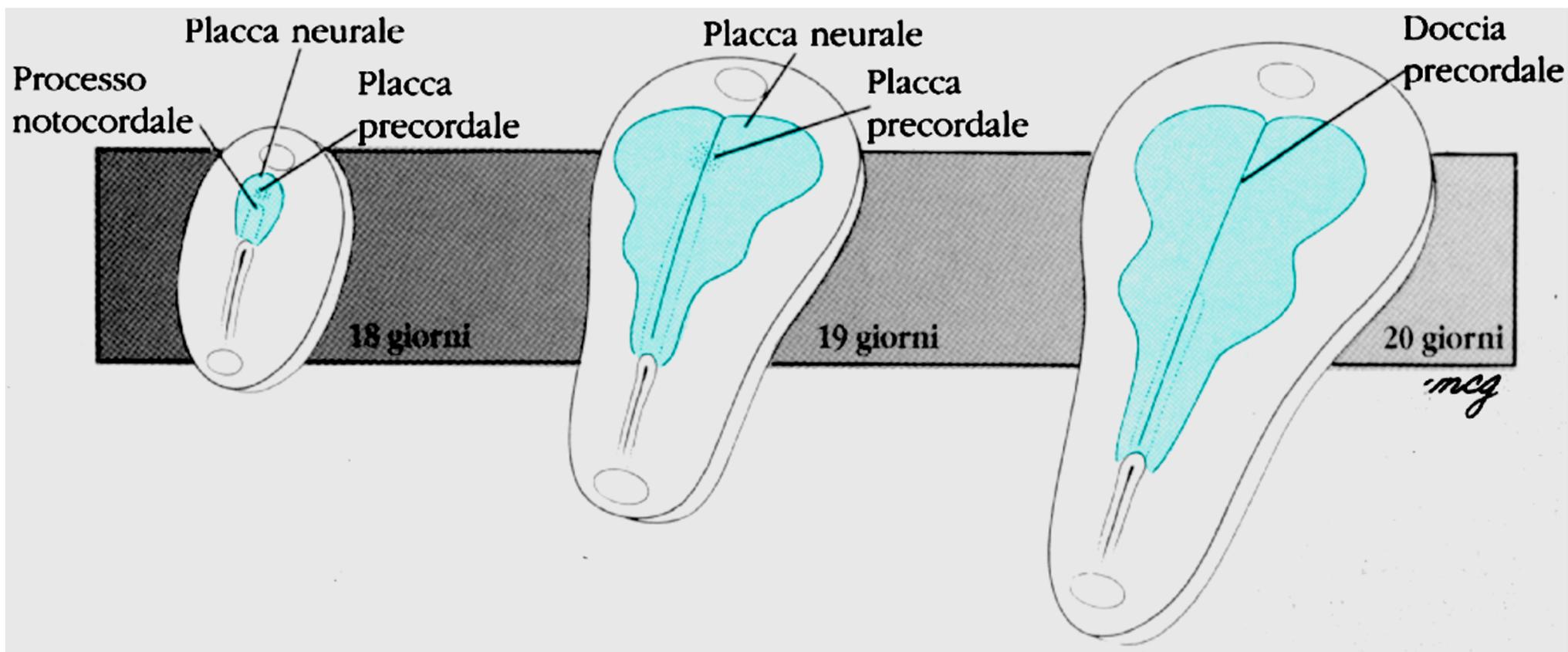
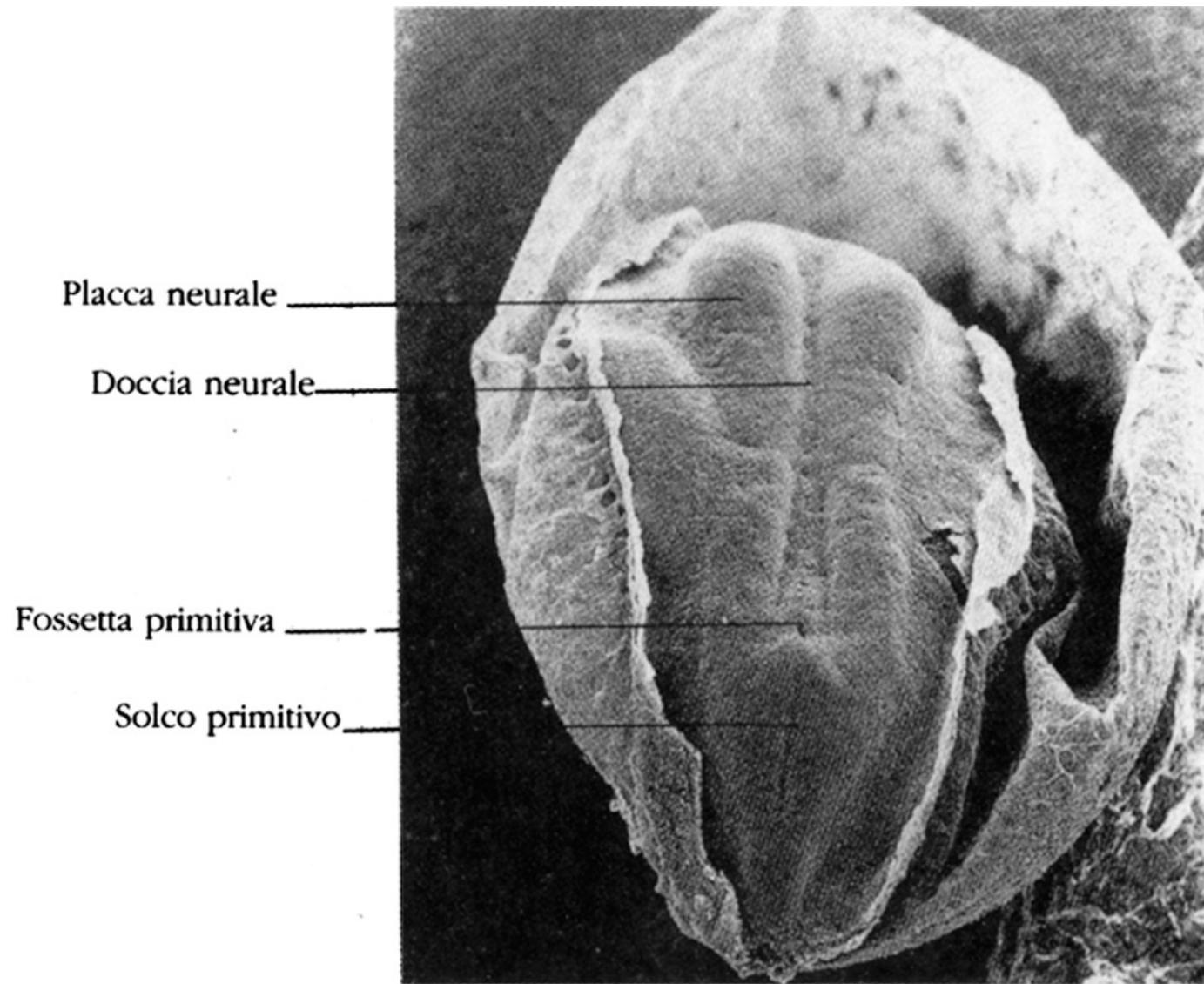


Neurulazione: la formazione del tubo neurale

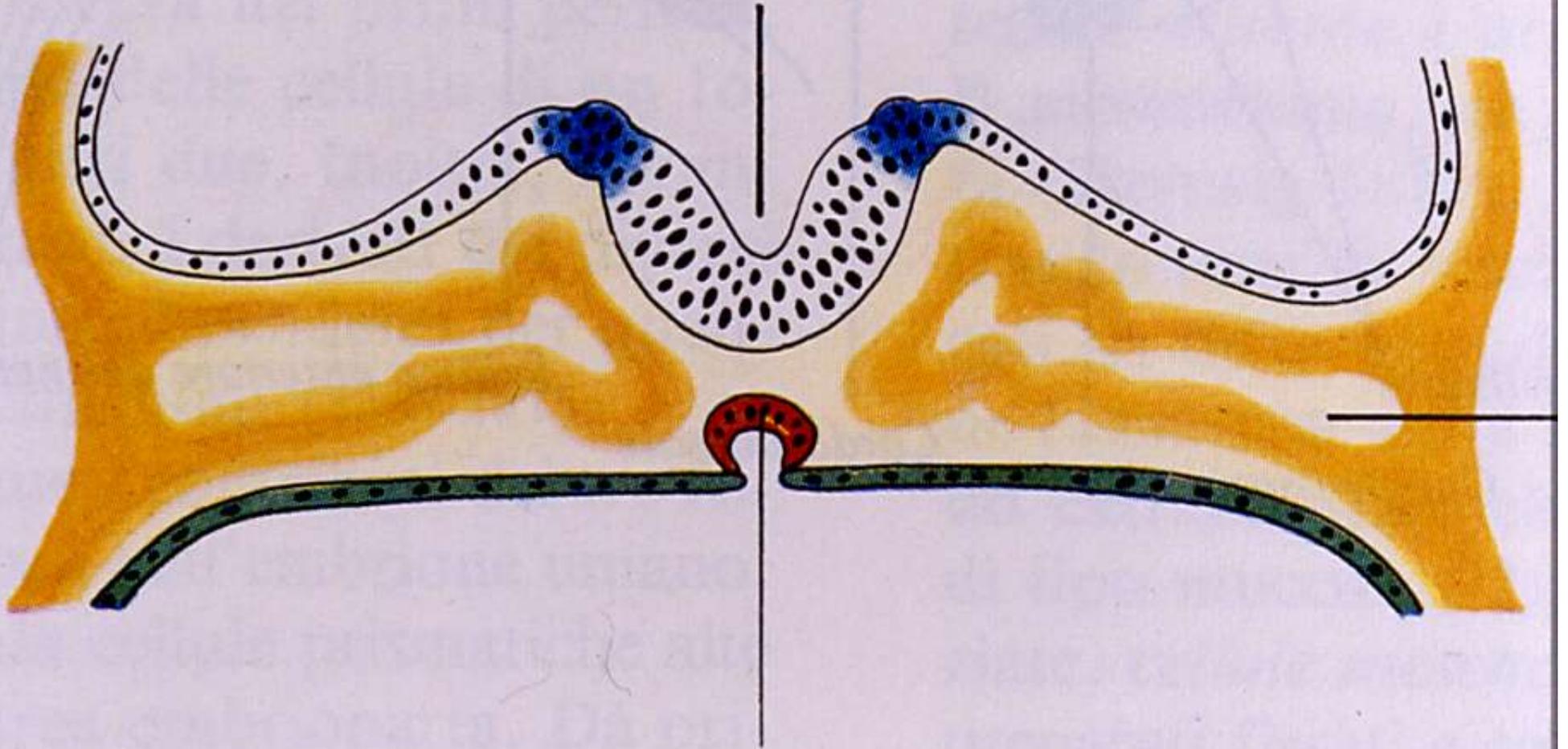
LA NEURULAZIONE



La neurulazione e' il processo con cui si forma il sistema nervoso centrale

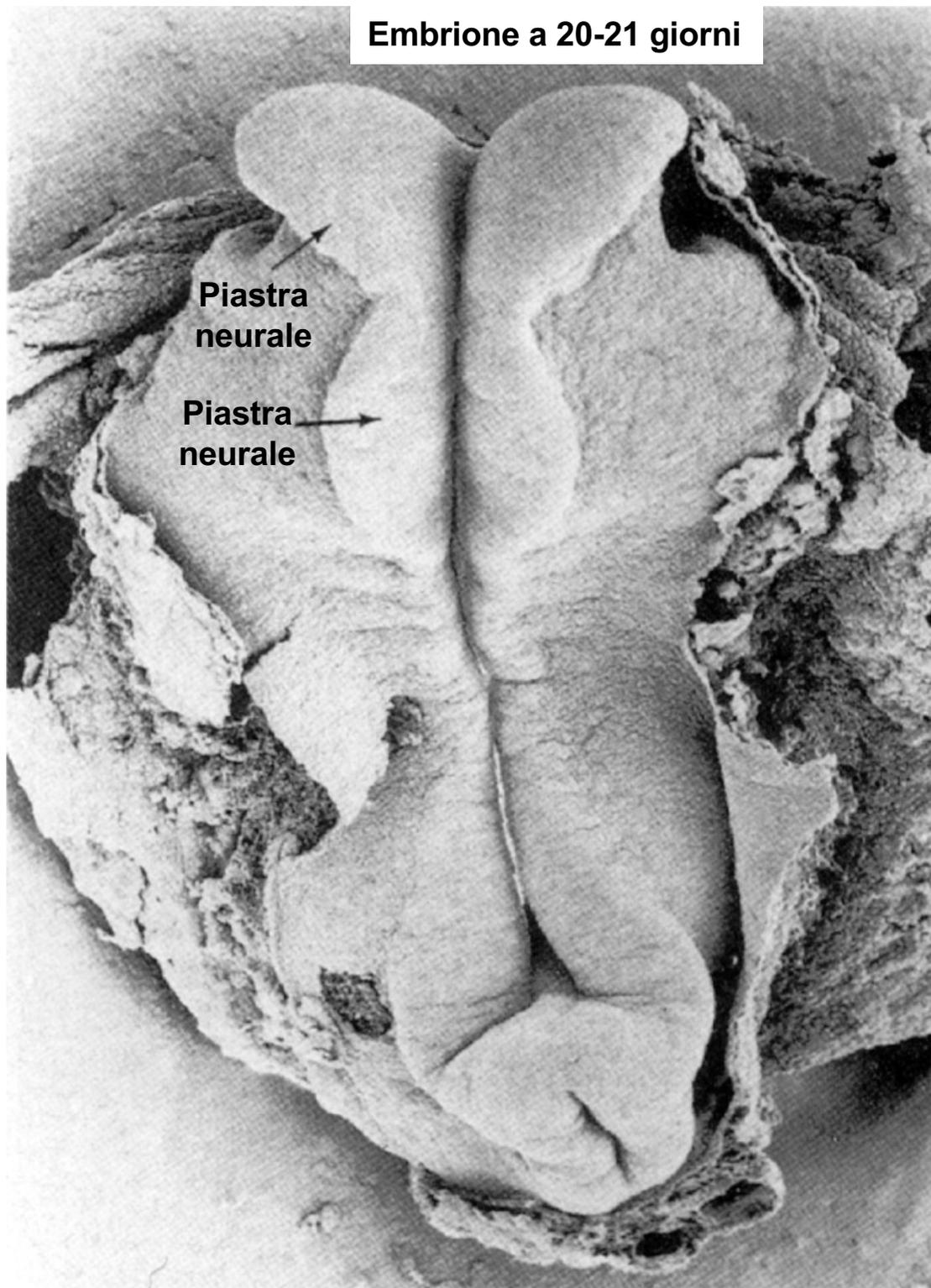


Doccia neurale che si approfonda



Corda dorsale in via di sviluppo

Embrione a 20-21 giorni



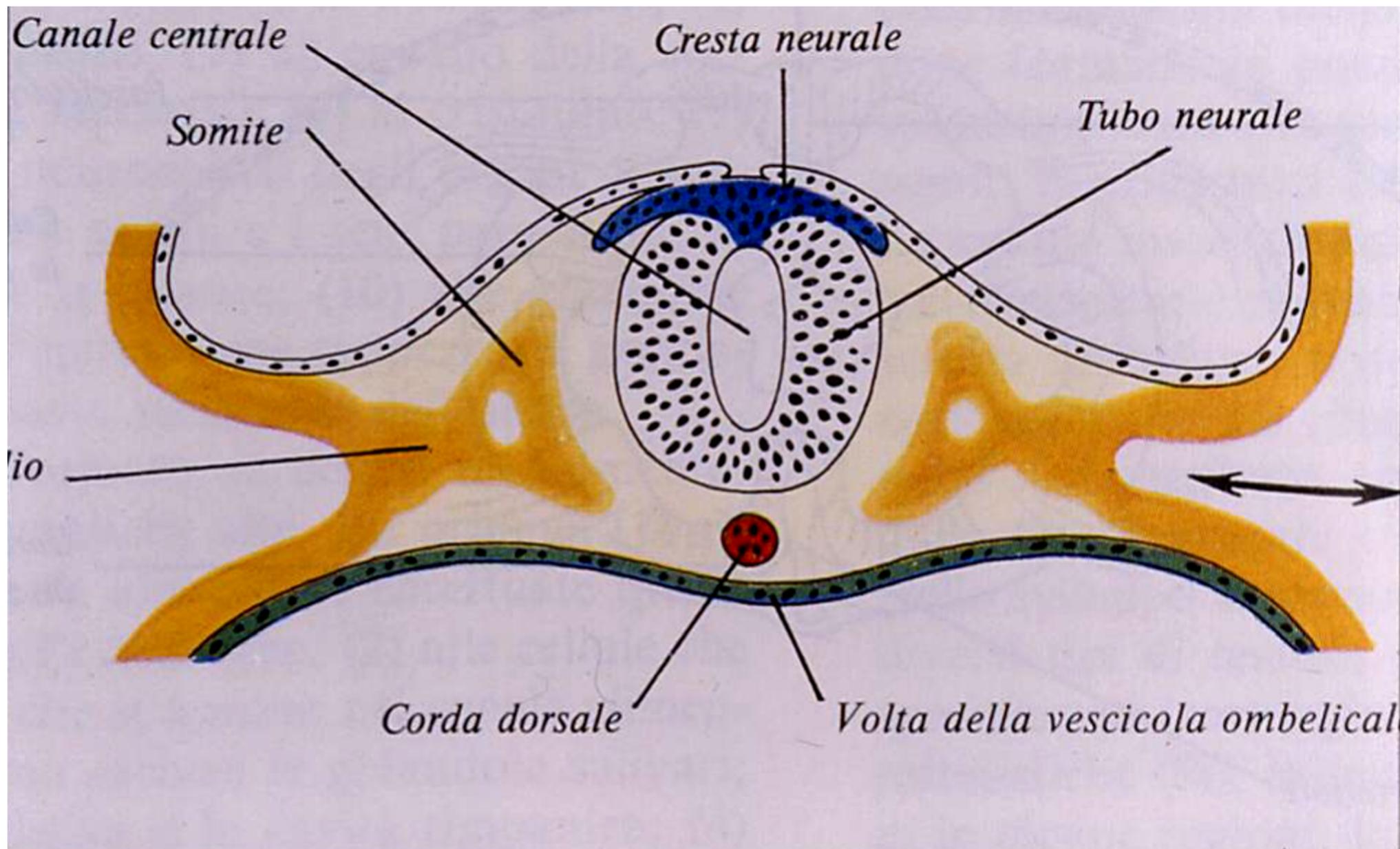
**Piastra
neurale**

**Piastra
neurale**

Il sollevamento della doccia neurale porta i bordi esterni a contatto

I bordi si fondono chiudendo il tubo neurale

La porzione intermedia tra il tubo neurale e l'ectoderma non-neurale delamina separando il tubo neurale



La chiusura del tubo neurale incomincia nella porzione centrale, per poi proseguire in direzione anteriore e posteriore. Le ultime zone destinate a chiudersi rimangono come piccoli fori, detti **neuropori** alle estremità anteriore e posteriore del tubo neurale

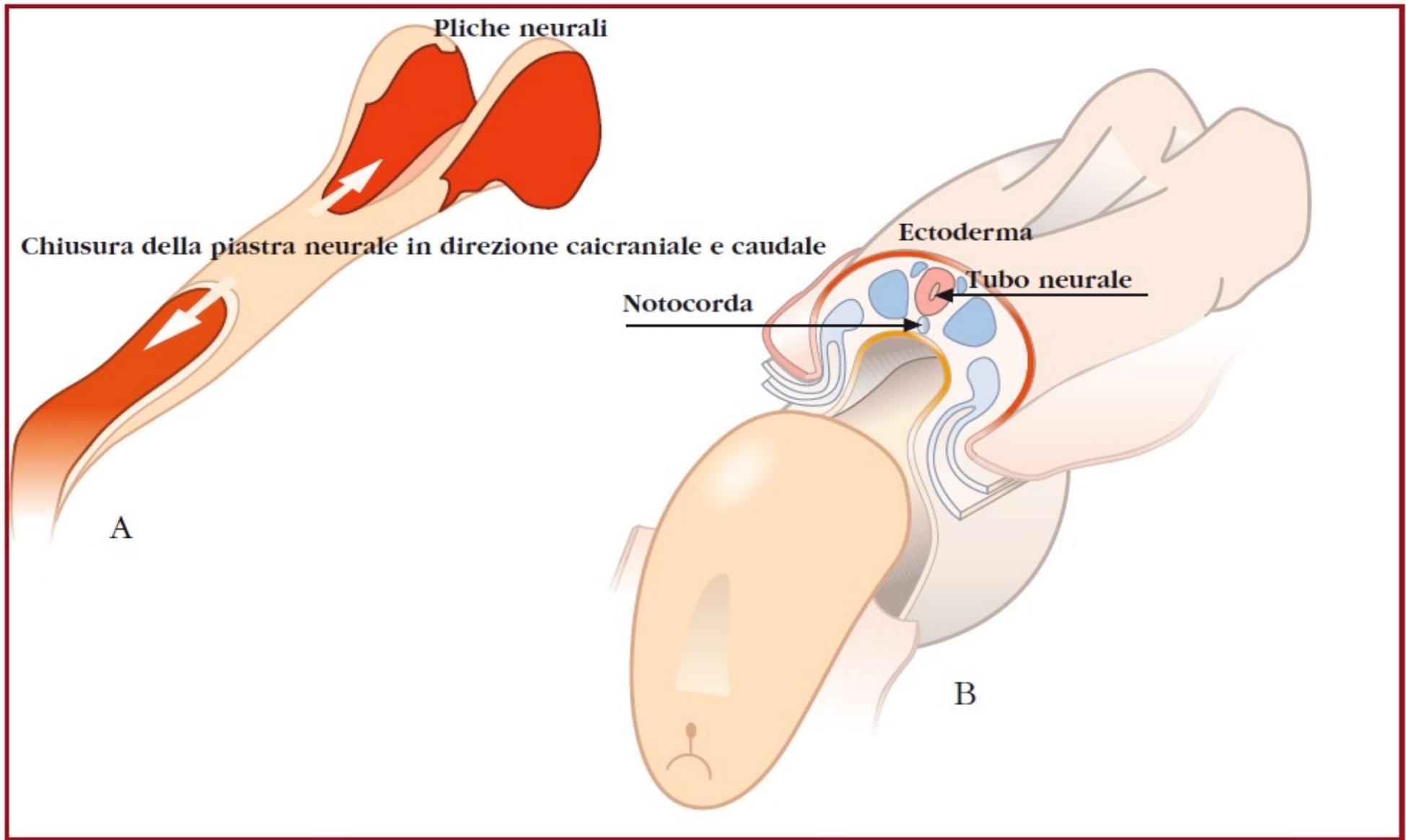
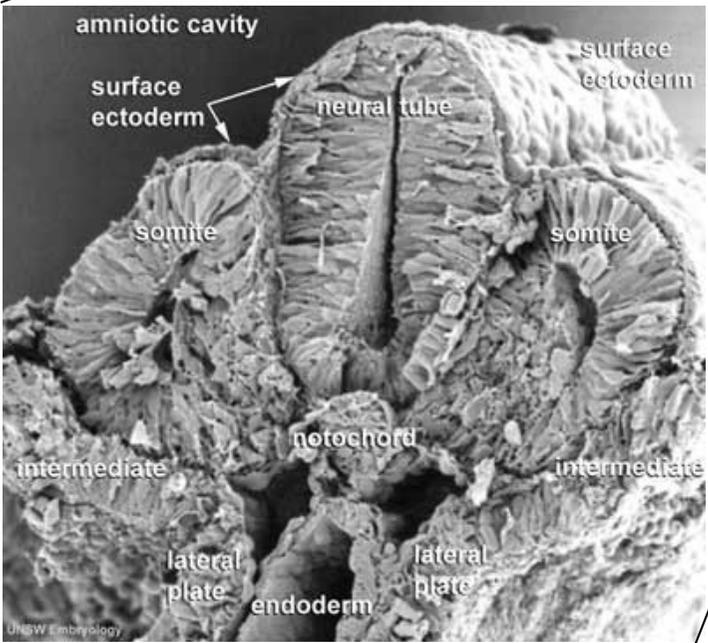
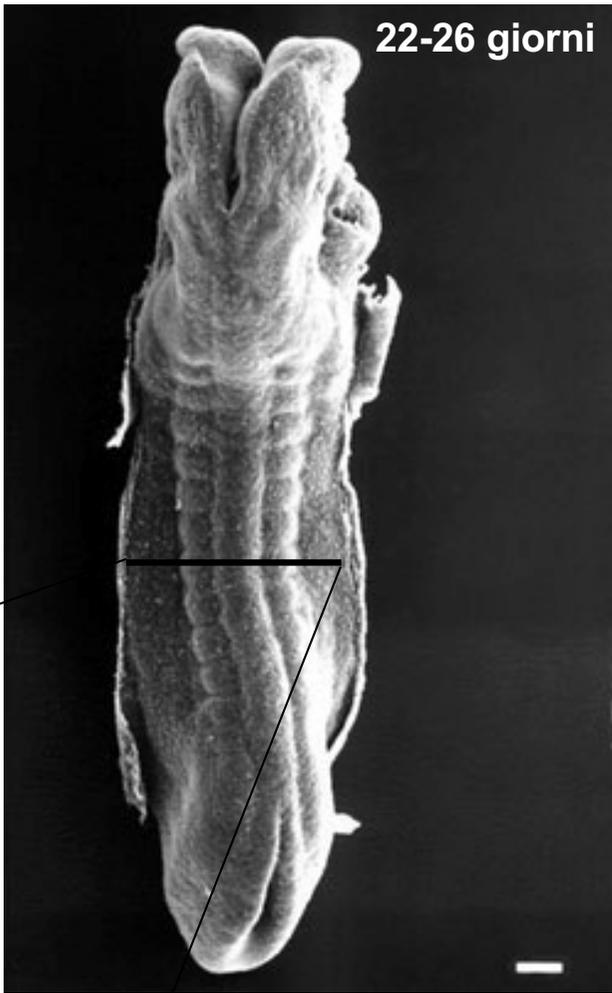
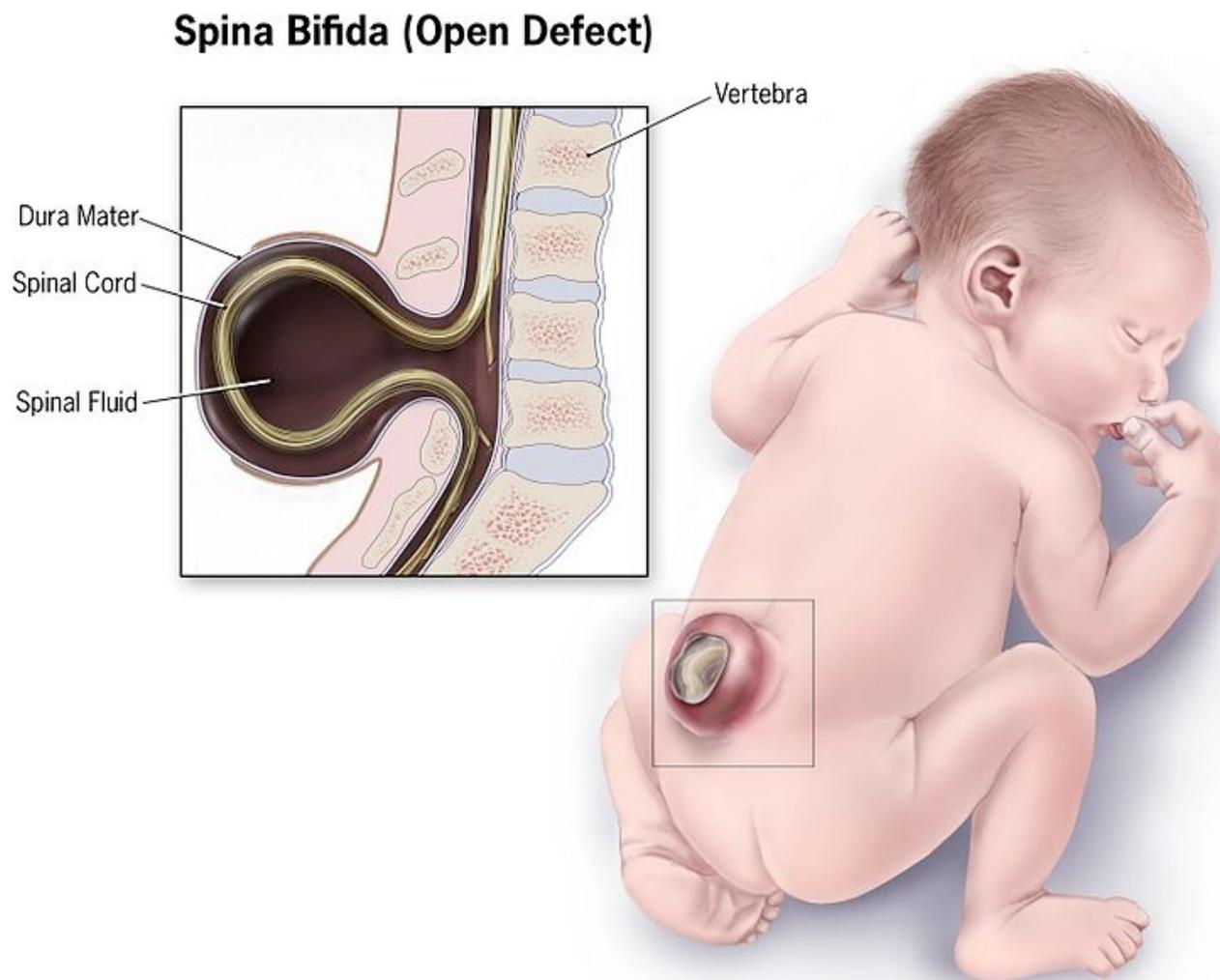


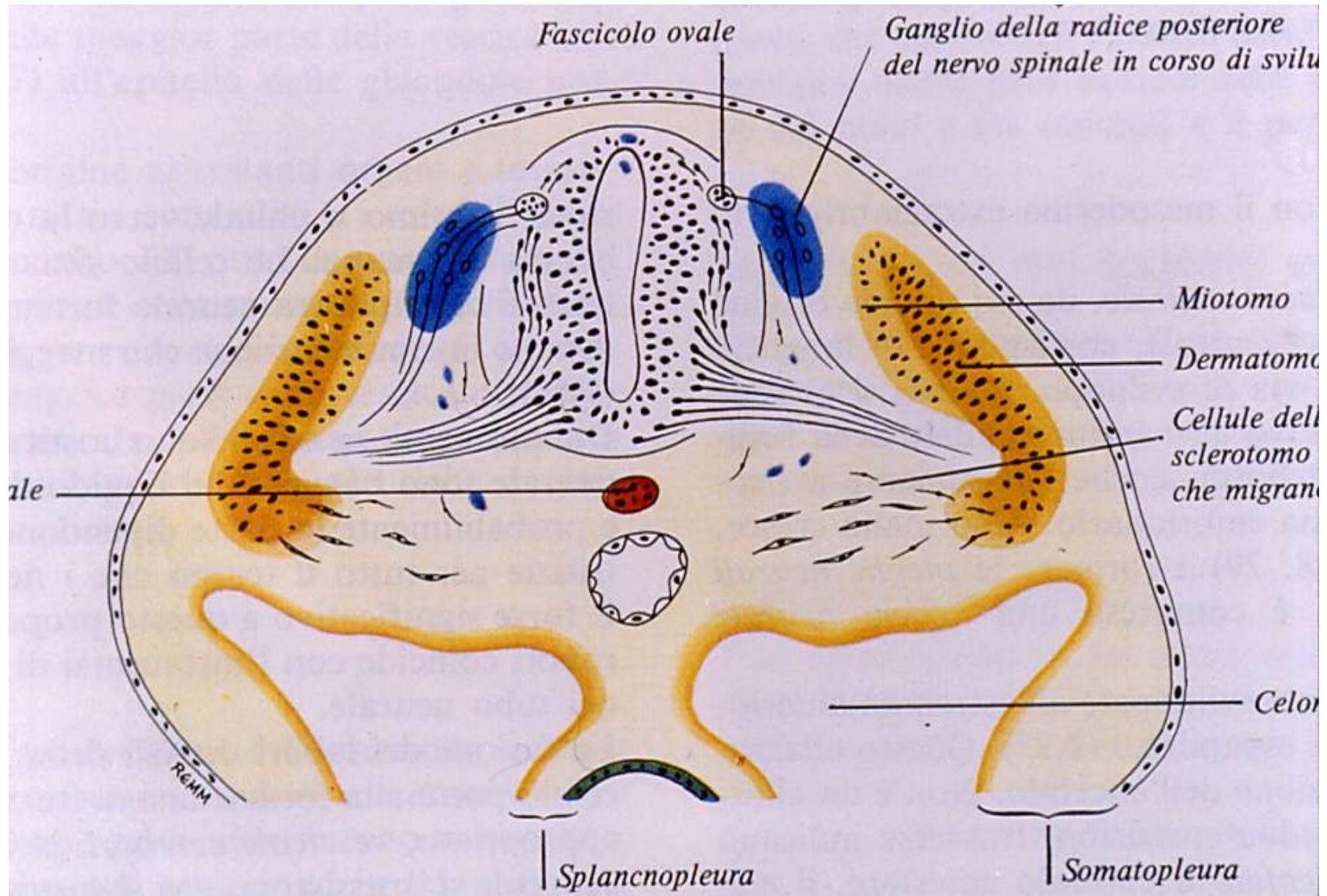
Figura 8.6. **A)** Chiusura bidirezionale del tubo neurale estrapolato dall'embrione, **B)** Lo stesso processo visto nel contesto embrionario. (Modificato da: Tuchmann-Duplessis H., Embriologia Umana. Torino, 1977).



La mancata chiusura del tubo neurale può causare patologie di varia gravità a seconda dell'entità dell'apertura rimasta. La malformazione più comune è chiamata *spina bifida* e si ritiene sia dovuta alla mancata chiusura del tubo neurale in una piccola regione dell'embrione.

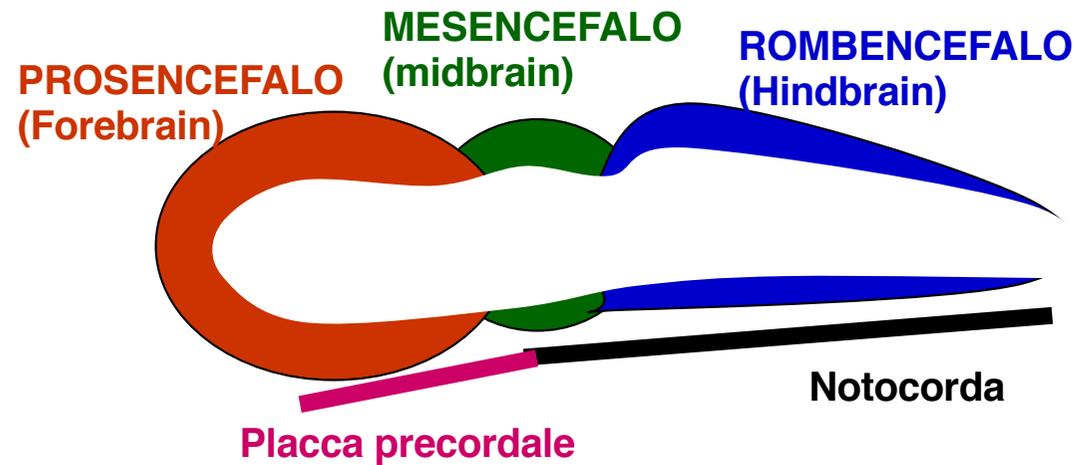


La **porzione posteriore** del tubo neurale è destinata a diventare il **midollo spinale**. Il canale neurale diventa il canale endimale, dalla parte del midollo spinale posta nelle vicinanze della notocorda (ventrale) originano i motoneuroni, mentre gli stimoli sensoriali arrivano dalla parte opposta (dorsale).



La **porzione anteriore** del tubo neurale diventerà l'**encefalo** dell'adulto.

Quando si chiude, verso i 26 giorni, si formano delle strozzature che delimitano tre vescicole.



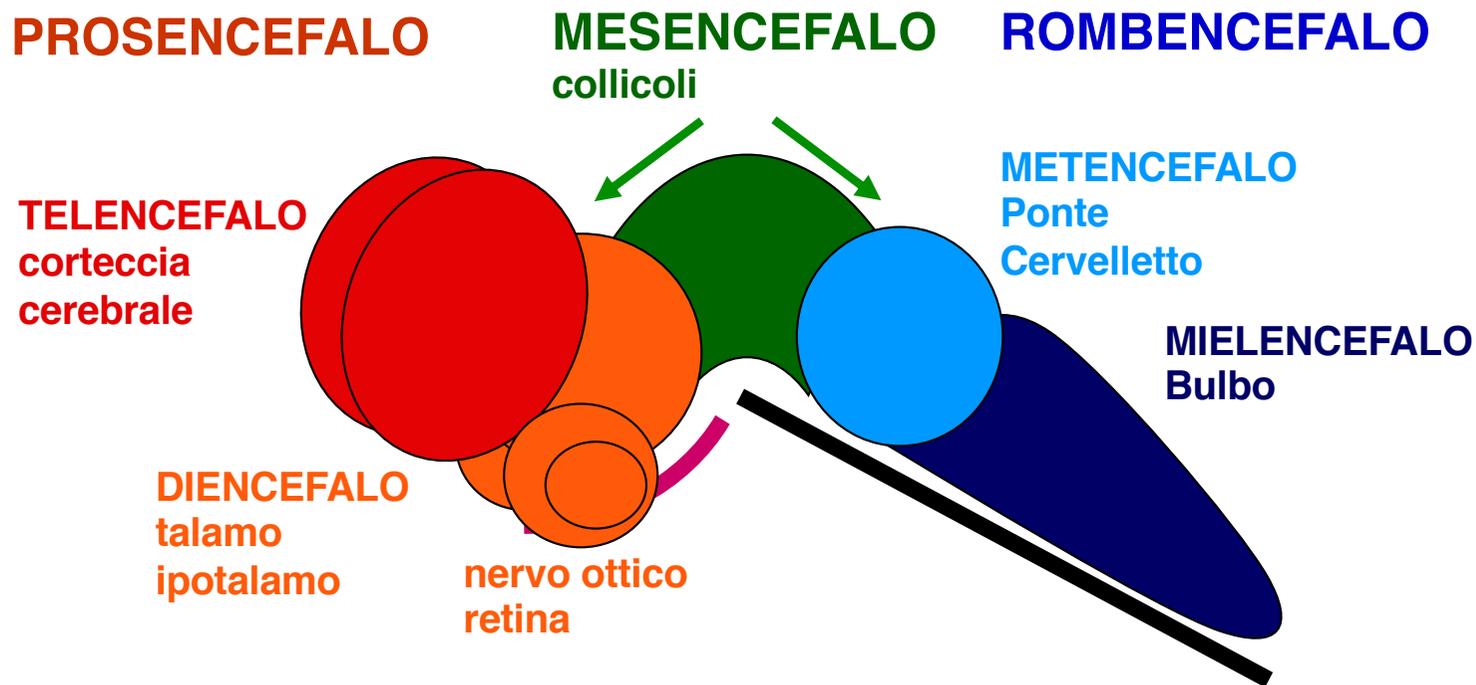
Successivamente la vescicola **mesencefalica** va incontro a piegamenti, per cui la porzione dorsale del **prosencefalo** si viene a trovare in posizione anteriore.

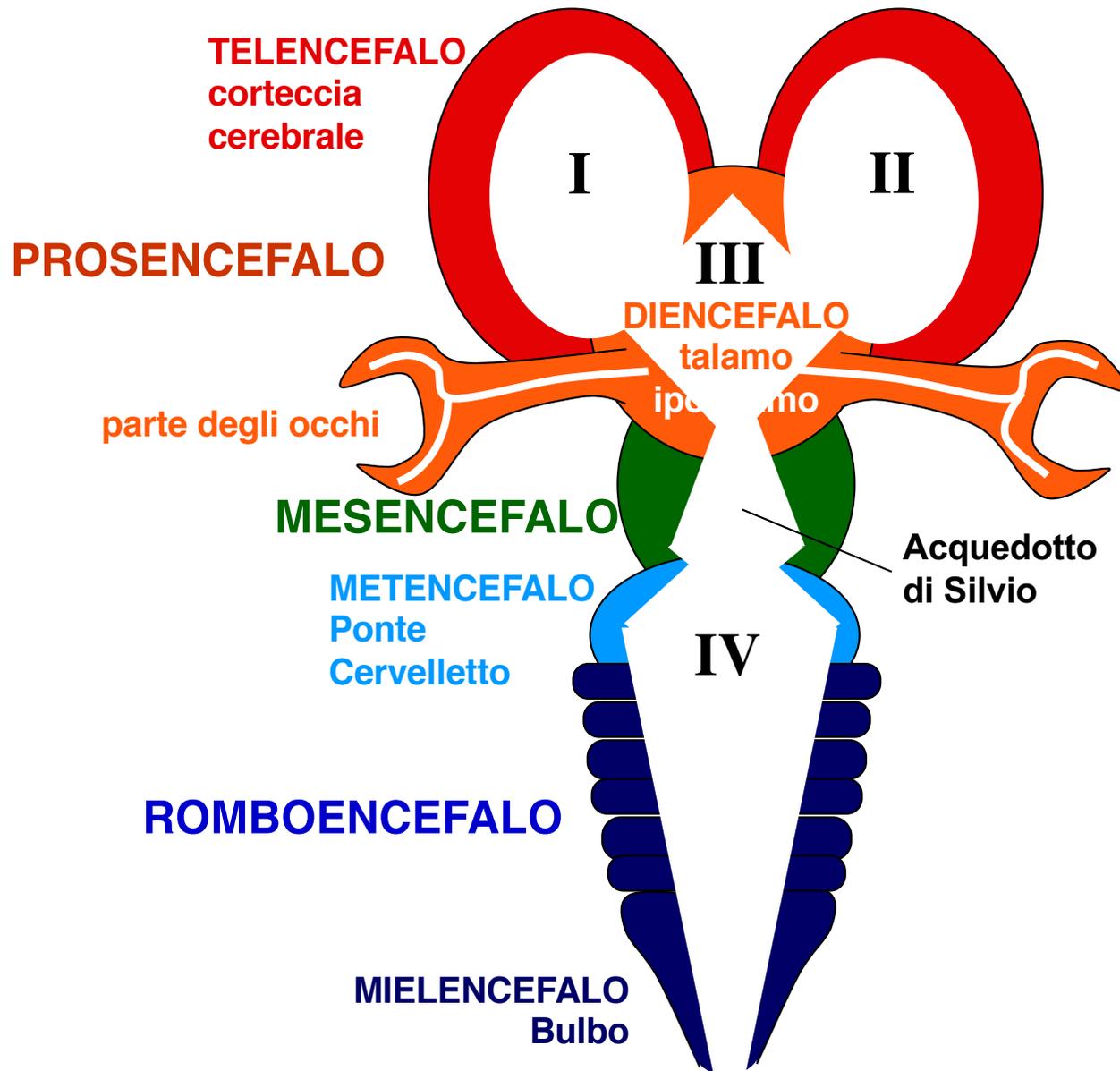
Dal **prosencefalo dorsale** derivano due vescicole, che formano il **telencefalo**. Dal telencefalo derivano gli emisferi cerebrali (compresa la corteccia) l'ippocampo e i bulbi olfattivi.

La parte restante del prosencefalo prende il nome di **diencefalo**, e formeranno epifisi, talamo, ipotalamo, neuroipofisi, nervo ottico e la retina degli occhi.

Il **mesencefalo** formerà piccole strutture detti collicoli o tubercoli quadrigemini.

Il **rombencefalo** formerà il **metencefalo** (da cui derivano il cervelletto e il Ponte di Varolio) e il **mielencefalo** (da cui deriva il bulbo o midollo allungato).





Ogni vescicola encefalica delimita una cavità detta **ventricolo**

I ventricoli I e II si trovano nel telencefalo

il ventricolo III nel diencefalo

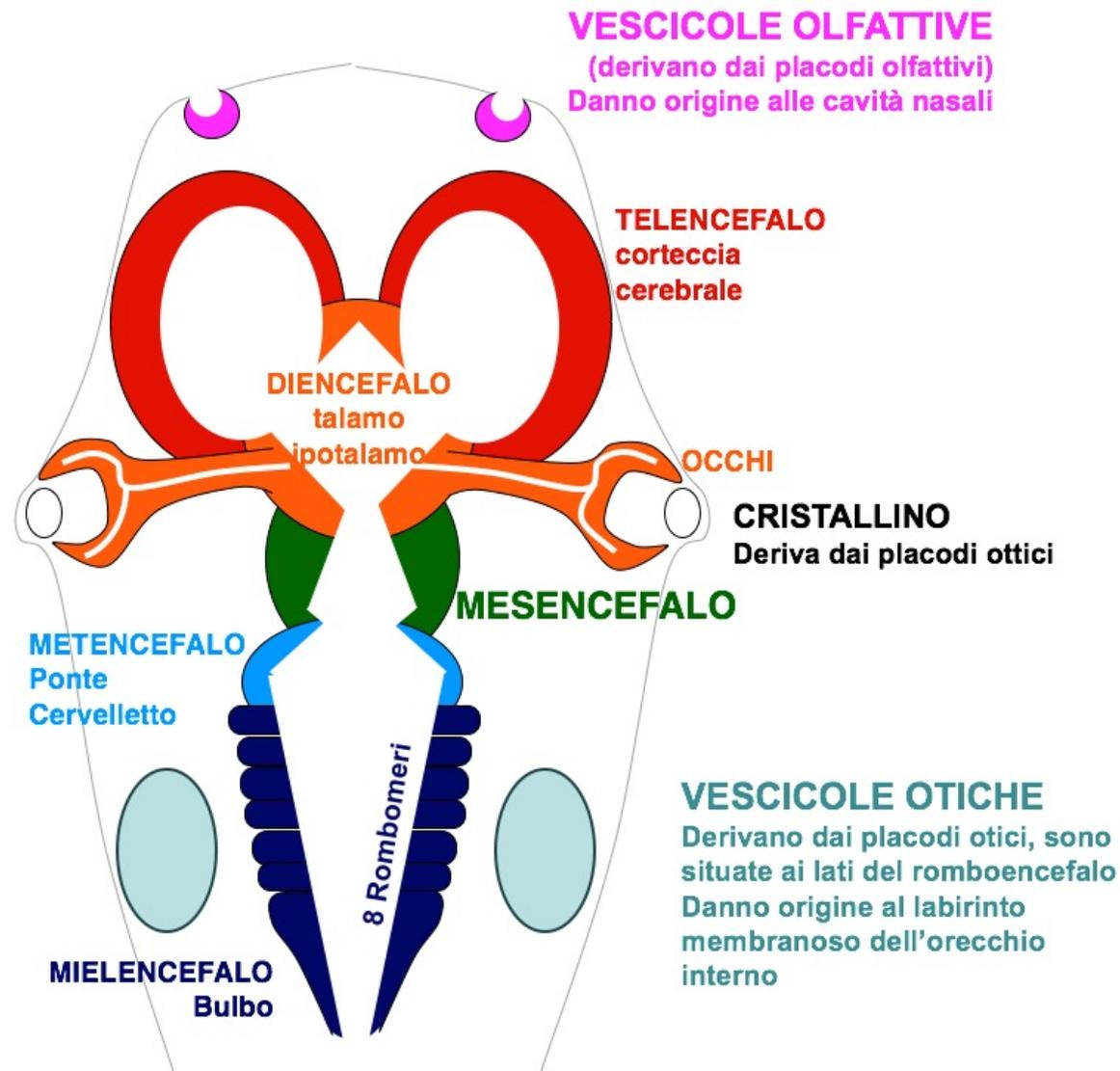
nel caso del mesencefalo permane solo uno stretto passaggio noto come acquedotto di Silvio

il ventricolo IV in entrambe le vescicole derivate dal romboencefalo

I PLACODI

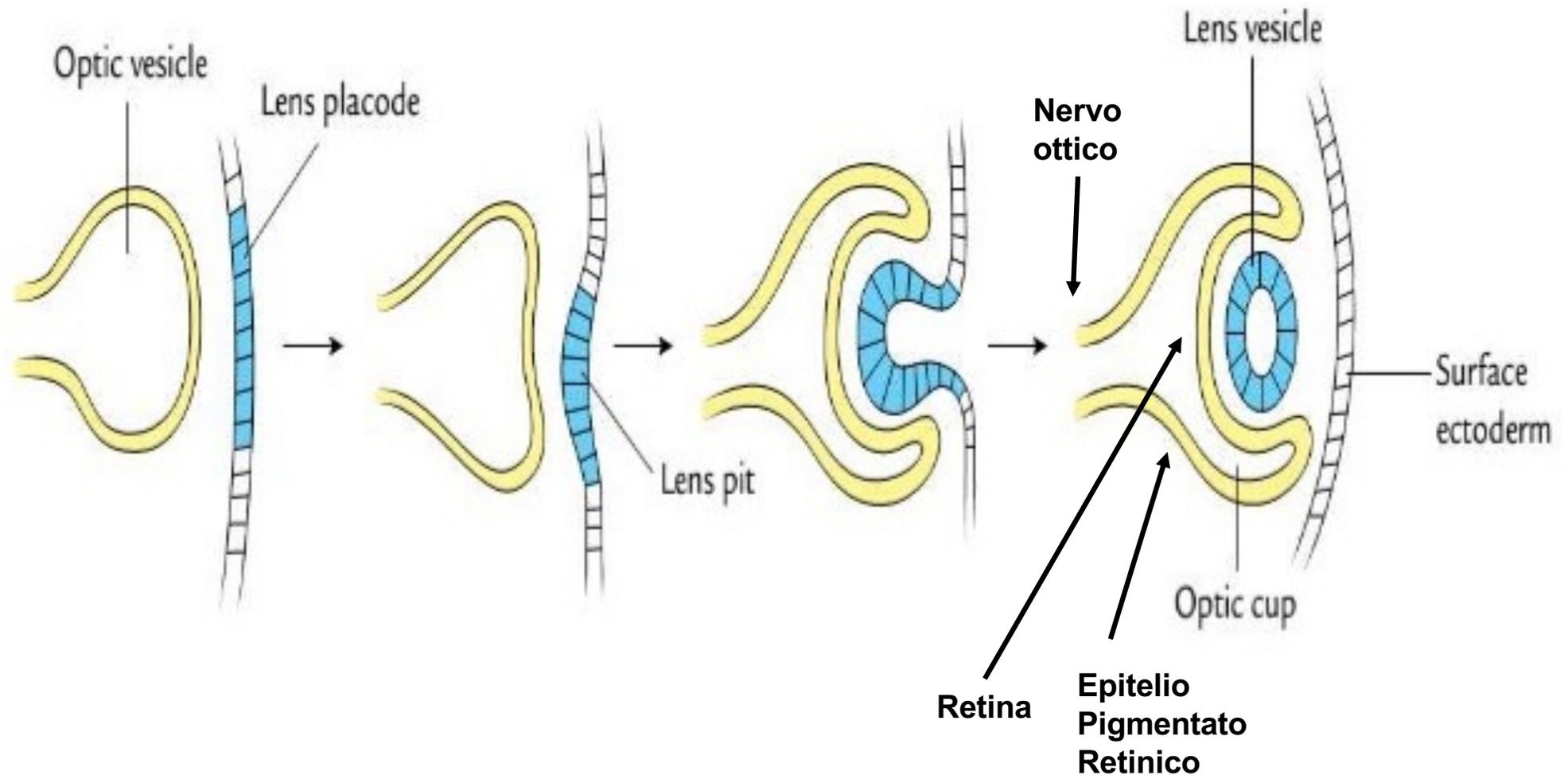
L'interazione reciproca tra il SNC e l'ectoderma non-neurale di superficie permette la formazione di organi complessi dell'encefalo, la cui origine è mista

L'ectoderma di superficie che contribuisce a queste strutture viene detto **Placode**

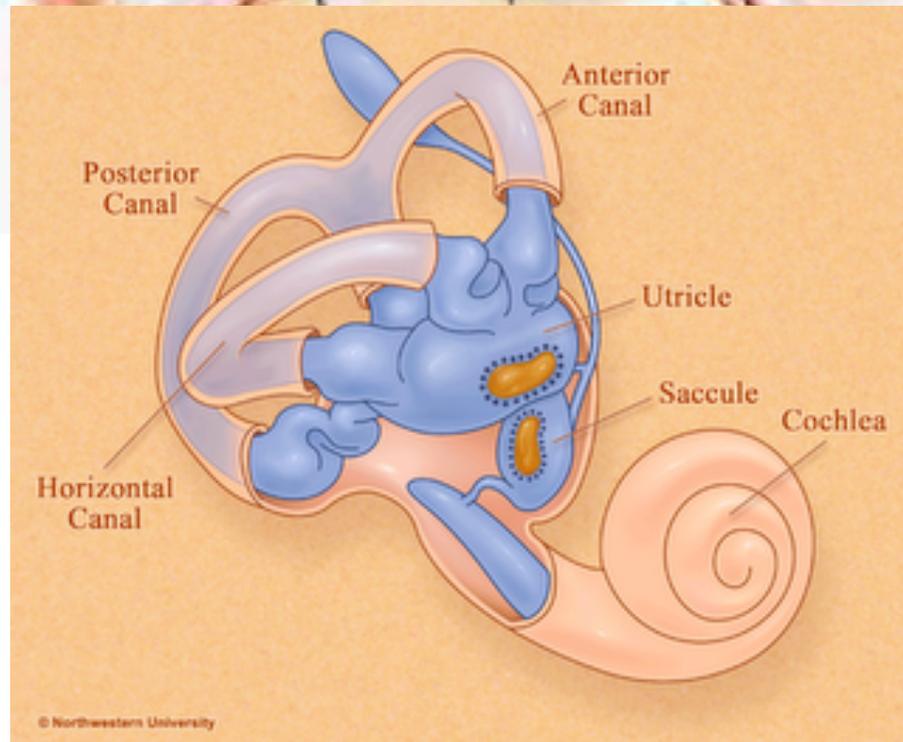
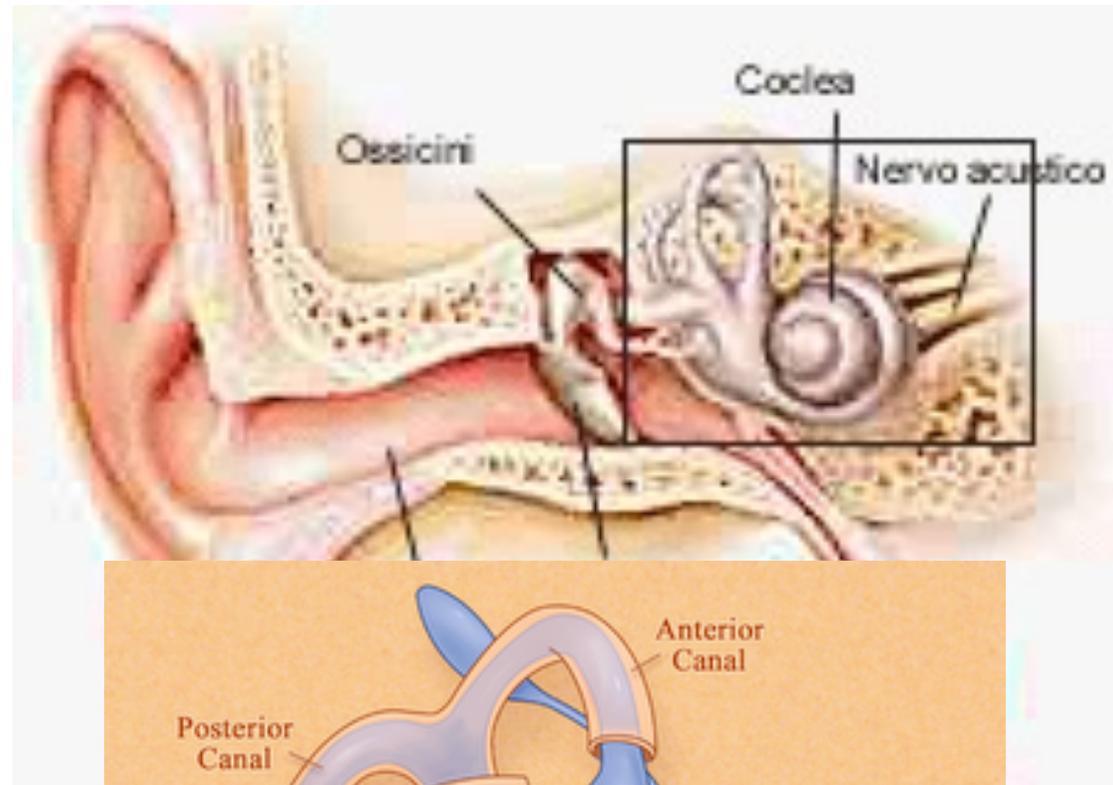
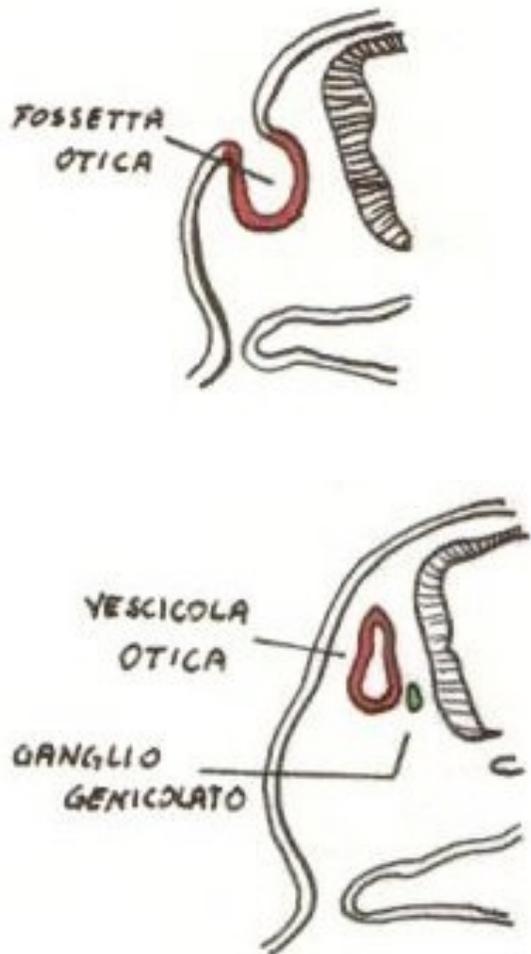


Durante lo sviluppo, due estroflessioni del diencefalo assumono una struttura a coppa (coppa ottica) e la diramazione del III ventricolo viene ad occludersi. La parte conformata a coppa formerà la retina, mentre il resto dell'estroflessione costituirà la base per il nervo ottico.

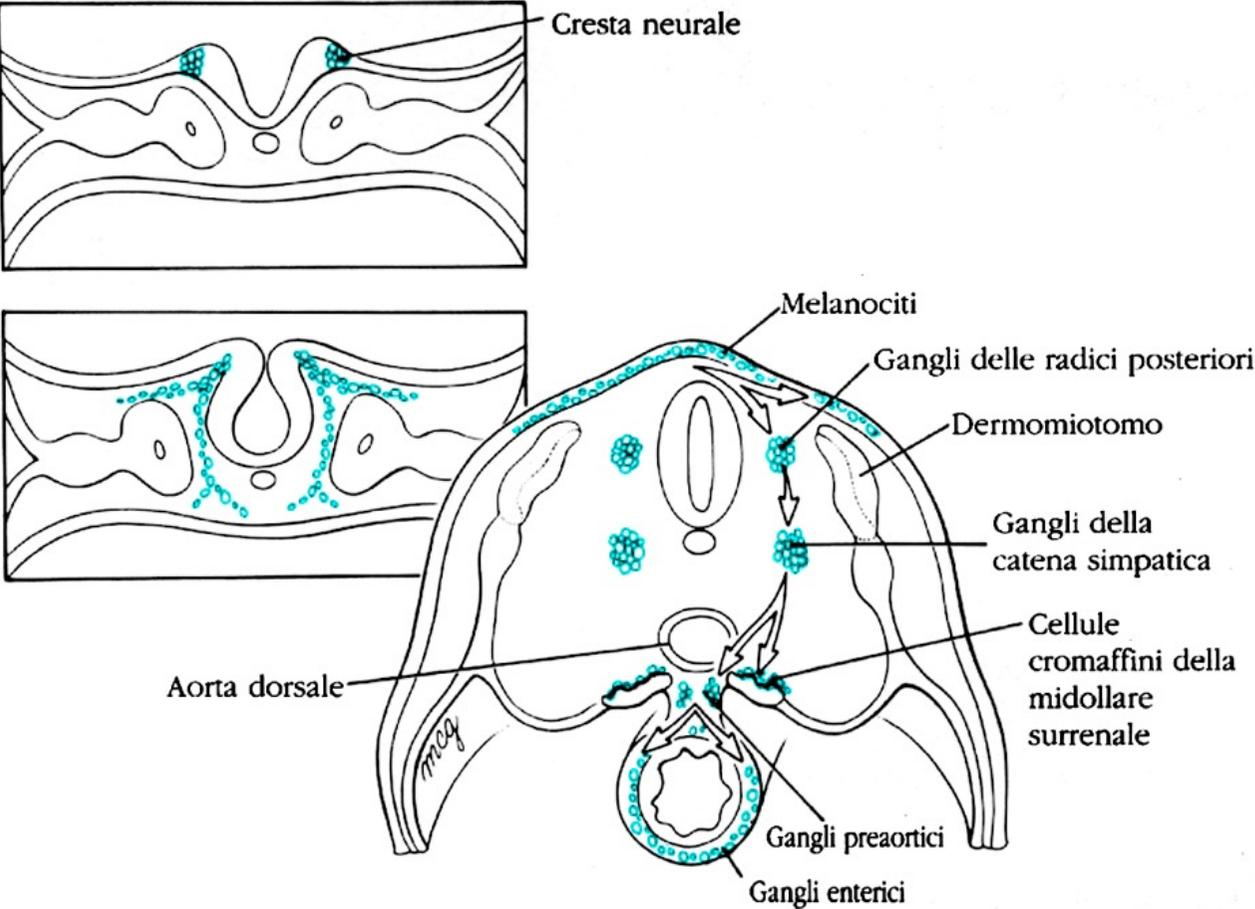
Il cristallino deriva invece dal Placode ottico.

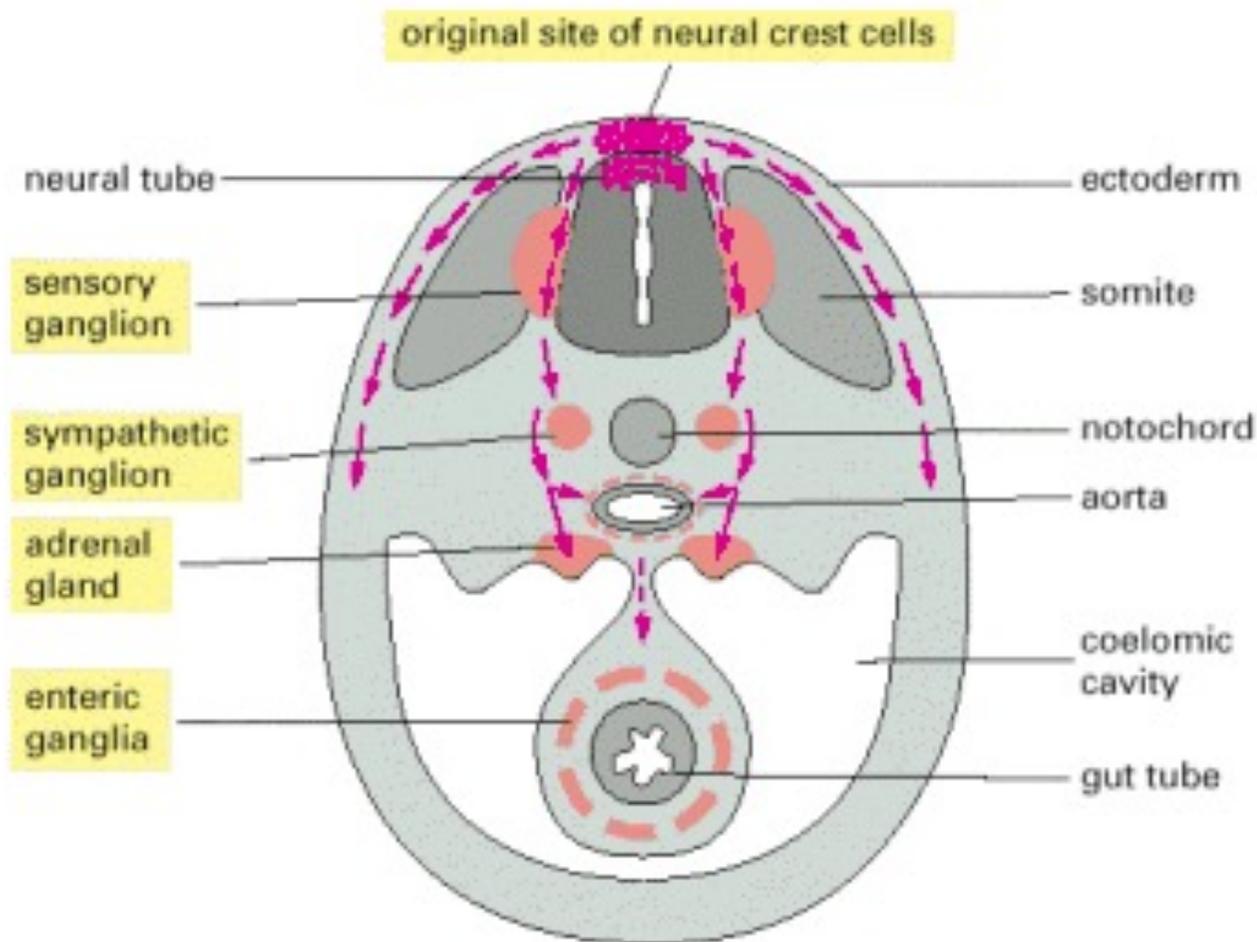


IL LABIRINTO MEMBRANOSO DELL'ORECCHIO INTERNO DERIVA DAL PLACODE OTICO



LE CRESTE NEURALI





Il sito dove migrano le creste neurali ne determina il destino:

- Quelle che migrano attorno all'apparato digerente in formazione andranno a formare i neuroni del **sistema neuroenterico**

- Quelle che migrano nelle vicinanze della notocorda diverranno i **gangli del sistema nervoso autonomo** (due dei quali formeranno la **midollare del surrene**)

- Quelle che rimangono in prossimità della parte dorsale del tubo neurale diventeranno i **gangli delle radici dorsali del midollo spinale o dei nervi cranici**, formando i **neuroni sensoriali pseudounipolari**.

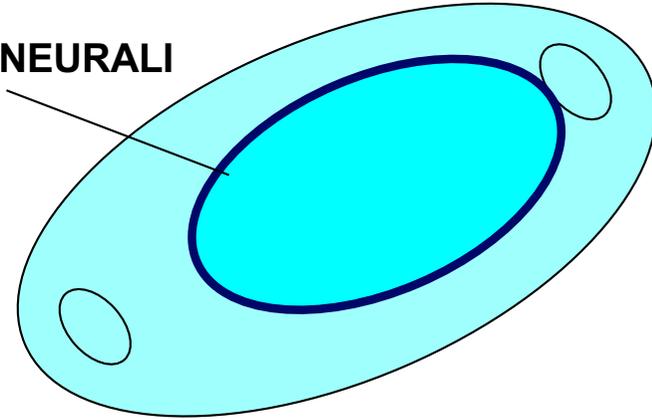
Le CN che migrano nell'epidermide diventano **melanociti**.

Altre si organizzano attorno agli assoni per formare le **cellule di Schwann**.

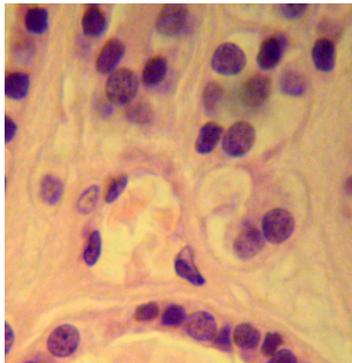
Le CN formano la **pia madre e l'aracnoide** (meningi)

DERIVATI DELLE CRESTE NEURALI

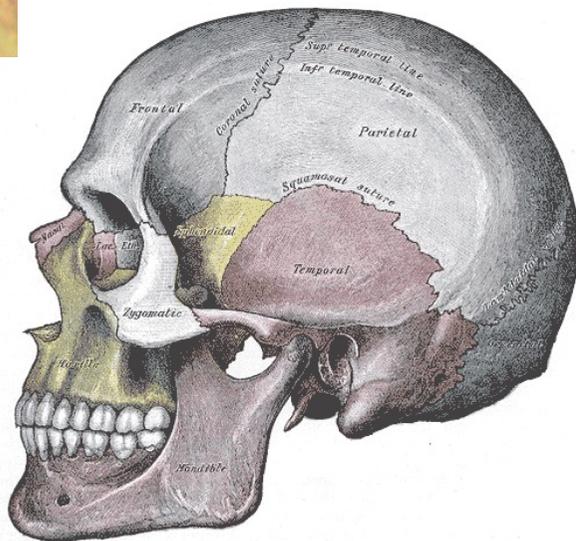
CRESTE NEURALI



Cellule parafolicolari della tiroide



Parte delle ossa del cranio



Cresta neurale craniale

Odontoblasti

Setto del conotruncus

Cartilagini degli archi faringei

Testuto connettivo intorno all'occhio; muscoli pupillari e ciliari

Derma e ipoderma della faccia e del collo

Cresta neurale craniale e spinale

Alcuni gangli di nervi cranici

Cellule di Schwann

Cellule di neuroglia dei gangli periferici

Aracnoide e pia madre

Melanociti

Gangli enterici

Cresta neurale spinale

Gangli preartici

Midollare del surrene

Gangli delle radici dorsali

Gangli della catena simpatica

Tabella 19.4 – Cellule e strutture dell'adulto derivate dalle cellule della cresta neurale.

| Origini | Cellule e strutture definitive |
|--|--|
| <i>Cellule della cresta neurale craniali</i> | Leptomeningi: pia madre aracnoide Neurocranio (scheletro) Archi faringei (scheletro e componenti del tessuto connettivo) Cellule C (parafollicolari) della tiroide Dentina dei denti (odontoblasti) Setto aorticopolmonare Gangli sensitivi dei nervi cranici: V, VII, IX e X Gangli parasimpatici: Ganglio pterigopalatino (nervo cranico VII) Ganglio sottomandibolare (nervo cranico VII) Ganglio otico (nervo cranico IX) |
| <i>Cellule della cresta neurale del tronco</i> | Cellule di Schwann Gangli delle radici dorsali del midollo spinale Gangli della catena dell'ortosimpatico Gangli prevertebrali dell'ortosimpatico Midollare del surrene (cellule cromaffini) Paragangli Gangli parasimpatici dell'intestino (plessi di Meissner e Auerbach; nervo cranico X) Gangli parasimpatici dell'addome e della pelvi Melanociti |