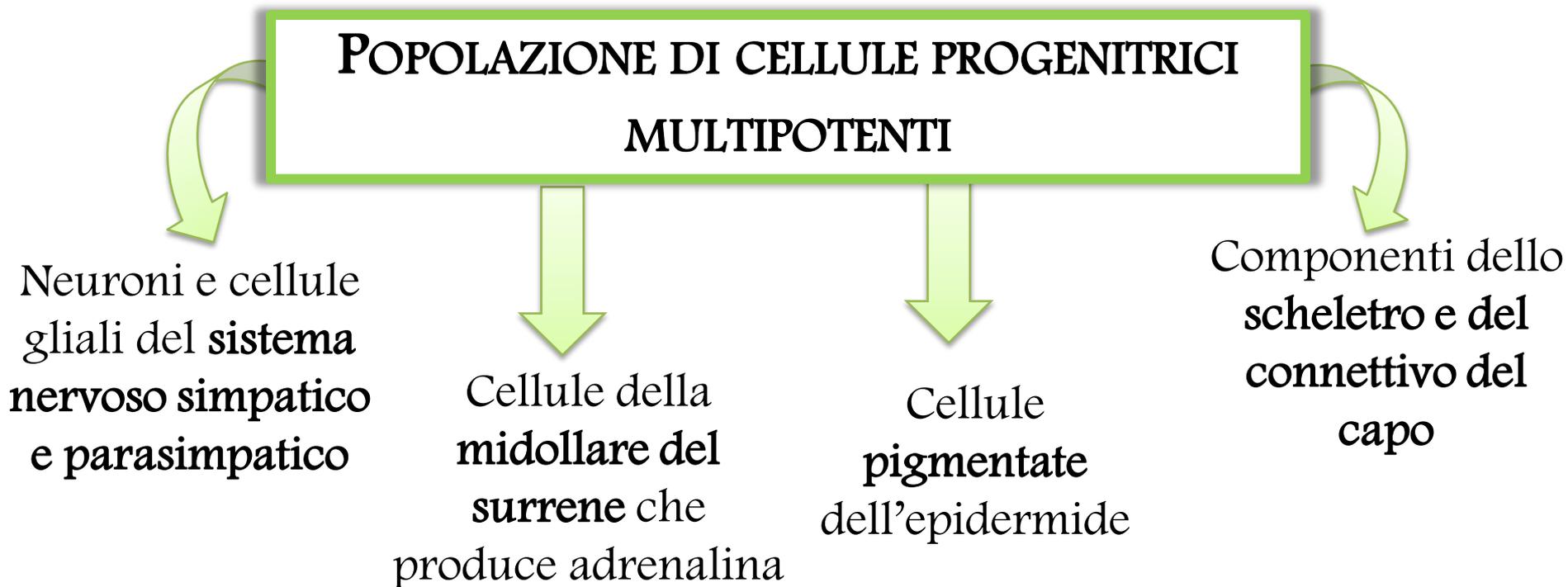
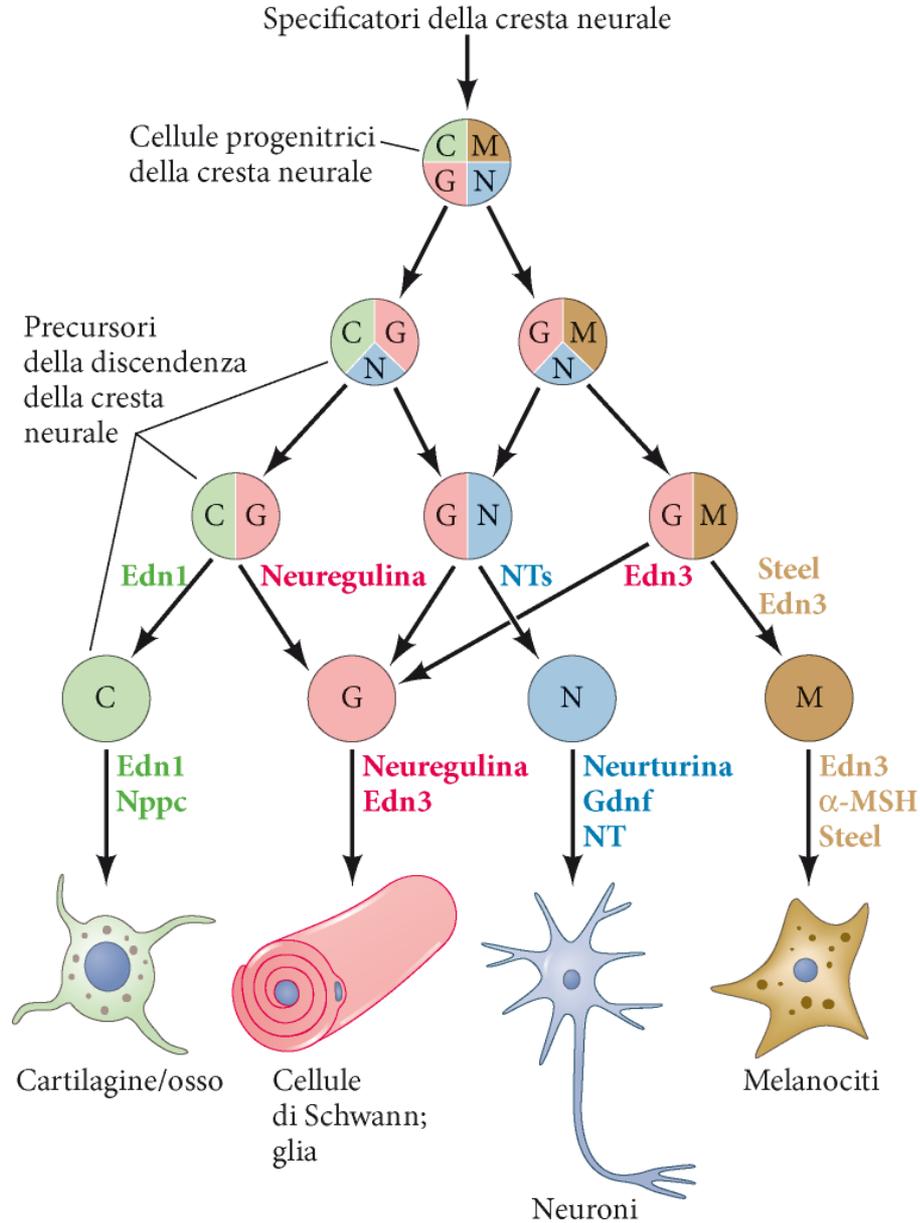


Le creste neurali

La cresta neurale è una struttura transitoria: non hanno una cresta neurale né gli adulti, né gli embrioni di vertebrati a stadi più avanzati.

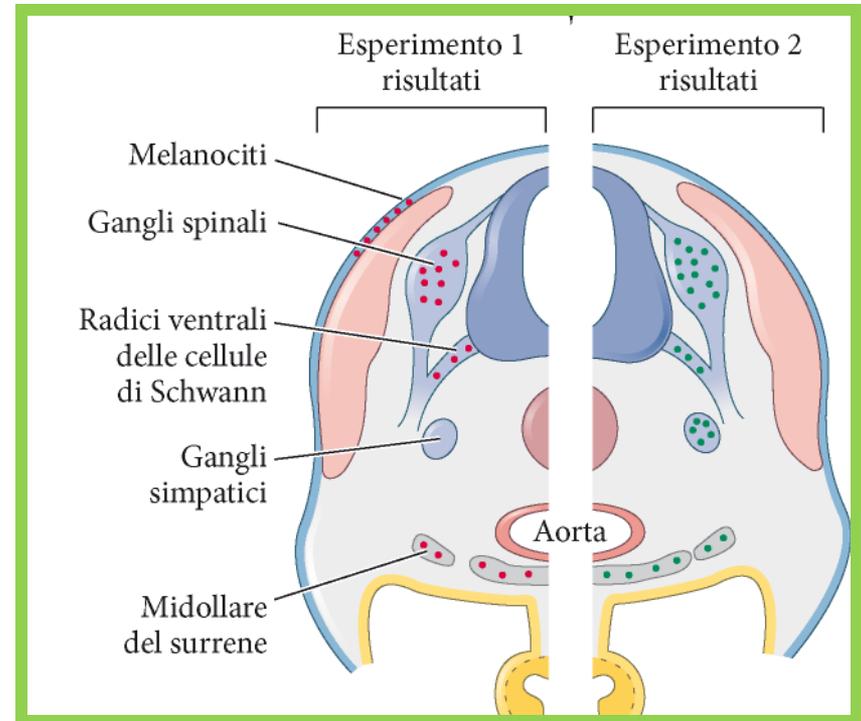
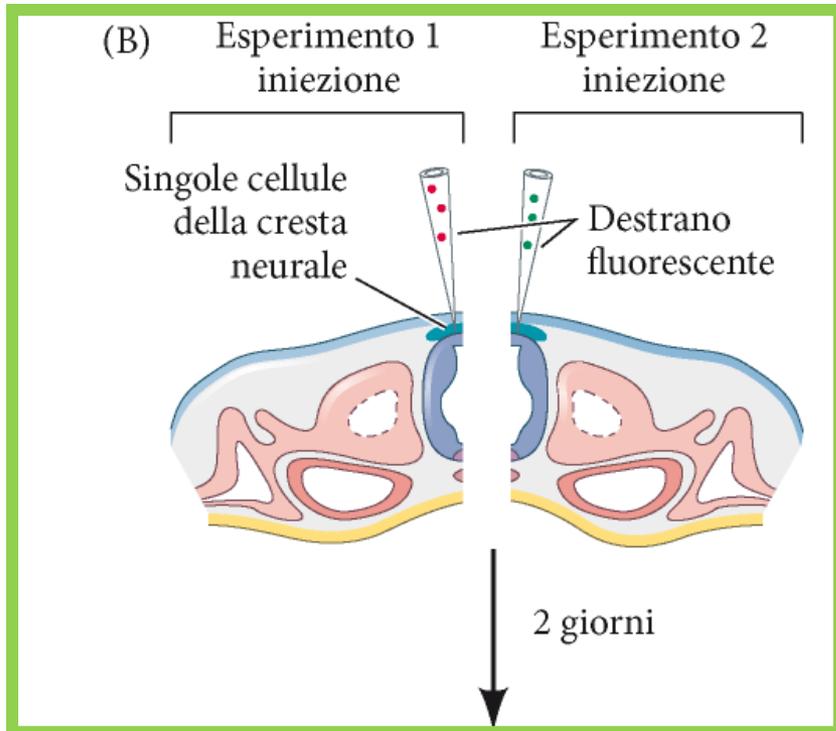


Le creste neurali



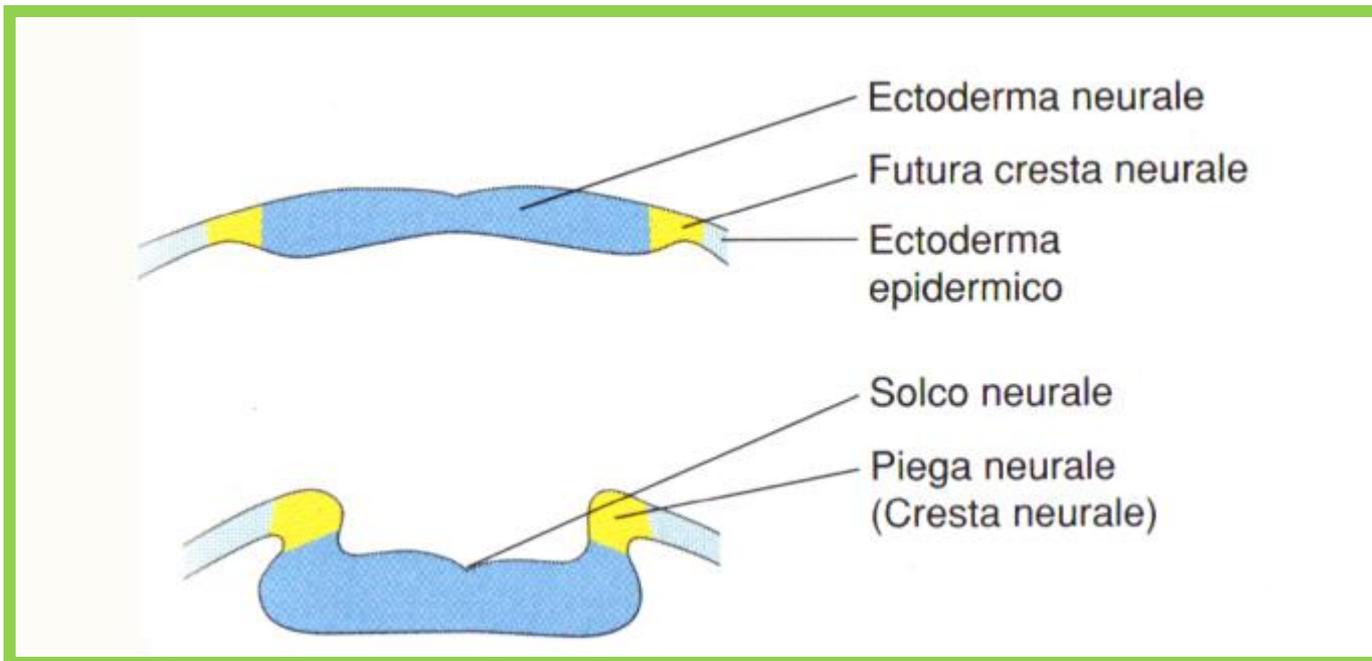
Le creste neurali

Nel momento in cui lasciano la cresta, molte cellule della cresta neurale del tronco sono multipotenti. Iniettando destrano fluorescente i ricercatori osservarono quali tipi di cellule diventavano le loro discendenti dopo la migrazione



Le creste neurali

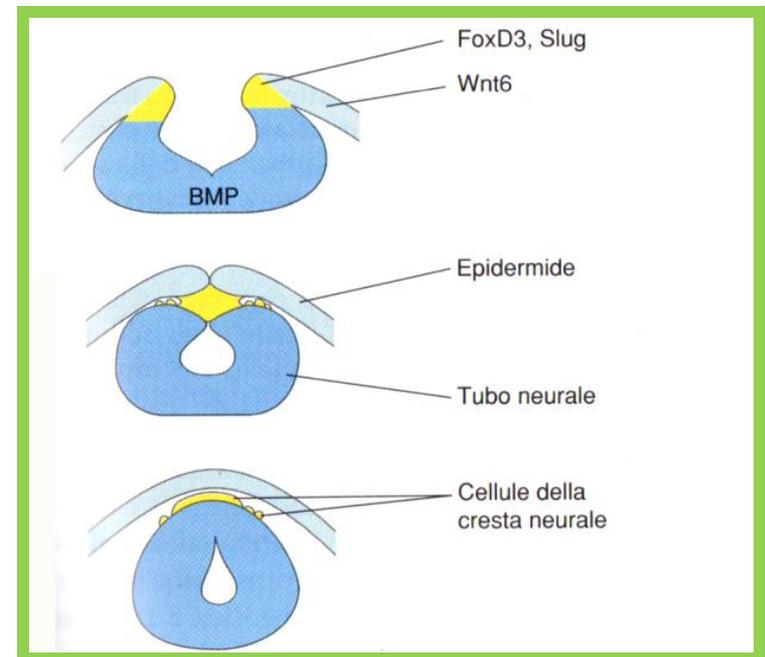
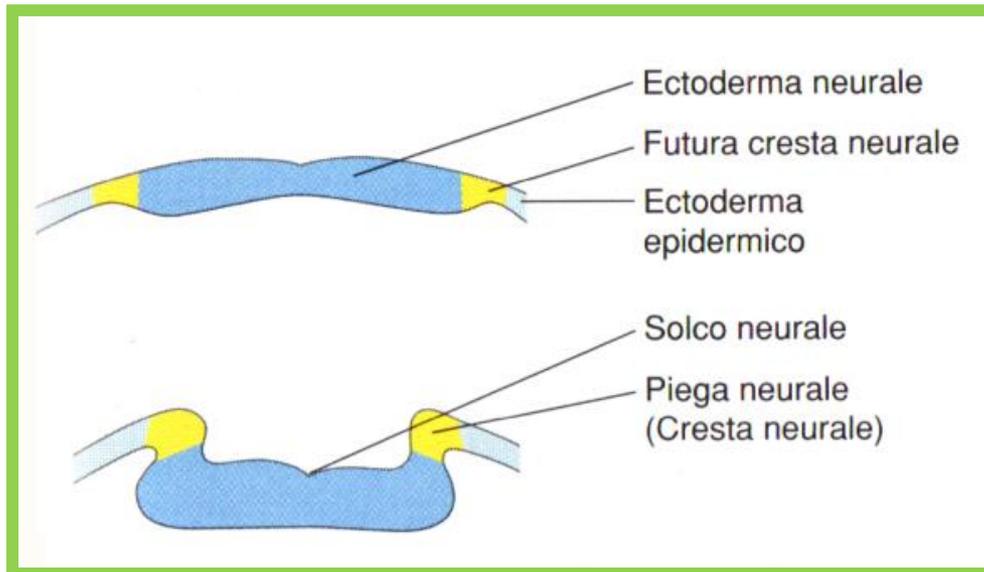
Le cellule delle creste neurali si originano durante il processo di neurulazione. Le creste neurali sono strutture pari che si formano quando con il procedere della neurulazione le pliche neurali di destra e di sinistra si piegano verso la linea mediana dorsale dell'embrione e si fondono.



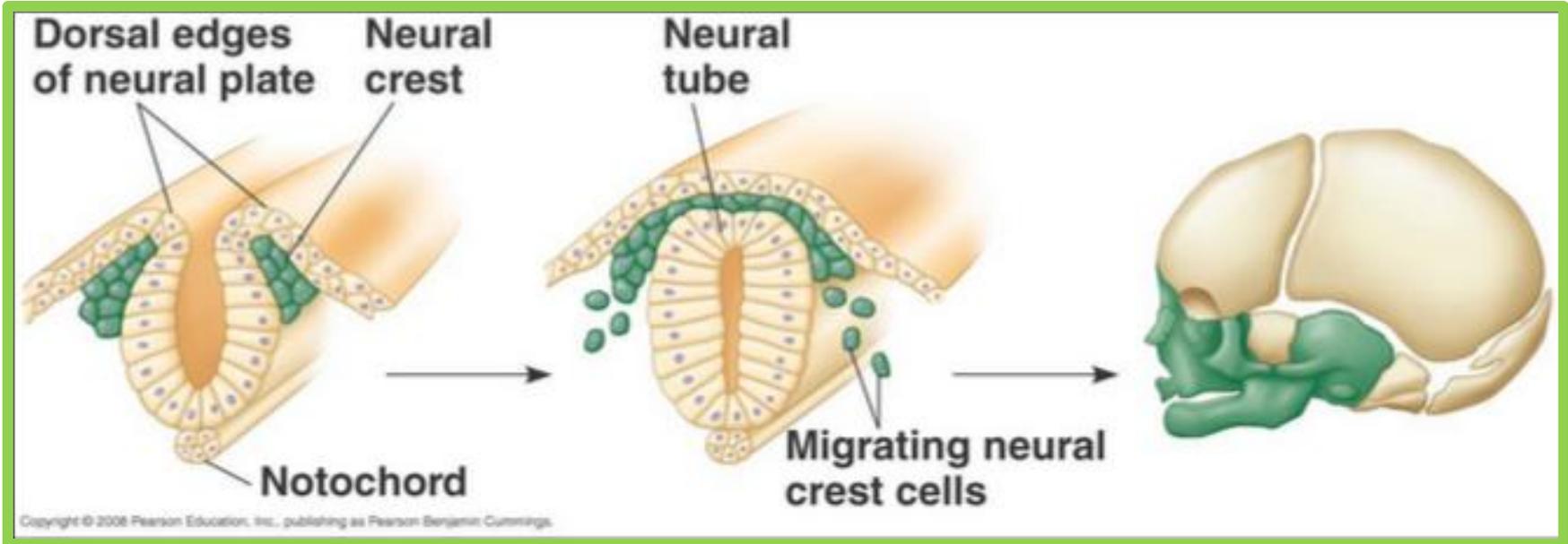
Le creste neurali

Durante questo processo le cellule che erano originariamente all'apice della plica vengono a trovarsi **interposte** tra l'epidermide dorsale, il tubo neurale e i somiti localizzati lateralmente.

Questa zona è detta area di **stazionamento temporaneo per la migrazione**, perché da qui le cellule migreranno per raggiungere i vari distretti.



Le creste neurali



Le creste neurali

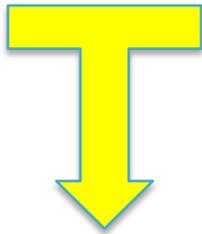
Quando la piastra neurale si ripiega si trovano a contatto due aree: il **materiale neurale** e l'**ectoderma sovrastante**: si stabilisce un contatto tra regioni con attività genica differente.

Piastra neurale

Ectoderma

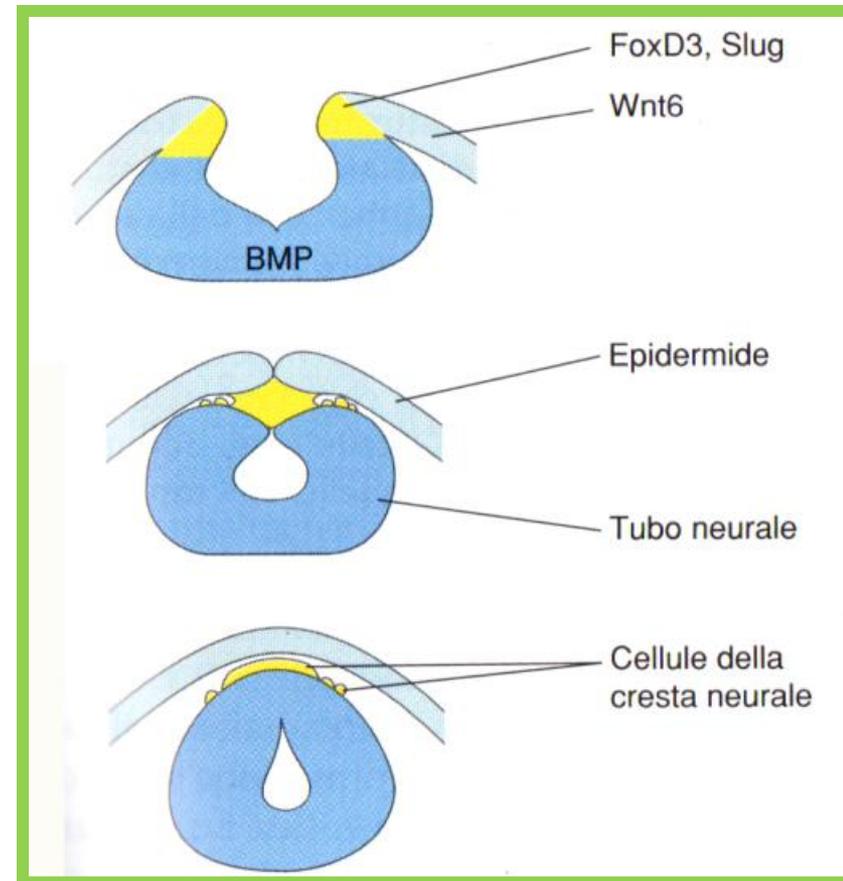


BMP



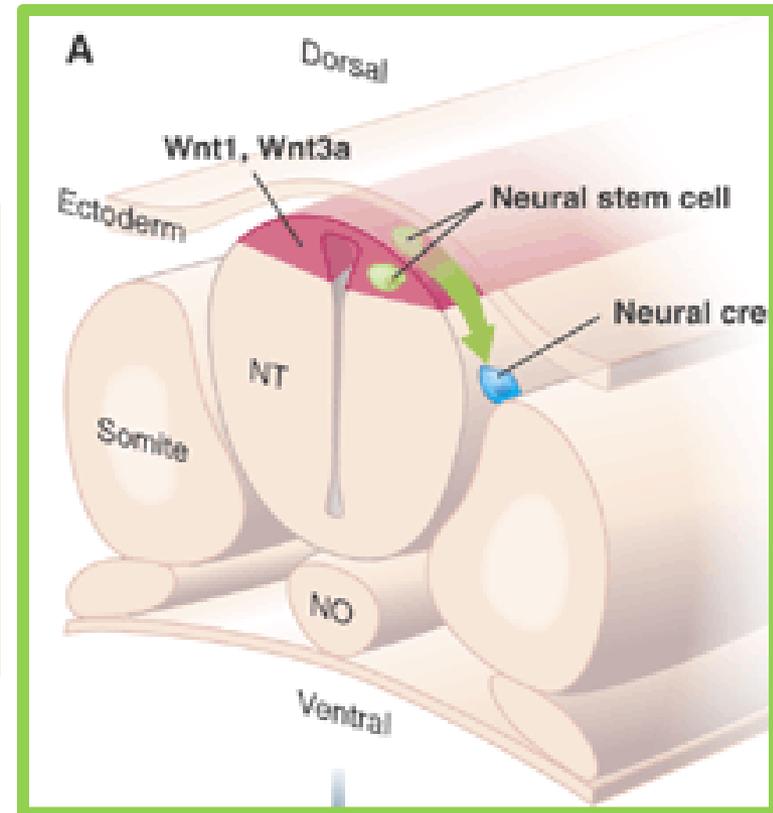
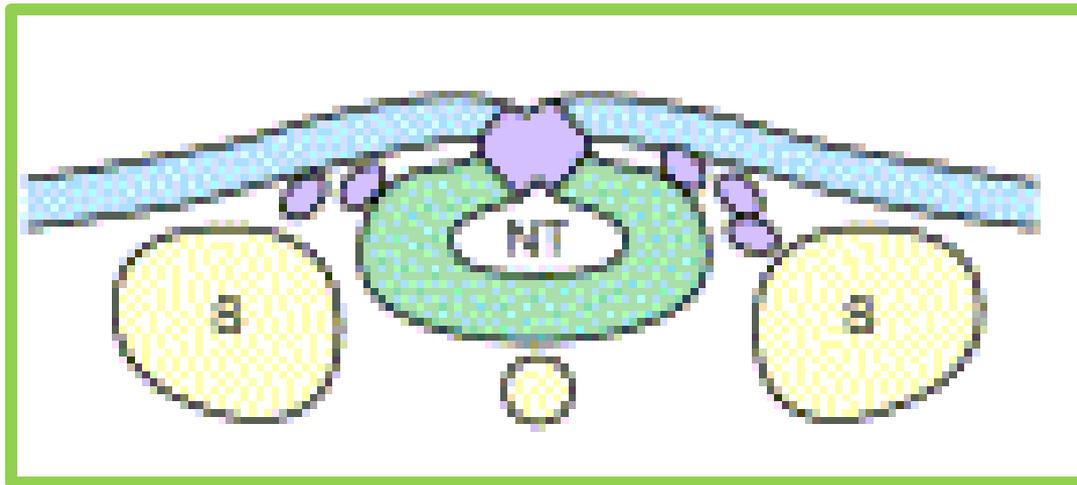
Wnt6

Inducono nelle cellule a confine tra le due aree l'espressione di **FoxD3** e **Slug** che insieme favoriscono il differenziamento delle cellule della cresta e la migrazione

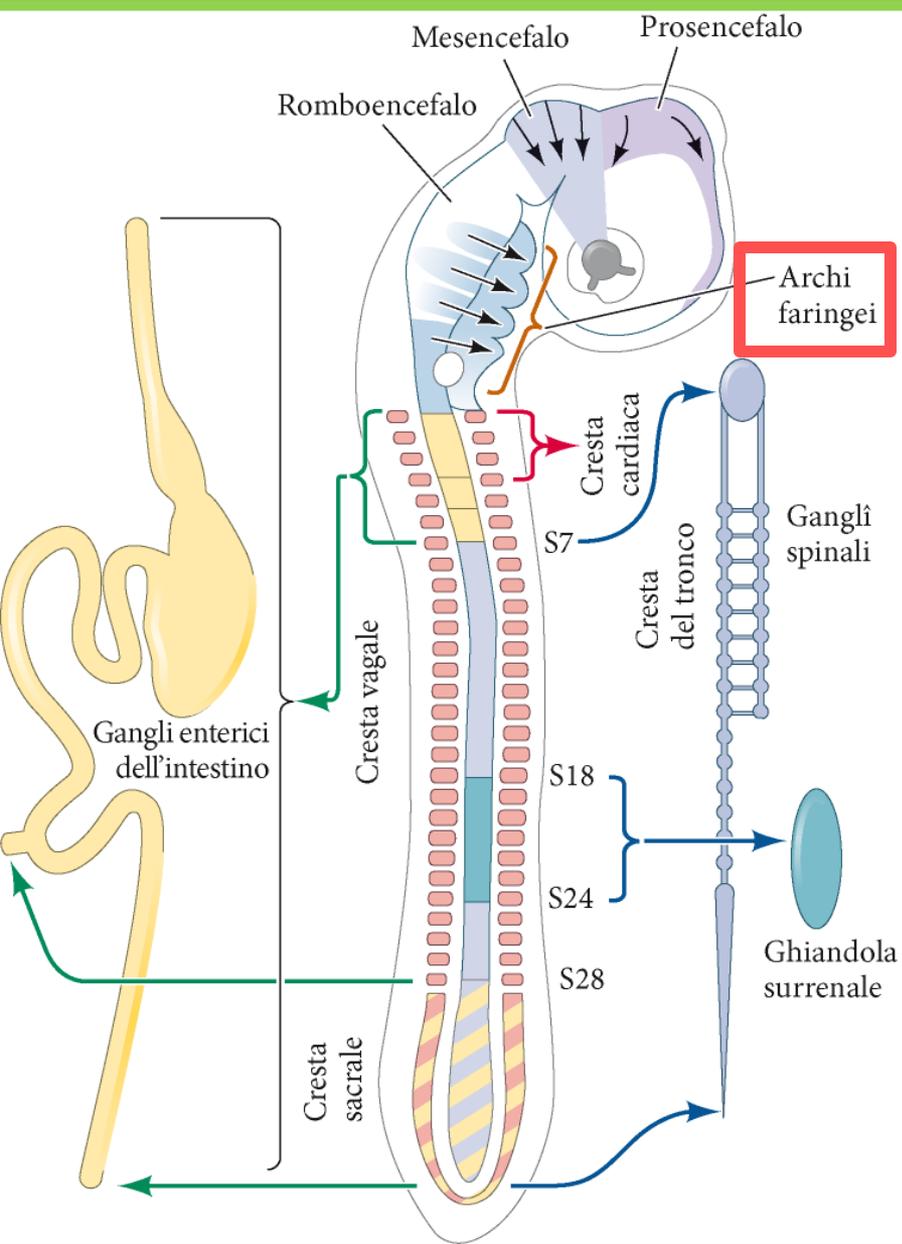


Le creste neurali

Le creste neurali costituiranno due cordoni di cellule, lunghi quanto il tubo neurale, a destra e a sinistra **compresi tra il tubo neurale e lo sclerotomo** (è un blocco di cellule mesodermiche, derivanti dai somiti, che si differenzia nella cartilagine vertebrale).

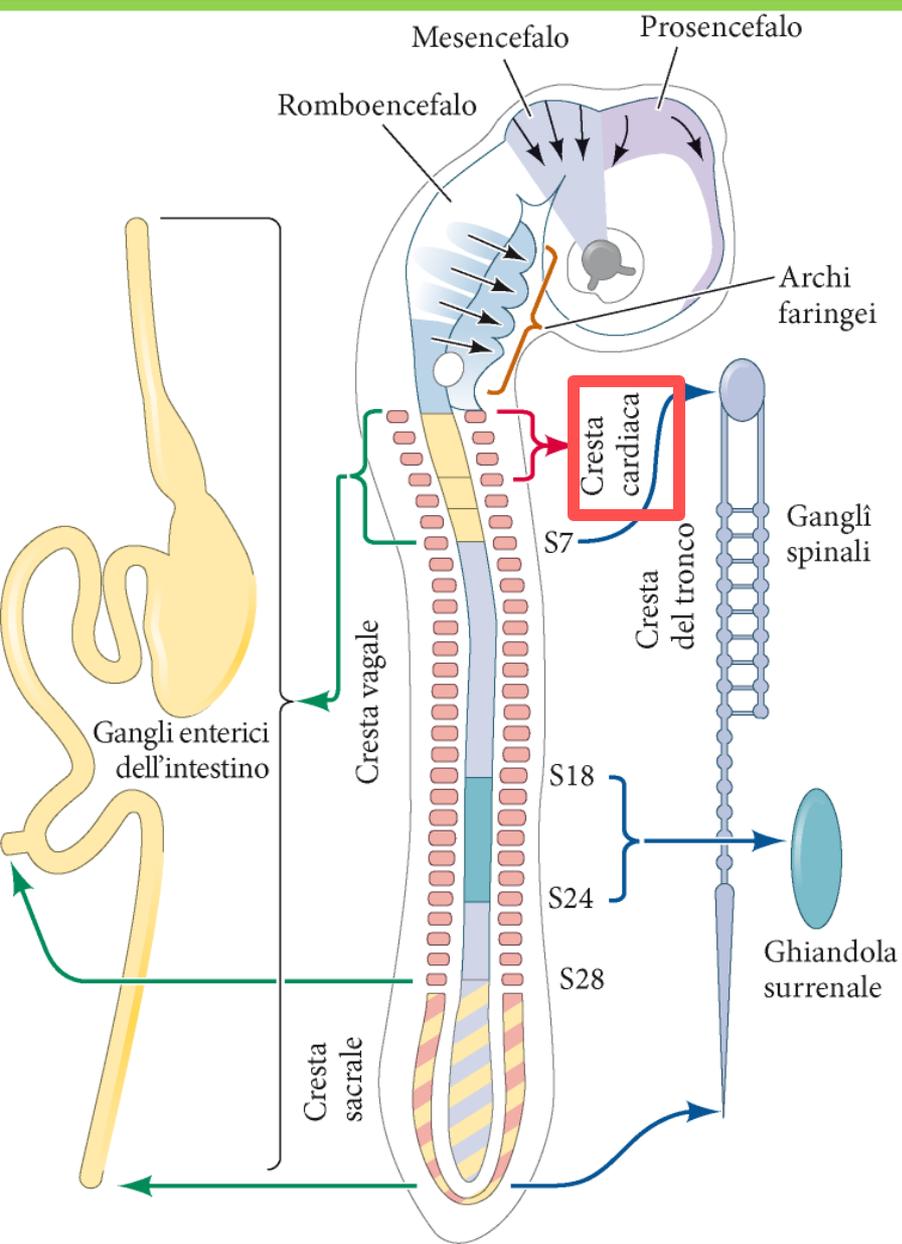


Le creste neurali



- CRESTA NEURALE CEFALICA**
queste cellule migrano per formare il mesenchima cranio-facciale; queste cellule penetrano negli archi faringei dando origine a cellule del timo, agli odontoblasti, alle ossa dell'orecchio medio e della masticazione.

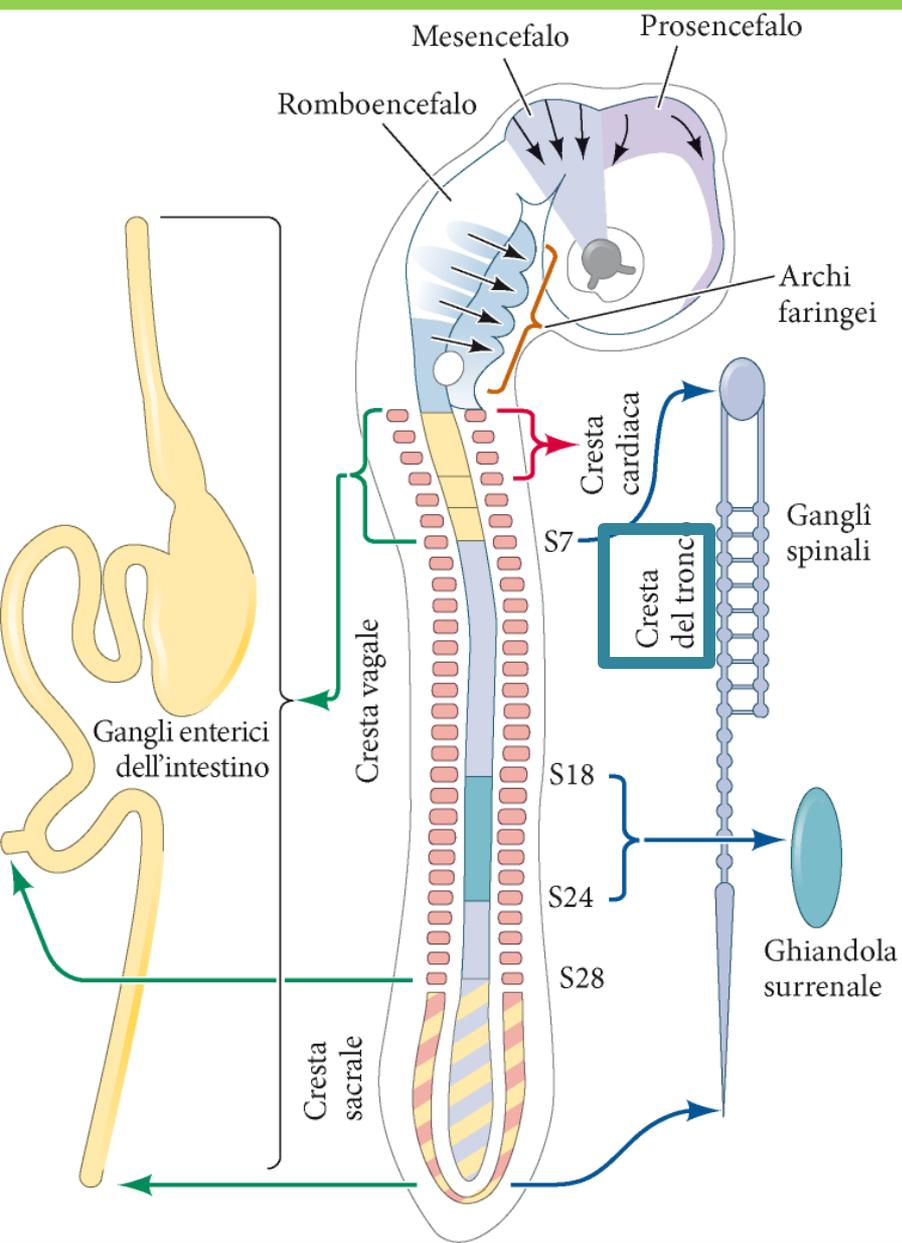
Le creste neurali



2 CRESTA NEURALE CARDIACA

Dal placode otico al terzo somite. Queste cellule possono svilupparsi in melanociti, neuroni, cartilagine e connettivo. Formano inoltre l'intera parete muscolo-connettivale delle grandi arterie. Importanti nella formazione del setto che separa l'aorta dall'arteria polmonare.

Le creste neurali

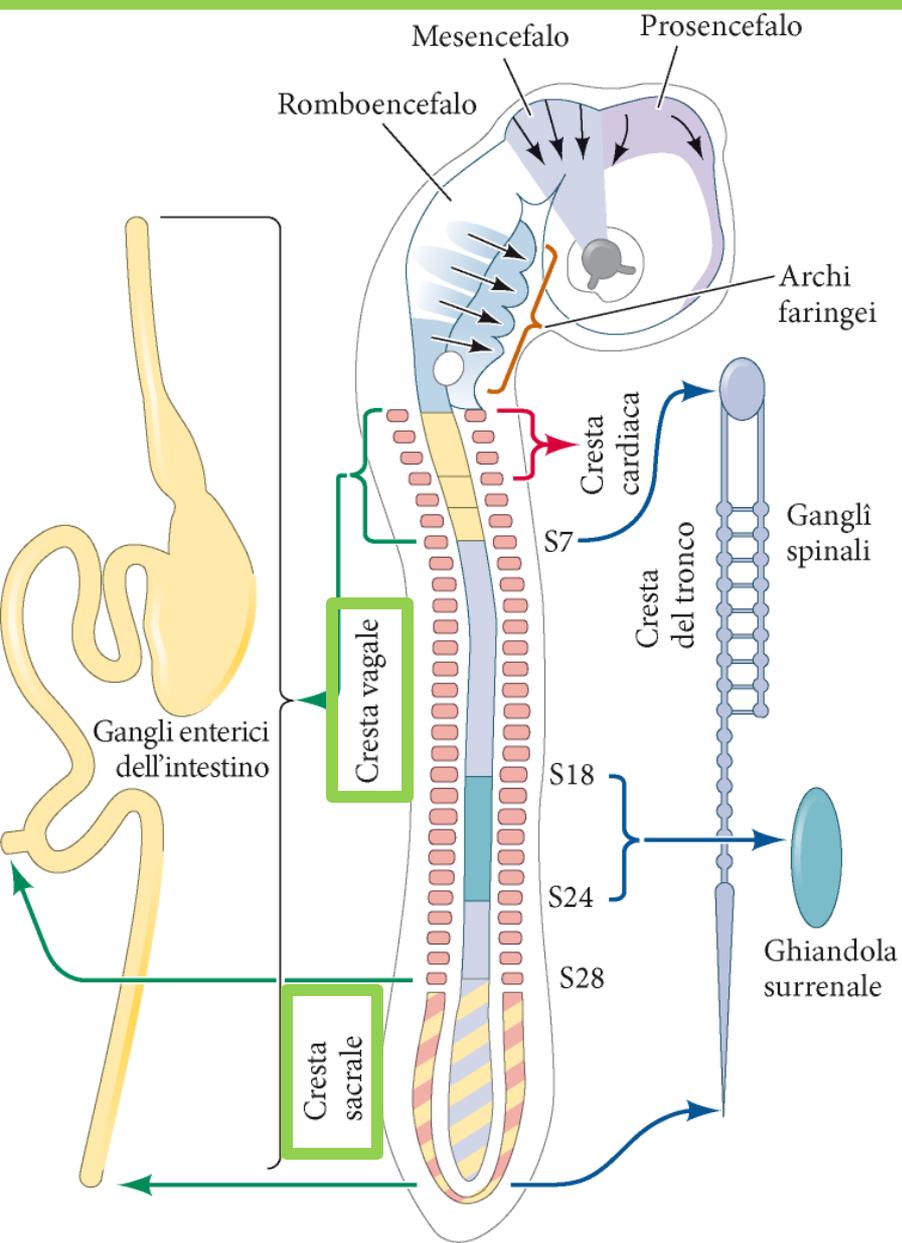


3

CRESTA NEURALE DEL TRONCO

Possono prendere due strade: una via di migrazione porta queste cellule in **direzione ventro-laterale** attraverso la **metà anteriore di ogni sclerotomo**. Le cellule che **restano negli sclerotomi** formano i **gangli spinali** che contengono neuroni sensoriali. Le cellule che **continuano il percorso più ventralmente**, formano i **gangli simpatici**, la **midollare del surrene** e i **gangli che circondano l'aorta**

Le creste neurali



4 CRESTA NEURALE VAGALE E SACRALE

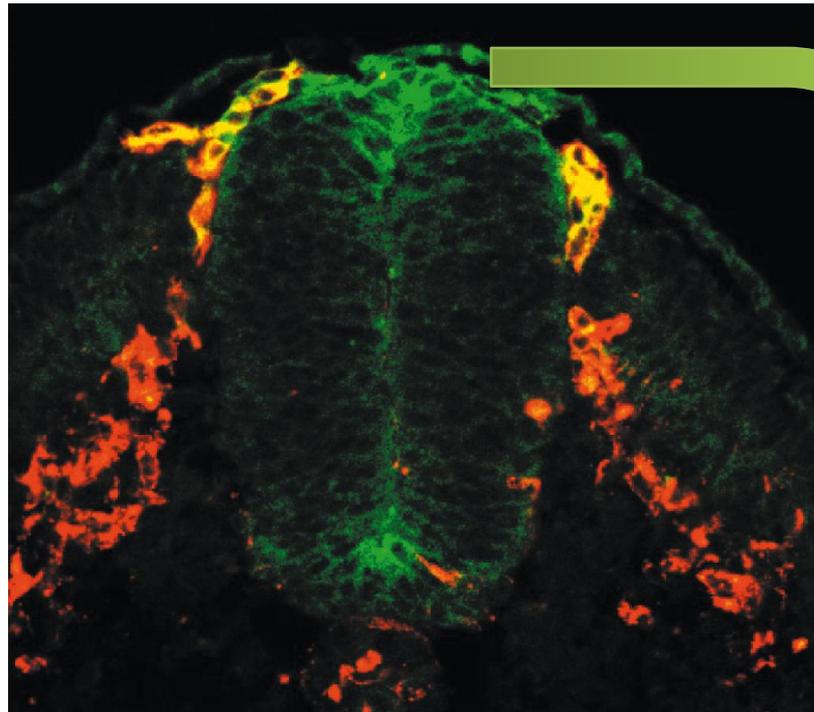
Danno origine ai **gangli parasimpatici** dell'intestino. La cresta **vagale** (o cervicale) nel pollo è anteriore ai somiti 1-7 al confine tra le cresta cefalica e del tronco. La cresta **sacrale** è situata posteriormente al somite 28.

Le creste neurali: migrazione

Le cellule delle creste neurali subiscono **cambiamenti** associati alla **perdita** delle **interazioni** cellulari, tipica delle cellule epiteliali, e all'**acquisizione** di una **mobilità** tipica delle cellule mesenchimali.

Le creste neurali: migrazione

La transizione epitelio-mesenchima è data dall'attivazione dei geni Wnt da parte delle proteine BMP. Questi due segnali si **combinano** per indurre l'espressione delle proteine appartenenti alle famiglie **Snail** (o Slug) e **Rho** nelle cellule destinate a diventare cresta neurale.



In verde la proteina **RhoB** espressa nelle cellule quando lasciano la cresta neurale

Le creste neurali: migrazione

RhoB stabilisce la configurazione del **citoscheletro** adatta alla migrazione promuovendo la polimerizzazione dell'actina.

Snail2 attiva i fattori che **dissociano le caderine** che tengono le cellule unite tra loro. Al momento della migrazione cellulare, le cellule della cresta perdono la caderina. Dopo la migrazione le cellule migranti dalle creste esprimono nuovamente le caderine per aggregarsi nel formare i gangli.

Le creste neurali: l'intestino

Le cellule della cresta
neurale vagale

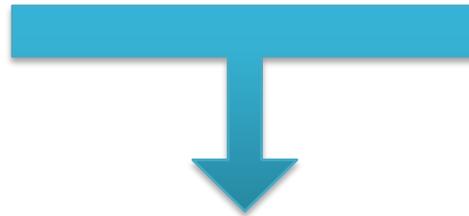
Le cellule della cresta neurale
sacrale



Entrano nell'intestino anteriore
passando attraverso i somiti

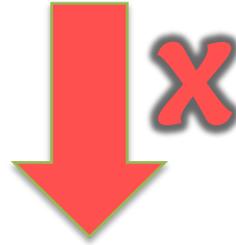


Formano il tratto
intermedio dell'intestino

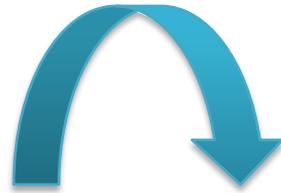


Giunte all'intestino in via di sviluppo, le cellule della cresta sono attratte verso il tubo digerente dal **fattore neurotrofico derivato dalla glia (GDNF)** che si lega al suo **recettore Ret** presente sulle cellule della cresta.

Le creste neurali: l'intestino

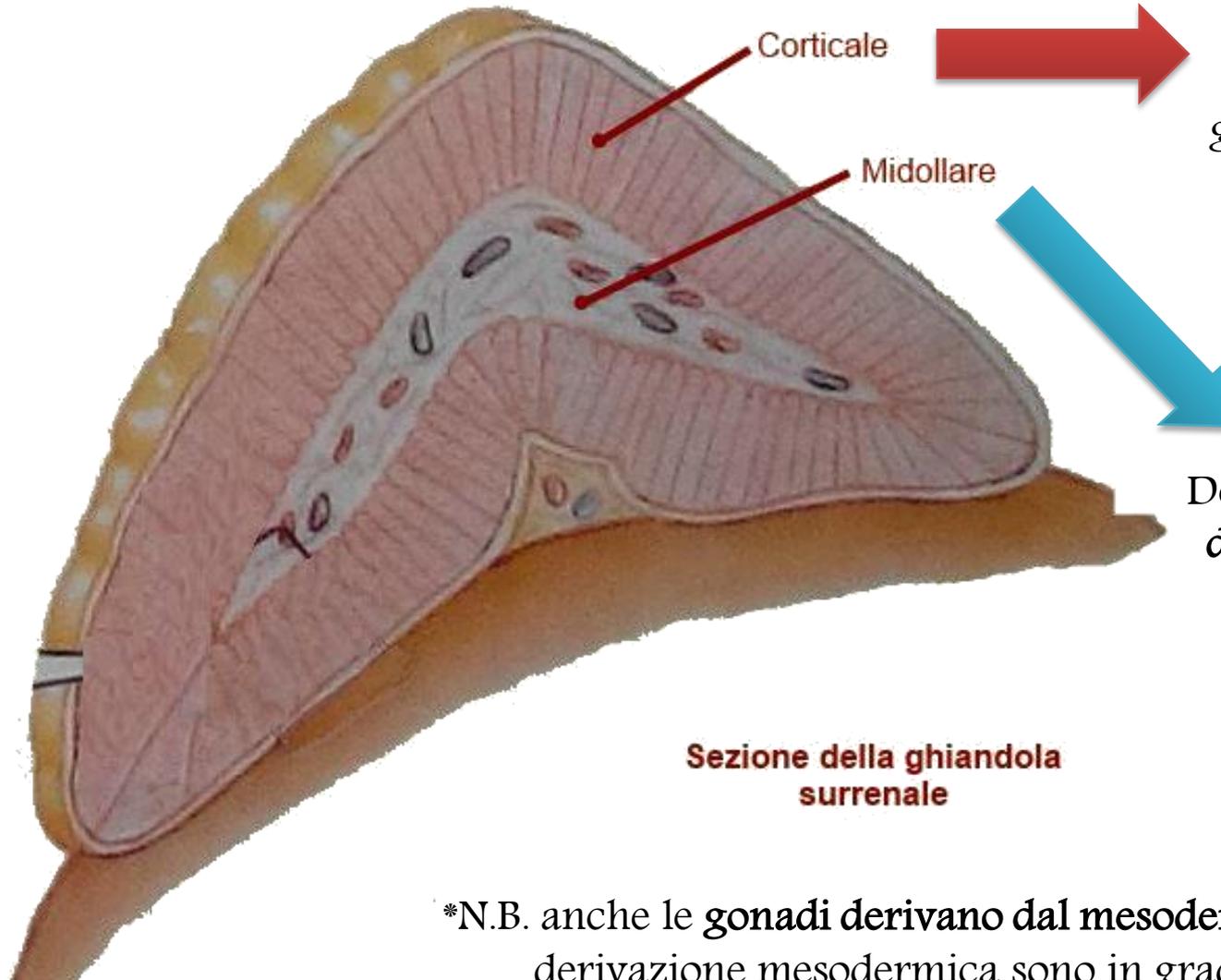


Ret o GDNF assenti



Morbo di Hirschsprung: un tratto dell'intestino inferiore è incapace di effettuare la peristalsi e gli individui non possono liberarsi dei rifiuti solidi

Le creste neurali: la ghiandola surrenale



Deriva dal **mesoderma laterale** *(vicino alle gonadi) produce tutti gli **STEROIDI** (corticosteroidi e steroidi gonadici)

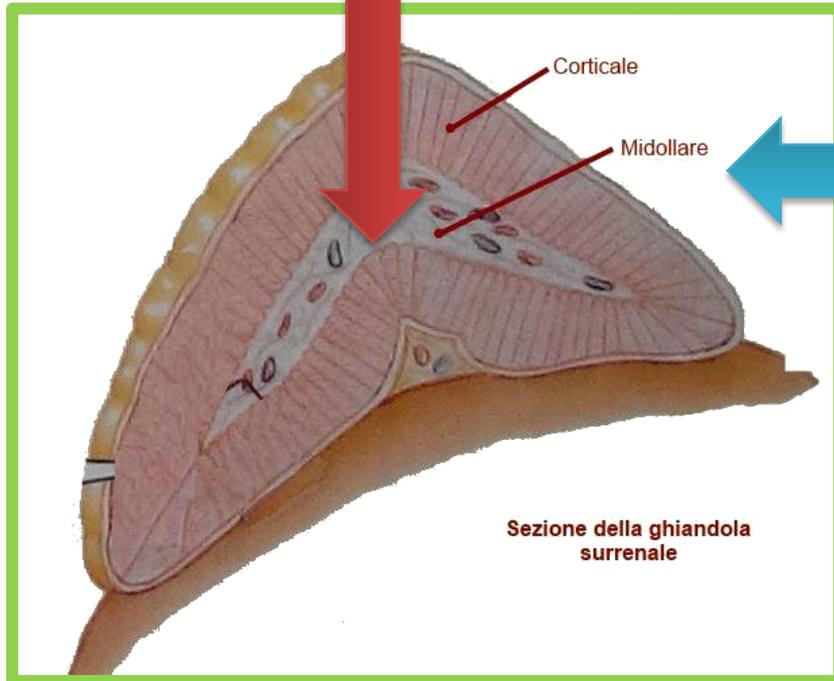
Deriva da **cellule migrate dalla cresta neurale del tronco** produce **CATECOLAMMINE** (adrenalina e noradrenalina)

Sezione della ghiandola surrenale

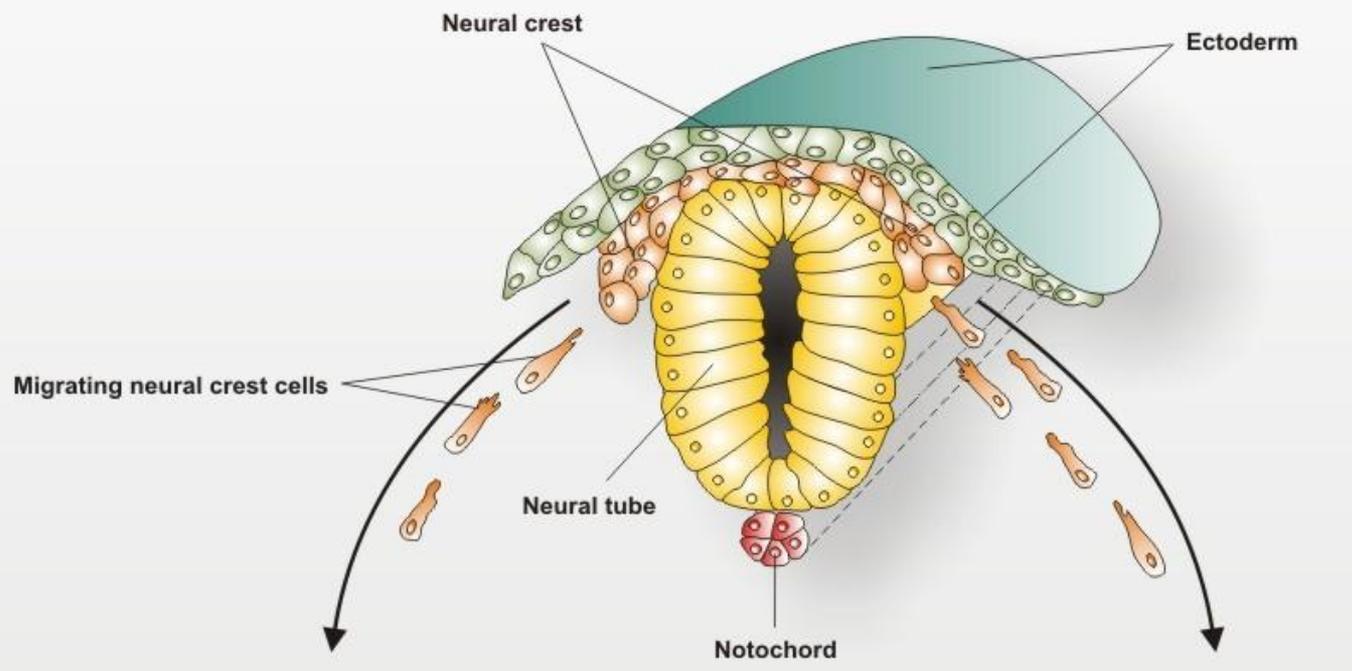
*N.B. anche le **gonadi** derivano dal **mesoderma**, quindi i tessuti di derivazione mesodermica sono in grado di fare steroidi

Le creste neurali: la ghiandola surrenale

Gradiente di **BMP**
proveniente dalla corticale



Le cellule della cresta neurale sono **richiamate** nella regione midollare da fattori **chemiotattici** (gradiente di BMP) emessi dai tessuti del mesoderma intermedio che formano la corteccia surrenale.



Mesoderm

Ectoderm



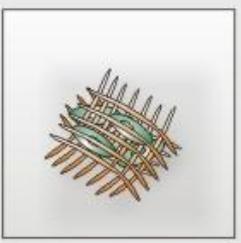
Smooth muscle cells



Osteoblasts
Osteoclasts



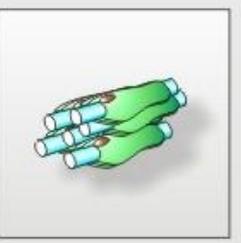
Adipocytes



Chondrocytes



Melanocytes



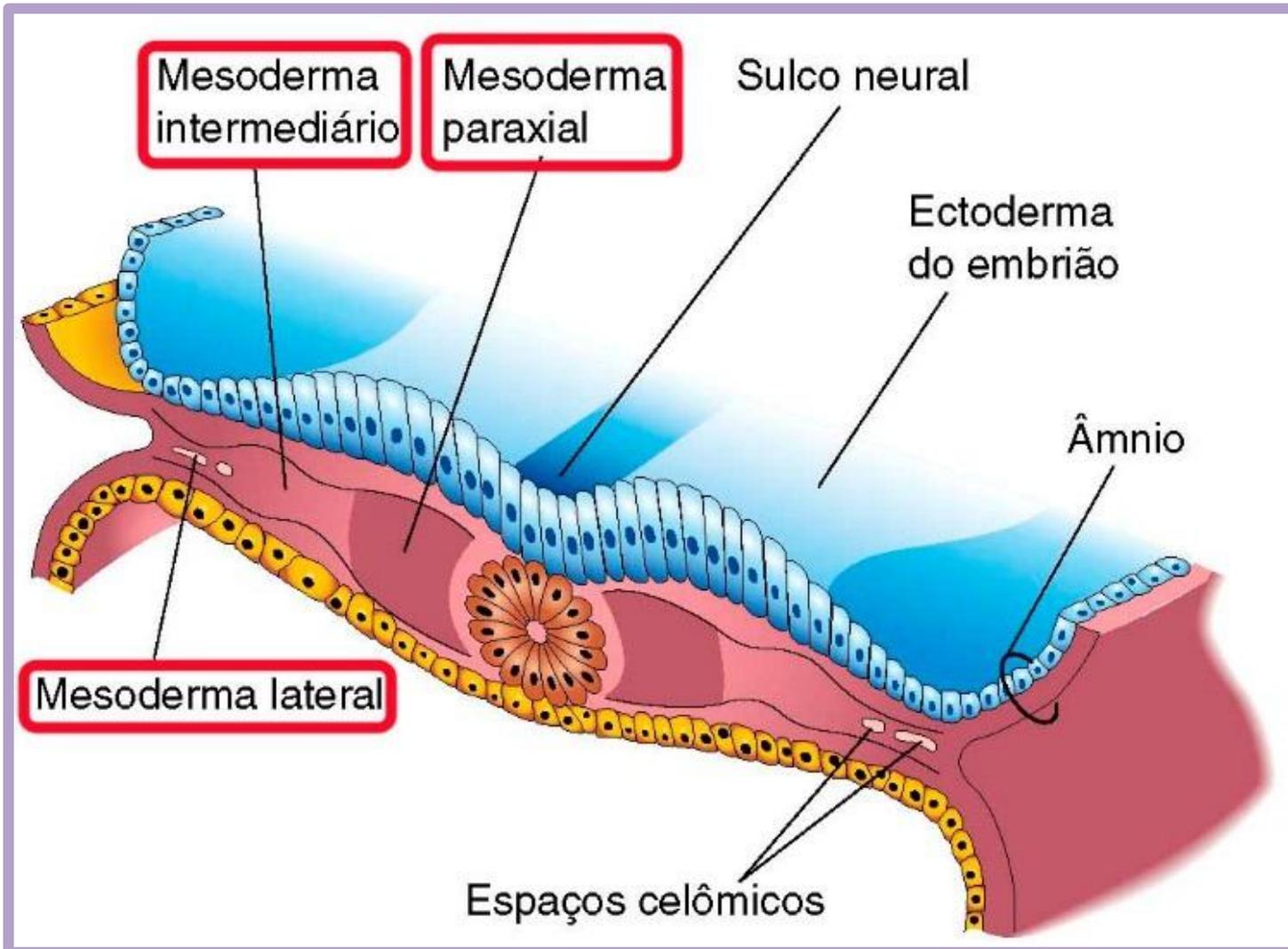
Schwann cells



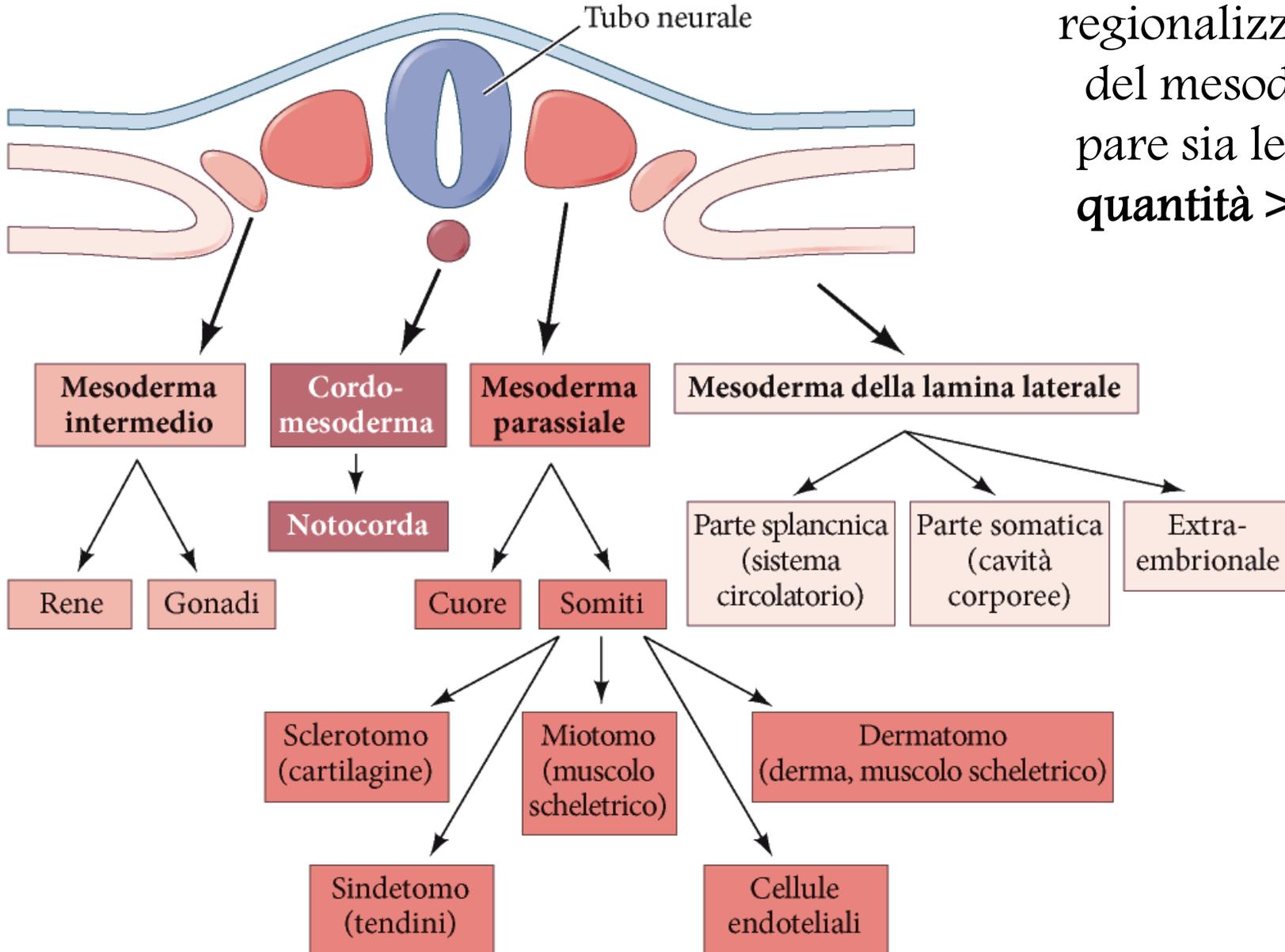
Neurons

I derivati del mesoderma

I derivati del mesoderma

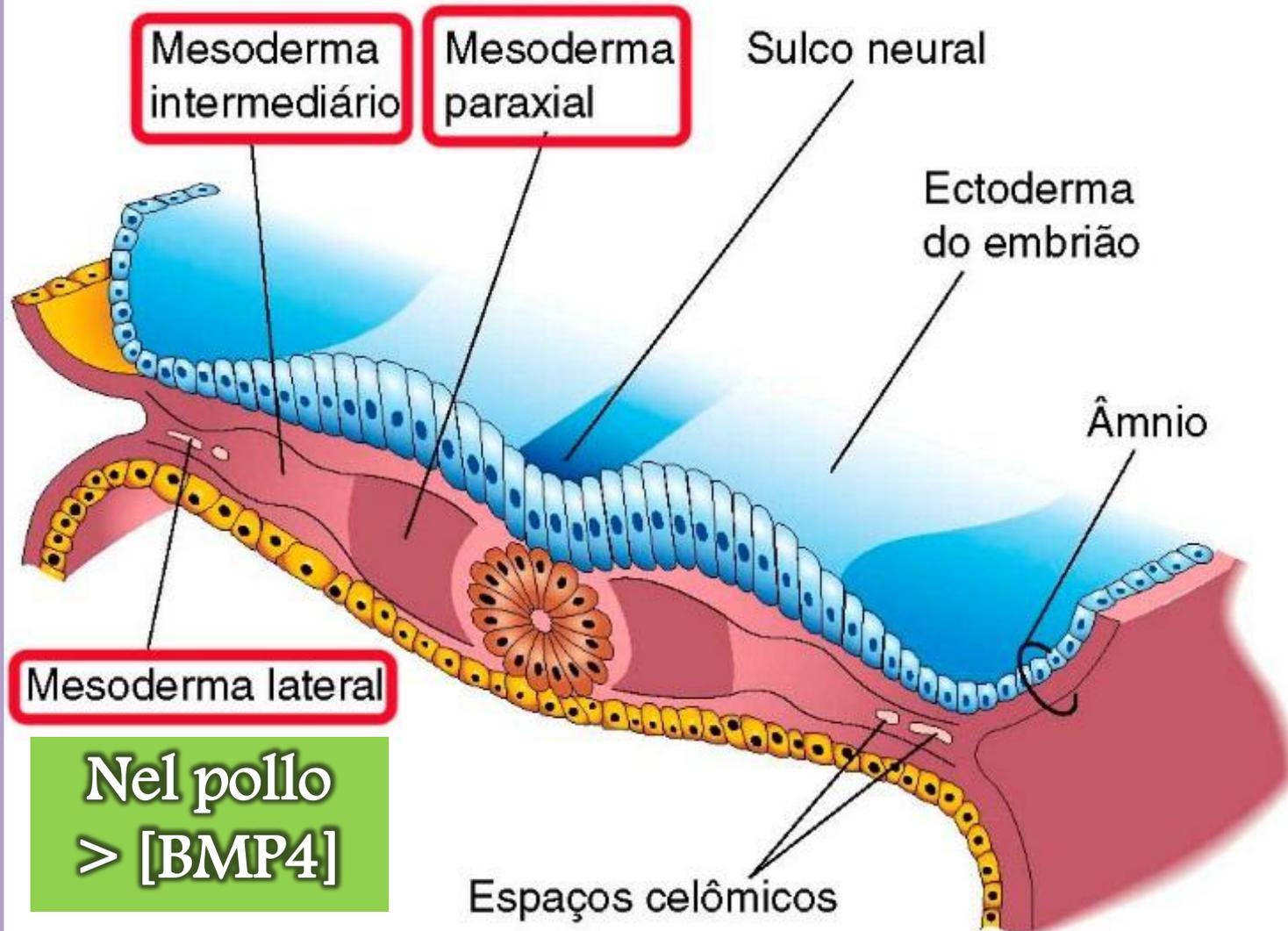


(A)



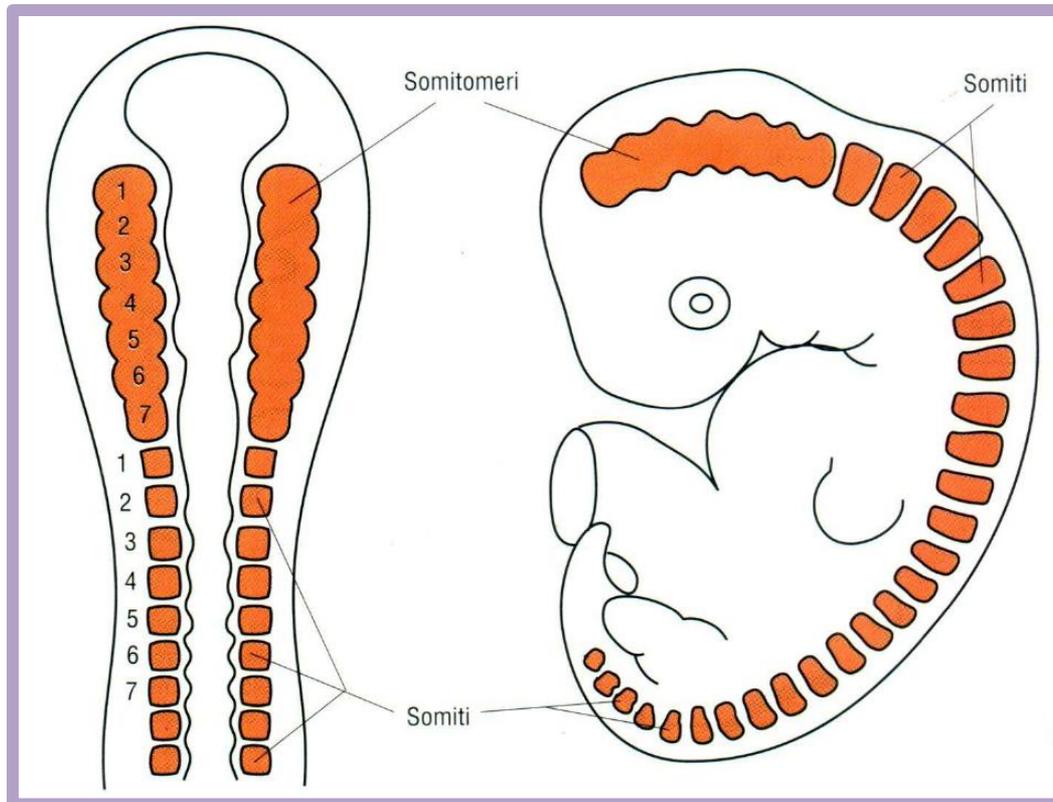
La regionalizzazione del mesoderma pare sia legata a quantità > BMP

I somiti



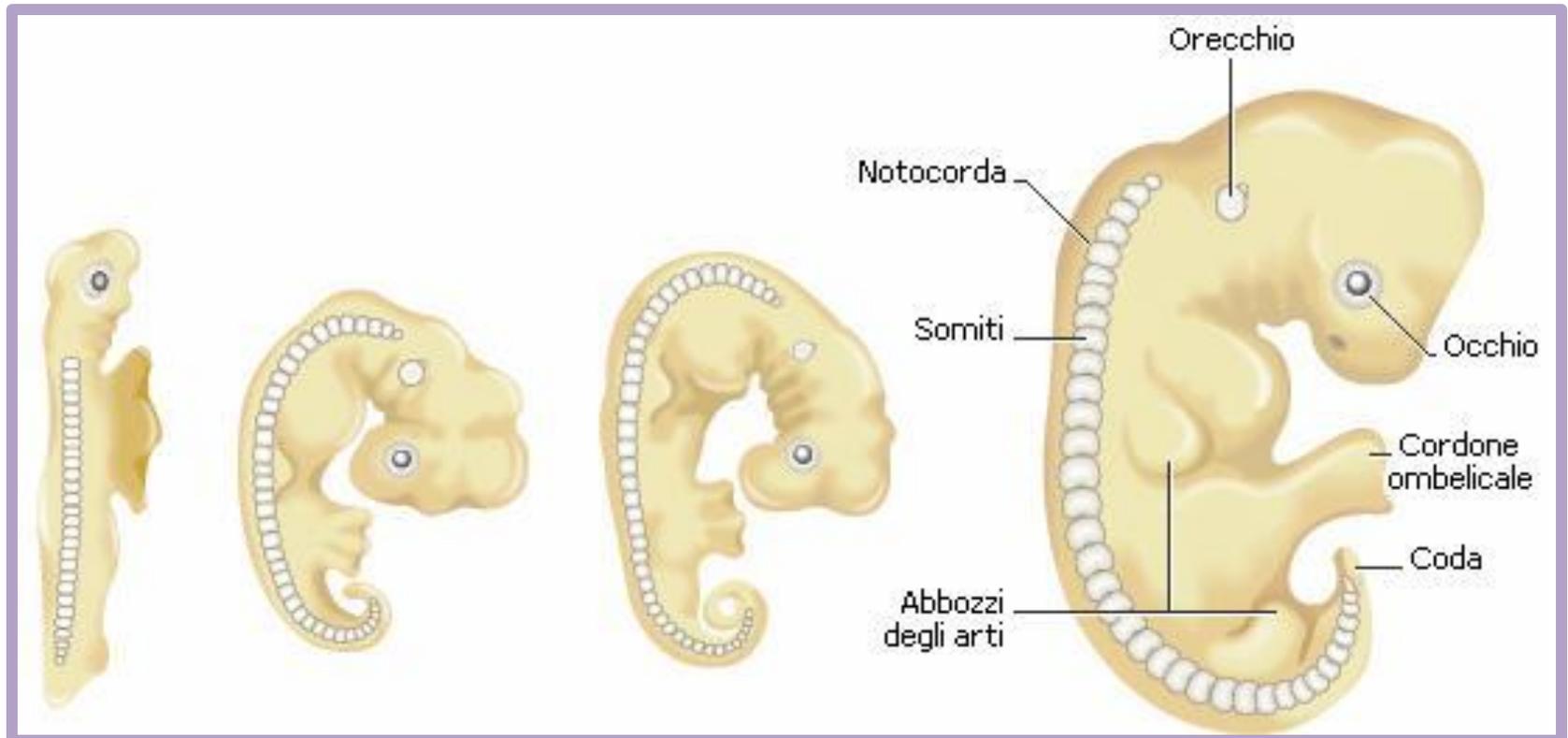
I somiti

I somiti si formano in successione **antero-posteriore** dal **mesoderma parassiale** o piastra segmentaria. Questa regione del mesoderma si distingue dal mesoderma intermedio per l'espressione dei fattori di trascrizione **FoxC1 e C2**.



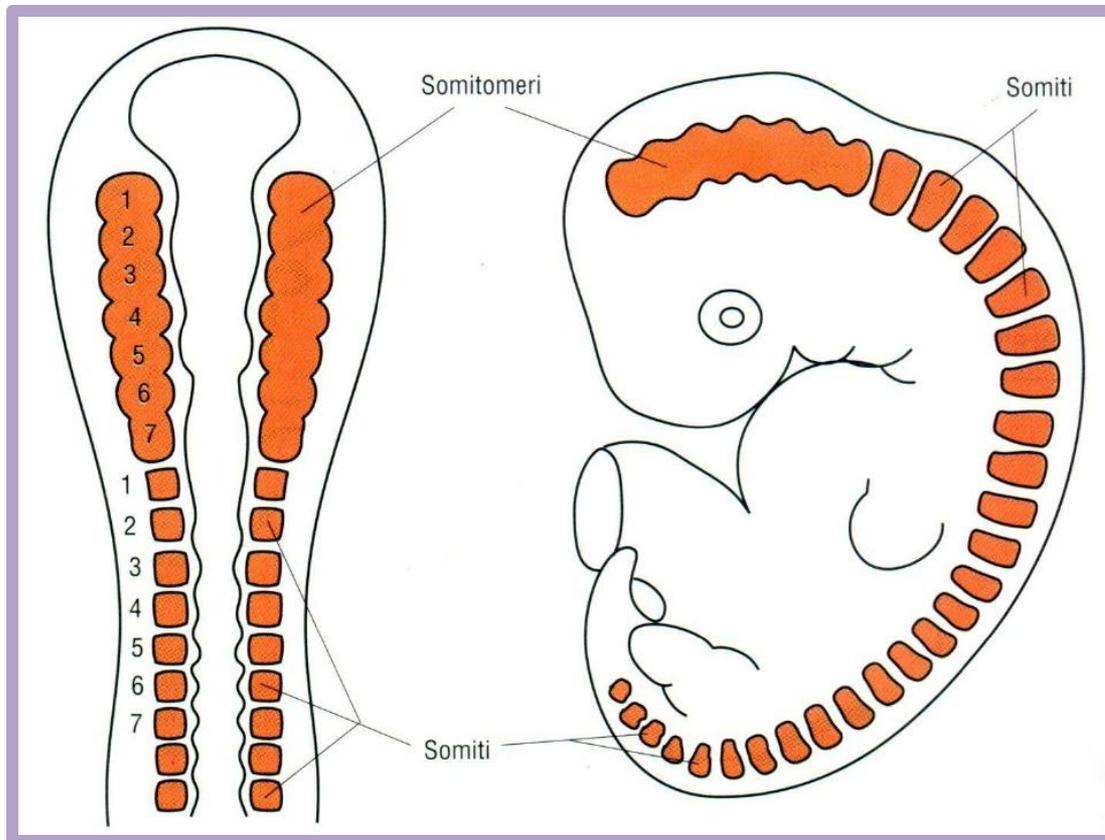
I somiti

Il numero dei somiti che si formano è spesso utilizzato come indicazione dello stadio di sviluppo dell'embrione dei vertebrati. Il numero totale dei somiti infatti è caratteristico della specie e nei vertebrati può variare da un gruppo sistematico all'altro.



I somiti

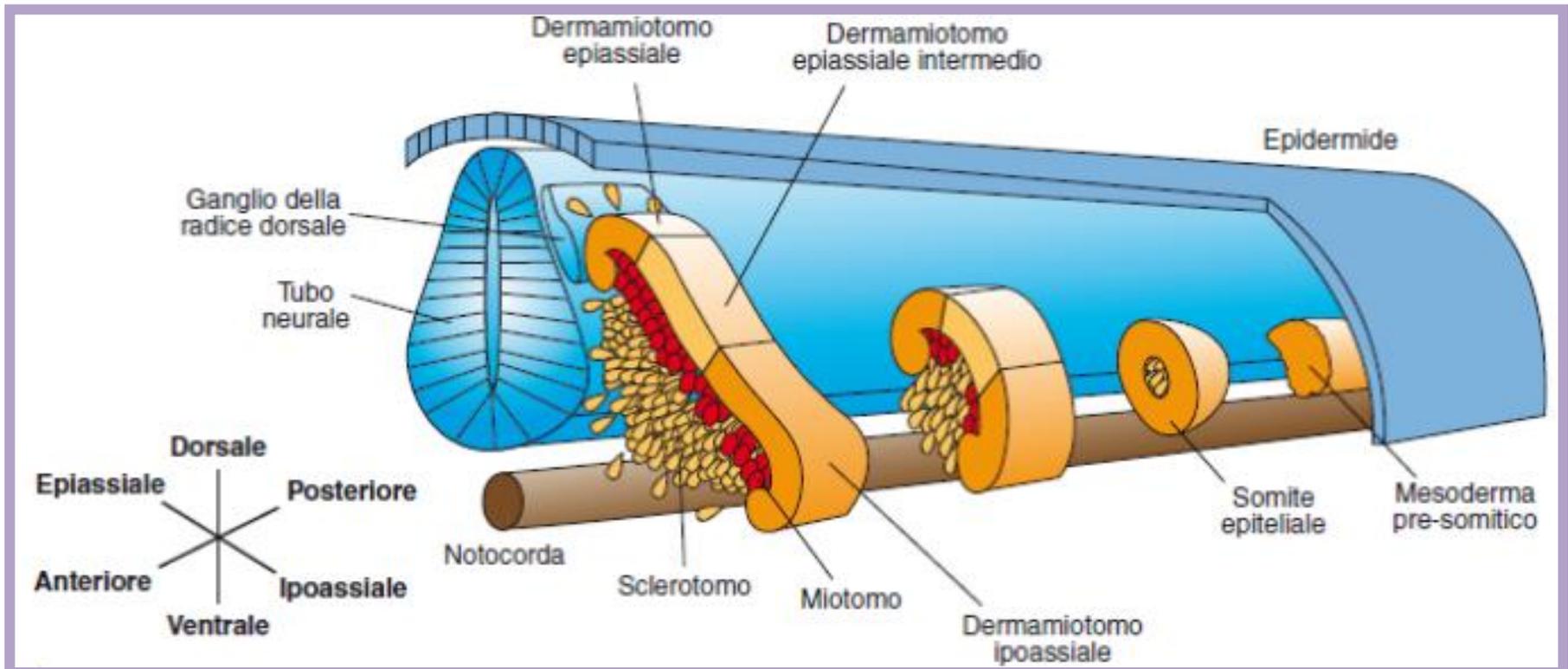
Nel pollo i somiti si rendono evidenti come aggregazioni lasse di cellule: i **somitomeri**. Queste si condensano a formare somiti di aspetto epiteliale, i quali si presentano come **vescicole epiteliali cave**.



I **somitomeri**, ad eccezione dei primi 7 cefalici, iniziano a **frammentarsi** in blocchi di cellule chiamati **somiti** che inizialmente sono dei blocchi solidi ma ben presto le cellule si organizzano come un monostrato epiteliale mentre all'interno ogni somite forma una cavità: il somitocoele

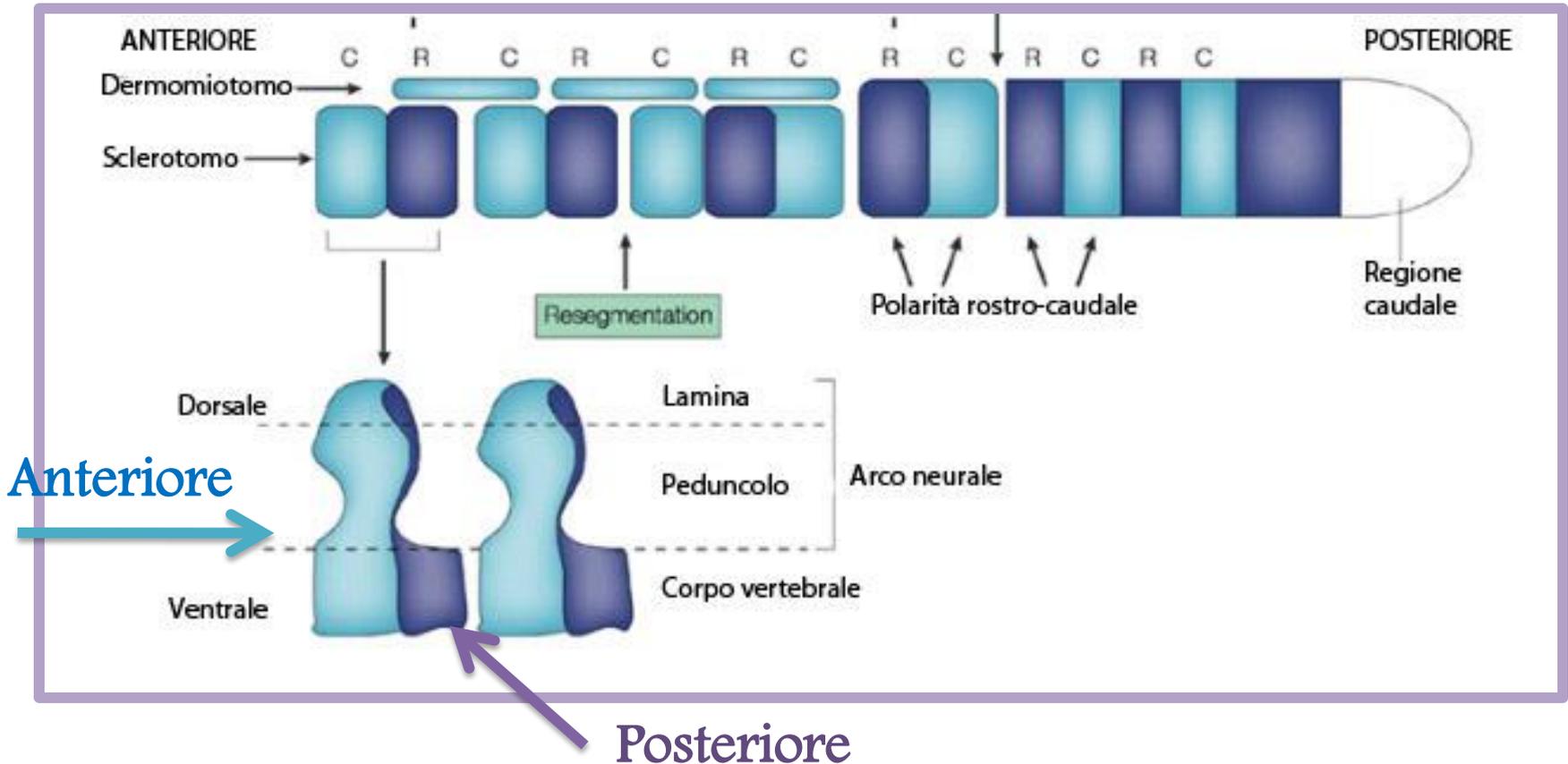
I somiti

Il somite epiteliale è una struttura transitoria poiché va incontro ad una trasformazione **da epiteliale a mesenchimale**. Questa trasformazione si verifica sul lato mediale in prossimità della notocorda con la formazione dello **sclerotomo**, un addensamento mesenchimale che formerà le vertebre e le coste.



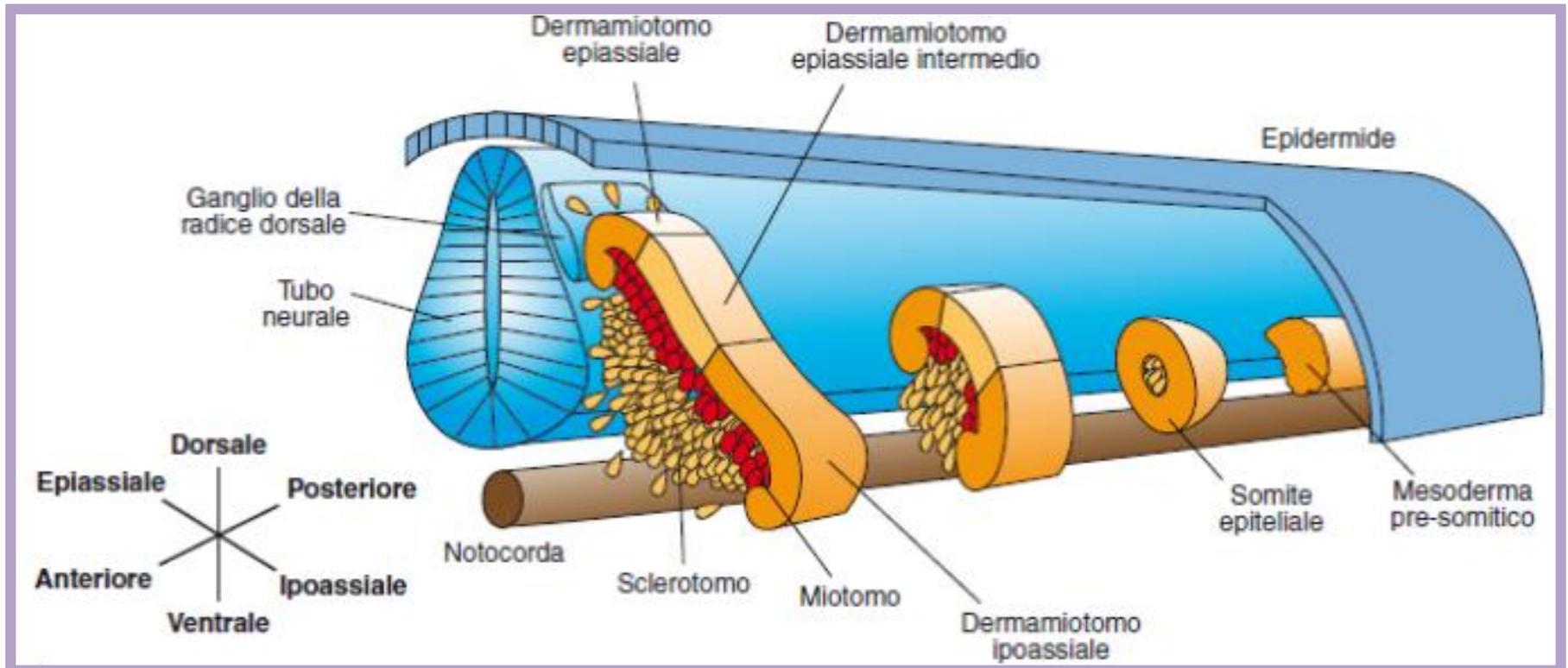
I somiti

Ogni vertebra si forma dallo sclerotomo di due somiti: la metà posteriore di un somite insieme alla metà anteriore del somite successivo.



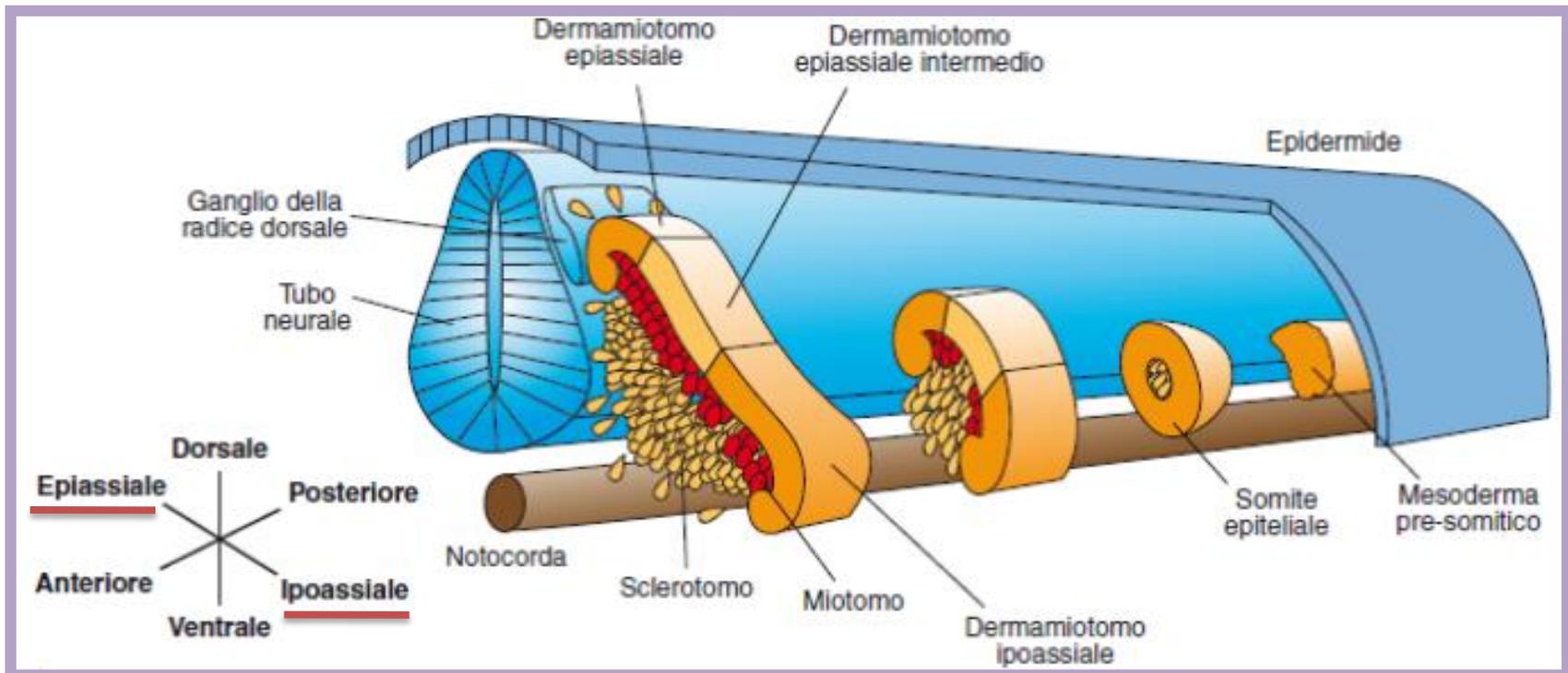
I somiti

La parte laterale del somite epiteliale forma una piastra detta **dermamiotomo** che a sua volta si suddivide in due parti: **dermatomo** che forma il derma della linea mediale dorsale e il **miotomo** che forma muscolo scheletrico.



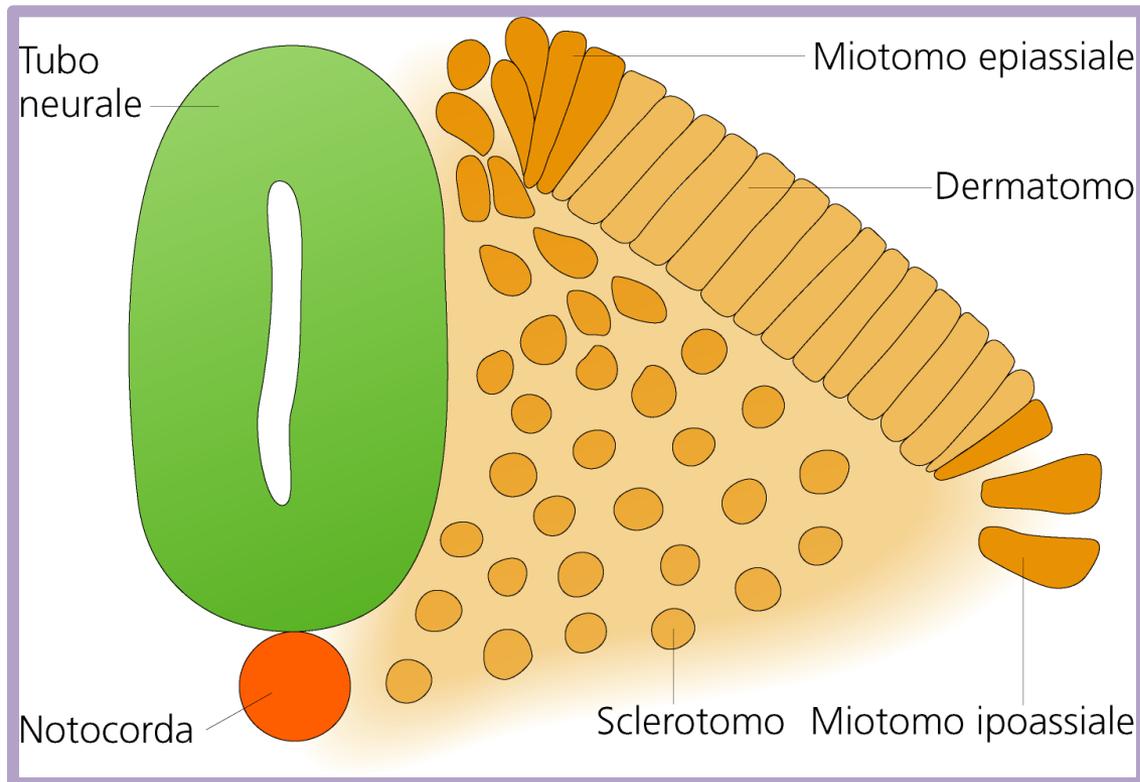
I somiti

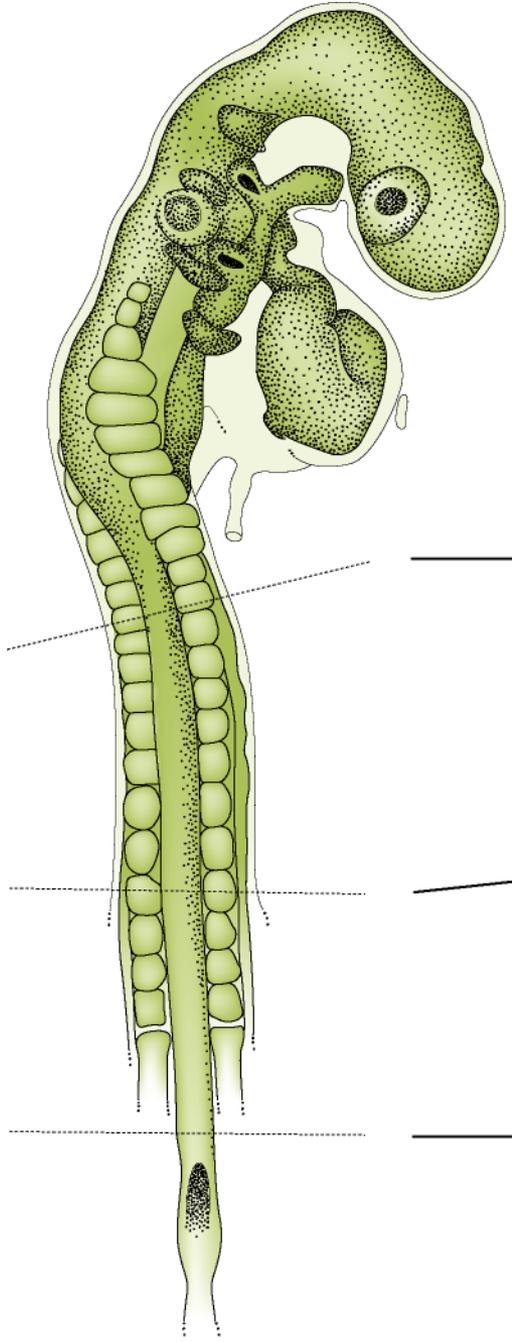
Il **miotomo epiaassiale**, la regione vicina alla linea mediana, forma i muscoli segmentali dell'asse principale del corpo e, il **miotomo ipoassiale**, che è più laterale, forma i muscoli della parete ventrale del corpo, quelli degli arti e del diaframma



I somiti

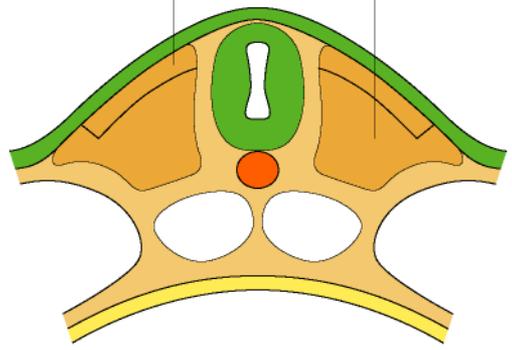
Il miotomo **epiassiale**, la regione vicina alla linea mediana, forma i **muscoli segmentali dell'asse principale del corpo**, e il miotomo **ipoassiale**, che è più laterale, forma i **muscoli della parete ventrale del corpo**, quelli degli arti e del diaframma



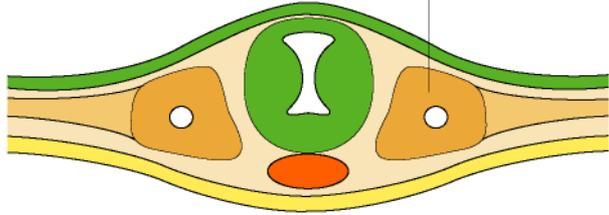


Dermamiotomo

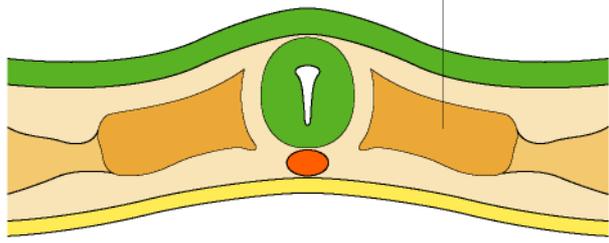
Sclerotomo



Somite a morfologia epiteliale

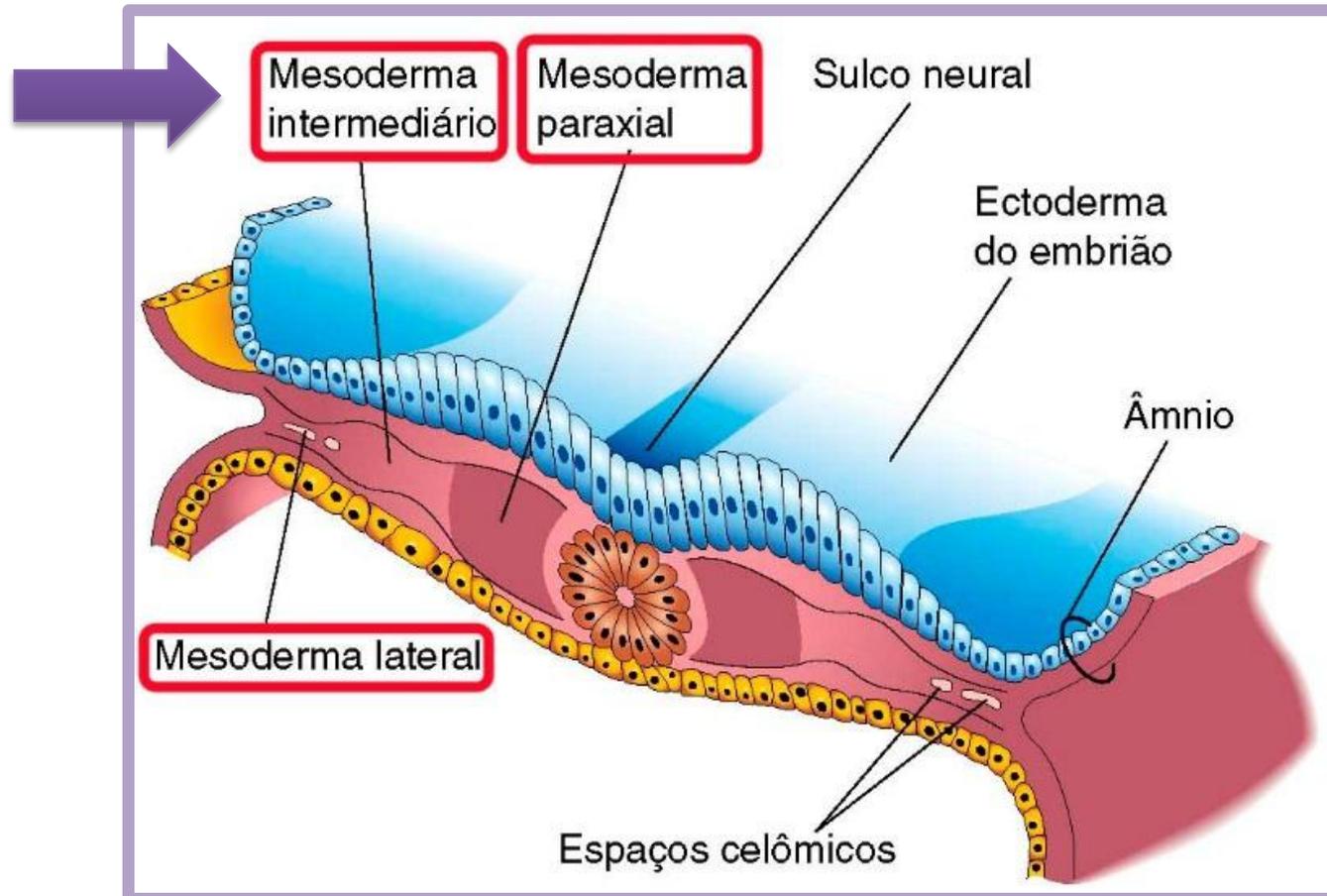


Piastra segmentaria



Il rene

Lateralmente al mesoderma parassiale che forma i somiti si trova il **mesoderma intermedio** che dà origine al rene e alle gonadi.



Il rene

Lateralmente al mesoderma parassiale che forma i somiti si trova il **mesoderma intermedio** che dà origine al rene e alle gonadi.

Negli amnioti abbiamo tre reni



Pronefro: è vestigiale e non funzionante. Nei vertebrati inferiori può funzionare nella vita larvale.



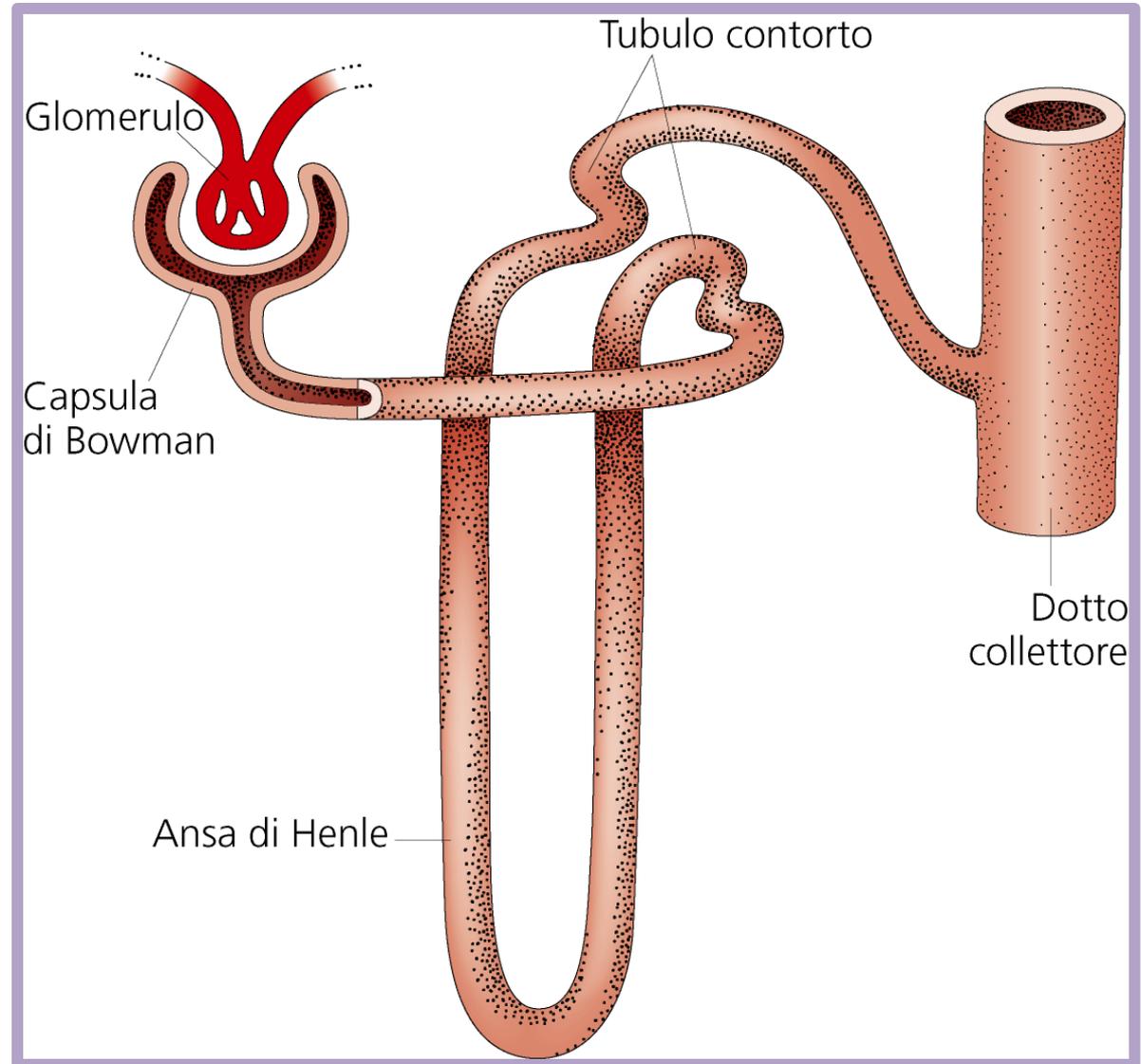
Mesonefro: può avere funzione transitoria nella vita embrionale. **È il rene definitivo dei vertebrati inferiori**



Metanefro: è il rene definitivo. **Manca in pesci e anfibi.**

Il rene: il nefrone

Il nefrone è l'unità strutturale del rene costituito da un **corpuscolo renale** con associato il tubulo renale e il dotto collettore.



Il rene: il nefrone

Corpuscolo renale

filtra liquido dal sangue nel tubulo.

Alla fine passa nel sistema dei dotti collettori e da qui nell'uretere e, nei mammiferi, pesci e anfibi, in una vescica urinaria.

