

The image features a complex, glowing neural network against a dark background. The neurons are depicted in shades of blue and orange, with bright points of light at their nodes and along their axons. The overall effect is that of a dynamic, interconnected system. The text 'Il sistema nervoso' is centered over the image in a bold, white, sans-serif font.

# Il sistema nervoso

# Il sistema nervoso: funzioni

I vertebrati hanno necessità di ricevere molteplici informazioni dall'ambiente in cui vivono e con cui debbono relazionarsi, per esempio la presenza di un predatore o di una preda o la temperatura dell'ambiente.

La percezione dell'informazione deve :



**Risposta veloce ed adeguata**



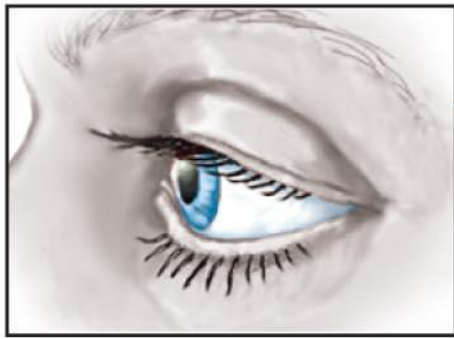
**Memorizzare** certe informazioni così da avere una certa **esperienza pregressa** nell'elaborazione delle risposte.



# **Il sistema nervoso riceve gli stimoli, li interpreta e invia risposte**

Il sistema nervoso ha tre funzioni interconnesse

- **Ricezione dell'input sensoriale (afferenza sensoriale):** ha luogo grazie alla trasmissione del segnale dai recettori ai centri di integrazione
- **Integrazione:** consiste nell'interpretazione dei segnali sensoriali e nella **formulazione di risposte adeguate**
- **Emissione dell'output motorio (efferenza motoria):** consiste nella trasmissione dei segnali dai centri di integrazione alle **cellule effettrici**



Recettore sensoriale



Afferenza sensoriale



Cellule effettrici



Efferenza motoria



Integrazione

Encefalo e midolo spinale

Sistema nervoso periferico (SNP)

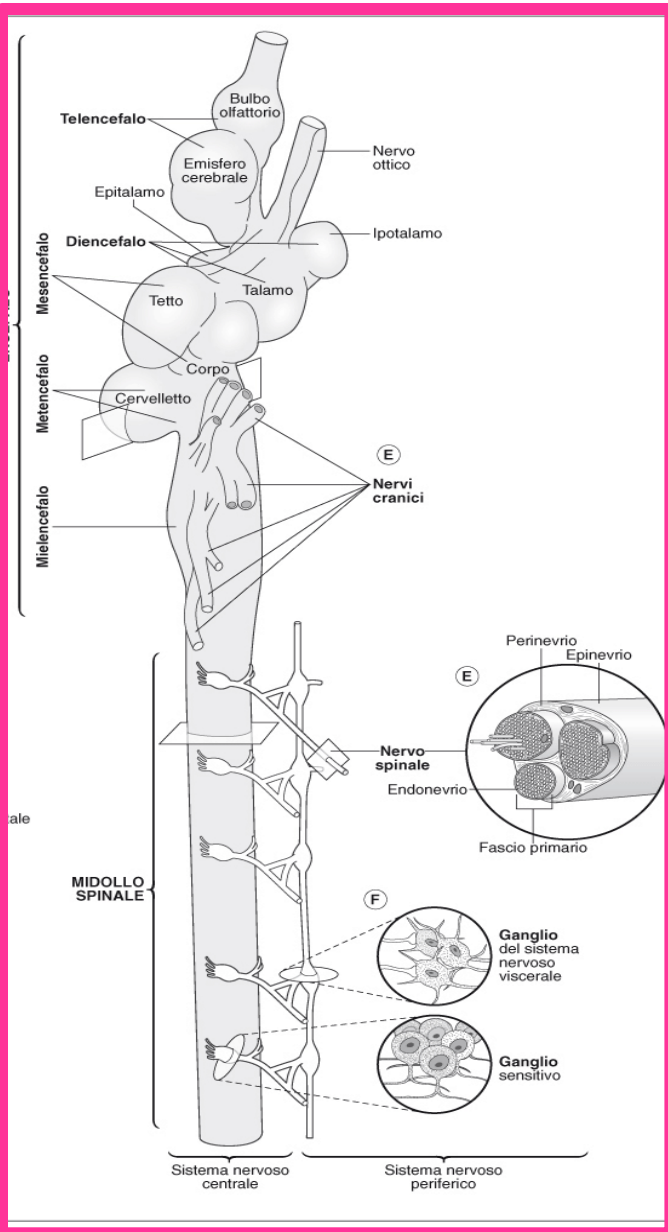
Sistema nervoso centrale (SNC)

# Il sistema nervoso: struttura

Il SN si suole suddividerlo in due componenti strettamente correlate: il **sistema nervoso centrale** e il **sistema nervoso periferico**.

**SISTEMA NERVOSO CENTRALE:**  
encefalo e midollo spinale

**SISTEMA NERVOSO PERIFERICO:**  
nervi cranici e nervi spinali



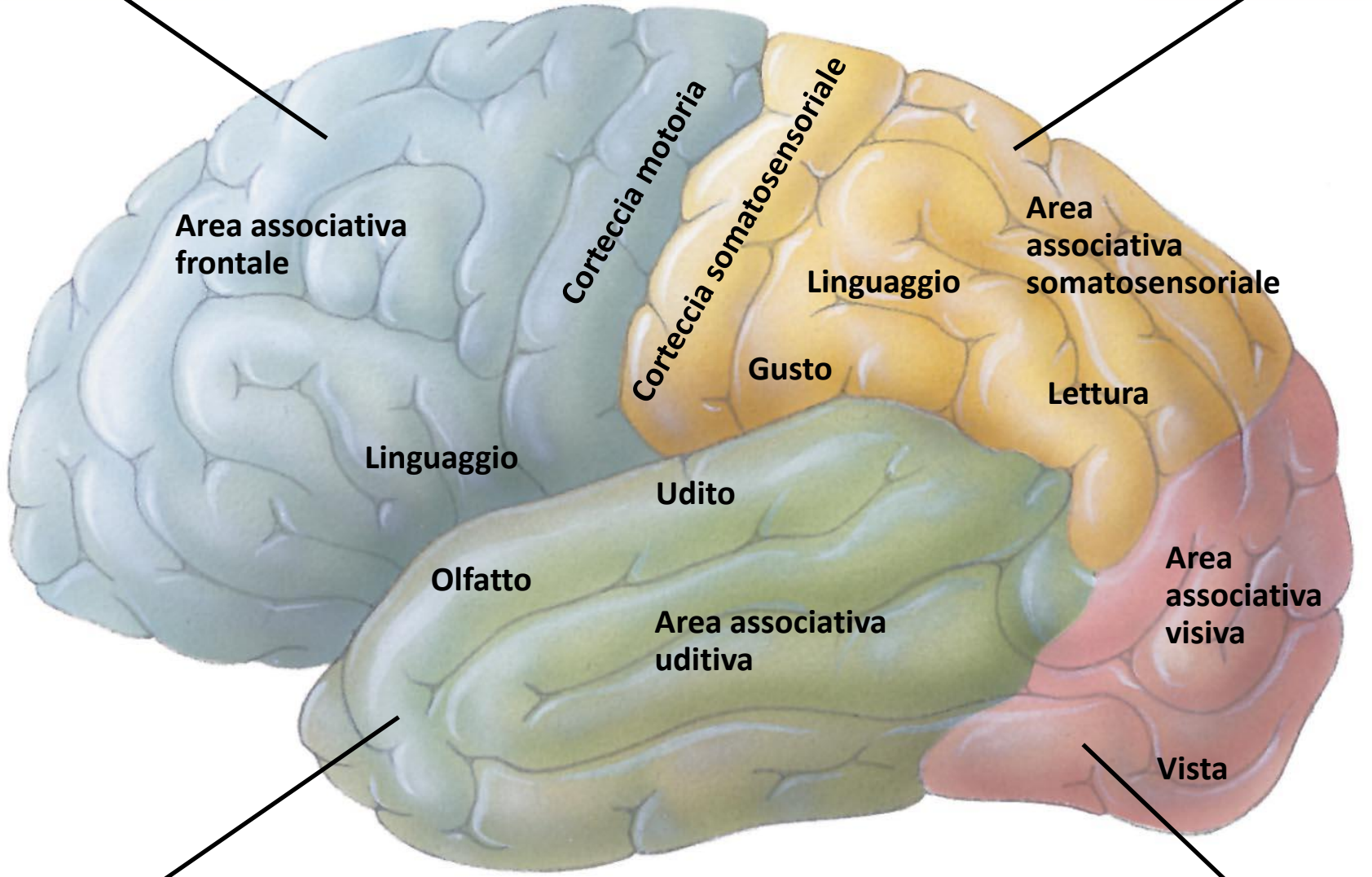
# Il sistema nervoso: funzioni

Nel corso dell'evoluzione del Sistema Nervoso Centrale, il **midollo spinale si è modificato molto poco**, mentre l'encefalo è andato incontro a notevoli cambiamenti:

- Nell'Homo sapiens ha un peso di circa 1600 g nel maschio e 1450g nella femmina
- L'uomo di Neanderthal possedeva un encefalo di dimensioni maggiori e quindi dal peso maggiore rispetto a quello dell'uomo moderno.

Lobo frontale

Lobo parietale



Lobo temporale

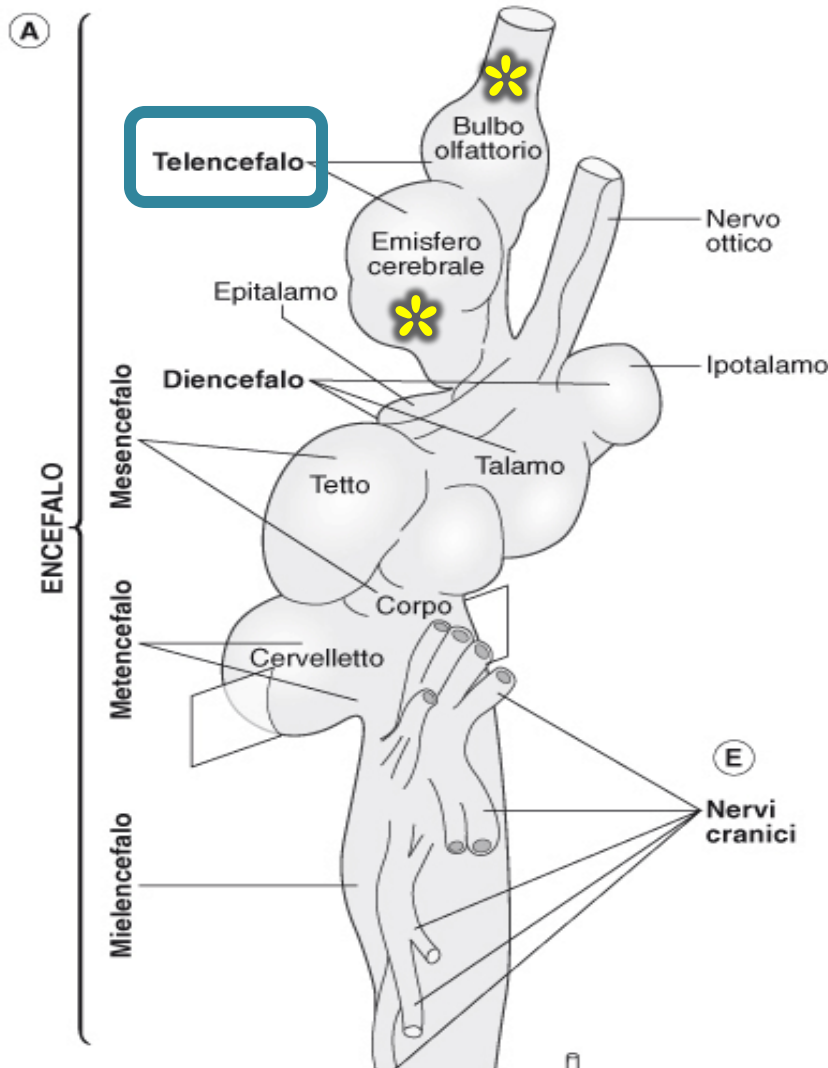
Lobo occipitale

# Il sistema nervoso: struttura

## SISTEMA NERVOSO CENTRALE: encefalo

L'encefalo è suddiviso in 5 regioni che in senso cefalo-caudale sono:

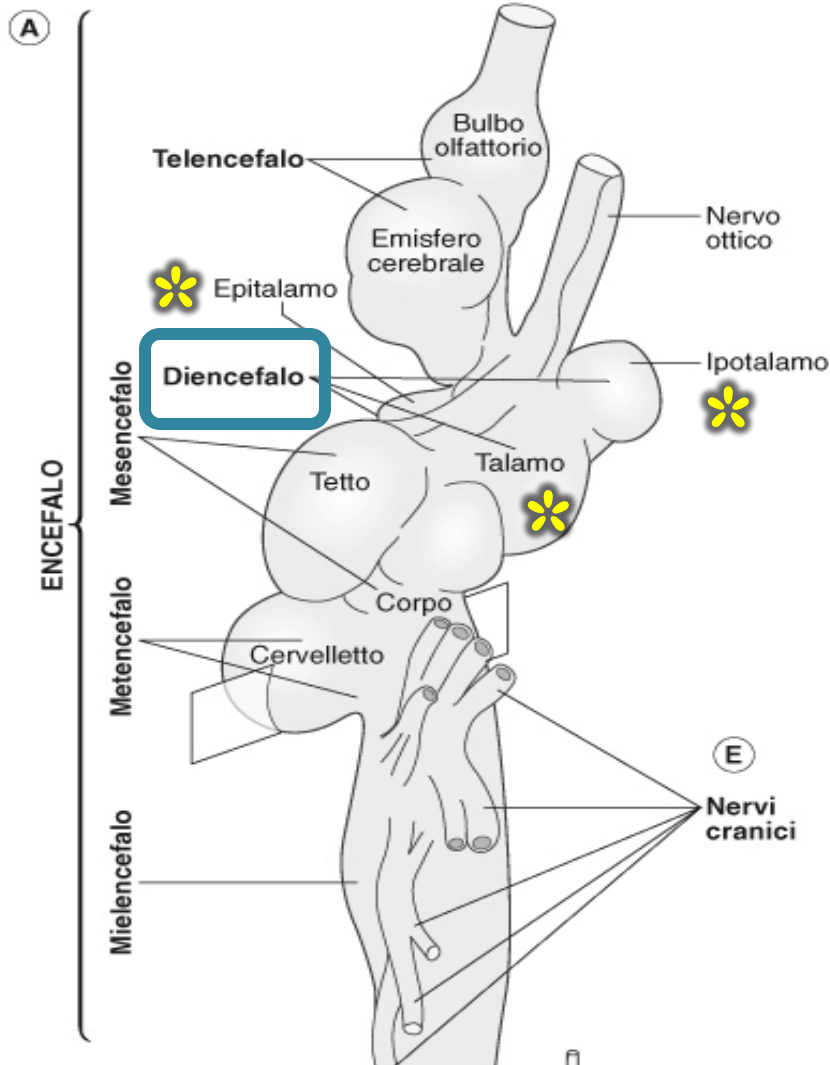
1. **Telencefalo** che comprende i bulbi olfattori e gli emisferi cerebrali. È il centro di integrazione di tutte le attività nervose.





# Il sistema nervoso: struttura

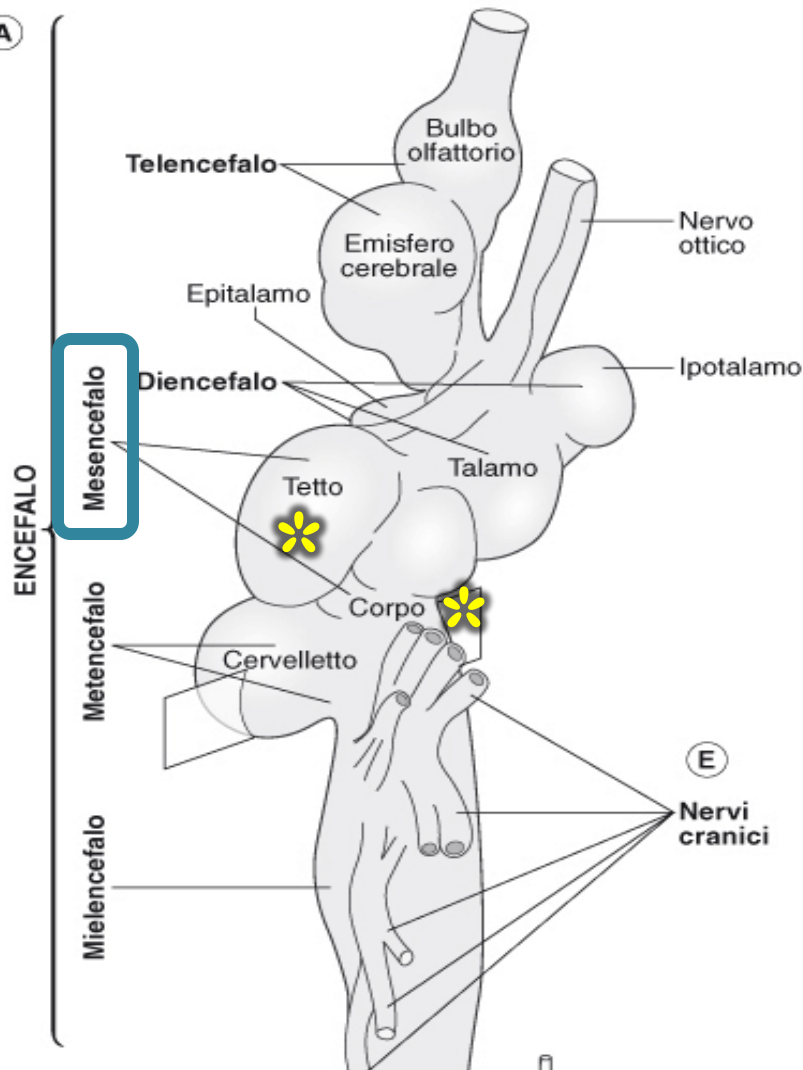
## SISTEMA NERVOSO CENTRALE: encefalo



**2. Diencefalo:** costituito da epitalamo dorsale, ipotalamo ventrale e talamo laterale

# Il sistema nervoso: struttura

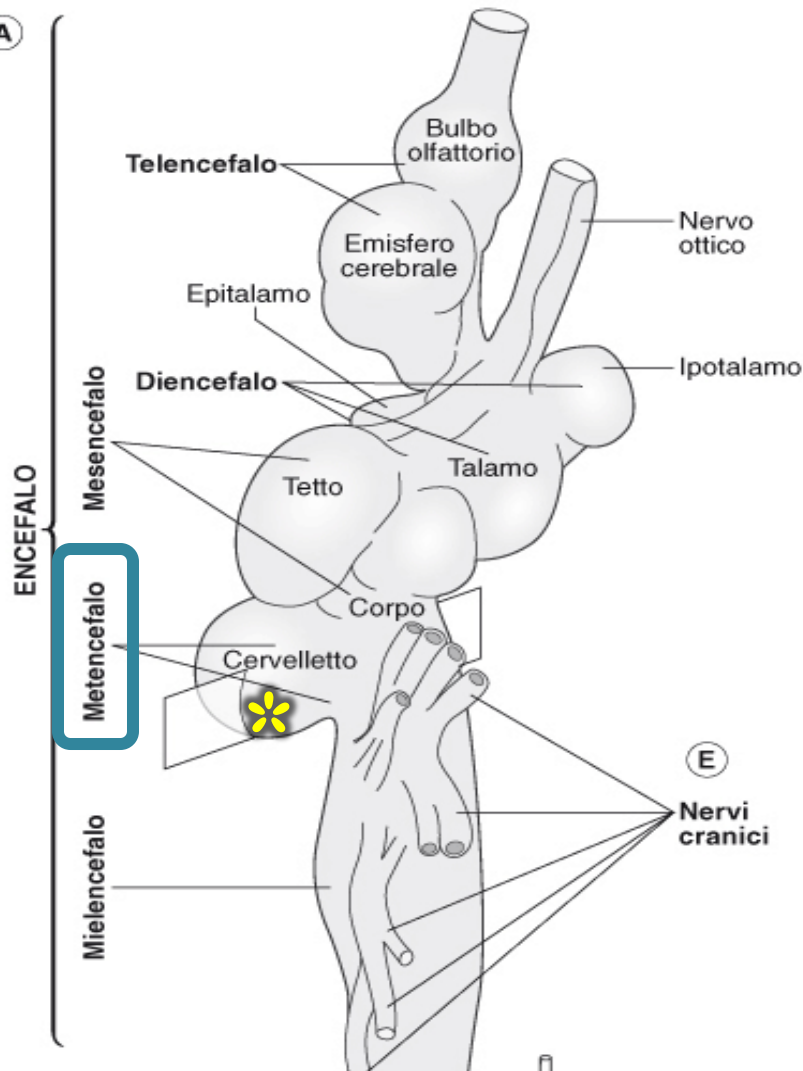
## SISTEMA NERVOSO CENTRALE: encefalo



3. Mesencefalo: dove si distingue un tetto ottico dorsale e un tegmento (o corpo) lateroventrale

# Il sistema nervoso: struttura

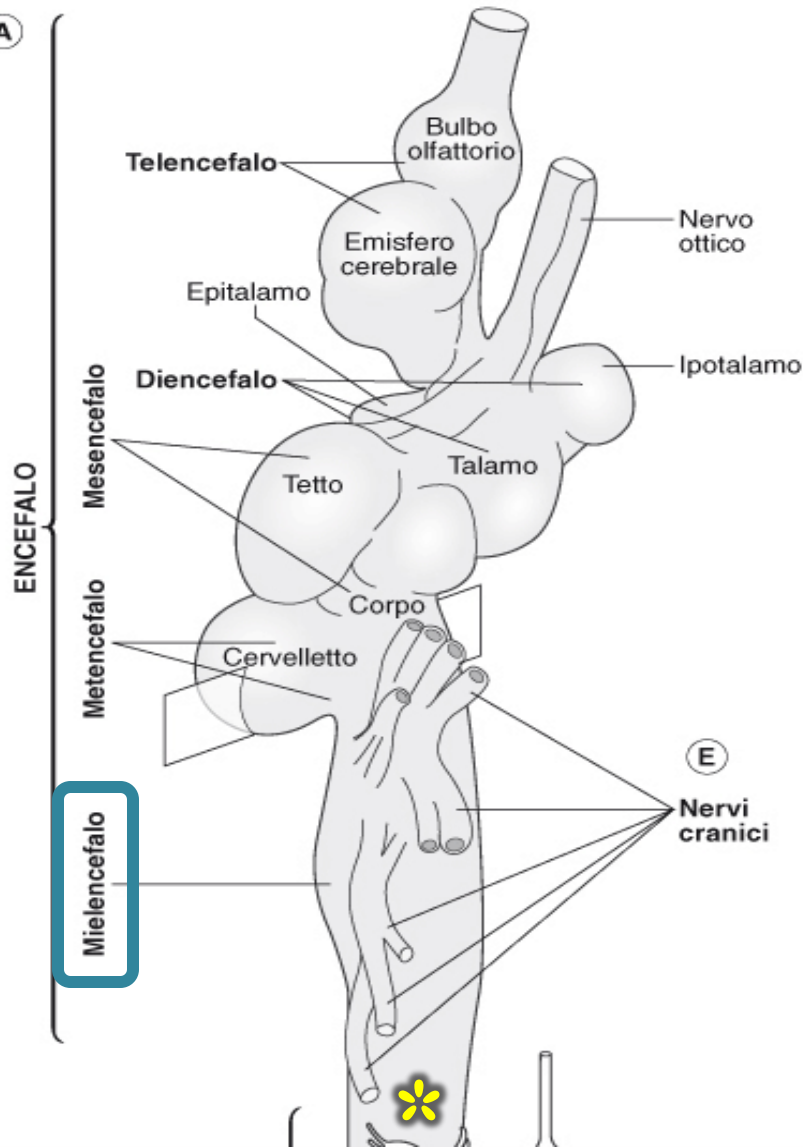
## SISTEMA NERVOSO CENTRALE: encefalo



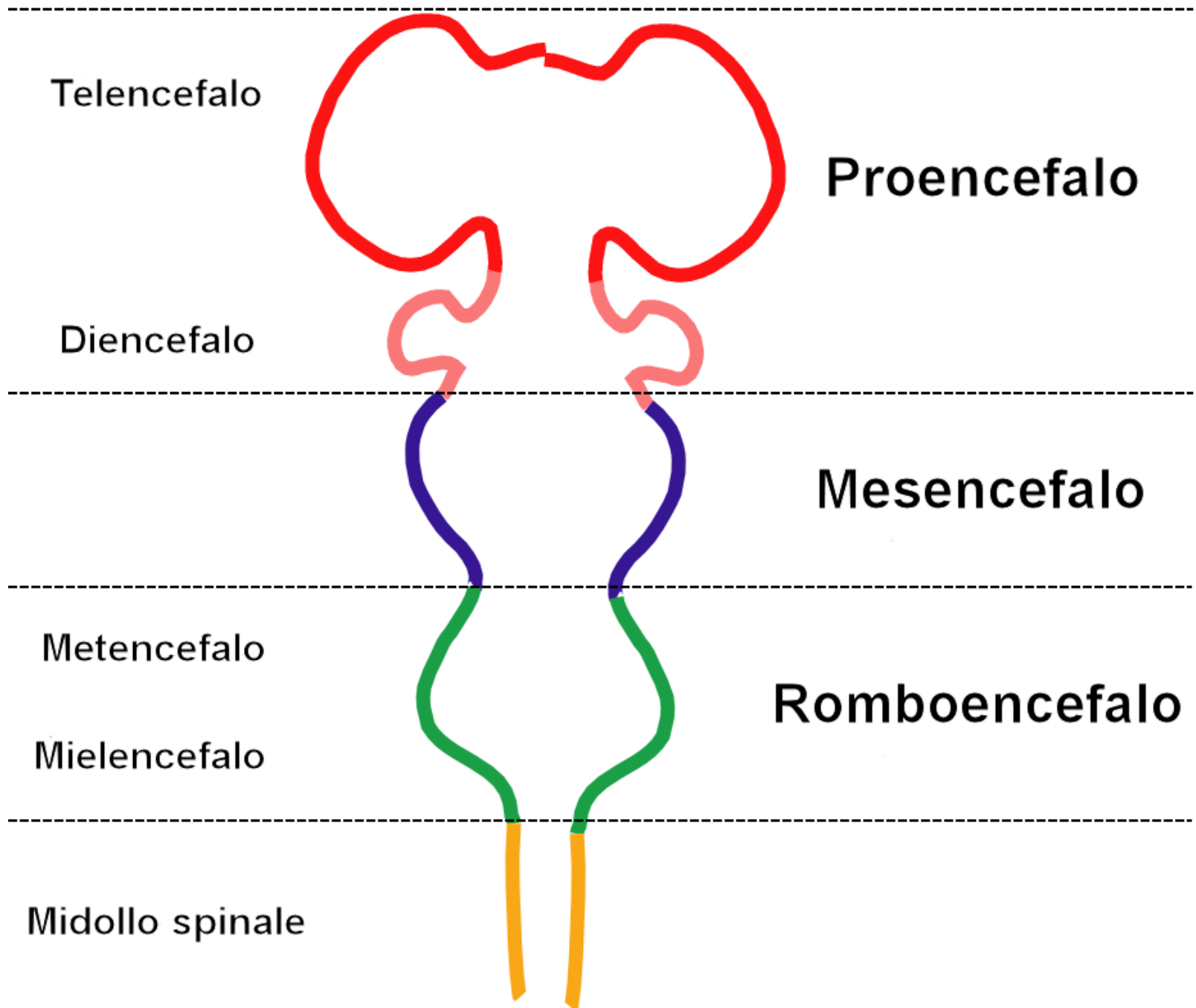
4. Metencefalo:  
dorsalmente caratterizzato  
dalla presenza del  
cervelletto

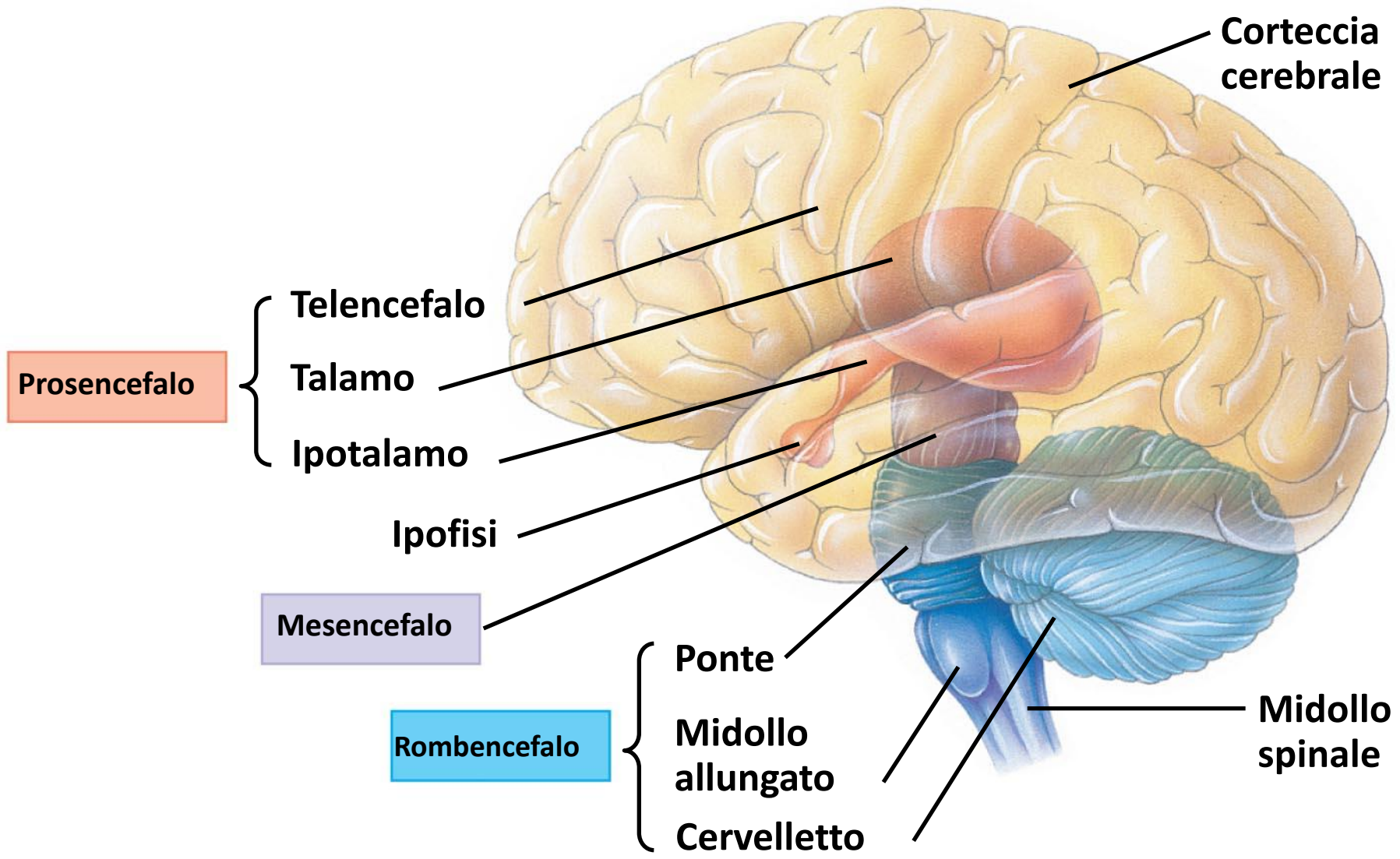
# Il sistema nervoso: struttura

## SISTEMA NERVOSO CENTRALE: encefalo

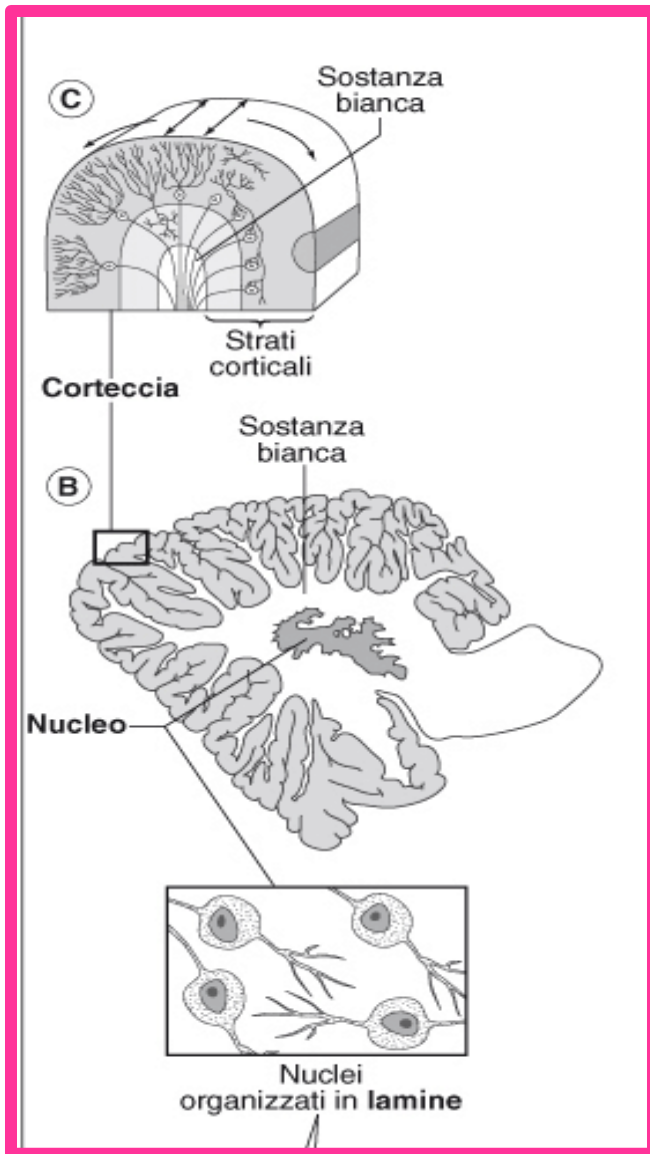


5. **Mielencefalo:** che si continua con il midollo spinale





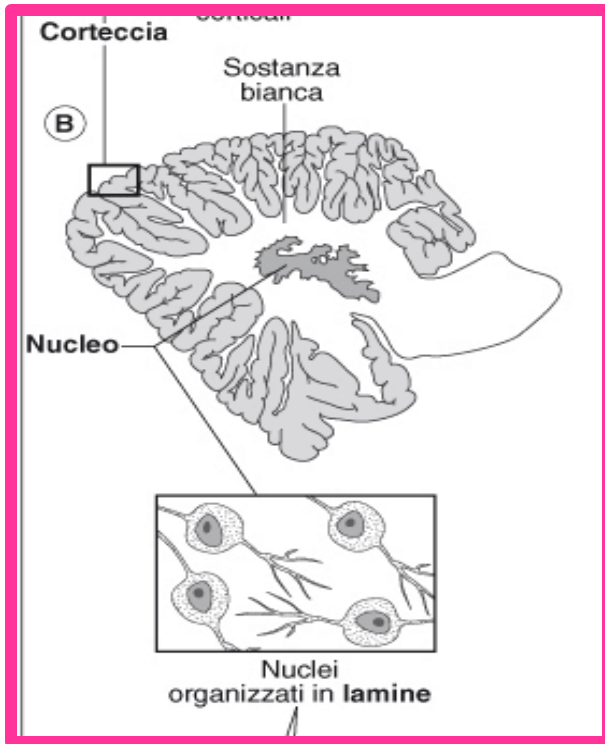
# Il sistema nervoso: struttura



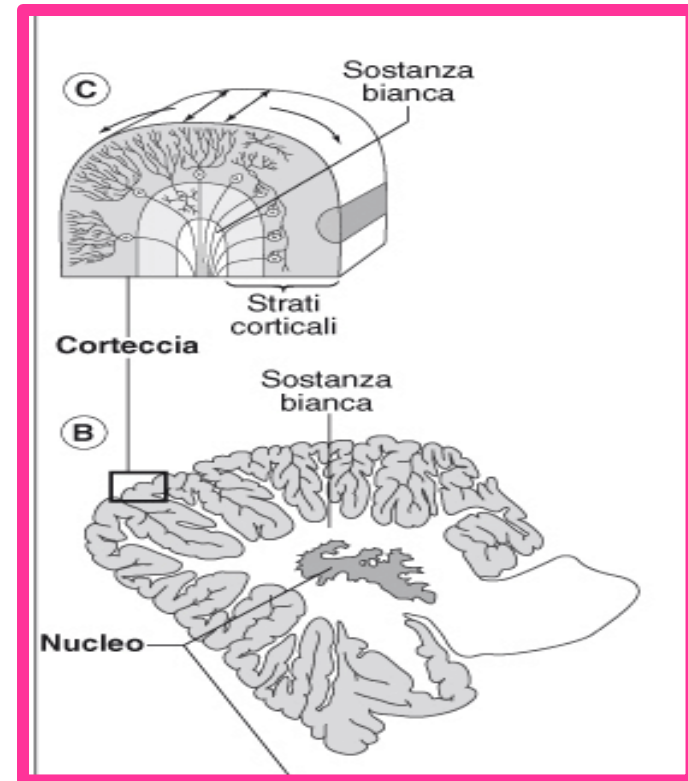
Nel SNC si distinguono una **sostanza grigia** ed una **sostanza bianca**. La sostanza bianca è così chiamata perché appare biancastra al microscopio essendo costituita essenzialmente da fasci di fibre nervose mieliniche.

# Il sistema nervoso: struttura

La **sostanza grigia** invece appare di questo colore perché costituita da ammassi di pironofori e si presenta in due forme:



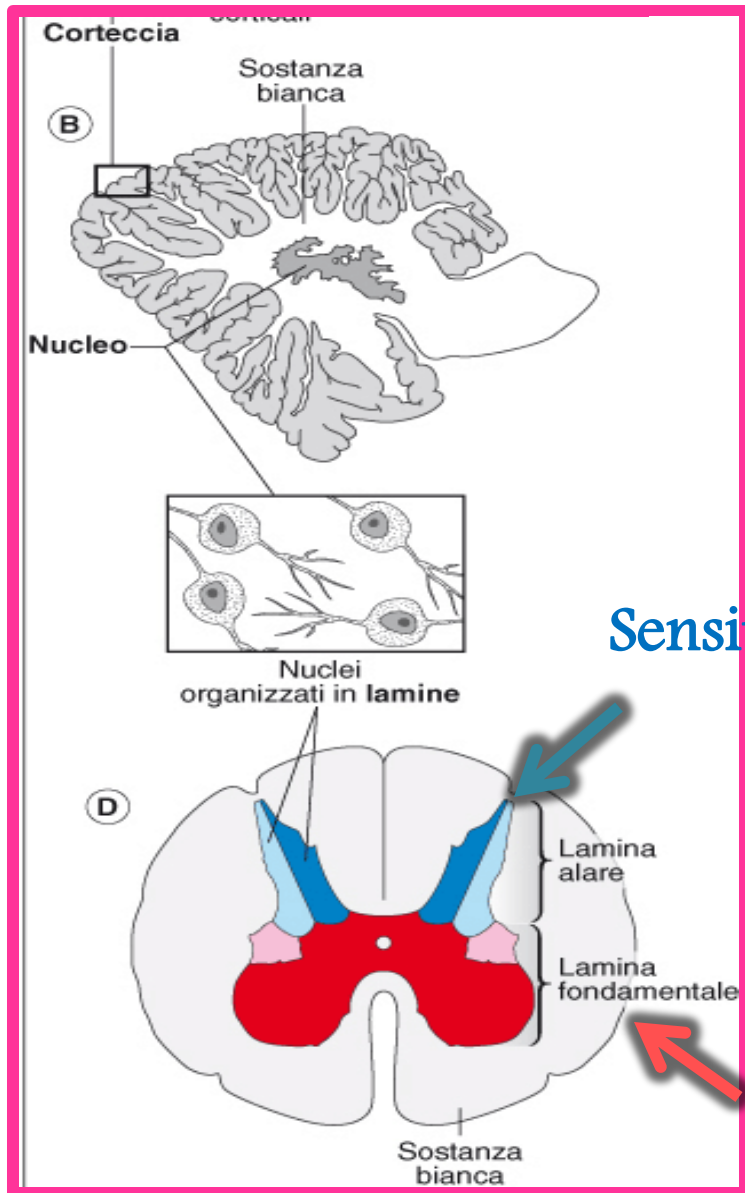
Quando profonda, immersa nella sostanza bianca, costituisce i **nuclei grigi**.



Quando superficiale, costituisce una **corteccia** che è formata da più strati di pironofori intercalati a strati di fibre



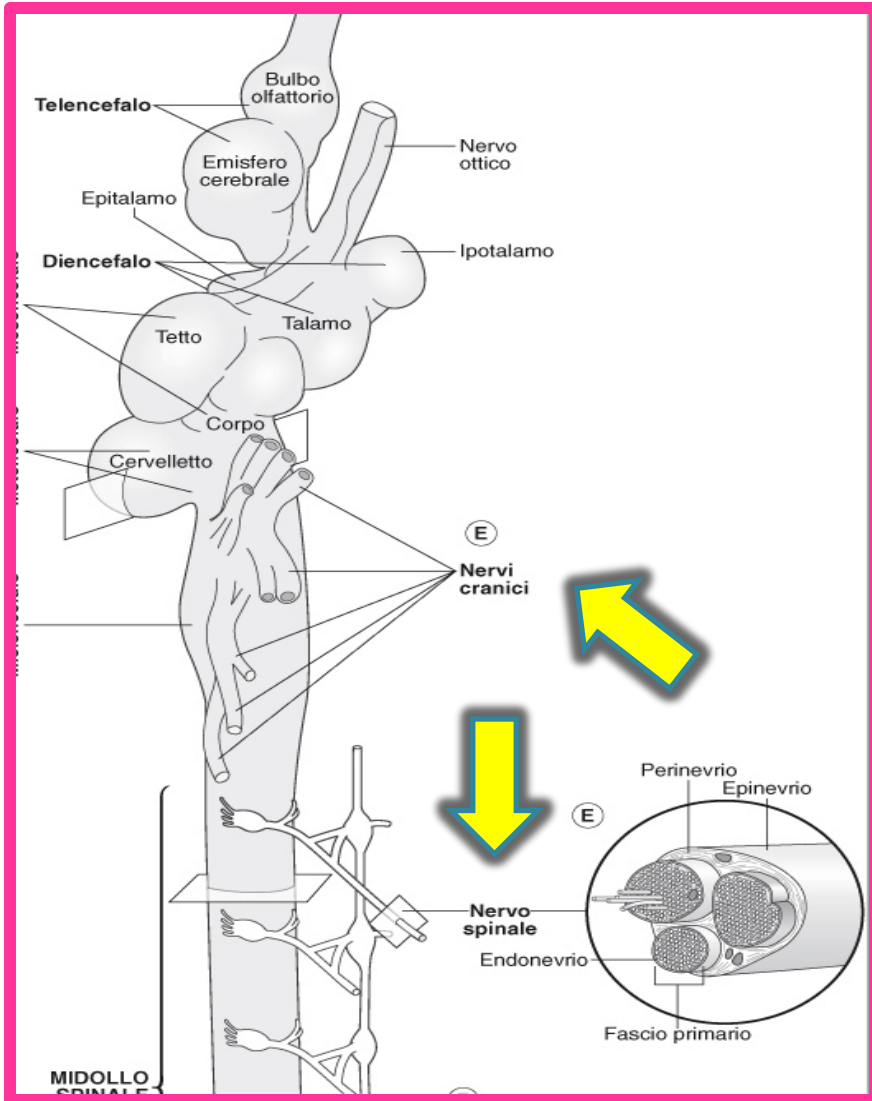
# Il sistema nervoso: struttura



Quando la sostanza grigia profonda si organizza in una struttura continua costituisce una lamina. La sostanza grigia del midollo spinale è organizzata in **lamine** e si distinguono una **lamina alare, dorsale**, a significato sensitivo, ed una **lamina fondamentale, ventrale**, a significato, motorio

**Motorio**

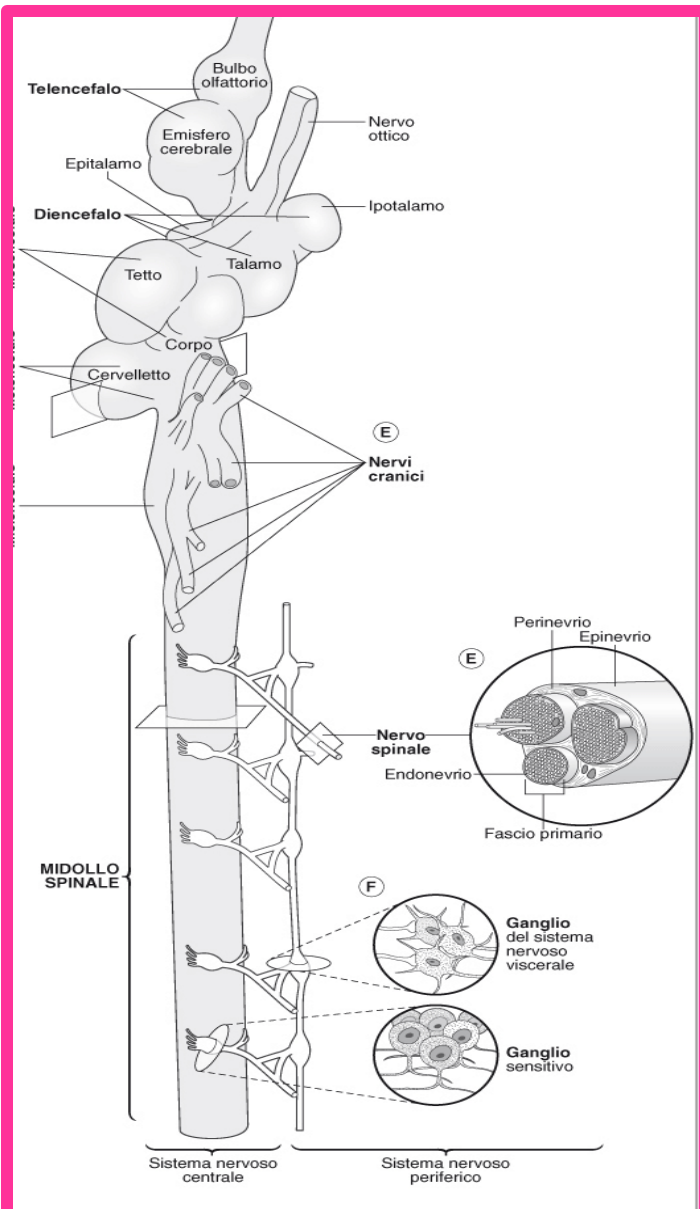
# Il sistema nervoso: struttura



Il collegamento tra il centro e la periferia avviene attraverso **fasci di fibre**, in prevalenza mieliniche, disposte in raggruppamenti compatti: i **nervi**.

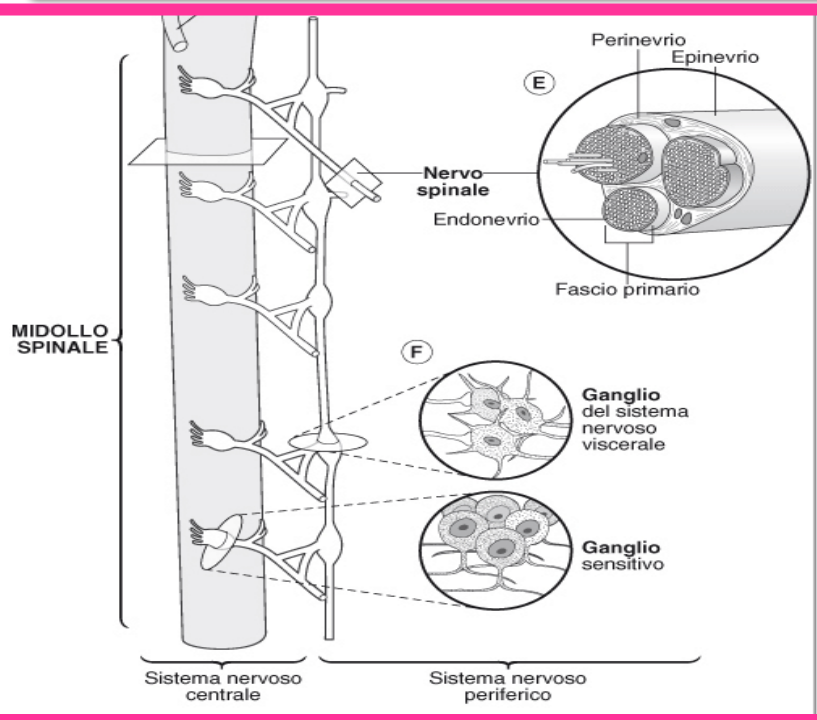
# Il sistema nervoso: struttura

## SISTEMA NERVOSO PERIFERICO: nervi



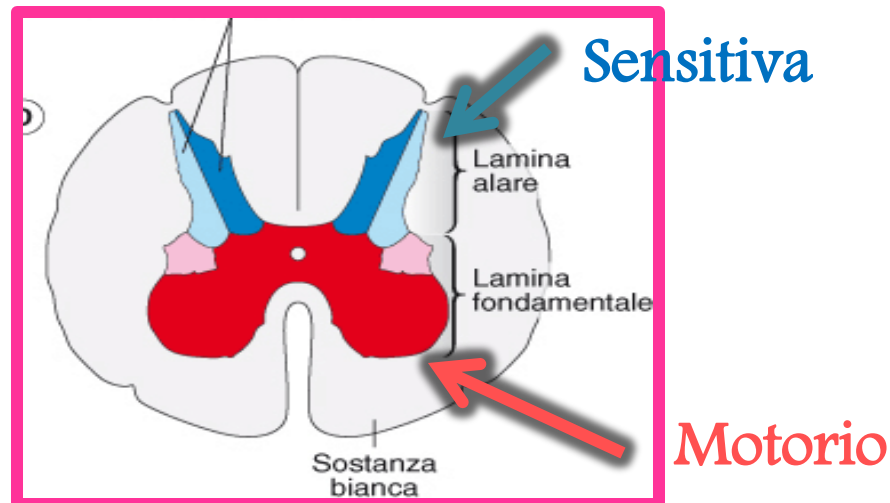
Il SNP è costituito da **10** (negli anamni) o **12** (negli amnioti) paia di **nervi cranici** e da un numero variabile di paia di **nervi spinali** che emergono dal midollo spinale a livello di ciascun segmento vertebrale.

# Il sistema nervoso: struttura



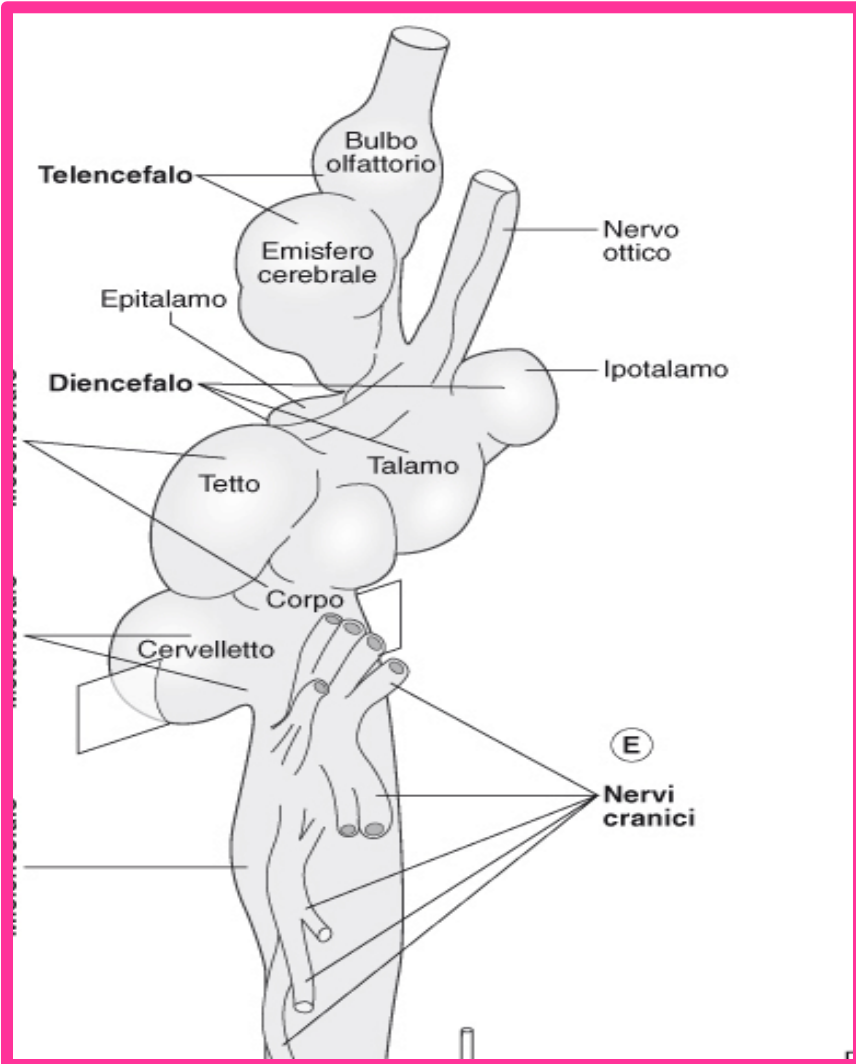
## SISTEMA NERVOSO PERIFERICO: nervi

I **nervi spinali** originano dal midollo con una radice dorsale sensitiva ed una radice ventrale motoria, che poi si fondono insieme a formare un nervo misto.



# Il sistema nervoso: struttura

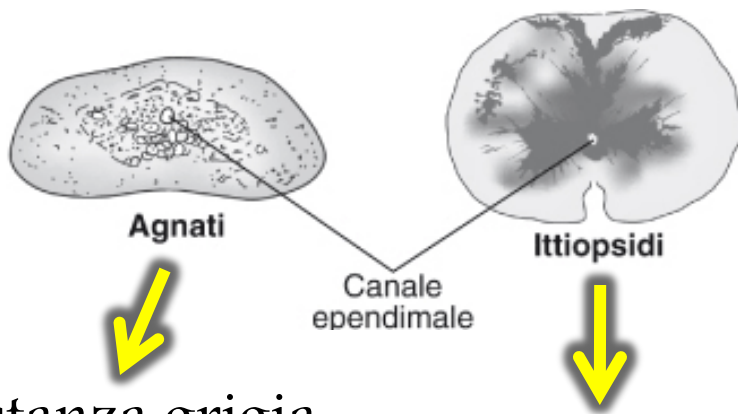
## SISTEMA NERVOSO PERIFERICO: nervi



I **nervi cranici**, partono e/o arrivano direttamente all'encefalo, possono essere **sensitivi** se portano impulsi verso l'encefalo, **motori** se portano impulsi dall'encefalo, o **misti**.

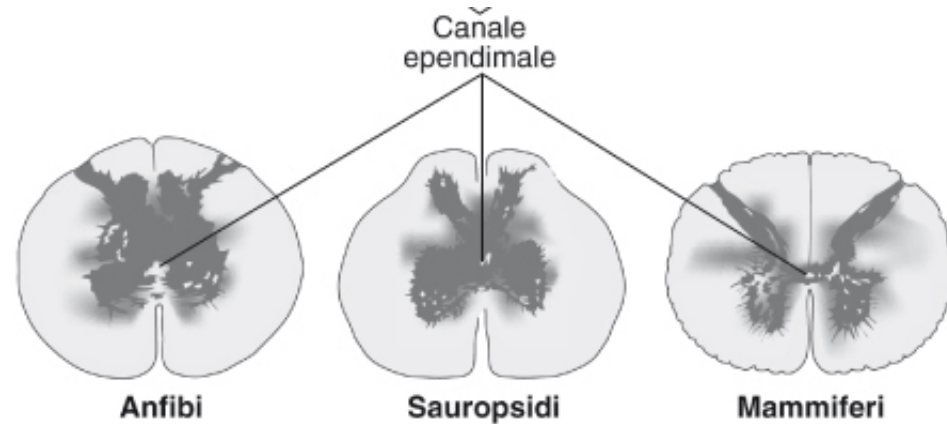
# Il midollo spinale

Il centro del midollo è percorso da uno stretto canale, il canale ependimale, dove scorre il liquido cefalorachidaino. In una sezione trasversa del midollo spinale si riconosce al centro la sostanza grigia, circondata dalla sostanza bianca.



Sostanza grigia non ben definita nei contorni

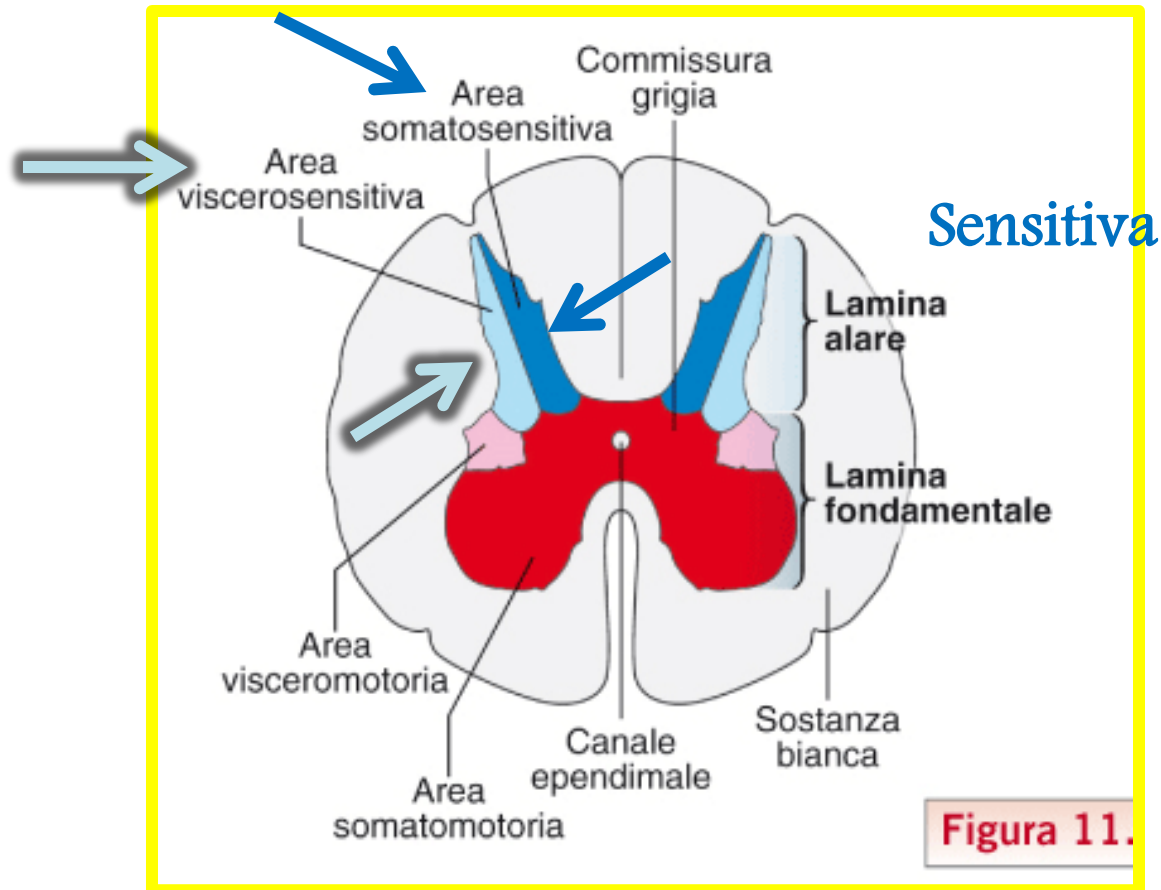
Sostanza grigia ha una forma di Y rovesciata



Nei tetrapodi assume una forma ad H o ad ali di farfalla

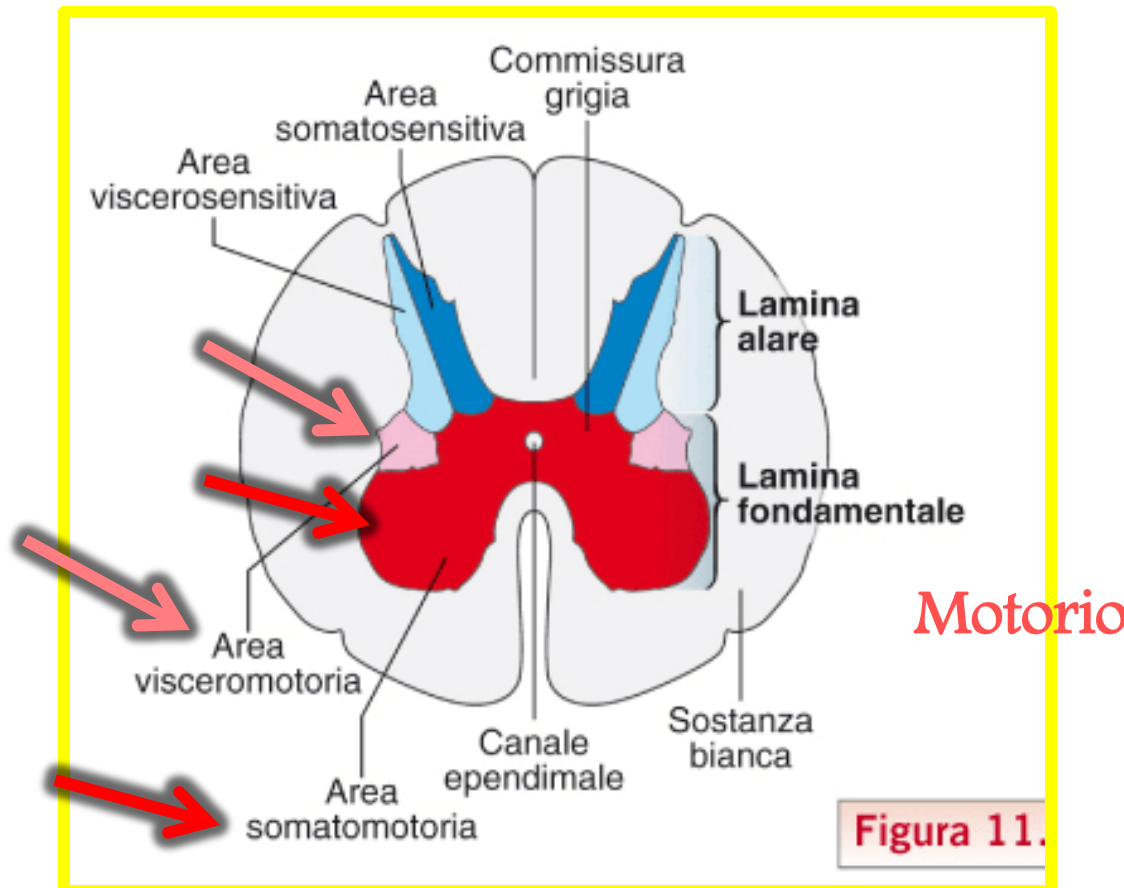
# Il midollo spinale

Nella lamina alare della sostanza grigia si possono riconoscere due aree: una più laterale cui giungono sensazioni viscerali, ed una più **mediale** cui giungono **sensazioni somatiche**.



# Il midollo spinale

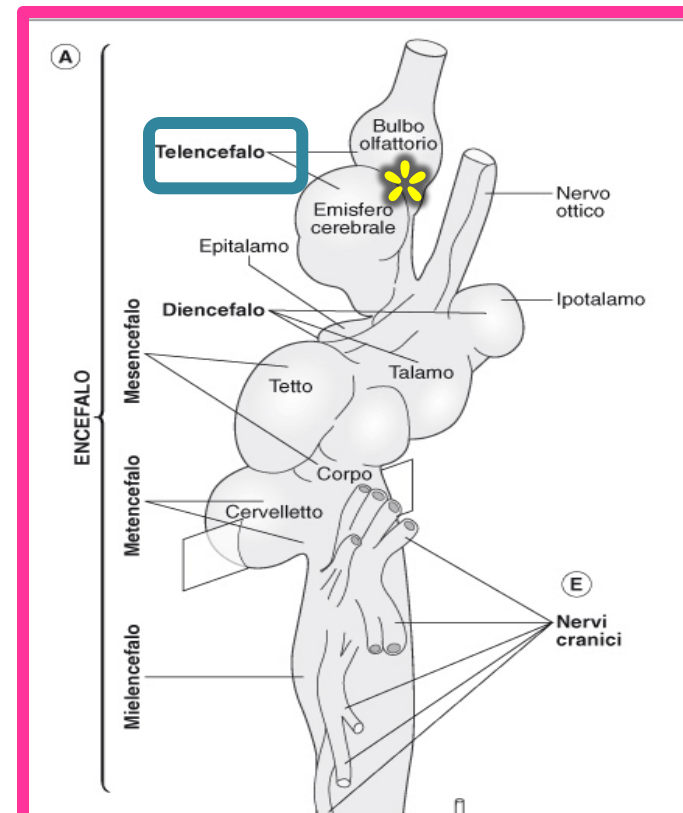
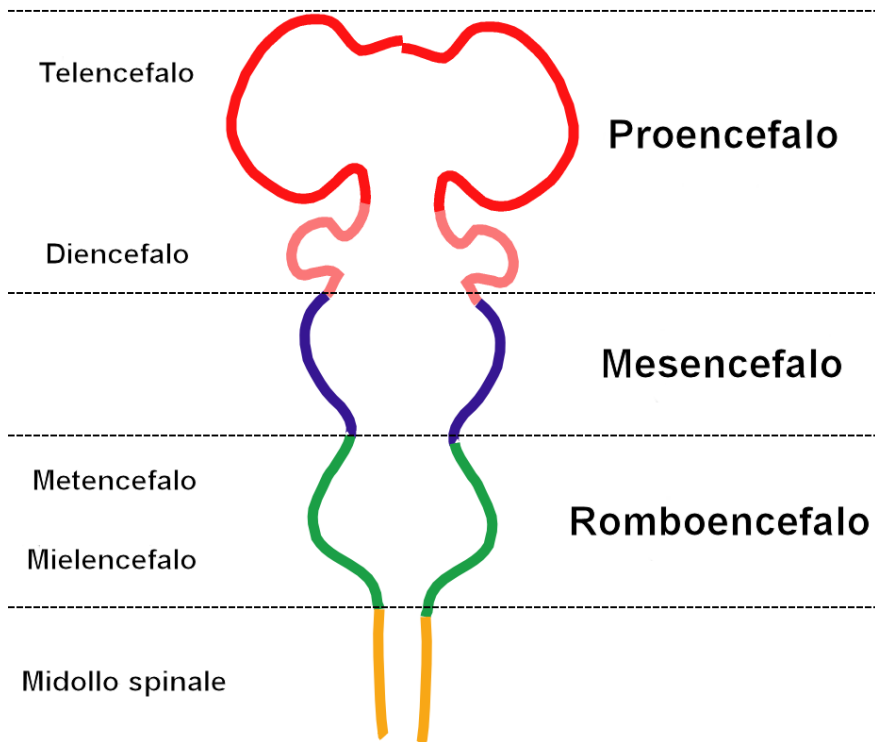
Anche la lamina fondamentale è divisa in due aree a significato funzionale diverso: quella più a ridosso dell'area viscerosensitiva contiene i pironofori dei neuroni **visceromotori**, mentre i pironofori dei neuroni somatomotori sono localizzati più ventralmente.





# L'encefalo

Il **prosencefalo** tende ad ingrandirsi in vari gruppi di vertebrati. Questo aumento di volume è correlato in parte con l'aumento d'importanza delle informazioni olfattive. Inoltre accompagna comportamenti e controllo muscolare sempre più complessi.



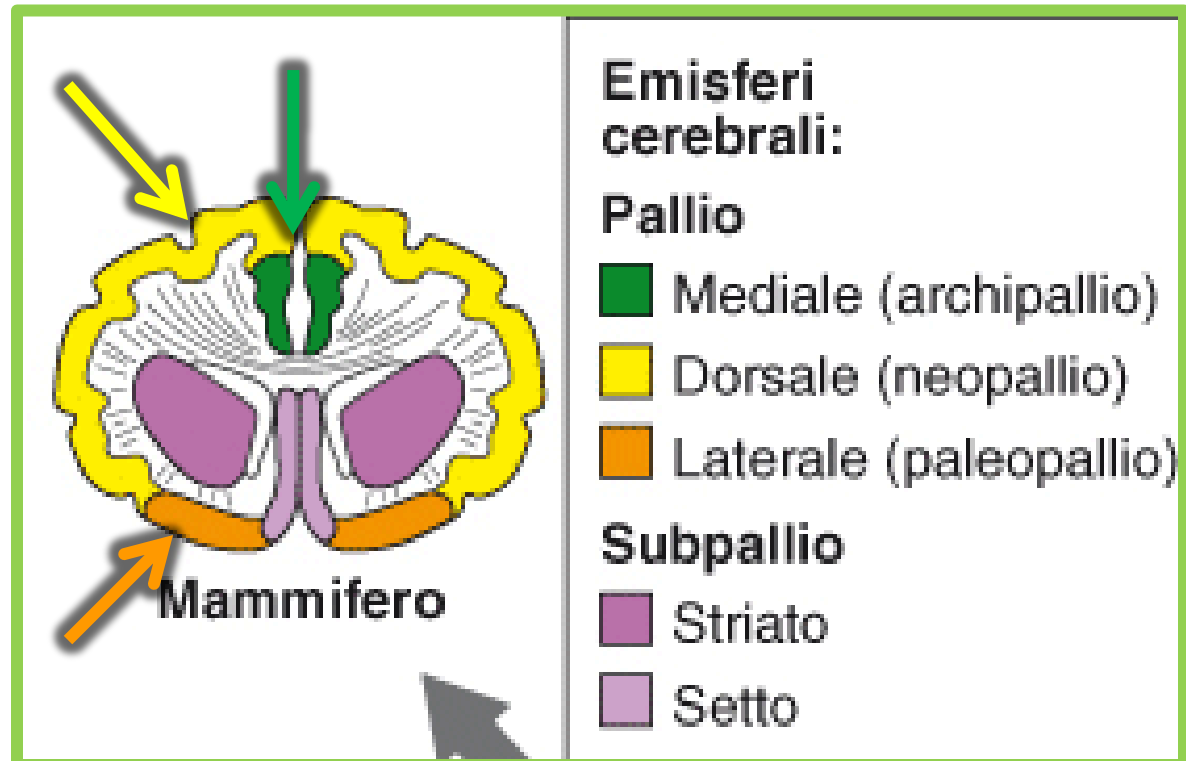
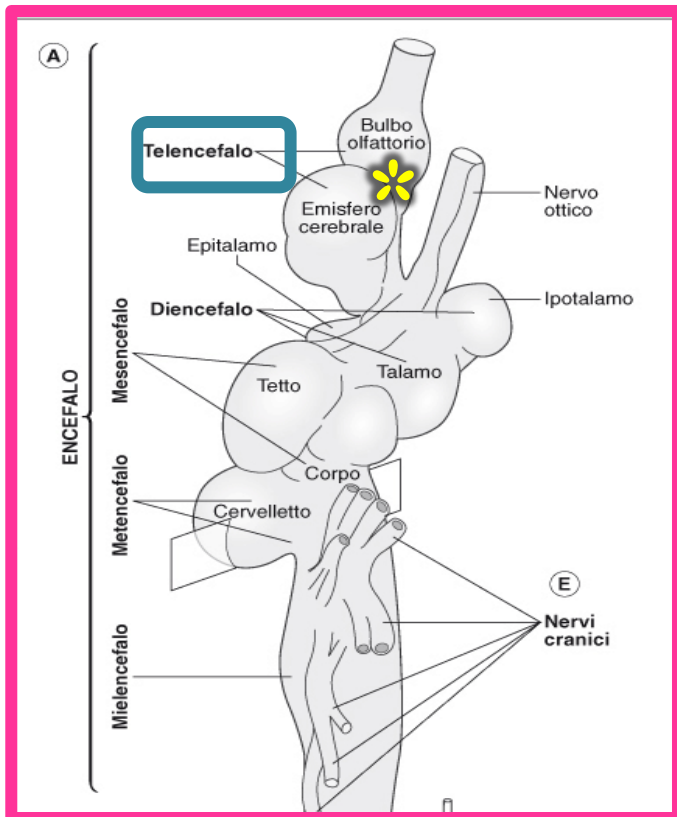
# L'encefalo

L'aumento del volume del **PROSENCEFALO** degli **amnioti** rispecchia la sua funzione crescente in questa **mediazione del sistema locomotore**. Negli amnioti infatti, la postura degli arti e il sostegno del corpo si modificano quando diventano predominanti le modalità di locomozione terrestre. Gli arti si spostano in una posizione più raccolta sotto il corpo e aumenta la facilità e l'efficienza dell'oscillazione degli arti.

Nei teleostei avanzati è il **MESENCEFALO** anziché il prosencefalo che tende ad espandersi. Ciò sembra essere correlato con la crescente importanza dell'afferenza sensoriale del sistema della **linea laterale** e con la maggiore mobilità dei teleostei nello spazio tridimensionale del loro ambiente acquatico.

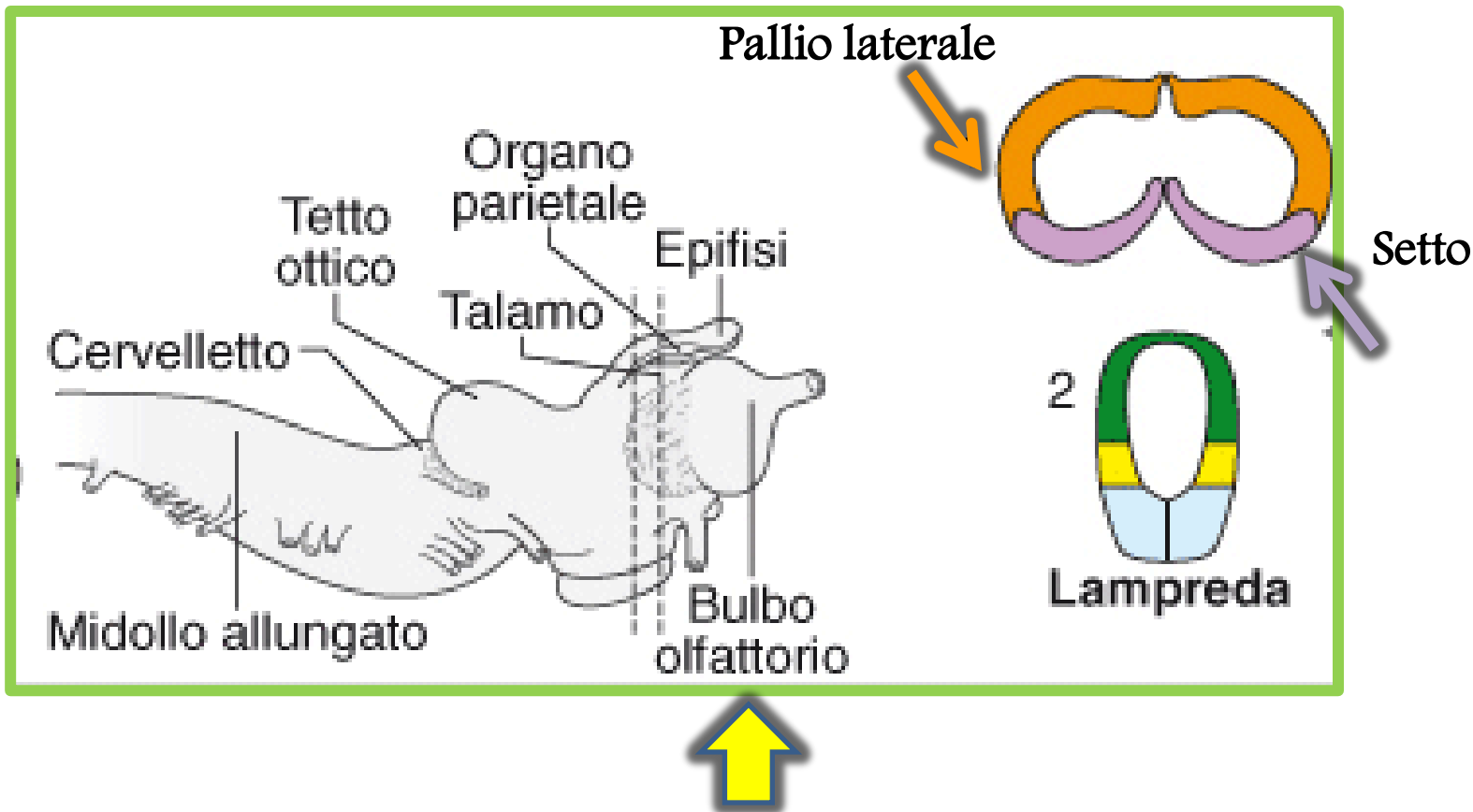
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Il telencefalo, costituito dai **bulbi olfattori** e da due emisferi cerebrali che constano di una **parte dorsale**, il **pallio**, e da una **parte ventrale** il **subpallio** che comprende setto e striato. Queste strutture si modificano durante l'evoluzione.



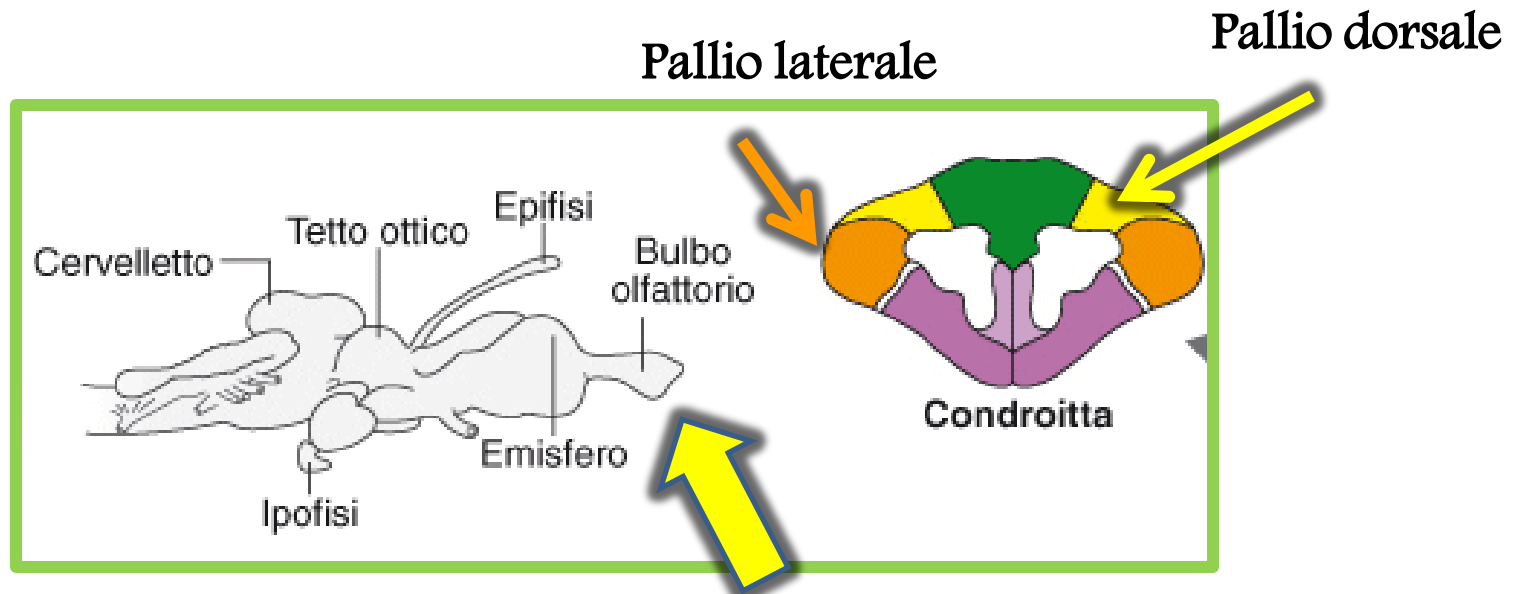
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Nelle lamprede i **bulbi olfattori** sono molto più sviluppati degli emisferi; negli emisferi si individua solo il pallio laterale ed il setto



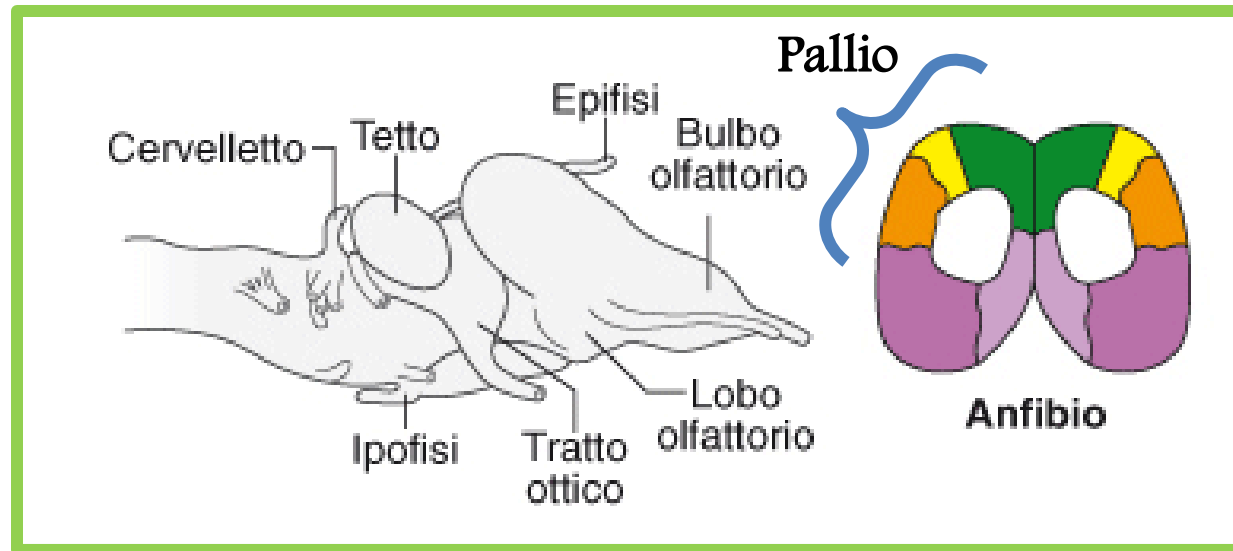
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Nei **condroitti** gli emisferi sono ben individuati e suddivisi nelle aree classiche. I bulbi olfattori ancora grandi inviano impulsi soprattutto al pallio laterale, mentre il **pallio dorsale** riceve stimoli **visivi**, **acustici** e dalla **linea laterale**



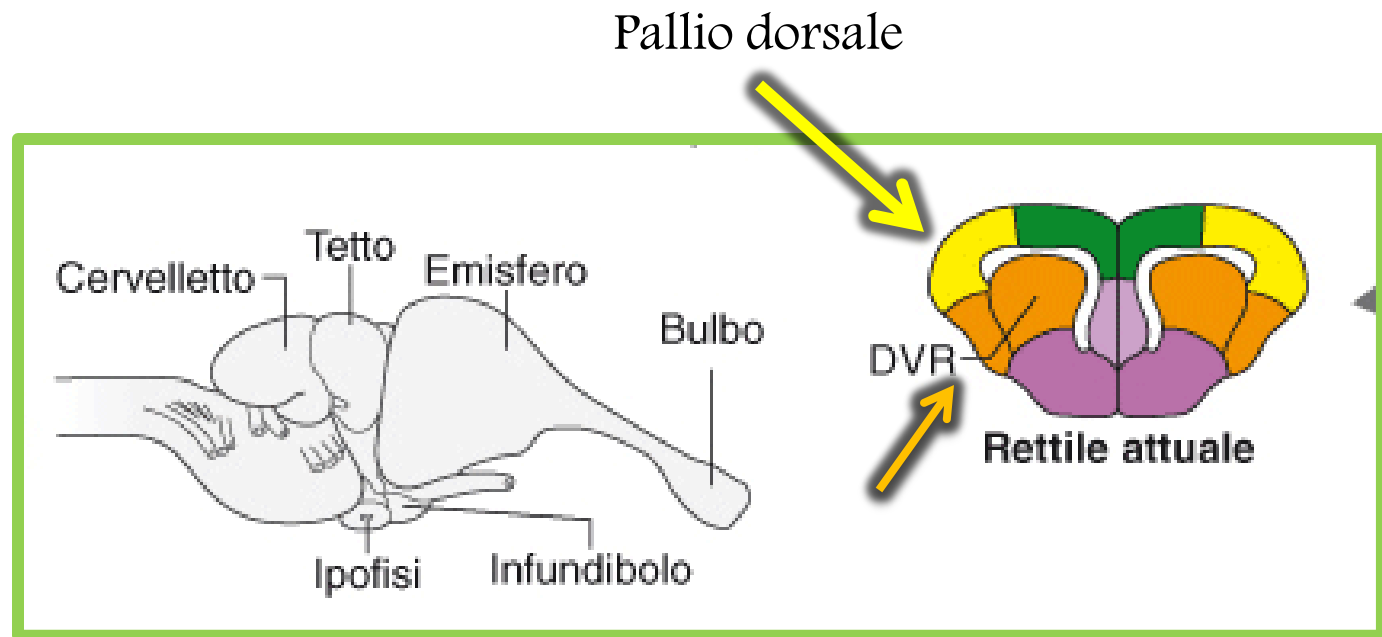
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Al **pallio** degli **anfibi** arrivano stimoli olfattori e, tramite i nuclei talamici, gran parte dei principali stimoli sensoriali.



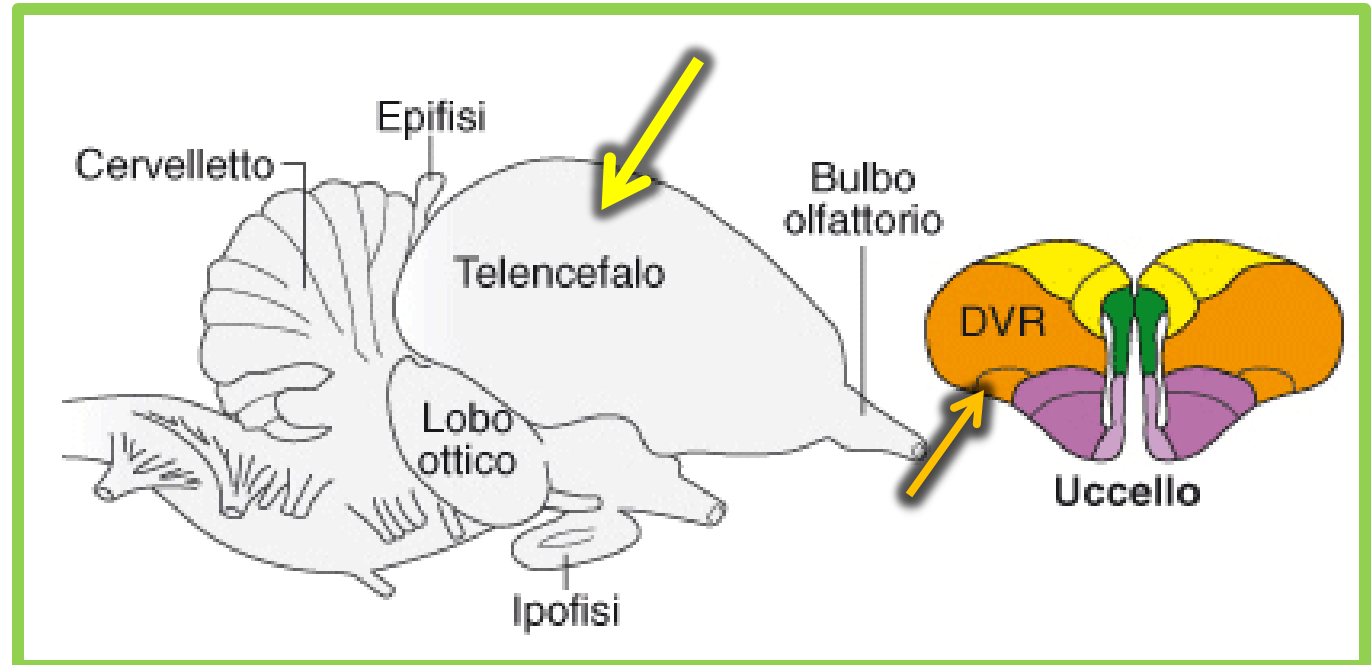
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Nel telencefalo dei **rettili**, il neopallio cioè la parte dorsale del pallio, si espande notevolmente e compare un'area ipertrofica **Dorsal Ventricular Ridge (DVR)** sul pavimento ventricolare.



# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

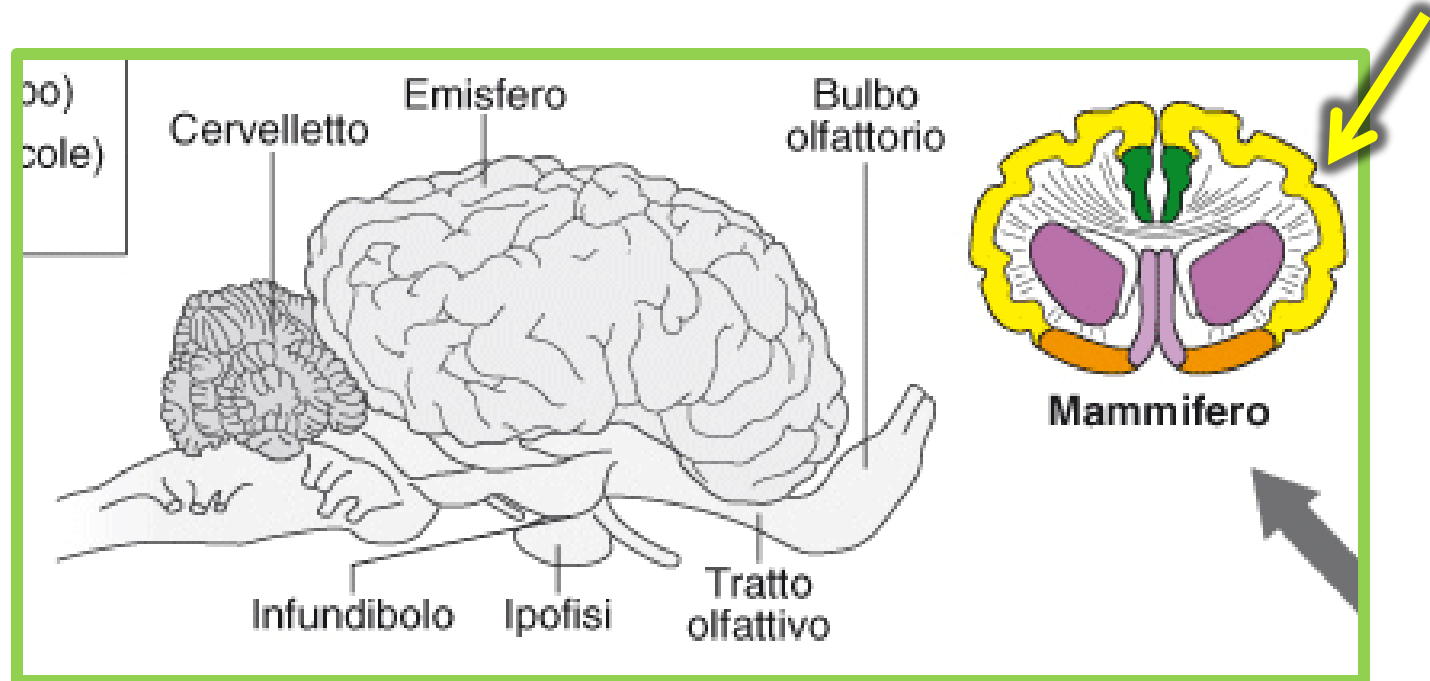
Negli **uccelli** il DVR si amplia ulteriormente contribuendo in maniera sostanziale all'enorme sviluppo degli emisferi cerebrali in questa classe. La parte dorsale del DVR si ipertrofizza ulteriormente a formare una regione chiamata **Wulst**, specializzata nella visione stereoscopica.





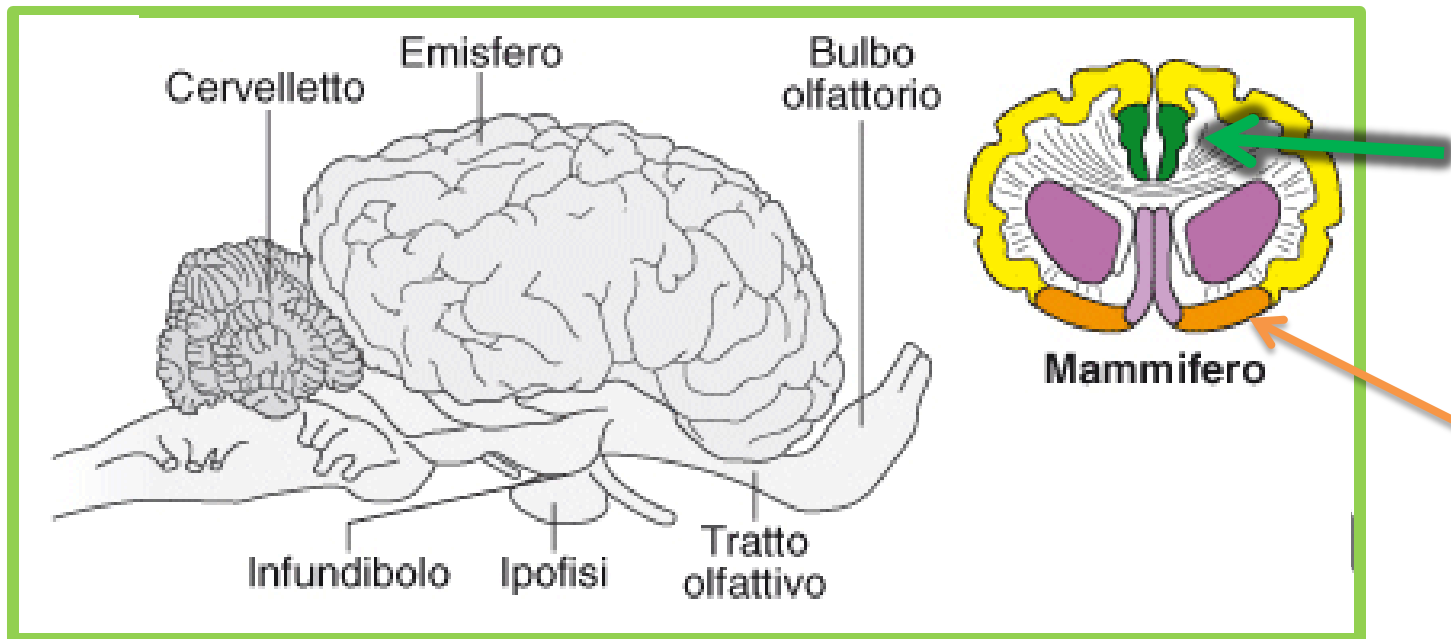
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Negli **mammiferi** si assiste ad un enorme incremento di dimensione degli emisferi cerebrali, ma ciò è dovuto allo straordinario sviluppo che assume il **pallio dorsale** (neopallio e corteccia). L'espansione della neocorteccia nei mammiferi è talmente imponente che è costretta a ripiegarsi su se stessa formando pieghe note come **circonvoluzioni cerebrali**.



# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

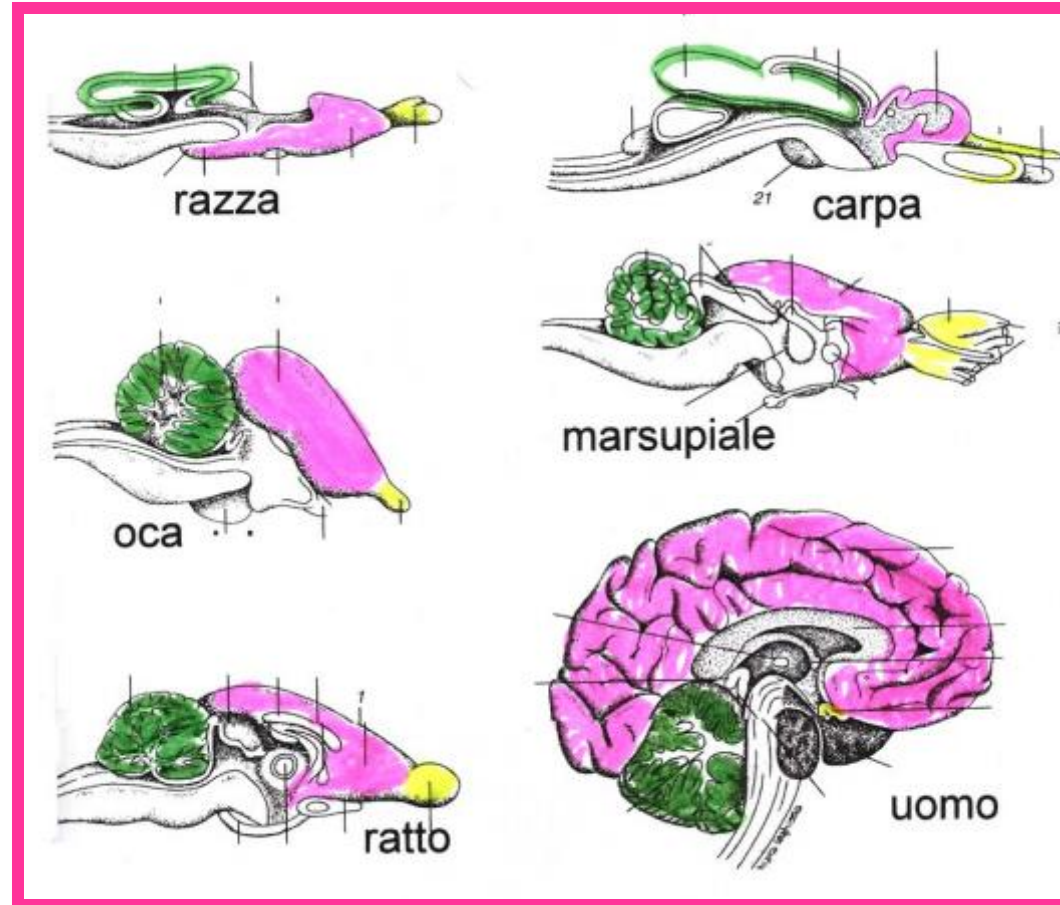
Il **pallio mediale**, spinto dall'espansione del pallio dorsale, si ripiega su se stesso ventralmente a questo, per formare la corteccia dell'**ippocampo**, importante stazione di arrivo per la radiazione olfattoria; si ritiene che sia un importante centro per la memoria. Il **pallio laterale** diviene il **lobo piriforme** (già presente nei rettili) cui arrivano impulsi olfattori.



**Il telencefalo, sviluppatosi originariamente come principale centro olfattorio, assume progressivamente il ruolo di centro superiore per l'elaborazione di tutti gli stimoli.**

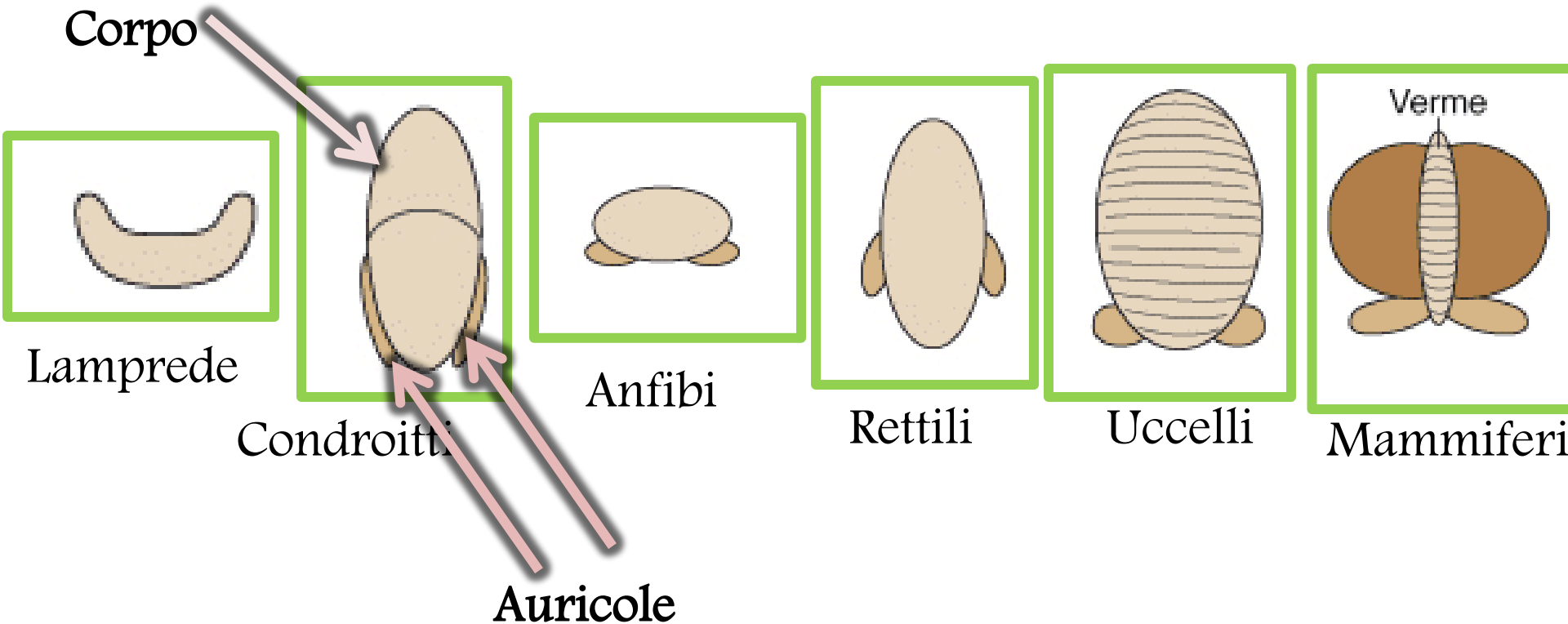
# Evoluzione della corteccia cerebrale

La corteccia cerebrale in generale riceve impulsi “sensitivi” da elaborare; è il centro dal quale può iniziare l’attività motoria, anche indotta dalla ricezione di stimoli olfattivi; nei mammiferi svolge funzioni molto importanti relative ad es. a fenomeni di apprendimento e memoria (ippocampo) ed elaborazione dei dati, e fenomeni discriminativi (es piccole differenze di temperatura e di peso degli oggetti)



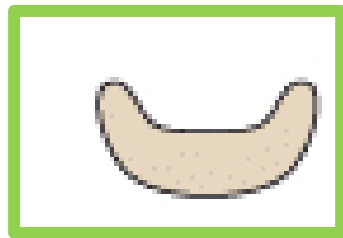
# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Il cervelletto è un'estroflessione dorsale del **metencefalo** ed è costituito da una **parte centrale**, detta **corpo**, e da due masserelle latero-ventrali, le **auricole** che nei pesci ricevono stimoli prevalentemente dalla linea laterale. Nei tetrapodi sono sostituite dai flocculi.

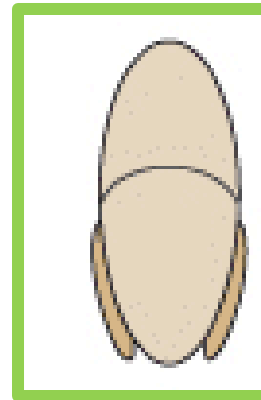


# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

Il cervelletto è un centro preposto al controllo del movimento e dell'equilibrio per cui riceve molte informazioni vestibolari, visive, acustiche e propriocettive. Le sue dimensioni sono in relazione alla complessità dei movimenti dell'animale ed ai suoi problemi di equilibrio nell'ambiente circostante: sarà una **sottile lamina** negli **agnati**, è ben **sviluppato** nei negli altri **ittiopsidi** ove gli spostamenti nell'acqua richiedono equilibrio e buon controllo dei movimenti.



Lamprede



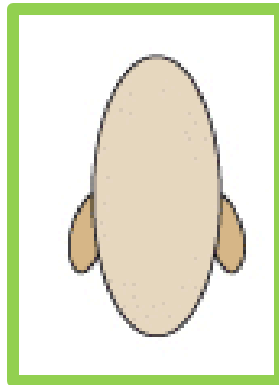
Condroitti

# L'evoluzione delle varie porzioni encefaliche

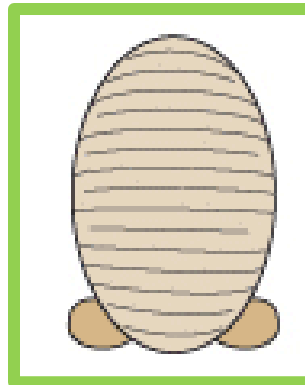
Relativamente **poco sviluppato** negli **anfibi**, il cervelletto assume **dimensioni** cospicue nei **rettili** e soprattutto negli uccelli per il controllo del volo. Nei **mammiferi** infine, oltre al corpo, chiamato verme, si sviluppano due **enormi emisferi cerebellari laterali**, il neocerebello



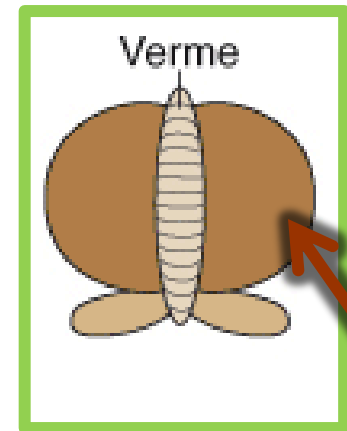
Anfibi



Rettili



Uccelli



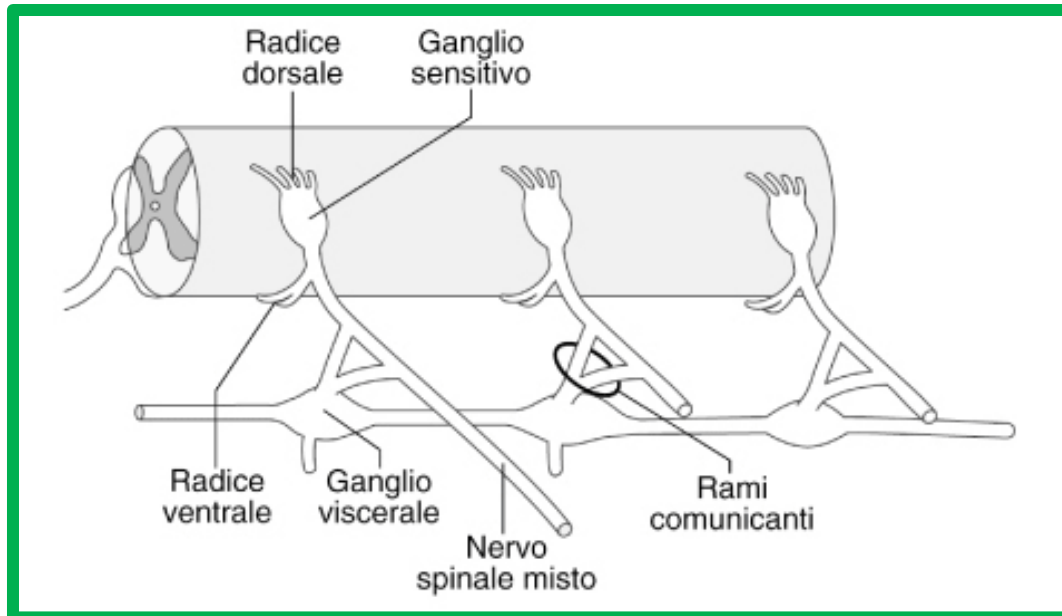
Mammiferi

neocerebello

# Il sistema nervoso periferico

L'SNP è costituito dall'insieme dei nervi che collegano gli organi periferici con il SNC. Si possono distinguere **nervi spinali e nervi cranici**.

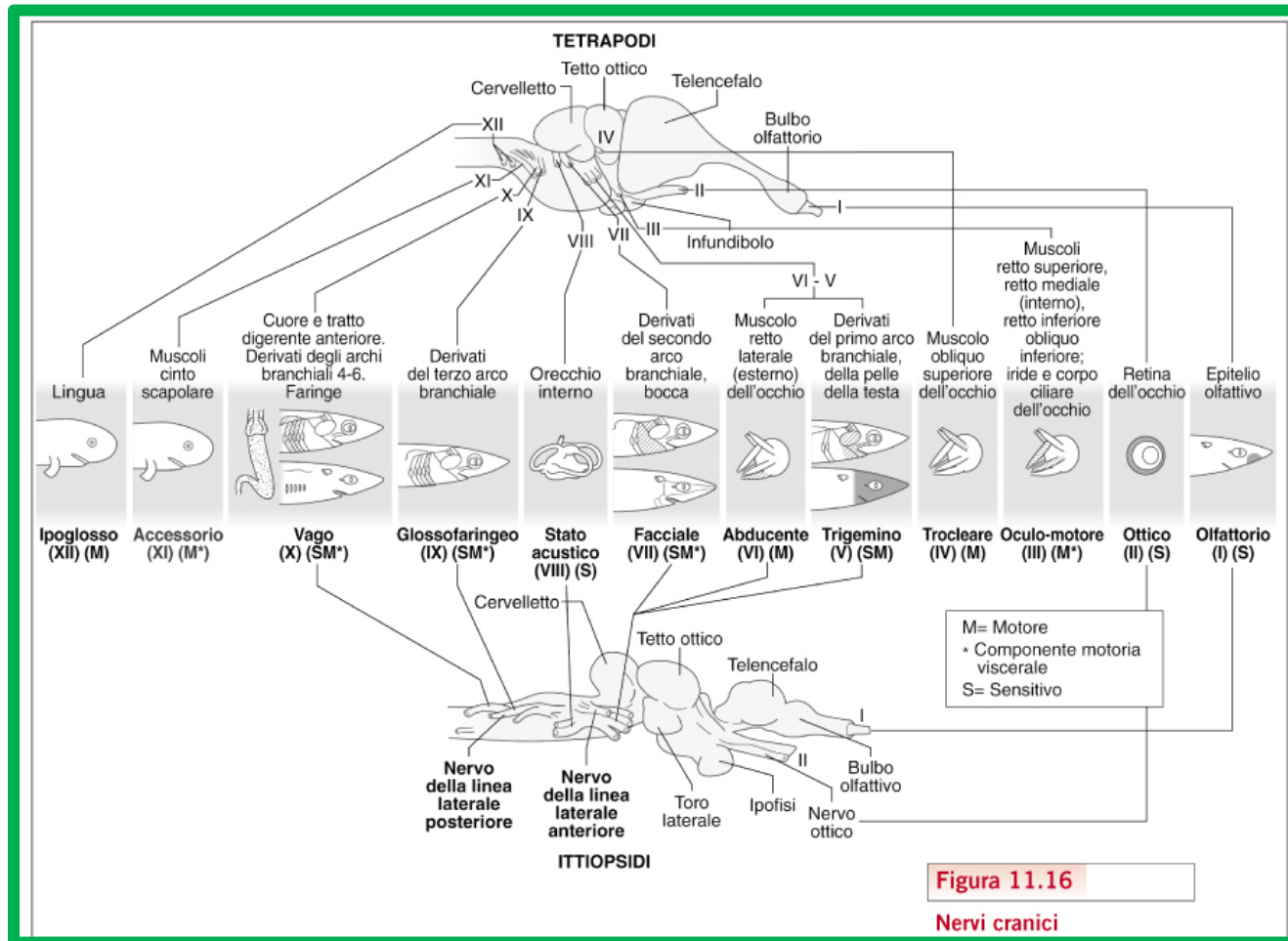
I **nervi spinali** originano o terminano a livello della sostanza grigia del midollo spinale e hanno sempre tutte le componenti sensitive e motorie.





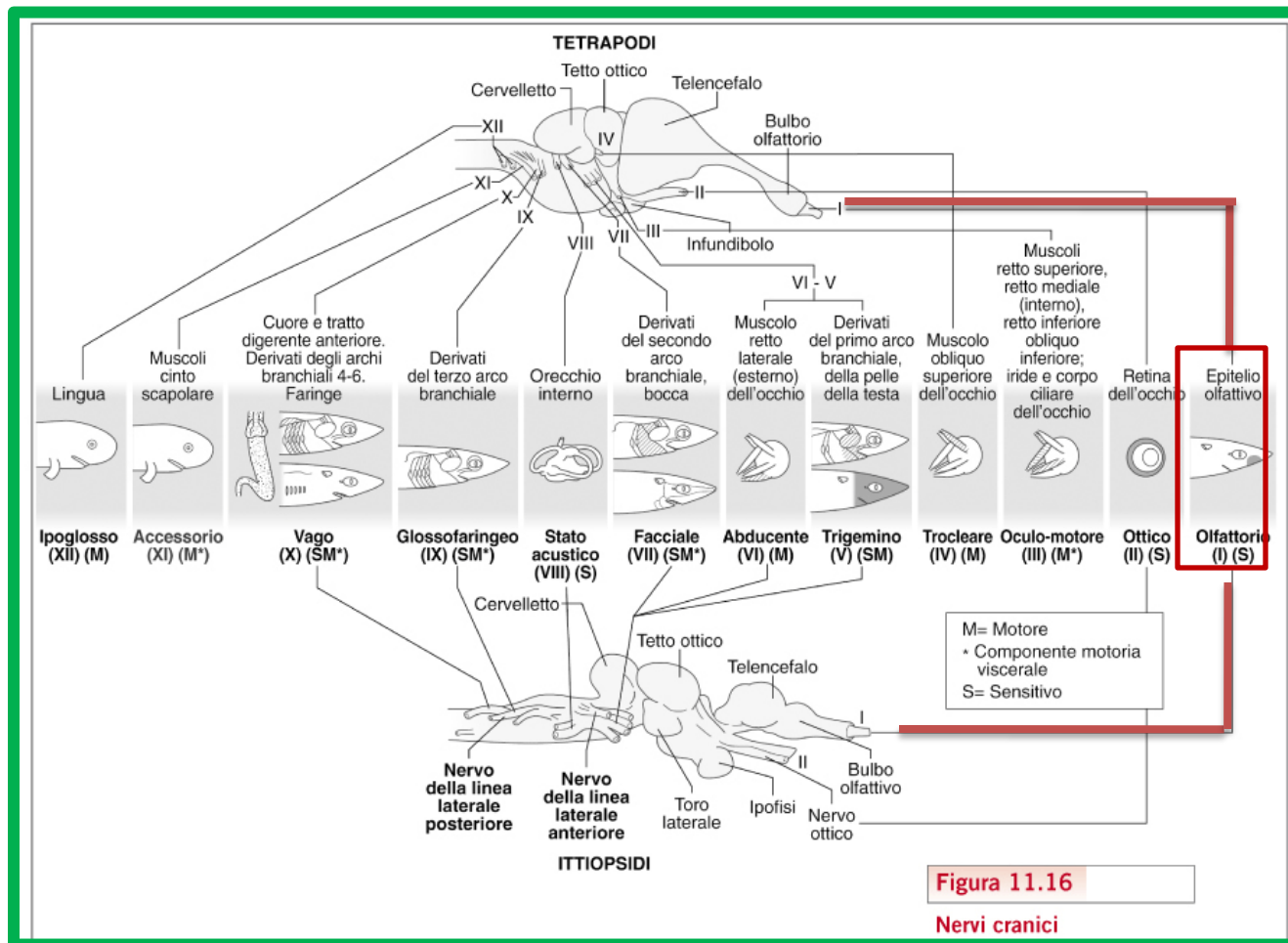
# Il sistema nervoso periferico

I **nervi cranici** originano o terminano a livello encefalico e possono essere sensitivi, motori o misti. Alcuni collegano organi di senso speciali (olfatto, vista, udito) con strutture encefaliche specifiche.



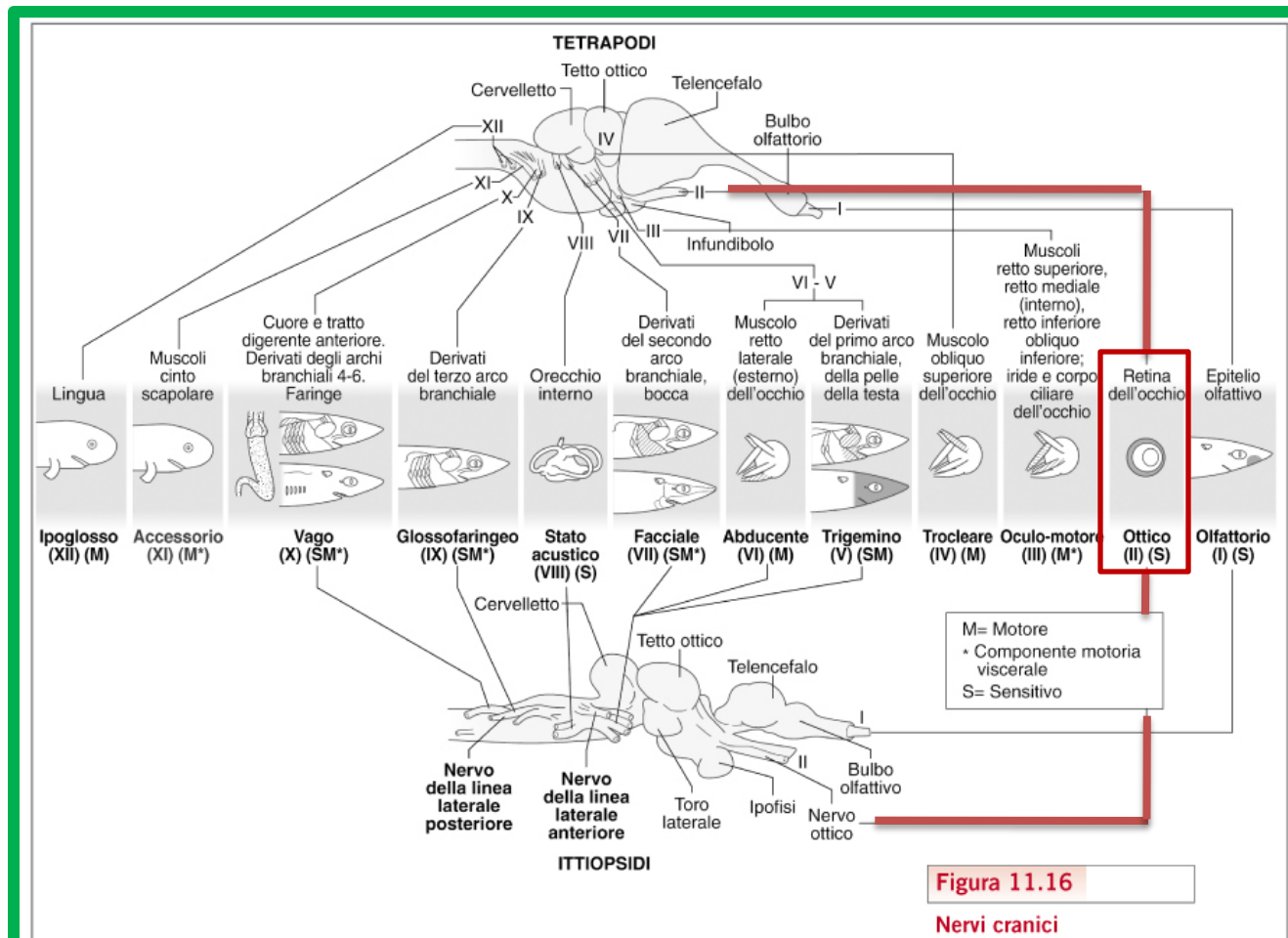
# Il sistema nervoso periferico

I – Il nervo olfattorio: è un nervo di sensibilità speciale che riceve stimoli dai chemorecettori della regione olfattoria che vengono trasferiti al bulbo olfattorio.



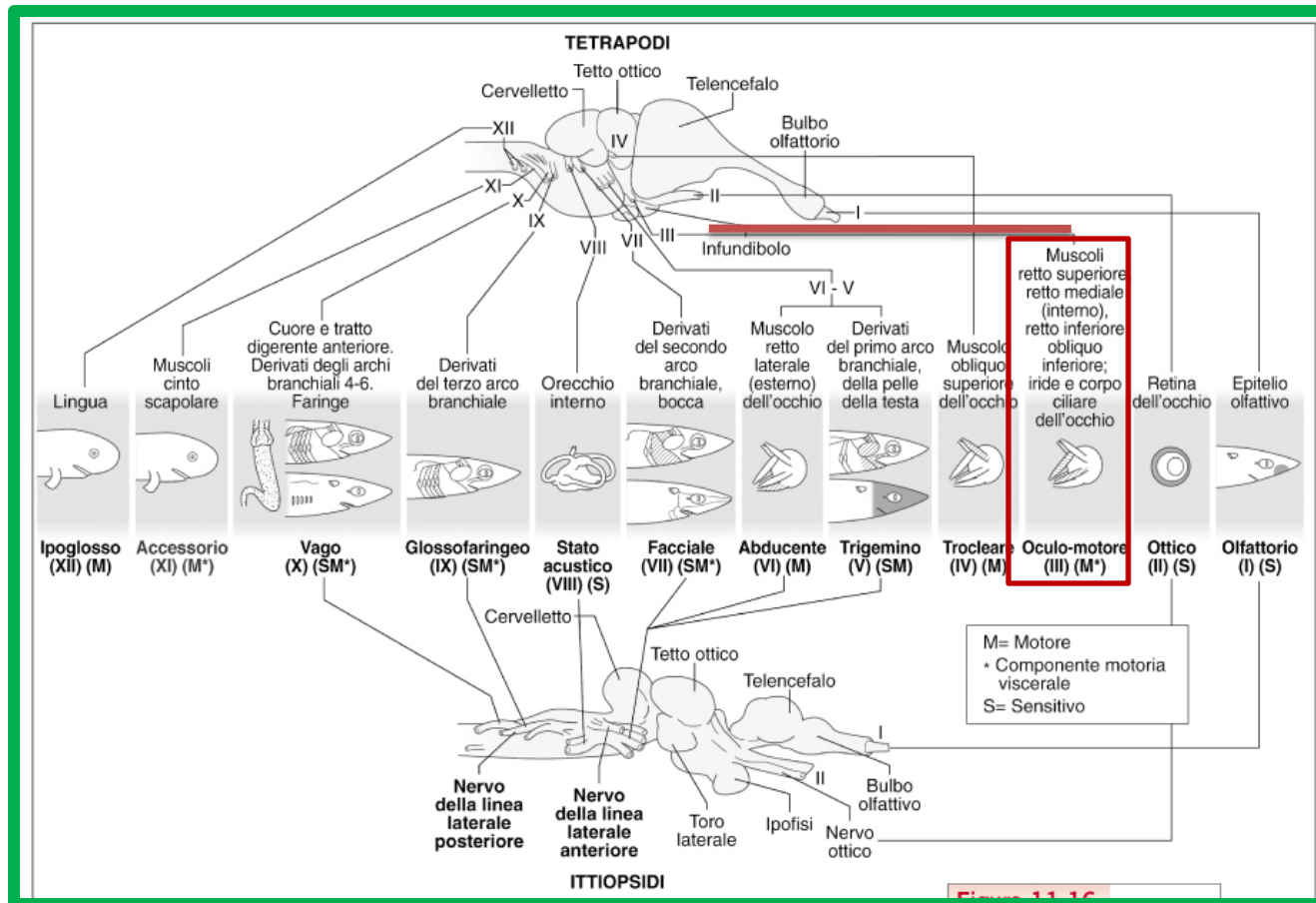
# Il sistema nervoso periferico

II- Il nervo ottico: è puramente sensitivo e trasmette impulsi ricevuti a livello della retina al tetto ottico, ai nuclei talamici, che proiettano alla corteccia, e al cervelletto. È impropriamente detto nervo visto che collega due porzioni del SNC.



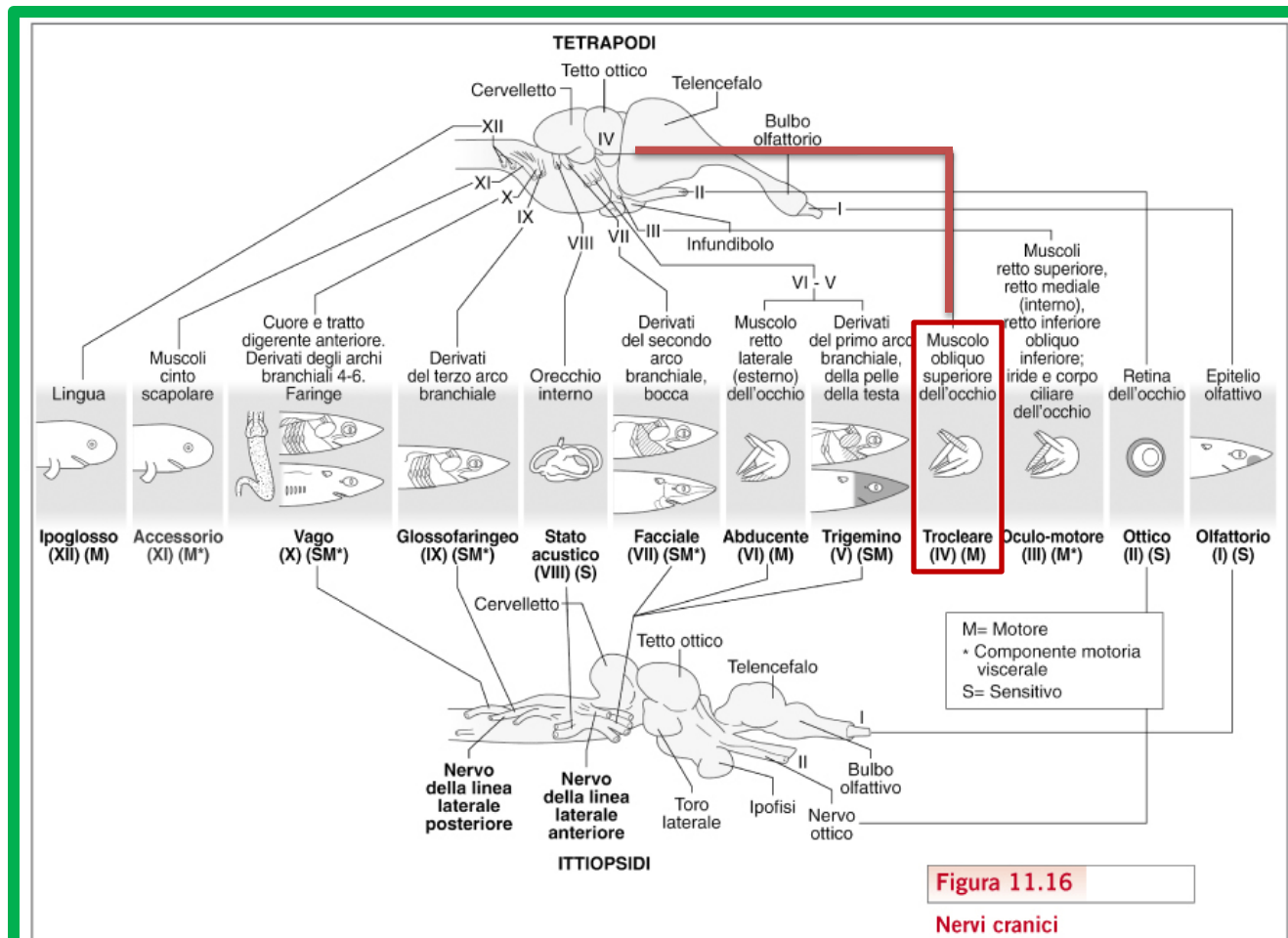
# Il sistema nervoso periferico

III- Il nervo oculomotore comune: un nervo motore che origina da nuclei localizzati dal tegmento mesencefalico. Con la sua componente somatomotoria innerva alcuni muscoli estrinseci dell'occhio e con la componente visceromotoria innerva i muscoli intrinseci dell'occhio (iridei e ciliari)



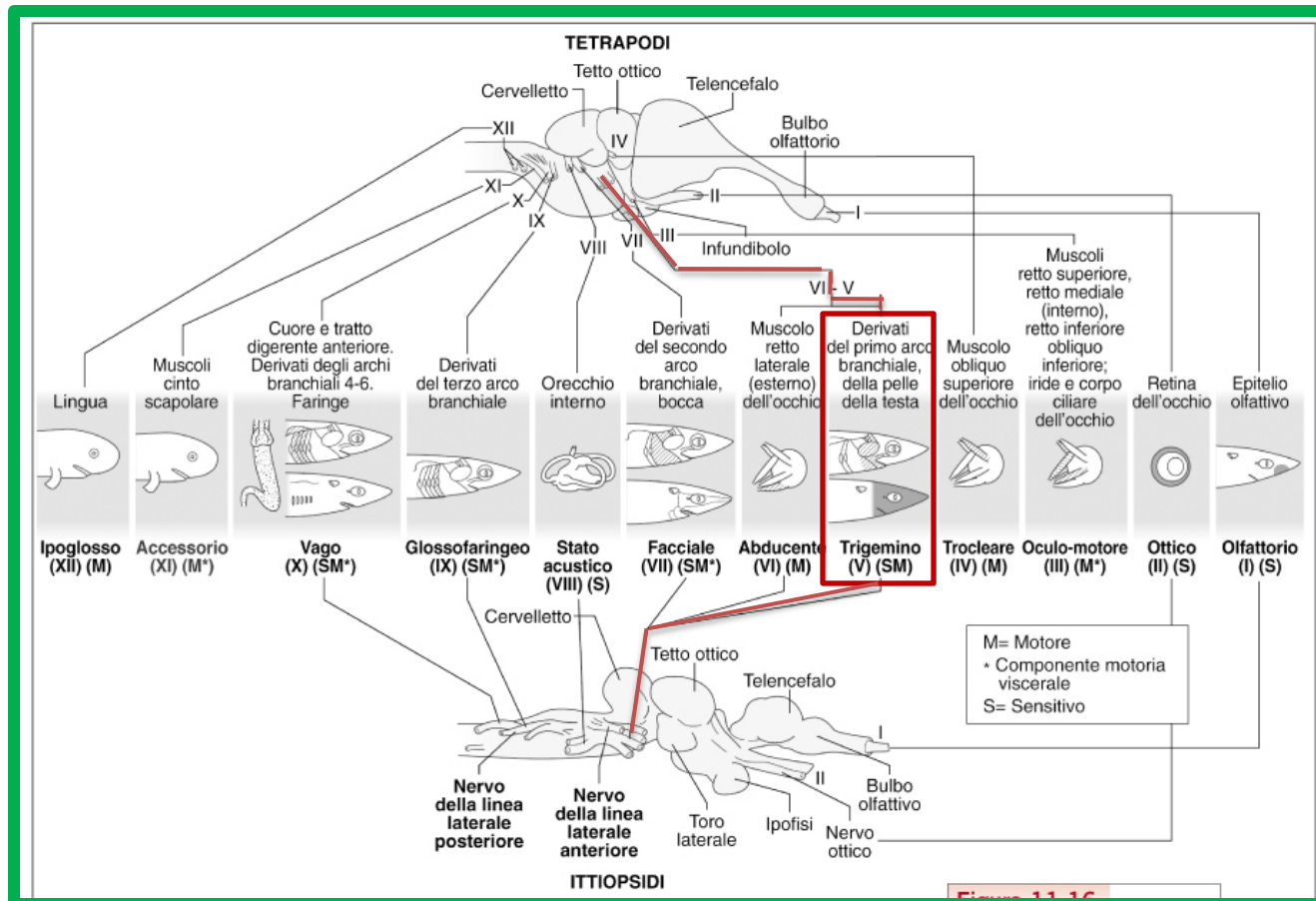
# Il sistema nervoso periferico

IV- **Nervo troclearare**: è puramente somatomotore, il suo nucleo di origine è localizzato nel tegmneto mesencefalico ed innerva un solo muscolo estrinseco dell'occhio, l'obliquo superiore.



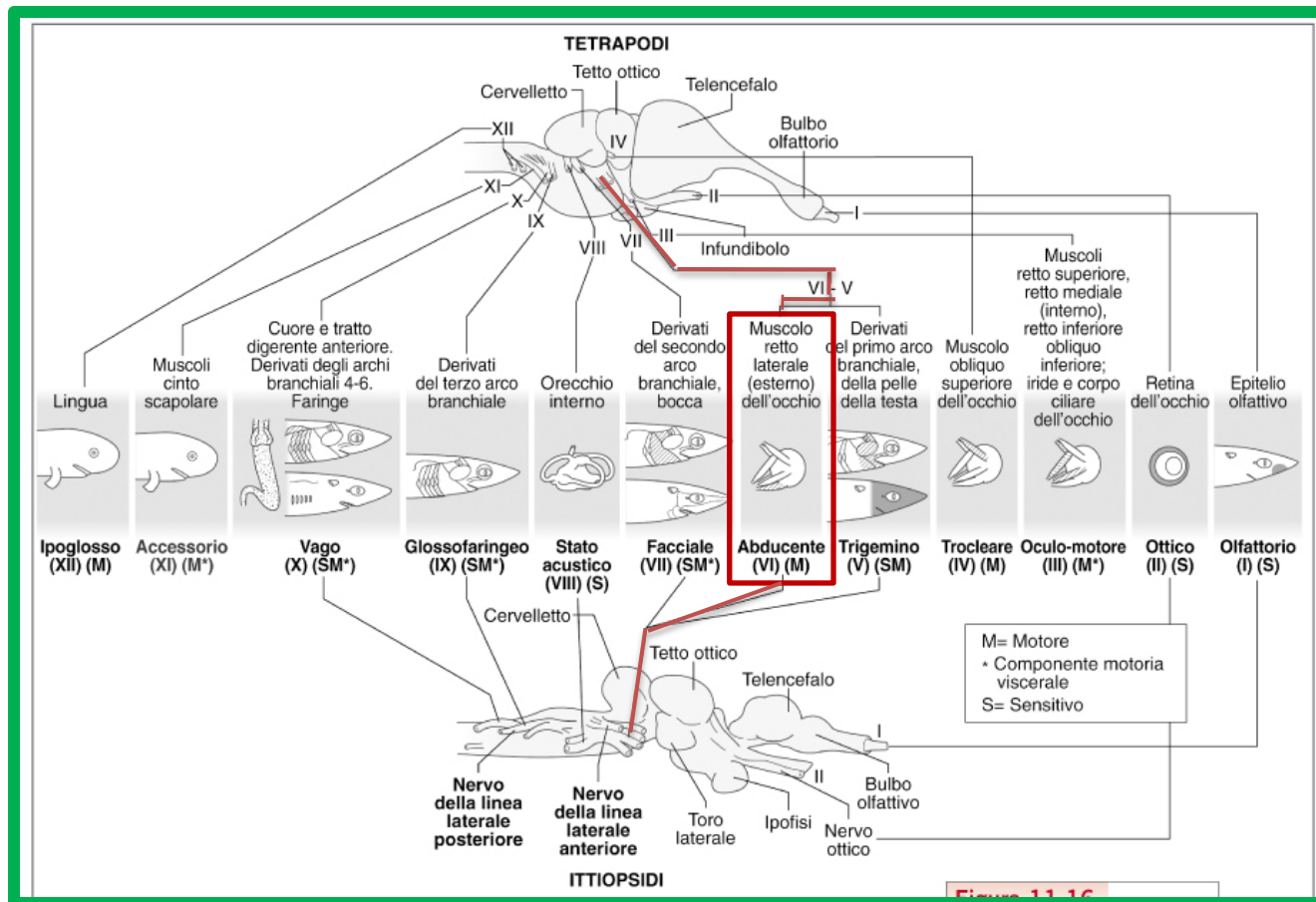
# Il sistema nervoso periferico

V- **Nervo trigemino**: è così denominato perché formato da tre grossi rami. Si tratta di un nervo misto con una importante componente **sensitiva** che raccoglie sensibilità generale della faccia dalle **regioni periorbitale, mascellare e mandibolare**. La componente **motoria** del nervo origina dal mesencefalo ed innerva i **muscoli masticatori** (muscoli del I arco branchiale).



# Il sistema nervoso periferico

VI- **Nervo abducente**: è unicamente somatomotore per il muscolo retto laterale del globo oculare.



# Il sistema nervoso periferico

VII- **Nervo facciale**: è un nervo misto. La sua **componente somatomotoria** innerva i muscoli del **II arco branchiale** (nei mammiferi i muscoli mimici), mentre una componente **visceromotoria** innerva nei tetrapodi le **ghiandole lacrimali** e alcune ghiandole **salivari**. Con la componente sensitiva riceve stimoli da bottoni gustativi della bocca e, nei pesci, dalla testa.

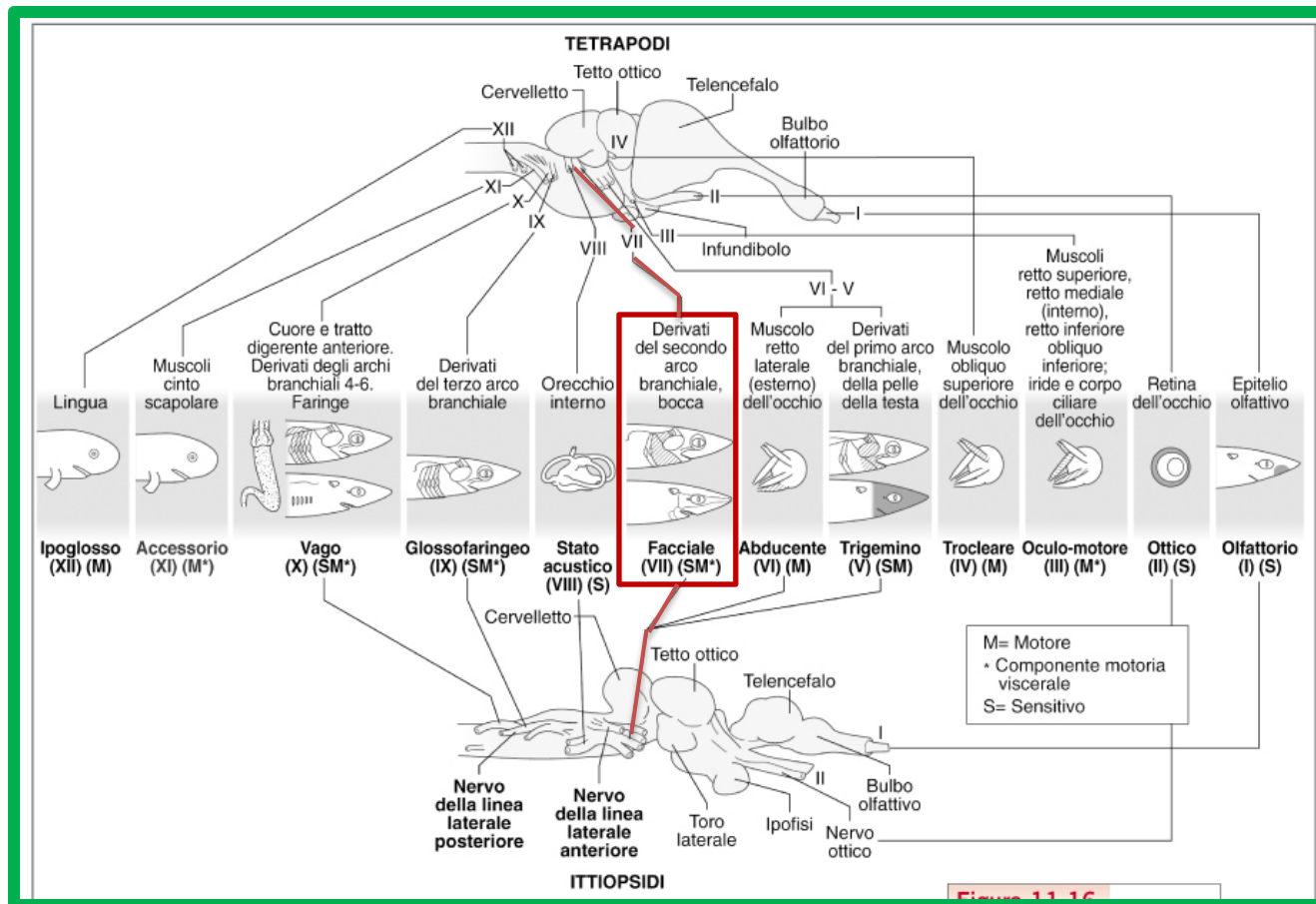
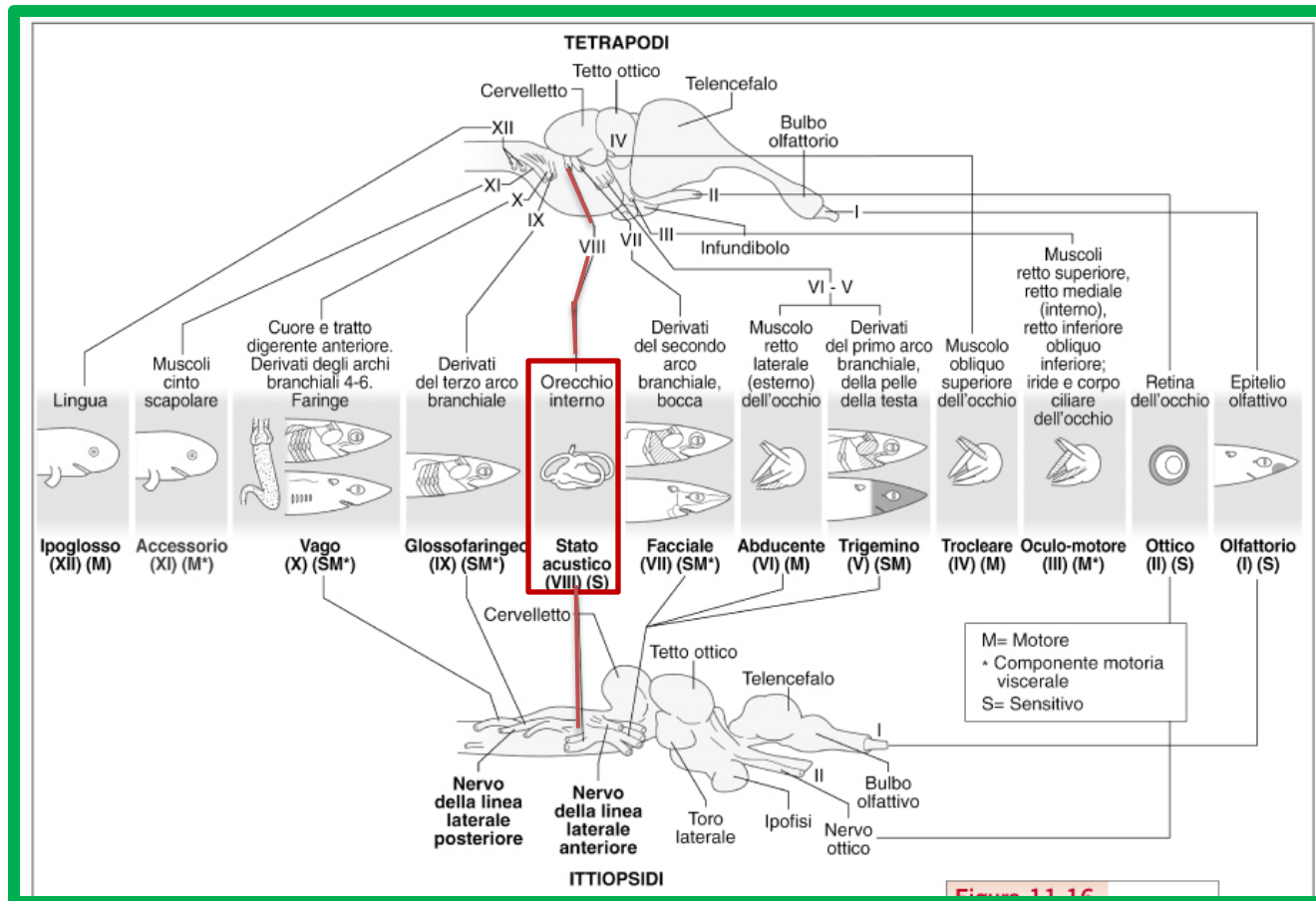


Figura 11.16



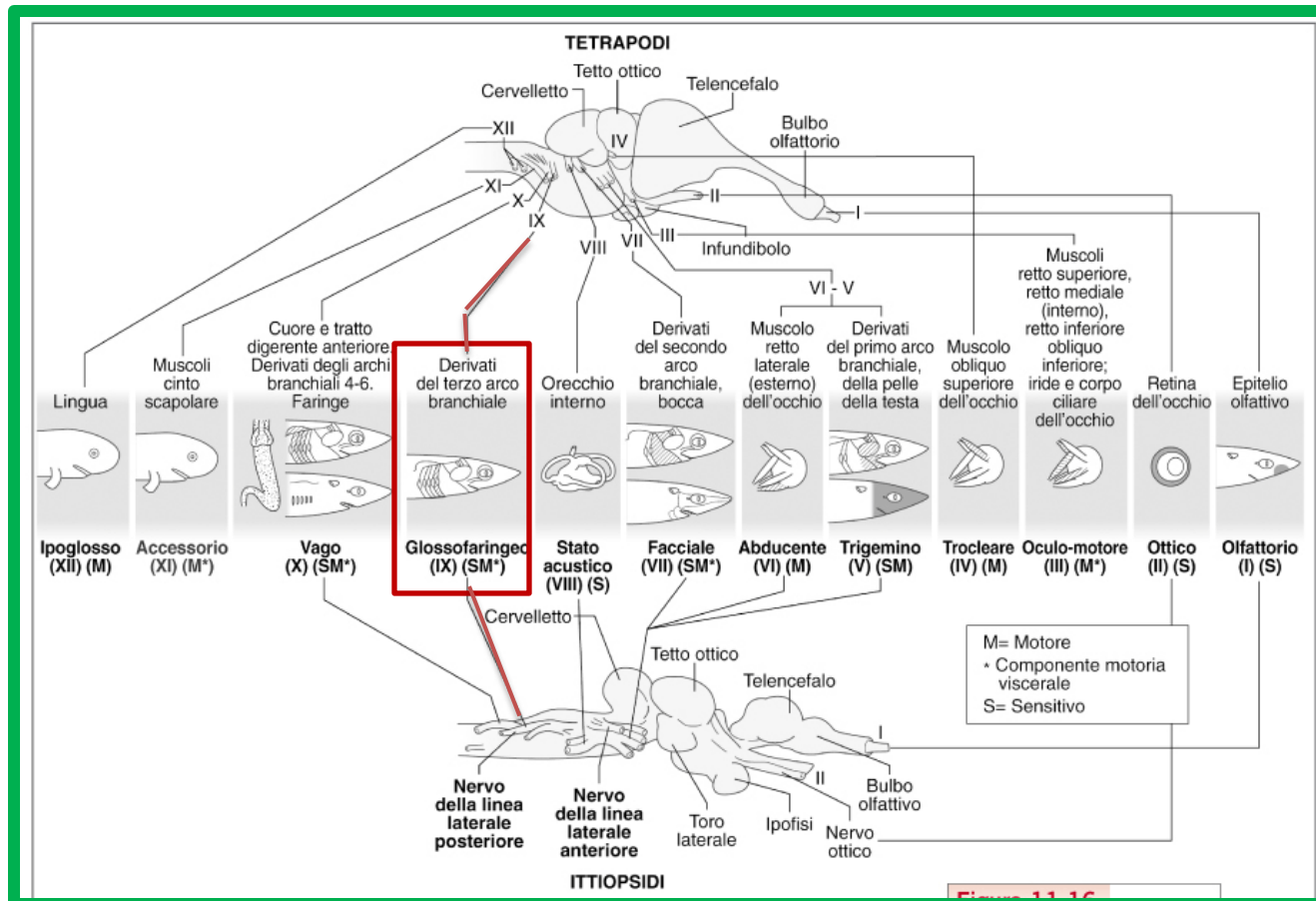
# Il sistema nervoso periferico

VIII- **Nervo statoacustico**: è puramente sensitivo e riceve stimoli vestibolari provenienti dall'orecchio interno e stimoli acustici provenienti dall'organo del Corti.



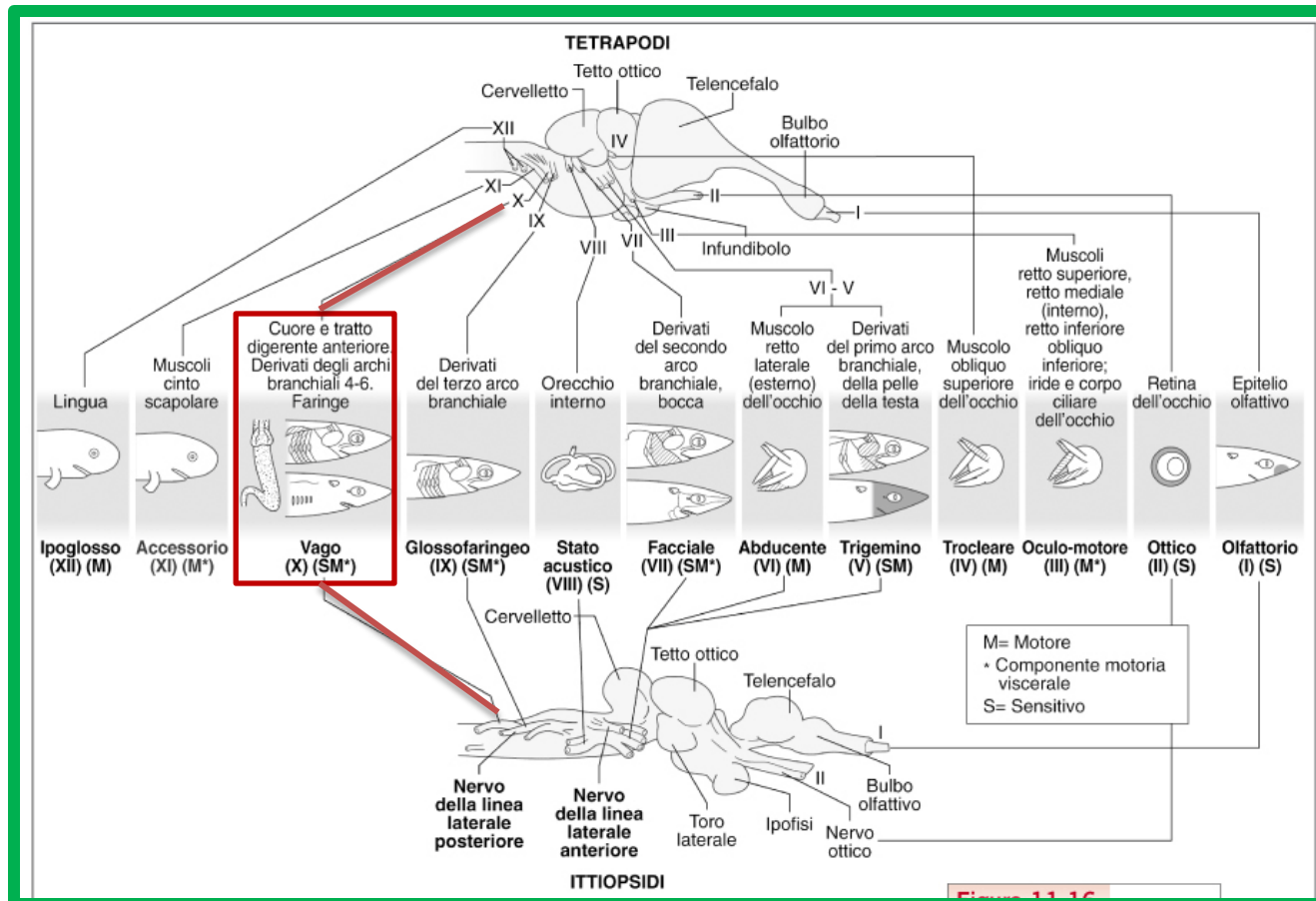
# Il sistema nervoso periferico

IX- **Nervo glossofaringeo**: è un nervo misto con una componente somatomotoria per la muscolatura derivata del III arco branchiale ed una componente visceromotoria, nei tetrapodi, per le ghiandole salivari. Ha anche una componente somatosensitiva per i bottoni gustativi.



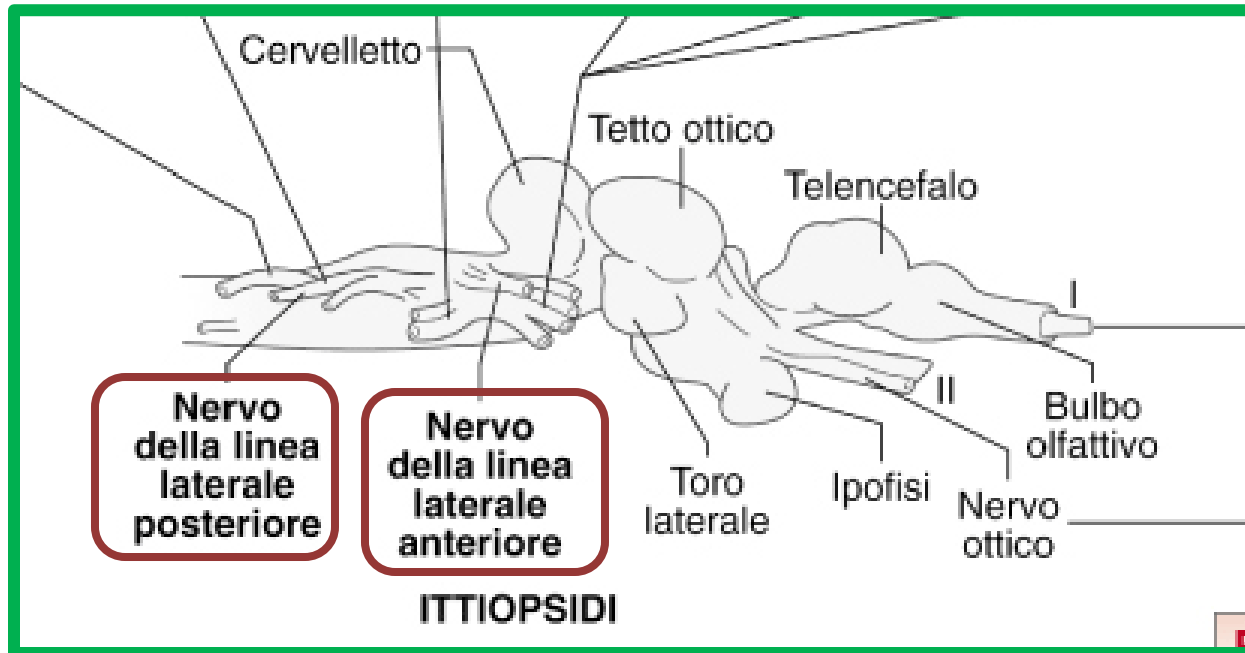
# Il sistema nervoso periferico

X- **Nervo vago**: è il più importante nervo cranico con componente visceromotoria in quanto innerva la maggior parte dei **visceri**: cuore, polmoni, tubo digerente, ghiandole, vasi. Una piccola componente somatomotoria innerva i muscoli striati del faringe e della laringe nei tetrapodi ed i muscoli degli archi branchiali posteriori al III negli ittiopsidi.



# Il sistema nervoso periferico

Oltre a questi nervi negli ittiopsidi si individuano anche i nervi della linea laterale, somatosensitivi, che ricevono stimoli da questo organo di senso.



# Il sistema nervoso periferico

Negli amnioti sono presenti altri due nervi cranici:

XI- **Nervo accessorio**: è un nervo somatomotore per alcuni muscoli del cinto scapolare.

XII – **Nervo ipoglosso**: è un nervo somatomotore che innerva la muscolatura della lingua e la muscolatura ioidea.

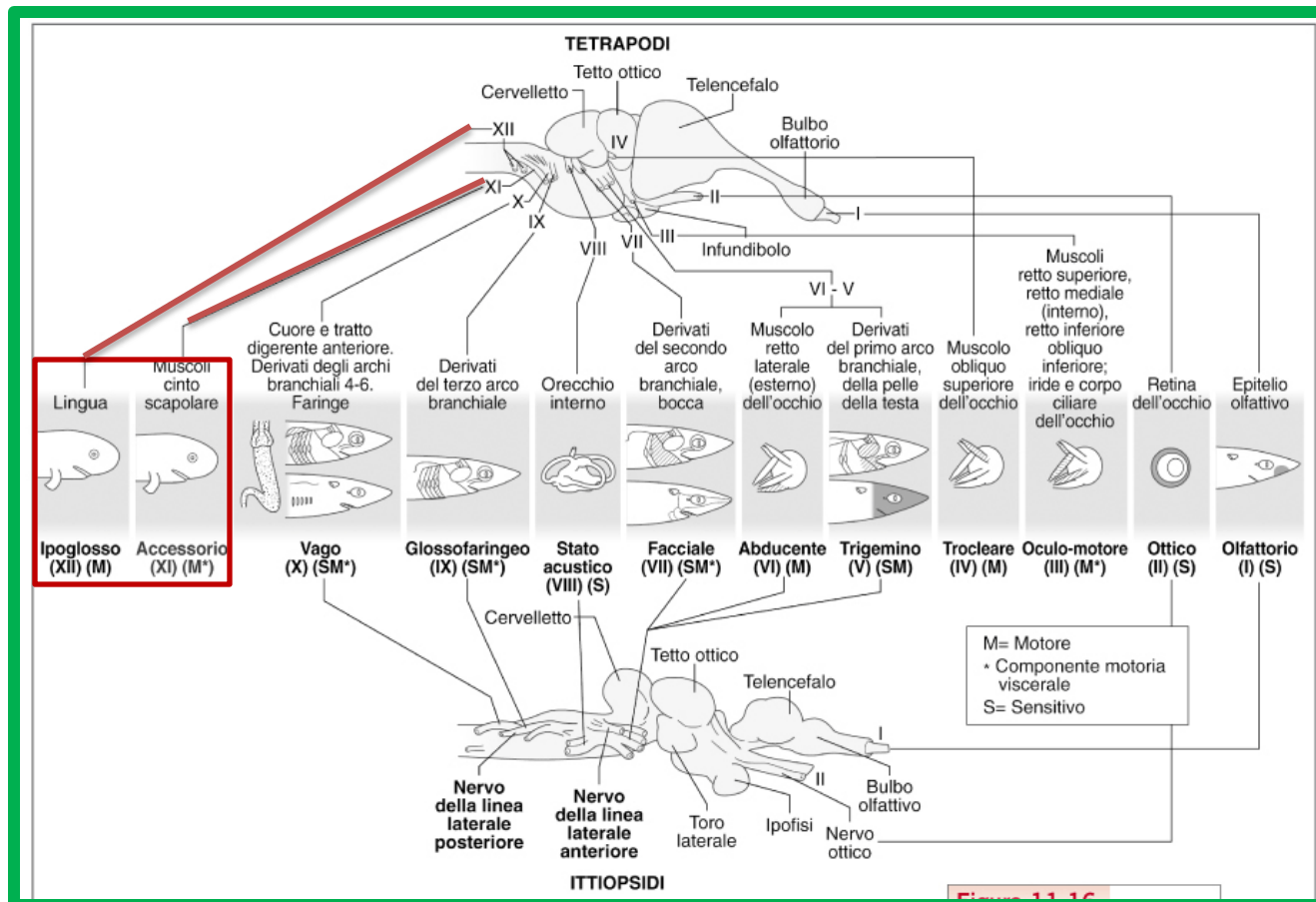
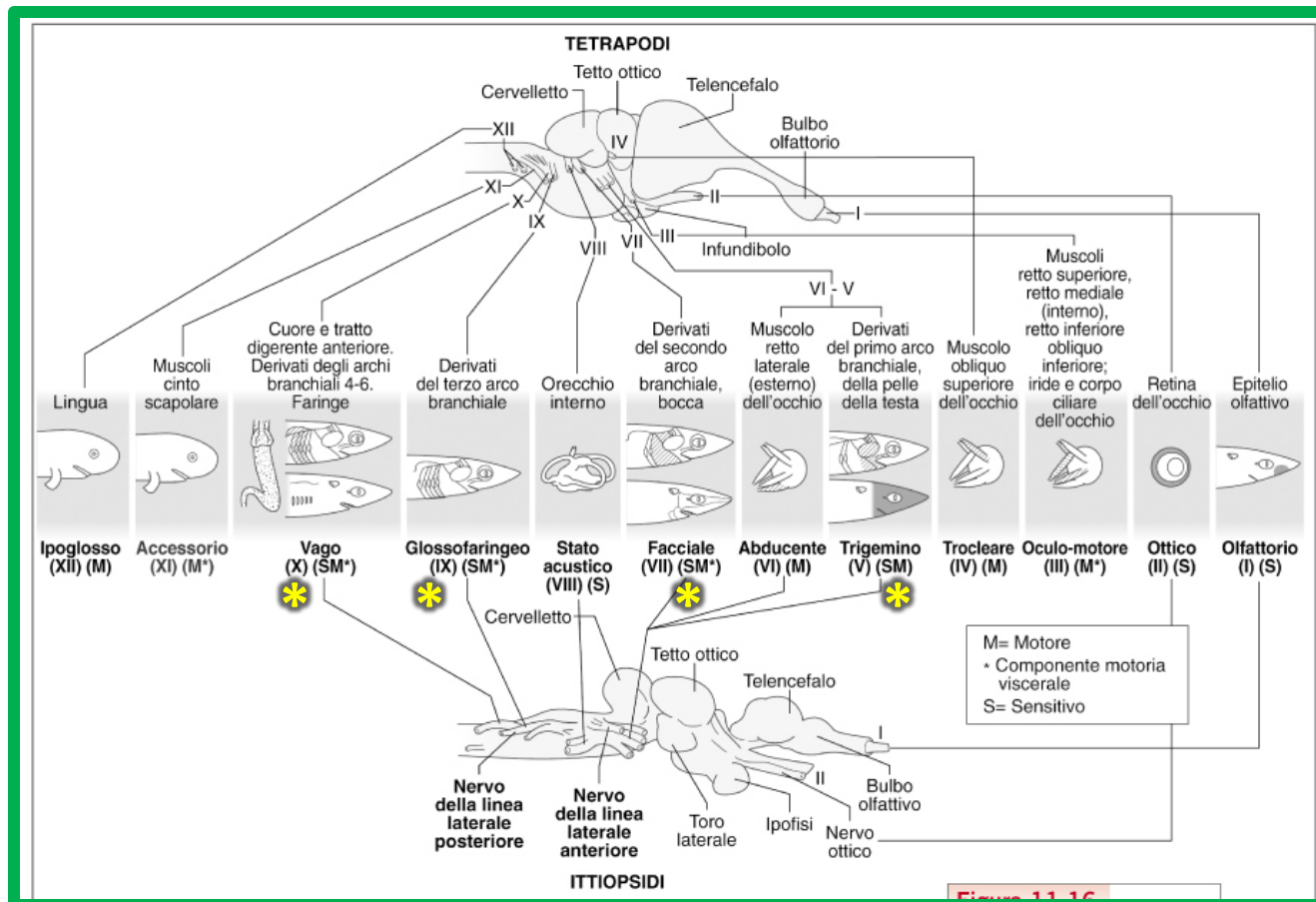


Figura 11.16

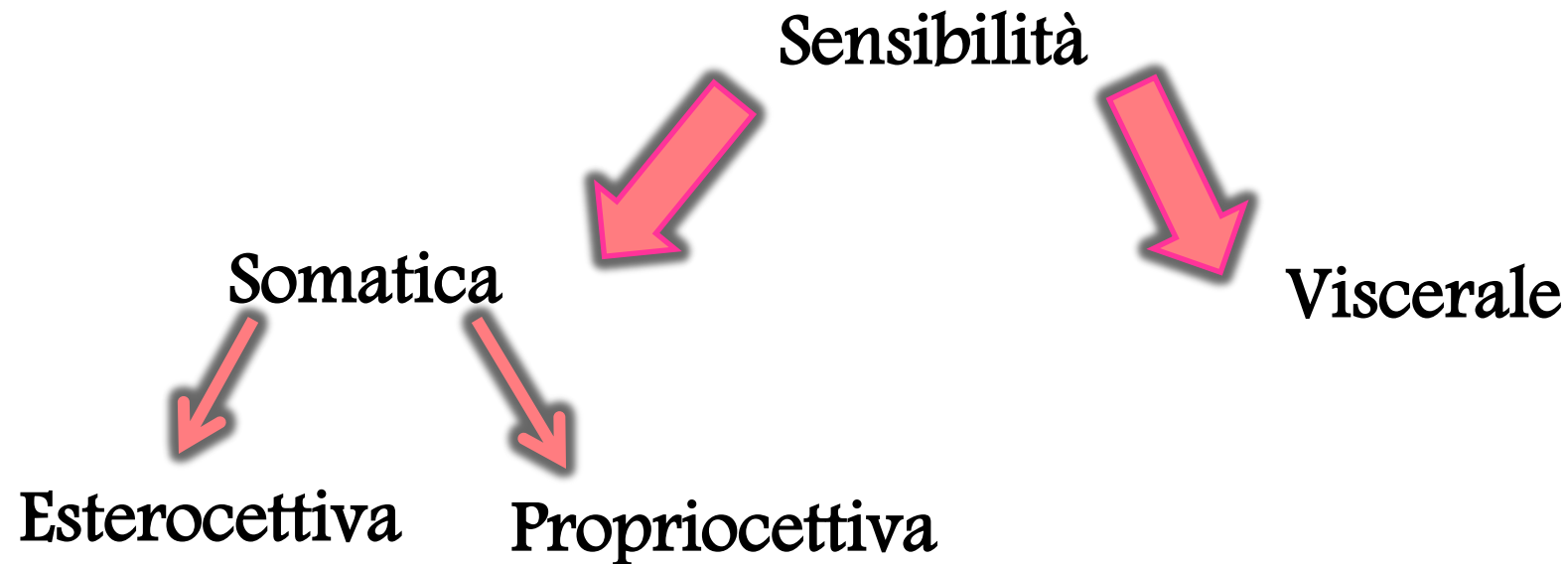
# Il sistema nervoso periferico

I nervi cranici V, VII, IX, X sono detti anche **branchiomeric** in quanto in tutti gli embrioni dei vertebrati innervano gli archi branchiali e negli adulti i loro derivati.



# La percezione dello stimolo

La percezione delle sensazioni permette all'animale di poter **elaborare** informazioni dall'ambiente esterno o da vari organi del proprio corpo. Recettori appropriati permettono di valutare stimoli specifici che vengono poi decodificati in informazioni utili per la sopravvivenza. La decodificazione dello stimolo permette all'animale di rispondere in modo adeguato alle diverse situazioni.



# La percezione dello stimolo

Sensibilità

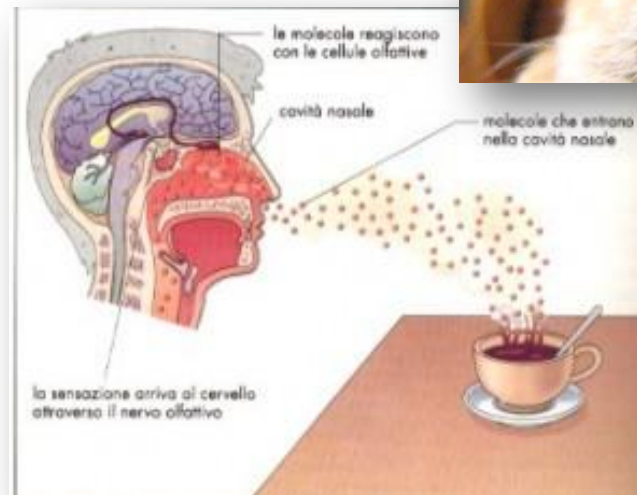
Somatica

Viscerale

Esterocettiva:

Propriocettiva

È data dalla percezione degli stimoli provenienti dall'ambiente esterno ed utilizza recettori sensoriali cutanei e organi sensoriali speciali: **epitelio olfattorio, bottoni gustativi, occhio, orecchio, organo della linea laterale**, organi per la percezione di radiazioni e campi elettrici.





# La percezione dello stimolo

Sensibilità

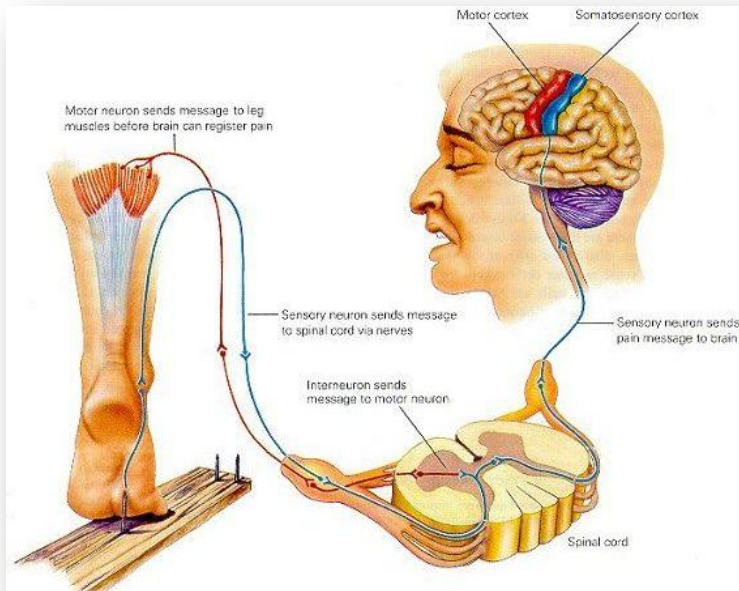
Somatica

Viscerale

Esterocettiva

Propriocettiva:

fornisce informazioni sullo stato di contrazione dei muscoli striati e della tensione dei tendini e la percezione reciproca delle varie parti del corpo.



# La percezione dello stimolo

Sensibilità

Somatica

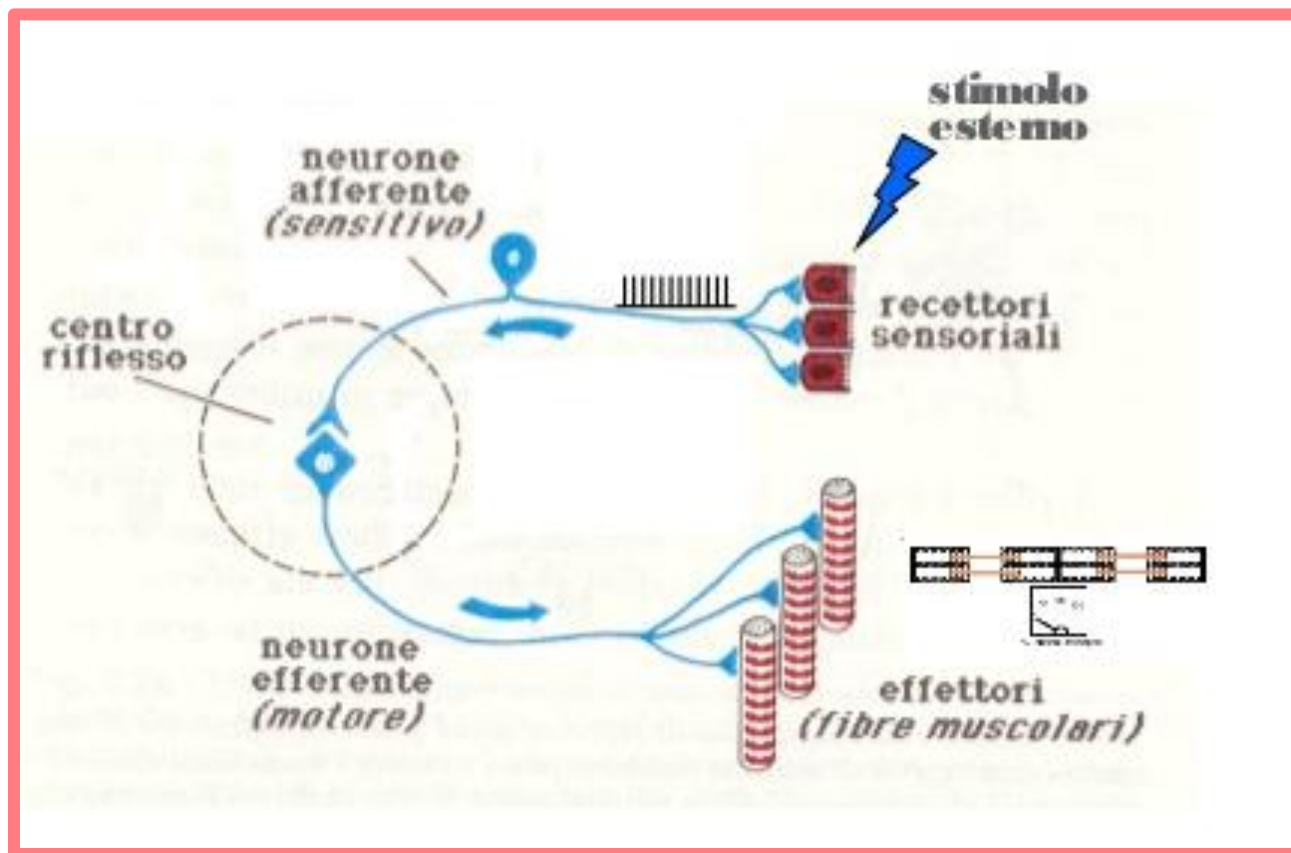
Esterocettiva

Propriocettiva.

Viscerale:  
o enterocettiva  
rileva  
informazioni dai  
visceri

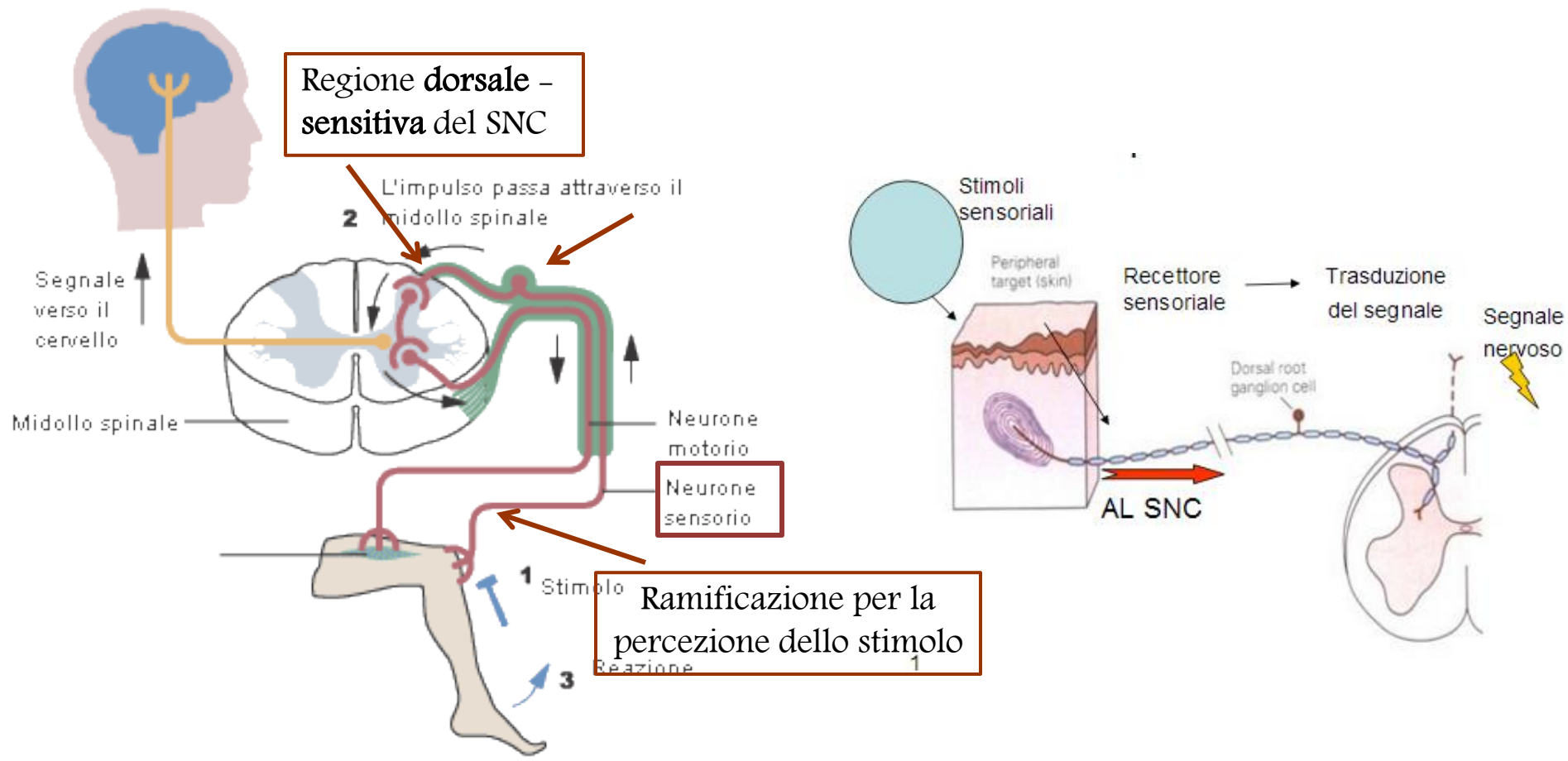
# I recettori

I recettori sensoriali sono cellule in grado di codificare gli stimoli specifici e di **tradurli in impulsi che possono arrivare al SNC**. La cellula che traduce lo stimolo in impulsi elettrici e li trasmette al SNC e detta **neurone sensitivo**.



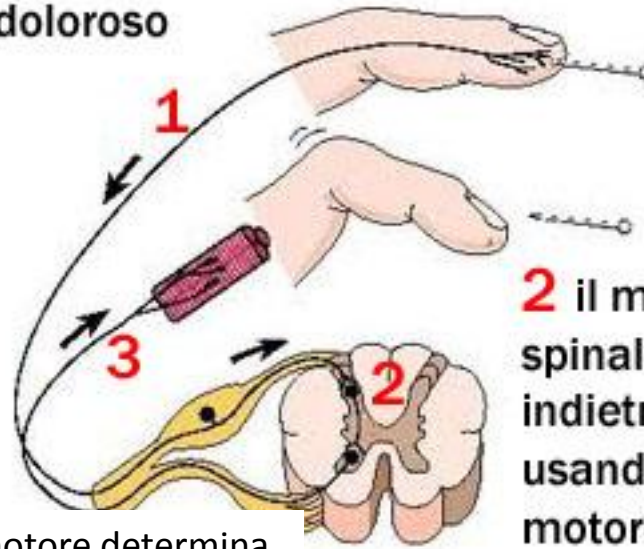
# I recettori

I neuroni sensitivi sono **cellule bipolari** con pirenoforo localizzato nei gangli sensitivi, **neurite** che si porta **nelle aree sensitive del SNC** e una ramificazione dendritica che raggiunge l'organo in cui deve essere percepito lo stimolo.



# I recettori

**1** il neurone sensoriale trasmette lo stimolo doloroso



**2** il midollo spinale "riflette" indietro l'impulso usando un neurone motore

**3** Il neurone motore determina lo spostamento del dito

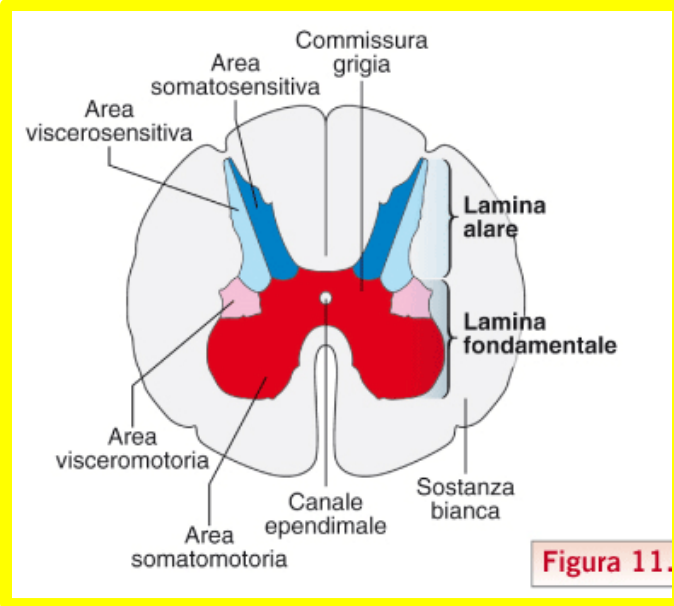
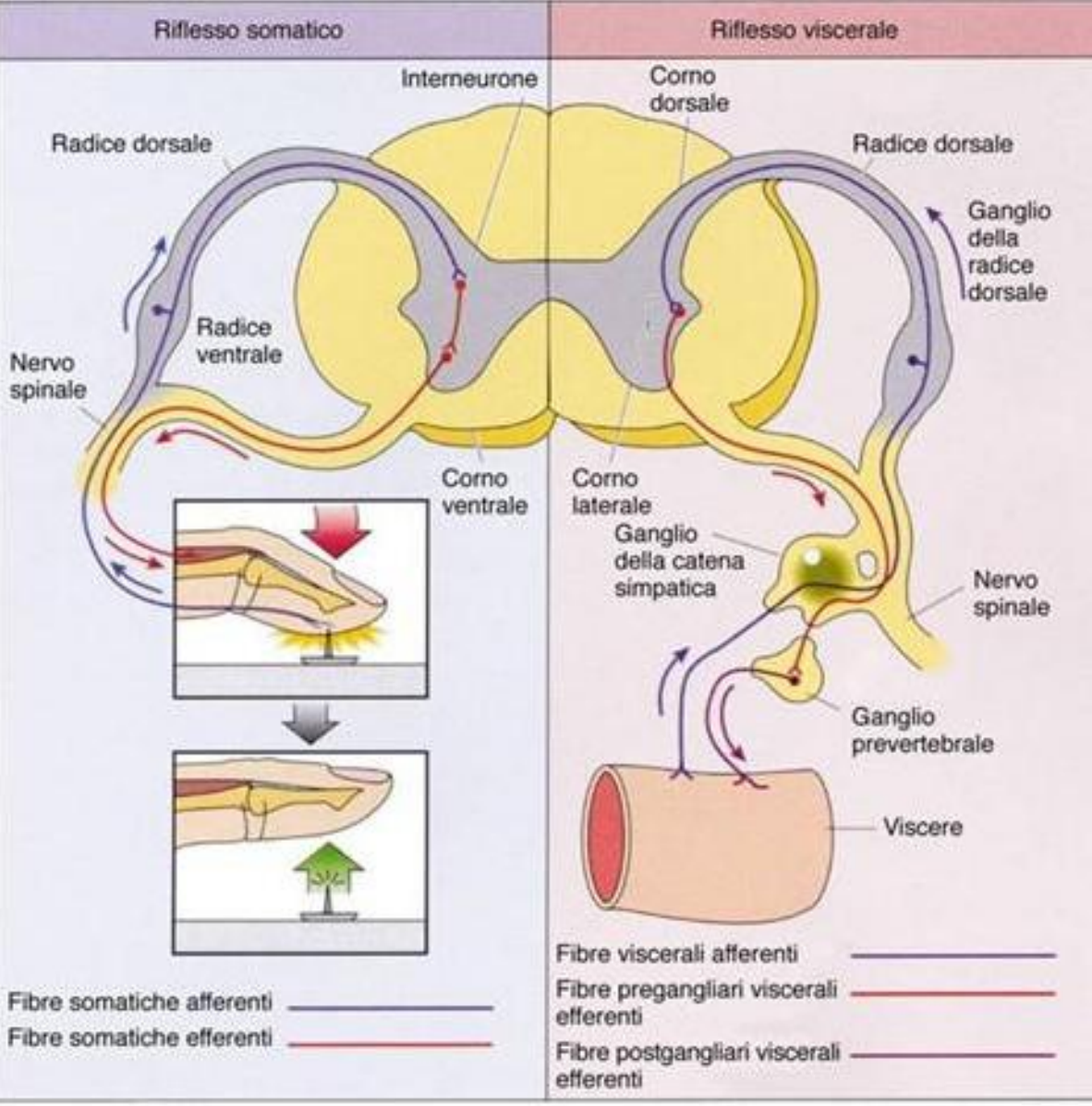
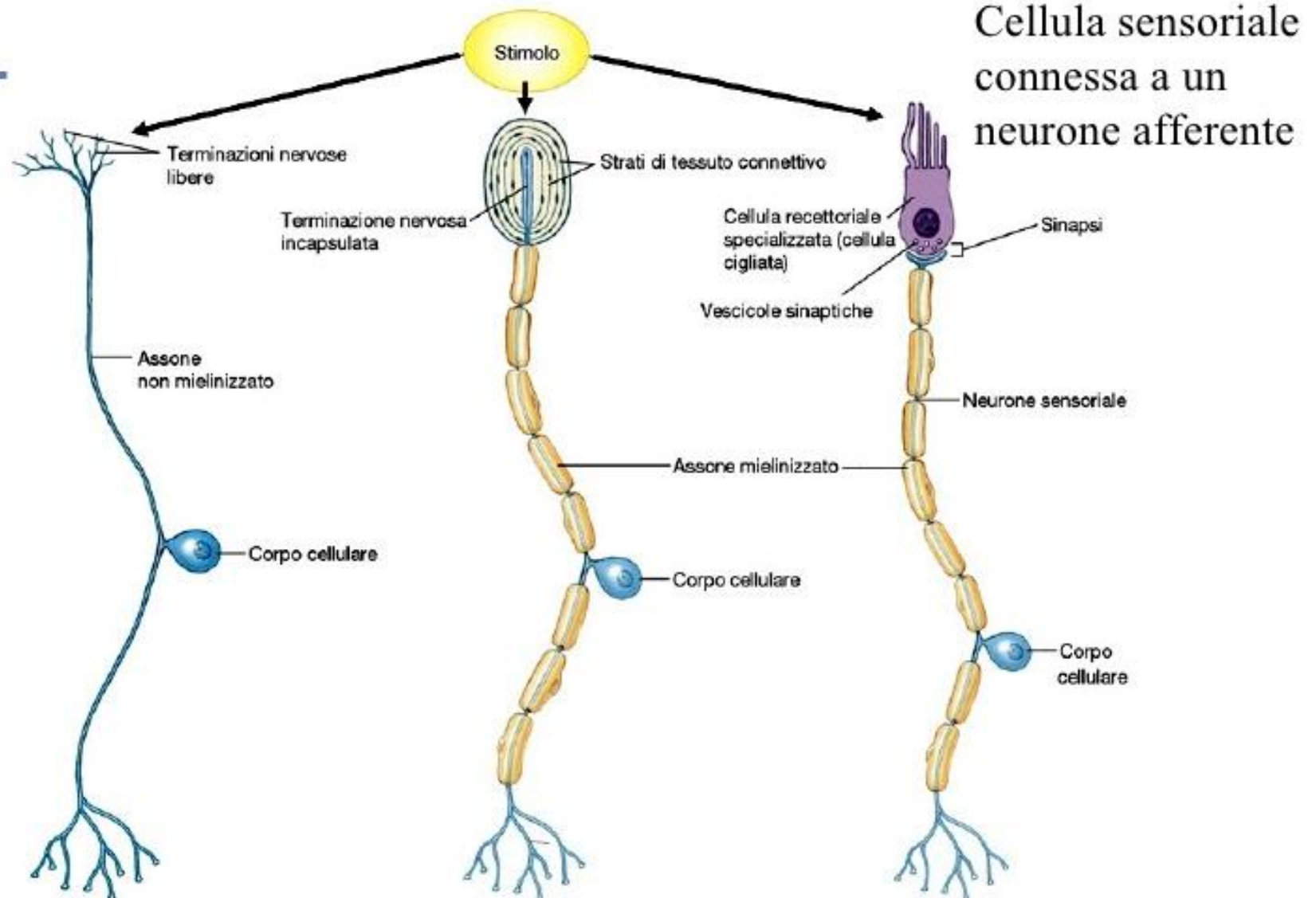


Figura 11.

# I recettori



Cellula sensoriale  
connessa a un  
neurone afferente

Terminazioni nervose  
libere

Terminazione nervosa  
incapsulata

Assone  
non mielinizzato

Corpo cellulare

Strati di tessuto connettivo

Cellula recettoriale  
specializzata (cellula  
cigliata)

Sinapsi

Vescicole sinaptiche

Neurone sensoriale

Assone mielinizzato

Corpo cellulare

Corpo  
cellulare

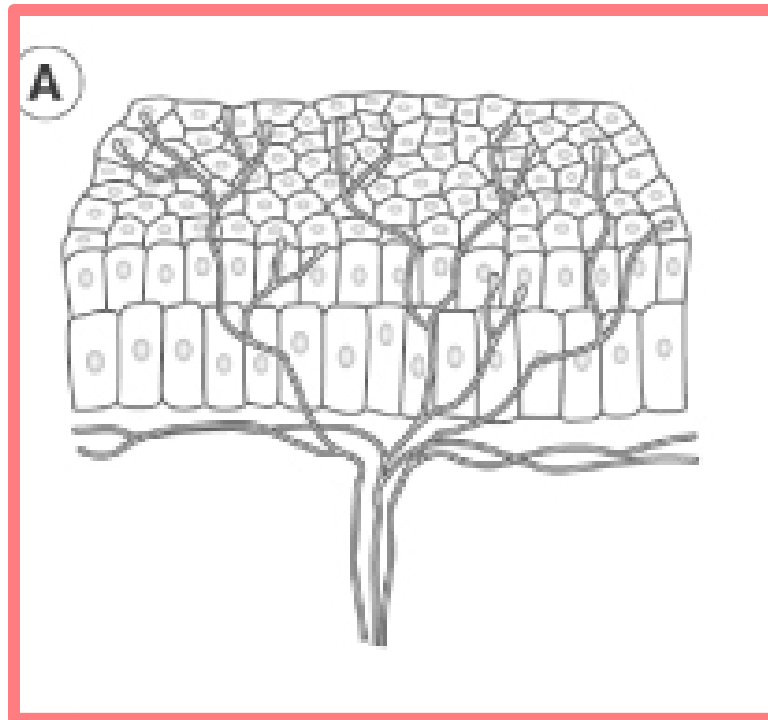
Terminazioni nervose libere

Terminazioni nervose  
incapsulate

Terminazioni nervose  
specializzate

# I recettori legati alla sensibilità somatica

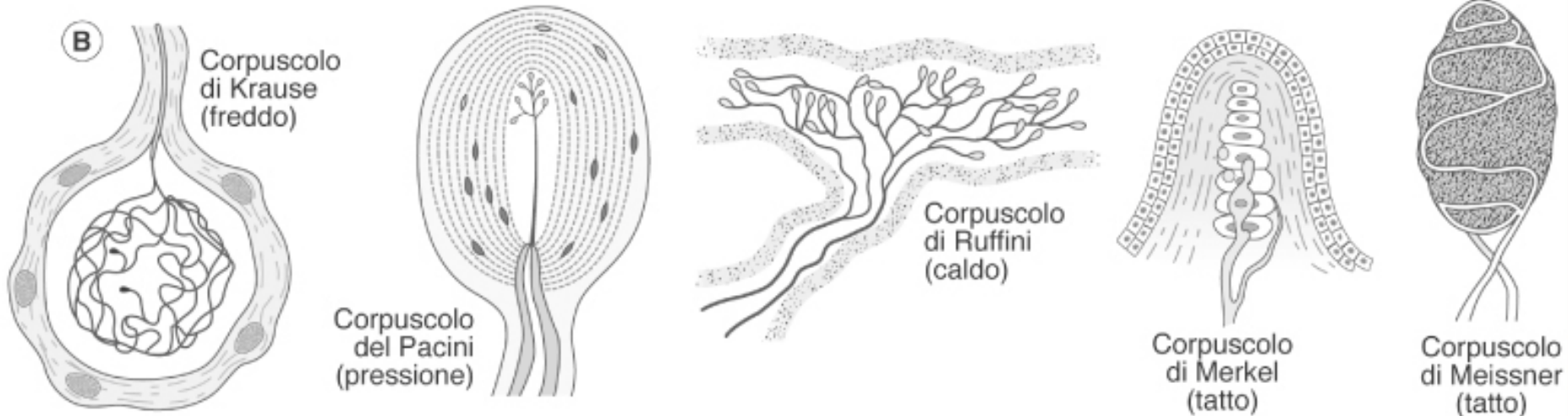
**Terminazioni sensoriali libere:** in genere i **dendriti** dei neuroni sensitivi **si ramificano** nell'organo da innervare. Si trovano nella cute, nel tubo digerente, nei visceri e nella parete della cavità corporea; nel caso della cute, sono particolarmente rappresentati **in zone con elevata sensibilità tattile e dolorifica.**





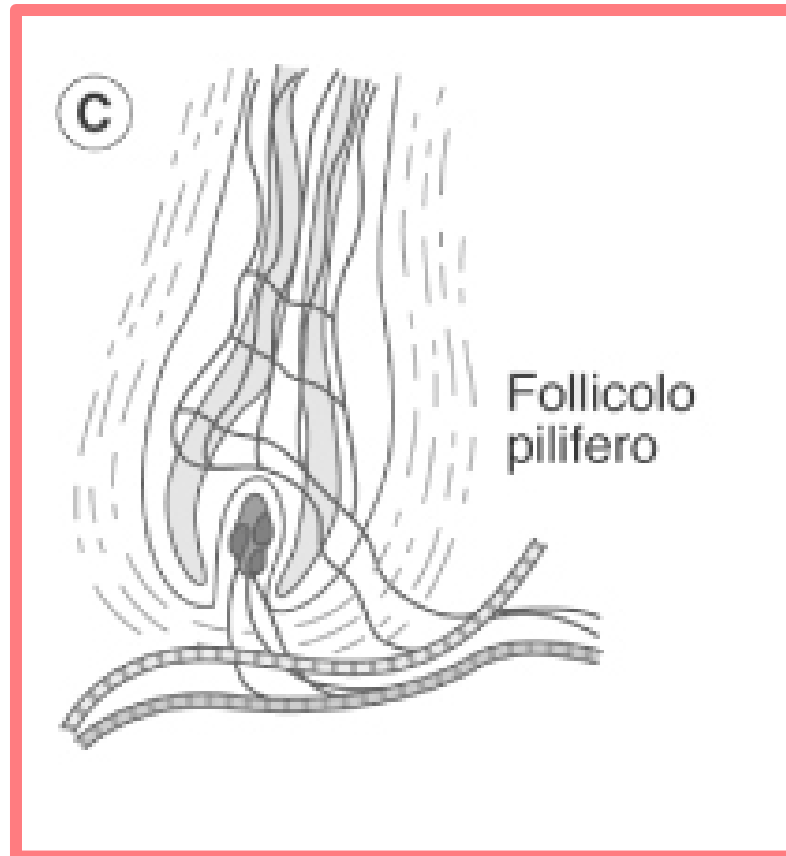
# I recettori legati alla sensibilità somatica

**Terminazioni incapsulate:** le estremità dendritiche sono accolte in **capsule** costituite, in genere, da strutture di natura **connettivale**. La capsula **accentua** lo stimolo e **facilita** la sua **traduzione** in impulso nervoso. Tipiche terminazioni incapsulate sono i **corpuscoli del Pacini**, pressocettori localizzati nella cute, nelle articolazioni e nei visceri, i corpuscoli di **Merkel** e di **Meissner** (tattili), di Krause e di **Ruffini** (termici)

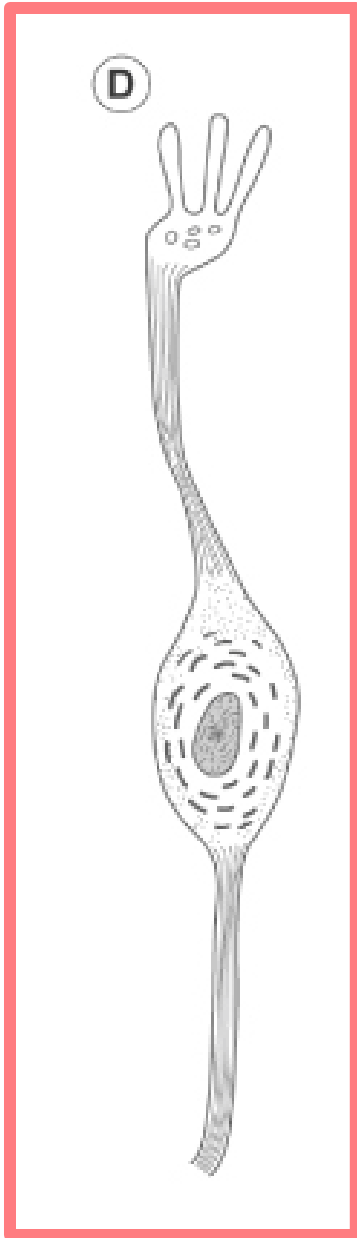


# I recettori legati alla sensibilità somatica

**Terminazioni associate:** sono connesse a strutture di organi specifici, come le **terminazioni associate ai follicoli piliferi** nei mammiferi e le terminazioni nervose deputate alla proprioccezione, associate a fibre muscolari o tendinee.

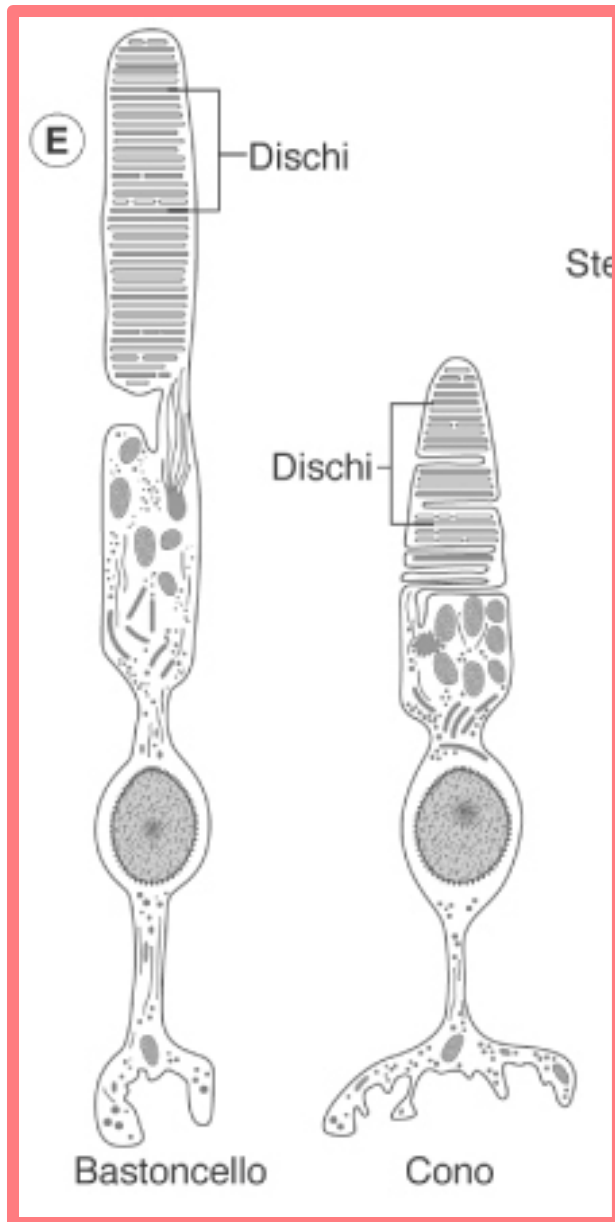


# I recettori legati alla sensibilità somatica



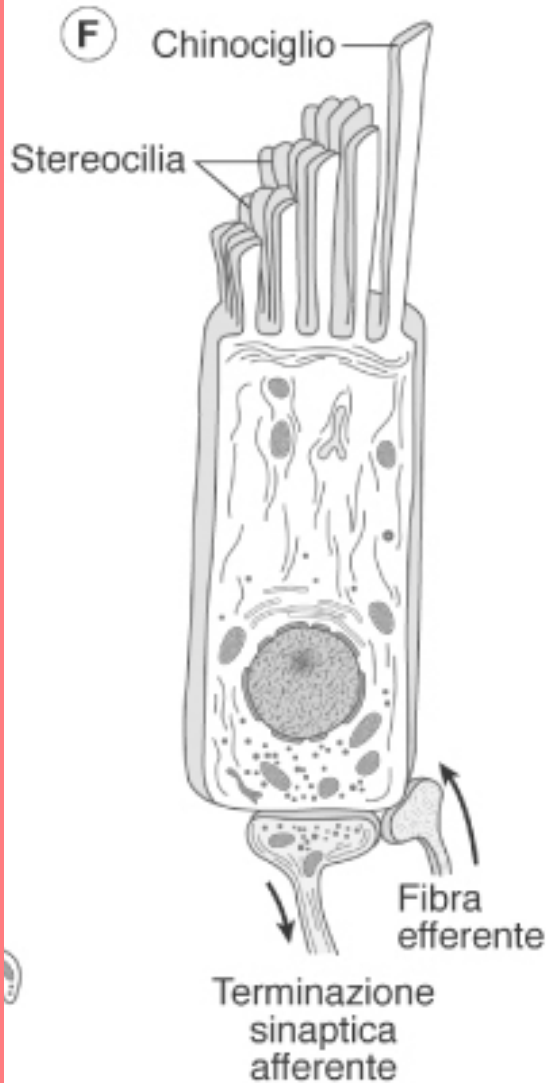
**Chemiocettori:** localizzati nelle mucose olfattorie e negli organi gustativi. Negli ittiopsidi si trovano talvolta **liberi nella superficie corporea**. I chemiocettori sono neuroni sensitivi bipolari caratterizzati da dendriti corti che si espandono a dare cilia superficiali immobili sulle quali sono espressi recettori in grado di percepire stimoli chimici specifici.

# I recettori legati alla sensibilità somatica



**Fotocettori:** sono neuroni bipolari modificati, il cui dendrite si espande in un **cilio atipico**, espanso in una struttura a dischi impilati nei quali sono accumulati **pigmenti fotosensibili**. A seconda della struttura di questa parte della cellula si distinguono due tipi di fotorecettori: coni e bastoncelli.

# I recettori legati alla sensibilità somatica



**Meccanocettori:** percepiscono lo stimolo e lo trasferiscono con un meccanismo simile ad una sinapsi ai dendriti di neuroni sensitivi bipolari. Si tratta di **cellule alte**, caratterizzate all'apice dalla presenza di un lungo cilio (**chinociglio**) e di un gruppo di **stereocilia**. Lo stimolo è dato quando le stereocilia si **inclinano** rispetto alla posizione del chinociglio, che serve da riferimento per la posizione basale.