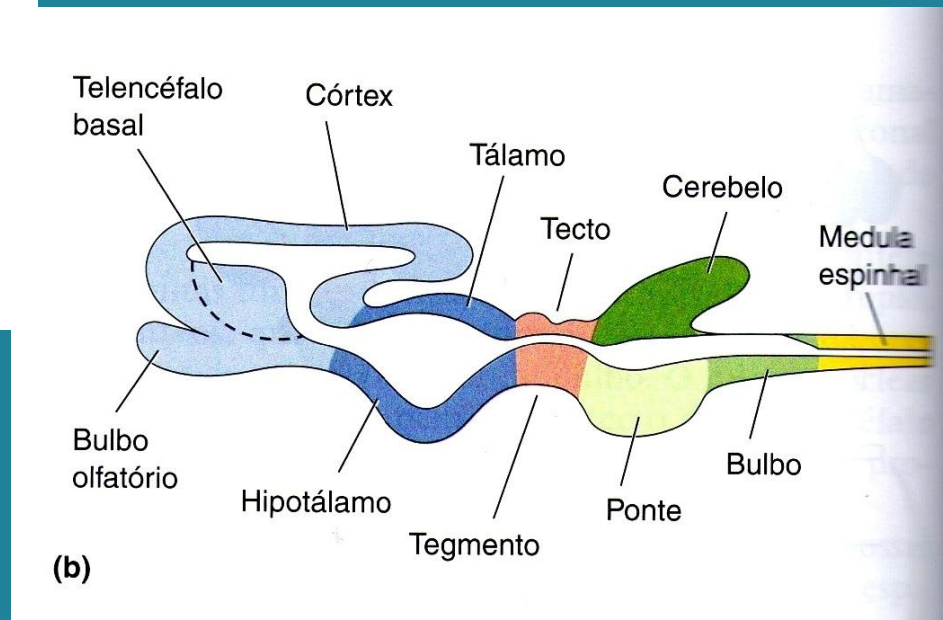
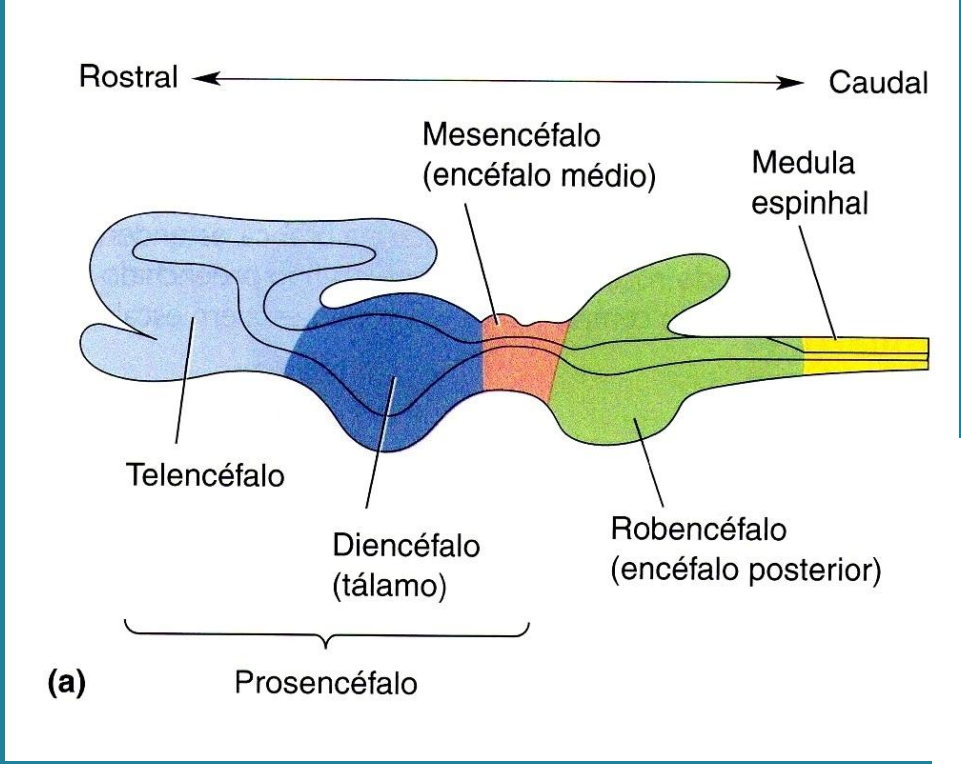
Diferenciação do encéfalo

- Surgimento das vesículas secundárias: ópticas e telencefálicas
- **Telencéfalo** continua a se desenvolver



Dilatação
Bulbos Olfatórios
Células dividem-se e diferenciam-se
Substância branca desenvolve-se





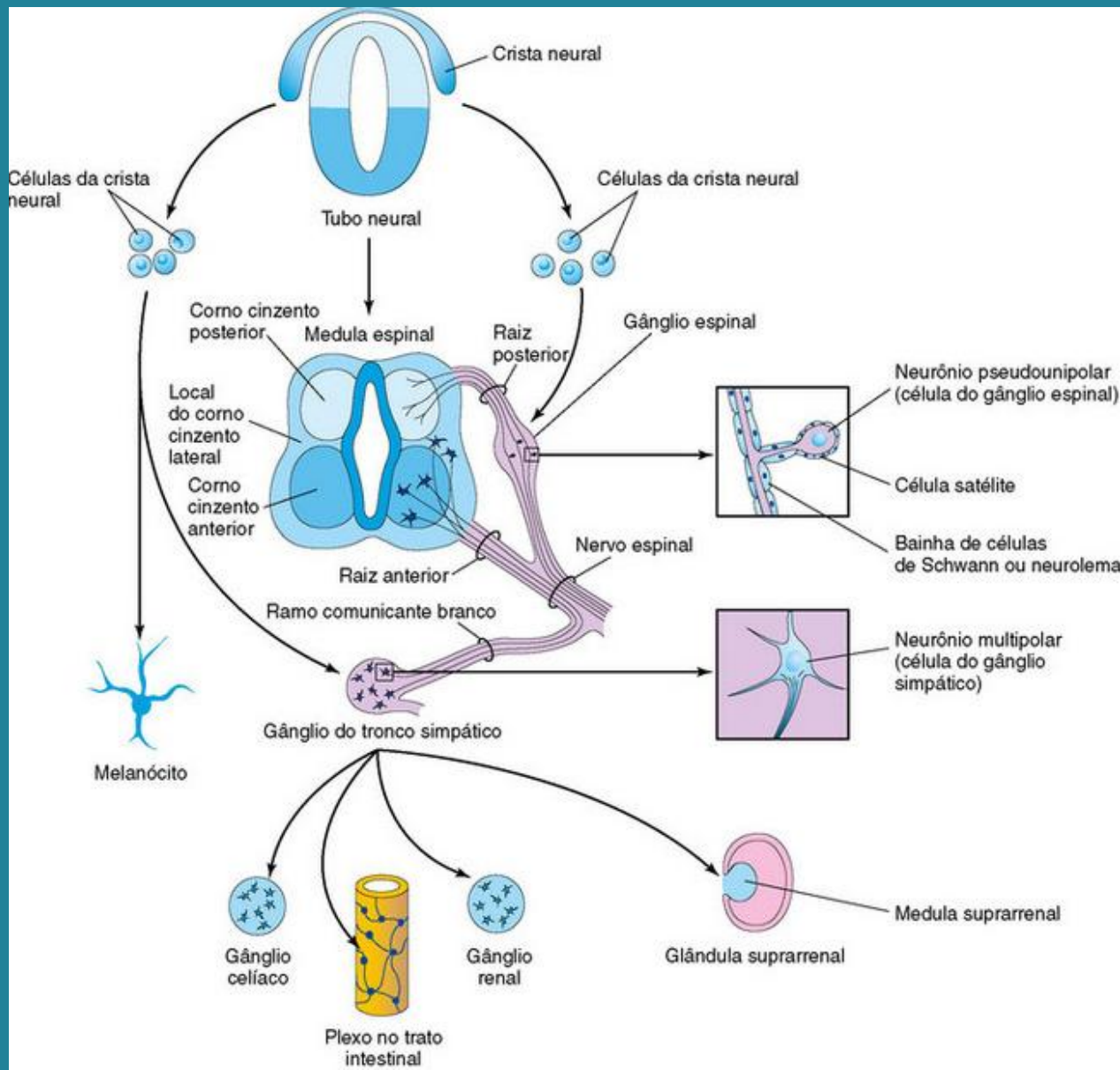
Desenvolvimento do sistema nervoso periférico

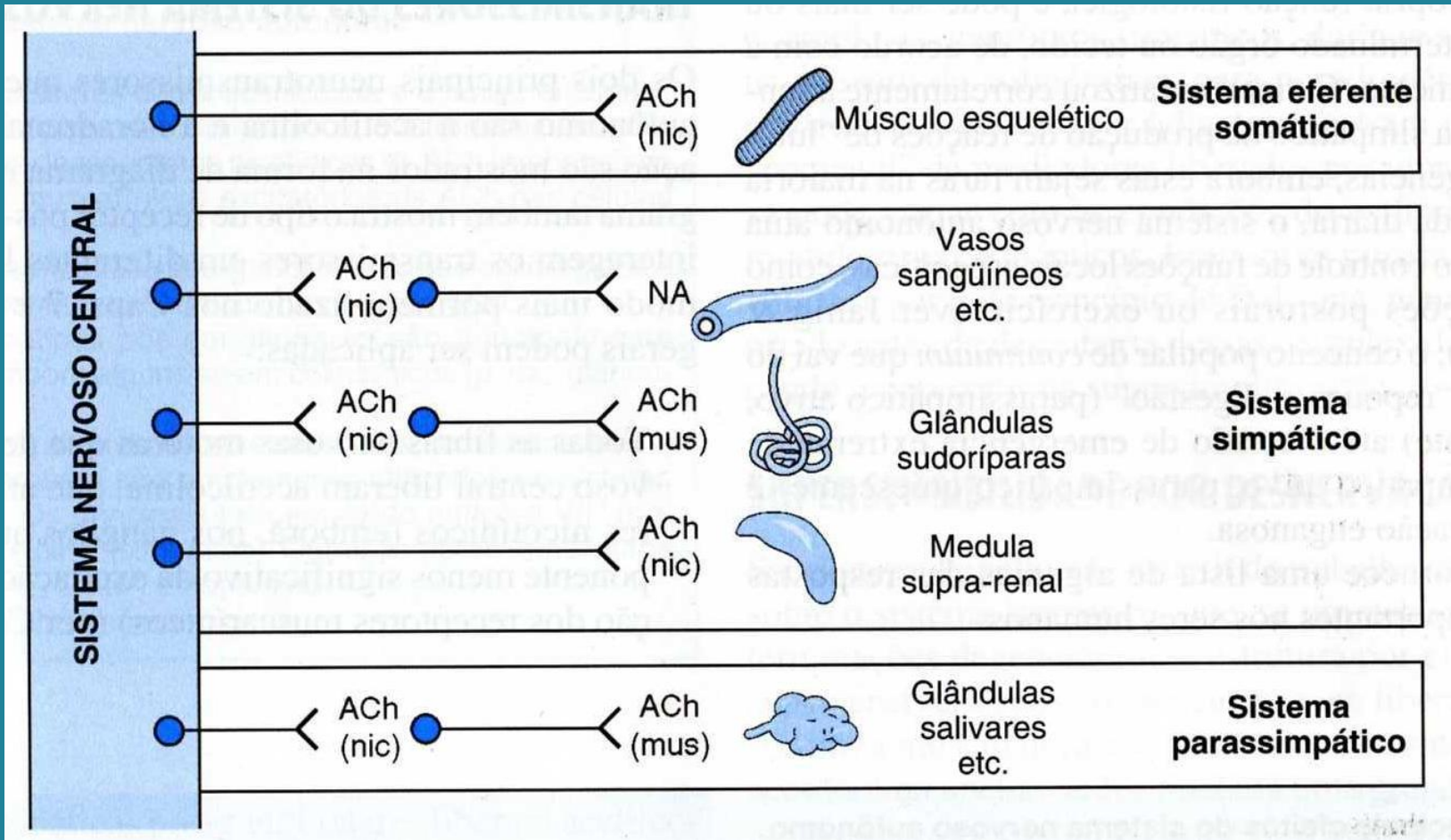
- É formado pelos nervos cranianos, espinais e viscerais e gânglios cranianos, espinais e autonômicos
- Se desenvolve a partir de várias fontes, principalmente da **crista neural**
- O corpo celular dessas células está localizado fora do SNC
- Os neurônios unipolares dos gânglios espinais derivam das células da **crista neural**. Inicialmente são bipolares, depois seus prolongamentos se unem, formando um único processo com componente periférico e central

Desenvolvimento do sistema nervoso periférico

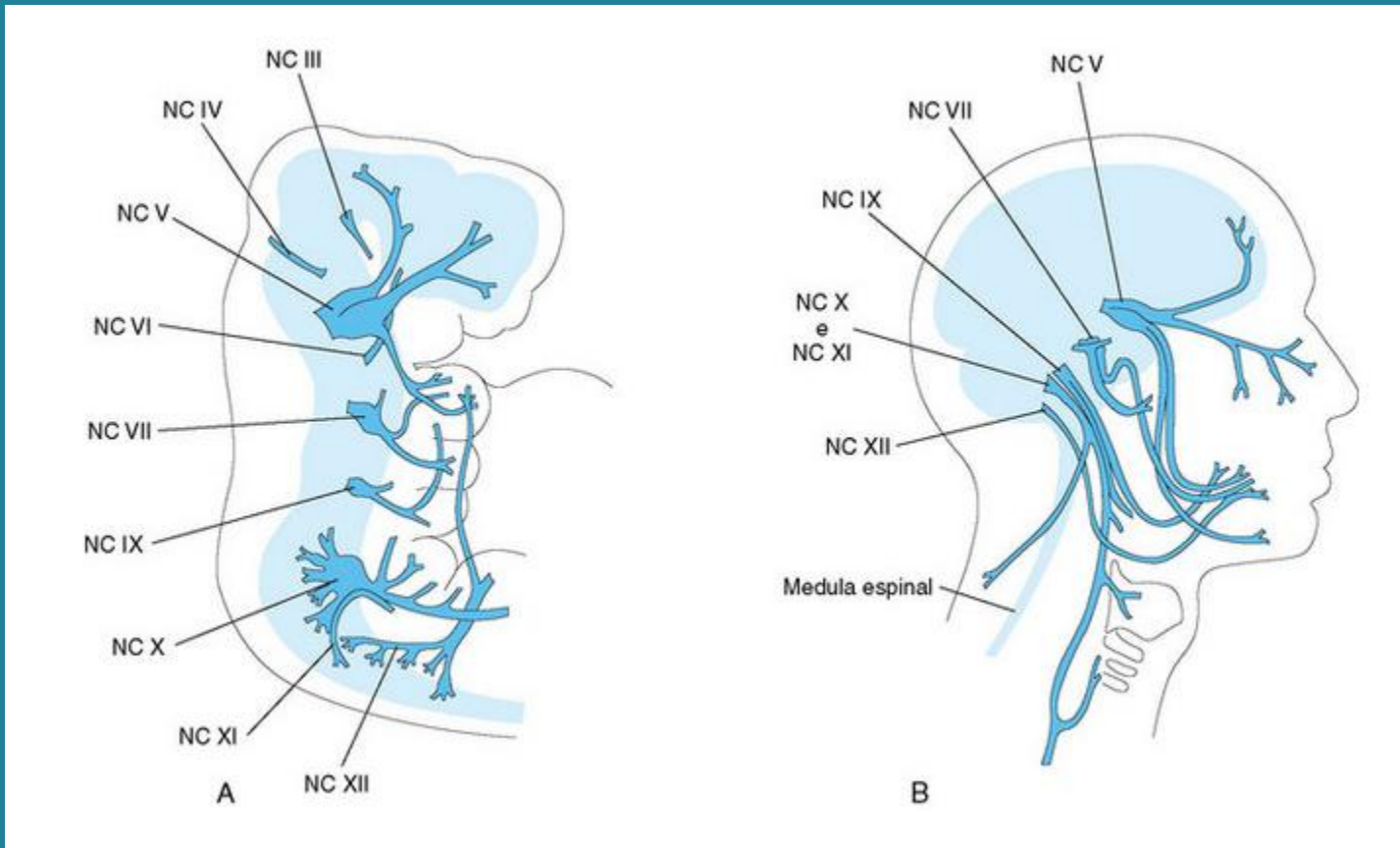
- O processo periférico acaba em um terminal sensitivo.
- O processo central penetra a medula espinhal ou encéfalo.
- As células sensitivas do gânglio do NC VIII permanecem bipolares

Desenvolvimento do sistema nervoso periférico

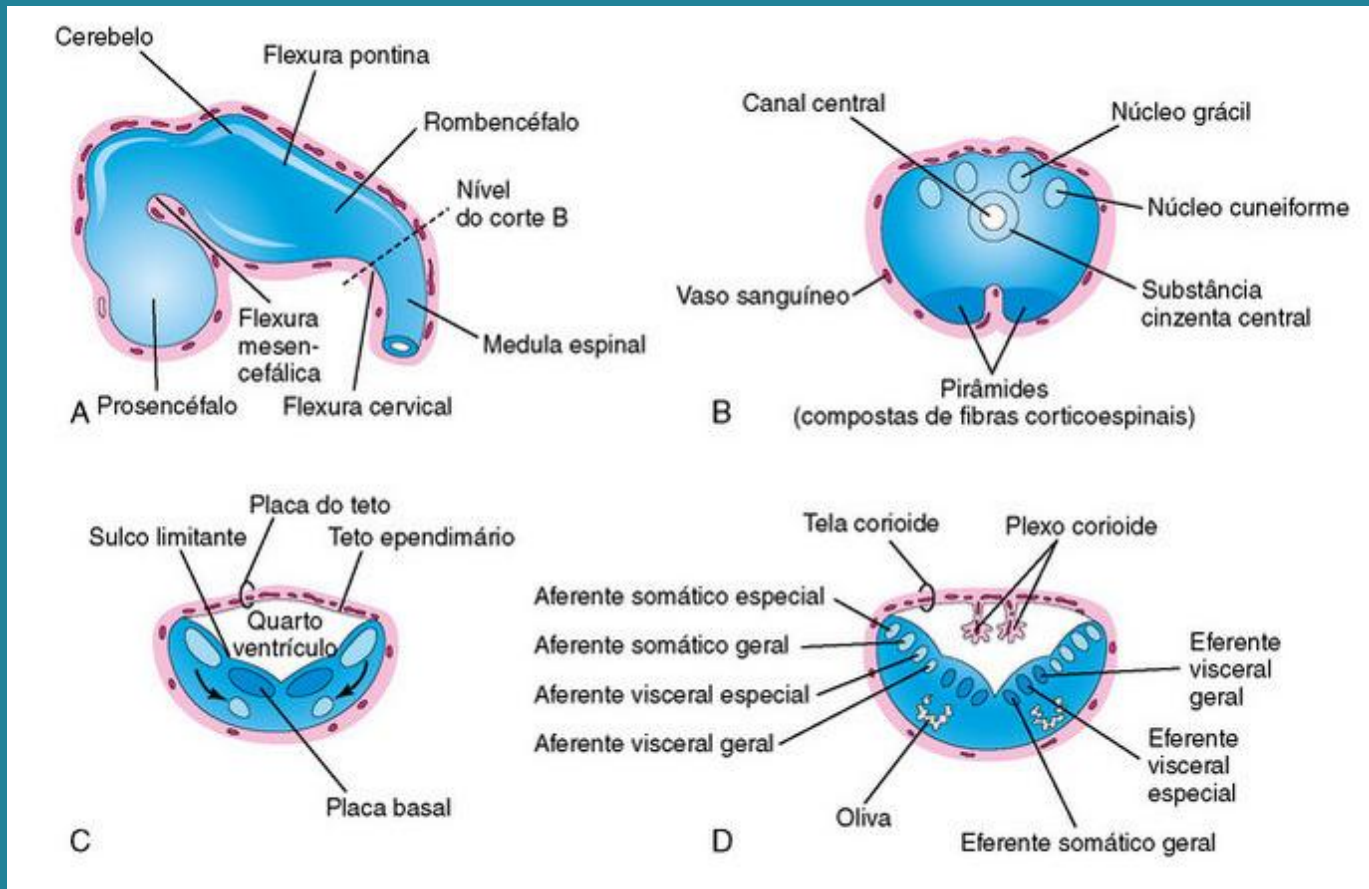




Desenvolvimento do sistema nervoso periférico

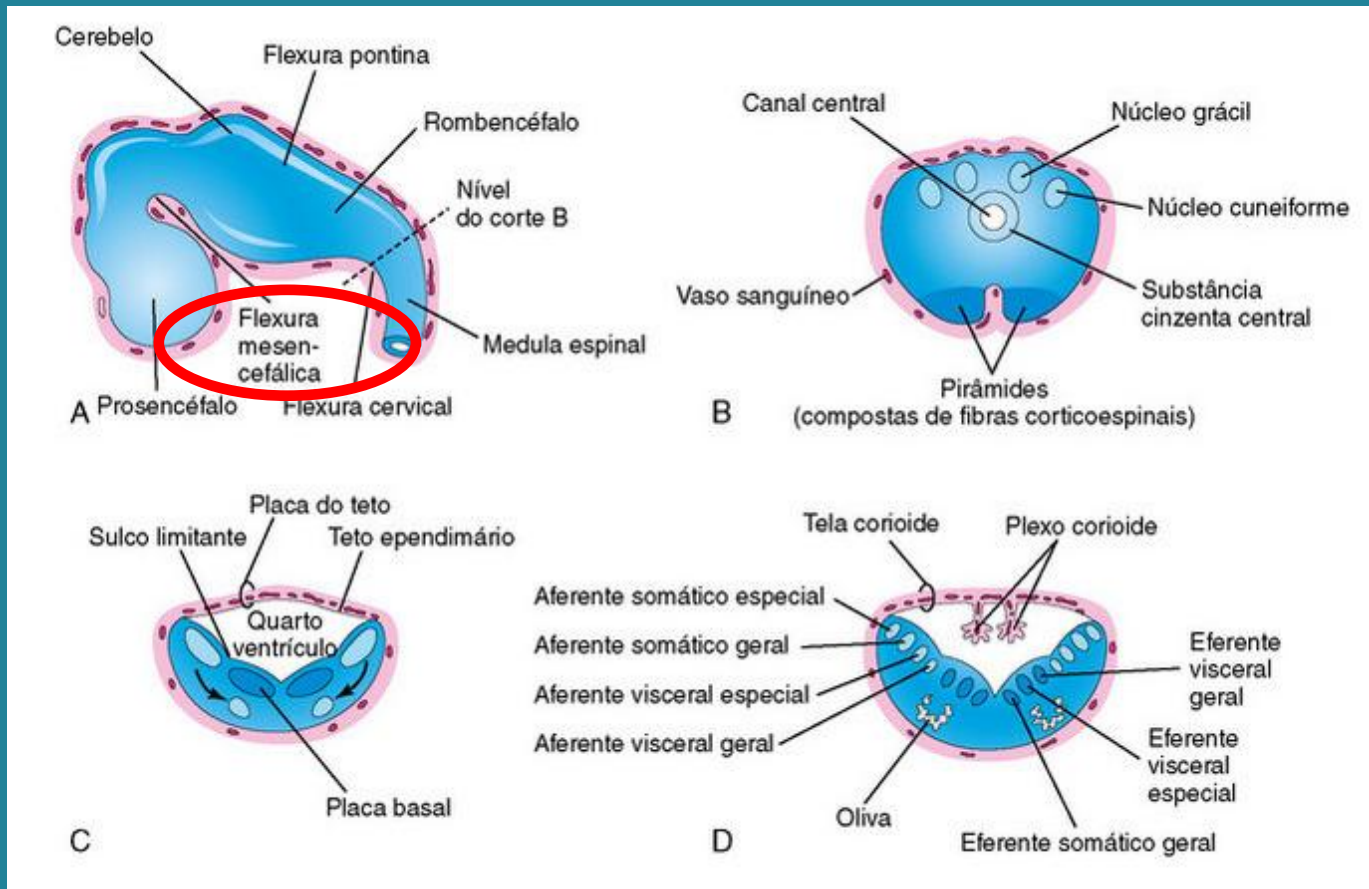


Flexuras encefálicas



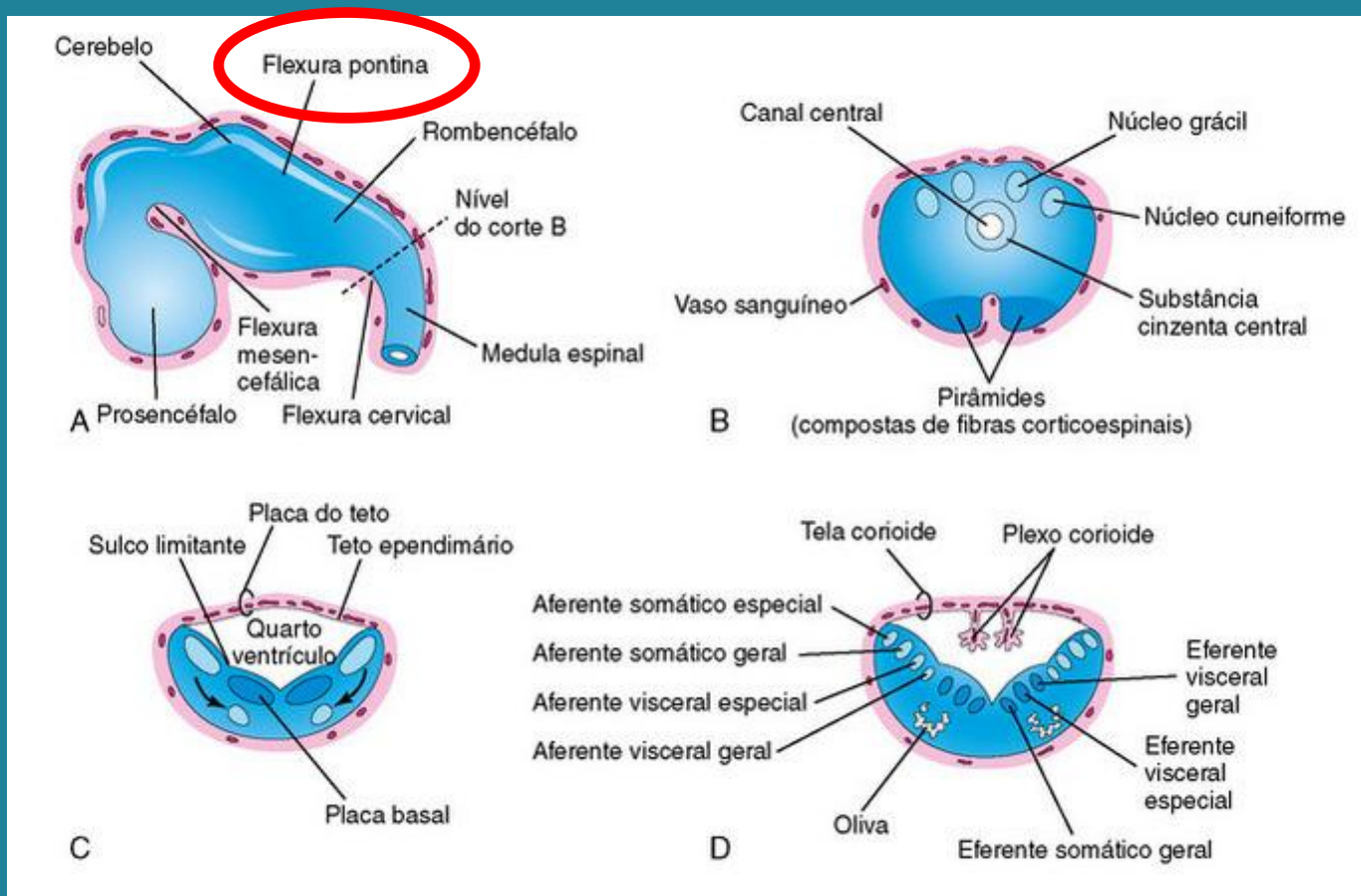
- 5ª semana
- O encéfalo cresce rapidamente, ela ocorre devido ao crescimento desigual das diferentes áreas do encéfalo
- Flexura mesencefálica, flexura pontina , flexura cervical

Flexuras encefálicas



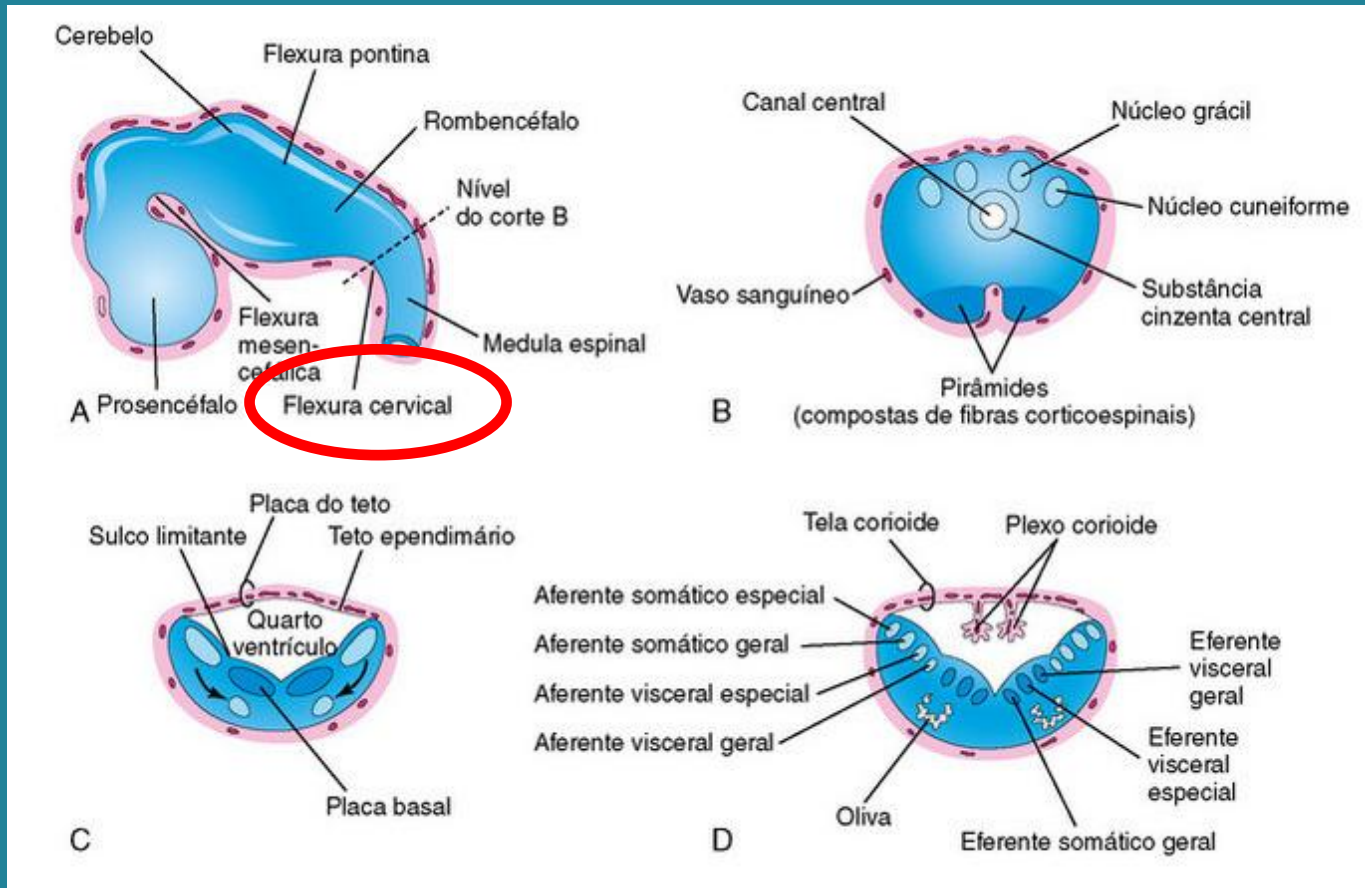
- 5ª semana
- O encéfalo cresce rapidamente, ela ocorre devido ao crescimento desigual das diferentes áreas do encéfalo
- Flexura mesencefálica, flexura pontina, flexura cervical

Flexuras encefálicas

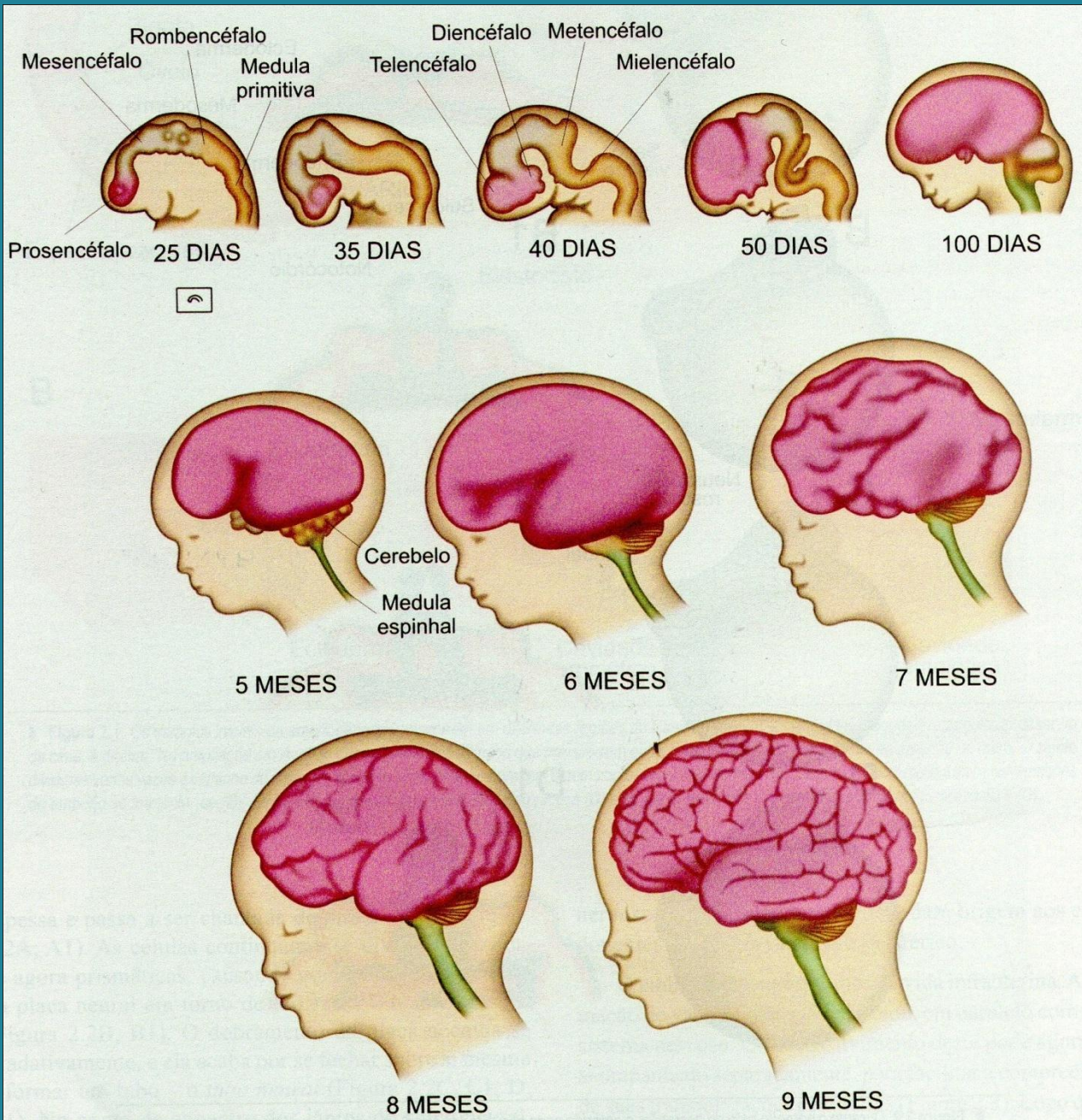


- 5ª semana
- O encéfalo cresce rapidamente, ela ocorre devido ao crescimento desigual das diferentes áreas do encéfalo
- Flexura mesencefálica, flexura pontina, flexura cervical

Flexuras encefálicas



- 5ª semana
- O encéfalo cresce rapidamente, ela ocorre devido ao crescimento desigual das diferentes áreas do encéfalo
- Flexura mesencefálica, flexura pontina , flexura cervical





Desenvolvimento do Sistema Nervoso

OBRIGADA!!!!

Vídeos

- Gastrulação: <https://www.youtube.com/watch?v=Q2IVD1Fe-OU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=3AOoikTEfeo>
- Neurulação:
- <https://www.youtube.com/watch?v=IGLexQR9xGs>
- Gastrulação e neurulação:
- <https://www.youtube.com/watch?v=Cu4lQYbOzzY>