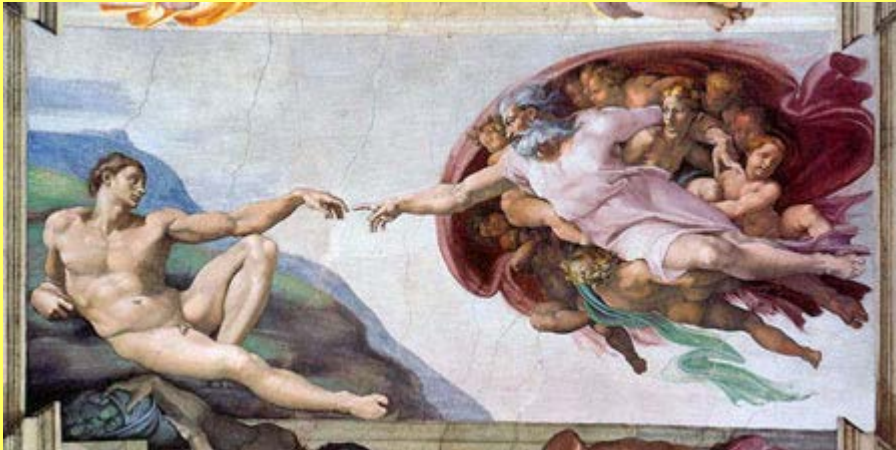


# Lezione 3

# SISTEMA NERVOSO



Schema della sezione  
sagittale di un cervello  
umano



Schema del Dio  
della Cappella Sistina

Affreschi della Cappella Sistina 1508-12, Michelangelo

Egizi → Cuore

Etruschi → Fegato

## lo scarabeo del cuore degli Egizi



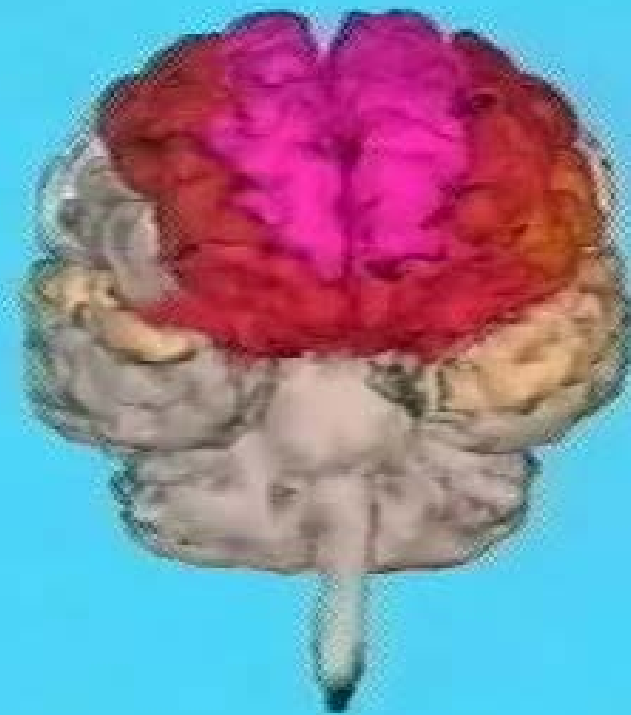
## Fegato etrusco

usato dai sacerdoti aruspici per le divinazioni.

Sedici regioni marginali che rappresentano la ripartizione della volta celeste, e 24 regioni interne







Brain fly through

**Il sistema nervoso è costituito da un insieme di strutture preposte a:**

- Raccogliere gli stimoli esterni ed interni
- Memorizzare i dati della sensibilità
- Governare le attività muscolari (volontarie e non )
- Regolare le funzioni vegetative
- Sviluppare le attività psichiche

Insieme al **Sistema Endocrino**, il Sistema Nervoso controlla e regola le attività di altri sistemi

I due sistemi hanno entrambi un **meccanismo di comunicazione chimica** con tessuti e organi bersaglio e spesso agiscono in modo complementare

**Sistema Nervoso** → risposta rapida, ma di breve durata

**Sistema Endocrino** → risposta lenta, ma più duratura

Il Sistema Endocrino:

- regola l'attività metabolica di altri sistemi in funzione della disponibilità e della richiesta energetica;
- coordina processi di lungo periodo come la crescita e lo sviluppo



Il Sistema nervoso è suddivisibile in due parti:

## **SIST. NERVOSO CENTRALE (SNC)**

- Encefalo + Midollo spinale

Responsabile di processamento, integrazione e coordinamento delle informazioni sensitive e degli stimoli motori; Sede delle funzioni superiori (memoria, intelligenza, apprendimento, emozioni)

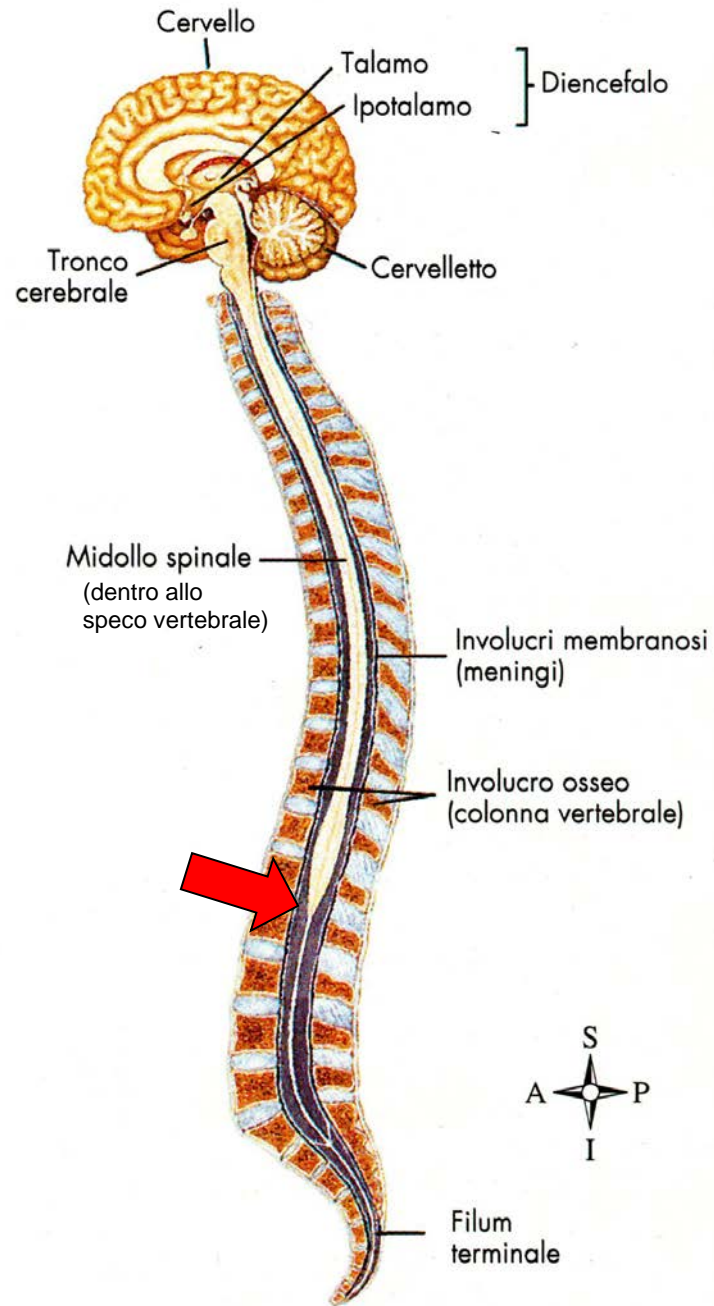
## **SIST. NERVOSO PERIFERICO (SNP):**

- Nervi cranici (12 paia) +
- Nervi spinali (31 paia) +
- Nervi periferici +
- Gangli sensitivi e vegetativi +
- Recettori sensoriali (organi senso) +
- Effettori

Trasporta informazioni sensitive verso il SNC e comandi motori verso tessuti e organi periferici (**bidirezionale**)

# SNC

Encefalo e  
midollo  
costituiscono il  
neurasse  
(o nevrasse)



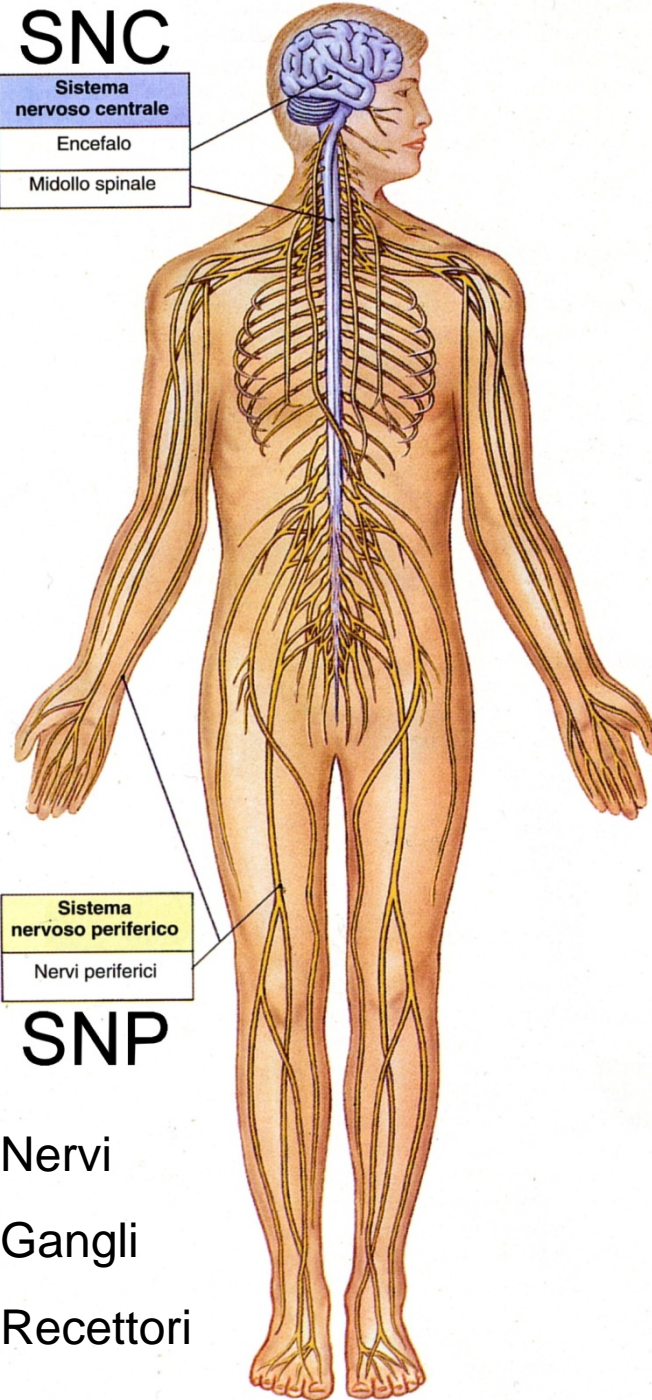
A anteriore  
P posteriore  
S superiore  
I inferiore

FIGURA 12-1 Il sistema nervoso centrale.



# SNC

Sistema nervoso centrale
Encefalo
Midollo spinale



Sistema nervoso periferico
Nervi periferici

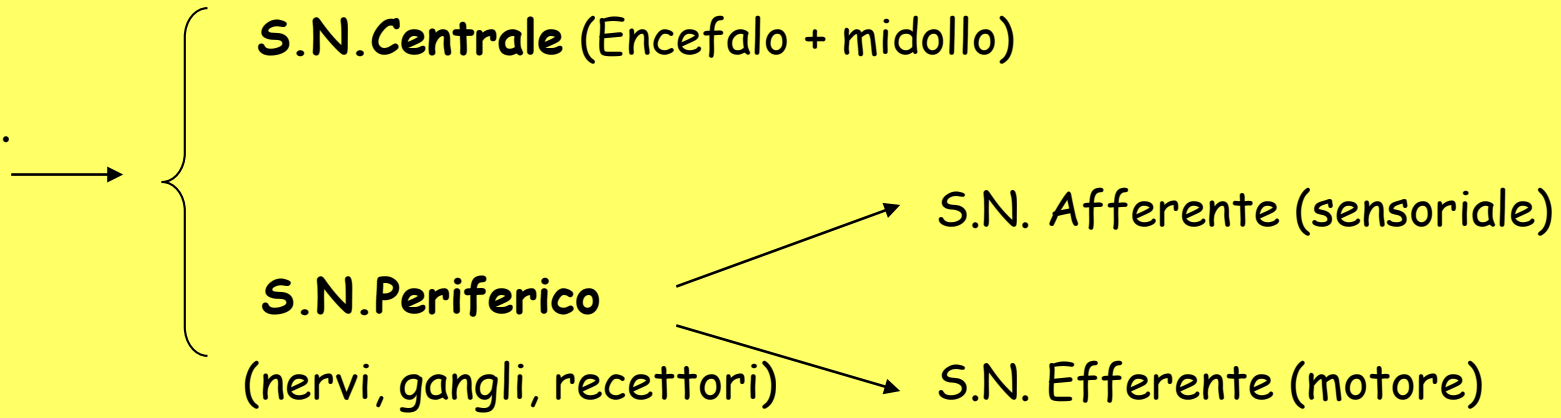
# SNP

Nervi

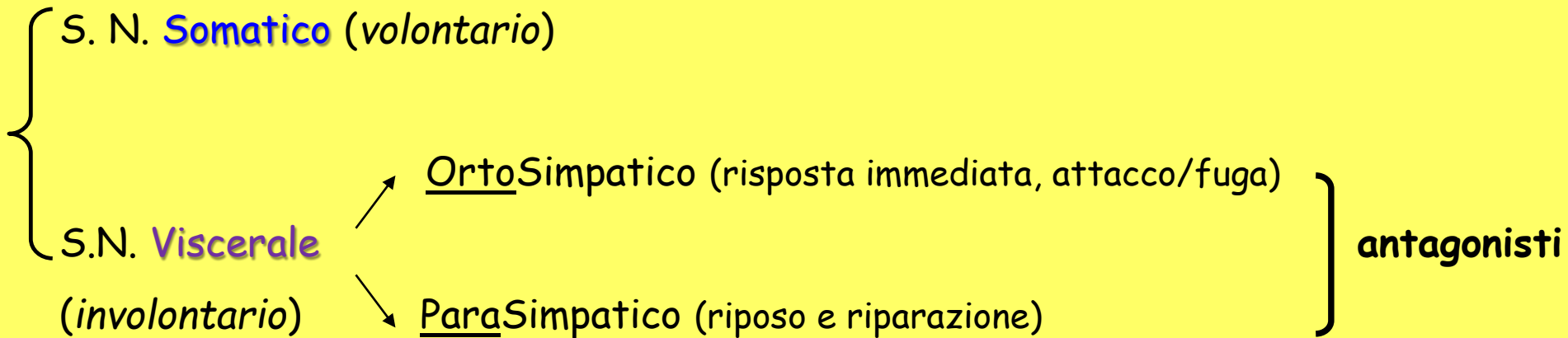
Gangli

Recettori

**Classificaz.  
Funzionale  
S.N.**



**Il S. N. Periferico si può suddividere in:**



# STRUTTURA DEL SISTEMA NERVOSO

Sistema nervoso: insieme di organi preposti a un complesso gruppo di attività coordinate.

E' diviso in parti che collaborano strettamente:

1- un **SISTEMA NERVOSO CENTRALE**: costituito dall'encefalo e dal midollo spinale. Esso elabora gli stimoli, li memorizza e produce una risposta.

2- un **SIST. NERVOSO PERIFERICO SOMATICO**: \* fibre nervose afferenti sensitive (*propriocettive o cinestesiche*) che inviano informaz. sensitive al sistema nervoso centrale e \* più numerose fibre nervose efferenti motorie che innervano i muscoli scheletrici (*bidirezionale*)

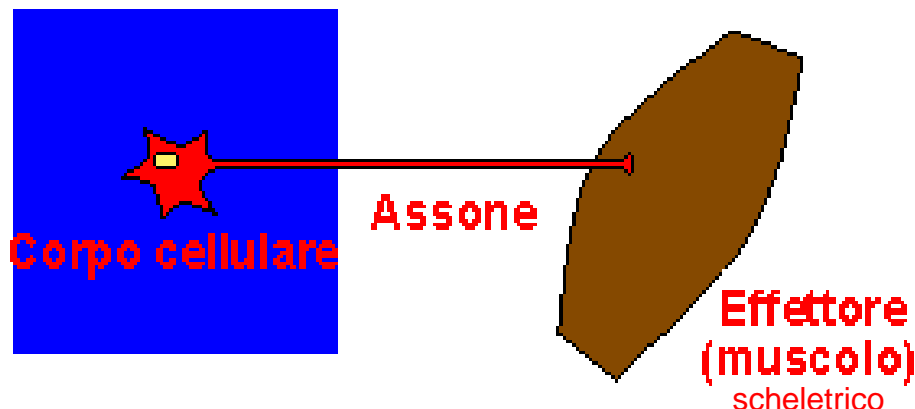
3- un **SIST. NERVOSO PERIFERICO VISCERALE** (o *Vegetativo o Autonomo*): insieme di centri nervosi, gangli, nervi e recettori collegati al sistema nervoso centrale, che elaborano gli stimoli nervosi involontari da e per la muscolatura liscia e le ghiandole [Orto-, Para- e Meta-simpatico]

- un **Sistema di Recettori**: registrano le variazioni ambientali (interne ed esterne al corpo), le trasformano in stimoli nervosi. Permette l'interazione con l'ambiente esterno e consente la percezione di sé.

# 1- Il Sistema Nervoso Periferico Somatico

- **Fibre nervose motorie efferenti** che partono dal SNC e innervano gli effettori (muscoli scheletrici).

Sistema Nervoso Centrale:  
Encefalo + Midollo Spinale



*La figura sopra mostra l'organizzazione del Sistema Motorio Somatico. Il corpo cellulare si trova nell'encefalo o nel midollo spinale e proietta un assone direttamente ad un muscolo scheletrico.*

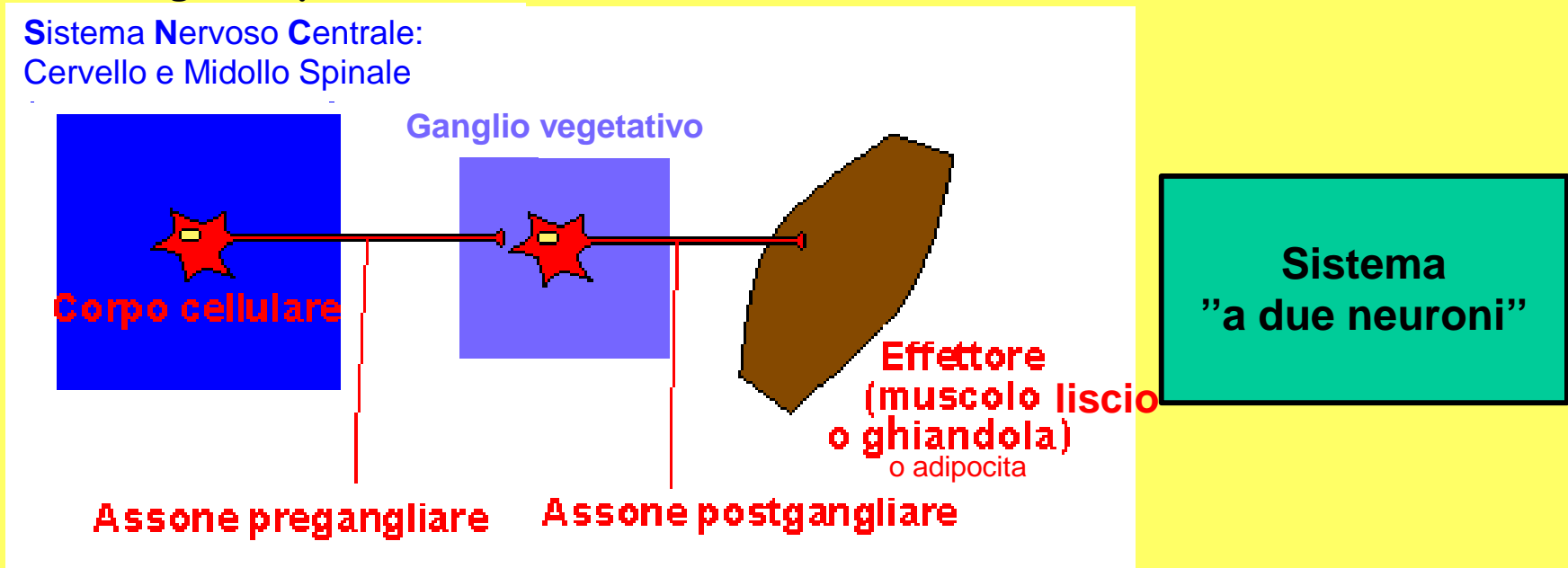
- sono presenti anche, in numero minore, delle **Fibre nervose sensitive afferenti** che inviano informazioni dai recettori della propriocezione (muscoli, articolazioni) dalla periferia al (SNC) (per il monitoraggio del funzionamento degli effettori)

**Sistema  
"a un neurone"**

## 2- Il Sistema Nervoso Periferico Viscerale (o Vegetativo o Autonomo)

>>> È un sistema basato anche su gangli <<< *(derivati dalle creste neurali)*

Il sistema nervoso periferico viscerale è suddiviso in tre parti: l'ORTOsimpatico (o simpatico), il PARAsimpatico e il METAsimpatico (o Enterico). Esso controlla la muscolatura liscia dei visceri (organi interni), le ghiandole e gli adipociti.

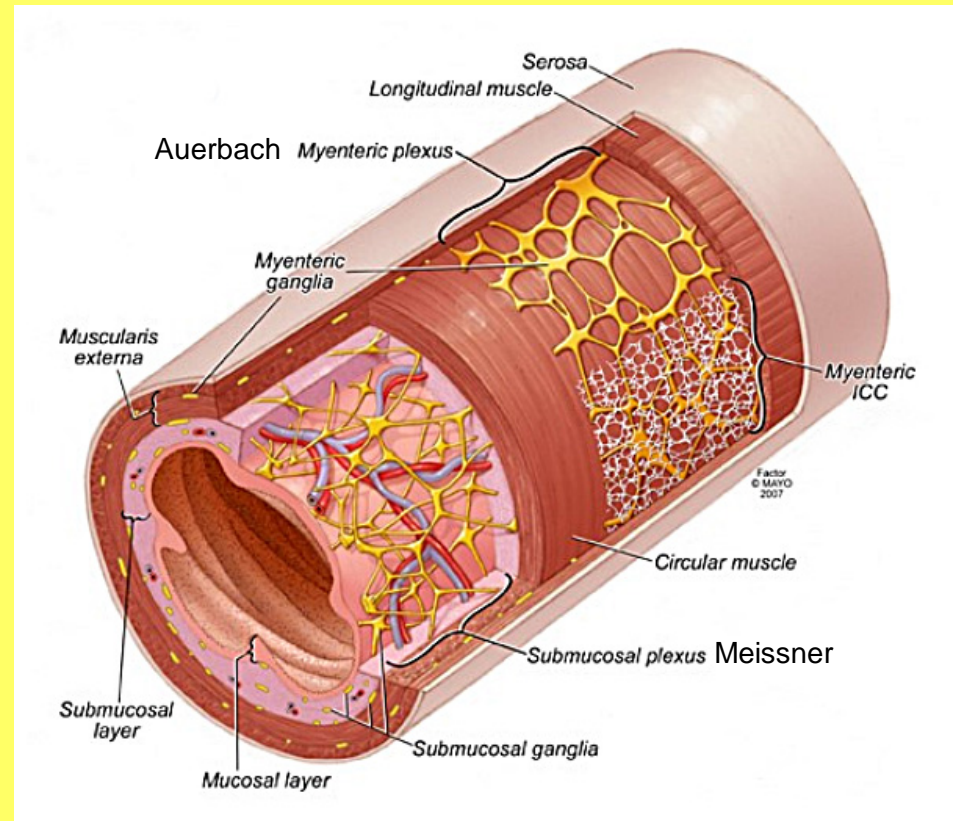
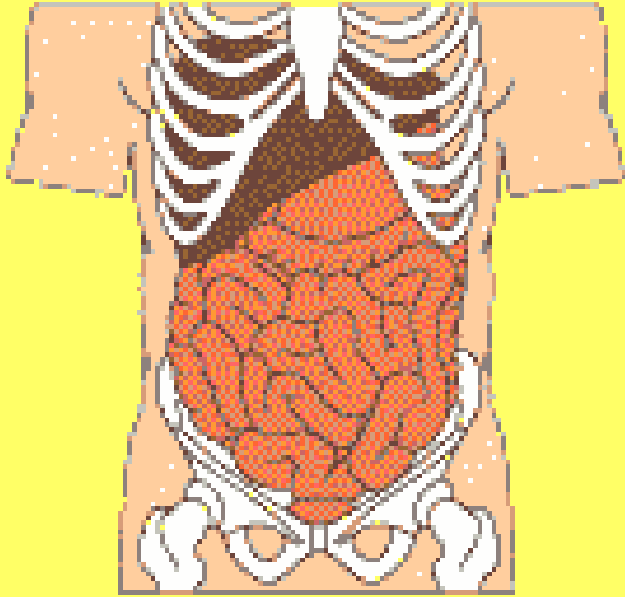


La figura mostra l'organizzazione generale del sistema nervoso viscerale. Il neurone pregangliare si può trovare sia nel cervello che nel midollo spinale e proietta ad un neurone che si trova esternamente al sistema nervoso centrale, in un ganglio vegetativo. La fibra postgangliare di questo neurone si proietta poi all'organo bersaglio.

Notare che il Sist. Nerv. periferico somatico ha un solo neurone fra il sistema nervoso centrale e l'organo bersaglio, mentre il Sistema Nervoso Viscerale utilizza 2 neuroni.



### 3- Il Sistema Nervoso Periferico Viscerale Metasimpatico (o Enterico)



Il sistema nervoso metasimpatico o enterico è la terza suddivisione del sistema nervoso autonomo. Ha un certo grado di indipendenza funzionale dagli altri due.

E' costituito da:

- **Neuroni** i cui corpi cellulari sono localizzati nei **pleSSI intramurali** della parete intestinale
- **Rete di fibre nervose** che innerva i visceri addominali (tratto gastro-intestinale, pancreas, fegato, cistifellea ecc...).

Anche se strettamente connesso con i sistemi Ortosimpatico e Parasimpatico, **possiede capacità integrative sufficienti** da consentire il proprio funzionamento in assenza di informazioni provenienti dal SNC.

## Sistema Nervoso Periferico Viscerale Metasimpatico

=

**Plesso Sottomucoso di Meissner** + **Plesso Mioenterico di Auerbach**

+ interno



Pronuncia come  
**Schlein**  
ei = ai

+ esterno

### Il plesso sottomucoso di Meissner

- interessa *solo il tratto intestinale (non è presente nello stomaco)*
- è localizzato tra lo strato muscolare circolare (il più interno dei 2) e la sottomucosa.

### Il plesso mioenterico di Auerbach

- è localizzato tra i due strati muscolari (il longitudinale più esterno e quello circolare interno)
- interessa *tutto il tratto gastrointestinale (anche lo stomaco), per tutta la sua lunghezza*

GEORG MEISSNER.



Prof. Meissner

**Georg Meissner** (November 19, 1829 – March 30, 1905) was a German anatomist and physiologist born in Hannover.

He studied medicine at the University of Göttingen, where he worked closely with Rudolf Wagner (1806-1864). In 1851 he accompanied Wagner and Theodor Billroth (1829-1894) on an expedition to Trieste, where he performed scientific studies of torpedo fish. In 1852 he earned his doctorate at Göttingen, and was later a university professor at Basel (from 1855), Freiburg (from 1857) and Göttingen (from 1860 to 1901). His name is associated with **Meissner's corpuscles**, which are **mechanoreceptors** that are responsible for sensitivity to light touch. They were first described in 1852, with Meissner and Wagner each feeling that he alone should be given priority as to discovery of the corpuscles. A controversy took place between the two men, causing a strained relationship that lasted for several years. His name is also associated with **Meissner's plexus**, which is the plexus sub-mucosus of the alimentary tract. He also conducted research of physiological-chemical problems, in particular studies on the nature and the breakdown of proteins in the digestive system.

**Pronuncia: MAISSNER e AUERBACH** (ch espirato...)

**Leopold Auerbach** (April 27, 1828 – September 30, 1897) was a German anatomist and neuropathologist born in Breslau.

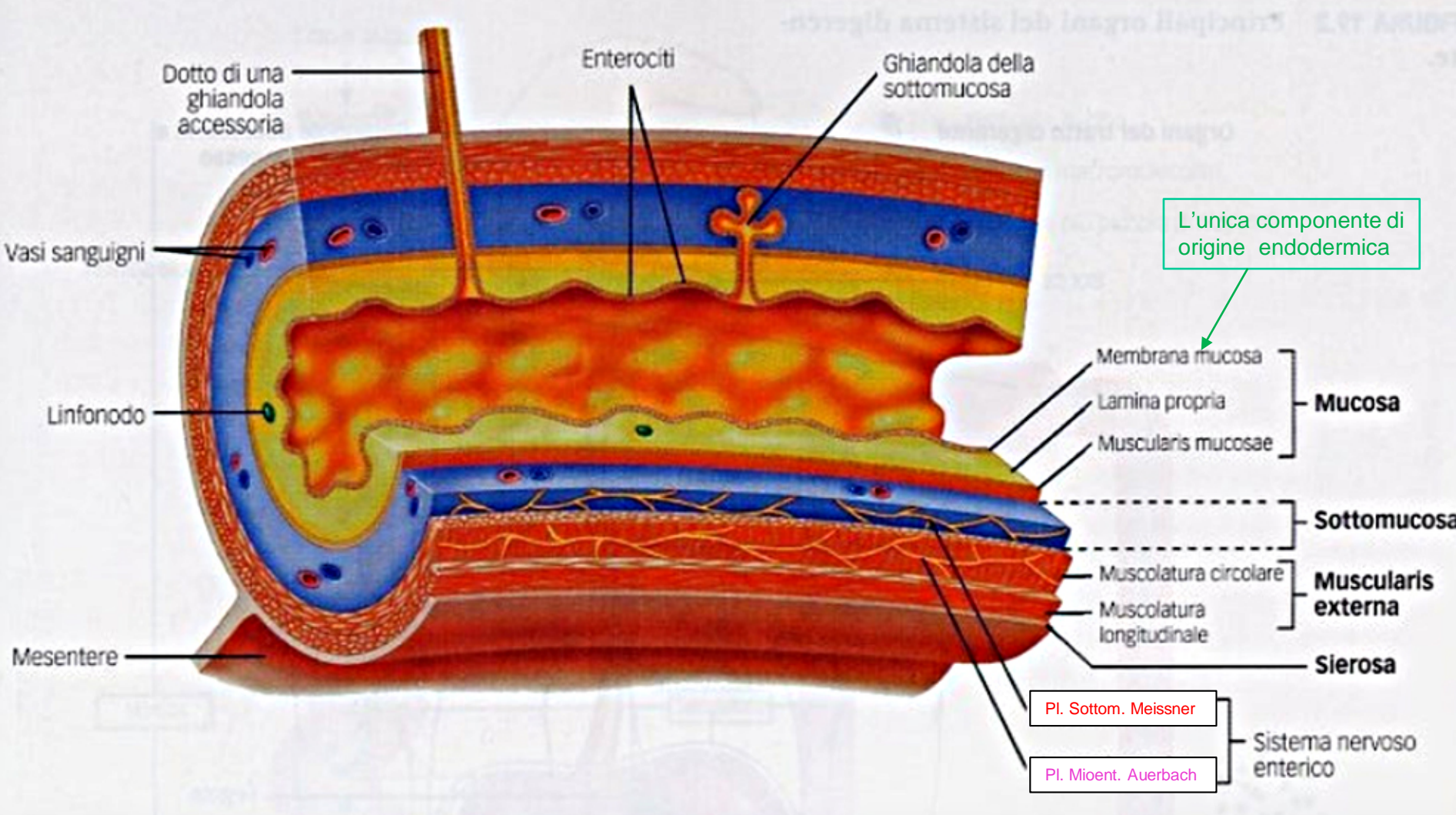
Auerbach studied Medicine at the University of Breslau, the University of Berlin and the University of Leipzig. Since 1850, he was a doctor. From 1872 he was an associate professor of neuropathology at the University of Breslau.

He is credited with the discovery of **Plexus myentericus Auerbachi**, or **Auerbach's plexus**, a layer of ganglion cells which provide muscular movement of the gastro-intestinal system. He was also one of the first physicians to diagnose the nervous system using histological staining methods. He published a number of papers on neuropathological problems and muscle-related disorders.


"Friedreich-Auerbach disease" is named after Auerbach and pathologist Nikolaus Friedreich. It is a rare disease which causes hypertrophy of the facial features and tongue.







**Figura 1.** *Struttura e organizzazione della parete intestinale (Germann-Stanfield, 2003).*



I due plessi mioenterico e sottomucoso sono organizzati a formare un **complesso circuito neuronale** comprendente neuroni sensoriali, interneuroni, motoneuroni, neuroni secretori e vasomotori che ha una certa indipendenza funzionale dal SNC.

I neuroni che li compongono presiedono al **controllo fisiologico dei processi digestivi**:

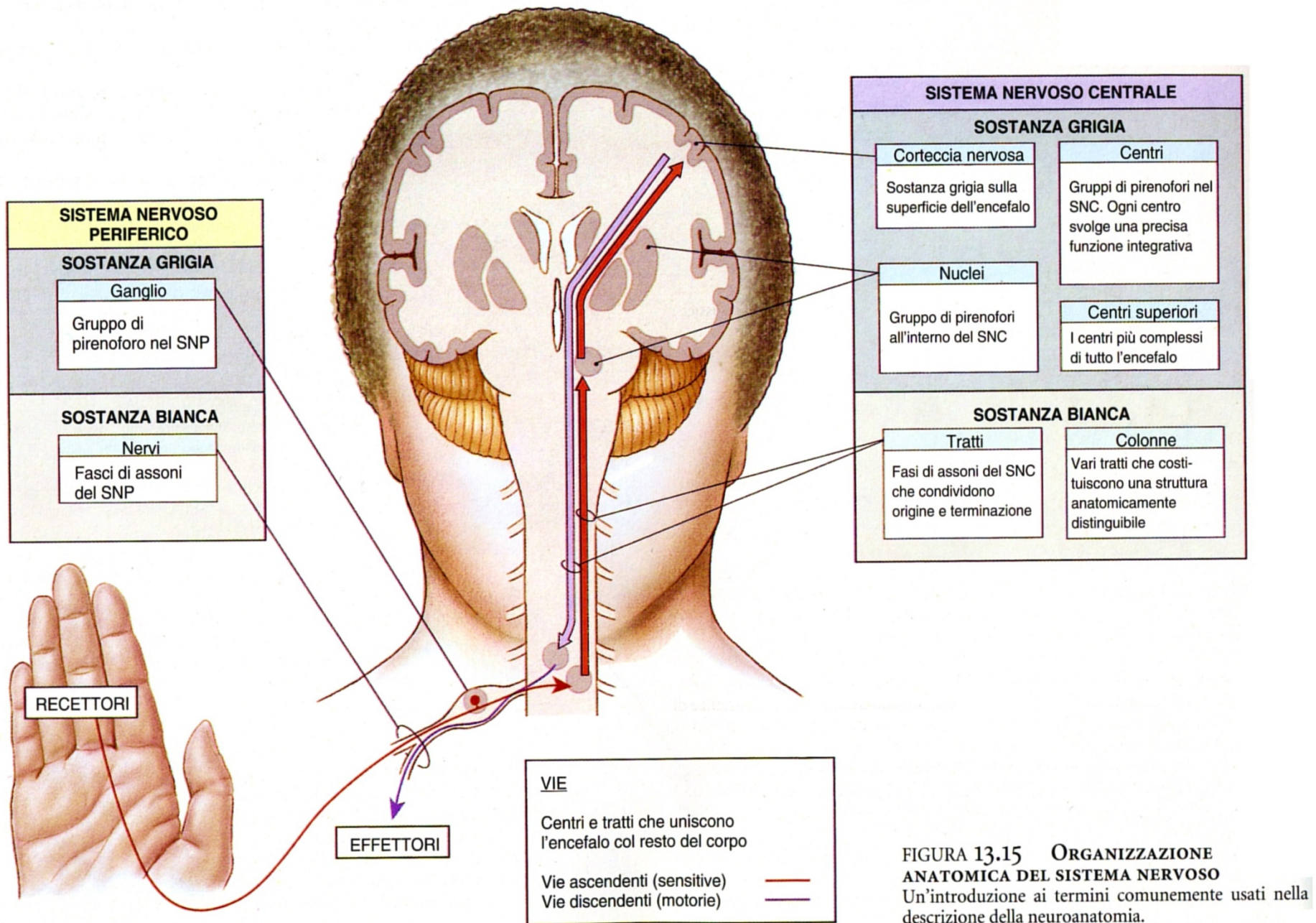
- mandano informazioni sensitive all'Encefalo sull'omeostasi tissutale (tramite afferenze vagali) [**Nervo Vago X**] (nervo cranico)
- mandano, solo al Midollo spinale, informazioni sulla contrazione muscolare e sul dolore viscerale



## OGGI:

La classica **netta separazione** tra il Sistema Nervoso Vegetativo, (considerato come controllore delle funzioni viscerali in maniera indipendente dalla nostra volontà), e il Sistema Nervoso Periferico Somatico, è oggi **sempre più messa in discussione**, specialmente dopo l'avvento della psico-neuro-immunologia.

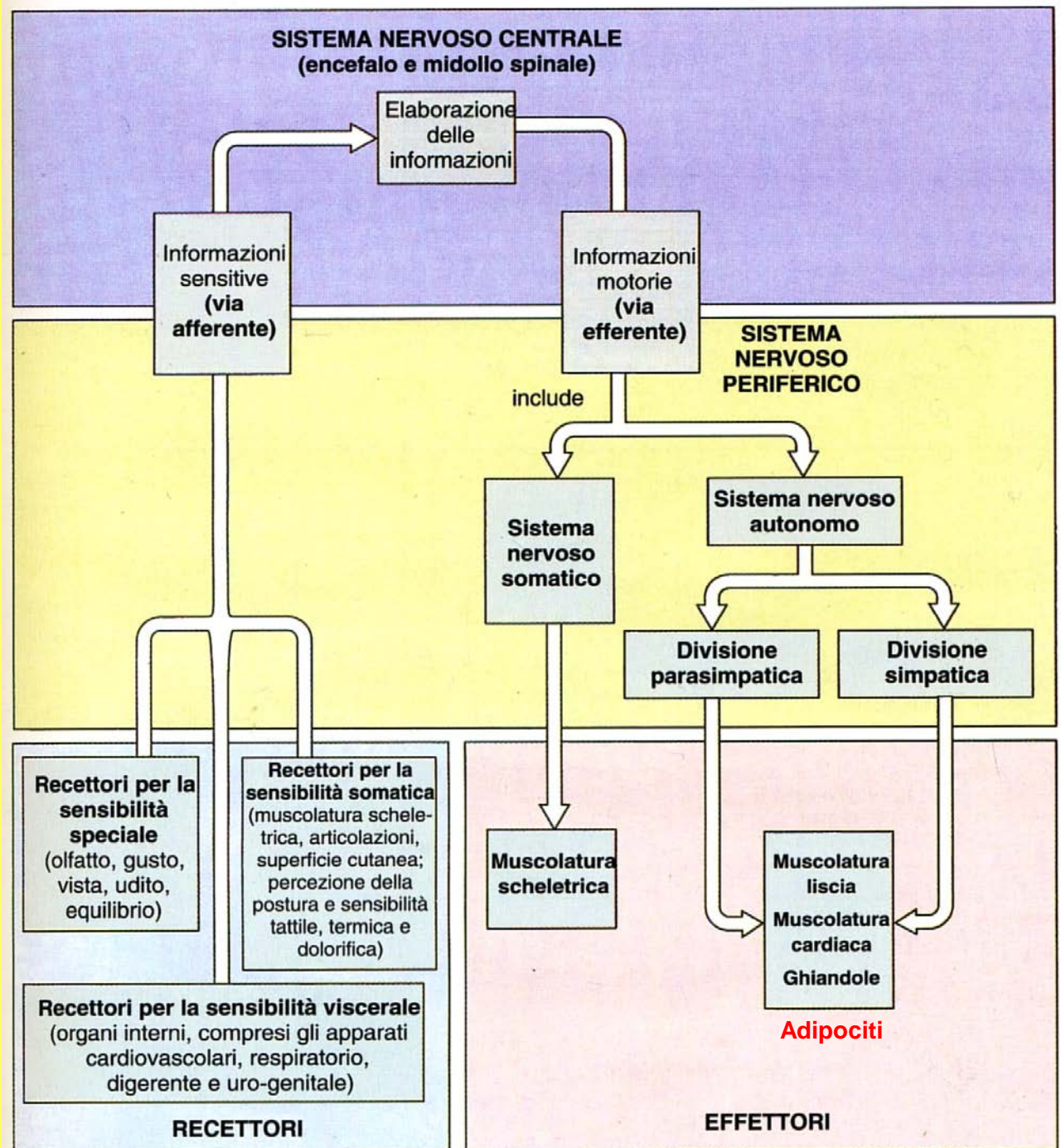
Il **Sistema Nervoso** costituisce una **fittissima rete di comunicazione** (solo nel cervello vi sono **20 miliardi** di neuroni) diffusa in tutto il corpo e **strettamente interconnessa** con due altri importanti sistemi di regolazione dell'organismo: il **sistema endocrino** e il **sistema immunitario**.



**FIGURA 13.15 ORGANIZZAZIONE ANATOMICA DEL SISTEMA NERVOSO**  
 Un'introduzione ai termini comunemente usati nella descrizione della neuroanatomia.



# Schema sistema nervoso



Alcune differenze di **nomenclatura** fra strutture del Sistema Nervoso Centrale (SNC) e del Sistema Nervoso Periferico (SNP):

1. Nel SNC, gruppi di neuroni si definiscono **nuclei**.

**Nel SNP, gruppi di neuroni si definiscono gangli.**

2. Nel SNC, gruppi di assoni si definiscono **tratti**.

**Nel SNP, gruppi di assoni si definiscono nervi.**

# Costituzione e Sviluppo del S.N.C.



- Lo sviluppo dell'Encefalo e del Midollo Spinale è più o meno **complesso** in relazione al grado di perfezione raggiunto dal Sist. Nervoso nella **scala evolutiva**
- Nei Vertebrati Inferiori (Pesci, Anfibi): l'adulto non differisce molto dall'embrione
- Nei Vertebrati Superiori (specialm. nei Mammiferi): nell'embrione giovane l'encefalo è circa = a quello dell'embrione di pesce, poi si sviluppa ulteriormente



Pesce Salamandra Tartaruga Pollo Maiale Vitello Coniglio Uomo

Stadio filotipico

I tre foglietti che vengono prodotti alla fine della gastrulazione sono:

Ectoderma

Cordo-mesoderma

Endoderma

A loro volta i vari foglietti subiranno ulteriori differenziazioni per sviluppare successivamente i vari organi dell'embrione

Neuroblasti → Gangli sensitivi, midollare del surrene e tessuto cromaffine

Mesenchima → Mesenchima scheletogeno → splancnocranio, archi branchiali, parte del neurocranio

Mesenchima → Cellule pigmentate, microglia, cell. Schwann

**Creste neurali**

4° foglietto

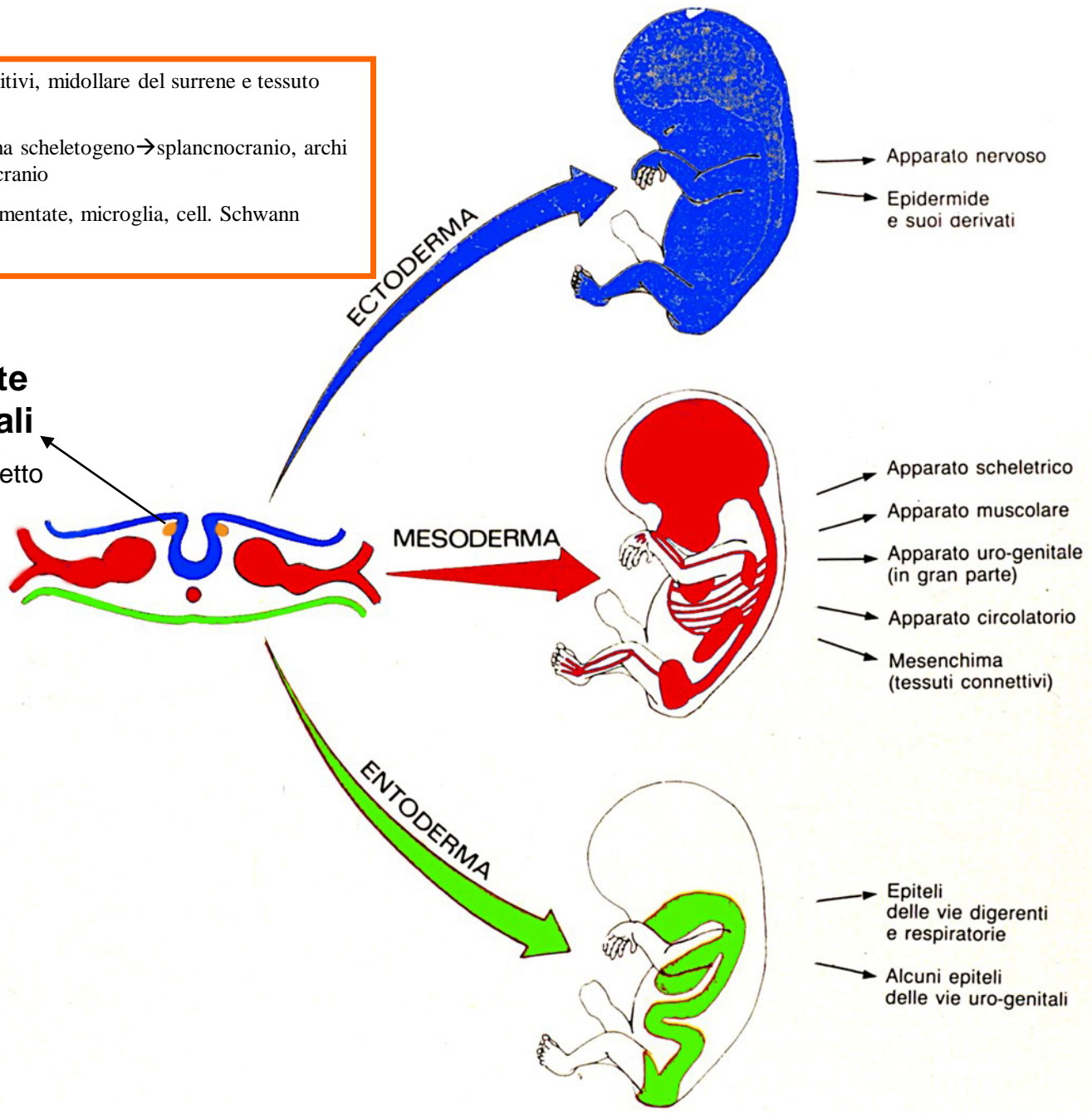


Fig. 11-7 Derivazione degli apparati e degli organi dai tre foglietti embrionali (rappresentazione schematica).

# Derivati delle creste neurali:

- Mesenchima scheletogeno → tutto lo splancnocranio, (archi faringei), parte del neuro- e dermatocranio
- Dentina (scaglie dermiche e denti)
- Cellule pigmentate della pelle (cromatofori)
- **Microglia, Nervi e cell. di Schwann**
- **Neuroblasti:** → gangli sensitivi spinali, prevertebrali, collaterali e terminali
- **Meningi**
- Midollare del surrene (→ adrenalina e noradrenalina)
- Tessuto cromaffine
- Adipociti, cell. muscolari lisce delle arterie principali

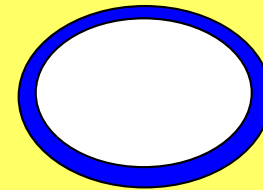
# SVILUPPO DEL SISTEMA NERVOSO CENTRALE

Il S.N.C. dei vertebrati si sviluppa da un abbozzo primario: il **tubo neurale**

Il suo diametro non è uguale per tutta la sua lunghezza:

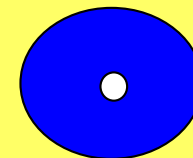
- anteriormente: pareti sottili e cavità più ampia

→ encefalo



- posteriormente: pareti più spesse e cavità + piccola

→ midollo spinale



# Il tubo neurale e le vescicole encefaliche

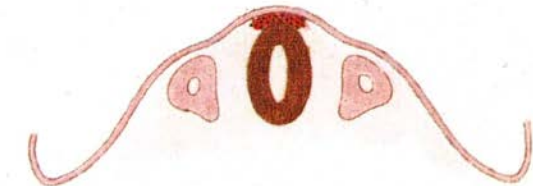
Durante la vita embrionale con  
la **Neurulazione** si formano, dalla  
suddivisione del **Tubo Neurale**,  
l'encefalo e il midollo spinale



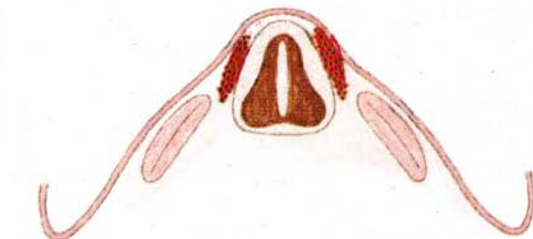
18ª giornata



20ª giornata



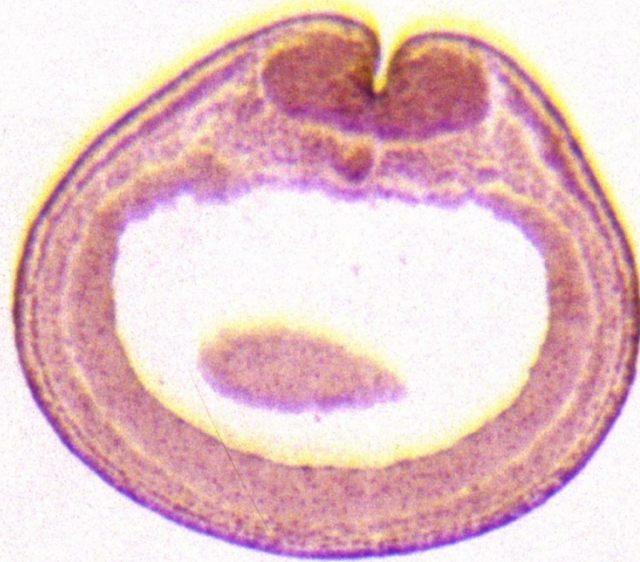
22ª giornata



23ª giornata

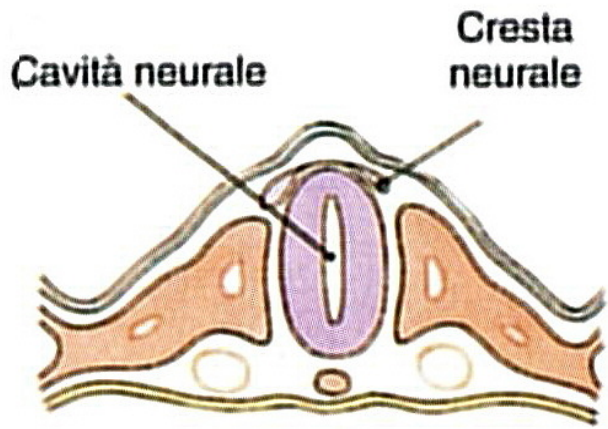
Sviluppo del tubo neurale



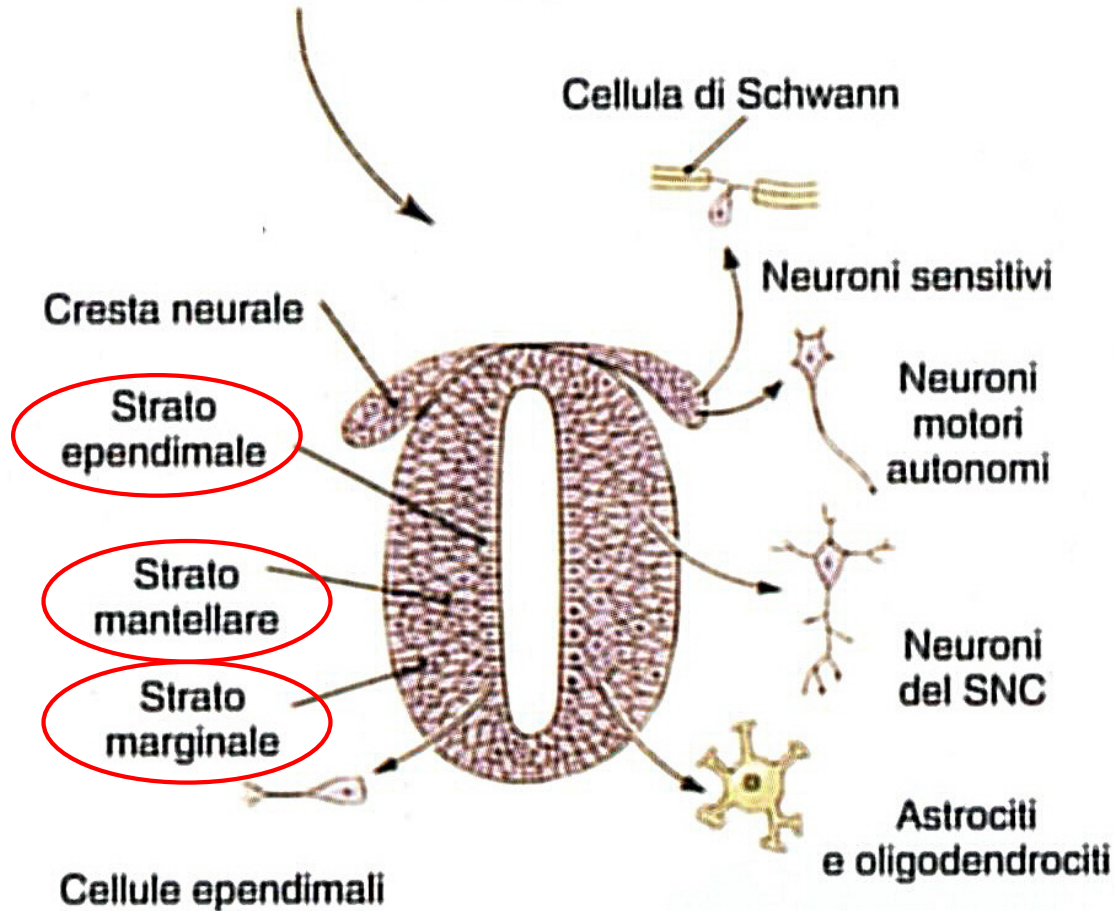


Neurula  
di rana





Le cellule presenti all'apice delle pieghe neurali non partecipano alla formazione del tubo neurale. Inizialmente rimangono tra la superficie dorsale del tubo neurale e l'ectoderma, per poi migrare altrove. Il tubo neurale diventa il SNC. Gli assoni dei neuroni del tubo e delle creste neurali formano il SNP.

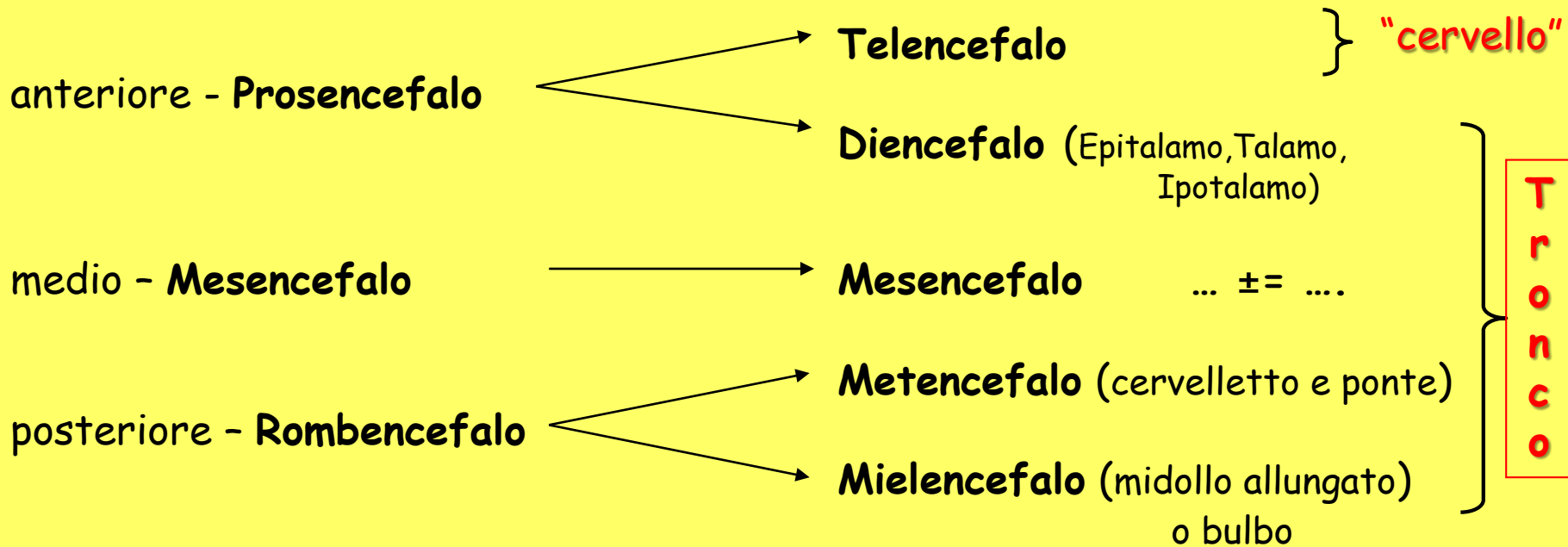


Le prime cellule che si differenziano nello strato mantellare sono i neuroni. Le ultime sono gli astrociti e gli oligodendrociti. Ulteriori dati sullo sviluppo del sistema nervoso centrale e periferico sono presenti a pp. 376-377 e 420-421.





# La formazione di "costrizioni" del tubo neurale individua le "vescicole encefaliche"



Prima che il prosencefalo si divida → abbozzi vescicole ottiche (unite tramite i peduncoli ottici al diencefalo)

NB Non confondere il midollo allungato col midollo spinale



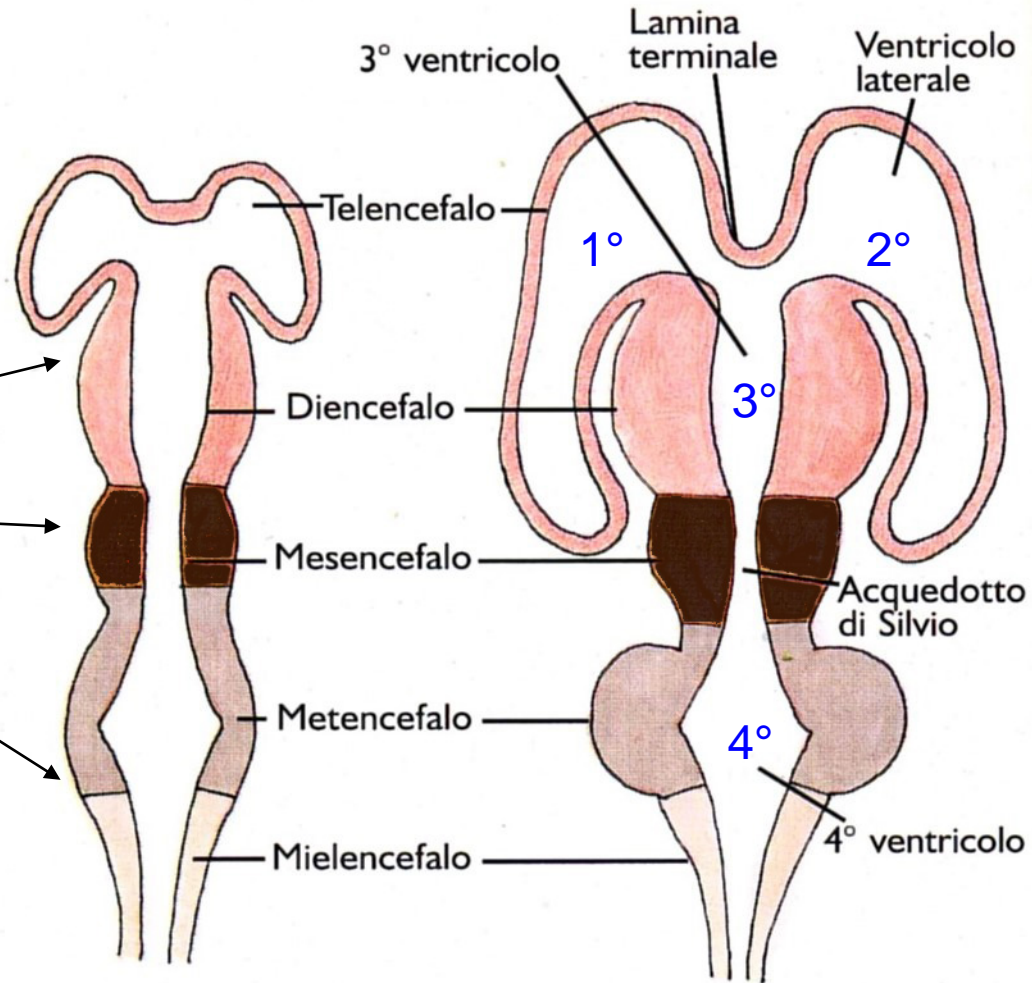
Il suo segmento più cefalico si differenzia in tre vescicole encefaliche:

**Prosencefalo**  
**Mesencefalo**  
**Rombencefalo**

che si suddividono ulteriormente in:

**Telencefalo**  
**Diencefalo**  
**Mesencefalo**  
**Metencefalo**  
**Mielencefalo**

La cavità interna si divide in  
**Ventricoli 1°, 2°, 3° e 4°**

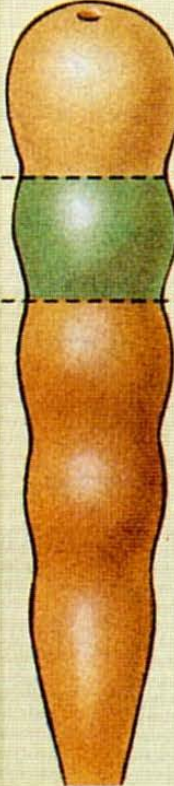
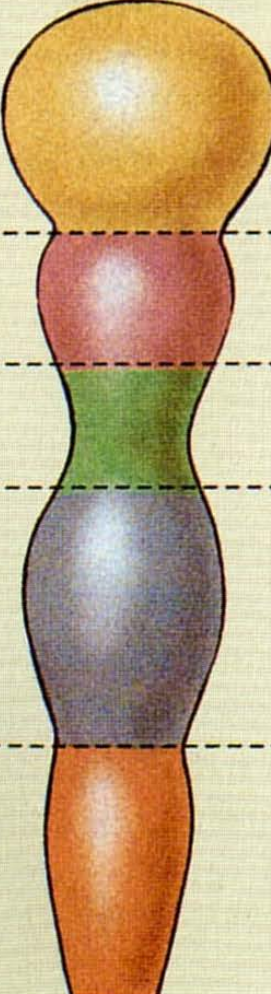


**Due stadi dello sviluppo encefalico**

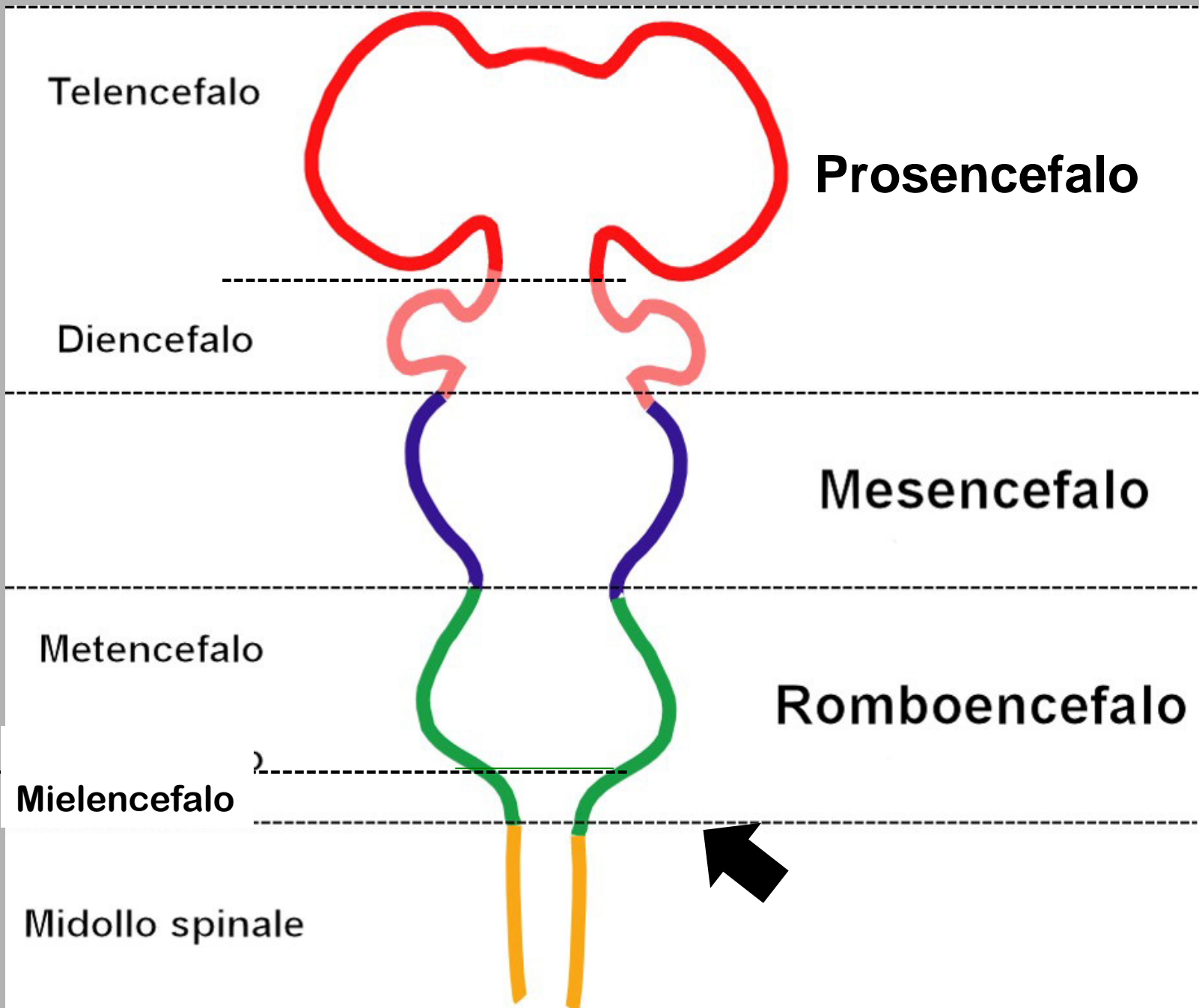
FIGURA 19-6. Immagini schematiche di sezioni orizzontali dell'encefalo umano in due momenti dello sviluppo. La prima immagine illustra la forma della regione encefalica sul finire della 4<sup>a</sup> settimana e cioè poco dopo la chiusura dei due *neuropori*; la seconda immagine è riferita alla stessa regione in un embrione di circa 6 settimane. Nelle immagini sono distinguibili, con le diverse colorazioni, le parti in cui l'encefalo viene suddiviso e le corrispondenti cavità interne.

TABELLA 15.1

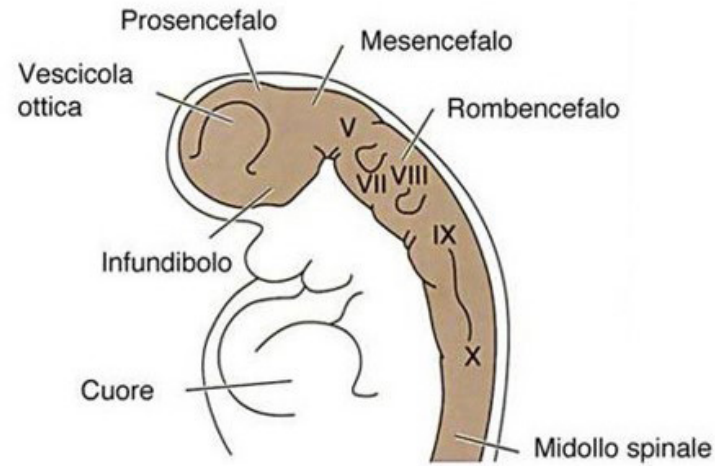
**SVILUPPO DELL'ENCEFALO UMANO**  
*(Vedi anche pagg. 420-421 per sommario)*

Vescicole encefaliche primitive (3 settimane)	Vescicole encefaliche secondarie (6 settimane)	Regioni encefaliche alla nascita
 <p>Prosencefalo</p> <p>Mesencefalo</p> <p>Rombencefalo</p>	 <p>Telencefalo</p> <p>Diencefalo</p> <p>Mesencefalo</p> <p>Metencefalo</p> <p>Mielencefalo</p>	<p>Cervello</p> <p>Diencefalo</p> <p>Mesencefalo</p> <p>Cervelletto e ponte</p> <p>Midollo allungato</p>

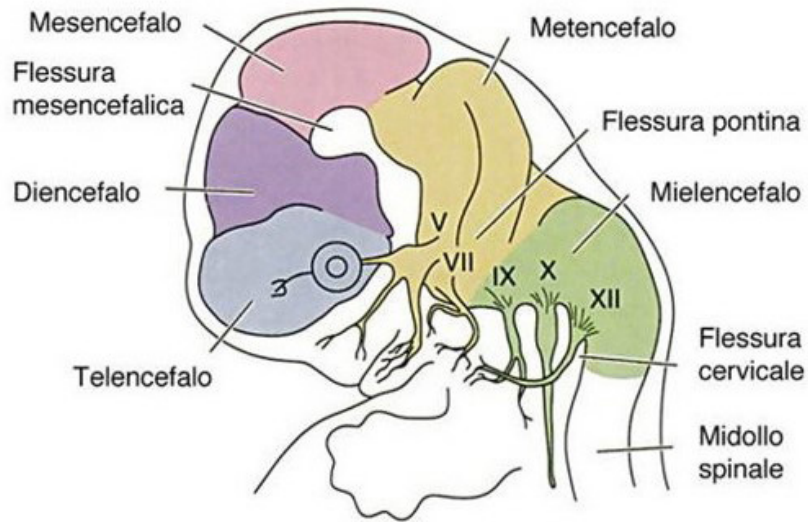
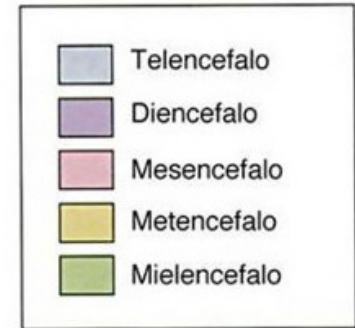




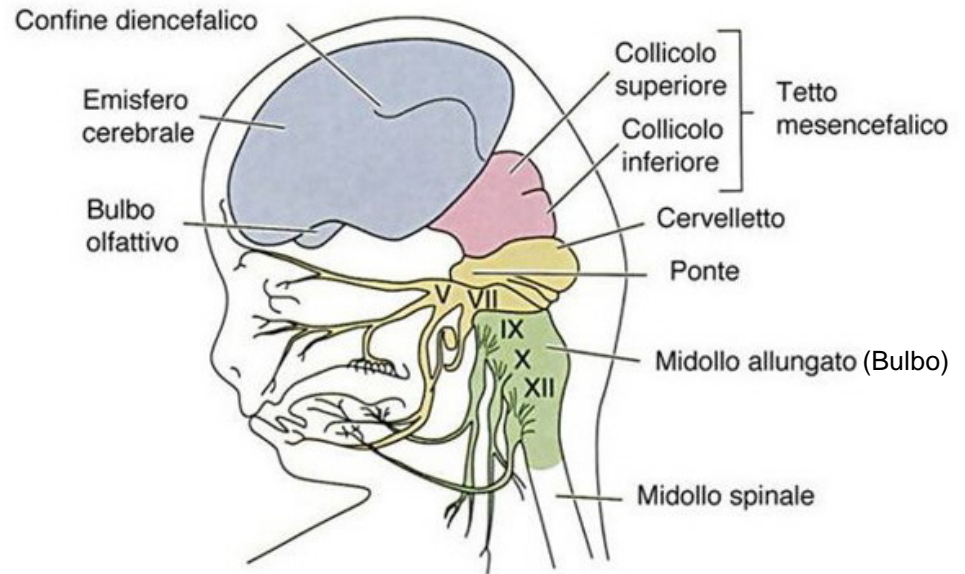




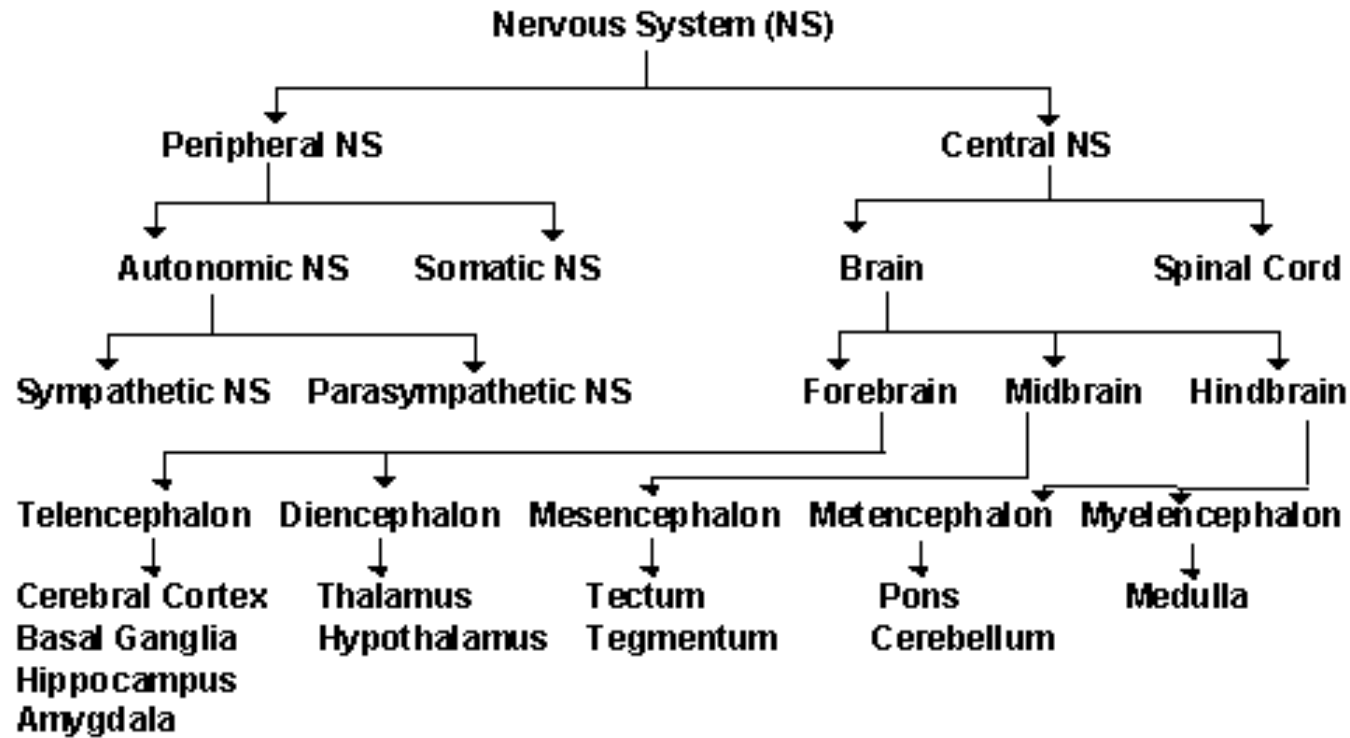
A. Cervello di un embrione umano di 3 mm



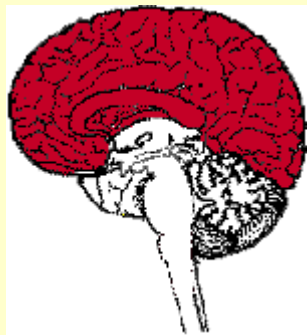
B. Encefalo e nervi cranici in un feto umano di 7 settimane



C. Cervello umano e nervi cranici a 3 mesi di gestazione



In questi disegni trovi colorate cinque delle principali suddivisioni della tabella soprastante



**Telencefalo**



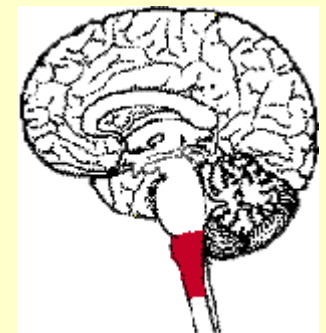
**Diencefalo**



**Mesencefalo**



**Metencefalo**



**Mielencefalo**



## TELENCEFALO (CERVELLO)

- Processa il pensiero e le funzioni intellettive
- Conserva nella memoria
- Controlla l'attività motoria volontaria e involontaria somatica

Fissura  
longitudinale

Emisferi  
cerebrali

## DIENCEFALO

### TALAMO

- Centri di coordinamento delle informazioni sensitive

### IPOTALAMO

- Centri per il controllo delle emozioni, delle funzioni autonome e della produzione ormonale

## MESENCEFALO

- Elaborazione dei dati visivi e auditori e controllo delle risposte riflesse
- Mantenimento dello stato di coscienza

## METENCEFALO (PONTE)

- Trasmissione delle informazioni sensitive al cervelletto e al talamo
- Controllo somatico inconscio e viscerale motorio

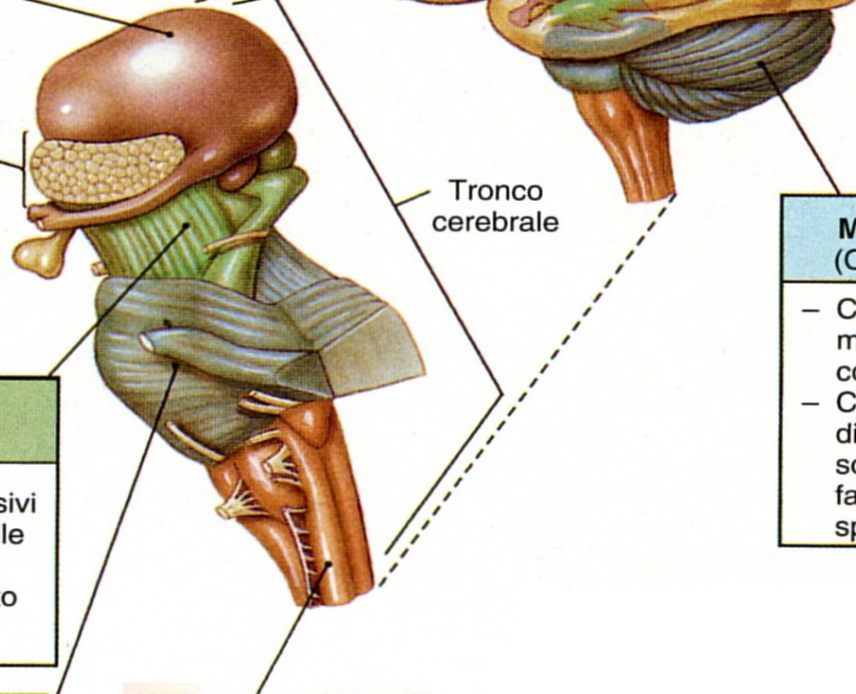
## MIDOLLO ALLUNGATO (MIELENCEFALO)

- Trasmissione delle informazioni sensitive al talamo
- Regolazione autonoma della funzione cerebrale

Tronco  
cerebrale

## METENCEFALO (CERVELLETTO)

- Coordina le azioni motorie somatiche complesse
- Corregge i comandi di altri centri motori, somatici dell'encefalo e del midollo spinale



# Lezione \_ Cellule del S. N.

Circa 120\* miliardi di cellule costituiscono il Sistema Nervoso Centrale:  
di queste

{ 20 miliardi sono cellule nervose (**Neuroni**)  
100 miliardi sono **Cellule Gliali** di "sostegno" (dalle creste neurali)

\***NEURONI** = Unità funzionali situate nella Corteccia Cerebrale e nei Nuclei Grigi di Encefalo e Midollo Spinale; hanno limitate capacità rigenerative (^Rita Levi Montalcini - **NGF**) → staminali !!

\***CELL. GLIALI = NEUROGLIA** = cellule di sostegno e sussidio per la funzione nervose; sono distribuite in tutto il tessuto nervoso;  
- Possono rigenerarsi (!!!)

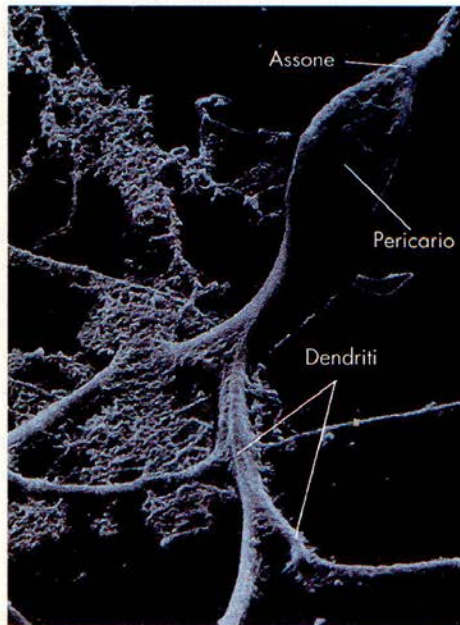


# Struttura dei Neuroni

- 1 **Corpo** (o *soma* o *pericario*)
- 1 **Assone** (o neurite): RER molto sviluppato (Sostanza di Nissl (o Sost. Tigroide o Sost. cromofila)  
[acida = basofila → **Ematossilina**])
  - lunghezza varia
  - diametro: più è grande più veloce è la conduzione
- 1 o più **Dendriti**

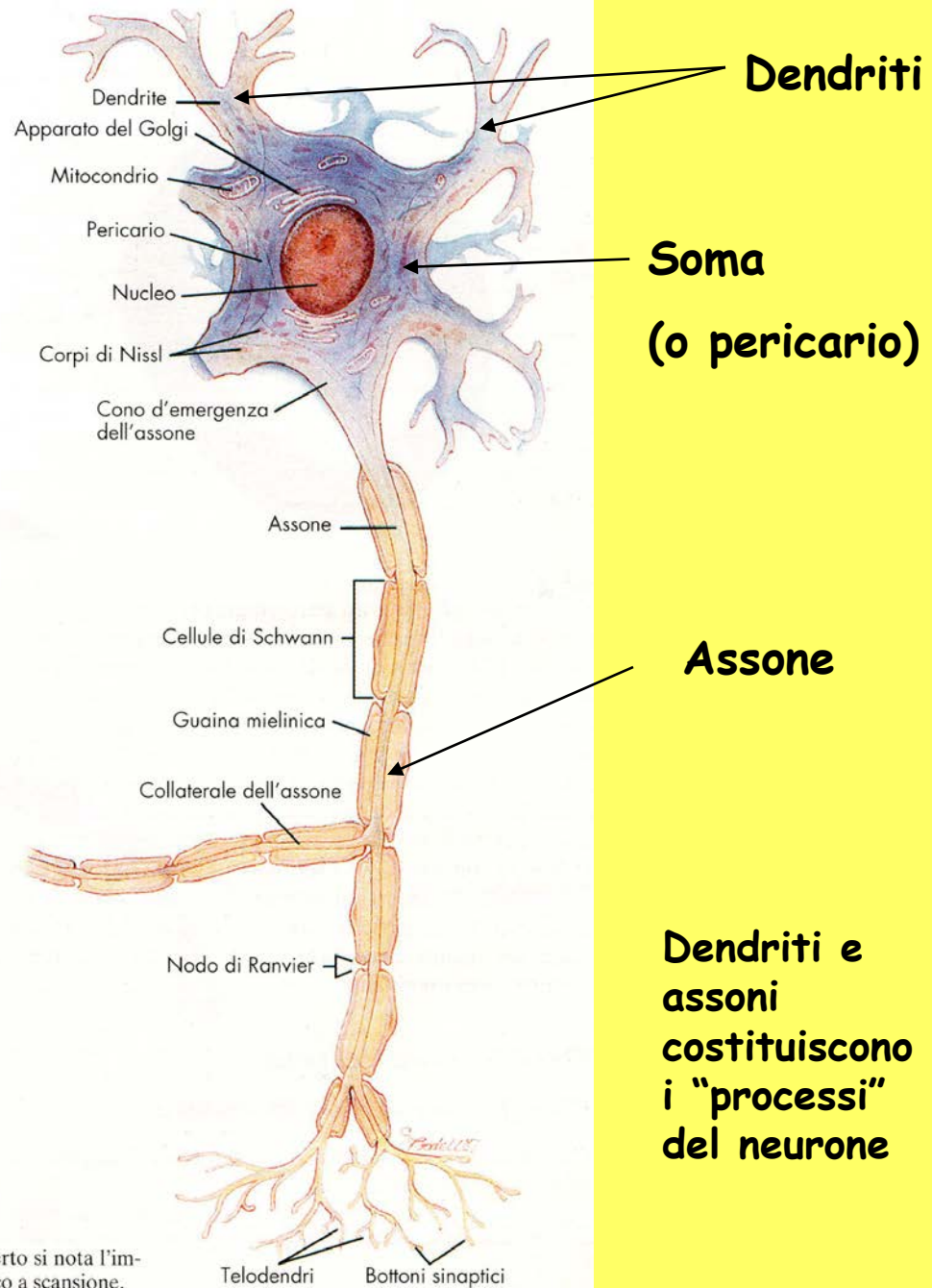


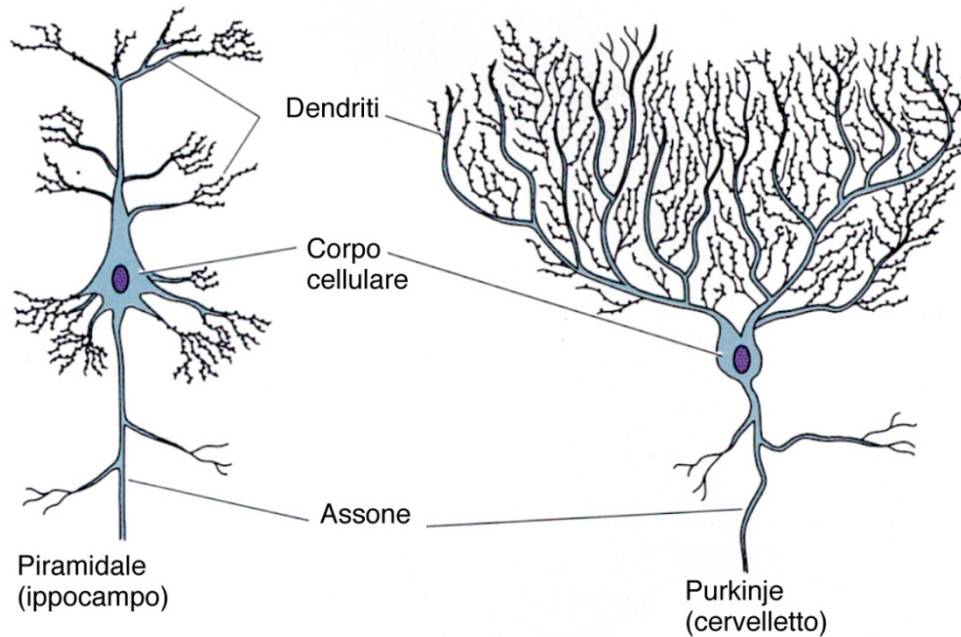
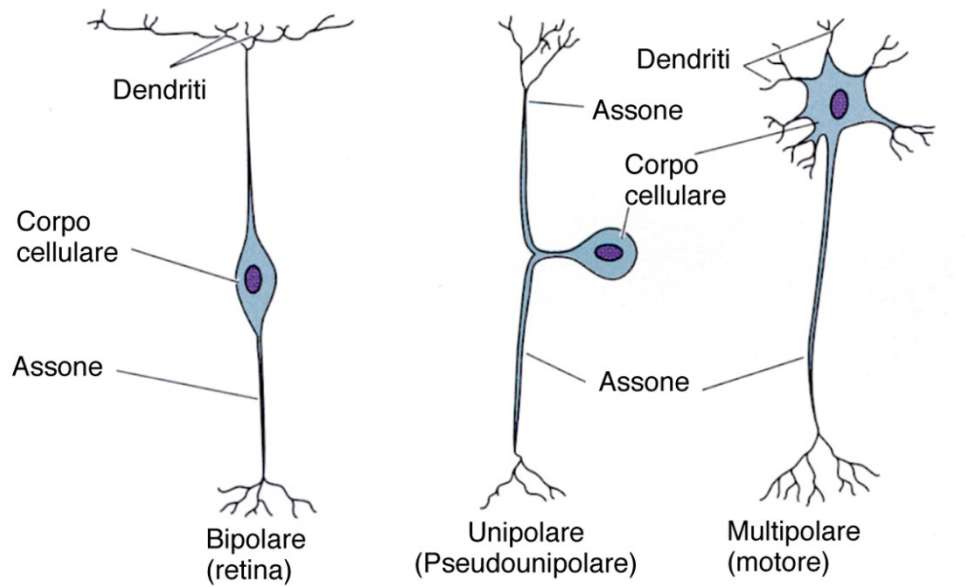
# Struttura neurone



0-11

**FIGURA 11-3** Struttura di un tipico neurone. Nell'insero si nota l'immagine di un neurone osservato al microscopio elettronico a scansione.





**Figura 9-4**

**Varie  
tipologie di  
neurone**

# Classificazione per n° di processi

Anassonico  
Bipolare  
Unipolare  
Multipolare

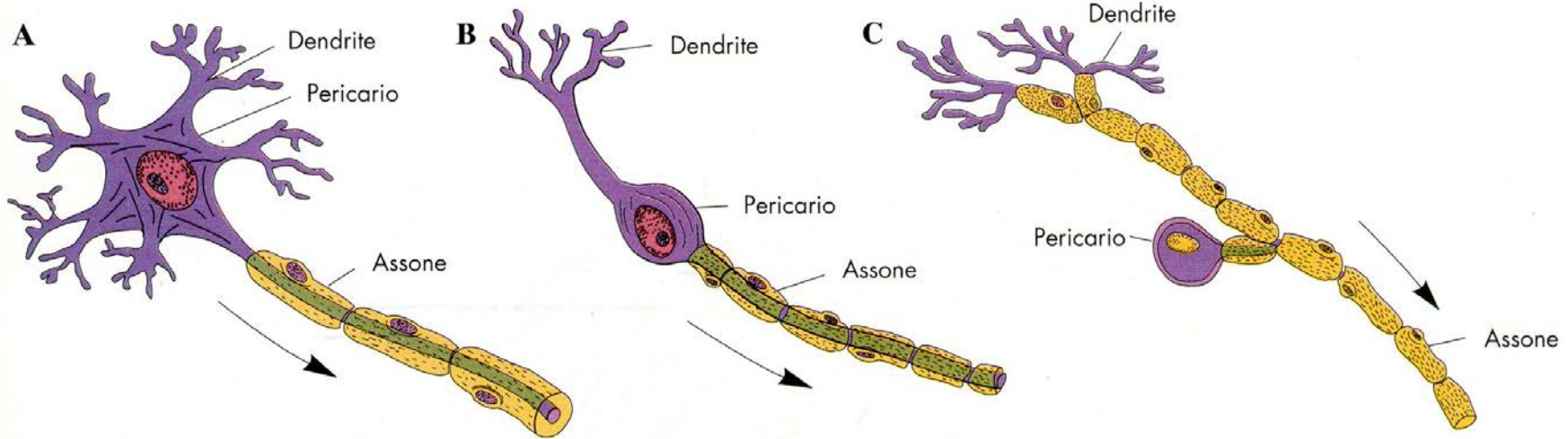
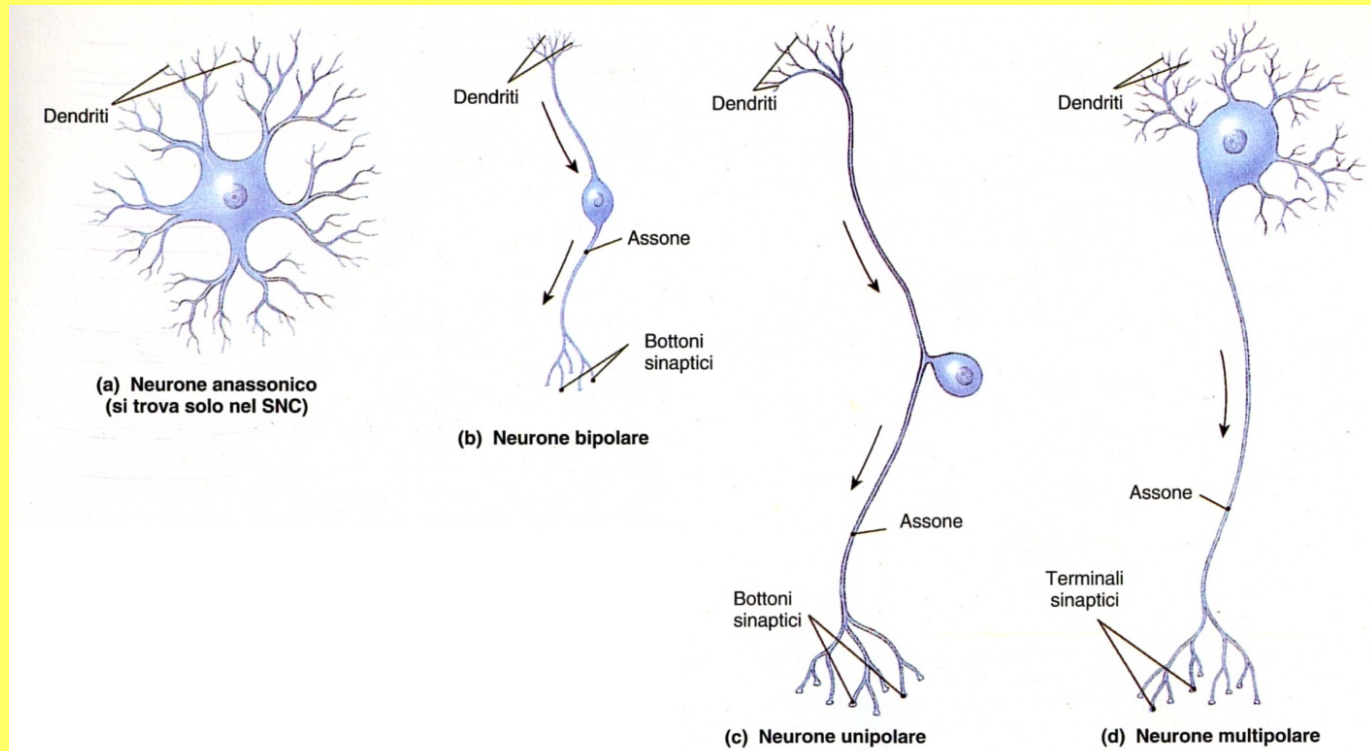


FIGURA 11-5 Classificazione dei neuroni in base alla struttura. A, Neurone multipolare. B, Neurone bipolare. C, Neurone unipolare.

# Classificazione funzionale neuroni (e direzione di conduzione)

- **Sensoriali** (afferenti): quasi tutti unipolari e con il soma nei gangli

10 milioni

periferici sensoriali;

- { somatici: raccolgono info dal mondo esterno (pelle, muscoli)
- { viscerali: raccolgono info dagli organi interni

- **Motori** (efferenti): in genere multipolari, innervano tessuti,

500.000

organi e apparati con fibre sia del

S.N. Somatico (muscoli striati volontari) che del

S.N. Vegetativo (es. Fibre pre- e post-gangliari

connesse a vari effettori involontari (musc. liscia, ghiandole, adipociti)

- **Interneuroni** o **Neuroni Associativi** (connettono gli afferenti ai

20 miliardi

motori; Si trovano **solo nel SNC**). Analizzano gli stimoli sensoriali e coordinano le risposte motorie

Corpi cellulari, dendriti e fibre  
amieliniche

Corteccia Cerebrale +

Nuclei Grigi dell'Encefalo e del Midollo Spinale



Sostanza  
grigia

Rimanente tessuto nervoso  
encefalico e del midollo spinale,  
costituito da fibre mielinizzate



Sostanza  
bianca

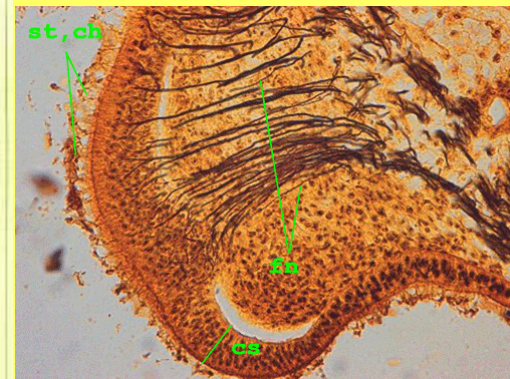
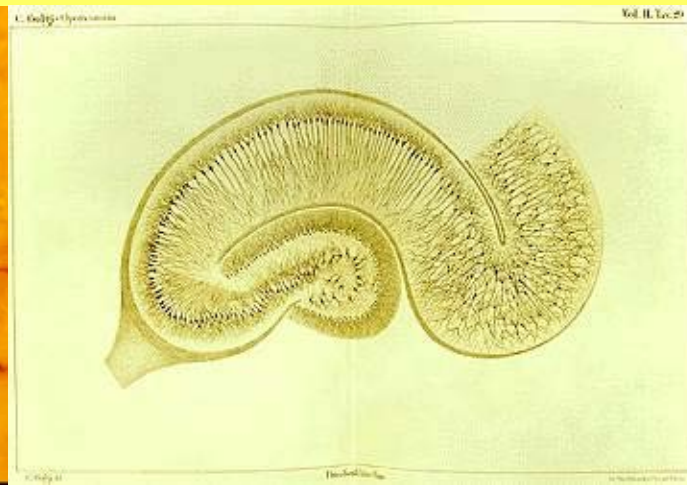
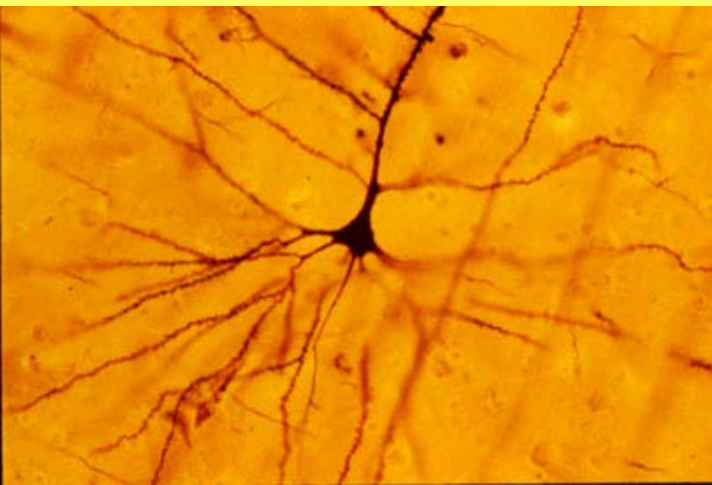
**NB:** Anche all'interno del SNC ci sono fibre nervose avvolte da mielina, ma non dalle Cell. di Schwann, bensì dagli Oligodendrociti...



Il **metodo di Golgi** o **impregnazione cromoargentrica** è una tecnica di microscopia ottica che permette la perfetta visualizzazione delle cellule del tessuto nervoso. L'impregnazione cromoargentrica fu inizialmente chiamata **reazione nera**, perché determina una colorazione nera del neurone e dei suoi organuli.

Questo metodo fu messo a punto nel **1873** dal medico chirurgo italiano **Camillo Golgi**, che lavorava nella Pia Casa degli Incurabili di Abbiategrasso e che era sempre stato impegnato nello studio del sistema nervoso (la sua tesi di laurea era stata curata da Cesare Lombroso).

La colorazione di Golgi è stata notoriamente usata anche dal neuroanatomista **Santiago Ramón y Cajal** (1852-1934), che con essa scoprì una serie di fatti nuovi circa l'organizzazione del sistema nervoso, ispirando la nascita della dottrina del neurone. Cajal ha in ultimo migliorato la tecnica utilizzando un metodo che egli definiva "doppia impregnazione". La tecnica di colorazione di Cajal, ancora in uso, è chiamata Colorazione di Cajal.





## >> NEUROGLIA del S.N.Centrale (encefalo + midollo spin.)

Nel SNC si trovano **4 tipi** di cellule gliali:

1- Astrociti

2- Oligodendrociti (omologhi delle cell. di Schwann, ma situati nel SNC...!!!)

3- Microgliociti (→ microglia)

4- Cellule Ependimali

# 1- Astrociti

- + grandi e numerose, proteggono i neuroni e limitano il loro contatto con i fluidi circostanti
- Fanno parte della **Barriera Emato-Encefalica** (permeabilità selettiva)
- Creano una **rete tridimensionale di sostegno** (impalcatura)
- Svolgono funzioni di **riparo del tessuto neuronale danneggiato**
- Guidano lo sviluppo neuronale (con fattori neurotrofici) nella vita embrionale
- Controllano l'ambiente interstiziale

# 2- Oligodendrociti

- + piccoli e con meno processi citoplasmatici
- Avvolgono gli assoni nella **Guaina Mielinica** (fosfolipidica) **nel SNC (!!)**  
(omologhe delle Schwann)

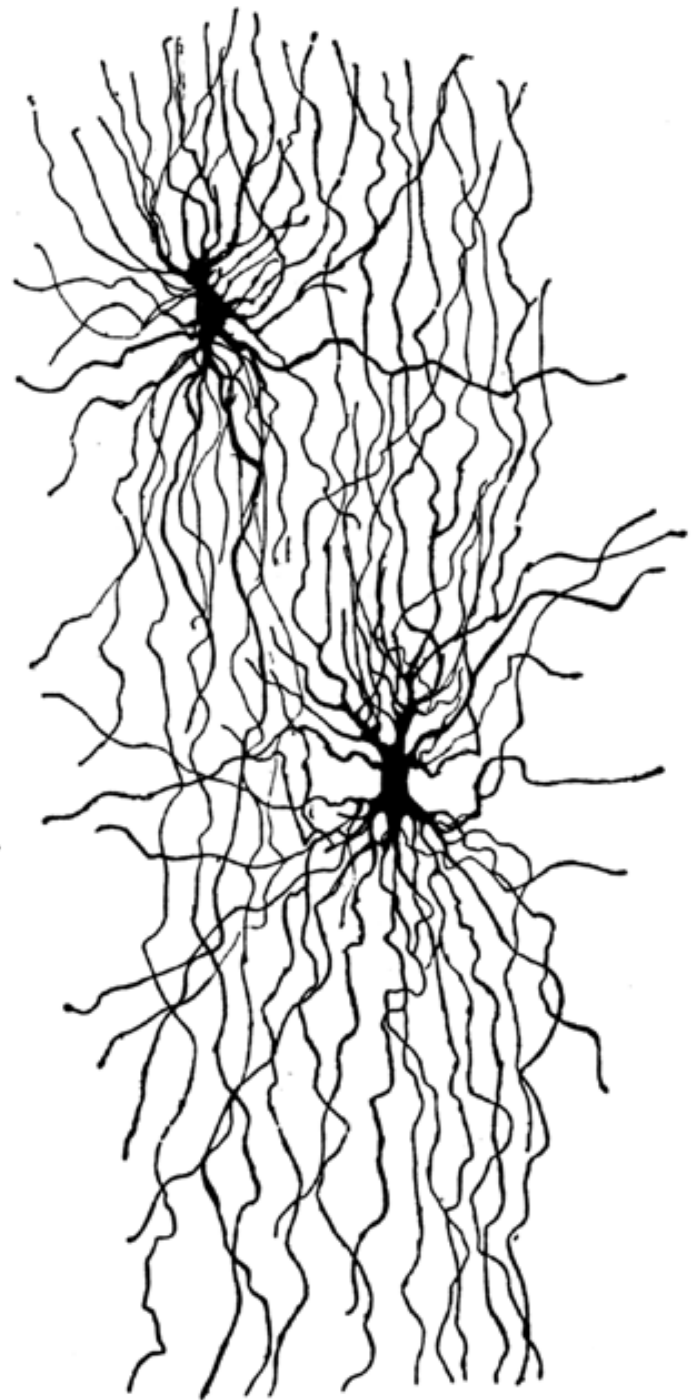
**SOSTANZA GRIGIA:** corteccia + nuclei encefalici e spinali, dove predominano corpi cellulari, dendriti e assoni amielinici

**SOSTANZA BIANCA:** il tessuto nervoso (fibre nervose) encefalico + midollare spinale, caratterizzato dal manicotto mielinico intorno alle fibre stesse

**N.B. Si distinguono:**

# Astrociti

(forma stellata)

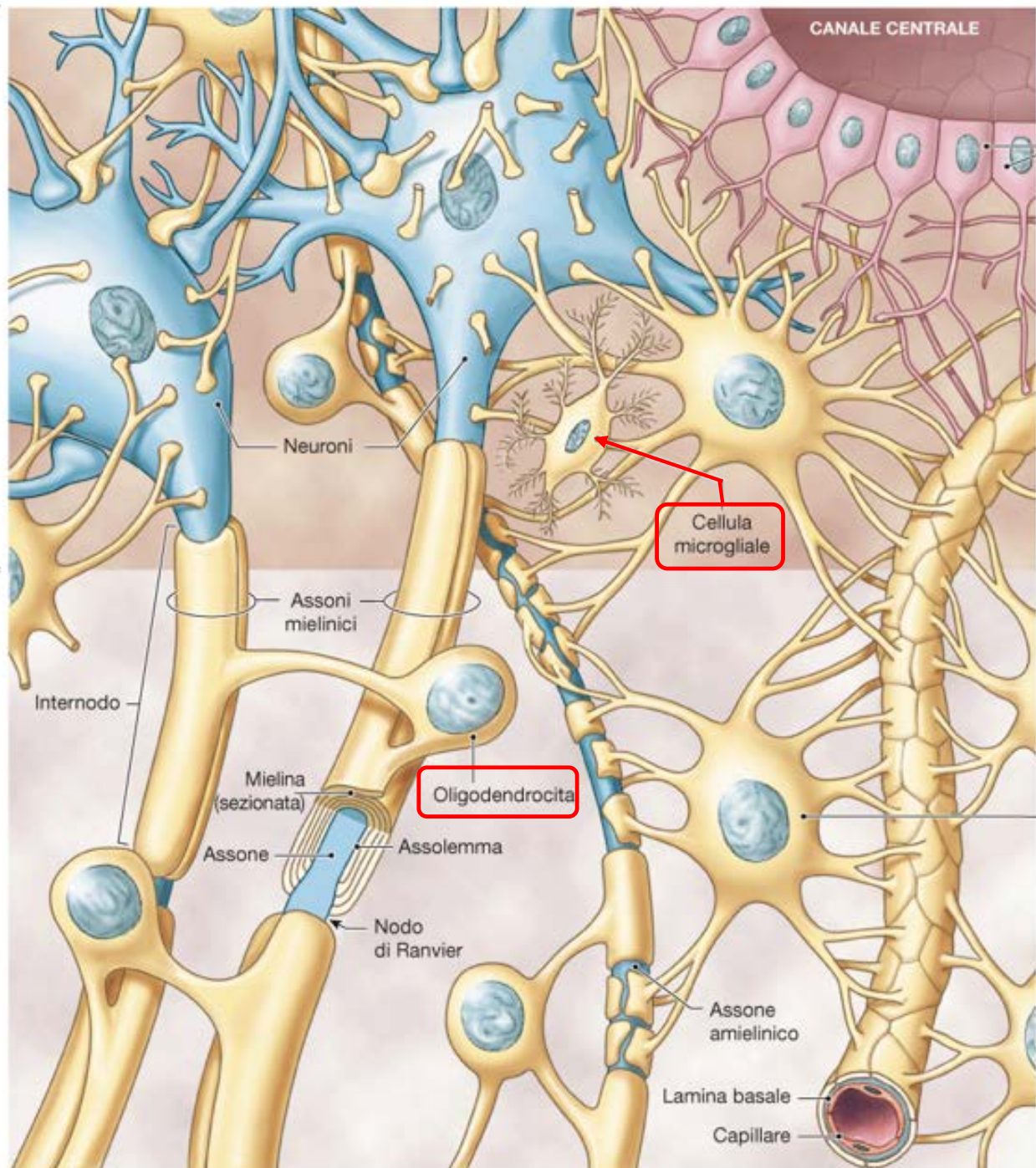






Sostanza grigia

Sostanza bianca



CANALE CENTRALE

Cellule ependimali

Neuroni

Cellula microgliale

Assoni mielinici

Internodo

Mielina (sezionata)

Oligodendrocita

Astrocita

Assone

Assolemma

Nodo di Ranvier

Assone amielinico

Lamina basale

Capillare



### 3- Microgliociti

5% delle cell. gliali, piccole e con sottili processi citoplasmatici molto ramificati

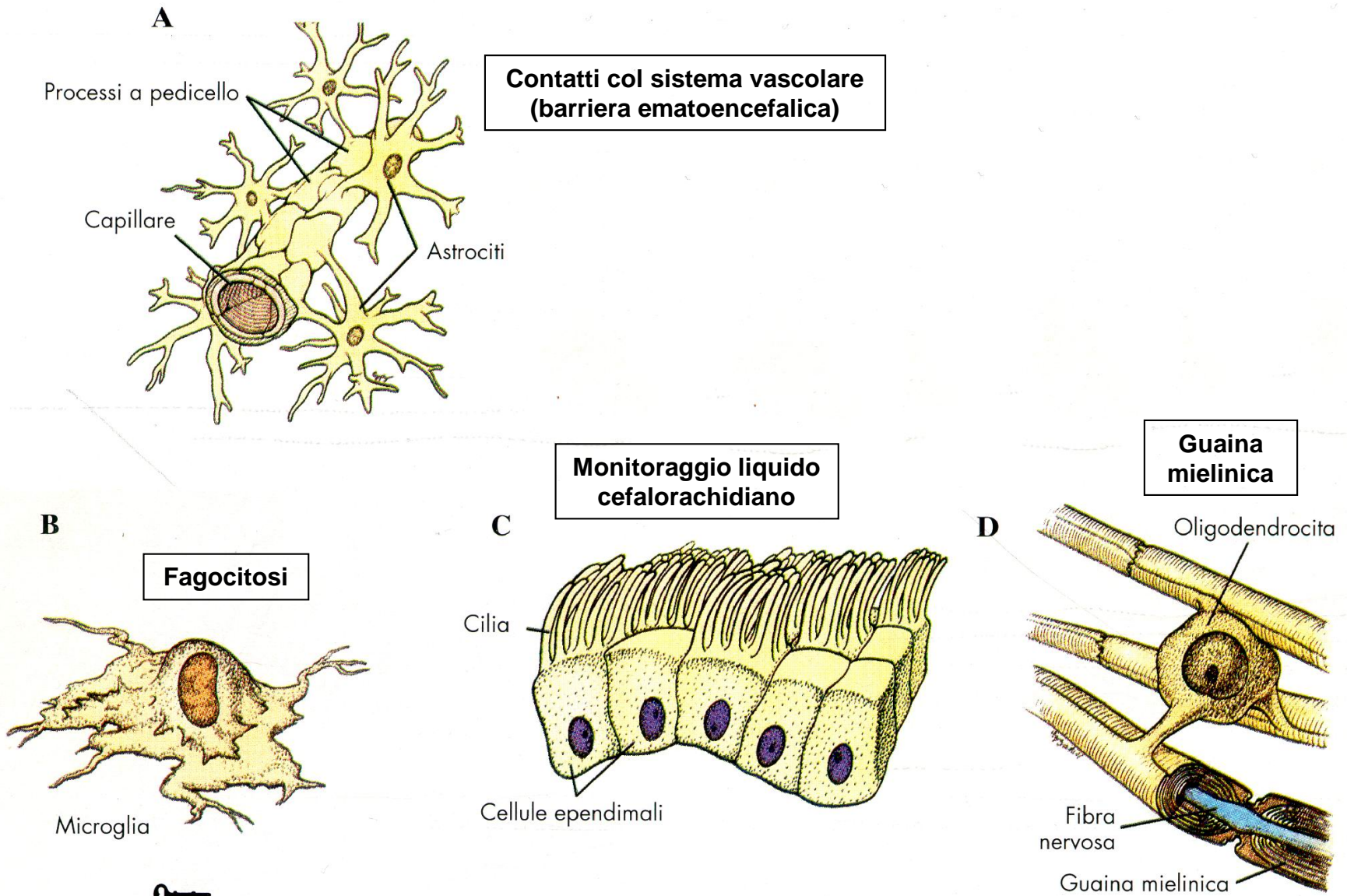
**Derivano** molto precocemente **dal mesoderma** che produce anche macrofagi tissutali e monociti ematici → → **FUNZIONE MACROFAGICA DIFENSIVA** evitando fenomeni infiammatori.

### 4- Cellule Ependimali

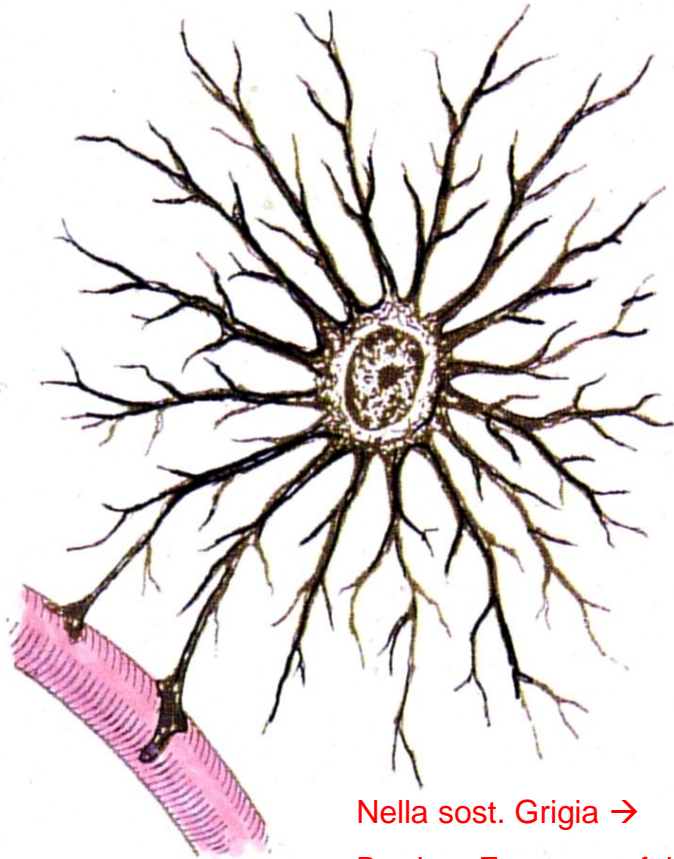
Rivestono i Ventricoli e il Canale Centrale del midollo spinale, ripieni di Liquido Cerebrospinale (in parte da loro prodotto)

Cubiche o colonnari, prendono contatto con le cell. gliali circostanti e **monitorano la composizione del Liquido Cerebrospinale**

→→ **OMEOSTASI**

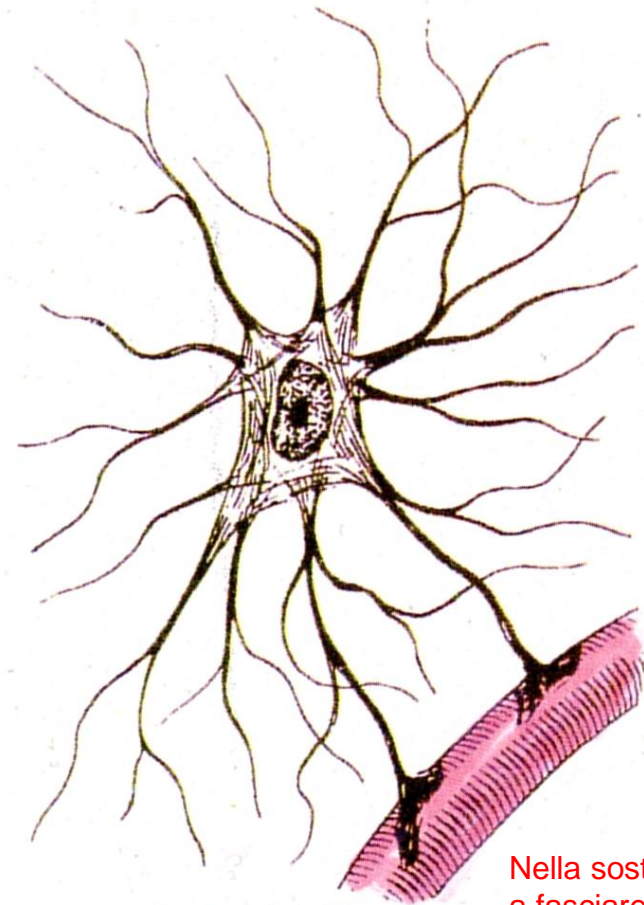


**FIGURA 11-2** **Tipi di neuroglia.** **A,** Astrociti i cui processi a pedicello sono fissati sulla parete dei capillari del SNC. **B,** Una cellula di microglia in attività fagocitaria. **C,** Cellule ependimali ciliate formanti lo strato di rivestimento interno delle cavità del SNC. **D,** Un oligodendrocita con processi avvolti attorno alle fibre nervose del SNC per formare la guaina mielinica.



Nella sost. Grigia →  
Barriera Ematoencefalica

**Astrocita protoplasmatico**



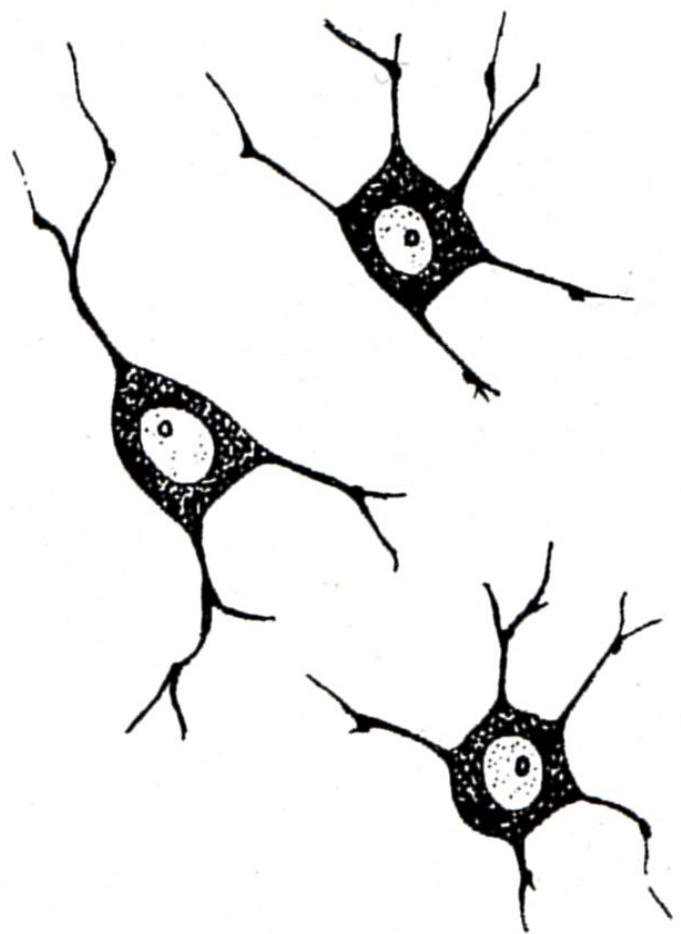
Nella sost. Bianca,  
a fasciare le fibre  
dei nervi

**Astrocita fibroso**

FIGURA 3-63. Si è soliti dividere le cellule della glia in *macroglia* e *microglia*. La macroglia è di origine neurectodermica ed è costituita dagli *astrociti* e dagli *oligodendrociti*. La microglia è costituita da cellule che hanno atteggiamento macrofagico. Gli astrociti vengono divisi in *astrociti protoplasmatici* ed *astrociti fibrosi*. Gli astrociti protoplasmatici sono particolarmente frequenti nella sostanza grigia; gli astrociti fibrosi sono caratteristici della sostanza bianca ove colla-

borano alla costituzione della *barriera emato-encefalica*. Nella macroglia vengono classificati anche gli ependimociti cellule che tappezzano le cavità interne dell'encefalo e del midollo spinale. Nella immagine sono visibili un astrocita protoplasmatico ed un astrocita fibroso così come appaiono al microscopio luce dopo impregnazione argentea.





**Microgliociti**

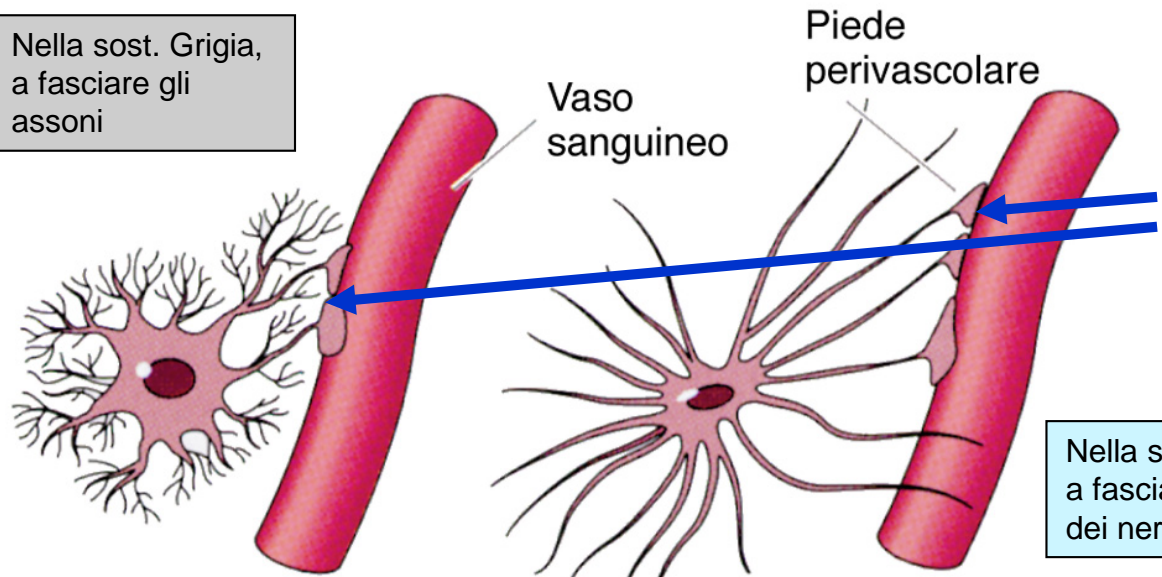


**Oligodendrocita**

FIGURA 3-64. Il disegno mostra alcuni *microgliociti* ed un *oligodendrocita* così come queste cellule appaiono al microscopio luce dopo impregnazione argentea. I microgliociti sono cellule fagiche; gli oligodendrociti provvedono alla fabbricazione della *mielina*.



Nella sost. Grigia,  
a fasciare gli  
assoni

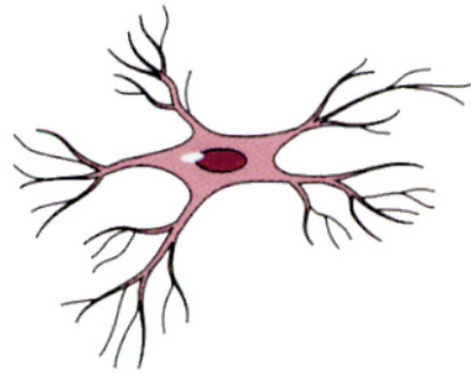


Barriera  
ematoencefalica

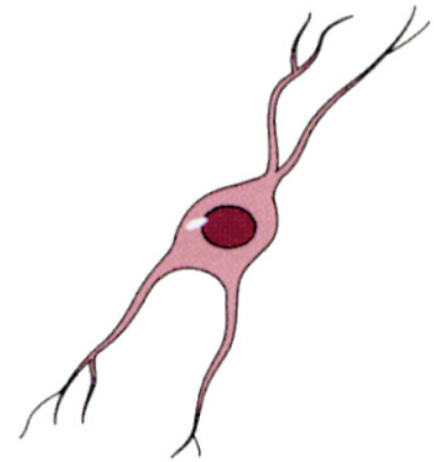
Nella sost. Bianca,  
a fasciare le fibre  
dei nervi

Astrocita  
protoplasmatico

Astrocita fibroso



Microglia  
macrofagi



Oligodendrocita

Producono la  
mielina nel SNC

**Figura 9-9**



## >> NEUROGLIA del S.N. Periferico

I pirenofori nel Sist. Nervoso Periferico si trovano raggruppati nei **GANGLI**

Più assoni sono tenuti insieme da tessuto connettivo, costituendo i **NERVI**

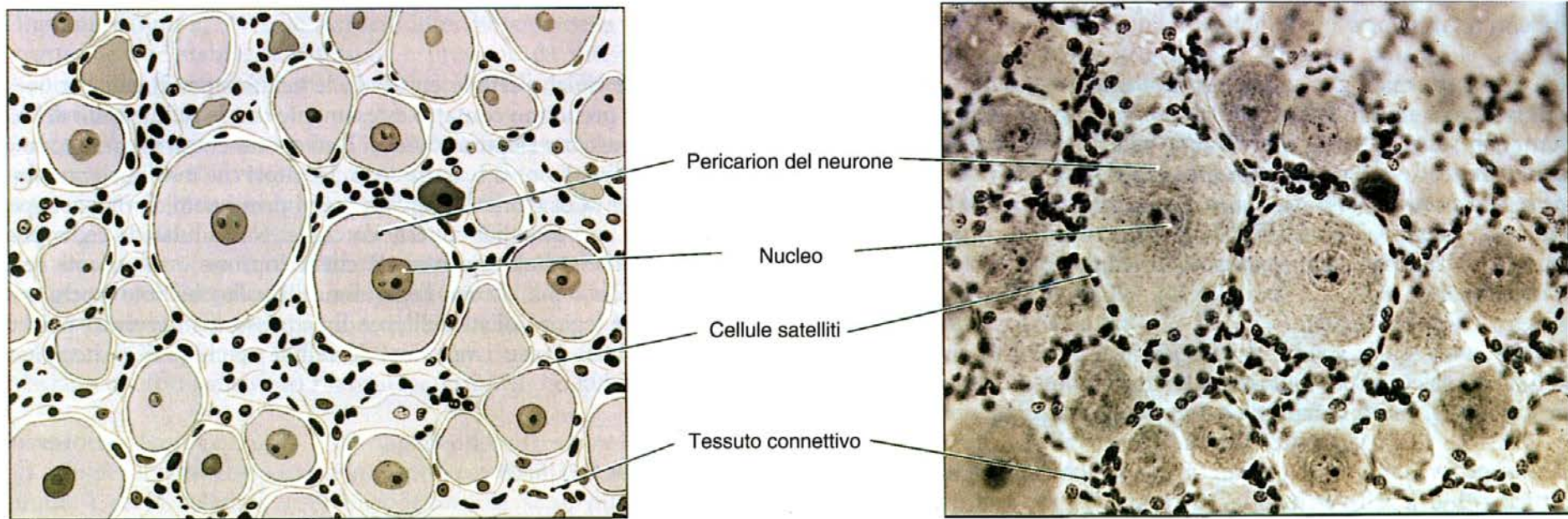
I neuroni dei Gangli sono separati tra loro dalle **CELLULE SATELLITI**; regolano i livelli di  $CO_2$  e  $O_2$ , di nutrienti e neurotrasmettitori

Gli Assoni dei nervi sono isolati dalle **CELLULE DI SCHWANN**  
(omologhe agli oligodendrociti)

Omologo = stessa origine embrionale

Theodore Schwann  
Neuss (D) 1810  
Colonia 1882





**FIGURA 13.7 CELLULE SATELLITI E NEURONI PERIFERICI**  
 Le cellule satelliti circondano i corpi delle cellule neuronali nei gangli periferici (MO × 120).

**Cellule Satelliti** che isolano i pironofori nei gangli periferici

**Funzione:** regolano livelli di  $CO_2$  e  $O_2$ , nutrienti e neurotrasmettitori

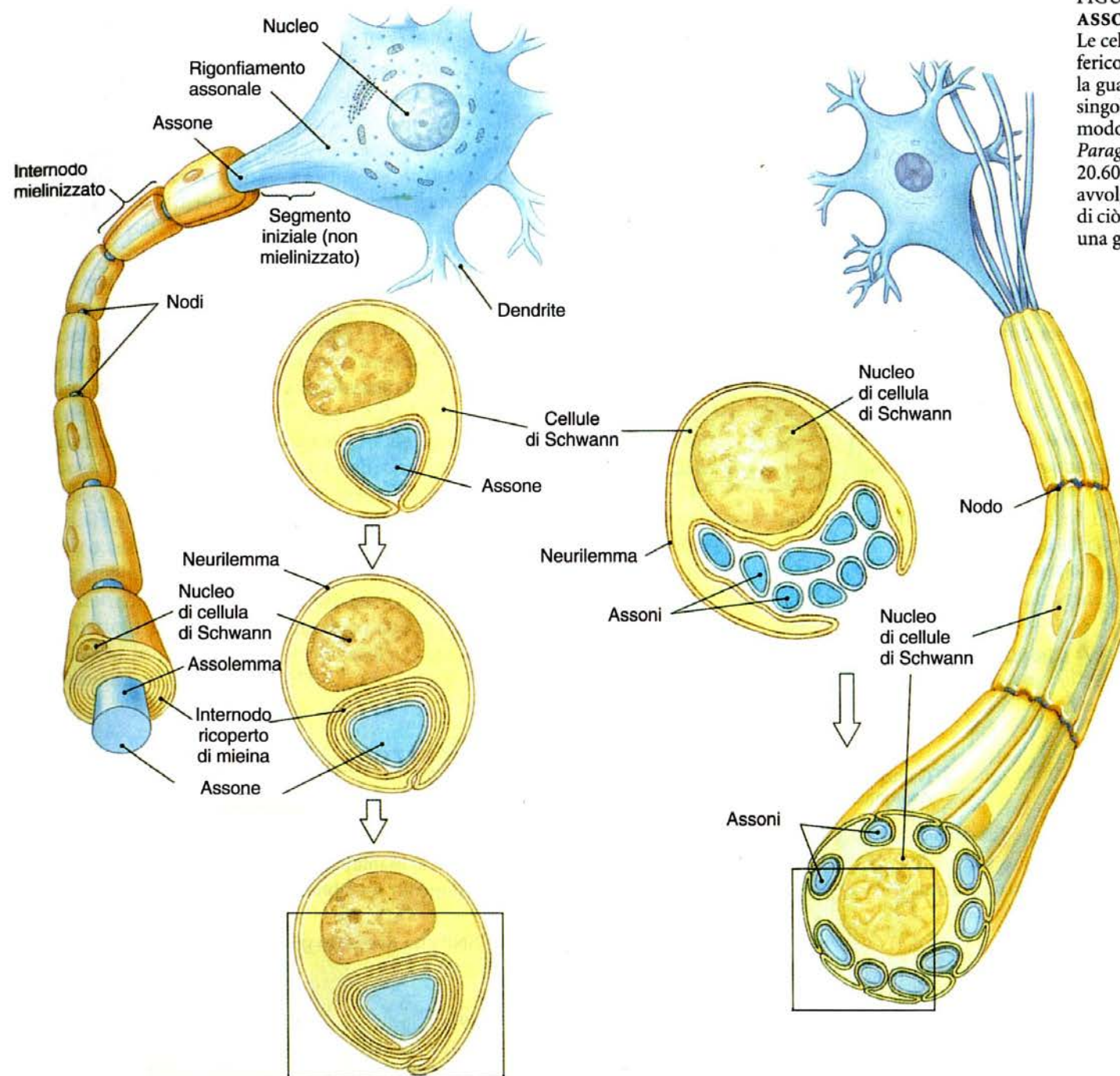
**Def. Neurotrasmettitori:** **messaggeri chimici endogeni**, che permettono la comunicazione interneuronale (cioè tra neuroni) e la comunicazione tra i neuroni e il resto del corpo. Agiscono a livello delle sinapsi chimiche.

**Classi di neurotrasmettitori:** la classe degli aminoacidi, la classe delle monoamine, la classe dei peptidi, la classe delle amine "traccia", la classe delle purine, la classe dei gas ecc.



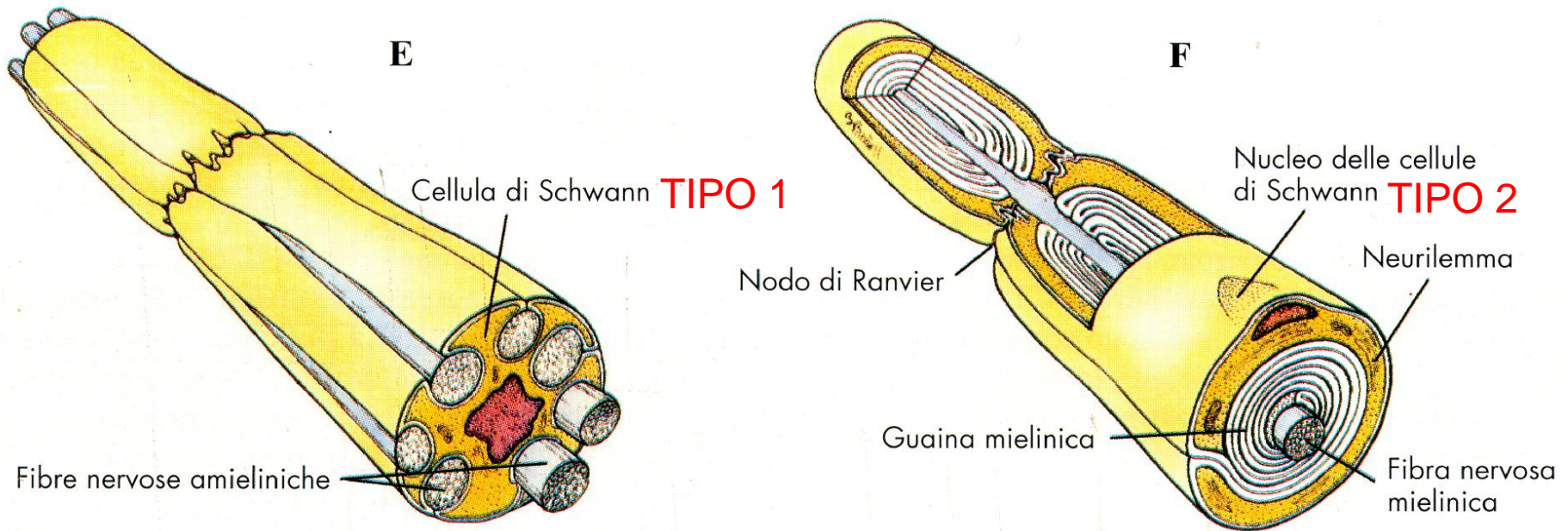
**FIGURA 13.8 CELLULE DI SCHWANN E ASSONI PERIFERICI**

Le cellule di Schwann rivestono ogni assone periferico. (a) Una singola cellula di Schwann forma la guaina mielinica intorno a una porzione di un singolo assone. Questa modalità è differente dal modo in cui la mielina è formata nel SNC. *Paragona questa figura con la Figura 13.5 (MET × 20.603).* (b) Una singola cellula di Schwann può avvolgere diversi assoni amielinici. A differenza di ciò che accade nel SNC, ogni assone nel SNP ha una guaina mielinica completa (MET × 27.627).



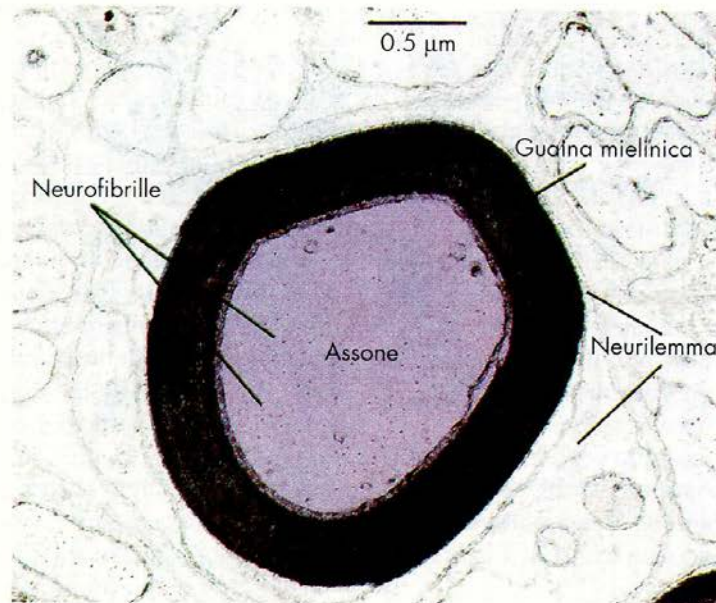
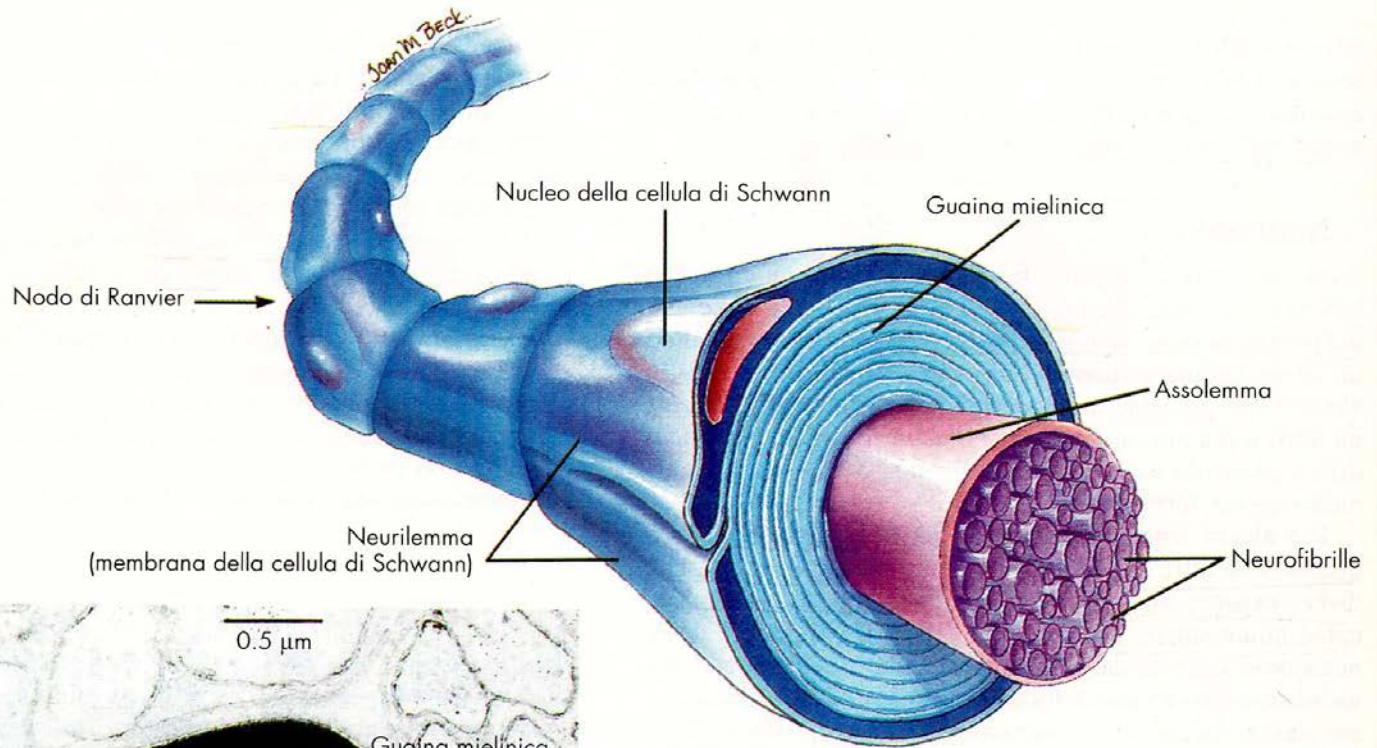
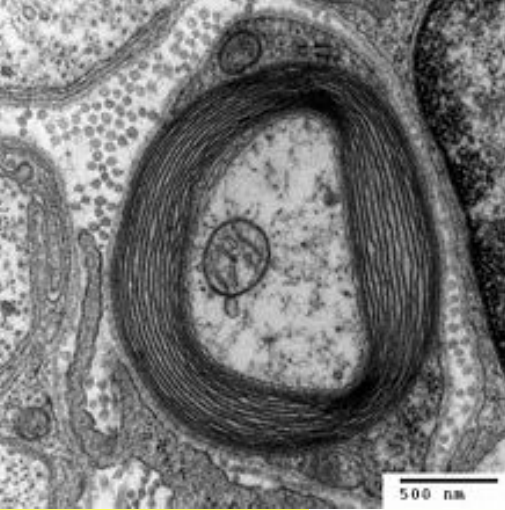
**Cellule di Schwann**

# Nel SNP



**FIGURA 11-2 cont. della, Tipi di neuroglia.** E, Una cellula di Schwann inguaina un fascio di fibre nervose nel SNP. F, Un altro tipo di cellula di Schwann avvolta attorno a una fibra nervosa periferica per formare una guaina mielinica di discreto spessore.





KEY

**FIGURA 11-4 Assone mielinizzato.** Lo schema illustra la sezione trasversale di un assone e dei suoi involucri formati da cellule di Schwann, la guaina mielinica e il neurilemma. Nell'inserto si tratta di una micrografia al microscopio elettronico a trasmissione in cui si può osservare come siano densamente sovrapposti gli strati della membrana plasmatica di una cellula di Schwann per formare la guaina mielinica ricca di lipidi.

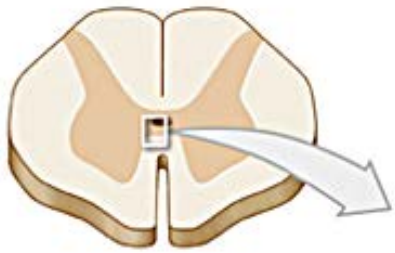


## CELLULE DI SCHWANN O LEMNOCITI

Tutti i neuriti (assoni) che escono dal SNC e quelli dei neuroni dei gangli sensitivi autonomi sono rivestiti da particolari cellule denominate **lemnociti** o **cellule di Schwann**, ritenute una varietà di oligodendrociti. Un neurite (assone) e il suo rivestimento da parte della cellula di Schwann formano una **fibra nervosa**. Se la cellula di Schwann darà origine alla guaina mielinica, la fibra nervosa sarà costituita anche da quest'ultima e il suo diametro trasversale comprenderà, pertanto, quello del neurite e lo spessore del rivestimento mielinico. **La cellula di Schwann si comporta in modo completamente diverso nei confronti dei neuriti (assoni) a seconda del loro diametro**: se questo è inferiore a **1.5 - 2  $\mu\text{m}$** , una singola cellula di Schwann può mettersi in rapporto con 15/20 neuriti, ciascuno dei quali è accolto in uno stretto solco o nicchia presente sulla superficie della cellula stessa; i neuriti che stabiliscono questo rapporto alquanto semplice con il lemnocita vengono detti **amielinici**. Quando il diametro dell'assone è superiore a **2-3  $\mu\text{m}$** , la cellula di Schwann dà origine ad un particolare rivestimento, in tutto uguale a quello fornito dagli oligodendrociti del SNC: **la guaina mielinica** .

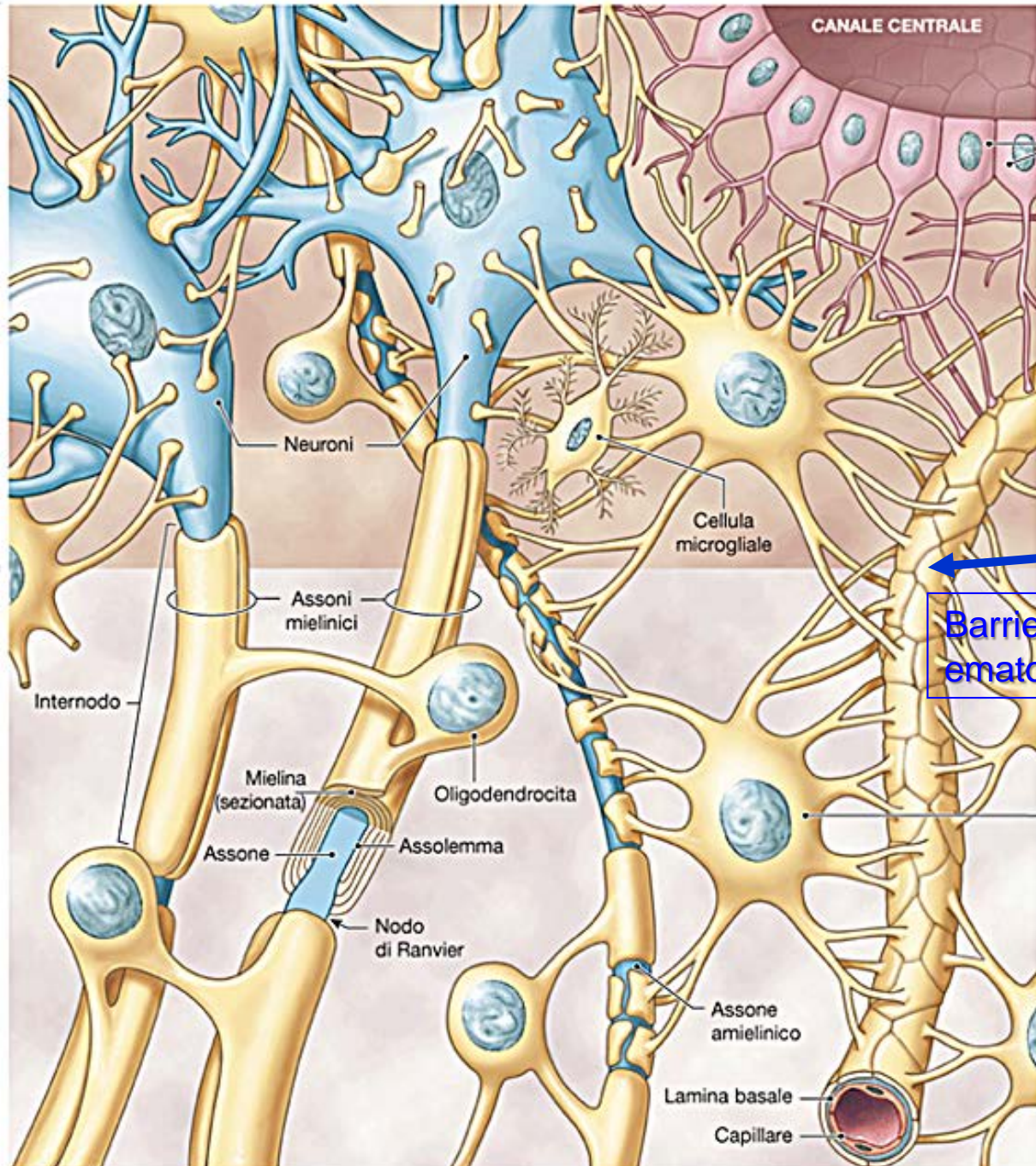
## GUAINA MIELINICA

La guaina mielinica è una particolare membrana segmentata che avvolge un elevato numero di neuriti (assoni) del SNC e del SNP dei Vertebrati. La **guaina mielinica** non è continua ma si presenta **interrotta a intervalli** più o meno lunghi; ogni segmento è separato dal suo contiguo da un breve tratto privo di guaina, detto **nodo di Ranvier**; il segmento mielinico, perciò, viene anche denominato **internodo** . **Nel SNC la guaina mielinica è formata dagli oligodendrociti, nel SNP, invece, è la cellula di Schwann a fornire la guaina mielinica**. Da un punto di vista biochimico, la guaina mielinica va considerata come una membrana citoplasmatica ad elevato contenuto lipidico; possiede, infatti, un'alta concentrazione di colesterolo e di glicolipidi (cerebrosidi). La grande quantità di colesterolo è responsabile della scarsa fluidità e della ridotta permeabilità della mielina; tali prerogative sono essenziali ad una membrana che deve funzionare da **isolante elettrico**. **Un oligodendrocita o un cellula di Schwann sono indotti a produrre mielina dal diametro del neurite: nel SNC questo avviene quando il diametro è di 0,3  $\mu\text{m}$ , mentre nel SNP inizia da diametri superiori a 2  $\mu\text{m}$** . Anche lo spessore della guaina mielinica dipende dal diametro del neurite; quest'ultimo condiziona pure la lunghezza dell'internodo. La guaina mielinica, come è stato detto, è una struttura discontinua, cioè interrotta a tratti; le interruzioni o intervalli prendono il nome di nodi di Ranvier, e nel SNP sono ricoperti da prolungamenti delle cellule di Schwann adiacenti che si interdigitano. A livello dei nodi di Ranvier prendono origine le eventuali ramificazioni del neurite e possono stabilirsi anche contatti sinaptici .



Sostanza grigia

Sostanza bianca



CANALE CENTRALE

Cellule ependimali

Neuroni

Cellula microgliale

Barriera ematoencefalica

Assoni mielinici

Internodo

Mielina (sezionata)

Oligodendrocita

Astrocita

Assone

Assolemma

Nodo di Ranvier

Assone amielinico

Lamina basale

Capillare



# Riepilogo

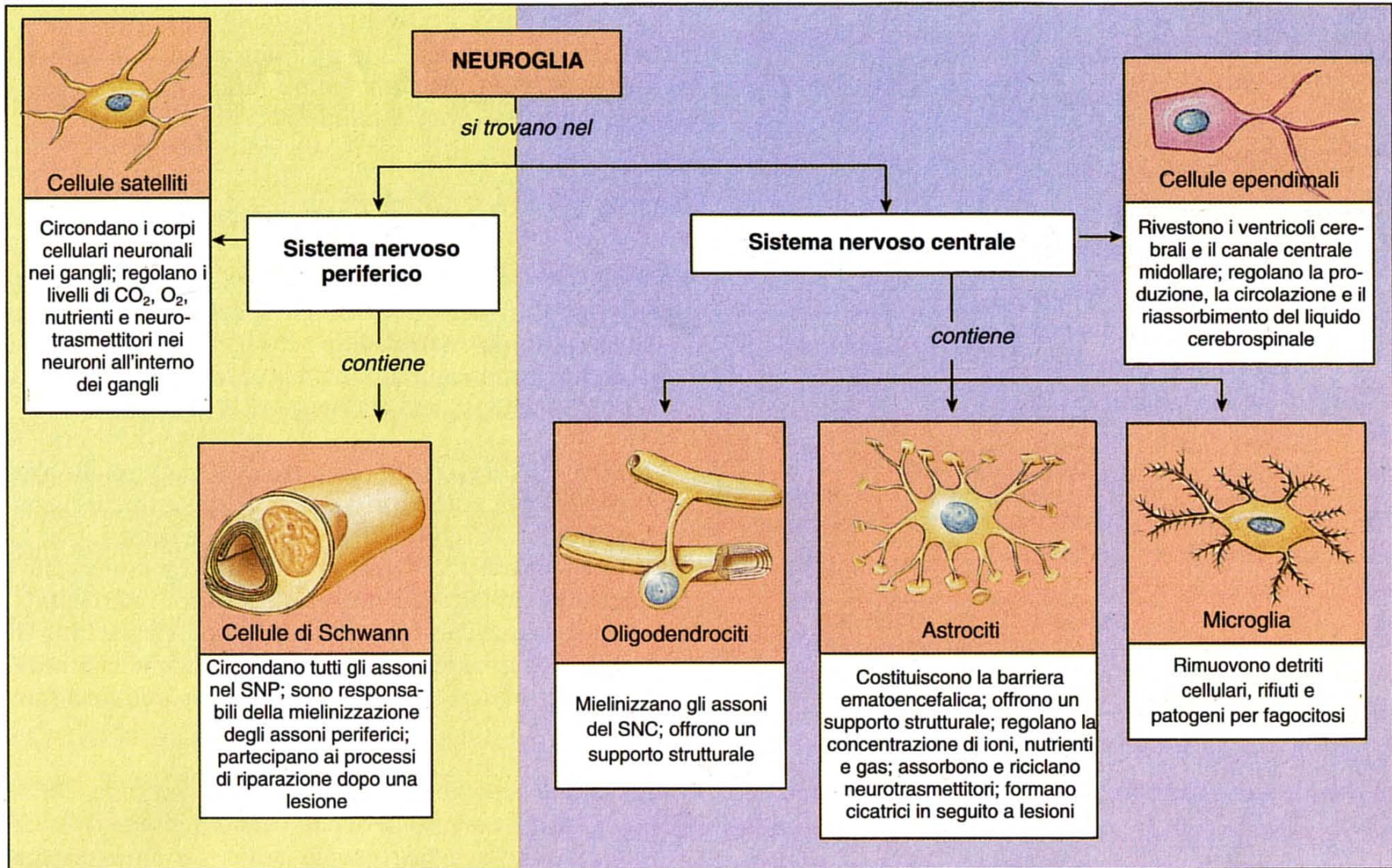


FIGURA 13.4 CLASSIFICAZIONE DELLE CELLULE GLIALI  
Riassunto dei tipi e delle funzioni delle cellule gliali.

# Controllo nervoso della vita di relazione e della vita vegetativa

Nell'ambito del sistema nervoso (sia centrale che periferico) si possono distinguere due settori:

1. Settore formato dai centri e dalle vie preposte a raccogliere la sensibilità e al controllo delle attività motorie inerenti la vita di relazione → **SISTEMA NERVOSO DELLA VITA DI RELAZIONE**

2. Settore formato dai centri e dalle vie preposte al controllo della vita vegetativa → **SISTEMA NERVOSO della vita VEGETATIVA (S.N. viscerale, "autonomo")**

I

**I NERVI**





## Il Sist. Nervoso

- recepisce gli stimoli esterni ed interni al corpo stesso dai *recettori nervosi sensitivi*
- controlla le risposte motorie tramite le *terminazioni nervose motorie* connesse ai muscoli (striati, lisci) alle ghiandole ed agli adipociti

Il collegamento tra SNC e la periferia sensitiva e motoria è stabilito dagli assoni (o *neuriti* )

Gli assoni di collegamento non sono mai soli, ma decorrono aggregati in fasci, costituendo i **NERVI**

# I NERVI (generalità)

La struttura elementare è il "**fascetto nervoso**", composto da alcuni assoni avvolti da una guaina connettivale;

In un nervo possono esserci 1, 2 o più fascetti.

Possono formarsi anastomosi tra fascetti di uno stesso nervo e quindi → plessi nervosi (strutture 3D)

Se le fibre che lo compongono sono sensitive	→ Nervo <b>sensitivo</b>	} Vita di relazione
" " " motorie	→ Nervo <b>motorio</b>	
" " " vegetative	→ Nervo vegetativo <b>S</b> o <b>M</b>	
" " " di 2 (o 3) tipi	→ Nervo <u><b>misto</b></u>	

# NERVI (rivestimenti)



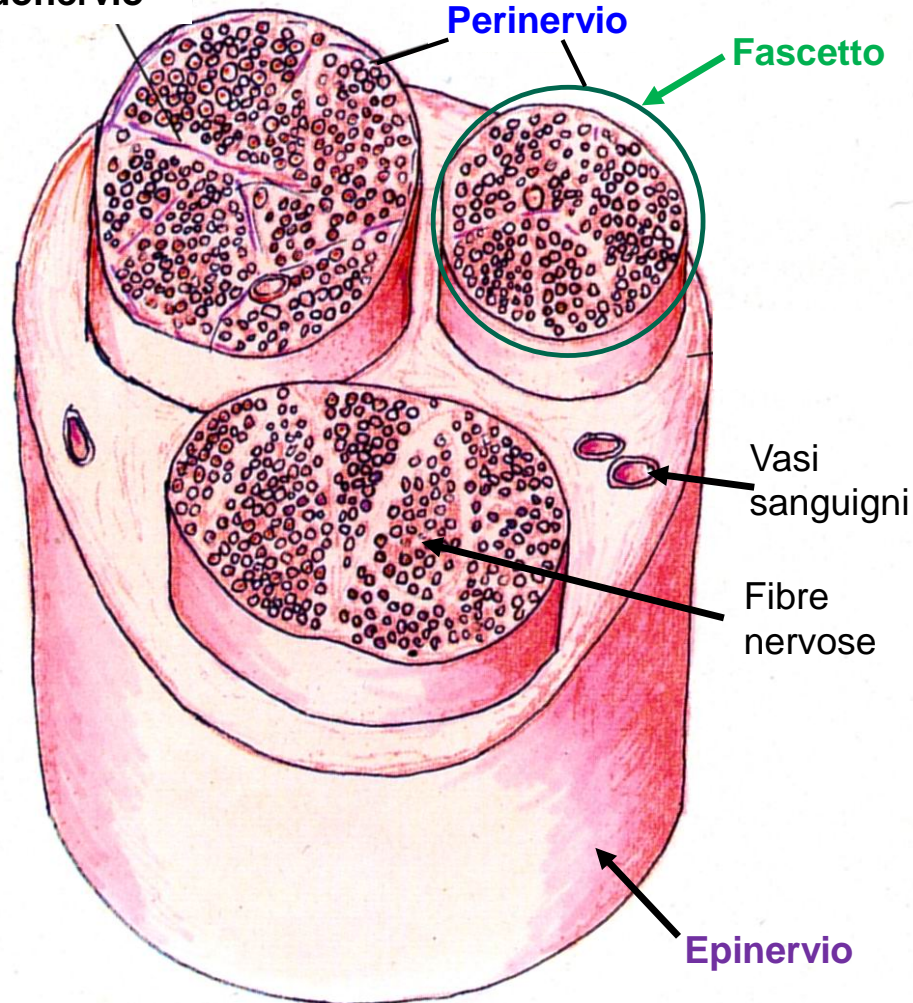
Def. NERVO: Fascio di fibre nervose periferiche (assoni con guaina mielinica) avvolto da strati di tessuto connettivo

- Ogni singola fibra (= assone con guaina mielinica) è avvolta da uno strato sottile di fibre connettivali (**endonevrio**)
- Fasci di fibre (o *fascetti*, o *fascicoli*) sono tenuti uniti da un manicotto tubulare di connettivo (**perinevrio**)
- Numerosi fascetti con il concorso di vasi sanguigni formano un nervo, rivestito da una spessa guaina fibrosa (**epinevrio**)

Endonervio

Perinervio

Fascetto



Vasi sanguigni

Fibre nervose

Epinervio

**Nervo: struttura**

**3 fascetti che formano un nervo**

Le singole fibre nervose (che costituiscono un fascetto) sono rivestite da un sottile strato connettivale (**Endonervio**)

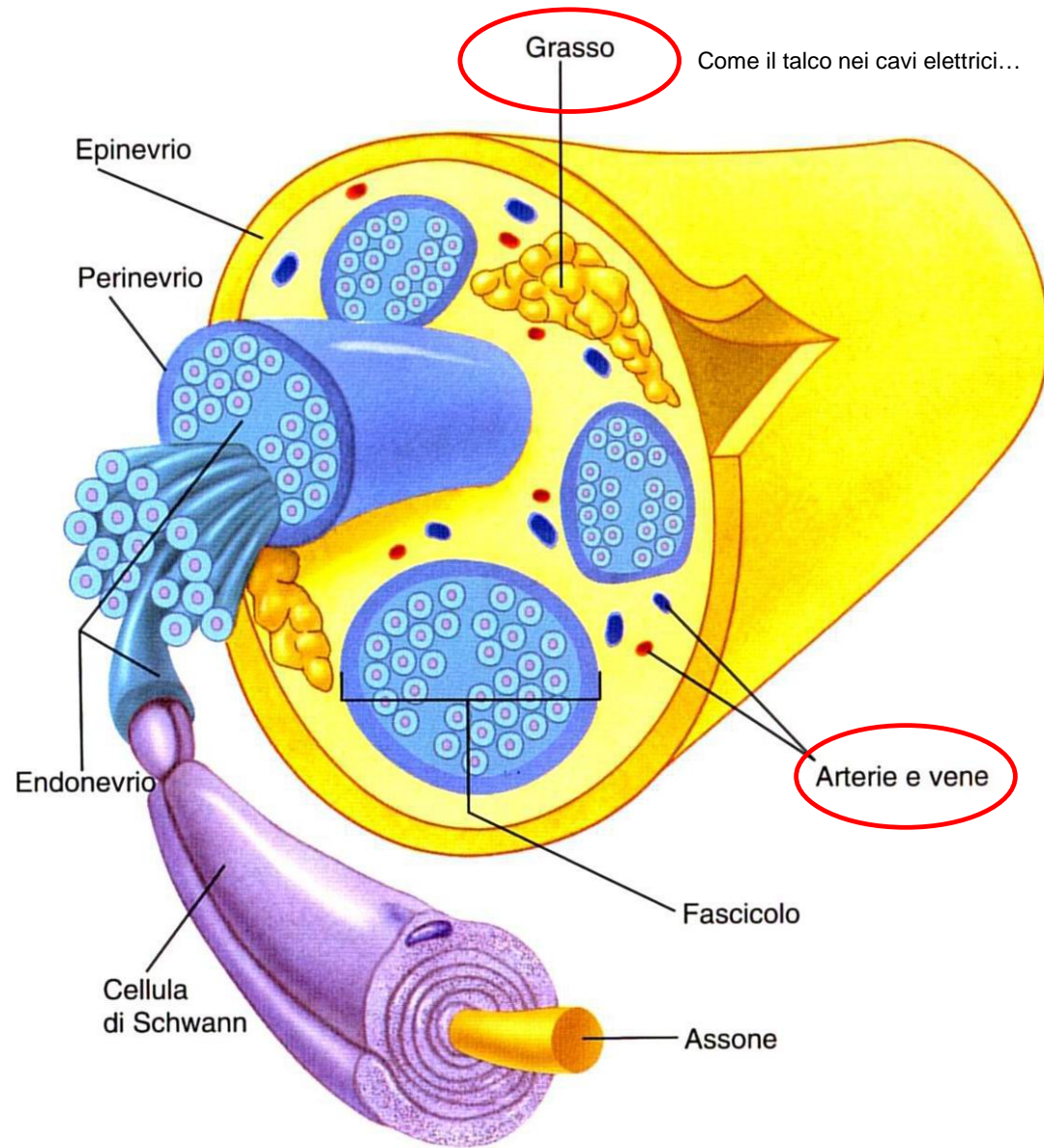
Ogni fascetto è circondato da un sottile manicotto tubulare connettivale (**Perinervio**)

I diversi fascetti sono poi tutti avvolti da una **spessa guaina fibrosa (Epinevrio)**

FIGURA 19-3. Struttura generale di un piccolo nervo. Sono visibili tre fascetti nervosi ciascuno dei quali è circondato da una guaina di *perinervio*. I tre fascetti sono tra loro connessi da una cospicua intelaiatura connettivale che avvolge il nervo e si interpone tra i fascicoli: si tratta del cosiddetto *epinevrio*. All'interno dei singoli fascetti sono visibili numerose fibre nervose le quali sono tenute assieme da un connettivo più fine cui si dà il nome di *endonevrio*.



## Struttura di un nervo periferico



### **Figura 10.12 Struttura di un nervo periferico**

Struttura di un nervo; la figura illustra gli assoni avvolti da diversi strati di tessuto connettivo: l'epinevrio attorno all'intero nervo, il perinevrio attorno ai fascicoli nervosi, e l'endonevrio attorno alle cellule di Schwann e agli assoni.



# Osservazioni



- Le fibre mieliniche formano Fasci che costituiscono la **Sostanza Bianca**
- I corpi delle cellule del SNC e le fibre amieliniche formano la **Sostanza Grigia**
  
- Regioni distinte di sostanza grigia nel SNC formano **Nuclei**
- Nel SNP regioni simili di sostanza grigia formano i **Gangli**.

Molti nervi sono **MISTI** (fibre sensitive + fibre motrici)

# Impulso nervoso

Basato sulle caratteristiche di **eccitabilità** delle membrane cellulari, ovvero sulla capacità di condurre **impulsi di tipo elettrico**

Un **Impulso elettrico** (o **Potenziale d'Azione**) si sviluppa quando la membrana viene stimolata fino a un livello di **Soglia**, oltrepassato il quale essa cambia le caratteristiche di permeabilità agli ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ .

I potenziali d'azione si propagano lungo gli assoni dei neuroni, originando l' **IMPULSO NERVOSO**.

Esso viaggia più velocemente lungo un assone mielinico tramite salti da un nodo di Ranvier al successivo. → vedi **FISIOLOGIA**

# Comunicazione sinaptica

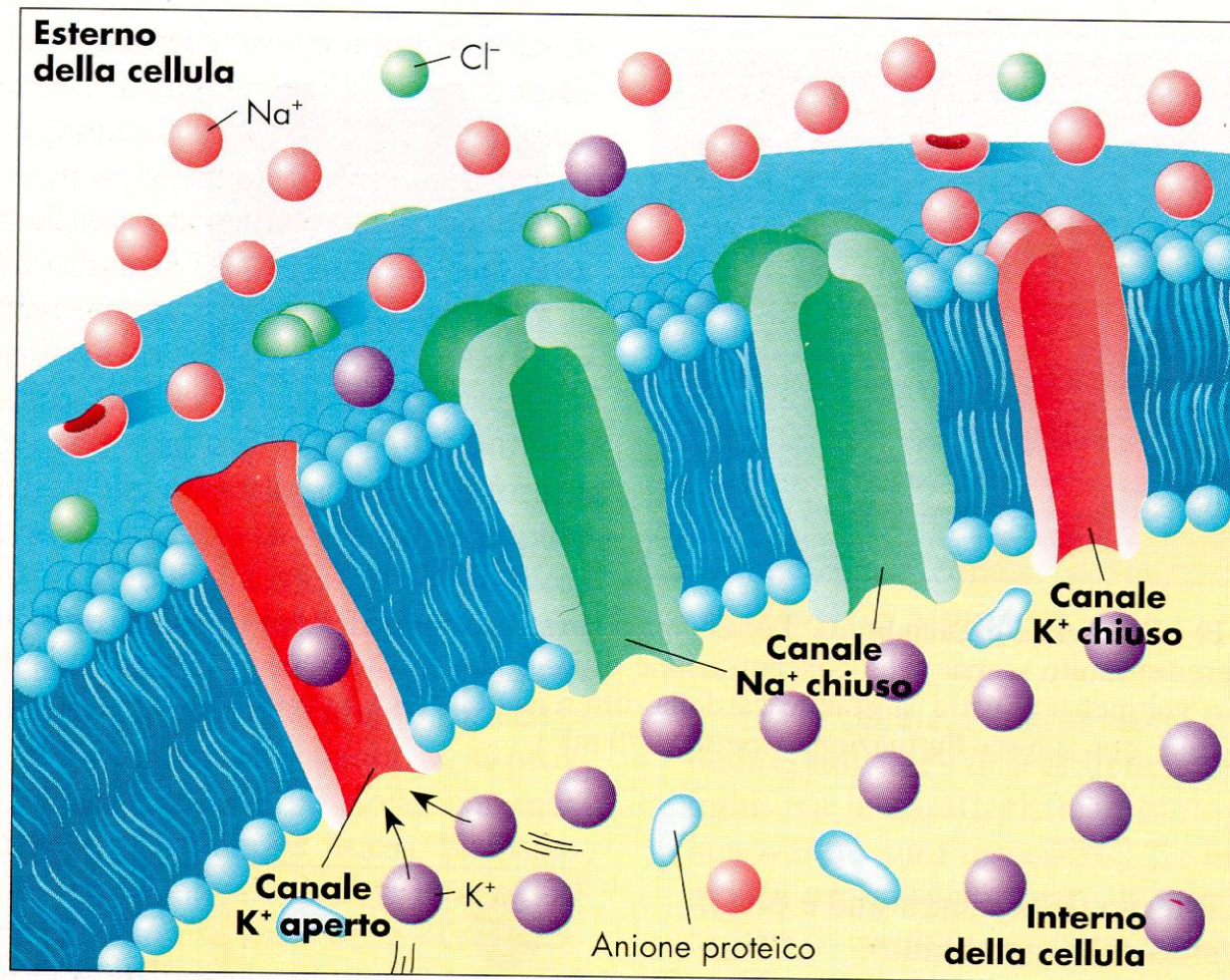
Le Sinapsi permettono la comunicazione tra i neuroni o altri tipi cellulari (es. giunzioni neuro-effettrici)

Una sinapsi può coinvolgere un terminale sinaptico di un assone da un lato e dall'altro :

- a. un dendrite (→ S. asso-dendritiche)
- b. un pirenoforo (→ S. asso-somatica)
- c. un assone (→ S. asso-assonica)

Una sinapsi può essere **chimica** (liberazione di neurotrasmettitori), oppure **elettrica** (diretto contatto tra cellule tramite gap-junction)

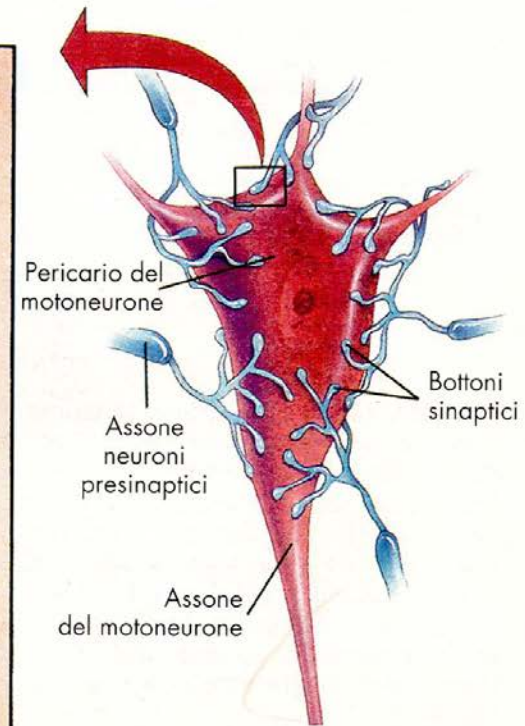
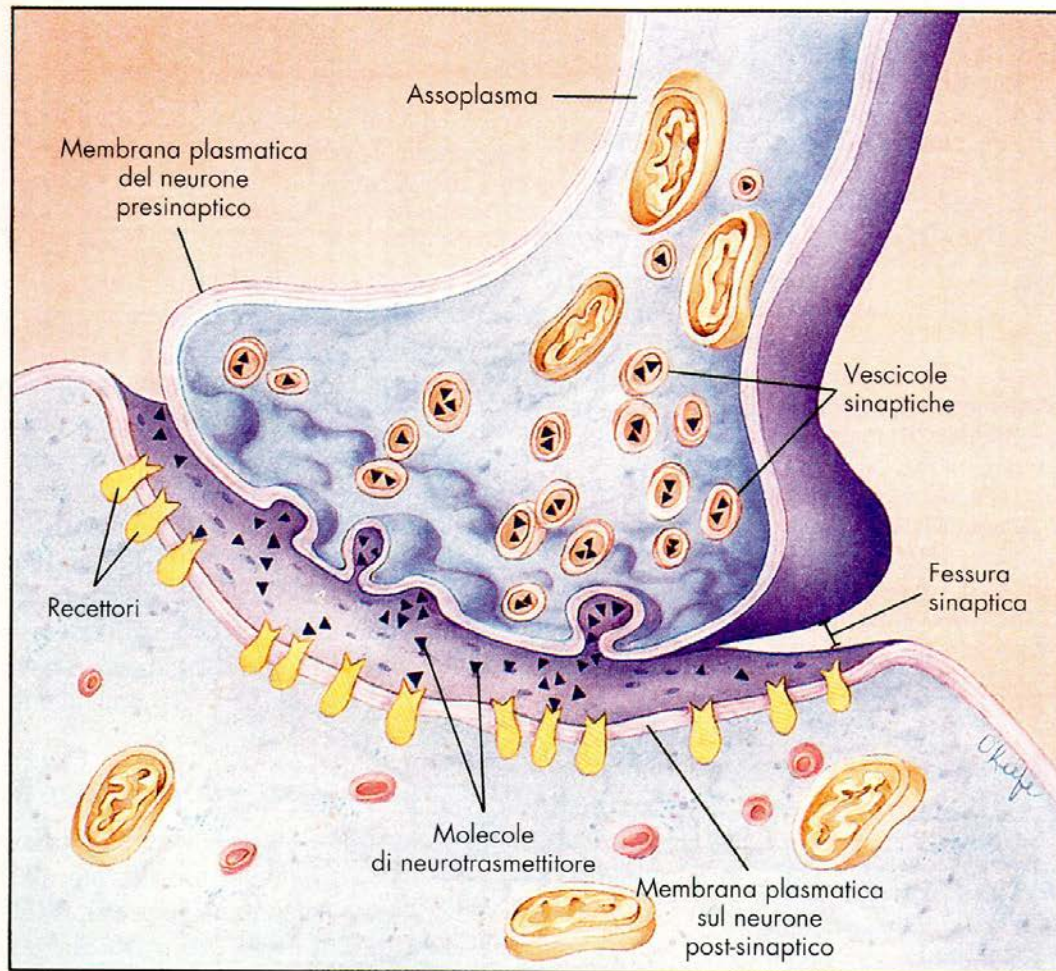
## variazione di potenziale trans-membrana



**FIGURA 11-12** Ruolo dei canali ionici nel mantenimento del potenziale di riposo (PR) della membrana plasmatica. In una membrana «a riposo» sono aperti alcuni canali  $\text{K}^+$ , consentendo al  $\text{K}^+$  di diffondere contro il proprio gradiente di concentrazione (fuori della cellula) aggiungendosi, così, all'eccesso di ioni positivi sulla superficie esterna della membrana plasmatica. Per contrastare quest'effetto dovrebbero diffondere in direzione opposta gli ioni  $\text{Na}^+$ , ma ciò è impedito dalla chiusura dei canali  $\text{Na}^+$ . Confrontare questa figura con la figura 11-11.

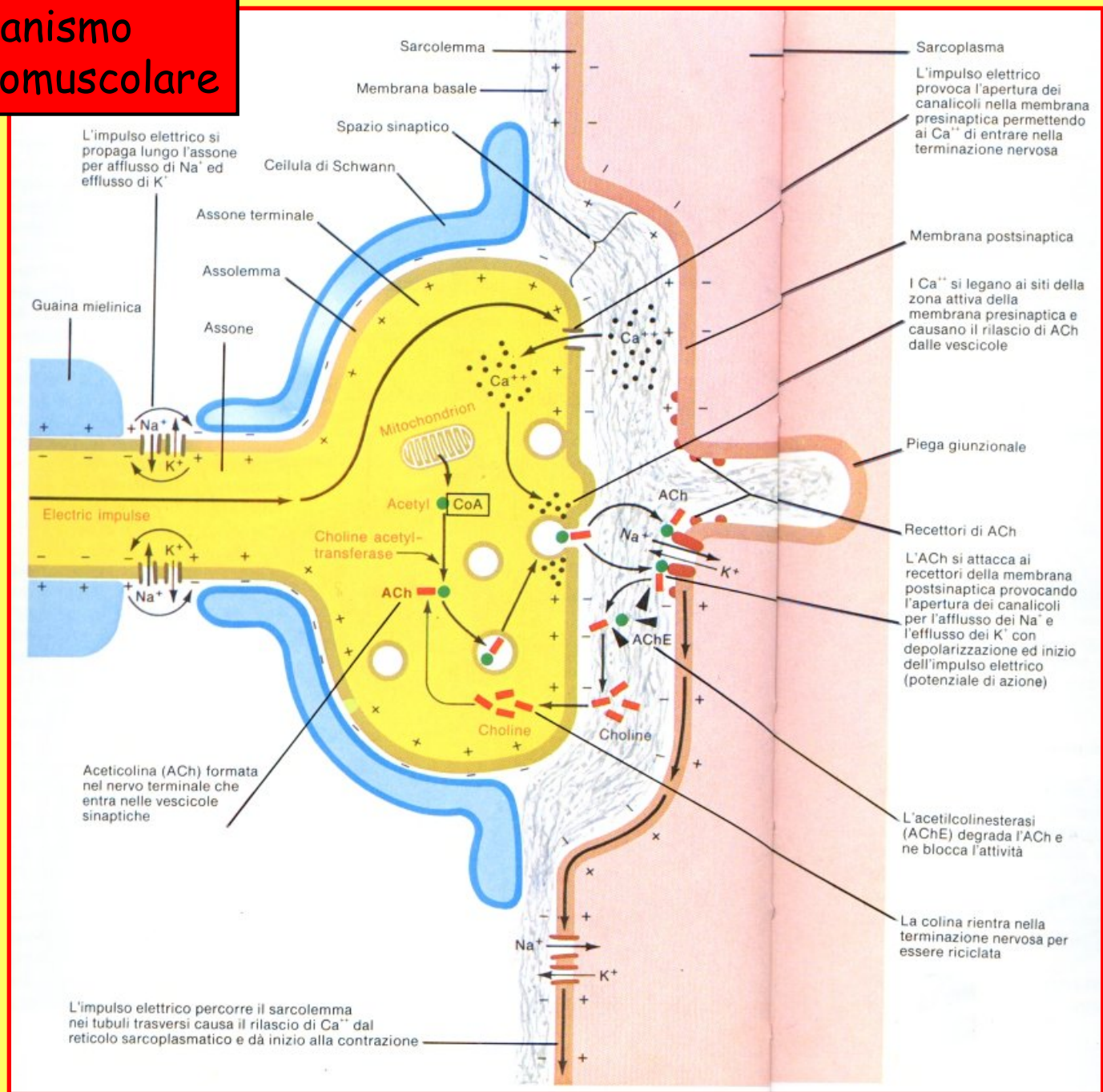


# Sinapsi chimica



**FIGURA 11-19 Struttura della sinapsi.** Lo schema mostra un bottoni sinaptici, o terminale dell'assone, di un neurone presinaptico, la membrana plasmatica di un neurone postsinaptico e la fessura sinaptica. All'arrivo di un potenziale d'azione al bottoni sinaptici, vengono rilasciate le molecole del neurotrasmettitore dalle vescicole del terminale presinaptico entro la fessura sinaptica. Il legame tra le molecole del neurotrasmettitore e quelle del recettore sulla membrana plasmatica del neurone postsinaptico dà avvio alla conduzione dell'impulso nervoso nel neurone postsinaptico.

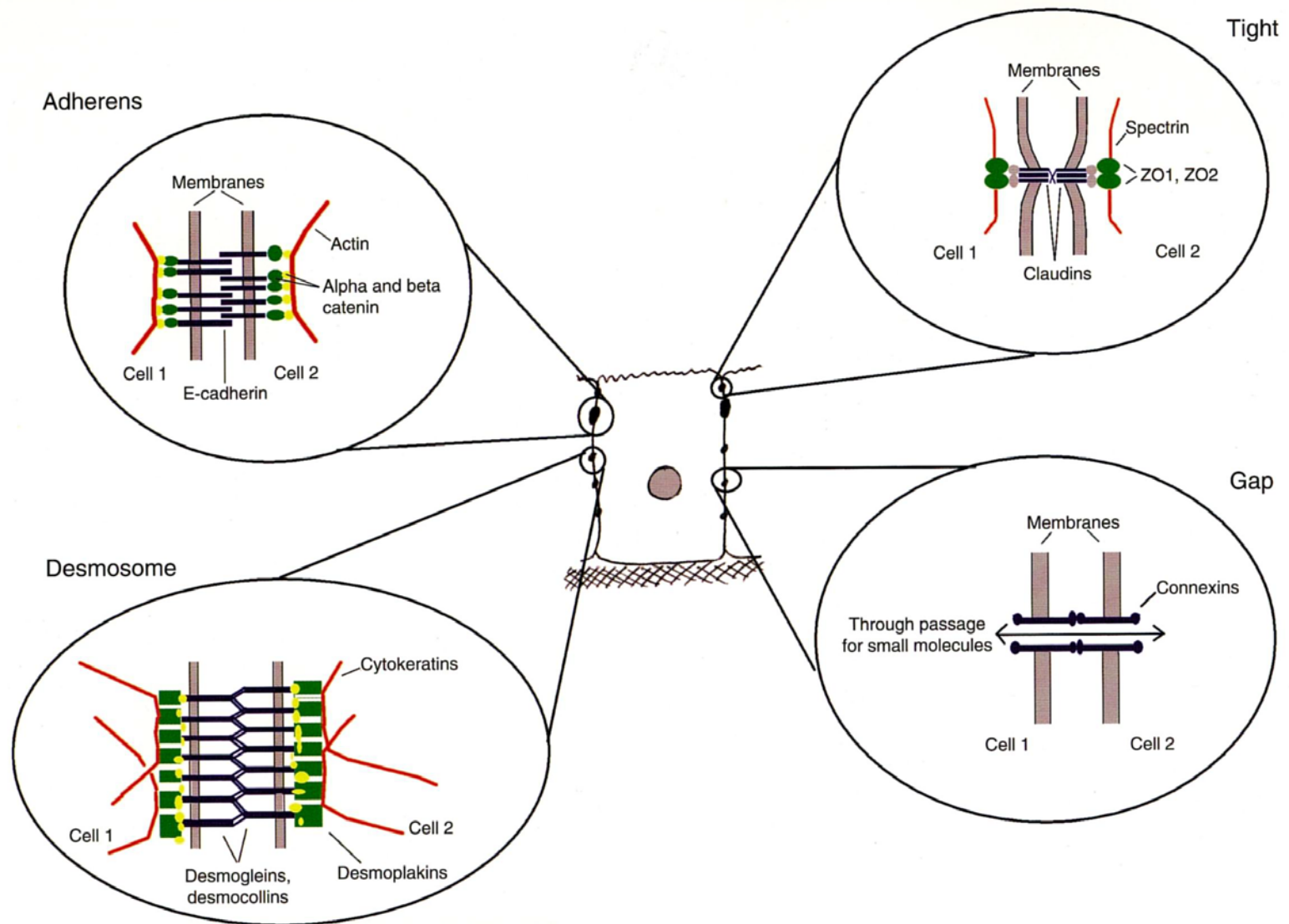
# schema del meccanismo della placca neuromuscolare







# Eventualm Cercare immagine gap junction





# Trasmissione sinaptica

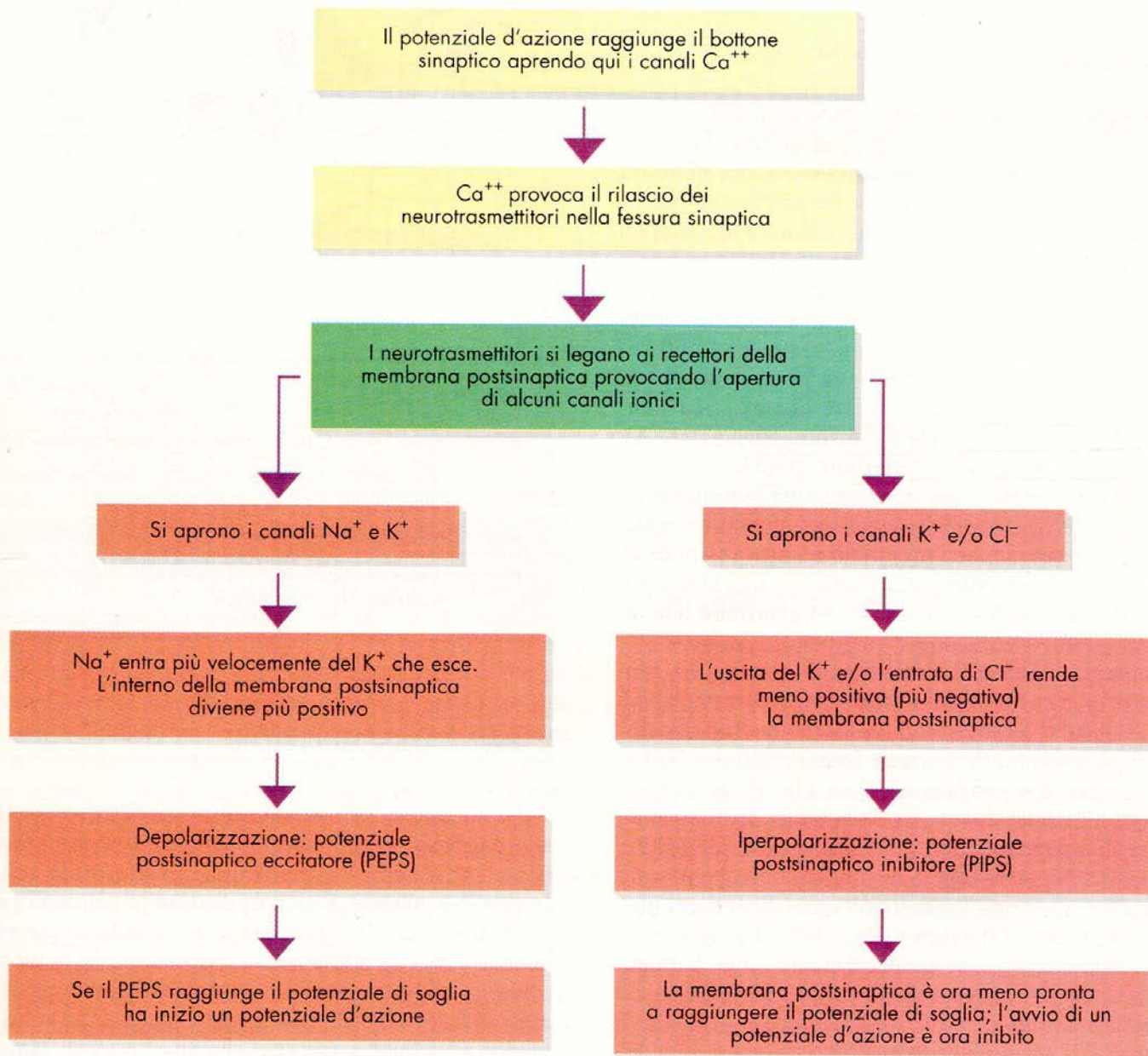


FIGURA 11-20 Sommario sulla trasmissione sinaptica

# CIRCUITI NERVOSI

Tutti i neuroni (o le fibre nervose) sono direttamente o indirettamente interconnessi tra loro.

Le fibre del sistema nervoso centrale si organizzano e si raggruppano in modo da **rafforzare l'onda** di eccitamento che tende a smorzarsi passando da una fibra all'altra.

Così nel SNC i miliardi di interneuroni sono organizzati in un numero più piccolo di **Gruppi Neuronal**i, ciascuno con funzioni specifiche, e con **interazioni di vario tipo** tra i neuroni che li compongono che determinano i seguenti **tipi di circuito**:

1. Divergente
2. Convergente
3. Ricorrente o riverberante
4. Parallelo
5. Seriale

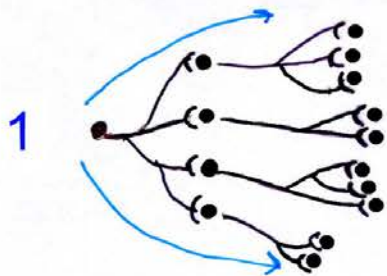
1. **circuito nervoso divergente o amplificatore:** una fibra prende contatto con altre e trasmette a cascata l'impulso: → **ampia risposta anche ad uno stimolo debole**

2. **circuito convergente:** un segnale è raccolto da numerosi neuroni collegati a piramide: **risposta garantita, rapida e uniforme anche se i segnali sono prodotti da stimoli diversi o provengono da siti diversi**

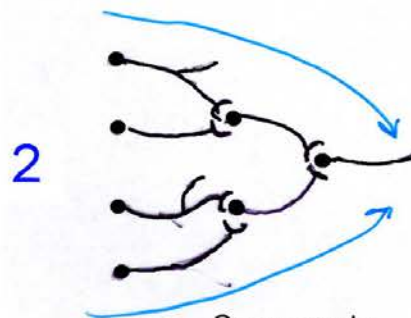
3. **circuito ricorrente o riverberante:** un segnale percorre una catena di neuroni e trova una diramazione che lo fa tornare indietro: il messaggio si trasforma da impulso semplice a scarica continua e rallenta: **serve per stimolare i muscoli lisci.**

4. **circuito in parallelo:** un neurone ne stimola altri contemporaneamente e questi convergono su un neurone terminale che viene **stimolato in modo prolungato.**

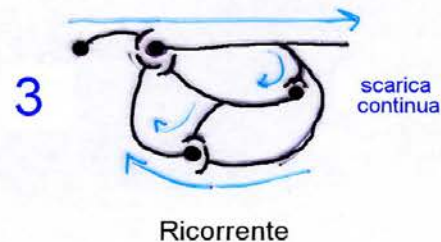
5. **circuito seriale:** i neuroni sono in serie e **ciascuno stimola il successivo**



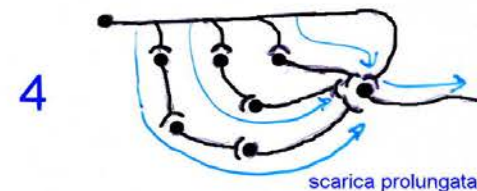
Divergente (o amplificatore)



Convergente

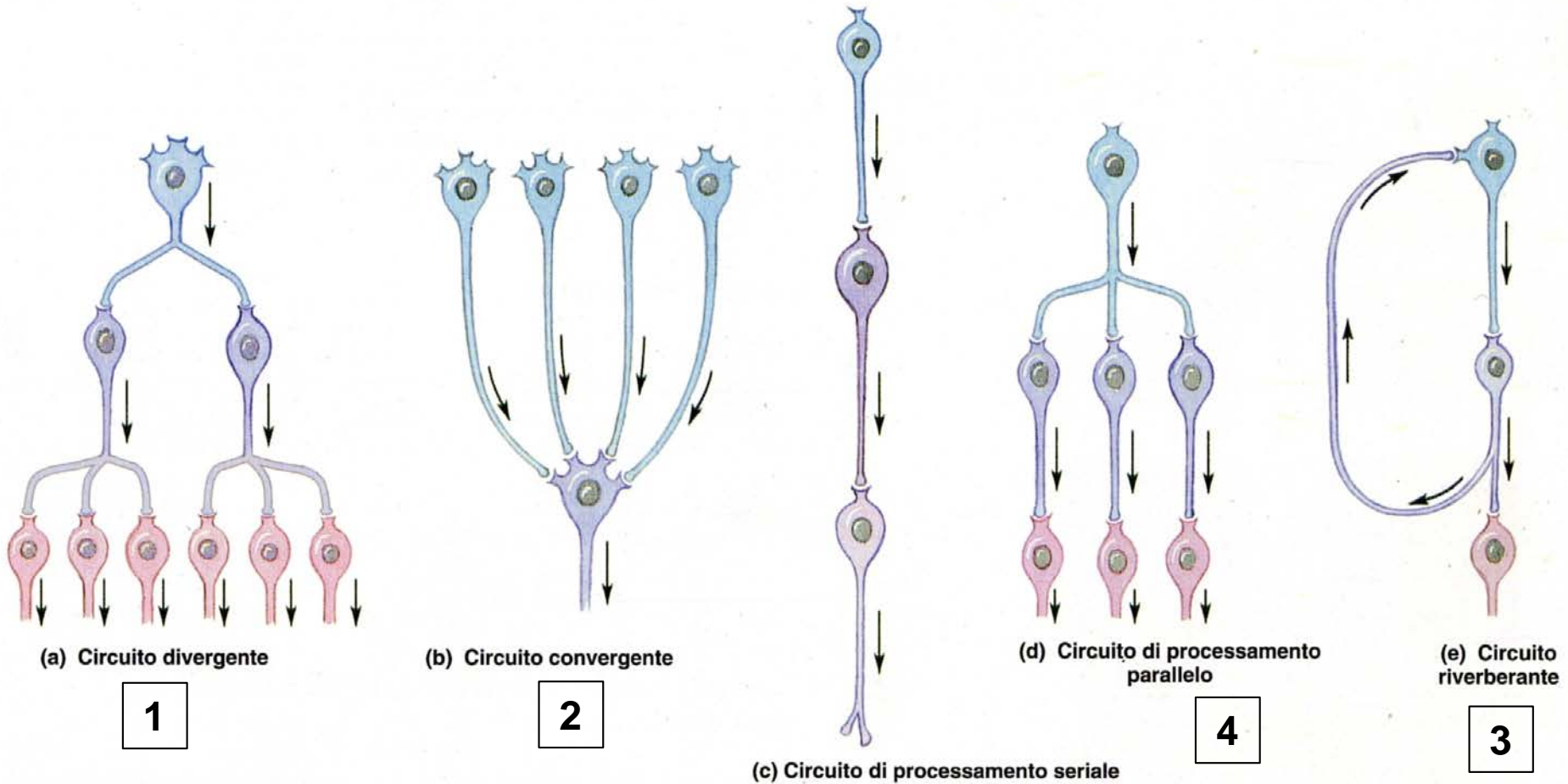


Ricorrente



In Parallelo

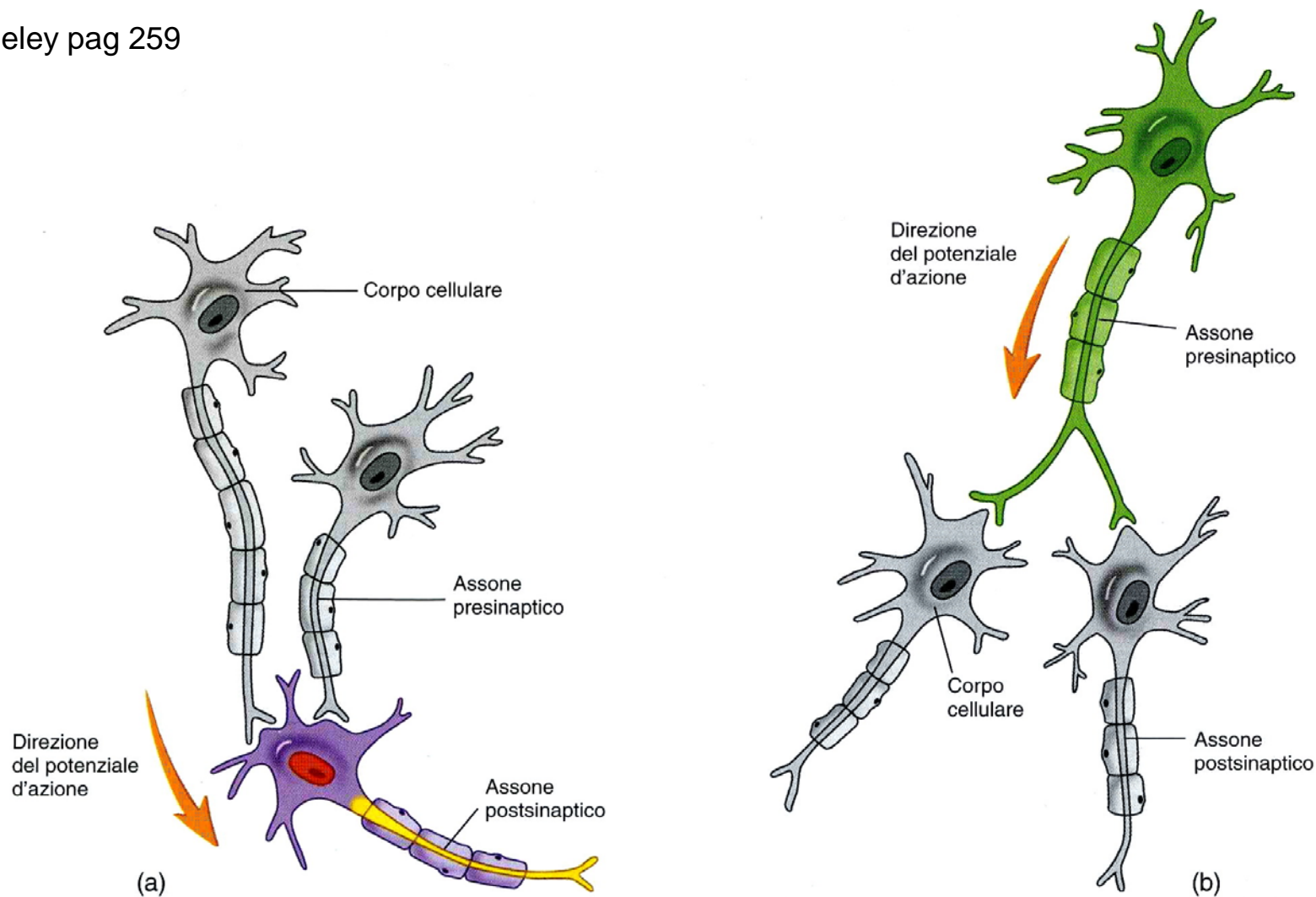
# CIRCUITI NERVOSI



**5a)** Trasmissione semplice diretta: 2 soli neuroni, uno sensitivo e uno motore, collegati tra loro senza interneuroni → risposta immediata (arco riflesso)

**5b)** Trasmissione semplice indiretta: Neurone sensitivo → interneurone (minima elaborazione del segnale) → neurone motore

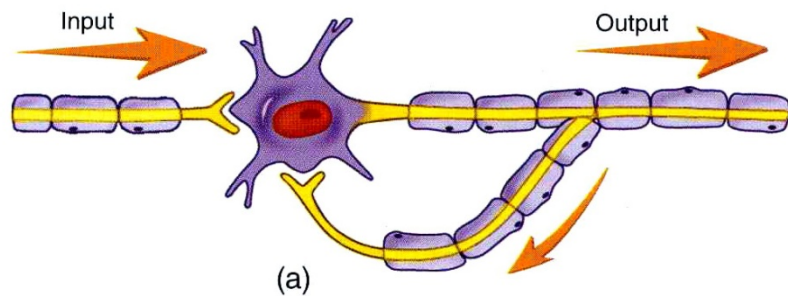




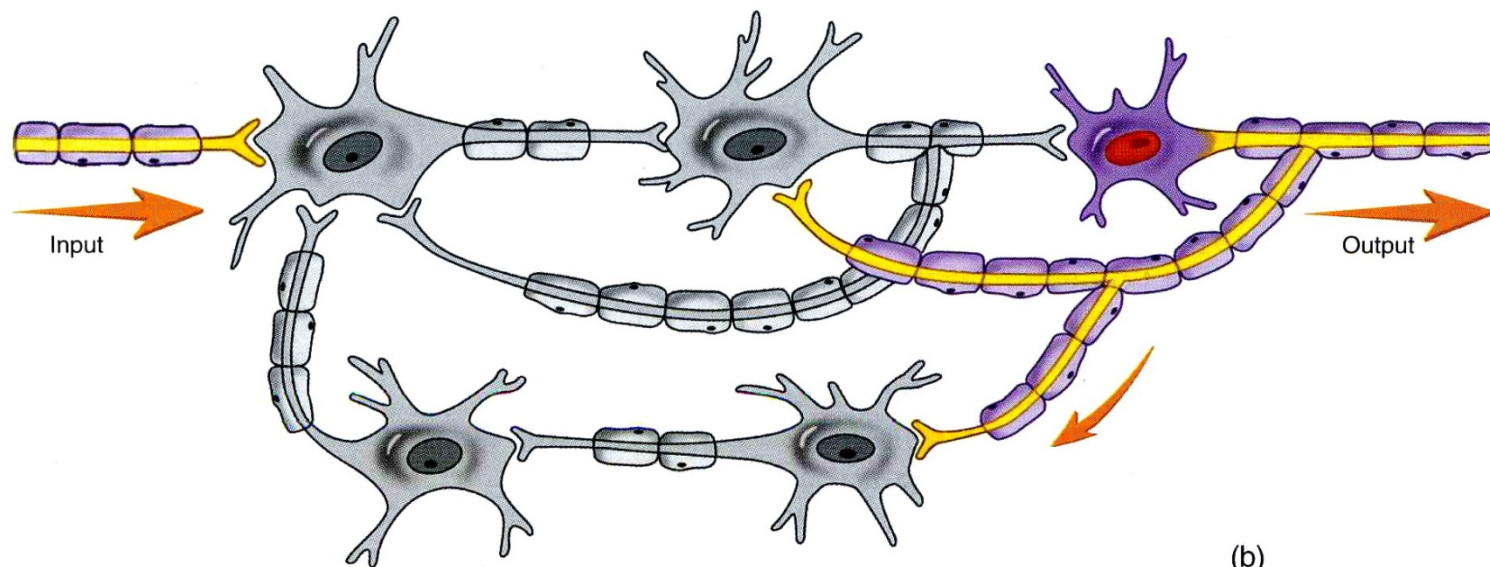
**Figura 9.19 Circuiti convergenti e divergenti**

(a) Modello generale di circuito convergente: due neuroni convergono sullo stesso neurone postsinaptico. (b) Modello generale di circuito divergente: un neurone diverge contattando due neuroni postsinaptici.

da Seeley pag 259



(a)



(b)

**Figura 9.20 Circuiti oscillanti**

(a) Un singolo neurone stimola se stesso. (b) Circuito oscillante più complesso nel quale il neurone in ingresso è controllato da altri due neuroni.

Lezione

Organizzazione  
anatomica SN

+

Inizio Midollo Spinale

Pirenofori e Assoni dei neuroni non sono distribuiti casualmente, ma formano gruppi con limiti anatomici più o meno distinguibili. In particolare

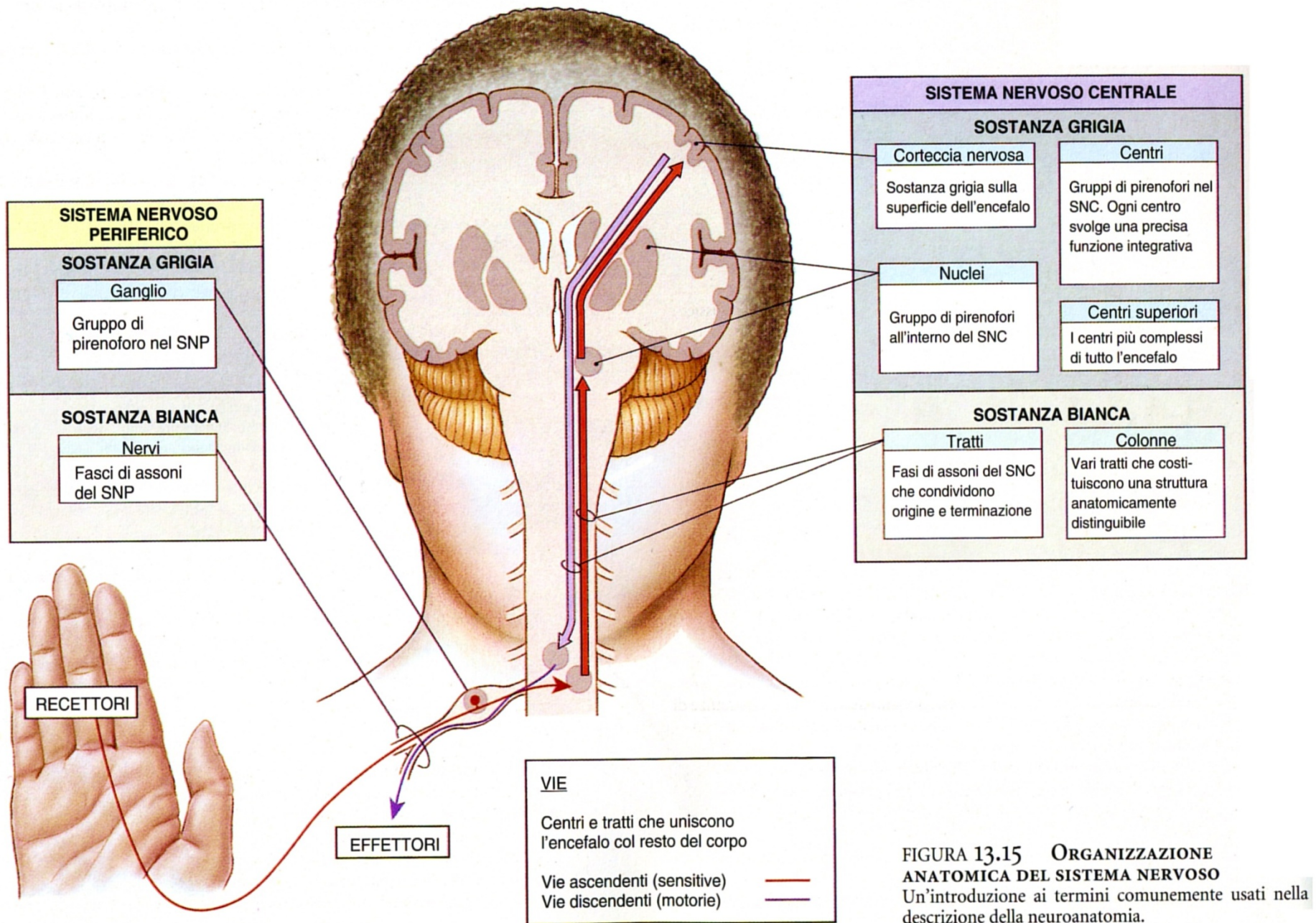
## >> Nel S.N. Centrale (encefalo + midollo spinale) <<

- Più pirenofori con funzione comune e senza confine preciso → **CENTRO**
- Più pirenofori con funzione comune MA con confine anatomico preciso: **NUCLEO**
- **Centri, Nuclei, Corteccia e Centri Superiori** → **SOSTANZA GRIGIA**
- Fasci di assoni con origine, destinazione e funzione comune costituiscono i **TRATTI (nell'Encefalo) o COLONNE (\*) (nel Midollo Spinale)** (\* poco usato..)
- **CENTRI** e **TRATTI** che collegano il SNC al resto del corpo sono detti **VIE** (Vie ascendenti sensitive o Vie discendenti motorie)
- **Tratti e Vie costituiscono la** → **SOSTANZA BIANCA**

## >> Nel S.N. Periferico <<

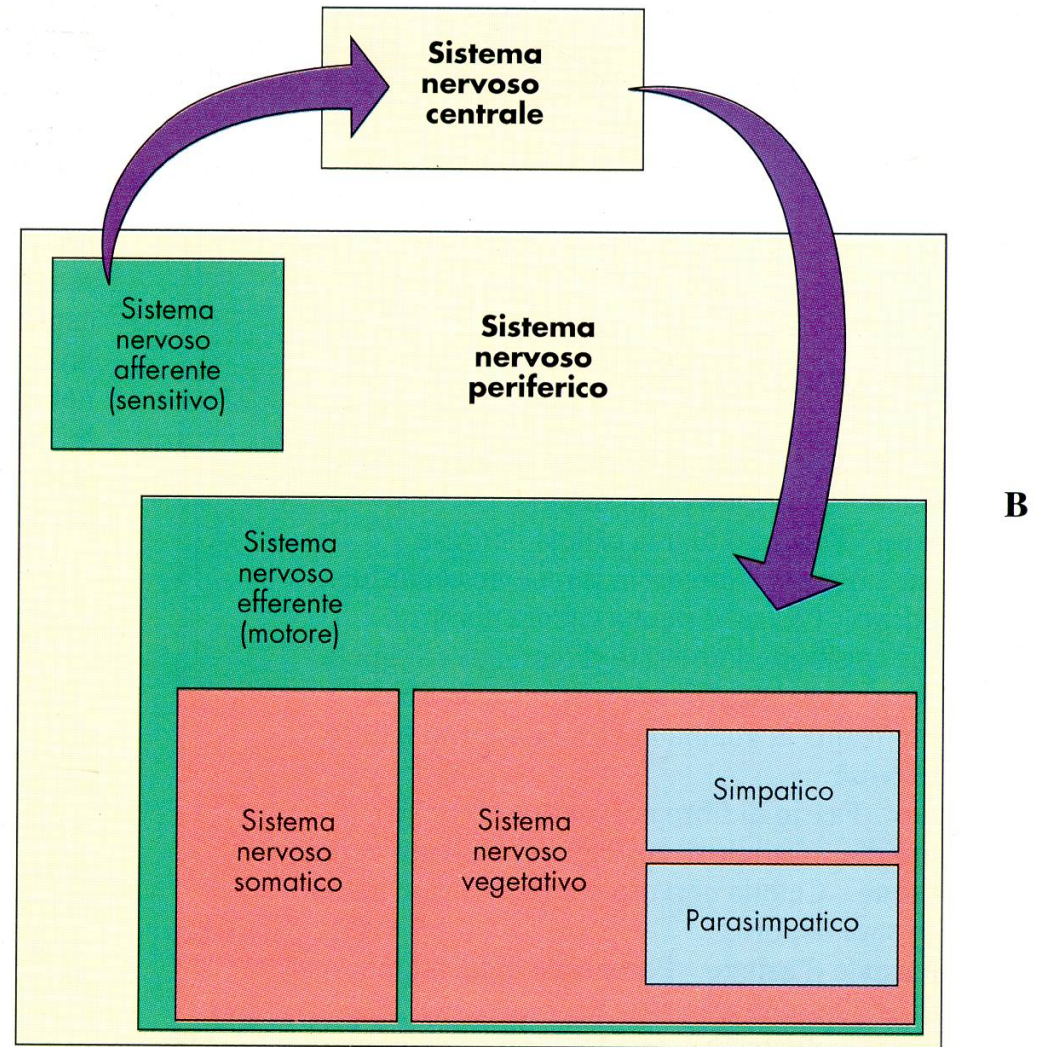
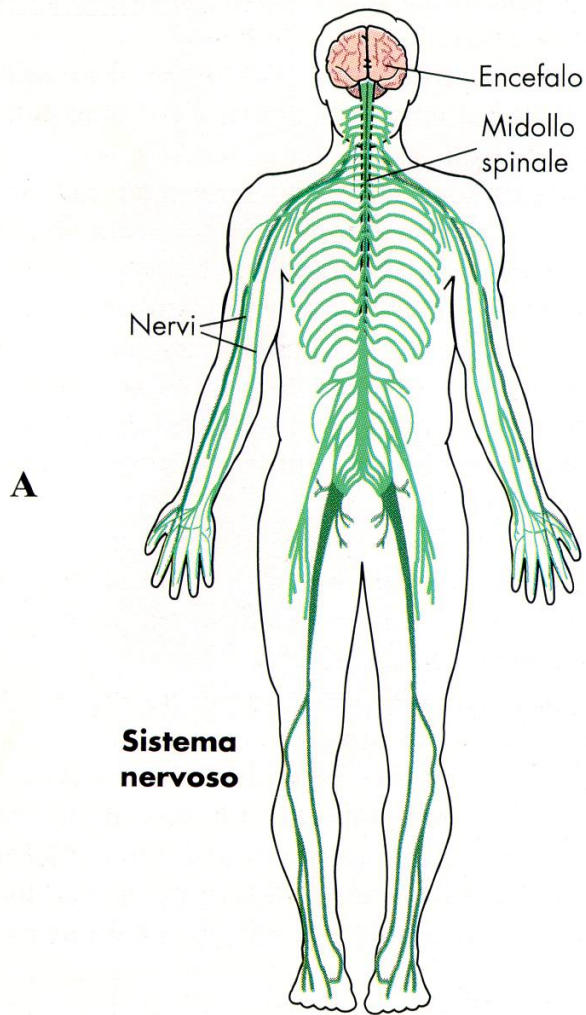
- I pirenofori dei neuroni sensitivi si trovano nei gangli delle radici dorsali
  - I pirenofori dei neuroni motori viscerali si trovano nei gangli viscerali
- } OKKIO
- Gruppi di assoni riuniti tra loro costituiscono i vari **NERVI** [**cranici** (connessi all'encefalo) e **spinali** (connessi al midollo spinale)]





**FIGURA 13.15 ORGANIZZAZIONE ANATOMICA DEL SISTEMA NERVOSO**  
 Un'introduzione ai termini comunemente usati nella descrizione della neuroanatomia.





**FIGURA 11-1 Il sistema nervoso. A,** Principali caratteristiche anatomiche del sistema nervoso umano. **B,** Il disegno riassume il piano organizzativo utilizzato da diversi biologi per lo studio del sistema nervoso. Il sistema nervoso centrale elabora le informazioni provenienti dai territori sensitivi del sistema nervoso periferico e invia informazioni motrici agli effettori periferici.

# Costituzione del SNC: Encefalo + Midollo Spinale

## ENCEFALO

L'encefalo è la parte più elevata del SNC, è la sede della nostra vita psichica, raccoglie le sensibilità e controlla le attività motorie

Costituito da una massa ovoidale di tessuto nervoso che occupa la scatola cranica (neurocranio)

Ad esso fanno capo 12 paia di nervi cranici che raccolgono la sensibilità dal capo e dal collo, ne controllano i muscoli e collaborano a regolare le attività motorie dei visceri

## MIDOLLO SPINALE (partiamo da qui... → →)

Prolungamento dell'encefalo, situato nel canale vertebrale (speco)

Raccoglie con le sue 31 paia di nervi spinali la sensibilità generale di tronco e arti, controlla i muscoli scheletrici, collabora a regolare le attività dei visceri (tramite i sistemi orto- e parasimpatico)

Partiamo con la descrizione dal

# MIDOLLO SPINALE

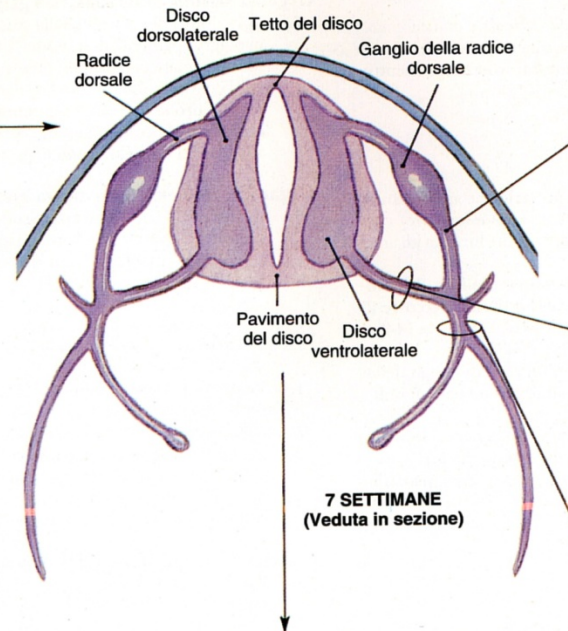
Il **SNC** è costituito da **Encefalo** e **Midollo spinale** che, sebbene anatomicamente in continuità, hanno un significativo grado di indipendenza funzionale



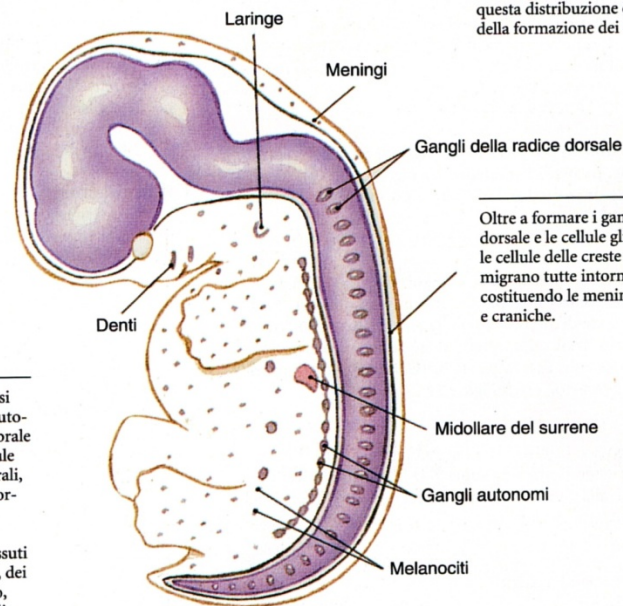
# SVILUPPO DEL MIDOLLO SPINALE come continuazione del tubo neurale posteriormente all'encefalo

L'ingrandimento del mantello provoca un restringimento del neurocele. Questo ingrandimento è a carico più delle parti laterali del disco, che di quelle superiore e inferiore. I neuroni che si sviluppano nella porzione dorsolaterale riceveranno le afferenze sensitive. Quelli che invece si sviluppano nella porzione ventrolaterale costituiranno i motoneuroni.

Le cellule delle creste neurali si aggregano a formare gangli autonomi vicino la colonna vertebrale e gli organi periferici. Le cellule che migrano dalle creste neurali, inoltre, contribuiscono alla formazione dei denti, della cartilagine laringea, dei melanociti, del cranio, dei tessuti connettivi intorno all'occhio, dei muscoli intrinseci dell'occhio, delle cellule di Schwann, degli anficiti e della midollare del surrene



7 SETTIMANE (Veduta in sezione)



7 SETTIMANE (Distribuzione delle cellule della cresta neurale)

In quest'epoca, le cellule della *cresta neurale* sono migrate dal midollo spinale ai gangli delle radici dorsali. Le cellule della cresta neurale diventano neuroni sensitivi e cellule gliali (cellule di Schwann e cellule satellite). Da questi neuroni si dipartono processi diretti verso i recettori periferici e verso il SNC attraverso le radici dorsali.

In ogni segmento, gli assoni dei motoneuroni in corso di sviluppo formano un paio di radici ventrali che si allontanano dal midollo spinale.

Distalmente al ganglio della radice dorsale, le efferenze motorie della radice ventrale e le afferenze sensitive della radice dorsale viaggiano assieme in un unico nervo spinale. Lungo gran parte del midollo spinale questi nervi mostrano una distribuzione stereotipata dei rami periferici, e questa distribuzione è responsabile della formazione dei dermatomeri.

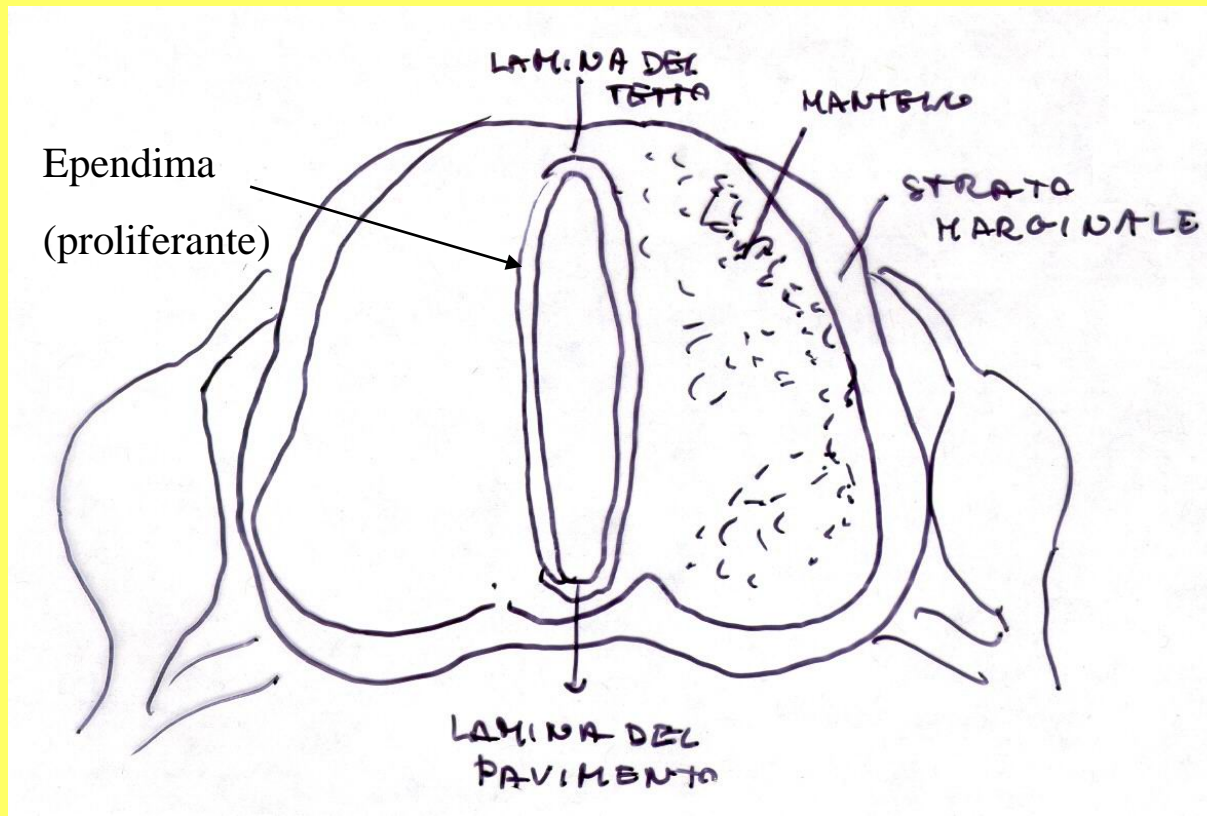
Oltre a formare i gangli della radice dorsale e le cellule gliali associate, le cellule delle creste neurali migrano tutte intorno al SNC, costituendo le meningi spinali e craniche.

# SVILUPPO DEL MIDOLLO SPINALE

Il M.S. nell'embrione avanzato è un tubo con un lume centrale, verticale, rivestito da cellule epiteliali → **Ependima**, che lateralmente partecipa alla proliferazione → massa di cellule nervose e di neuroglia

Le pareti del midollo spinale si ispessiscono maggiormente ai lati . . .

..

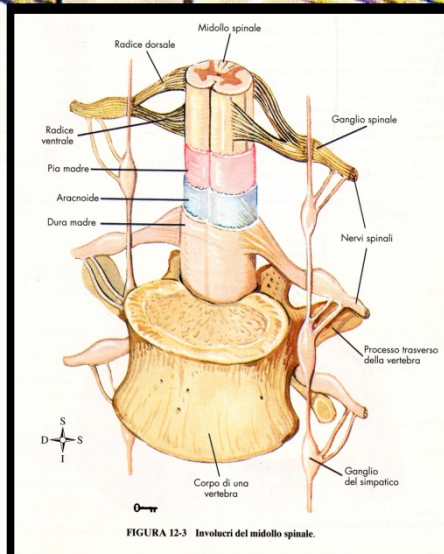
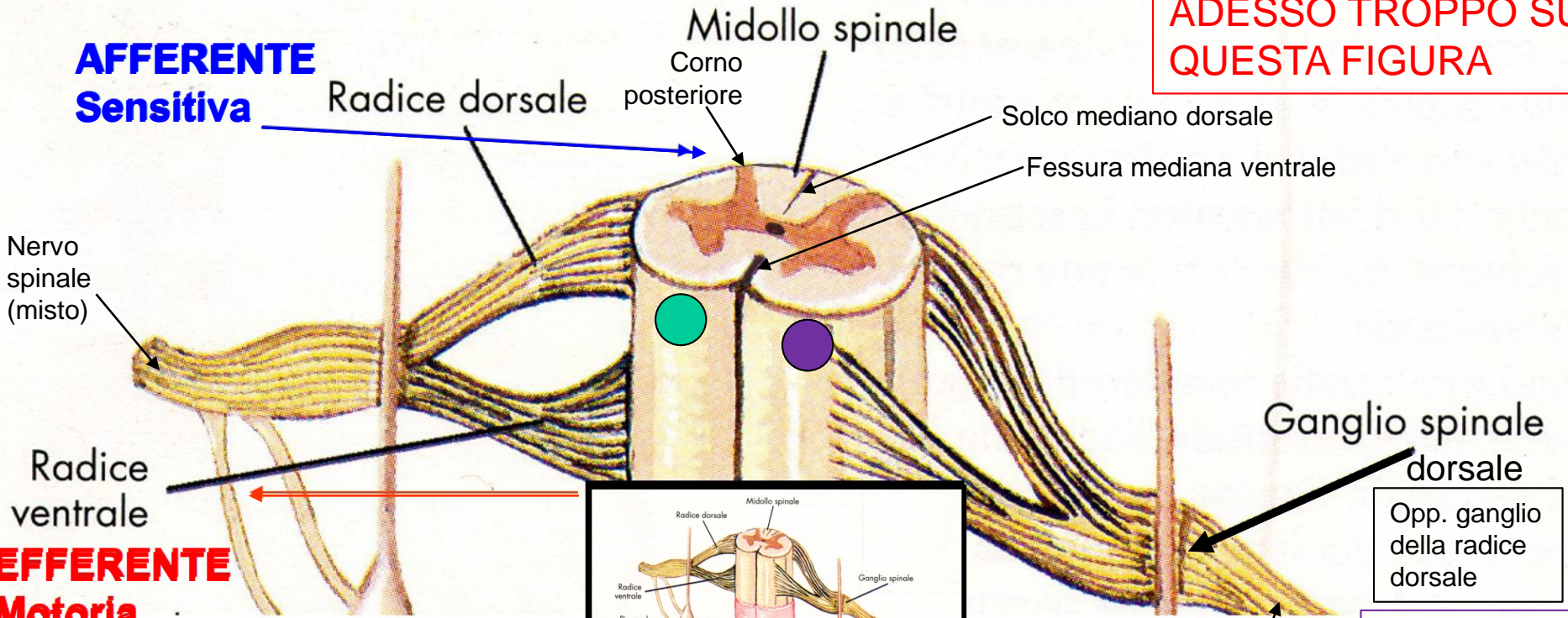




Segue la proliferazione anche del tetto e del pavimento, si differenziano le zone di **sostanza grigia all'interno** (fino a formare la classica struttura ad "H") e **sostanza bianca all'esterno**

**NON SOFFERMARSI  
ADESSO TROPPO SU  
QUESTA FIGURA**

**AFFERENTE  
Sensitiva**



Nervo spinale (misto)

Opp. ganglio della radice dorsale

(Origine: creste neurali)

## Modalità di formazione del midollo spinale



### - PROLIFERAZIONE

Le divisioni cellulari sono limitate allo **Strato Ependimale** a diretto contatto con il lume del tubo neurale

→ ineguale ispessimento del tubo → dovuto a diversa velocità di proliferazione

### - MIGRAZIONE

Alcune cellule in divisione rimangono in prossimità del lume = continuità di proliferazione

Altre migrano sul margine esterno della massa cellulare (strato di neuroni giovani sotto la sostanza bianca) = **Mantello** (comincia il differenziamento in neuroni funzionali)

### - DIFFERENZIAMENTO CELLULARE

Nei primi stadi le cellule del tubo neurale sono tutte uguali;

più tardi: → Neuroni di vari tipi

→ Neuroglia (mai funzioni nervose - origine dalle creste neurali)

La parte del Midollo Spinale tra il grande canale centrale e il margine esterno del mantello → **SOSTANZA GRIGIA**

All'esterno del mantello si trova lo **Strato Marginale** (→ **SOSTANZA BIANCA** = processi delle cellule nervose e della neuroglia + gli assoni mielinizzati dei neuroni)



... nella conformazione finale si individuano:

. Solco mediano dorsale

. Fessura mediana ventrale

. Doccia longitudinale (o **solco limitante**)\*

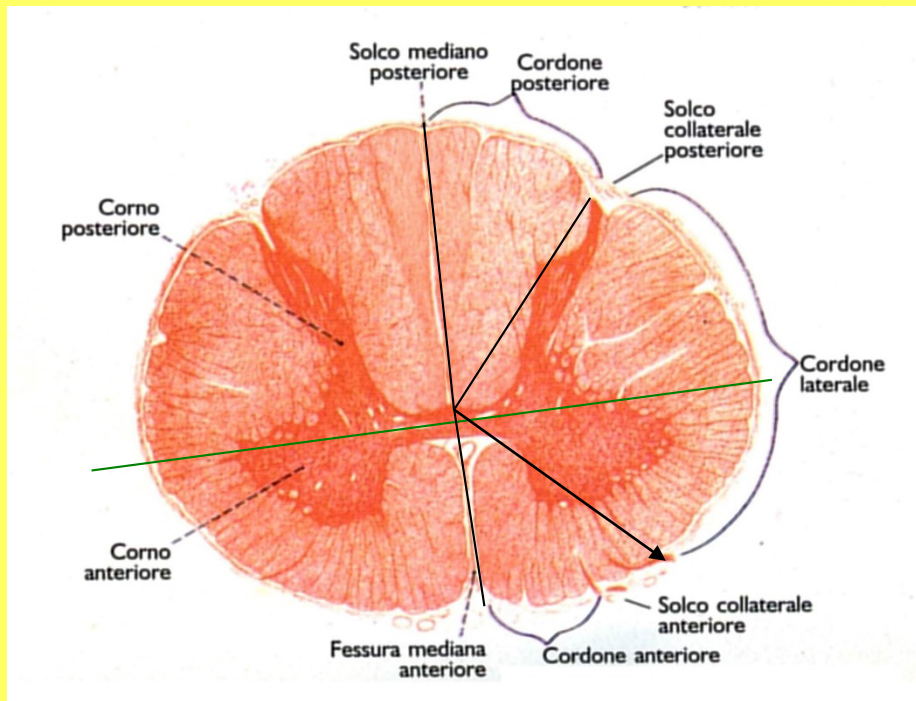
[Aree Sensoriali]

SUP. o Dors.: Lamina Alare

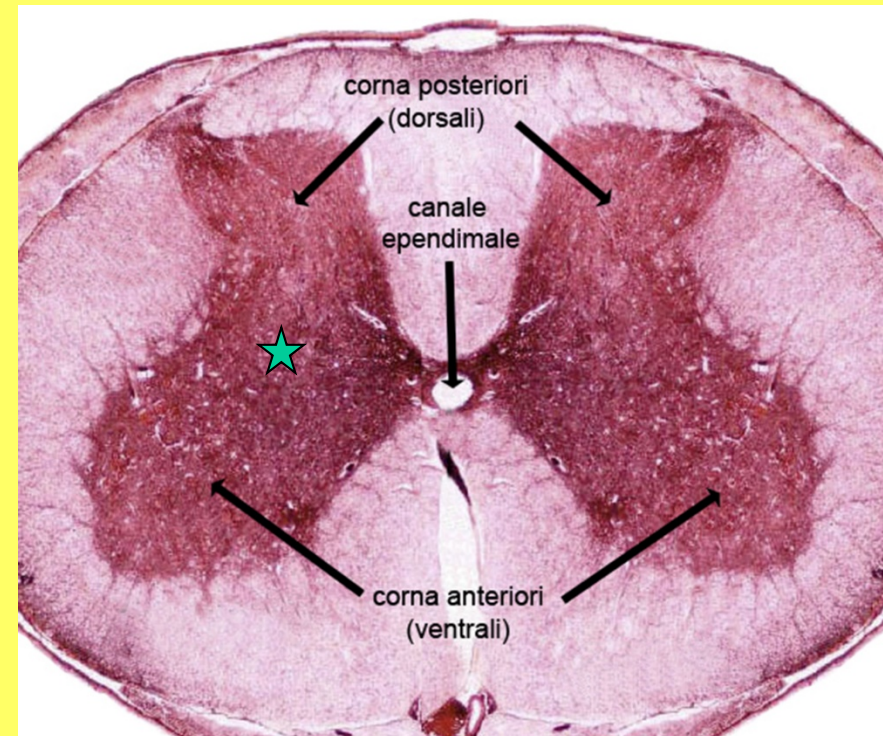
ANT. o Ventr. Lamina Basale

[Aree Motorie]

POSTERIORE o Dorsale

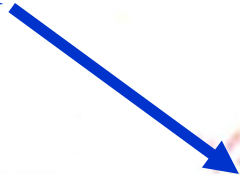


ANTERIORE o Ventrale



Dorsale

Vie afferenti



Corno posteriore

Solco mediano posteriore

Cordone posteriore

Solco collaterale posteriore

Cordone laterale



Corno anteriore

Vie efferenti

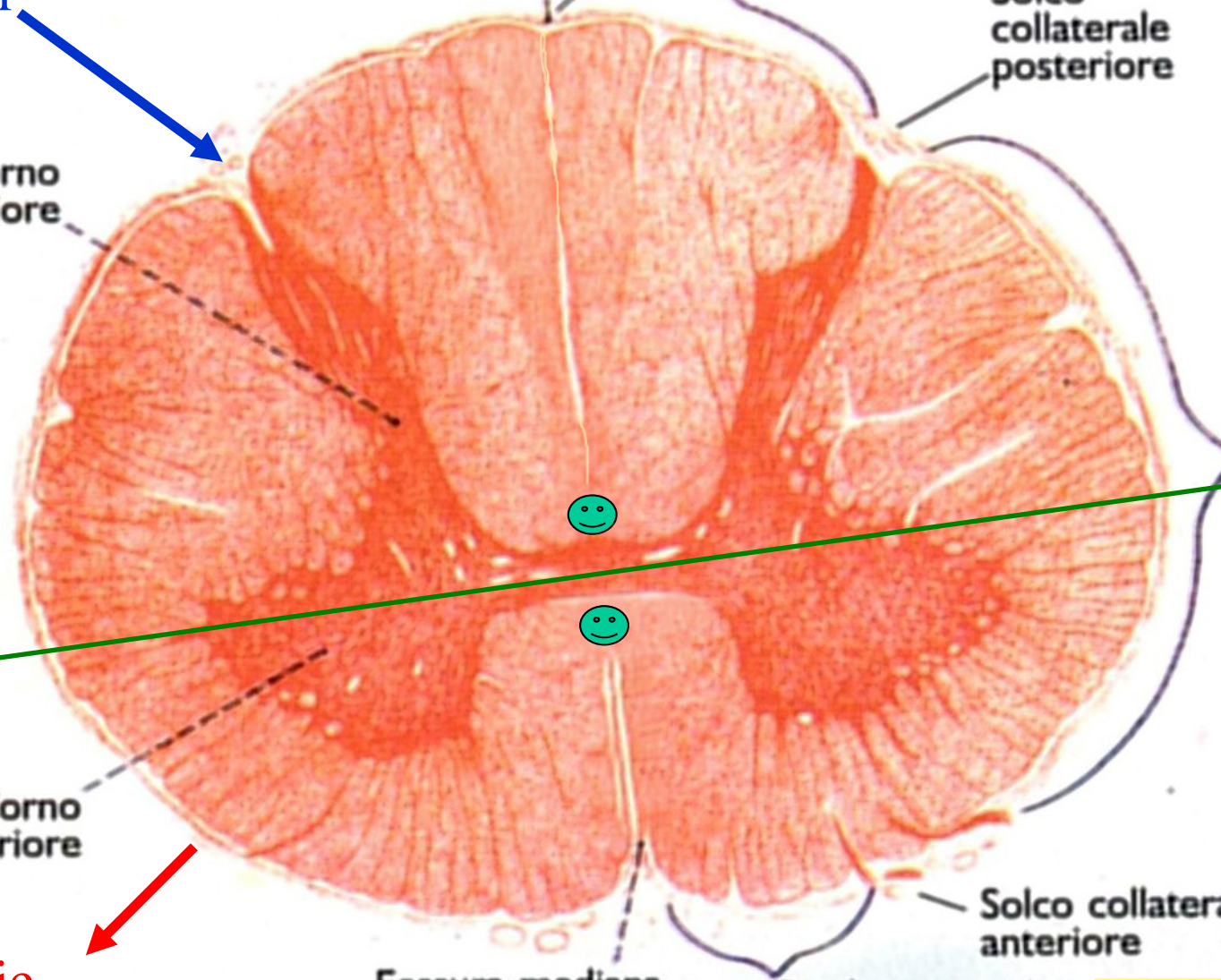


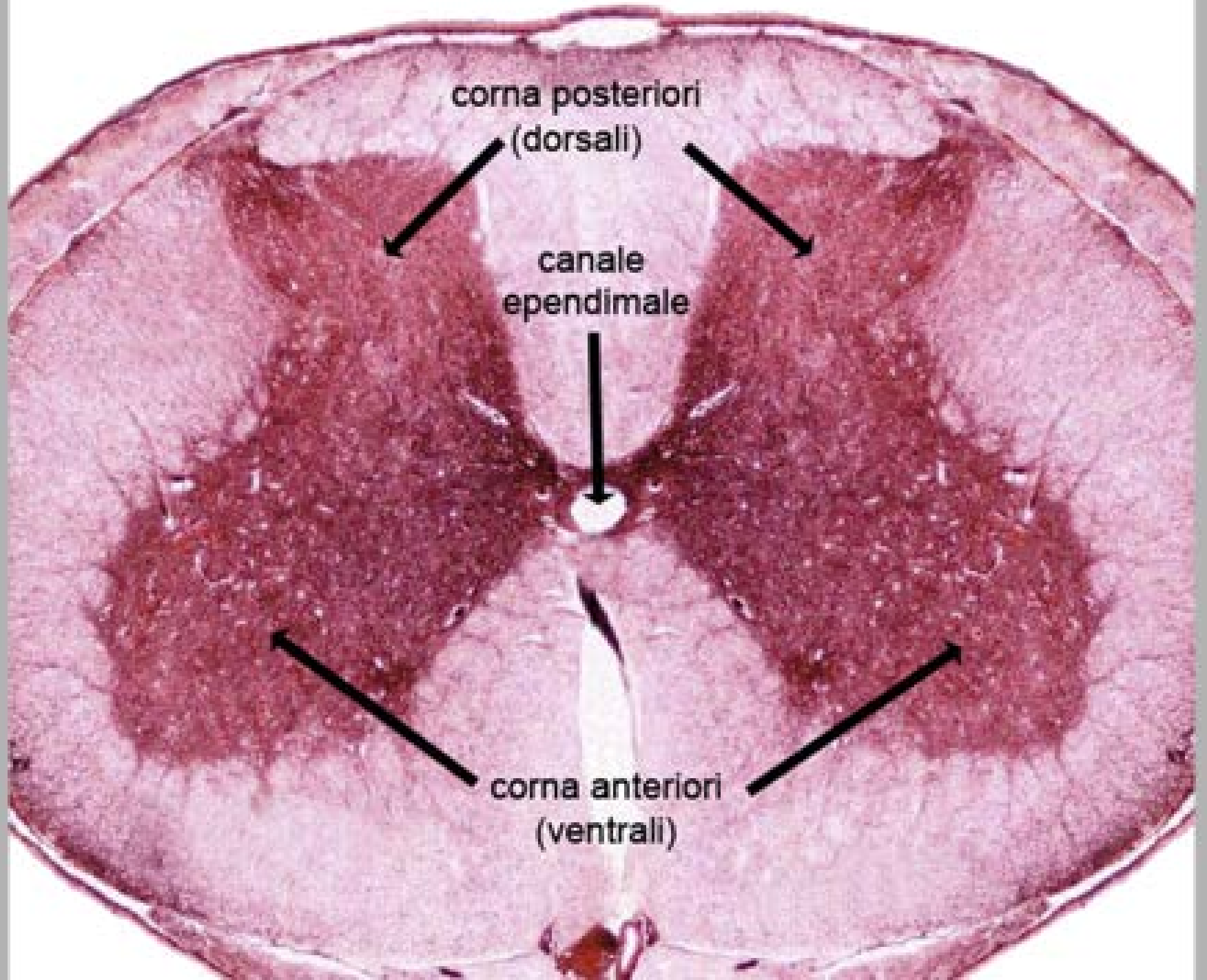
Fessura mediana anteriore

Cordone anteriore

Solco collaterale anteriore

Ventrale





struttura  
Midollo



Partire da questa descrizione...

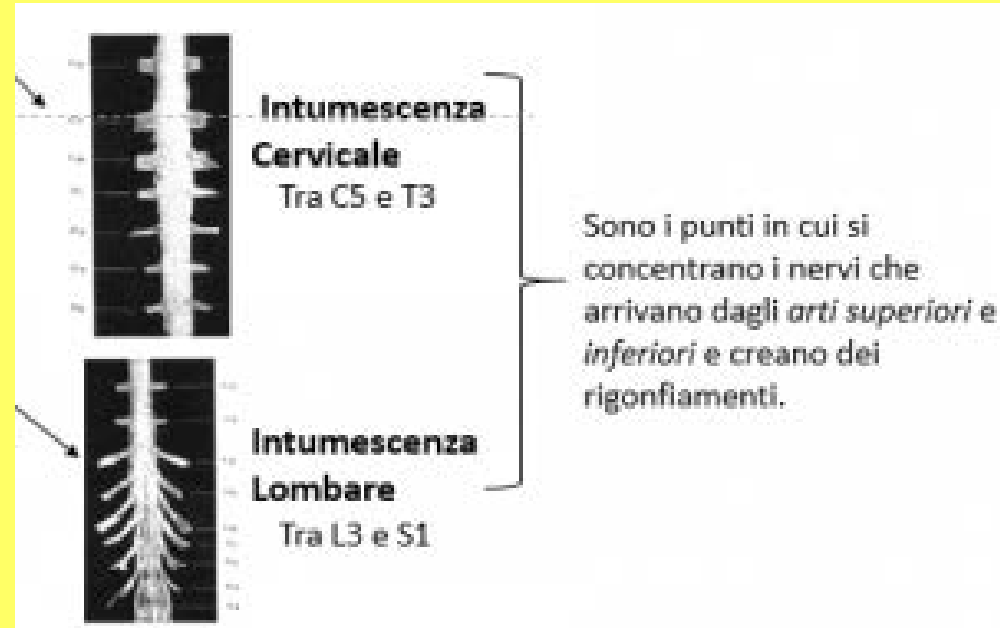
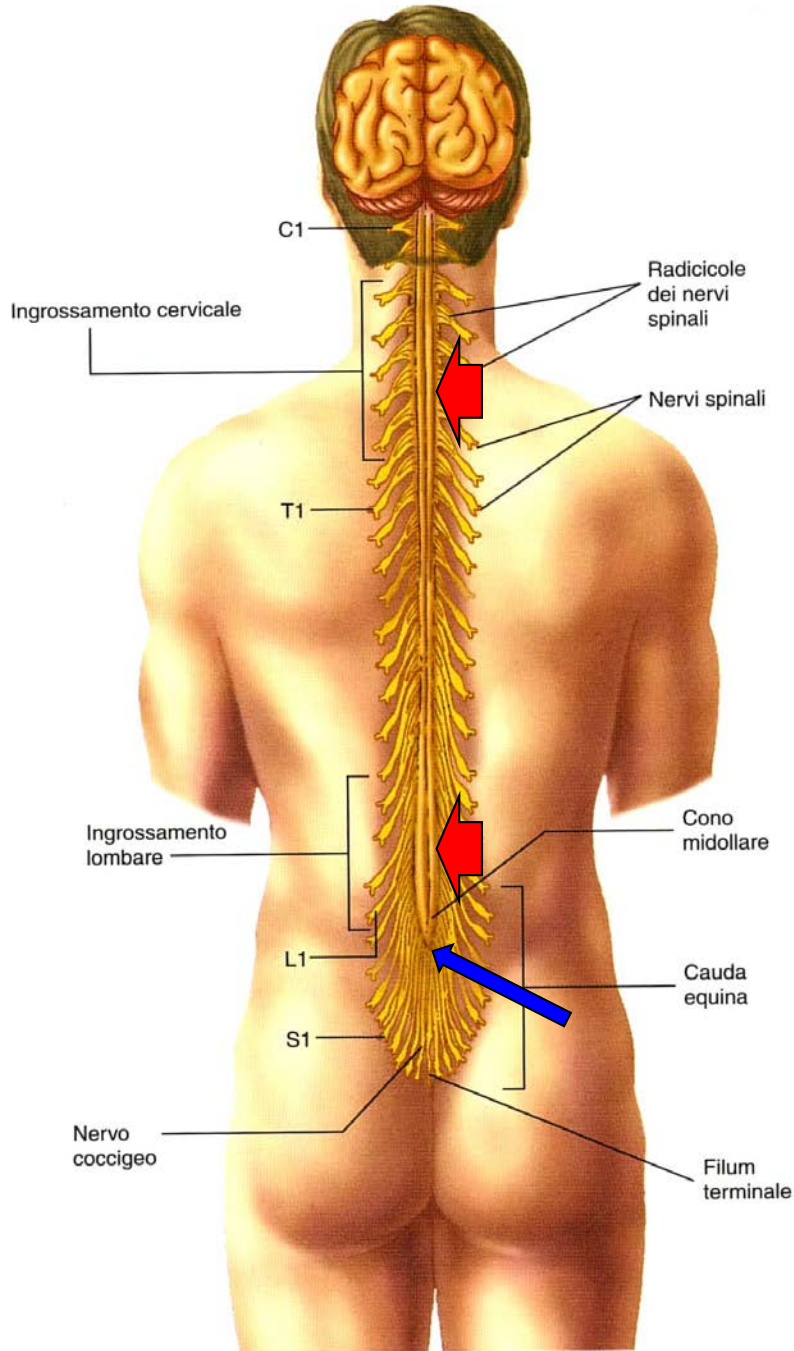


Figura 10.1 Midollo spinale e radici dei nervi spinali

# MIDOLLO SPINALE

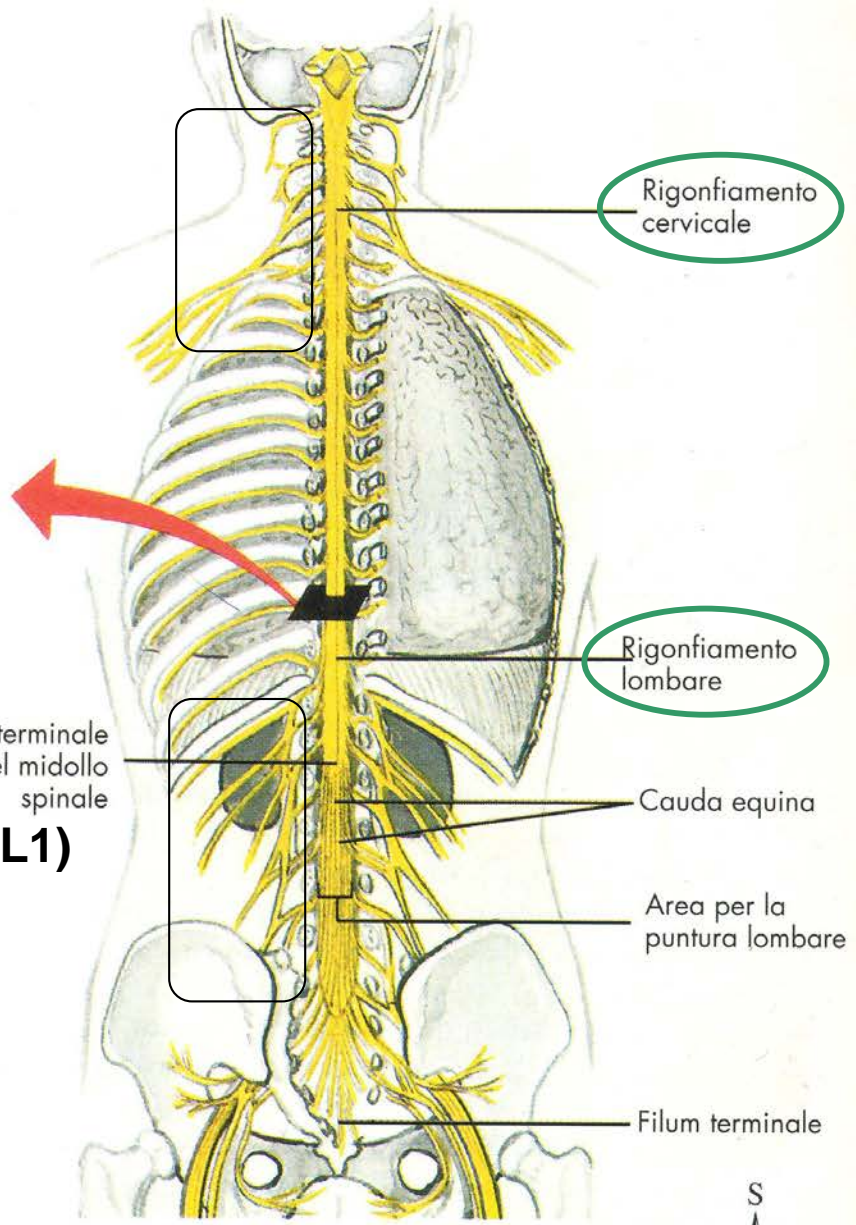
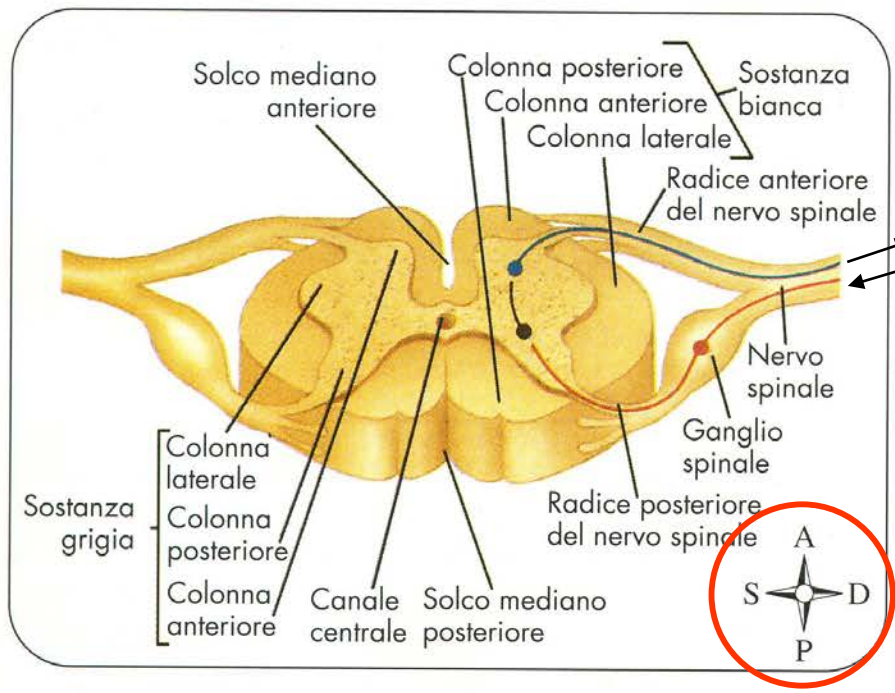
- Struttura cilindrica a sezione ovale, appiattito leggermente in senso antero-posteriore
- va dal forame occipitale al margine inferiore della 1° vertebra lombare
- lunghezza media 45 cm

- **2 rigonfiamenti (intumescenze)**: uno nella regione cervicale e uno in quella lombare (**contengono interneuroni** che processano le informaz. sensoriali afferenti e coordinano le attività dei motoneuroni somatici che controllano i muscoli degli arti - il loro numero è in relazione al numero e alla dimensione dei muscoli)

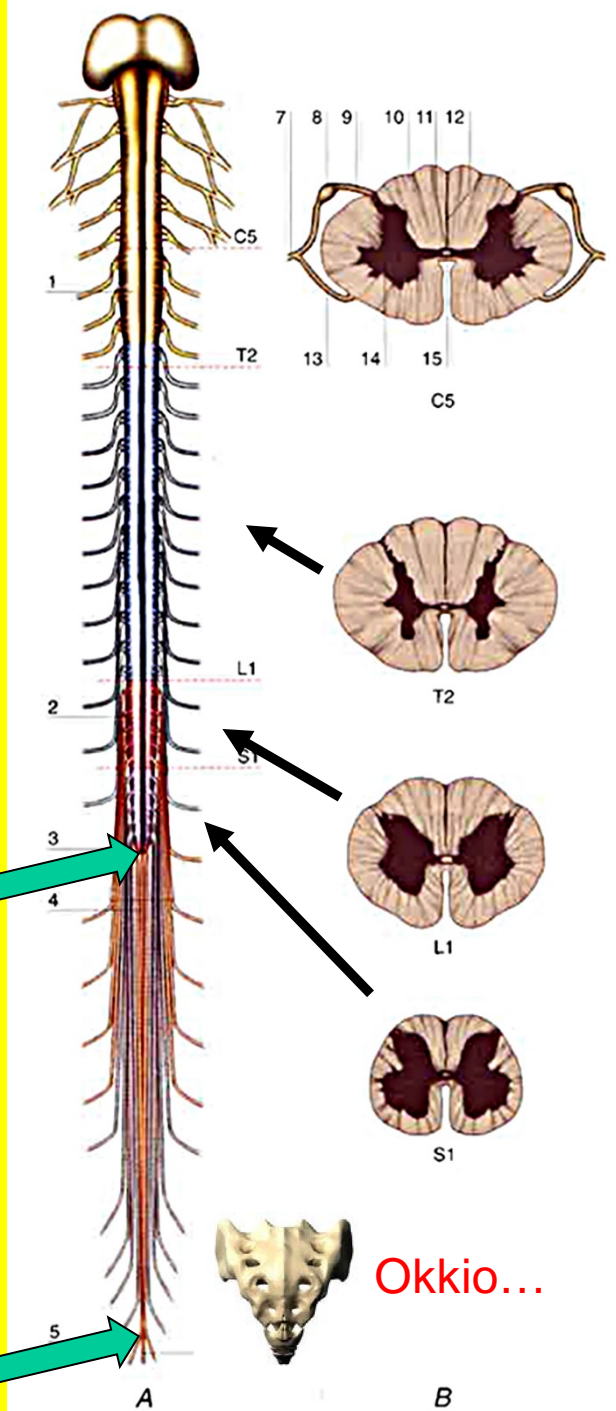
## Presenta 2 solchi:

- **fessura mediana anteriore** più ampia e meno profonda
- **solco mediano posteriore**, meno ampio ma più profondo

**Zone dei plessi nervosi**



**FIGURA 12-6 Midollo spinale.** Nell'inserto si presenta lo schema di una sezione trasversale del midollo spinale a ingrandimento maggiore.



# Sezioni del midollo ai vari livelli

Fine midollo

Fine speco

Okkio...

A

B



- Suddiviso in **31 segmenti**, ciascuno dei quali è associato a una coppia di **gangli della radice dorsale** che contengono i pirenofori dei neuroni sensoriali, i quali emettono dei *brevi assoni* che entrano nel midollo a livello delle **2 radici dorsali** (**vie afferenti**)

- Anteriormente dalle **2 radici ventrali** escono dal midollo gli assoni dei neuroni motori (sia somatici che viscerali) che andranno a controllare gli effettori periferici (**vie efferenti**)

- Le radici dorsali e ventrali di ogni segmento entrano ed escono a livello dello spazio tra 2 vertebre adiacenti, detto Foro o Forame Intervertebrale (\*)


- Dopo le radici degli ultimi dei nervi un **filum terminale fibroso** costituisce la parte terminale; esso percorre il canale vertebrale fino alla 2<sup>a</sup> o 3<sup>a</sup> vertebra sacrale e diviene parte del legamento coccigeo che da sostegno all'intera struttura (ancoraggio inferiore)

(\*) (non è un vero forame...!!!)

>> Definiz. di "Punto di Emergenza"

Per cui 2 fasci di fibre nervose escono da ciascun lato del midollo:



- Distalmente a ogni ganglio della radice dorsale le fibre sensitive e motorie si fondono in un singolo nervo spinale 

- >> I nervi spinali sono quindi tutti misti <<

- Il midollo cresce e si allunga fino a 4 anni, poi cresce solo la colonna vertebrale; questo fa **dislocare** i Gangli della Radice Dorsale e i **nervi spinali** allontanandoli progressivamente sempre di più dalla loro posizione originaria ( → fenomeno della "ascensione midollare" );

- il midollo nell'adulto arriva solo alla 1<sup>a</sup> o 2<sup>a</sup> vertebra lombare;

- il complesso di *ultime radici dei nervi + filum terminale* prende il nome di Cauda Equina

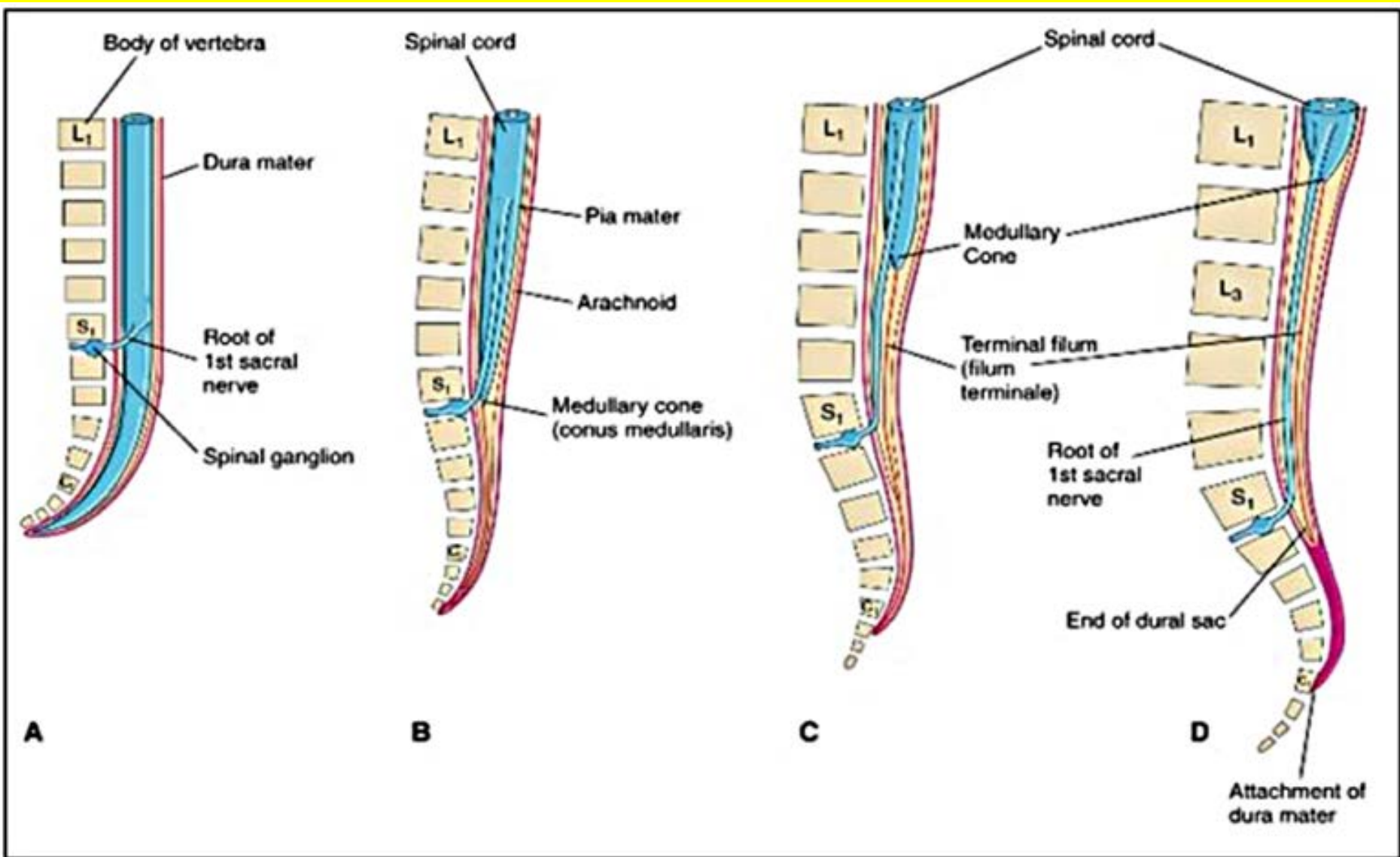
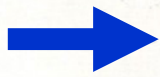


Figura 1 - Crescita del midollo spinale e formazione della *cauda equina*

(<http://www.famema.br/ensino/embriologia/img/sistema-nervoso/tubo-neural/neurosubir7.gif>)

Vie afferenti  
sensitive



Vie efferenti  
motorie



Questa si

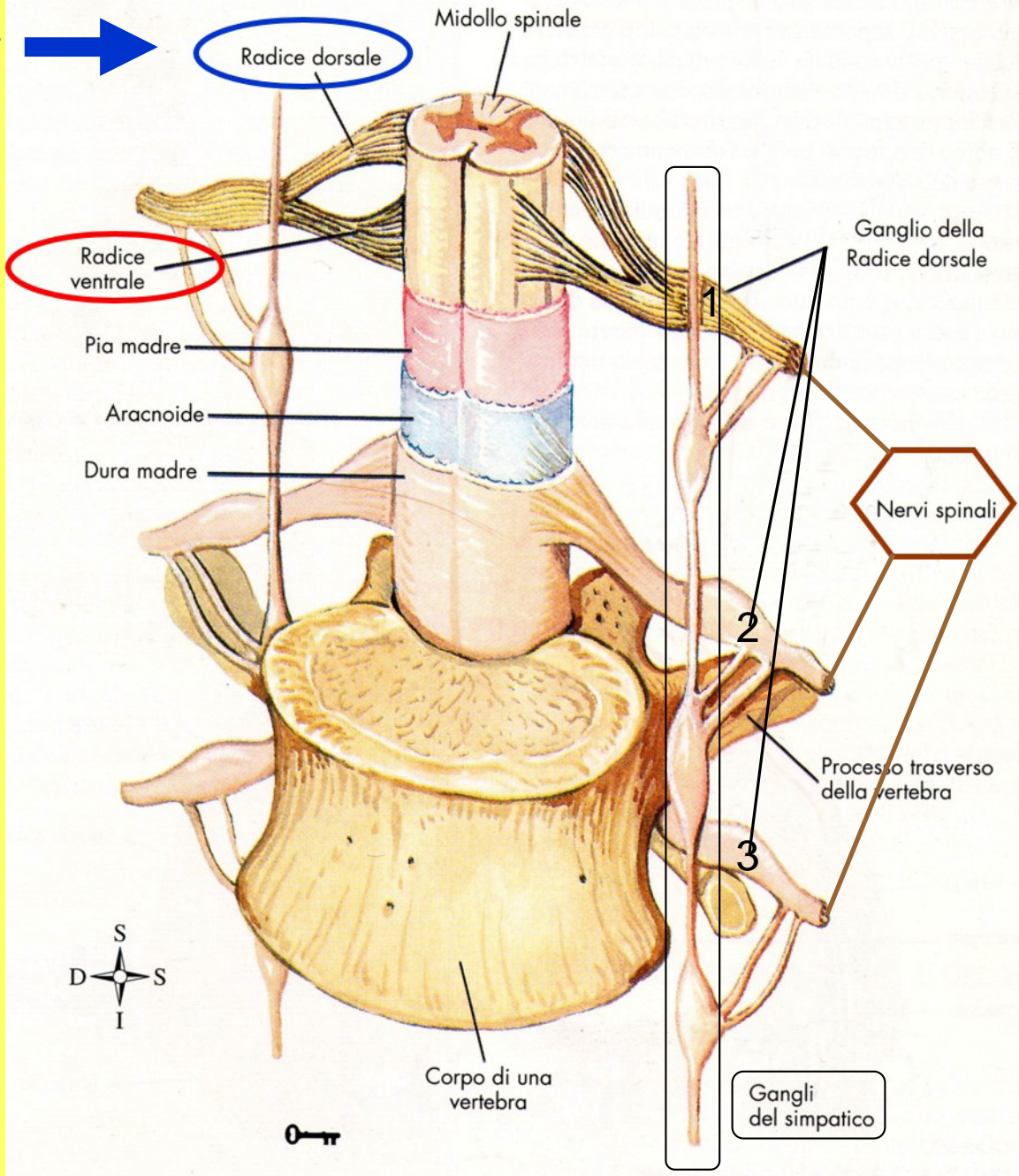


FIGURA 12-3 Involucri del midollo spinale.



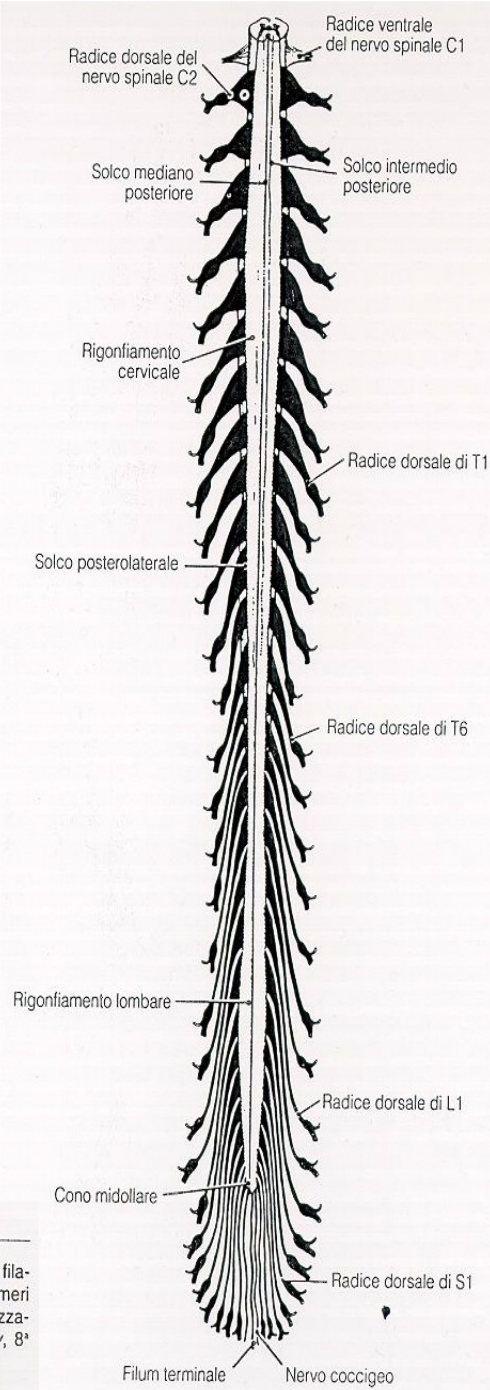


FIGURA 6 - 1

Il midollo spinale visto dal di dietro con mostrati gli annessi filamenti e gangli spinali delle radici dorsali. Le lettere ed i numeri indicano i nervi spinali corrispondenti. (Riproduzione autorizzata da M. B. Carpenter e J. Sutin, *Human Neuroanatomy*, 8ª Edizione, Williams & Wilkins, Baltimora, p. 233, 1983.)

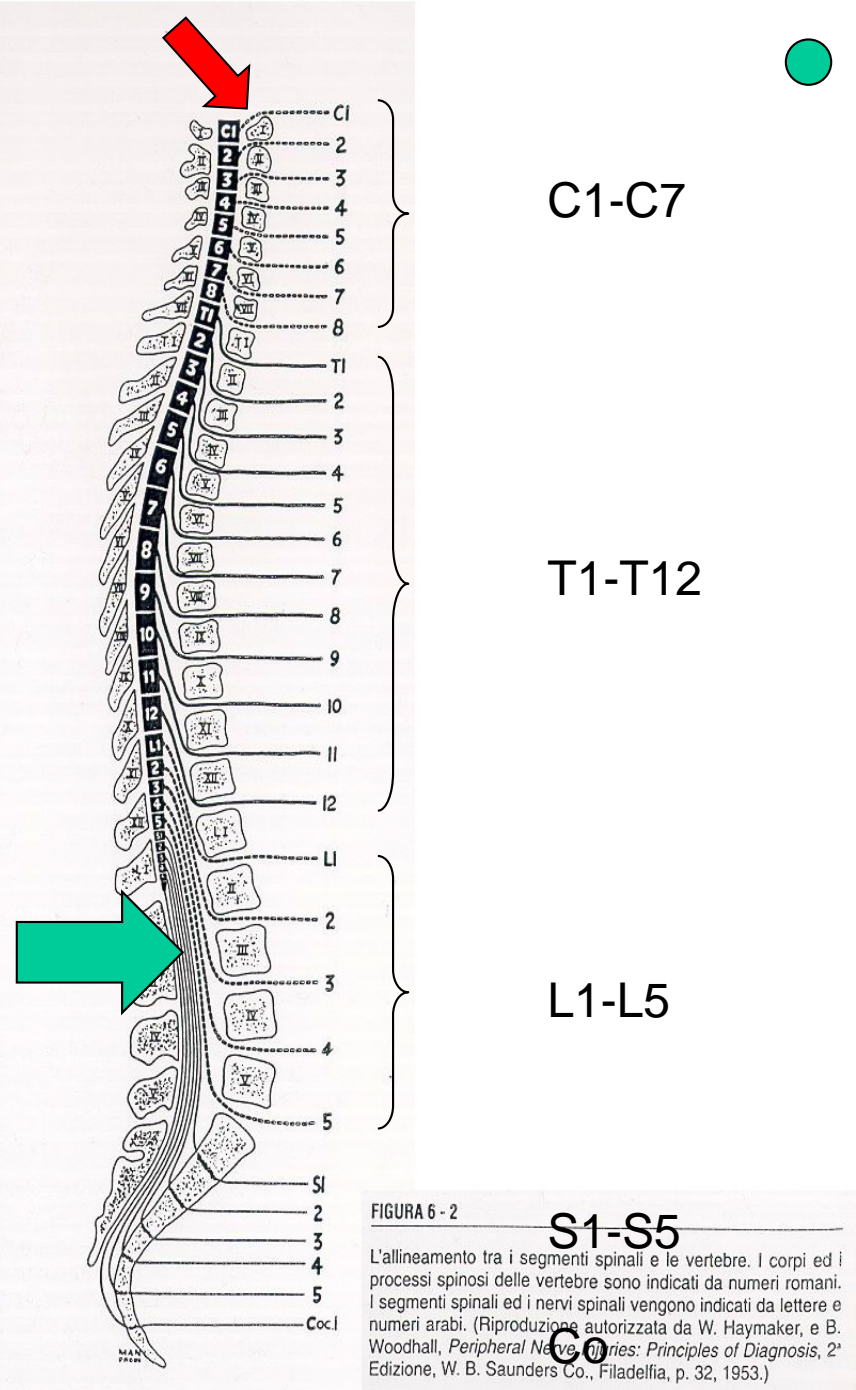


FIGURA 6 - 2

L'allineamento tra i segmenti spinali e le vertebre. I corpi ed i processi spinosi delle vertebre sono indicati da numeri romani. I segmenti spinali ed i nervi spinali vengono indicati da lettere e numeri arabi. (Riproduzione autorizzata da W. Haymaker, e B. Woodhall, *Peripheral Nerve Injuries: Principles of Diagnosis*, 2ª Edizione, W. B. Saunders Co., Filadelfia, p. 32, 1953.)

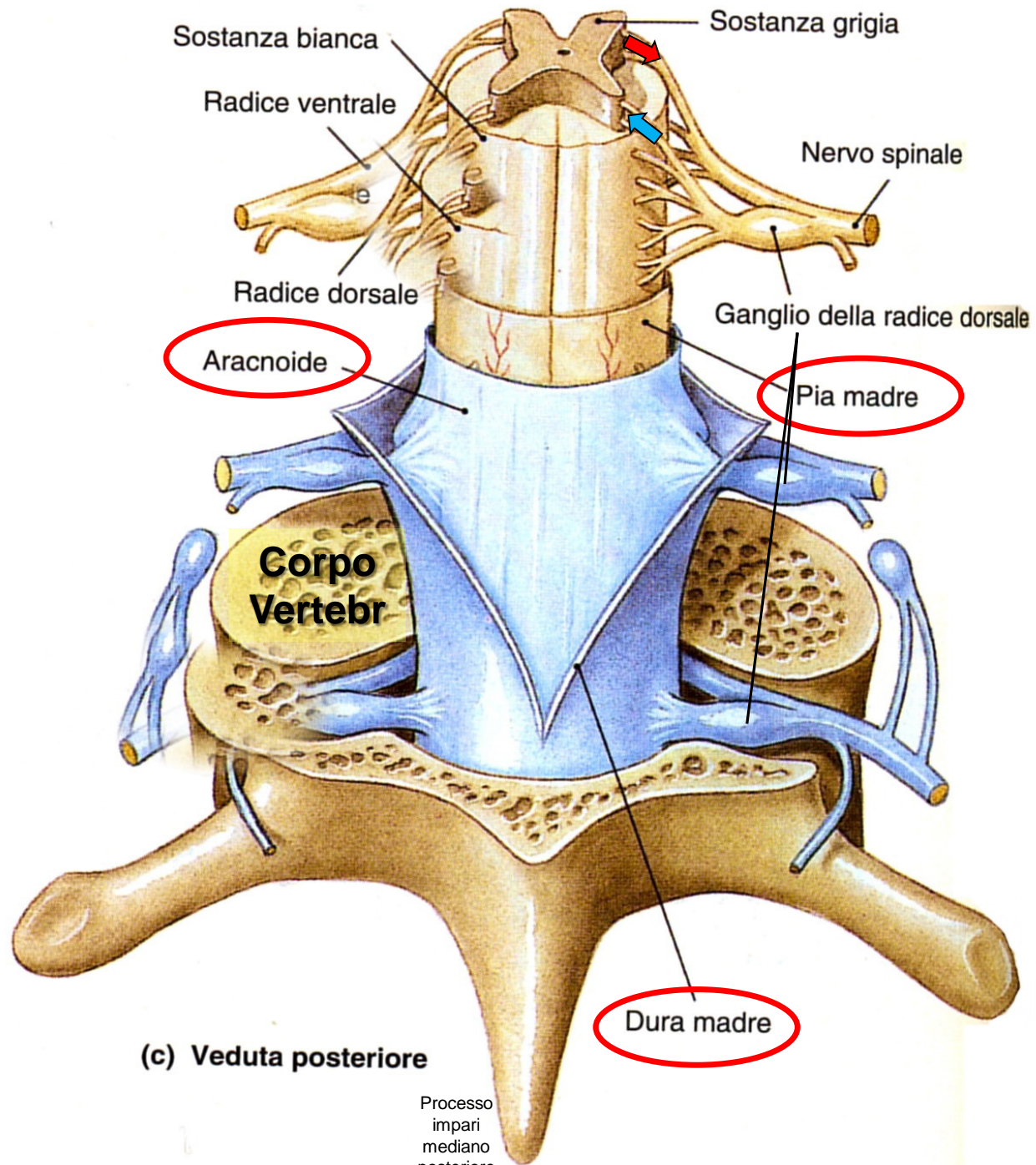
# Meningi spinali

Serie di involucri connettivali (**originate dalle creste neurali**) che proteggono e sostentano troficamente il midollo spinale,

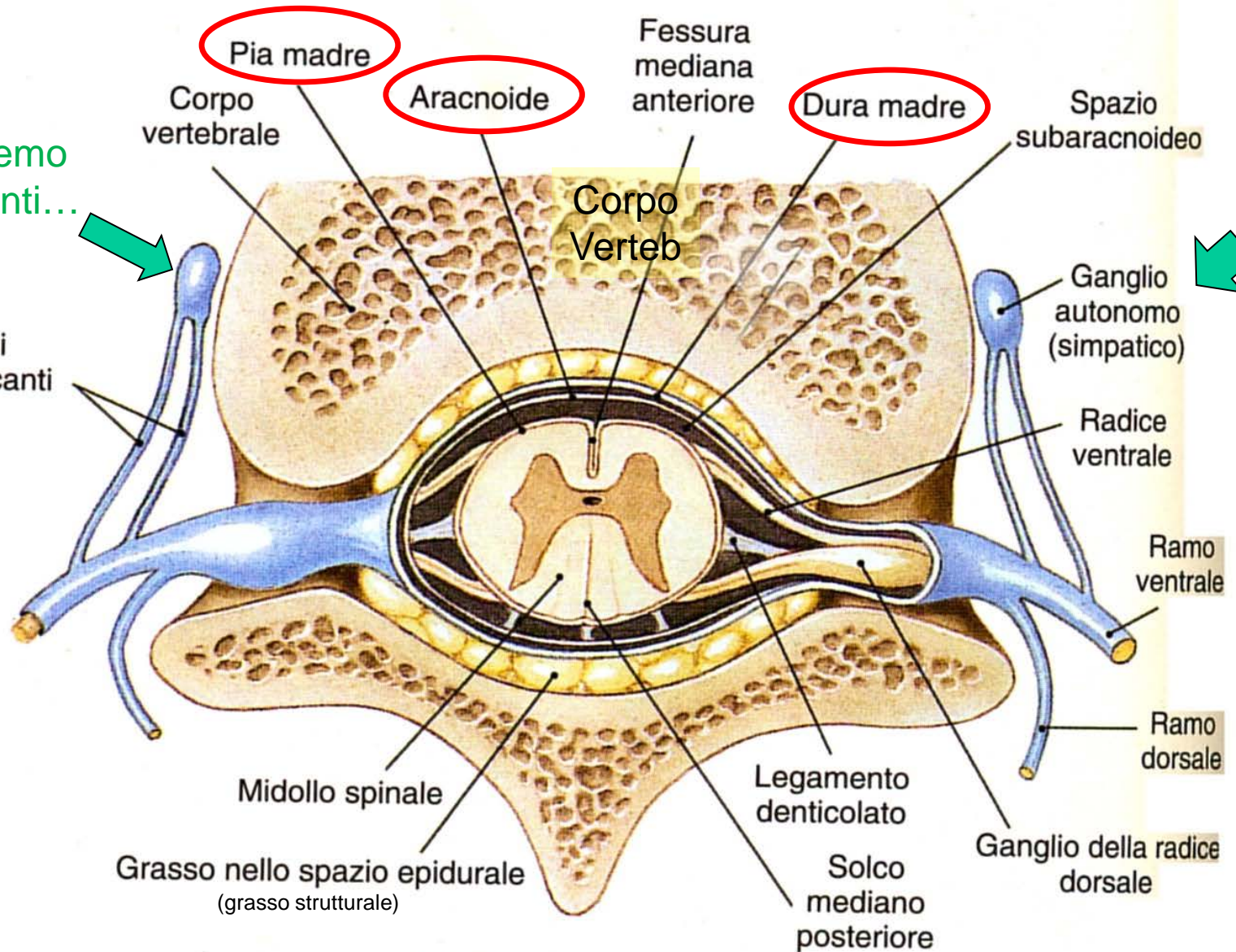
Dall'esterno:

1. Dura madre
2. Aracnoide
3. Pia madre

A livello del forame magno esse si continuano con le meningi craniche che circondano l'encefalo







Pia madre

Aracnoide

Fessura mediana anteriore

Dura madre

Spazio subaracnoideo

Corpo vertebrale

Corpo Verteb

Ganglio autonomo (simpatico)

Radice ventrale

Ramo ventrale

Ramo dorsale

Midollo spinale

Legamento denticolato

Solco mediano posteriore

Ganglio della radice dorsale

Grasso nello spazio epidurale (grasso strutturale)

(d) Veduta superiore

Li vedremo più avanti...

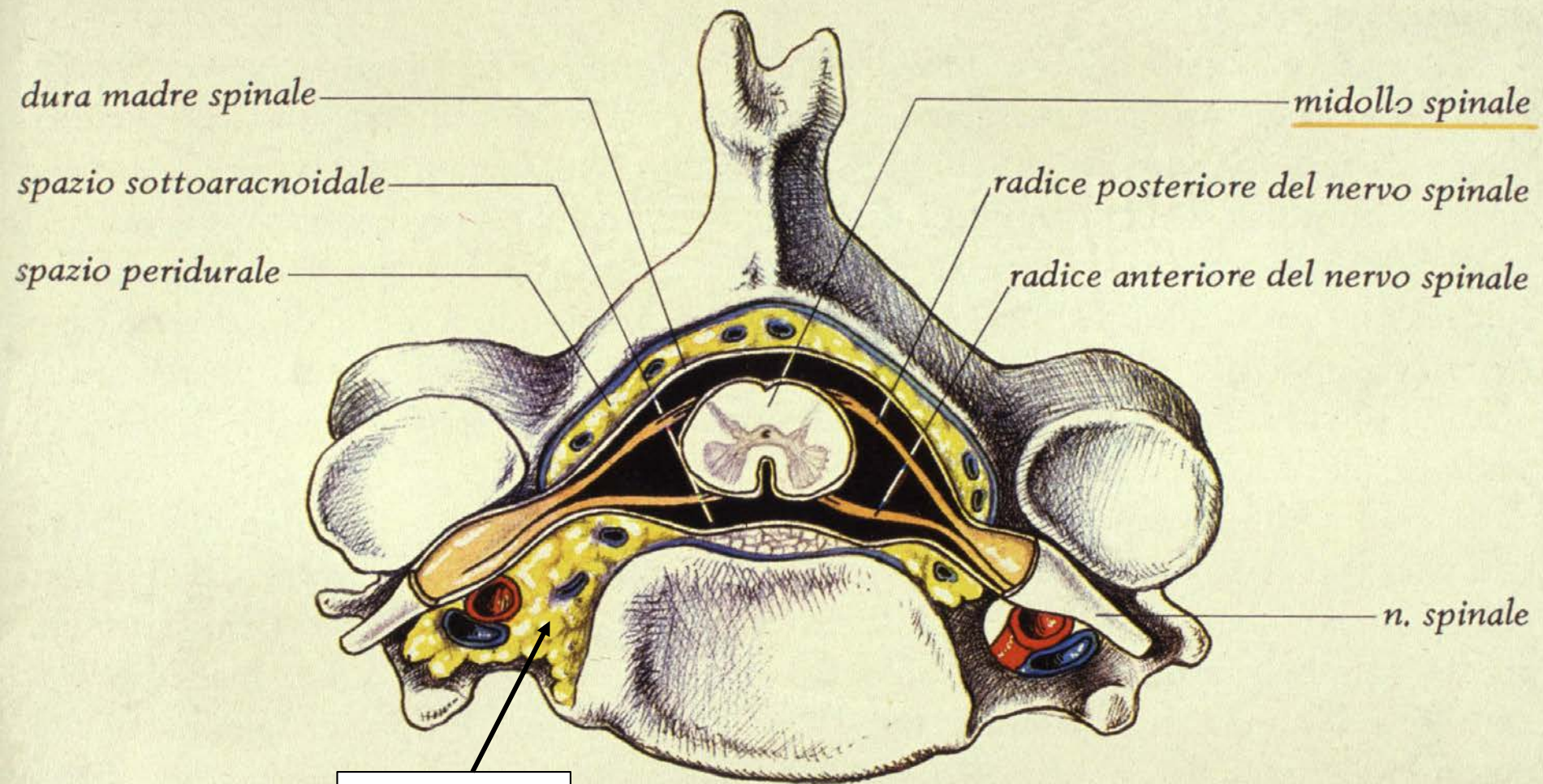
Ne parleremo più avanti...

Rami comunicanti

Ne parleremo più avanti...



Dorsale



*dura madre spinale*

*spazio sottoaracnoideale*

*spazio peridurale*

*midollo spinale*

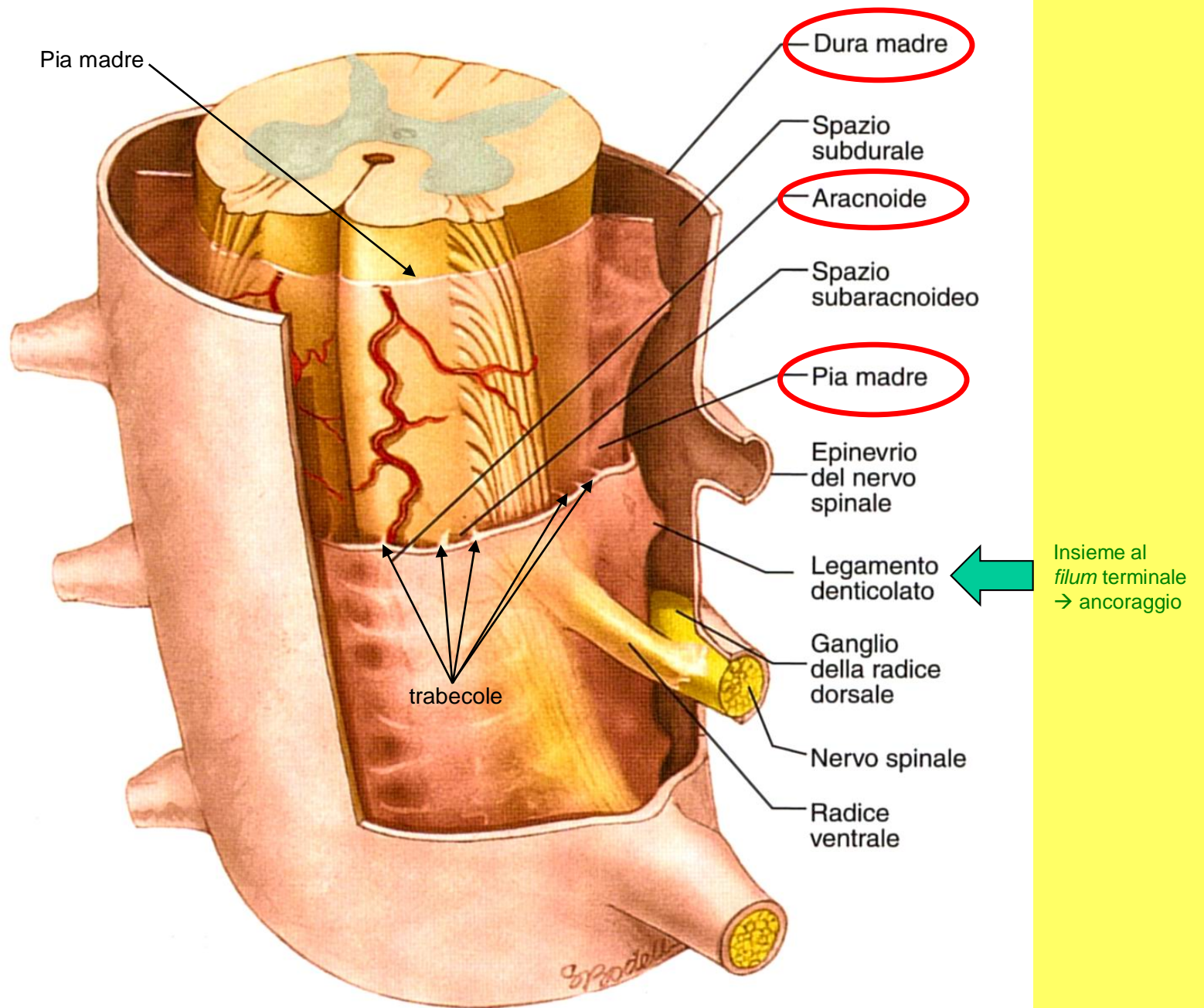
*radice posteriore del nervo spinale*

*radice anteriore del nervo spinale*

*n. spinale*

Grasso  
"strutturale"

Ventrare



**Figura 10.2 Membrane meningeae circondanti il midollo spinale**

# 1. DURA MADRE

La più esterna, robusta e fibrosa, costituita da **connettivo denso e irregolare e pareti epiteliali squamose**

Membrana connettivale fibrosa e vascolarizzata che aderisce all'osso

Cranialmente si fonda al periostio intorno al forame magno e caudalmente termina assottigliandosi e fondendosi col *filum terminale* per dare il **legamento coccigeo**. Essa dà *stabilità longitudinale al midollo*. *I legamenti denticolati daranno stabilità laterale*

Esternamente, tra la dura madre e la parete del canale vertebrale esiste uno spazio, lo **Spazio Epidurale**, che contiene connettivo lasso, vasi sanguigni e tessuto adiposo.



## 2. ARACNOIDE

Rivestimento intermedio, consta di un epitelio squamoso semplice

E' posizionato subito sotto il sottile spazio subdurale

Procedendo verso l'interno, lo spazio tra l'aracnoide e la Pia madre più interna è definito spazio sub-aracnoideo che è ripieno di liquido cerebrospinale (LCS)

Il LCS agisce sia come agente protettivo sia come mezzo di diffusione di nutrienti, gas, sostanze chimiche e prodotti di rifiuto, scorrendo tra le maglie di una fitta e sottile rete di fasci fibrosi (trabecole aracnoidee) prodotti da fibroblasti modificati



### 3. PIA MADRE

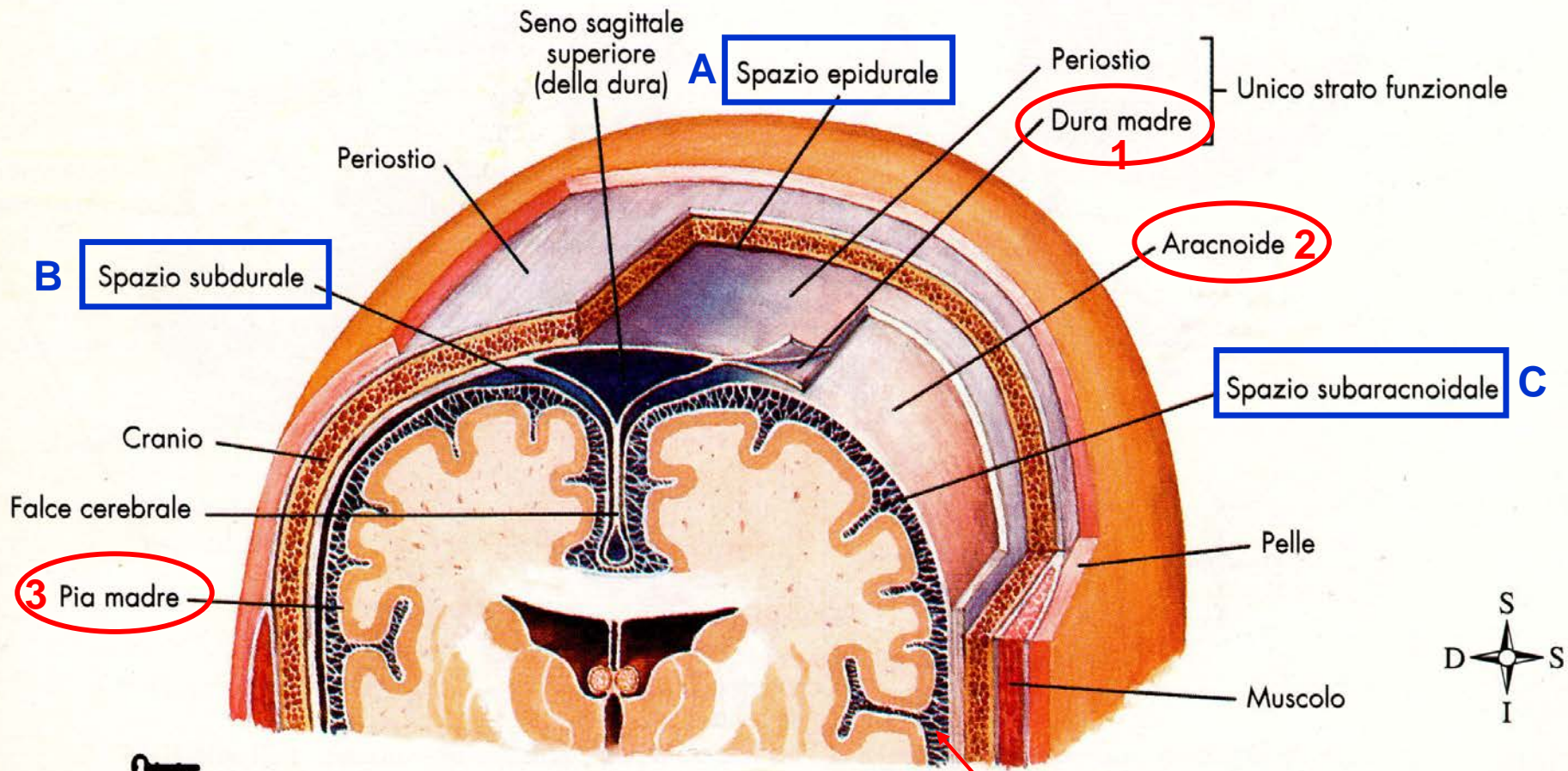
Strato più interno, **strettamente addossato** al sottostante tessuto nervoso, di cui segue le fessure e le protuberanze grazie ad una parte degli **astrociti** che rivestono esternamente il midollo e con cui si fonde

Sede dei vasi sanguigni che entrano (ed escono) dal midollo per irrorarlo (\*)

(\*) zona dove i vasi sanguigni entrano nel compartimento nervoso e gli astrociti cominciano ad addossarsi alle pareti dei vasi stessi (dopo che la pia madre ha formato un manicotto intorno al vaso nel suo primo tratto) per formare la Barriera Ematoencefalica

Lungo tutto il decorso longitudinale **coppie di legamenti denticolati** ancorano lateralmente, segmento per segmento, il midollo collegando la Pia Madre e l'Aracnoide alla Dura Madre esterna

# Meningi dell'encefalo...



**FIGURA 12-2** Involucri dell'encefalo.

Trabecole aracnoidee

# Anatomia dissettoria del midollo

Presenta simmetria bilaterale dx-sx, individuata dalla **fissura mediana anteriore** e dal **solco mediano posteriore**.

Zona centrale a forma di **H (o farfalla)** costituita da **sostanza grigia** (pirenofori organizzati in **Nuclei**) con **4 corna** (ant. e post.) che si proiettano verso l'esterno

Circondata da **sostanza bianca**, contenente prevalentemente assoni mielinici e amielinici organizzati in **tratti (\*)** e **3 colonne(\*)** o **cordoni principali per lato** (posteriore, laterale e anteriore)

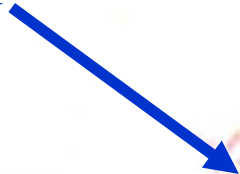
(\*) **Tratto**: insieme di fibre con un inizio e una fine definiti

(\*) **Colonna o Cordone**: insieme di fibre midollari longitudinali, senza distinzione di inizio e fine



Dorsale

Vie afferenti



Corno posteriore

Solco mediano posteriore

Cordone posteriore

Solco collaterale posteriore

Zone di possibile decussazione



Cordone laterale

Corno anteriore

Vie efferenti

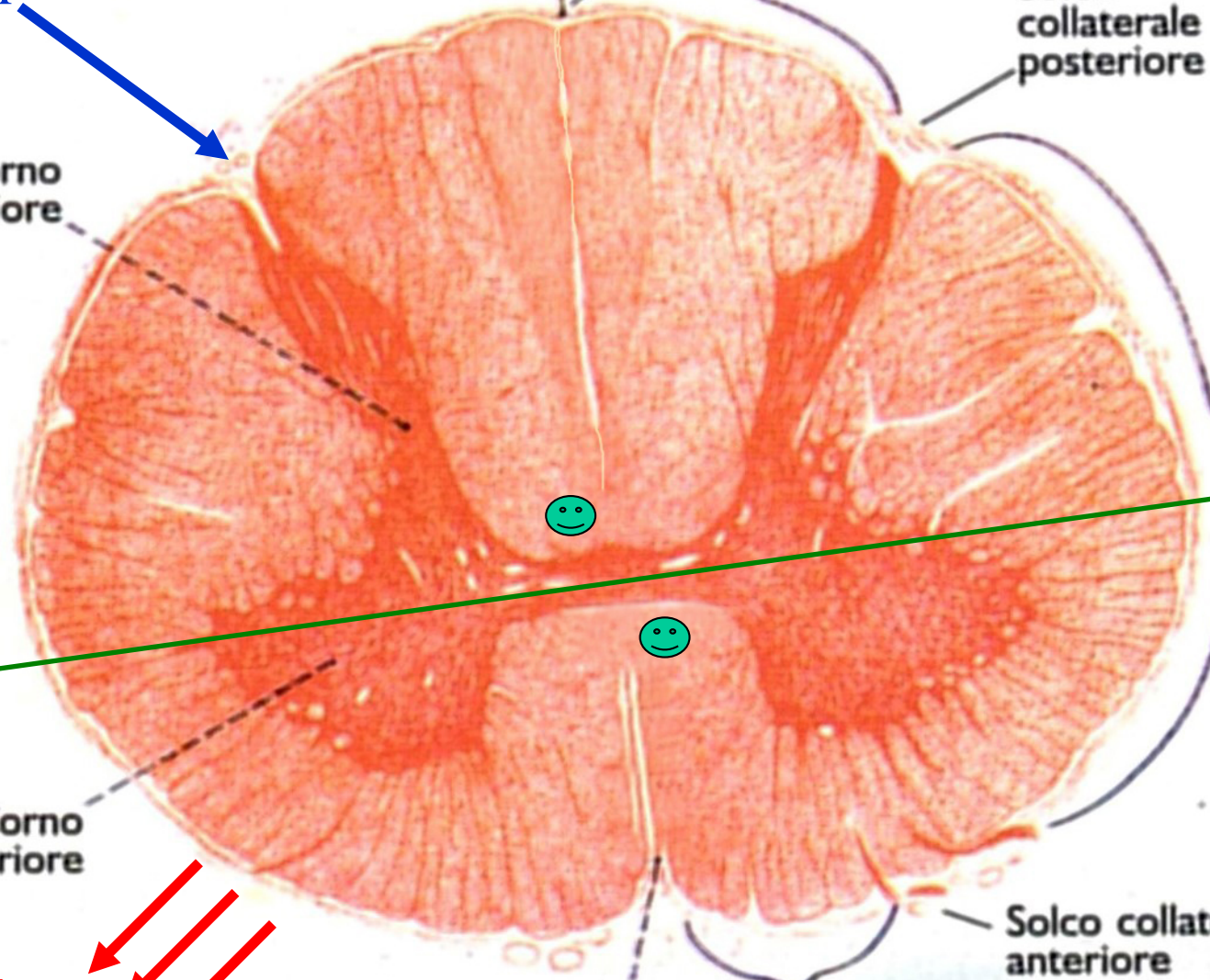


Fessura mediana anteriore

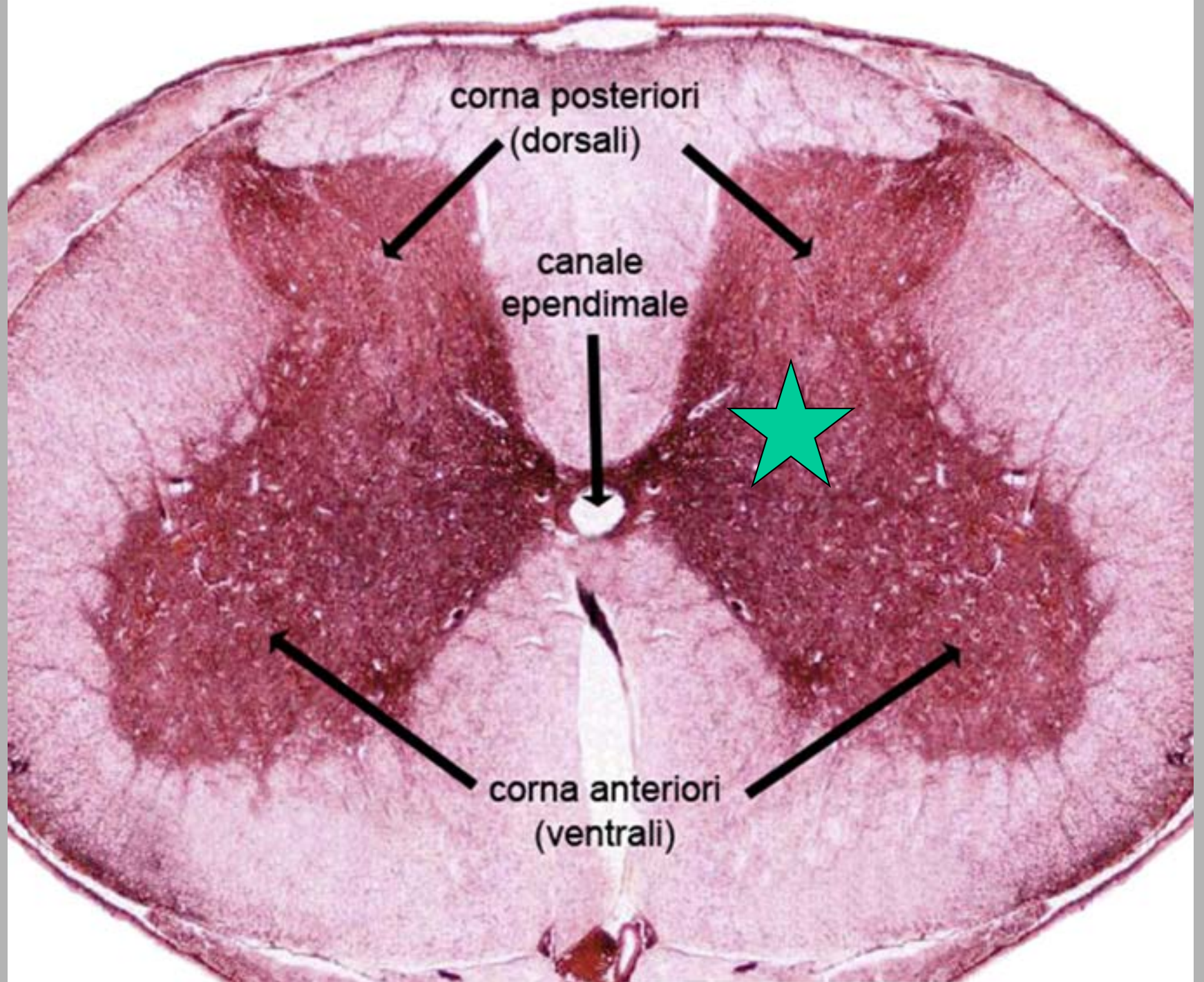
Cordone anteriore

Solco collaterale anteriore

Ventrale







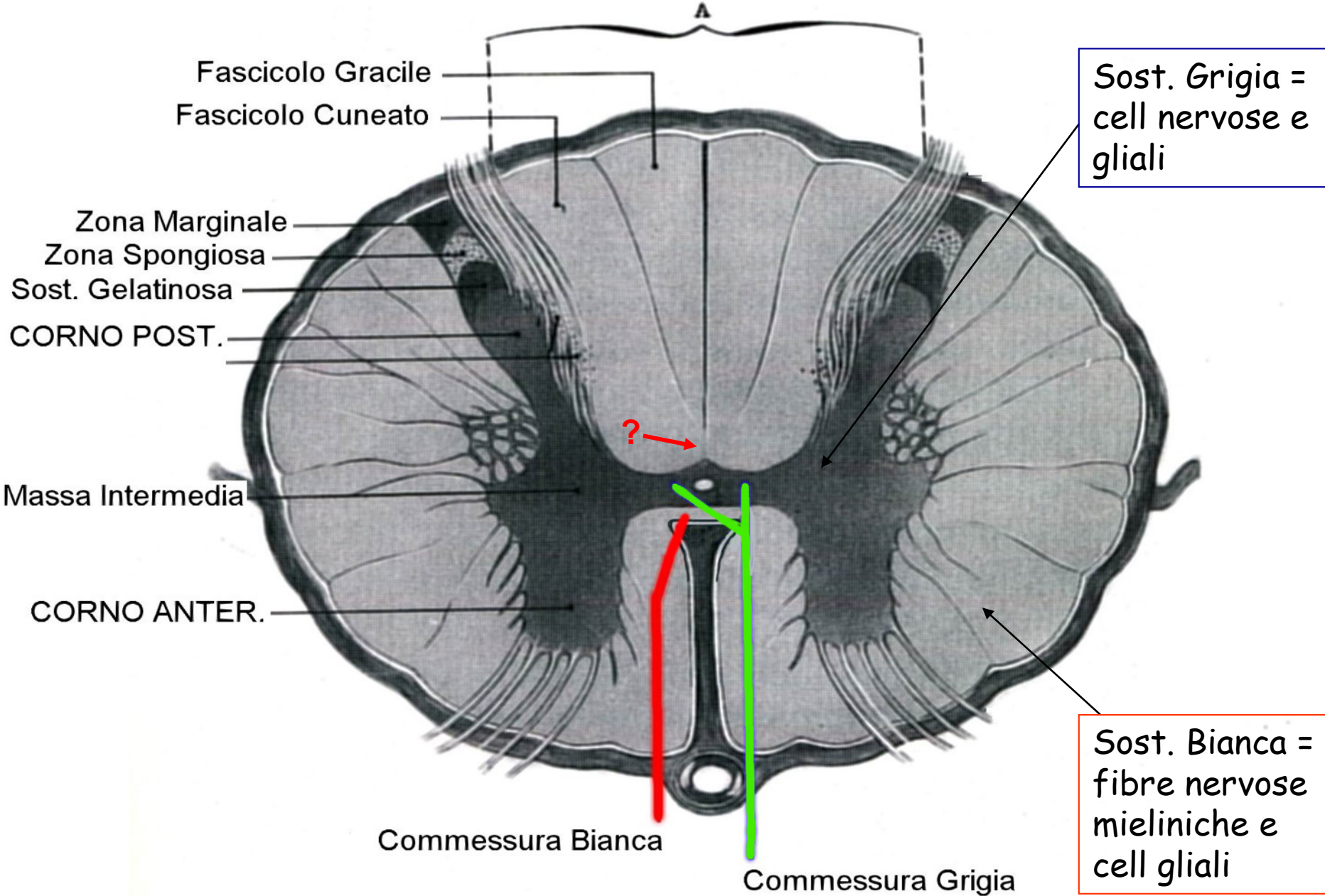
Alle 4 corna sono connesse le:

- **Radici dorsali o posteriori:** qui arrivano le **informazioni sensitive** (tramite le **Vie Afferenti**) dai recettori periferici verso il midollo spinale: i corpi cellulari di questi **neuroni sensitivi (in genere unipolari)** si trovano nel Ganglio Spinale (o Ganglio della Radice Dorsale) (per lo più), oppure nella sostanza grigia lungo la radice posteriore.
- **Radici ventrali o anteriori:** partono da qui le **informazioni motorie** (tramite le **Vie Efferenti**) dal midollo spinale verso gli effettori periferici: qui sono posizionati i **neuroni motori (multipolari)** con i pericari nella sostanza grigia del midollo spinale (eventualmente preceduti da **interneuroni**)

Le fibre nervose che fuoriescono ("emergono") dalle due radici di ogni lato (dx e sx) si uniscono per formare un **nervo spinale misto**



# Cordoni Posteriori o Dorsali



Sost. Grigia =  
cell nervose e  
gliali

Sost. Bianca =  
fibre nervose  
mieliniche e  
cell gliali

Canale  
midollare

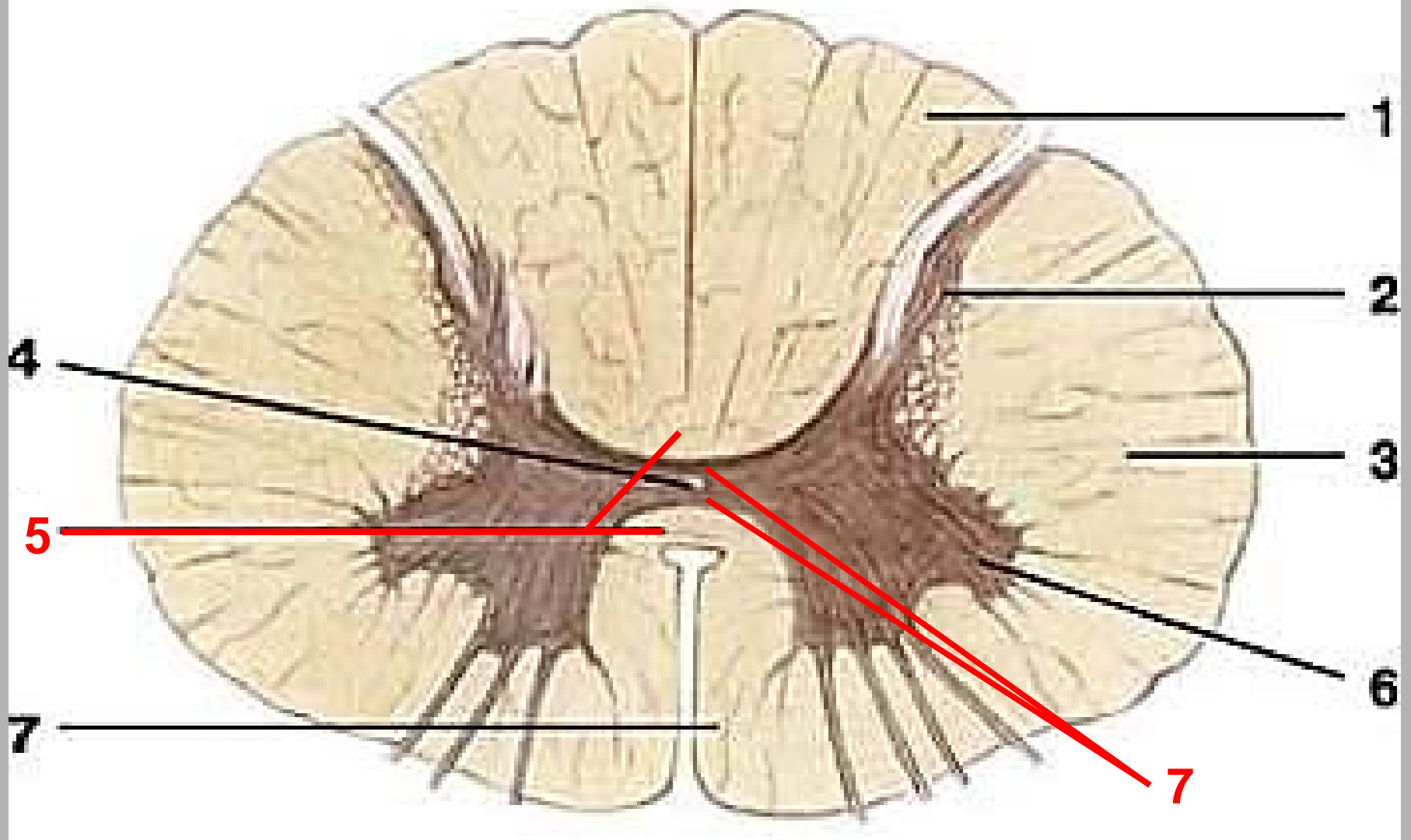


Commessura  
grigia

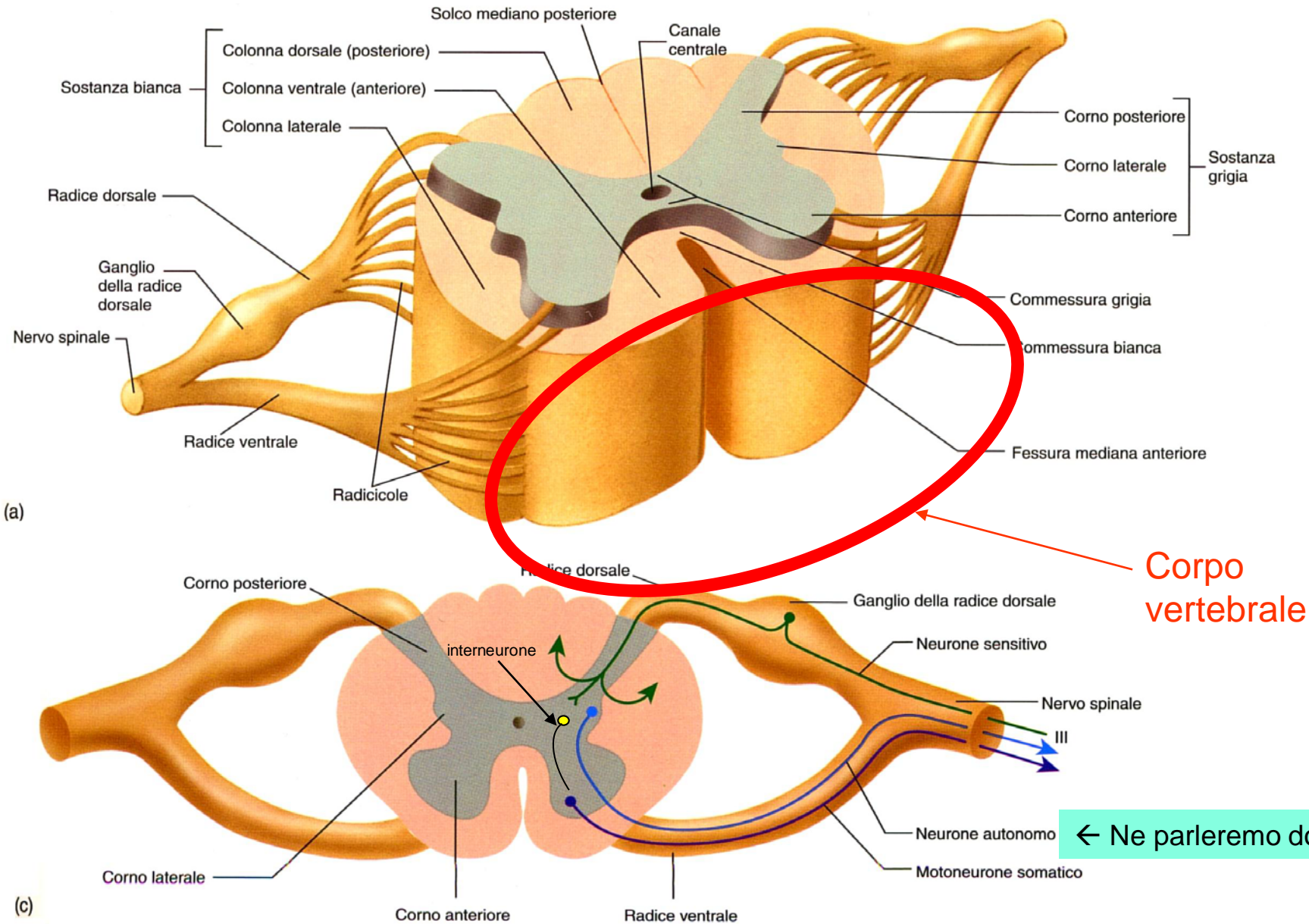
Commessura  
bianca







1. Cordone posteriore
2. Corno posteriore
3. Cordone laterale
4. Canale centrale
5. **Commessura bianca**
6. Corno anteriore
7. **Commessure grigie**



**Figura 10.3 Sezione trasversale del midollo spinale**

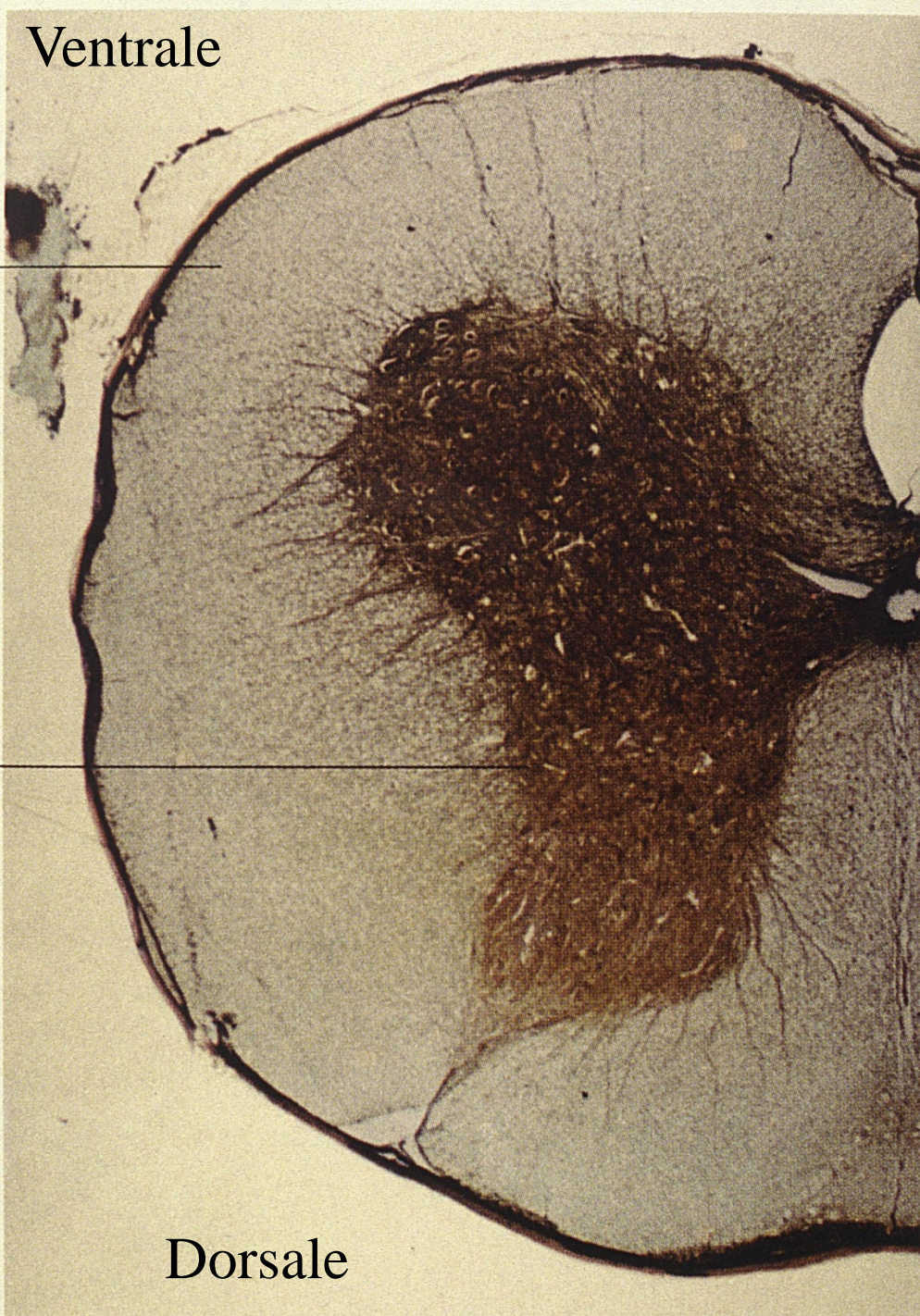
(a) Disegno di un segmento del midollo spinale che illustra una radice dorsale e una ventrale e le radicolle che le formano. (b) Fotografia di una sezione trasversale di midollo spinale condotta a metà della regione lombare. Le aree colorate più intensamente sono di sostanza bianca, dove sono localizzati i tratti nervosi. Le aree meno intensamente colorate sono la sostanza grigia, dove sono localizzati i corpi cellulari dei neuroni. (c) Relazioni tra i neuroni sensitivi e motori nel midollo spinale.



Ventrale

1

2

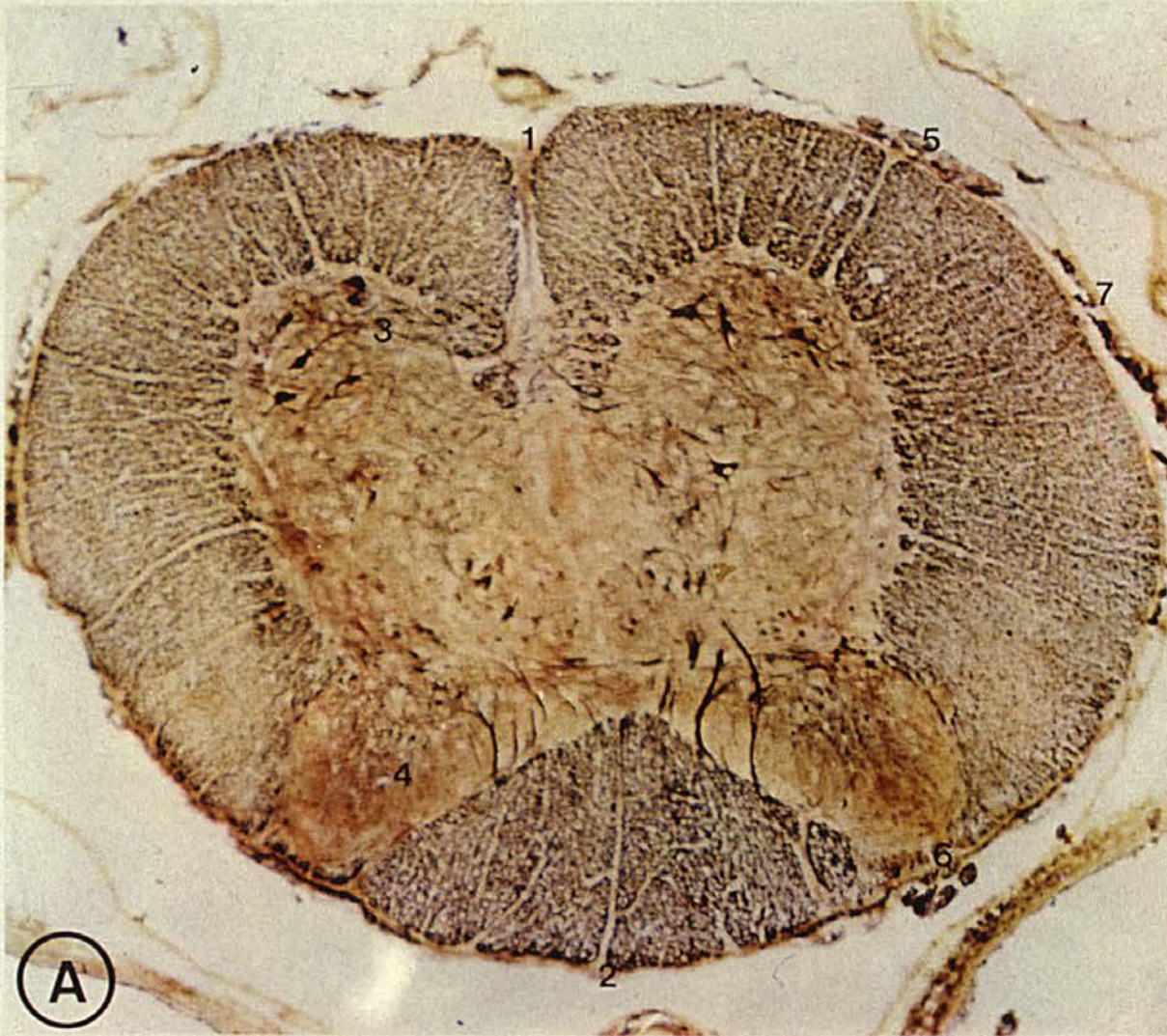


Impregnazione  
argentina

Dorsale



Ventrale



Dorsale



# Lezione

Segue: MIDOLLO  
sost.grigia. e bianca  
+ Vie, tratti,  
riflessi,  
Arco Riflesso.

# Organizzazione Sostanza Grigia



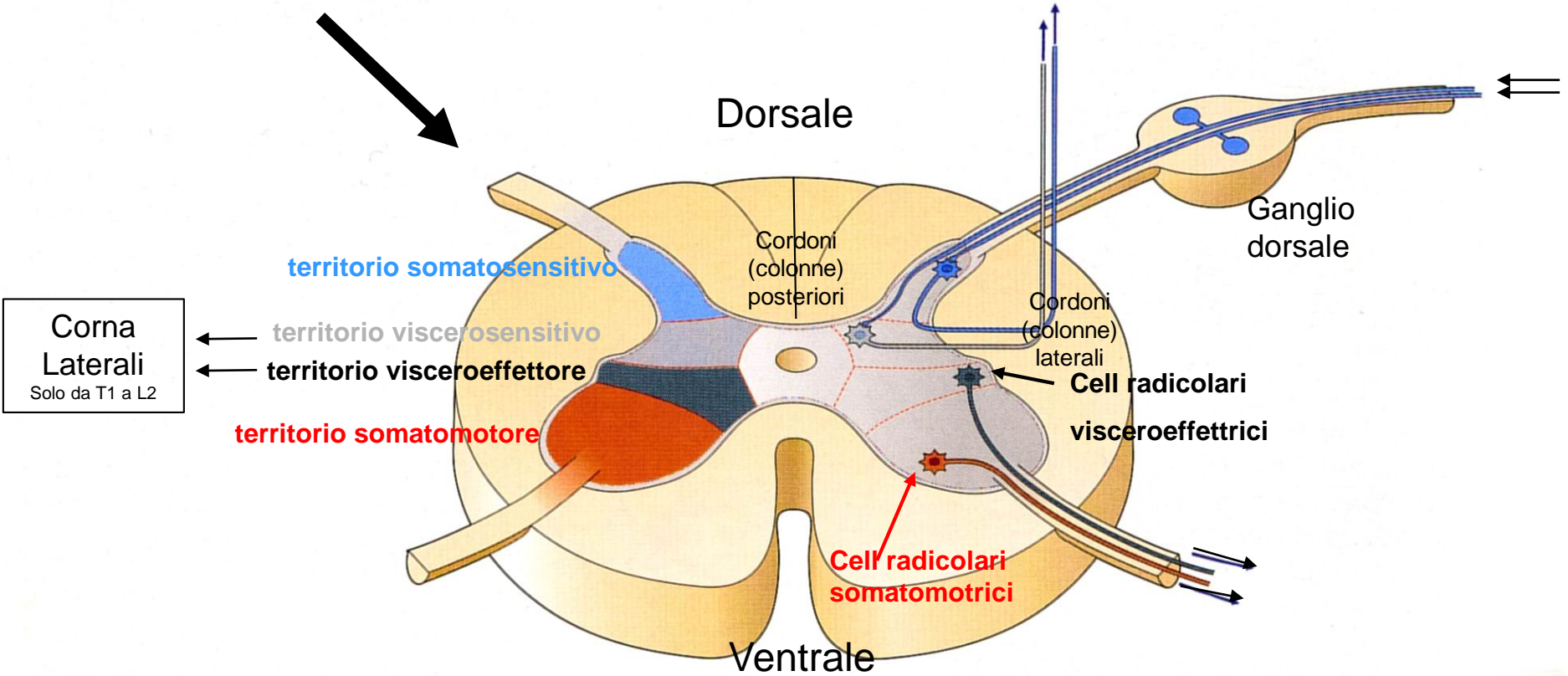
I pirenofori qui presenti sono organizzati in:

nuclei { **sensoriali** somatici e viscerali, localizzati nelle corna posteriori  
Costituiti da interneuroni...  
**motori** somatici e viscerali, situati nella corna anteriori

- i nuclei si estendono anche molto in senso longitudinale (*nell'ambito di un segmento midollare...*) (*per cui i loro assoni spesso "salgono"*)

Le 2 commessure grigie ant. e post. rispetto al canale centrale contengono assoni che si incrociano ("decussano") da un lato all'altro del midollo

\*\* Le dimensioni maggiori delle corna anteriori dipendono dal grande numero di muscoli scheletrici che esse vanno a innervare



**Fig. 14.6** - Disposizione della sostanza grigia del midollo spinale (a forma di "H"). A destra sono rappresentati i tipi di neuroni contenuti nella sostanza grigia del midollo spinale. In **rosso**, le cellule radicolari somatomotrici; in **nero**, le cellule radicolari visceroeffettrici; in **grigio**, le cellule funicolari viscerosensitive; in **blu**, le cellule funicolari somatosensitive. I prolungamenti centripeti delle cellule gangliari (**blu**) si mettono in sinapsi con i neuroni funicolari somatosensitive e viscerosensitive. A sinistra sono indicati, in successione antero-posteriore, il territorio somatomotore (**rosso**), il territorio visceroeffettore (**nero**), il territorio viscerosensitivo (**grigio**) e il territorio somatosensitivo (**blu**).



# Organizzazione Sostanza Bianca

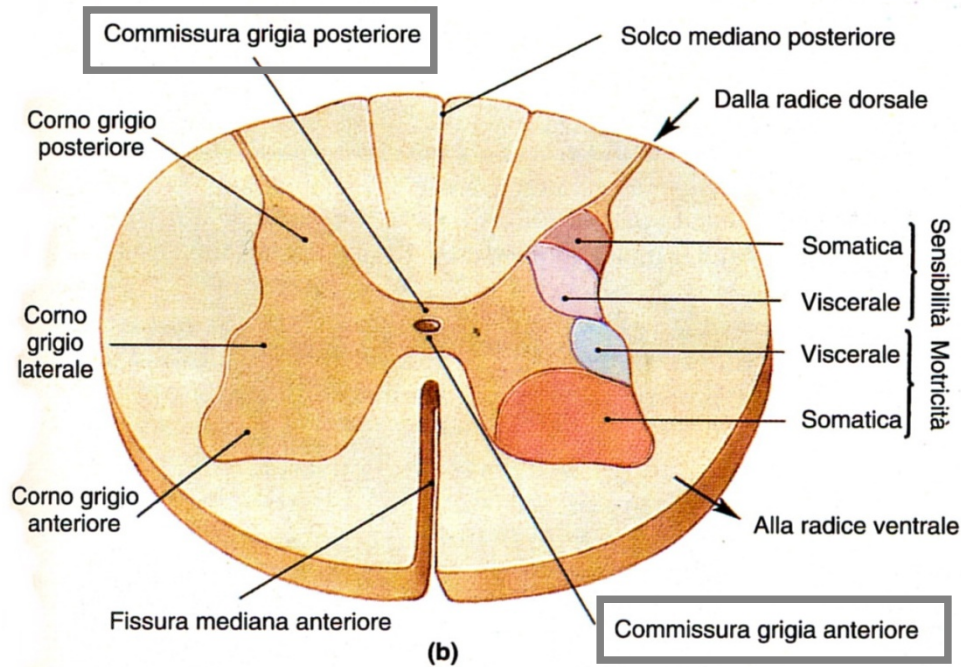
Viene suddivisa in **regioni** (o **colonne**, o **cordoni**) **posteriori**, **anteriori** e **laterali**, interconnesse dalle **commessure bianche** (anter. e post.)

Ogni colonna o cordone contiene **TRATTI** (o **fasci**): questi trasportano sia **informazioni sensitive (ascendenti)** che **comandi motori (discendenti)**

- Fasci di diametro più piccolo (e brevi...) connettono tra loro segmenti contigui (vicini tra loro) di midollo

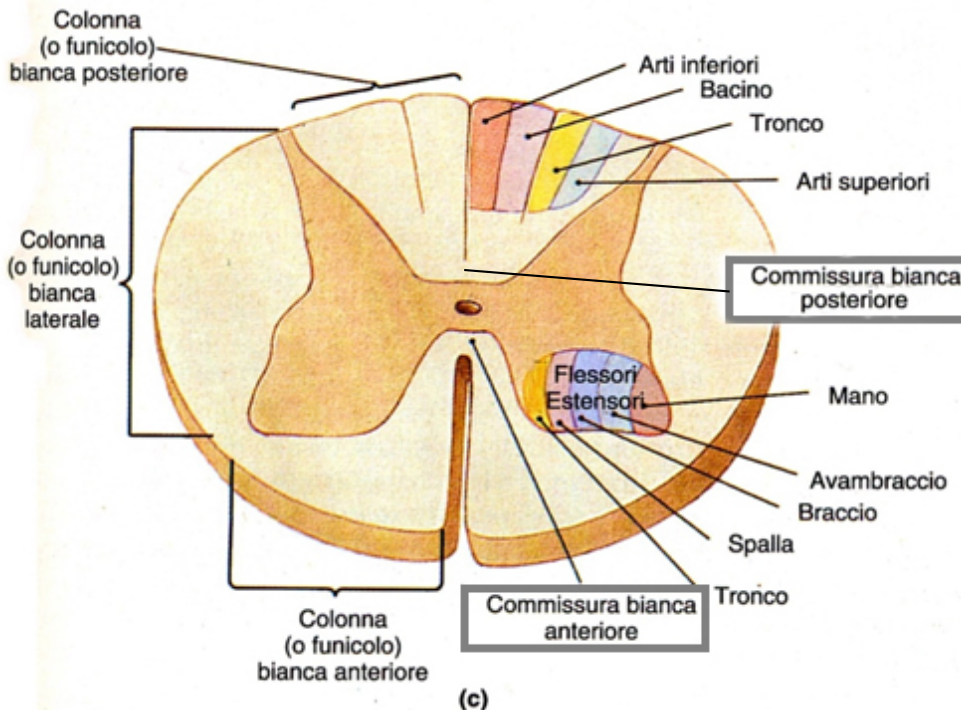
- Fasci più grandi e lunghi connettono il midollo all'encefalo, individuando così fasci ascendenti sensoriali dal midollo verso

l'encefalo e fasci discendenti motori dall'encefalo verso il midollo



## Organizzazione Sostanza Grigia

*Notare le commessure grigie...*

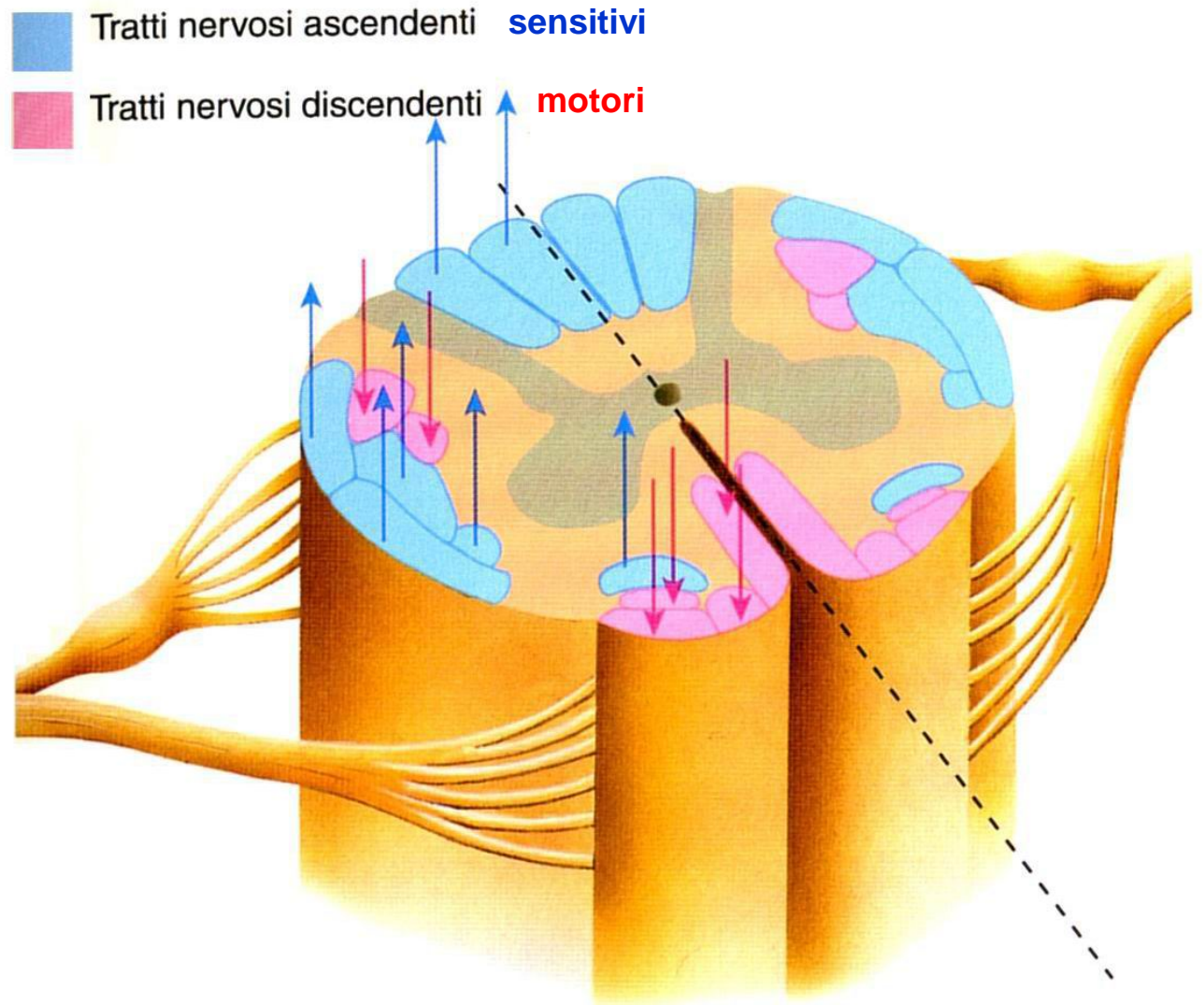


## Organizzazione Sostanza Bianca

*Notare le commessure bianche...*

# Sostanza bianca

Notare la  
disposizione  
"mescolata"  
dei fasci  
sensitivi e  
motori...



**Figura 10.11 Sezione trasversale di midollo spinale condotta a livello cervicale e illustrante le vie nervose**

I tratti nervosi ascendenti sono in blu, i tratti nervosi discendenti sono in rosa. Le frecce indicano la direzione di ogni via nervosa.

# FUNZIONI DEL MIDOLLO SPINALE



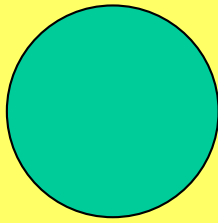
I tratti del MS organizzano 2 sistemi

1. **Tratti ascendenti** (dal midollo all'encefalo) **sensoriali**
2. **Tratti discendenti** (dall'encefalo al midollo spinale) **motori**

Tutti gli assoni componenti un TRATTO hanno origine da pericari situati nella stessa struttura e terminano tutti nella stessa struttura. → → → → → **inizio e fine ben determinati**

\* Dal punto di vista funzionale, tutti gli assoni di un tratto sono al servizio di una sola funzione generale.





## NOMENCLATURA dei TRATTI (o VIE)

Il nome dei singoli tratti indica:

1. la struttura da cui originano gli assoni costitutivi
2. la struttura in cui andranno a terminare:
3. la parte o la posizione della colonna in cui è situato

Es.1 Tratto cortico-spinale laterale

Es.2 Tratto spino-talamico anteriore..... ecc.

\*\* Dal nome si deduce facilmente se il tratto è sensitivo o motore...



Ricordiamo solo 3 coppie di Vie o Tratti Ascendenti (sensitivi)

**1 - Via spino-bulbo-talamica** (o del cordone posteriore o dei fascicoli gracile e cuneato di Goll e Burdach): sensibilità tattile discriminata e sensazioni coscienti della posizione e del movimento del corpo (sensibilità propriocettiva cosciente ) (es. so dove si trova il mio polso e quanto è piegato...)

**2a - Vie spino-talamiche anteriori**: sensibilità tattile protopatica (non discriminata) di pressione

**2b - Vie spino-talamiche laterali**: sensibilità tattile *protopatica* (non discriminata) dolorifica e termica

(es. sento una pressione, un dolore o calore in una zona del corpo ma non riesco a localizzarla esattamente...)

**3 - Vie spino-cerebellari**: sensibilità propriocettiva incosciente

(es. il mio sistema nervoso percepisce la posizione della mia mano nello spazio ma io non ne ho sensazione cosciente)





Nel sonno NREM, il **tono dei muscoli scheletrici** diminuisce rispetto alla veglia; **nel sonno REM scompare totalmente.** L'atonia muscolare si associa a paralisi funzionale dei muscoli scheletrici. Durante il sogno non si è perciò in grado di muoversi; si è funzionalmente paralizzati.

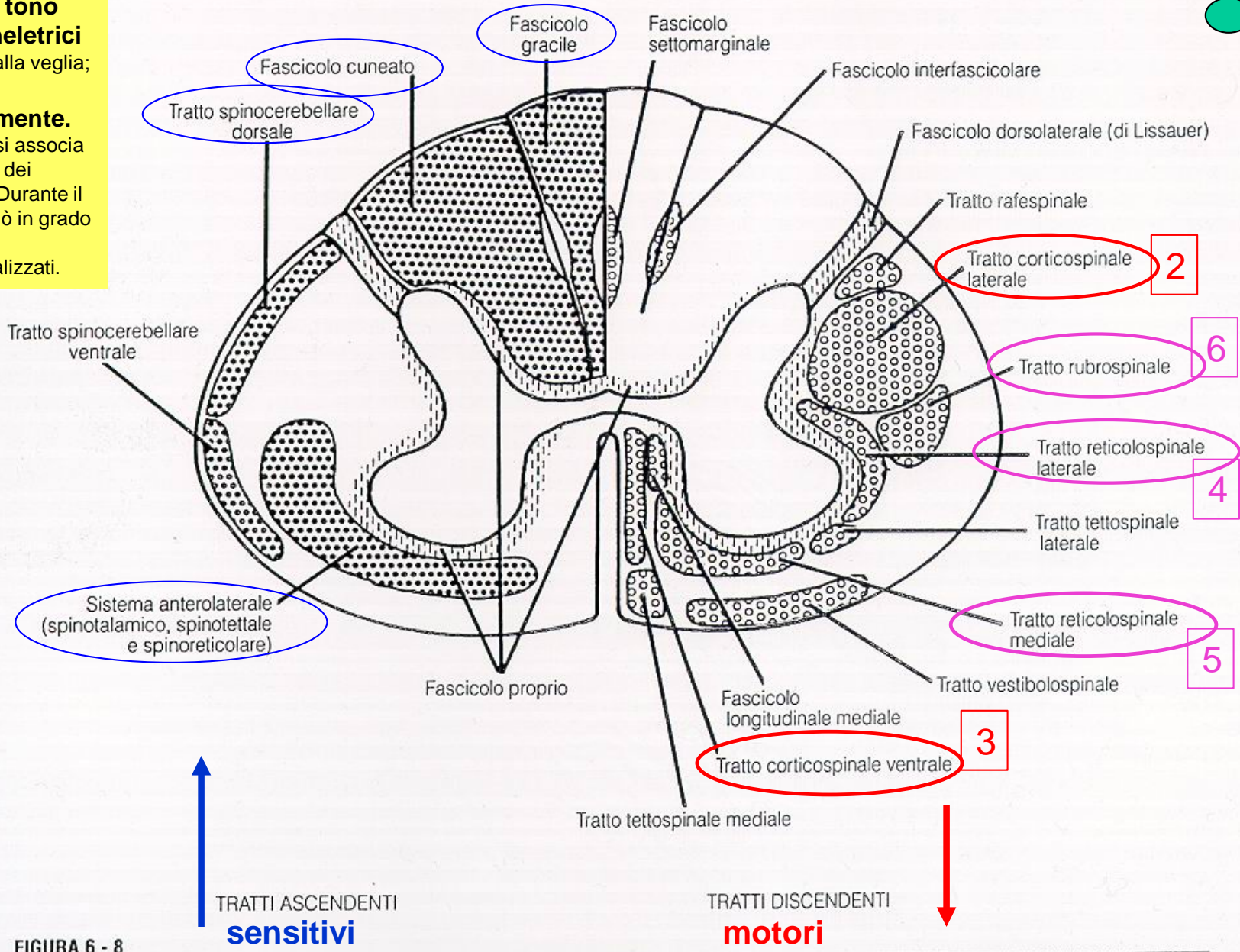
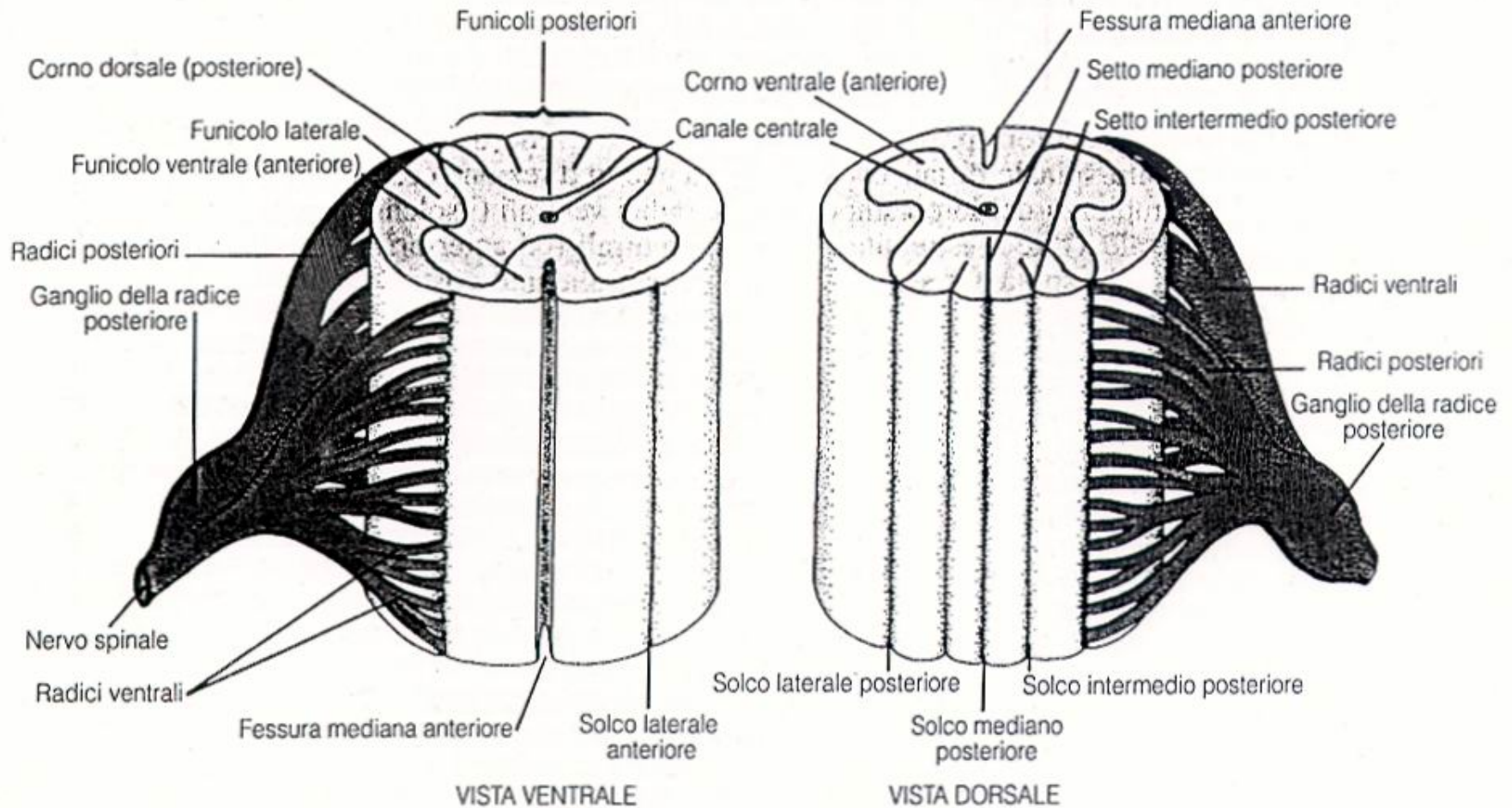


FIGURA 6 - 8

Alcuni dei principali tratti di fibre della sostanza bianca del midollo spinale rappresentati come sono in corrispondenza del livello mediocervicale. I tratti di fibre ascendenti sono sul lato sinistro, i tratti discendenti sul lato destro.

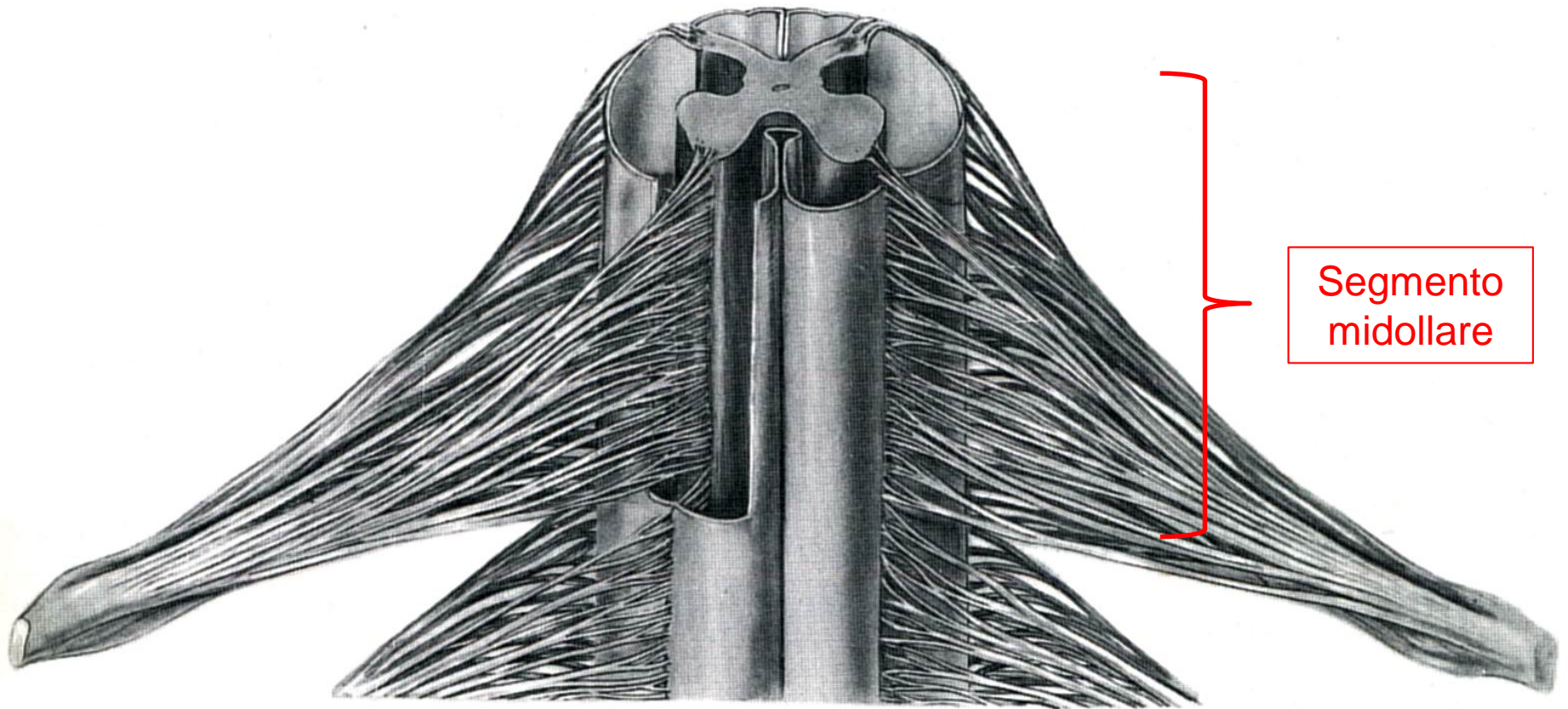


# Connessioni radicolari del midollo (segmento midollare)



**FIGURA 6 - 3**

Un tipico segmento spinale come viene visto dalla sua superficie ventrale (a sinistra) e dalla sua superficie dorsale (a destra). Le radici dorsali (o posteriori) e ventrali (od anteriori) rispettivamente penetrano e fuoriescono per tutta la lunghezza del segmento spinale. Queste radici, a loro volta, si riuniscono per formare il nervo spinale.



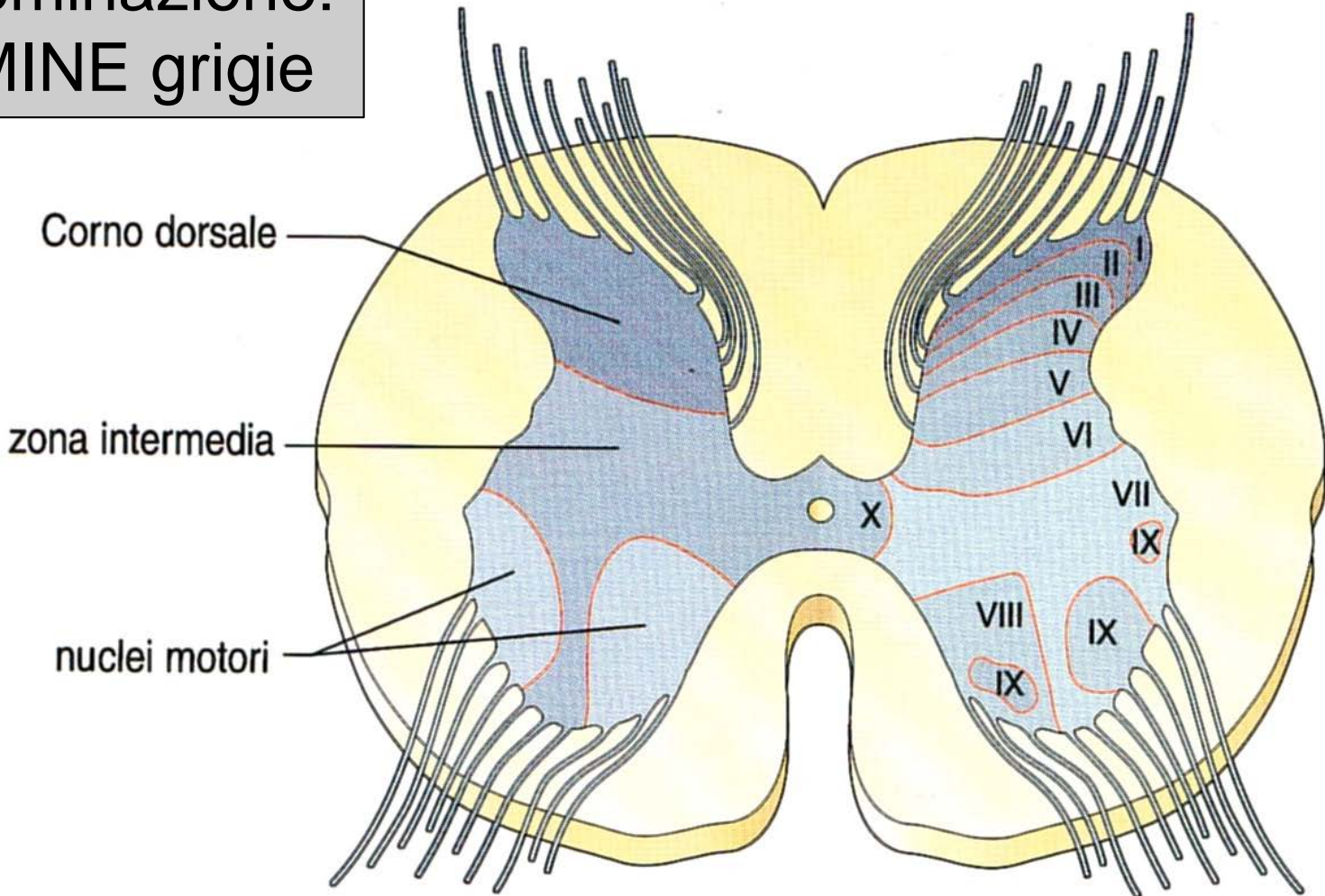
## Connessioni radicolari del midollo

Numerosità delle connessioni un po' oltre il visibile a occhio nudo

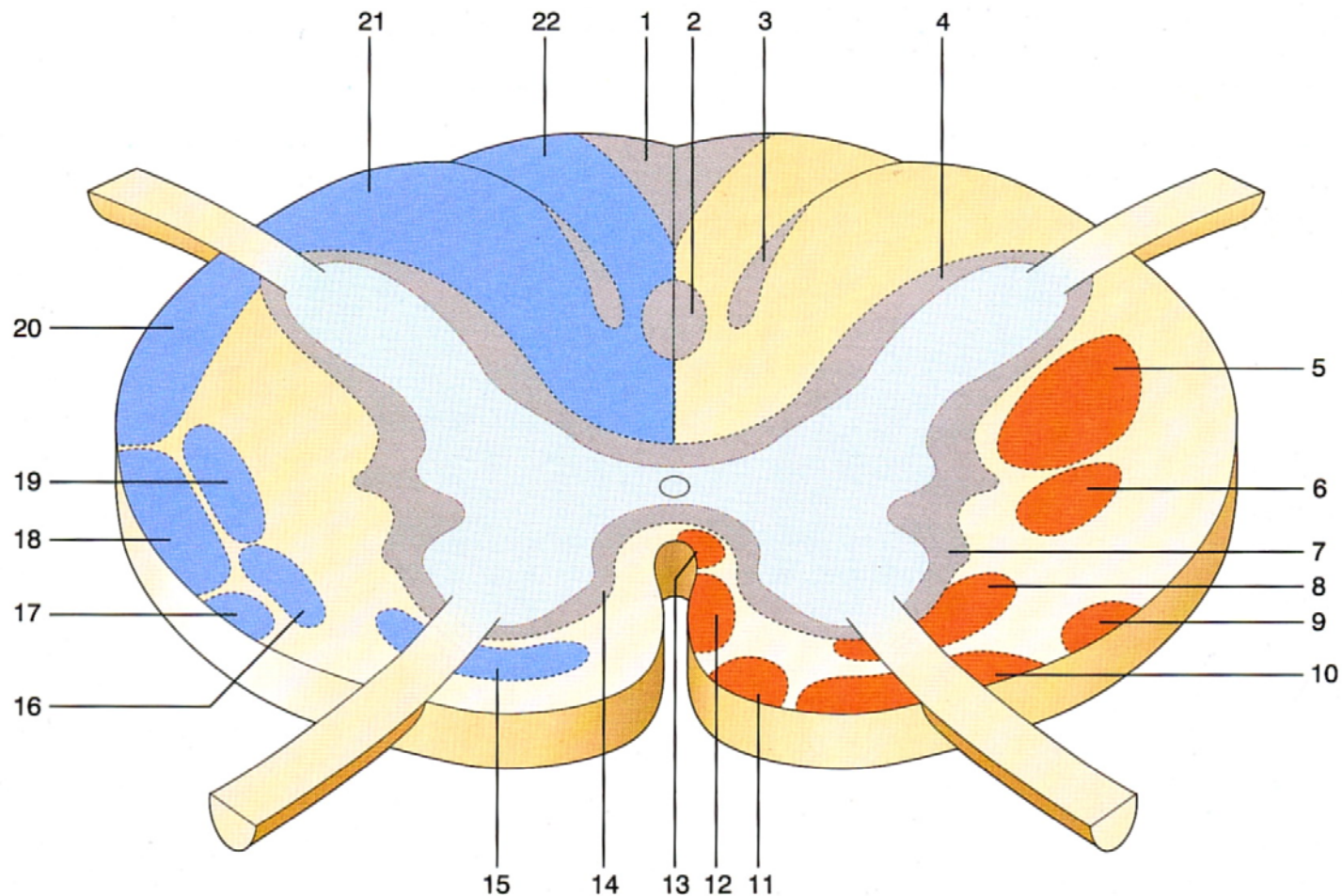


Altra  
denominazione:  
LAMINE grigie

Segmento lombare basso



**Fig. 14.8** - Rappresentazione schematica dei territori appartenenti alle dieci lamine grigie visibili in una sezione trasversale del midollo spinale.



**Fig. 14.9** - Localizzazione dei principali fasci di proiezione discendenti (**rosso**), ascendenti (**blu**) e di associazione (**nero**) nei cordoni della sostanza bianca del midollo spinale, visti in sezione trasversale. Si rileva una prevalente localizzazione delle vie discendenti nel cordone anterolaterale e delle vie ascendenti nei cordoni laterale e posteriore. Alcuni fasci, come il reticolospinale, il vestibolospinale e lo spinotalamico anteriore, sono attraversati dalle radici anteriori che si dirigono verso la loro emergenza dal midollo spinale. **1**, Fascio superficiale; **2**, fascio ovale; **3**, fascio a virgola; **4**, fascio fondamentale posteriore; **5**, fascio corticospinale laterale; **6**, fascio rubrospinal; **7**, fascio fondamentale laterale; **8**, fascio reticolospinale; **9**, fascio olivospinale; **10**, fascio vestibolospinale; **11**, fascio tetto-spinale; **12**, fascio corticospinale anteriore; **13**, fascicolo longitudinale mediale; **14**, fascio fondamentale anteriore; **15**, fascio spinotalamico anteriore; **16**, fascio spinotettale; **17**, fascio spinoolivare; **18**, fascio spinocerebellare ventrale; **19**, fascio spinotalamico laterale; **20**, fascio spinocerebellare dorsale; **21**, fascicolo cuneato; **22**, fascicolo gracile.



# Aspetti funzionali del midollo spinale

Le funzioni nervose superiori, quali la coscienza, la memoria, l'ideazione, la programmazione dei movimenti eccetera, si svolgono nell'encefalo e in particolare nella corteccia cerebrale. Le necessarie informazioni vengono assunte in periferia, portate all'asse nervoso (midollo spinale e tronco encefalico) e infine veicolate ai **centri superiori (corteccia telencefalica e nuclei della base)** dalle **vie nervose ascendenti o sensitive** (Fig. 14.10-Ambrosi).

La **corteccia telencefalica**, con l'ausilio del **cervelletto** e di **altre formazioni**, elabora le risposte (per es. la programmazione dei movimenti volontari) e le attua (per es. l'esecuzione dei movimenti) tramite **vie discendenti o effetttrici** (Fig. 14.11-Ambrosi) che innervano gli effettori



Sono dette **VIE PIRAMIDALI** i fasci che **partono dalla corteccia cerebrale e vanno direttamente al midollo spinale**

e **VIE EXTRAPIRAMIDALI** gli altri fasci discendenti, **che partono dal cervelletto, dai nuclei della base e dalla formazione reticolare**

□ Le **VIE PIRAMIDALI** sono implicate primariamente nei **movimenti coscienti e volontari della muscolatura scheletrica**

- *A) Fasci cortico-nucleari (o cortico-bulbari, perche formano i rigonfiamenti detti piramidi bulbari)* → sinapsi con i motoneuroni dei nervi cranici III, IV, V, VI, VII, IX, XI e XII (oculari, masticatori, mimici, collo, faringe); [ → Controllo volontario di questi muscoli]
- *B) Fasci corticospinali laterali* (80%, decussano) e anteriori (10%, non decussano) → sinapsi con i motoneuroni delle corna midollari anteriori (resto della muscolatura)

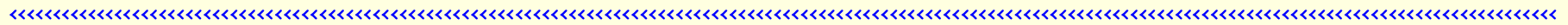
□ Le **VIE EXTRAPIRAMIDALI**. Sono coinvolte nei **movimenti somatici più grossolani e in quelli “automatici” (involontari):**

- *A) Tronco e parte prossimale degli arti (via mediale: fasci vestibolo-spinali, tettospinali e reticolospinali),*
- *B) Porzione distale arti (via laterale: fasci rubrospinali)* (x eseguire sequenze motorie già apprese da usare in atti motori ripetitivi (camminare o correre, scrivere, guidare l'automobile))



Tuttavia, qualunque sia la sequenza motoria complessa che si deve eseguire, i due sistemi, **Piramidale** ed **Extrapiramidale**, agiscono in maniera concertata.

La distinzione tra i due sistemi ha valore in neuropatologia, poiché lesioni di un sistema o dell'altro causano danni motori specifici. (Non approfondiamo...)



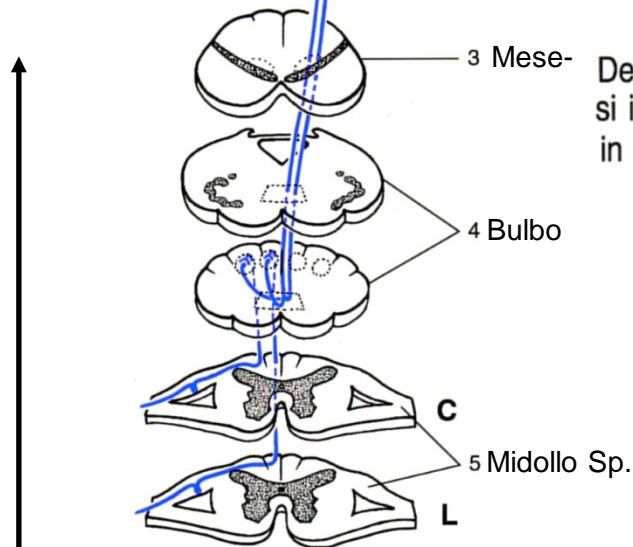
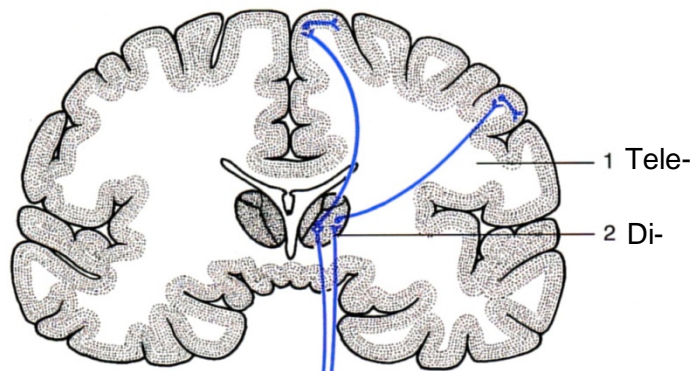
Tra i fasci discendenti nel MS, oltre agli 8 già ricordati, bisogna considerare anche

- **quelli che partono dall'ipotalamo: Fascio ipotalamo-spinale**, diretto a stimolare i neuroni visceroeffettori (simpatici e parasimpatici).
- **quelli che partono dal cervelletto: Fascicolo uncinato**, dalla corteccia del verme cerebellare verso i nuclei del tetto del cervelletto; molte delle sue fibre a livello della commessura cerebellare e terminano nel tronco encefalico, a livello dei nuclei vestibolari e della formazione reticolare.



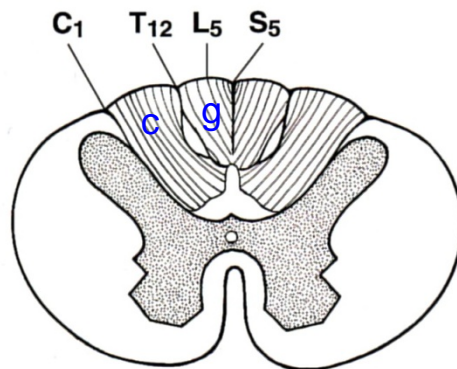
Da: Ambrosi

## Via spino-bulbo-talamica-corticale



Decorso della via spinobulbotalamo-corticale. La via si incrocia a livello della parte inferiore del bulbo in corrispondenza del lemisco mediale.

Le fibre afferenti ai neuomeri lombari (L) formano il fascicolo gracile; quelle che raggiungono i neuomeri cervicali (C) formano il fascicolo cuneato. In basso è indicata la posizione delle fibre afferenti ai vari neuomeri nell'ambito del fascicolo gracile e del fascicolo cuneato (C, cervicale; T, toracico; L, lombare; S, sacrale). 1, Telencefalo; 2, diencefalo; 3, mesencefalo; 4, bulbo; 5, midollo spinale.

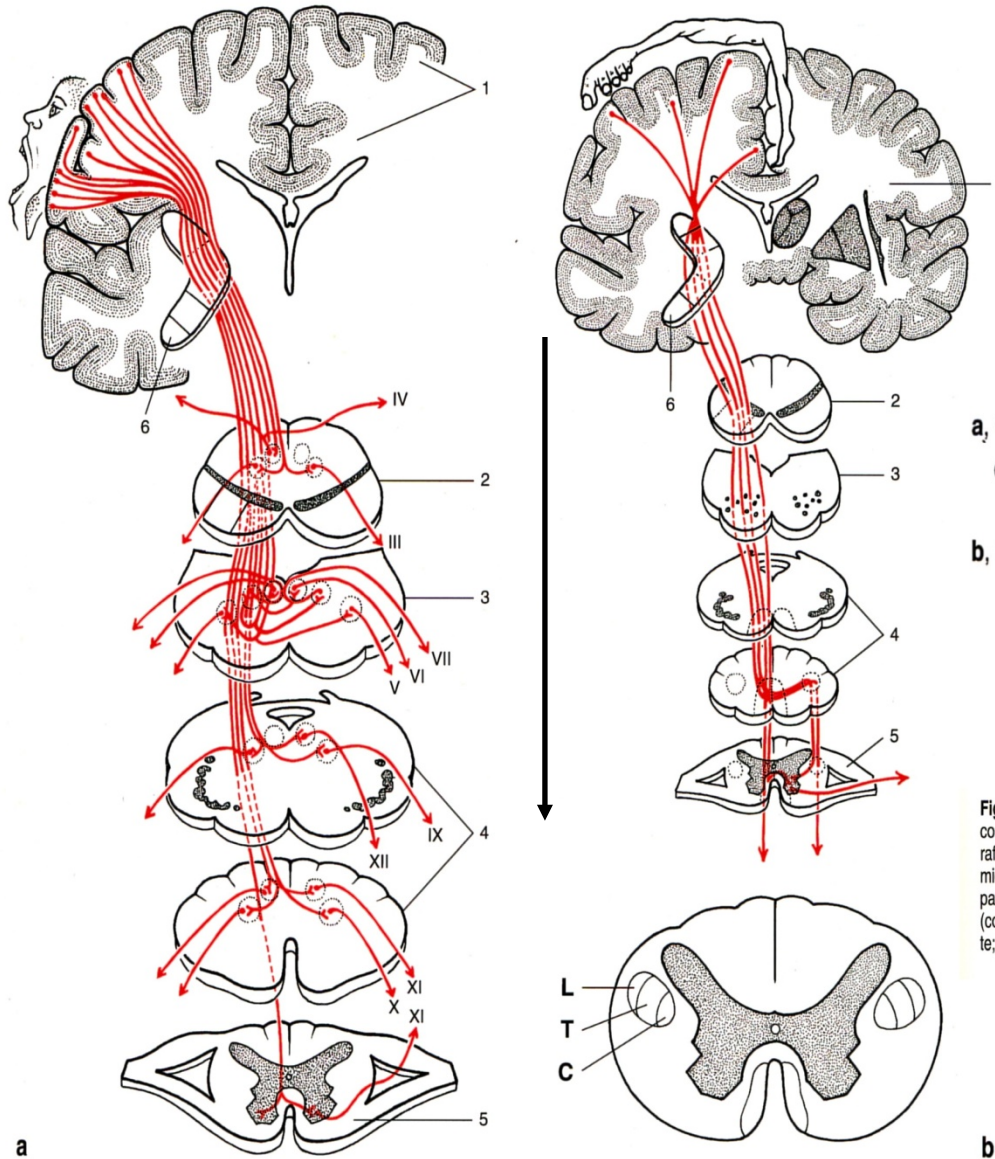


Settore "lombare" → gracile (Goll)

Settore "cervicale" → cuneato (Burdach)

Da: Ambrosi

Vie piramidali



a, Origine e decorso del contingente della via piramidale destinato ai nuclei somatomotori dei nervi encefalici (fascio corticonucleare).

b, Origine e decorso delle vie piramidali destinate al midollo spinale.

Fig. 14.11 - a, Origine e decorso del contingente della via piramidale destinato ai nuclei somatomotori dei nervi encefalici (fascio corticonucleare). È anche indicata l'emergenza dei nervi encefalici a componente somatomotrice. A livello della corteccia telencefalica è raffigurata l'area di rappresentazione motrice per le diverse parti della testa (omuncolo motorio). b, Origine e decorso delle vie piramidali destinate al midollo spinale. A livello della corteccia telencefalica è raffigurata l'area di rappresentazione motrice per le diverse parti del tronco e degli arti (omuncolo motorio). In basso si indica la disposizione delle fibre nell'ambito del fascio piramidale crociato (corticospinale laterale) secondo il livello di terminazione (C, cervicale; T, toracico; L, lombare). 1, Telencefalo; 2, mesencefalo; 3, ponte; 4, bulbo; 5, midollo spinale; 6, capsula interna.

a

b

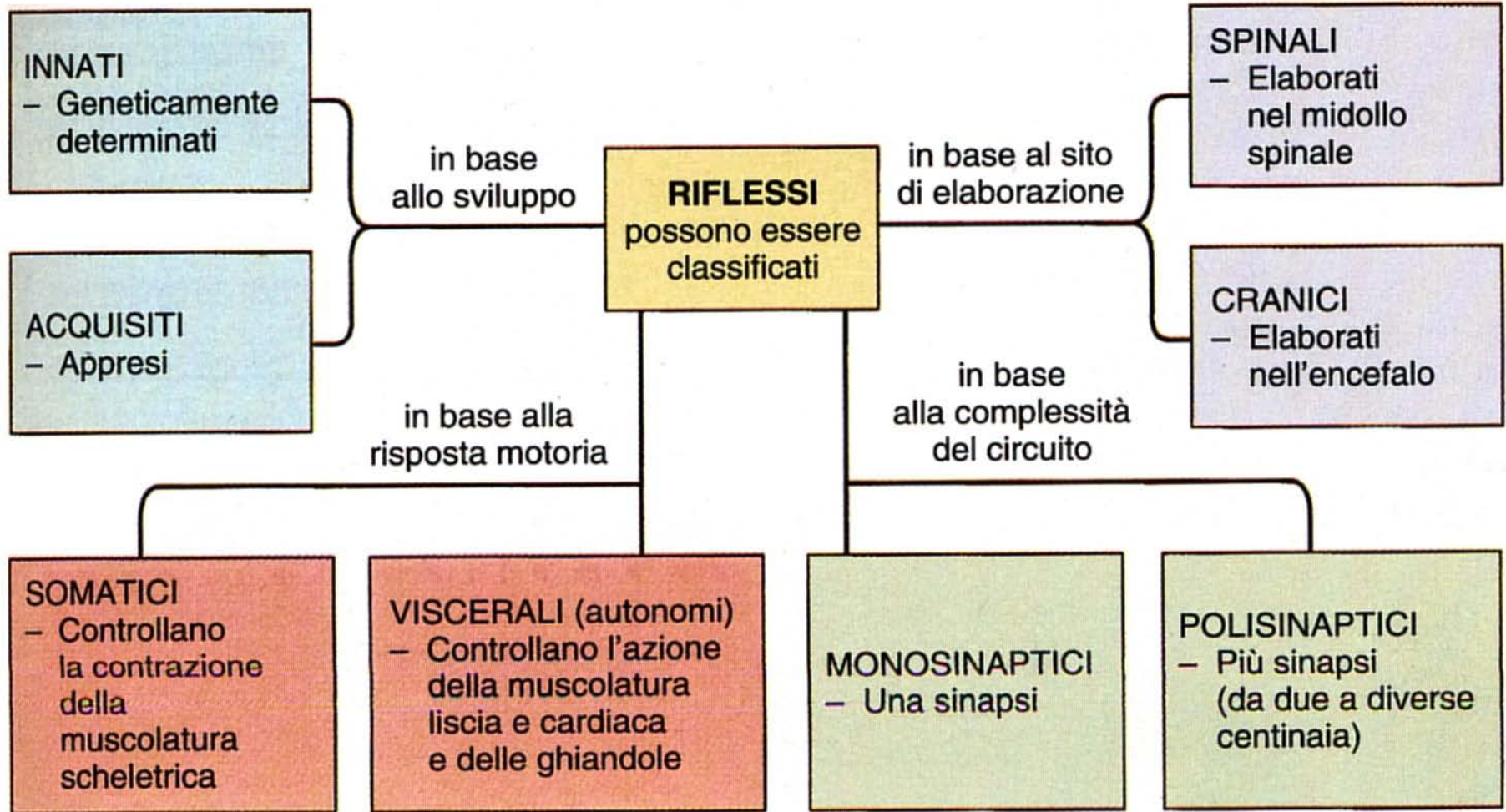


# IL MIDOLLO SPINALE FUNGE ANCHE COME CENTRO DEI RIFLESSI PER TUTTI I RIFLESSI SPINALI

Non sempre l'elaborazione di una risposta a certi stimoli effettuata dall'Encefalo riesce ad essere efficace realizzandosi nei **tempi utili**. Può essere conveniente realizzare delle risposte riflesse che non arrivano neppure ai centri superiori, ma che generano una adeguata **risposta in modo "automatico"** e in tempi brevi.

Il midollo si comporta da **centro di un "arco riflesso spinale"** o sede dell'arco il cui l'impulso sensitivo in arrivo diviene **SUBITO motore in uscita**.





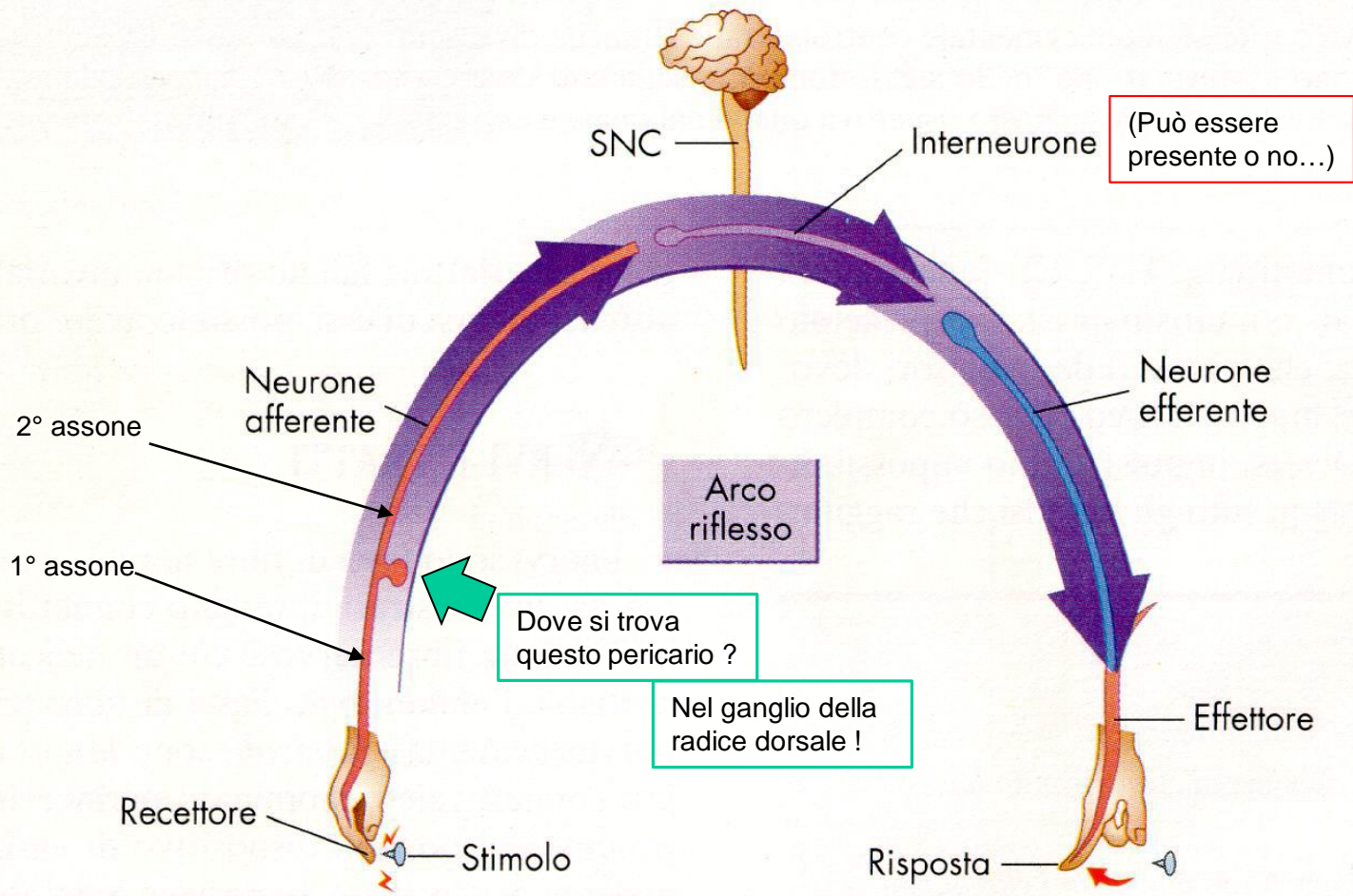
**FIGURA 14.16 CLASSIFICAZIONE DEI RIFLESSI**  
 Quattro differenti metodi sono utilizzati per classificare i riflessi.



# I Riflessi

- In generale agli stimoli sia esterni che interni l'organismo risponde con delle **risposte neurali** tese a mantenere l'omeostasi effettuando rapidi aggiustamenti alle funzioni di organi e apparati
- Un **riflesso** è una risposta motoria involontaria e immediata a uno stimolo specifico
- Il **percorso** di un singolo riflesso si dice **ARCO RIFLESSO**
- Un arco riflesso inizia in un recettore e termina in un effettore "di tipo motorio", muscolare o ghiandolare (es. gh. sudoripare se fa caldo..., muscoli erettori dei peli se fa freddo... )

**-N.B. L'arco riflesso è una UNITA' FUNZIONALE, NON ANATOMICA**



**FIGURA 11-6 Classificazione dei neuroni in base alla funzione.** I neuroni possono essere classificati in base alla direzione in cui conducono impulsi. Notare una tipica via di conduzione di impulsi che si sviluppa lungo un modello di circuito formato dall'arco riflesso.

# Arco riflesso

I neuroni possono organizzarsi in un circuito semplice: l'Arco Riflesso.

- La forma più classica è quella dell'arco riflesso a tre neuroni:

Neurone afferente → Interneurone → Neurone Efferente

*Gli effettori sono: il tessuto muscolare o il tessuto ghiandolare*

- Il più noto è l'arco riflesso a due neuroni (anello regolatore a feedback) (monosinaptico) [es. riflesso da stiramento patellare]

Neurone afferente → Neurone Efferente

Esistono:

- ARCHI RIFLESSI OMOLATERALI
- ARCHI RIFLESSI CONTROLATERALI
- ARCHI INTERSEGMENTALI (coinvolti più centri nervosi lungo l'asse del SNC)

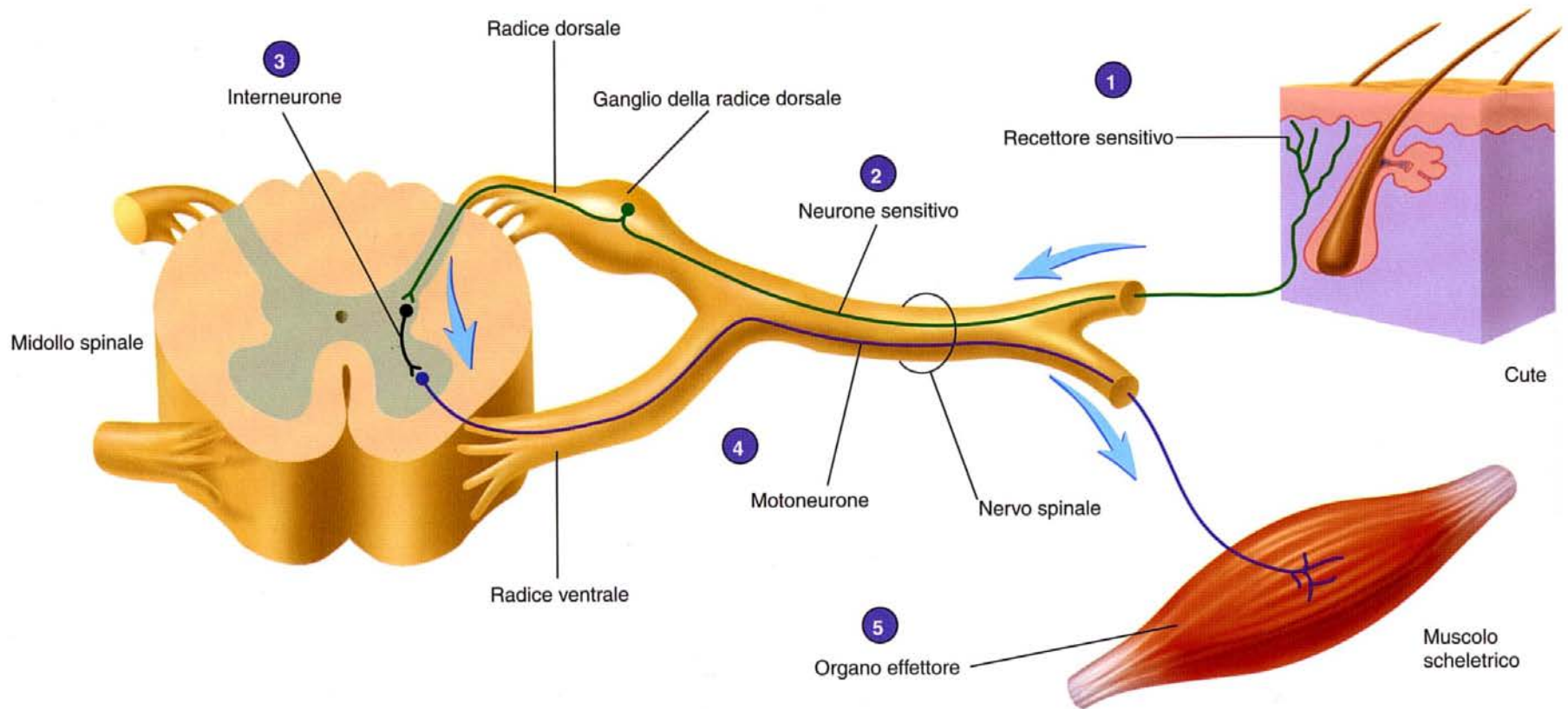




# I 5 stadi dell'Arco riflesso

1. Arrivo dello stimolo e attivazione del recettore (cute, mucosa, tendini ecc.)
2. Trasporto dell'informazione al SNC (midollo spinale)
3. Elaborazione dell'informazione (in loco, con o senza interneurone,  
oppure anche con il contributo di centri superiori)
4. Attivazione di un neurone motorio
5. Risposta di un effettore periferico

# I 5 componenti dell'arco riflesso



**Figura 10.4 Arco riflesso**

Le componenti di un arco riflesso sono indicate nell'ordine in cui i potenziali d'azione le attraversano. I cinque componenti sono: (1) il recettore sensitivo, (2) il neurone sensitivo, (3) l'interneurone, (4) il motoneurone, e (5) l'organo effettore.

# RIFLESSO PATELLARE

(il più noto, a 2 neuroni o monosinaptico)

1a = recettore (in questo caso propriocettore tendineo )

1b = neurone centripeto sensitivo

2 = ganglio spinale

3 = radice posteriore

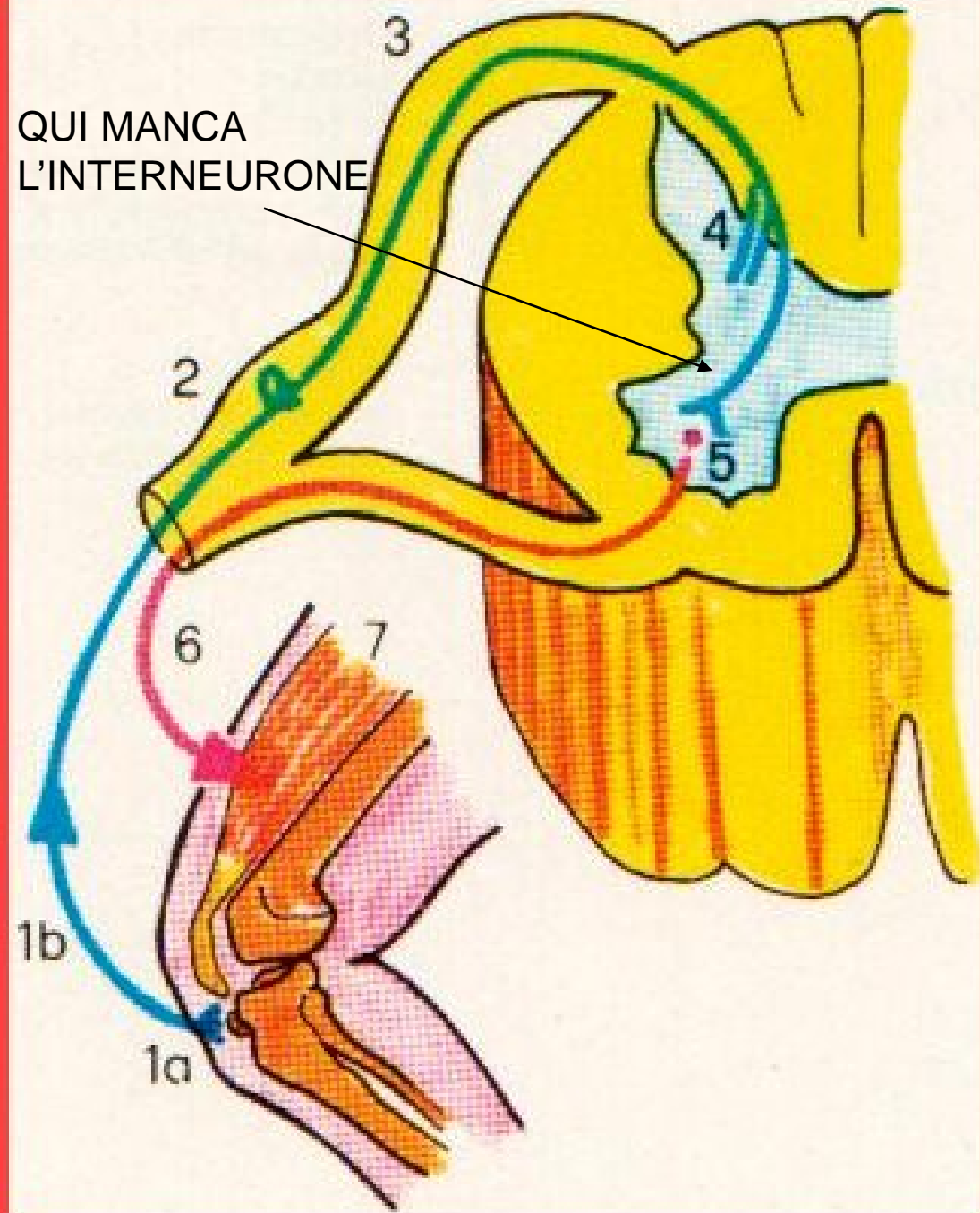
4 = corno posteriore

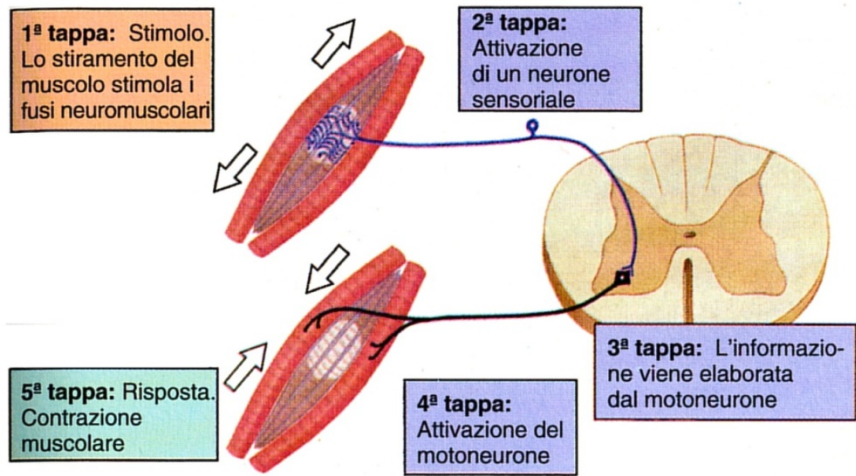
5 = sinapsi con le cellule motrici del corno anteriore

6 = neurone centrifugo motore

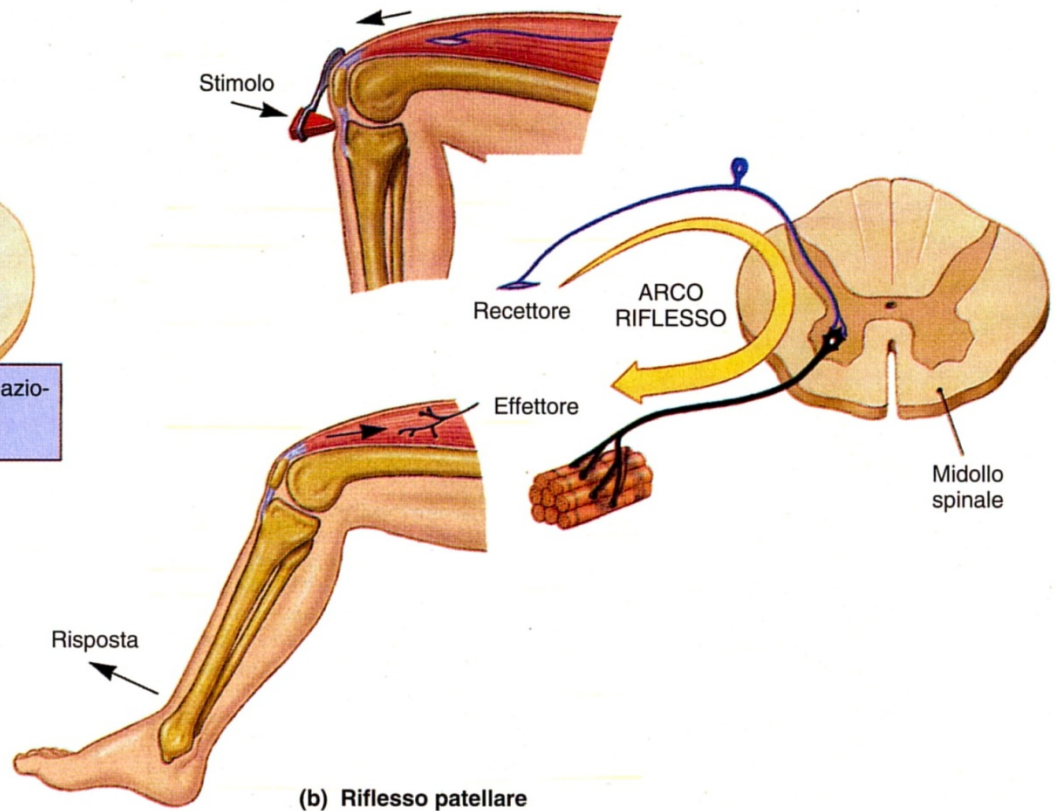
7 = effettore ( **muscolo quadricipite femorale** )

QUI MANCA  
L'INTERNEURONE





(a) Riflesso di stiramento



(b) Riflesso patellare

FIGURA 14.18 COMPONENTI DEL RIFLESSO DI STIRAMENTO

(a) Schema degli eventi in un riflesso di stiramento. (b) Il riflesso patellare è controllato da fasci muscolari del quadricipite. Nella 1ª tappa, il martelletto stira il tendine muscolare, allungando le fibre fusate. Ciò provoca una immediata attivazione dei neuroni sensoriali che fanno sinapsi con i neuroni motori spinali. Nella 2ª tappa, l'attivazione delle unità motrici del quadricipite produce un immediato aumento del tono muscolare ed il conseguente riflesso.

Il riflesso da stiramento è il classico riflesso posturale



2a parte traccia:

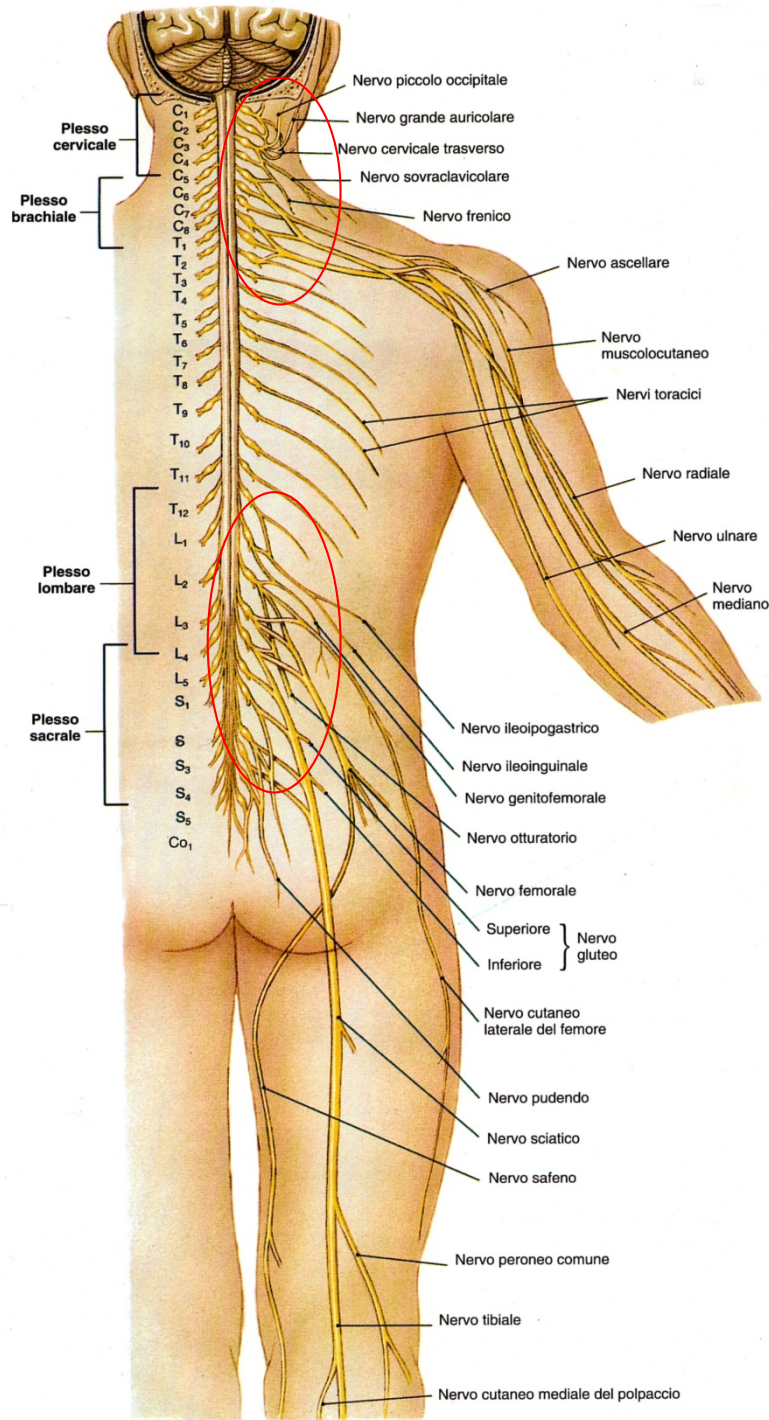
NERVI SPINALI

Il Midollo Spinale si collega agli organi del corpo e agli arti per mezzo dei **Nervi Spinali** e dei loro **gangli spinali** (derivati embriologicamente dalle creste neurali)

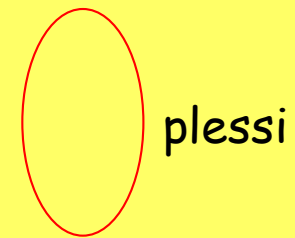
# I Nervi Spinali

- Esistono **31 paia** di nervi spinali
- Sono associati alla vertebra adiacente, ma con un diverso modo di identificarli passando dalla regione cervicale alla toracica: il primo paio di nervi cervicali  $C_1$  fuoriesce tra cranio e atlante (vertebra  $C_1$ )
- Avremo quindi 7 vertebre cervicali ma **8 nervi cervicali** !!!

Ogni nervo presenta: { epinevrio : densa rete di fibre collagene  
perinevrio: penetra avvolgendo fasci di assoni (fascicoli)  
endonevrio: sottili fibre connettivali intorno ai  
singoli assoni, vascolarizzato

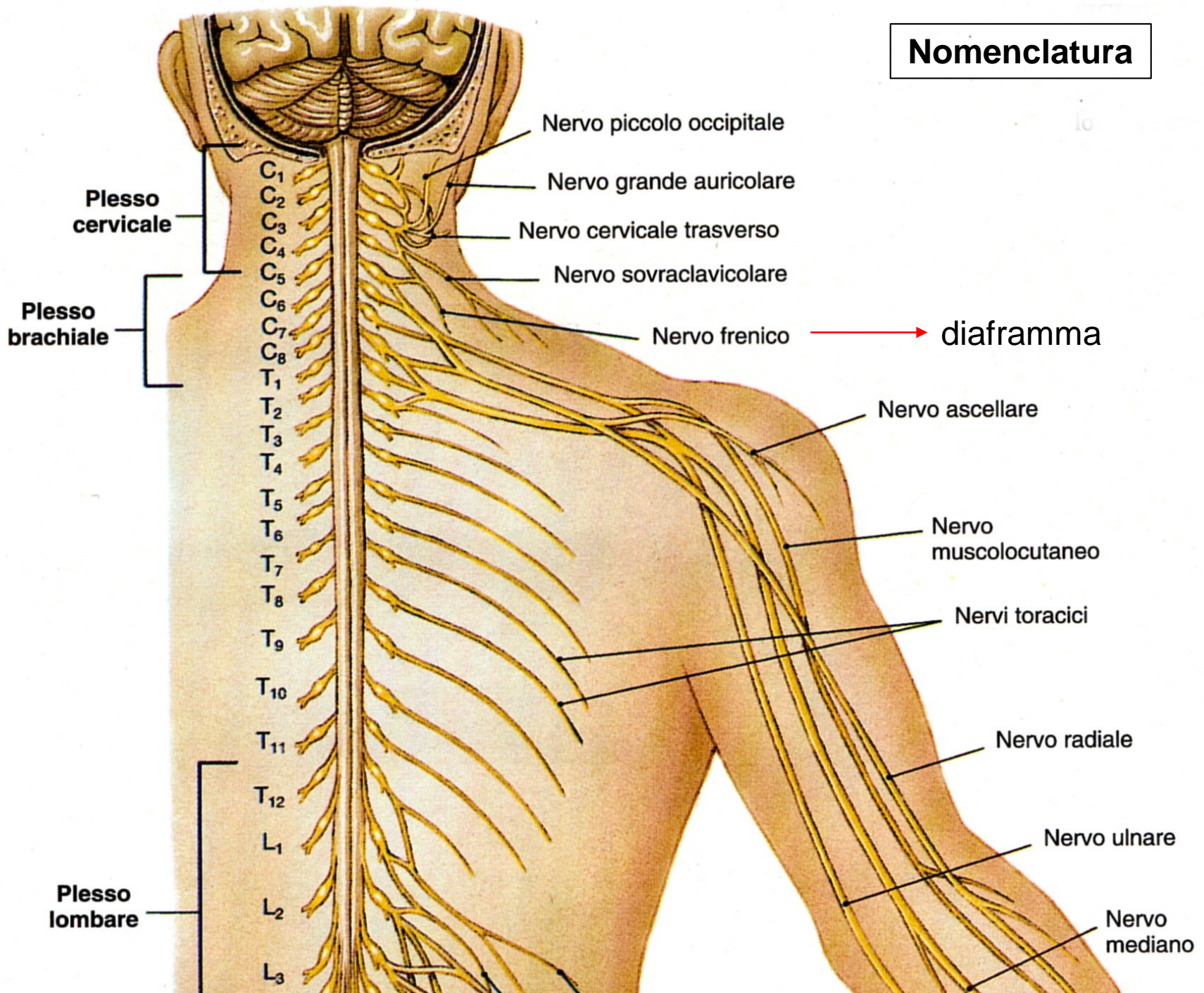


## Nervi spinali - panoramica





# Nomenclatura





Plesso sacrale

L<sub>4</sub>  
L<sub>5</sub>  
S<sub>1</sub>  
S  
S<sub>3</sub>  
S<sub>4</sub>  
S<sub>5</sub>  
Co<sub>1</sub>

**Nomenclatura**

Nervo ileoipogastrico

Nervo ileoinguinale

Nervo genitofemorale

Nervo otturatorio → Coscia interna, anca e ginocchio

Nervo femorale

Superiore }  
Inferiore } Nervo gluteo

Nervo cutaneo laterale del femore

Nervo pudendo

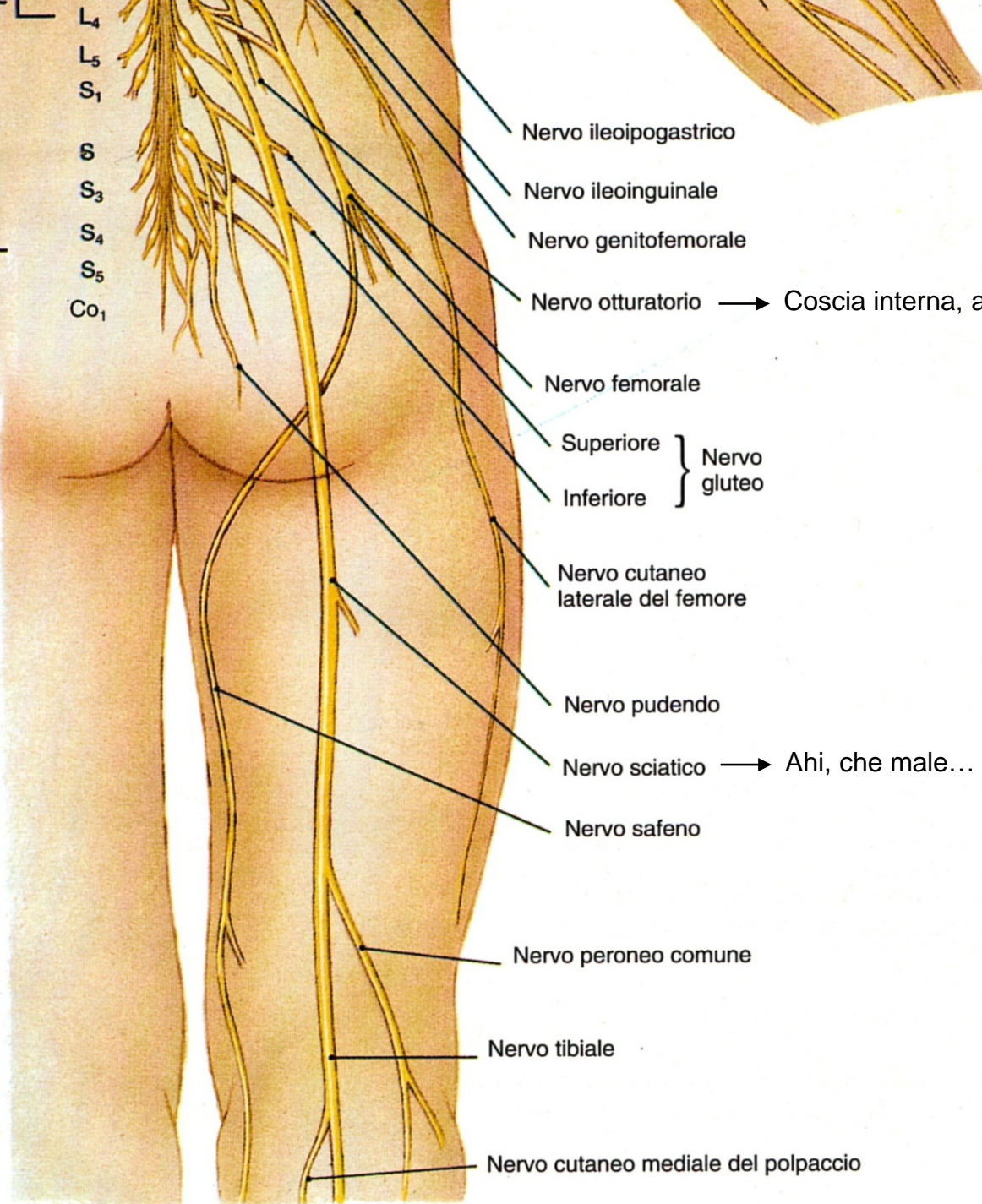
Nervo sciatico → Ahi, che male...

Nervo safeno

Nervo peroneo comune

Nervo tibiale

Nervo cutaneo mediale del polpaccio



# Nomenclatura nervi spinali

Cervicali: C1-C8

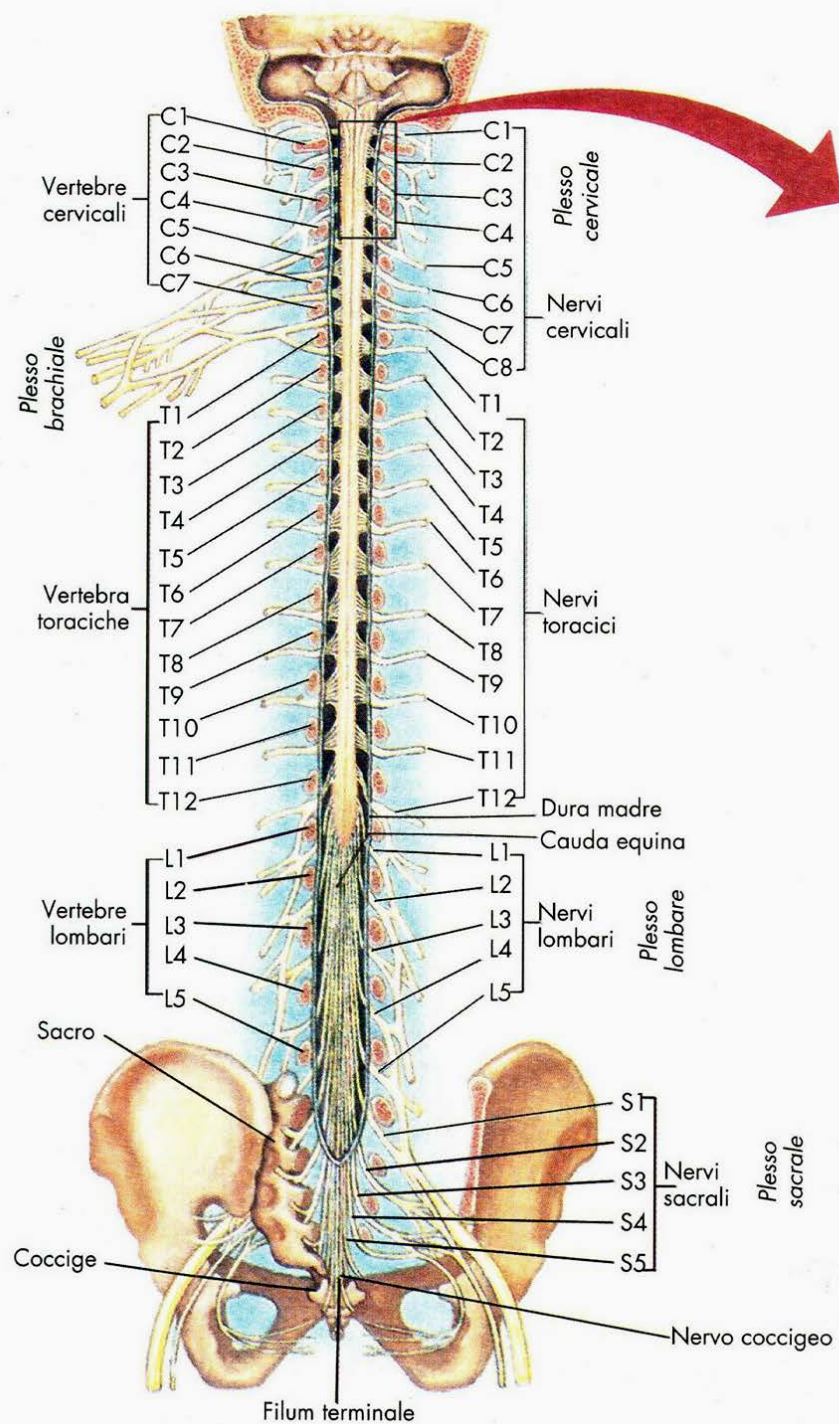
Toracici: T1-T12

Lombari: L1-L5

Sacrali: S1-S5

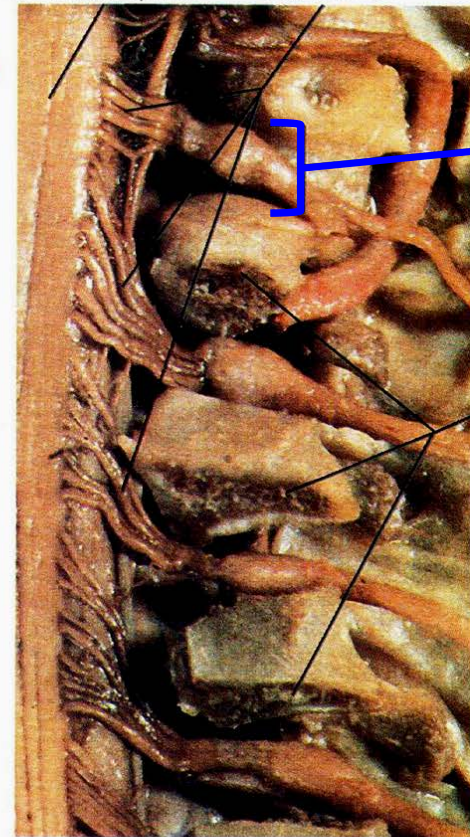
Coccigeo: Co1





Solco mediano  
posteriore  
del midollo spinale

Radici dorsali  
dei nervi  
C2, C3 e C4



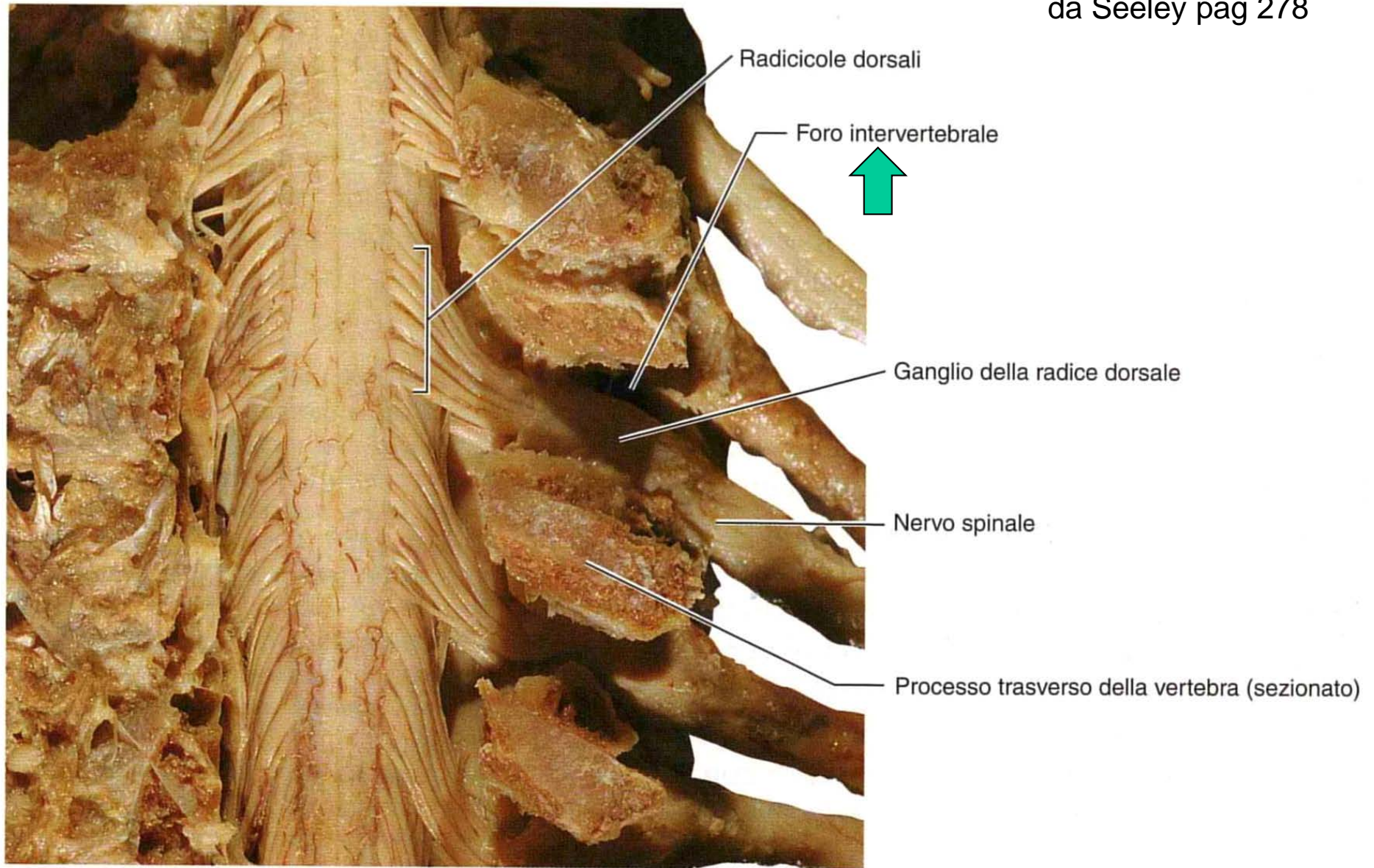
Forame  
intervertebrale

Processi  
trasversali  
delle vertebre  
(sezionati)

### KEY

**Figura 13-7 Nervi spinali.** Ciascuna delle 31 paia di nervi spinali esce dal canale vertebrale per mezzo dei fori intervertebrali. L'indicazione delle vertebre è scritta a sinistra della figura e l'indicazione dei corrispondenti nervi spinali è sulla destra. Notare che, dopo aver lasciato il canale vertebrale, diversi dei nervi spinali s'interconnettono tra loro per formare plessi. L'inserito presenta una dissezione della regione cervicale coi nervi spinali visti da dietro mentre escono dal lato destro del canale vertebrale.





**Figura 10.15 Nervi spinali**

(b) Fotografia di quattro radici dorsali lungo la colonna vertebrale.

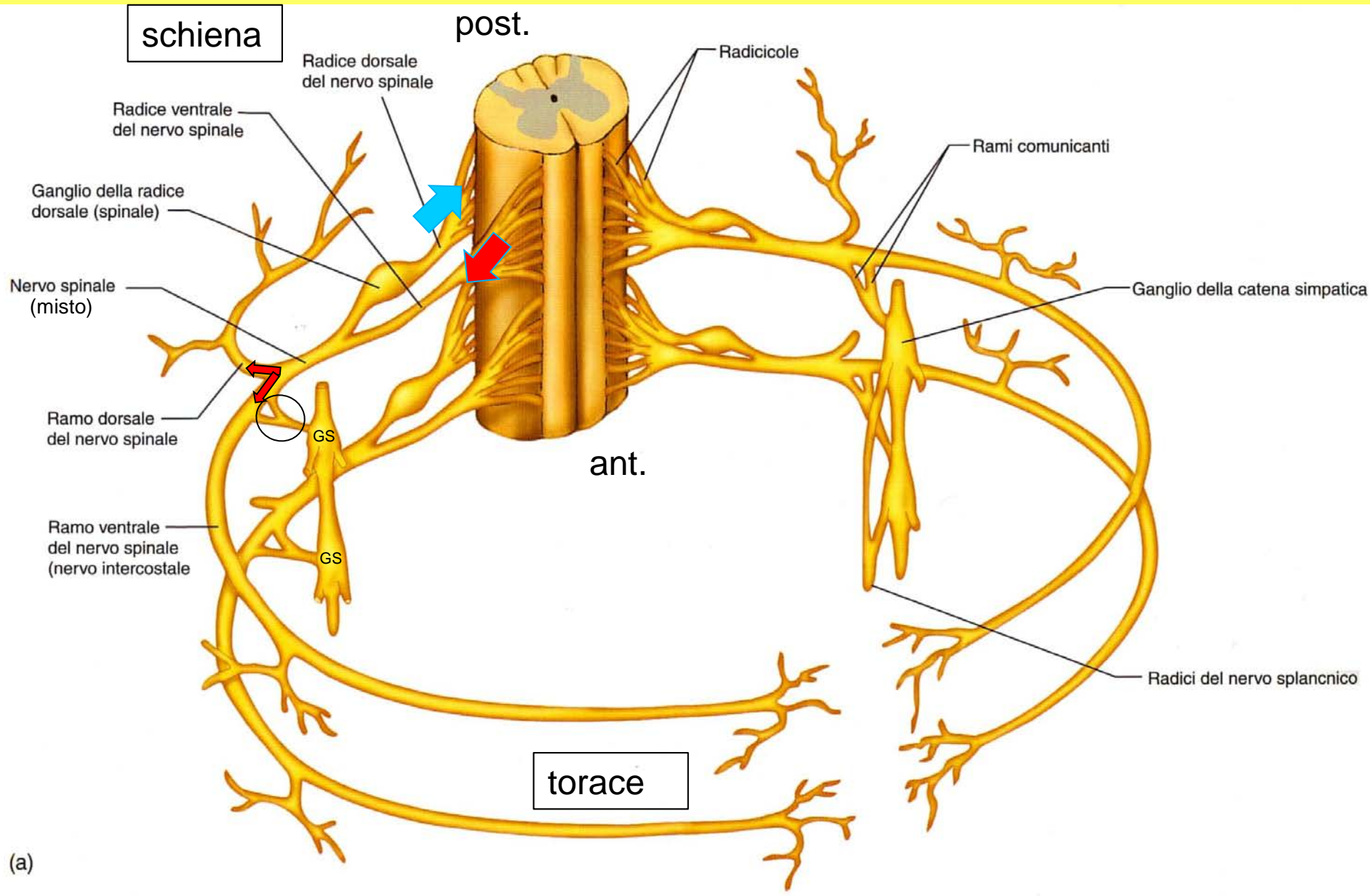
# Distribuzione periferica dei nervi spinali

- Ogni nervo si forma dall'unione di una radice dorsale e una ventrale nel punto in cui entrano in un forame intervertebrale per poi uscirne, **eccetto il primo paio e i 5 sacrali** (emergenze diverse...)
- Allontanandosi dal midollo il nervo si suddivide in un ramo dorsale e in un ramo ventrale
- nelle regioni toracica e lombare dei **rami addizionali** detti Rami Comunicanti (uno grigio e uno bianco) portano assoni associati al **Sistema Simpatico** e al suo sistema di gangli (ulteriori gangli rispetto a quelli delle radici dorsali).
- Il ramo grigio innerva muscolatura liscia e ghiandole

I **nervi misti** appena costituiti, poco dopo il loro punto di emergenza a livello dei forami intervertebrali si **dividono subito** verso **due diverse direzioni**, una posteriore ed una anteriore, originando:

- I rami dorsali, che innervano i muscoli profondi dorsali del tronco, il connettivo e la cute vicini alla colonna vertebrale (→ *la "schiena"...*)
- I rami ventrali, che sono distribuiti in **due modi**:
  - a) nella regione toracica formano i nervi intercostali [servono la parte ventro-laterale del corpo]; (*la gabbia toracica...*)
  - b) nelle altre zone essi formano 5 plessi che ricevono segnali da più nervi spinali e da diverse zone del midollo [servono le strutture della parete del tronco e degli arti]





GS = ganglio del Simpatico

(a)



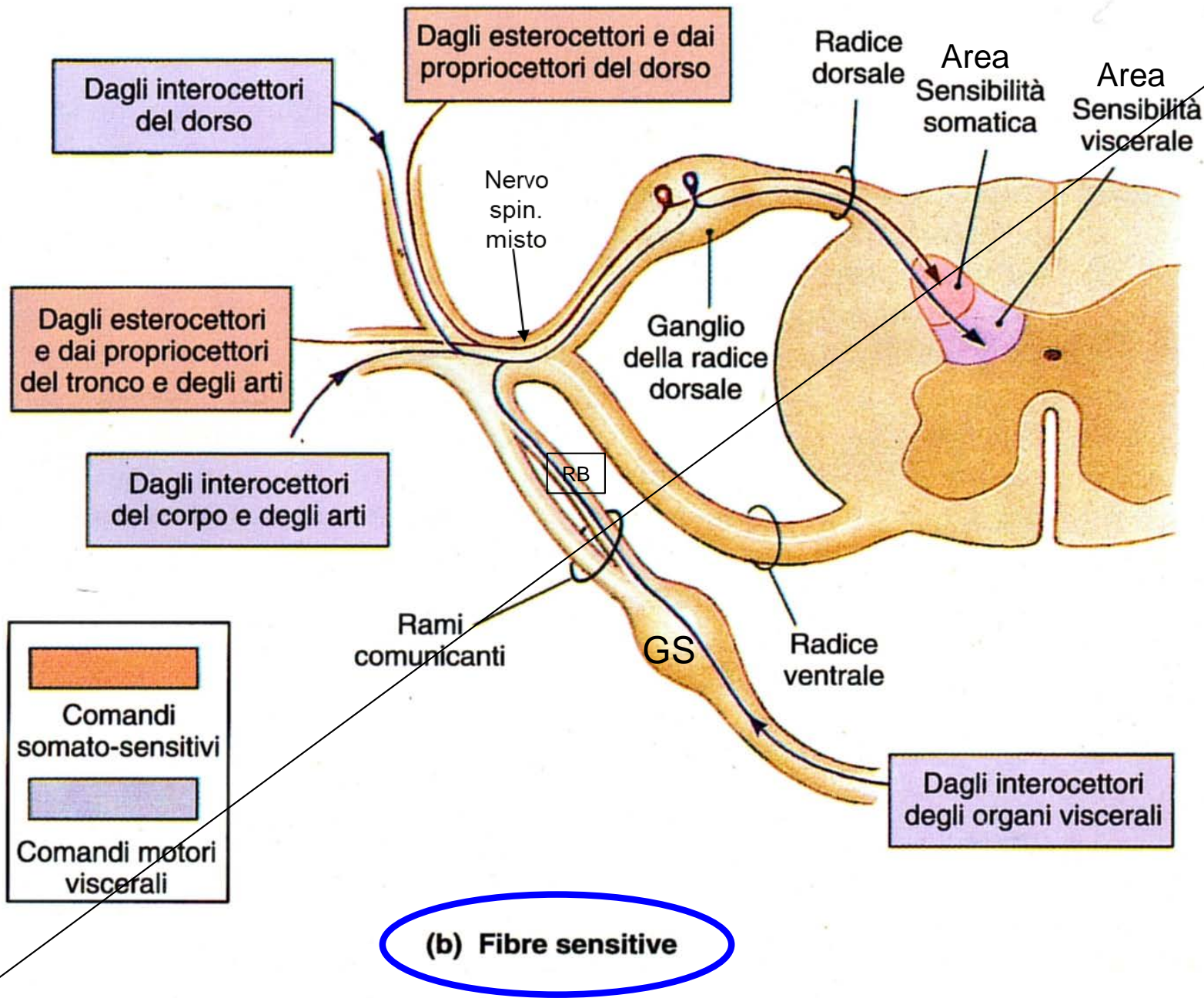
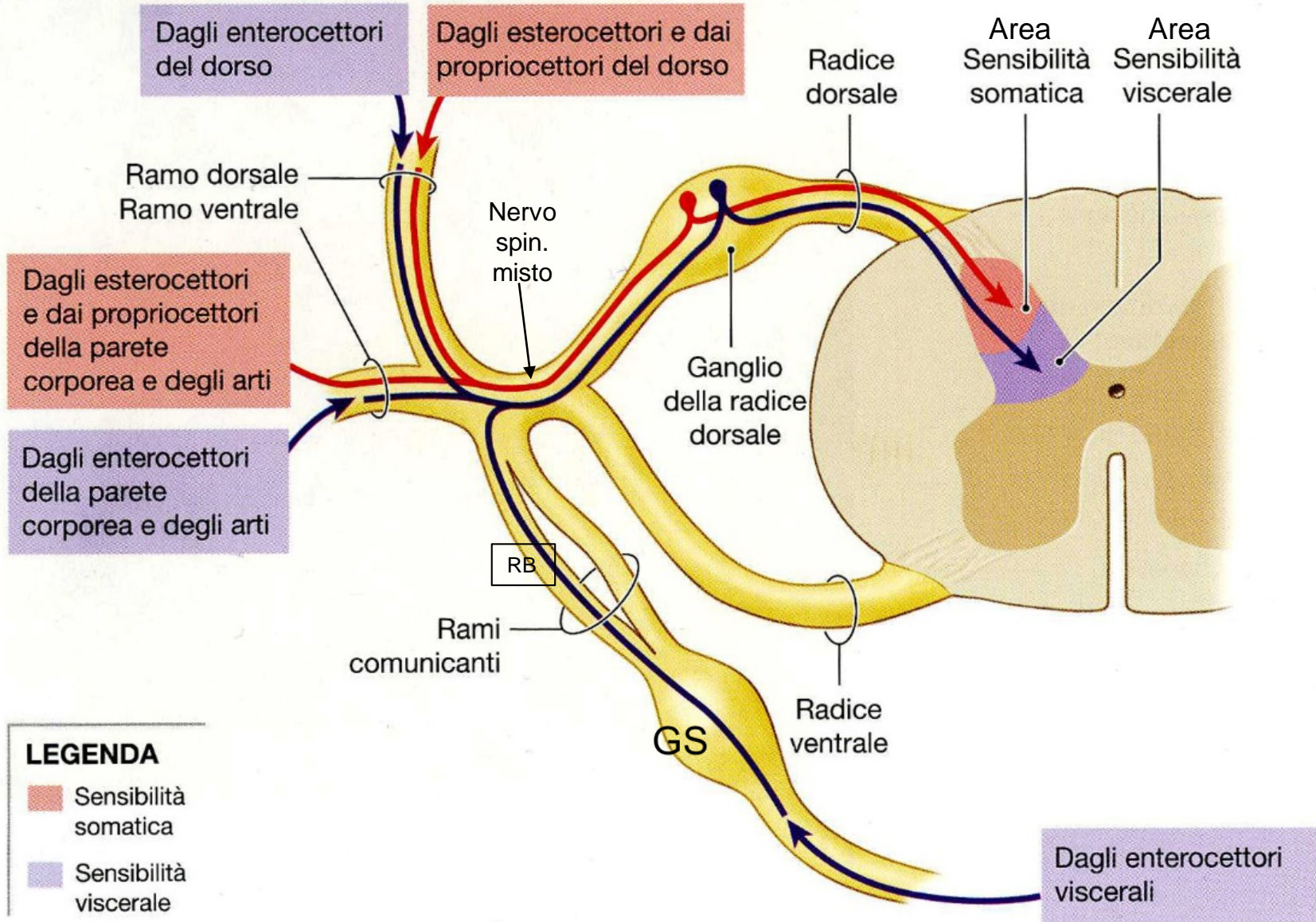


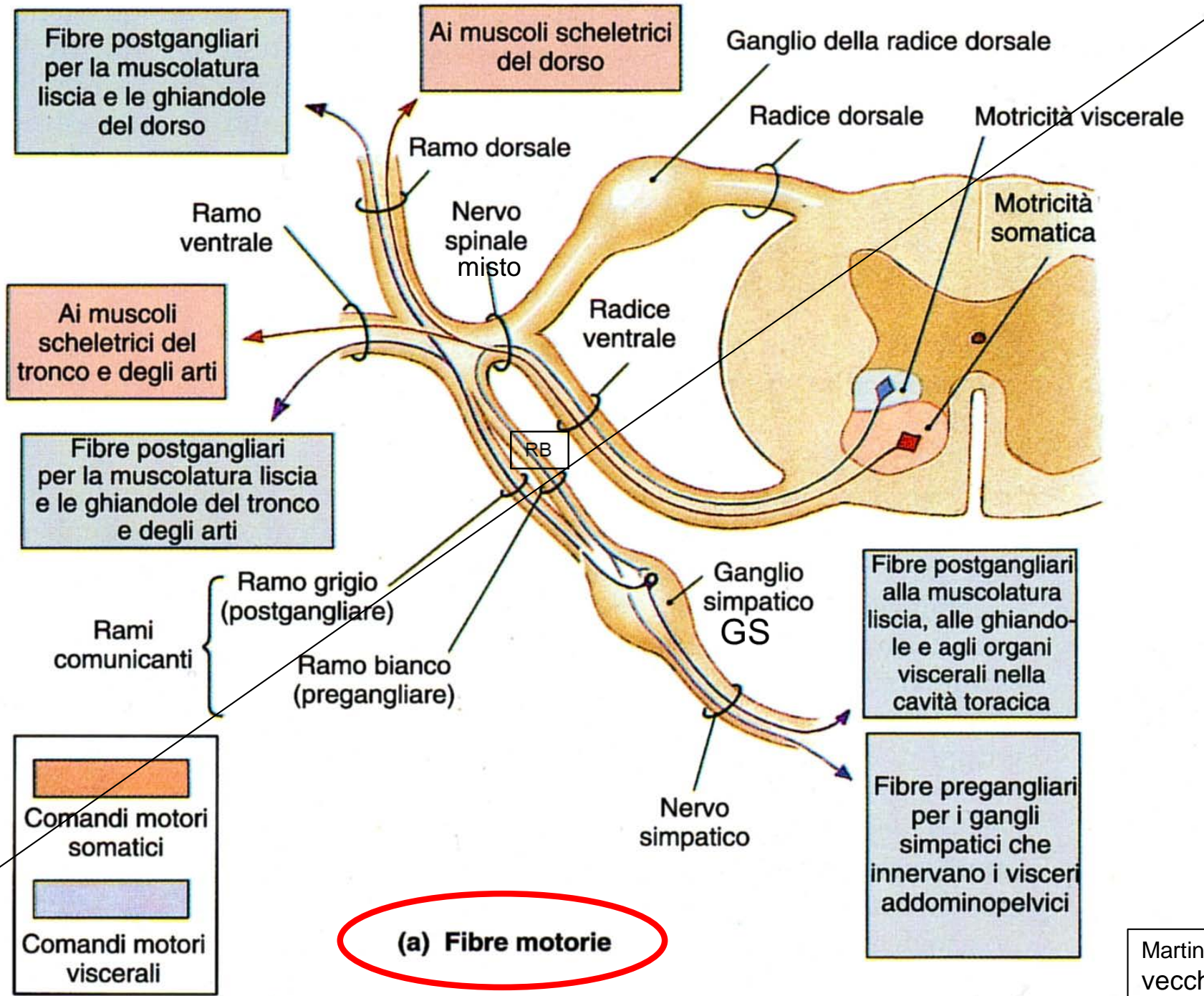
FIGURA 14.7 DISTRIBUZIONE PERIFERICA DEI NERVI SPINALI

## Fibre sensitive



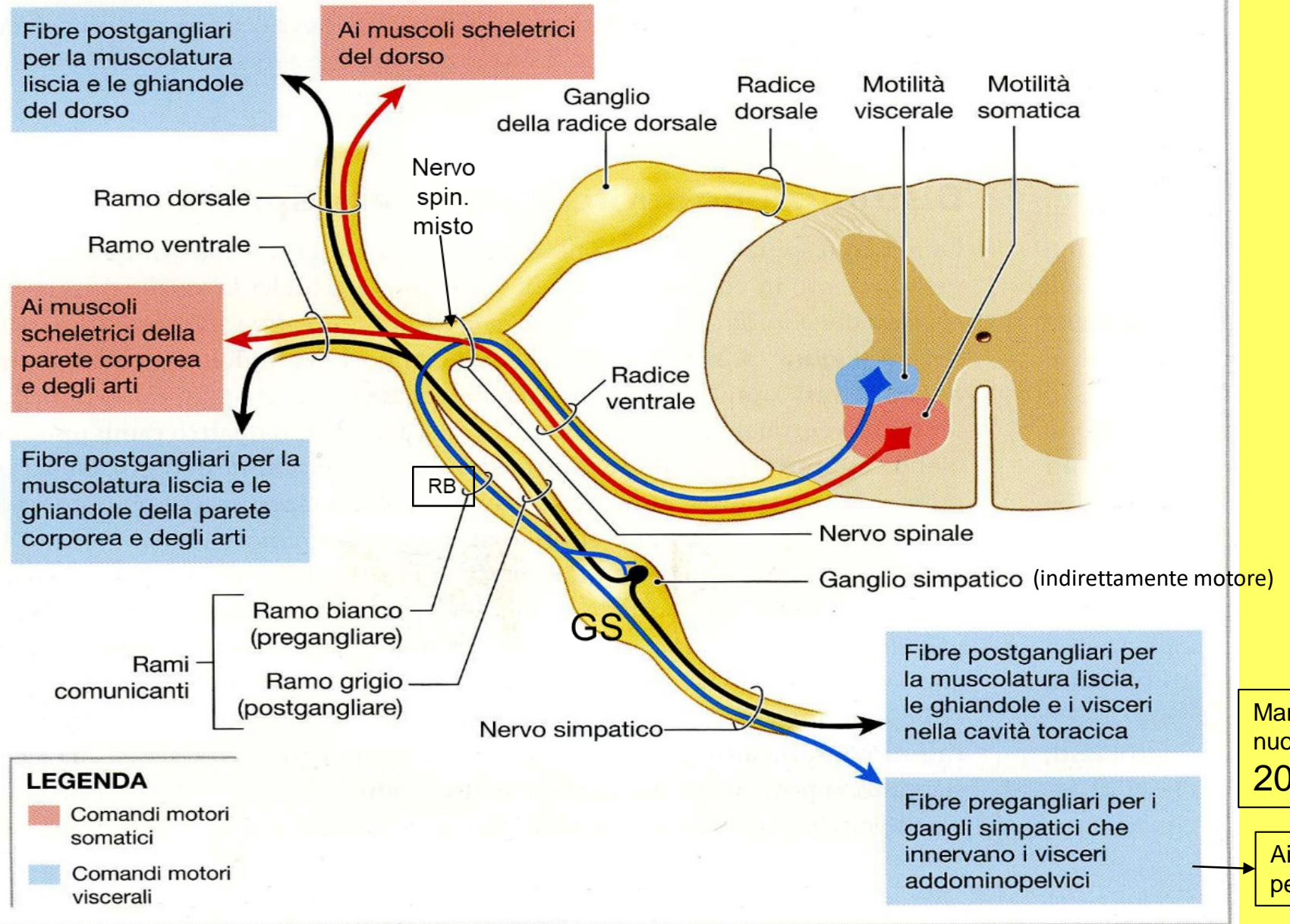
**b** Distribuzione dei neuroni e delle fibre sensitive.







# Fibre motorie



Martini fig nuova 2018

Ai gangli periferici

**a** Distribuzione dei motoneuroni nel midollo spinale e delle fibre motorie all'interno del nervo spinale e relative ramificazioni.



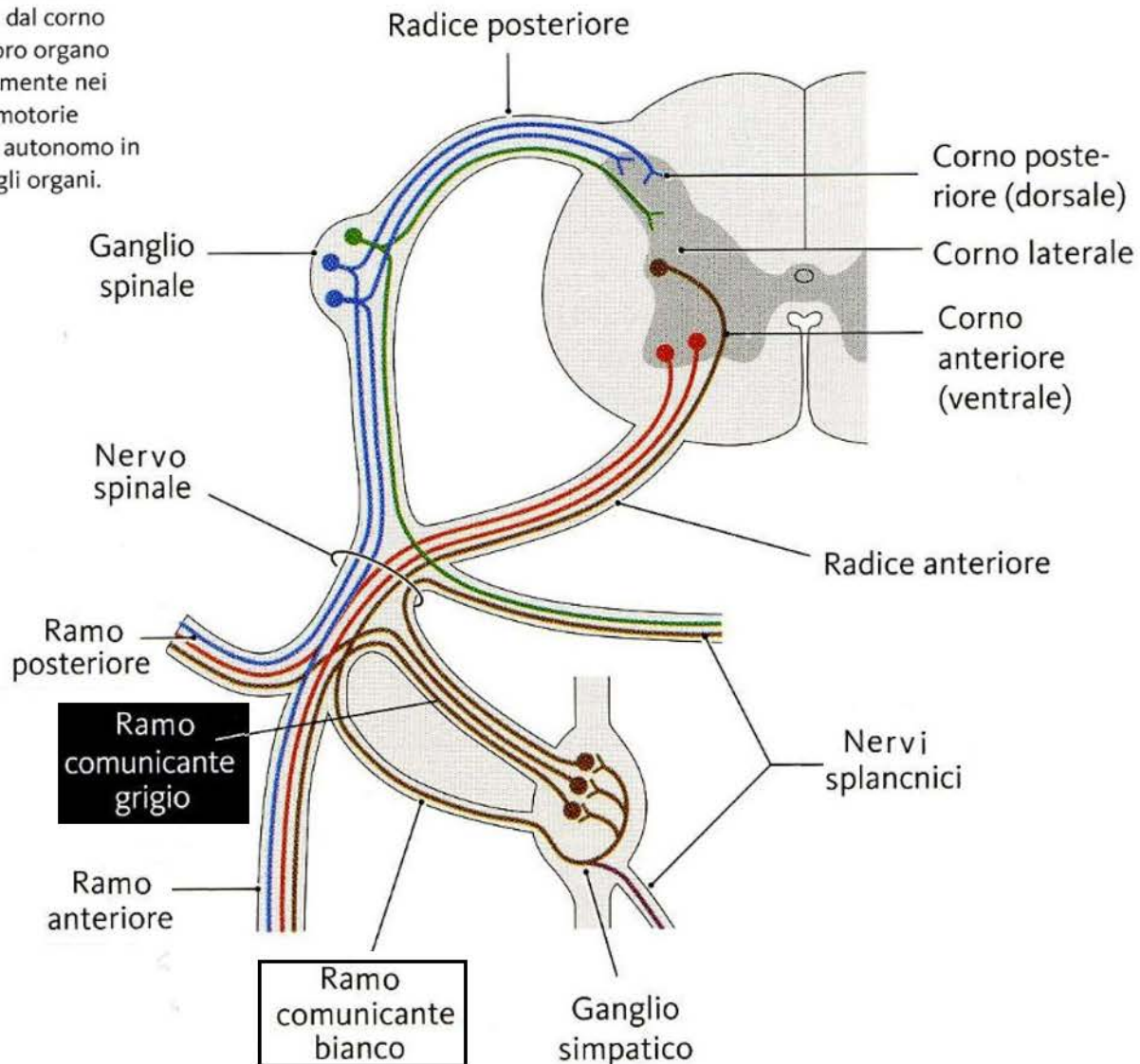
Fig. 1.23 ► **Organizzazione topografica e funzionale di un segmento spinale (mielomero)**

Fibre sensitive somatiche (blu) e viscerali (verde) passano nella radice posteriore per entrare nel midollo spinale e terminare nel corno posteriore. Fibre motorie somatiche (rosso) che originano dal corno anteriore e fibre motorie viscerali (marrone) che originano dal corno laterale passano nella radice anteriore per raggiungere il loro organo bersaglio. Le fibre motorie somatiche fanno sinapsi direttamente nei loro organi bersaglio (muscoli scheletrici), mentre le fibre motorie viscerali fanno sinapsi su altri neuroni del sistema nervoso autonomo in specifici gangli simpatici o in gangli inclusi nella parete degli organi.

(da Gilroy: Elementi di Anatomia Umana)

- Fibre sensitive somatiche
- Fibre sensitive viscerali
- Fibre motorie somatiche
- Fibre motorie viscerali

Da: Ambrosi



- La distribuzione dei rami dorsali si rifà alla **distribuzione segmentale del midollo spinale**: in particolare ogni paio di nervi spinali (eccetto il primo) controlla una specifica regione della superficie corporea detta **dermatòmero**.

Un danno a un nervo afferente o a una radice dorsale produrrà perdita di sensibilità in quella specifica regione

# Dermatomeri:

aree della superficie corporea innervate da singole coppie di nervi spinali

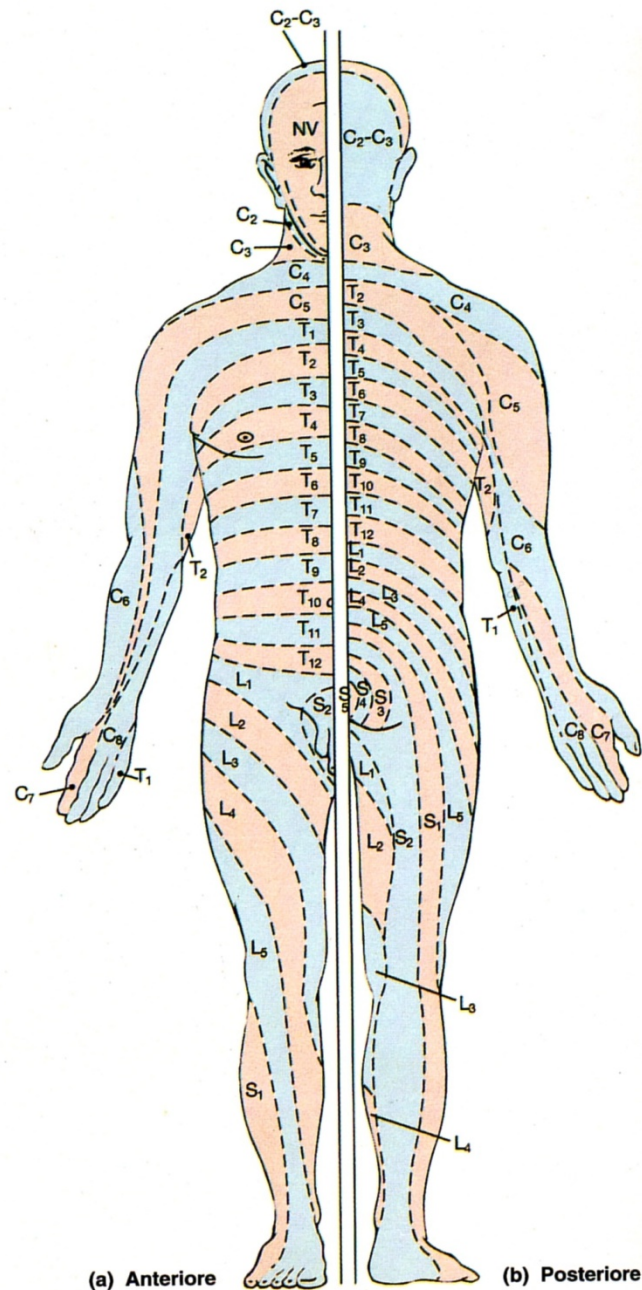
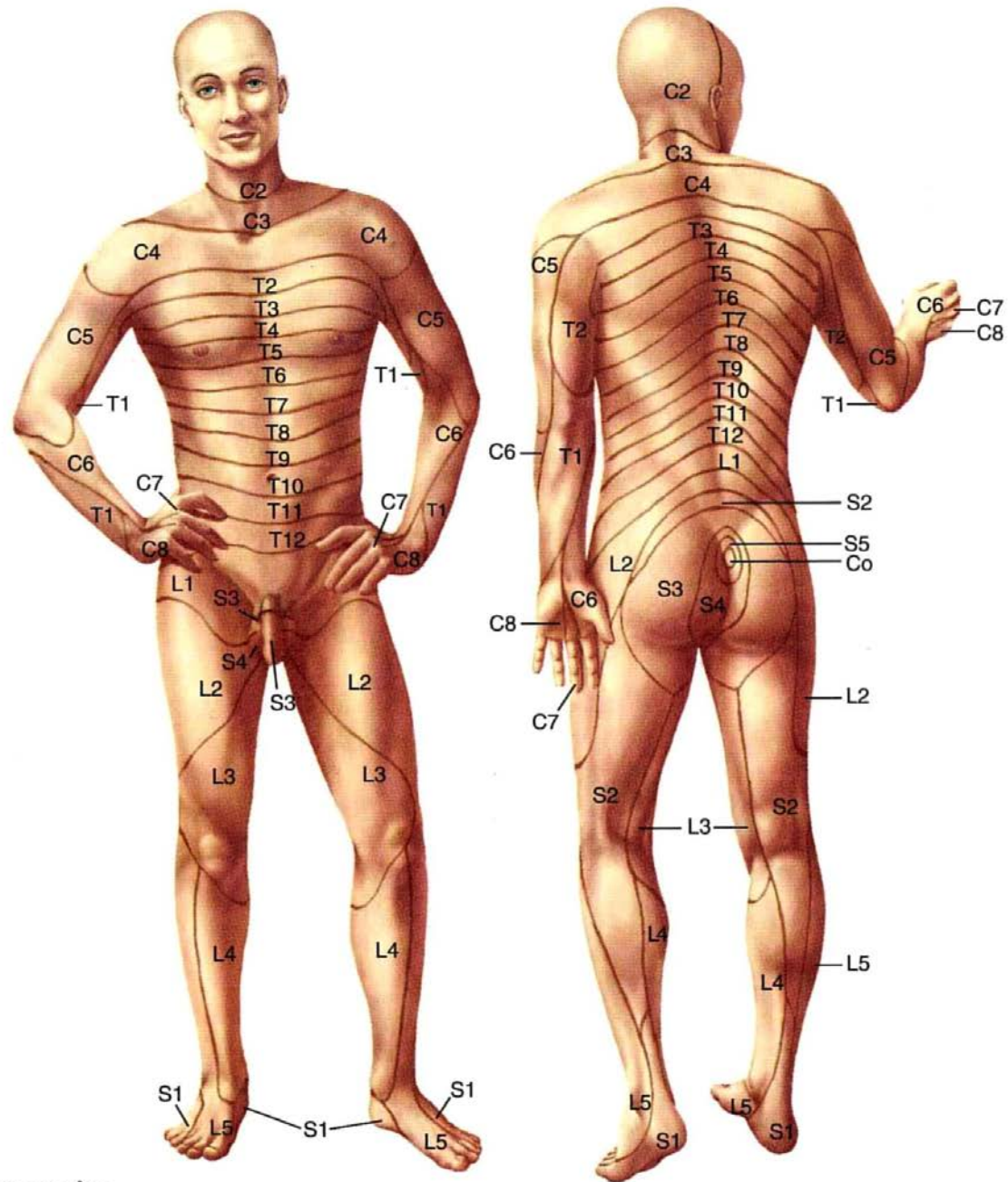


FIGURA 14.8 DERMATOMERI  
Distribuzione anteriore e posteriore dei dermatomeri  
con indicati i relativi nervi spinali.

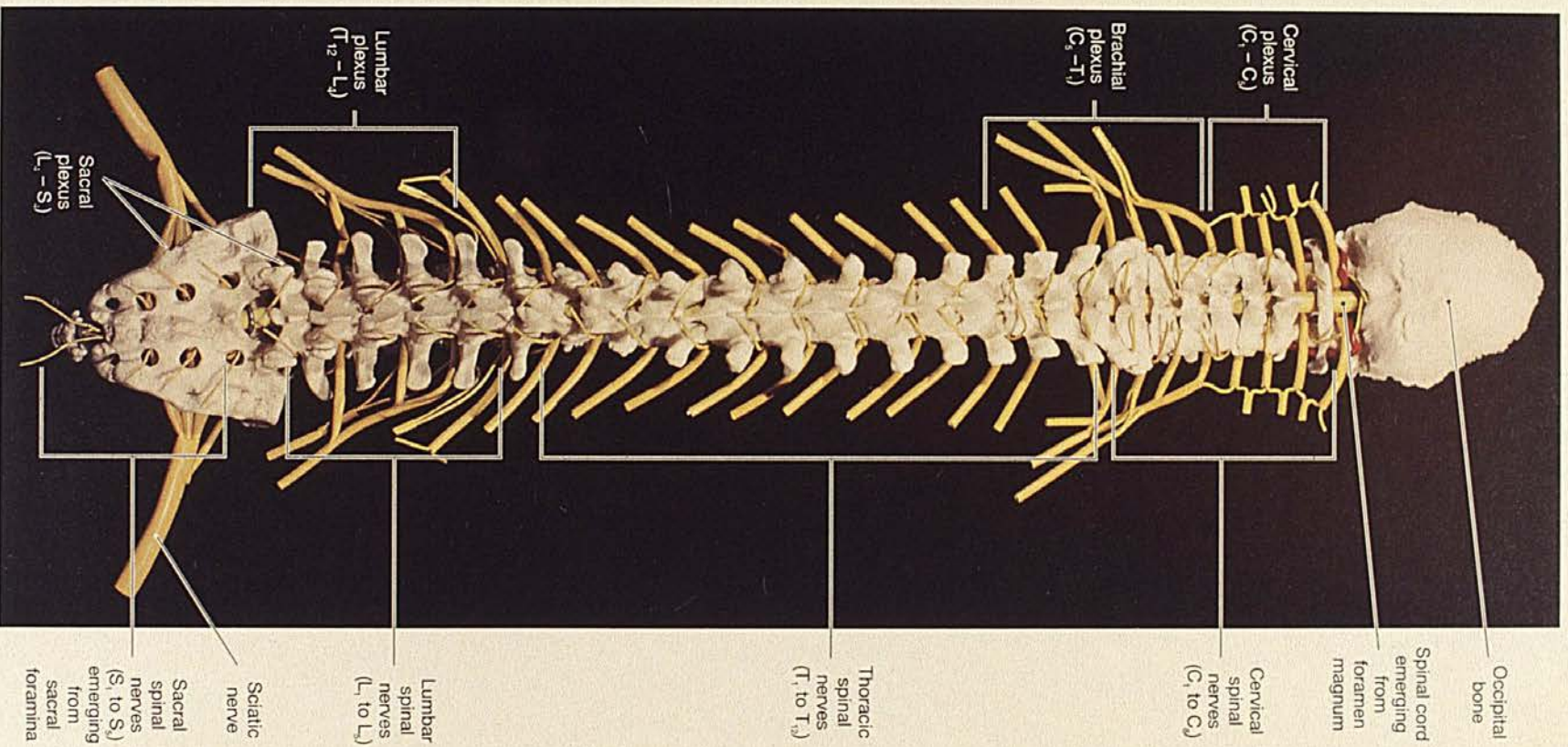




**Figura 10.14 Mappa dermatomerica**

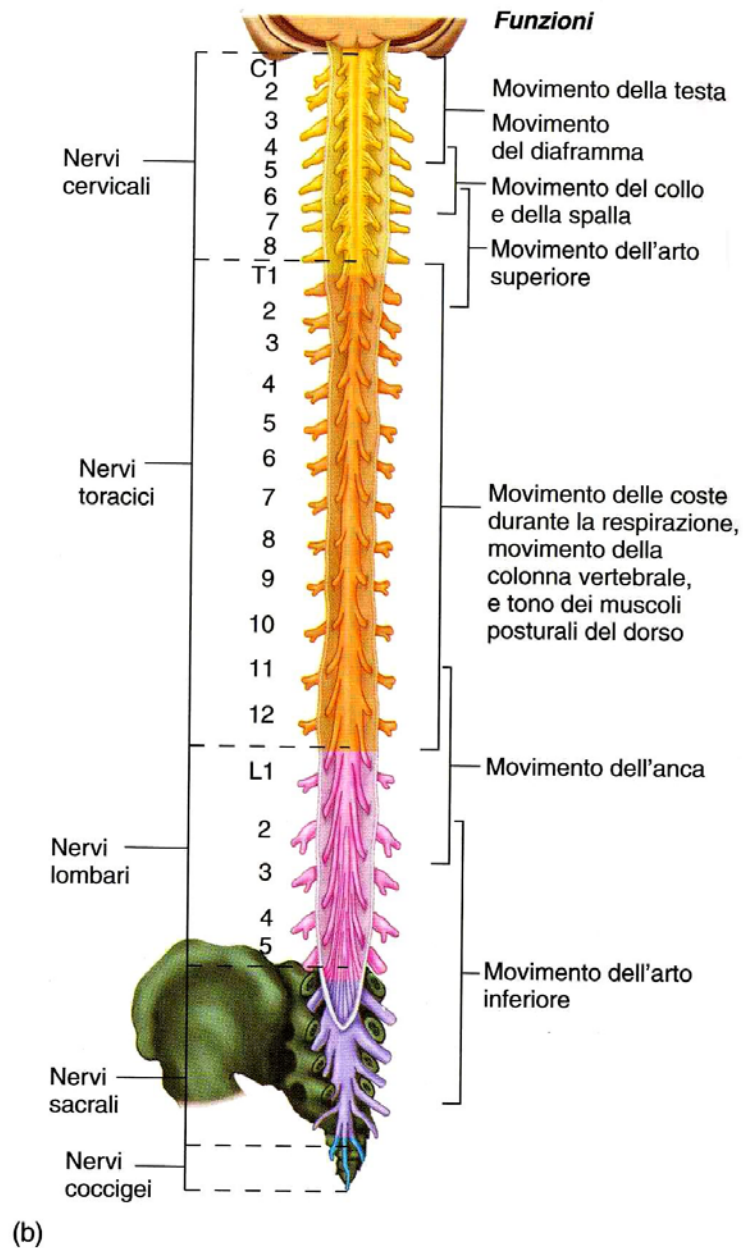
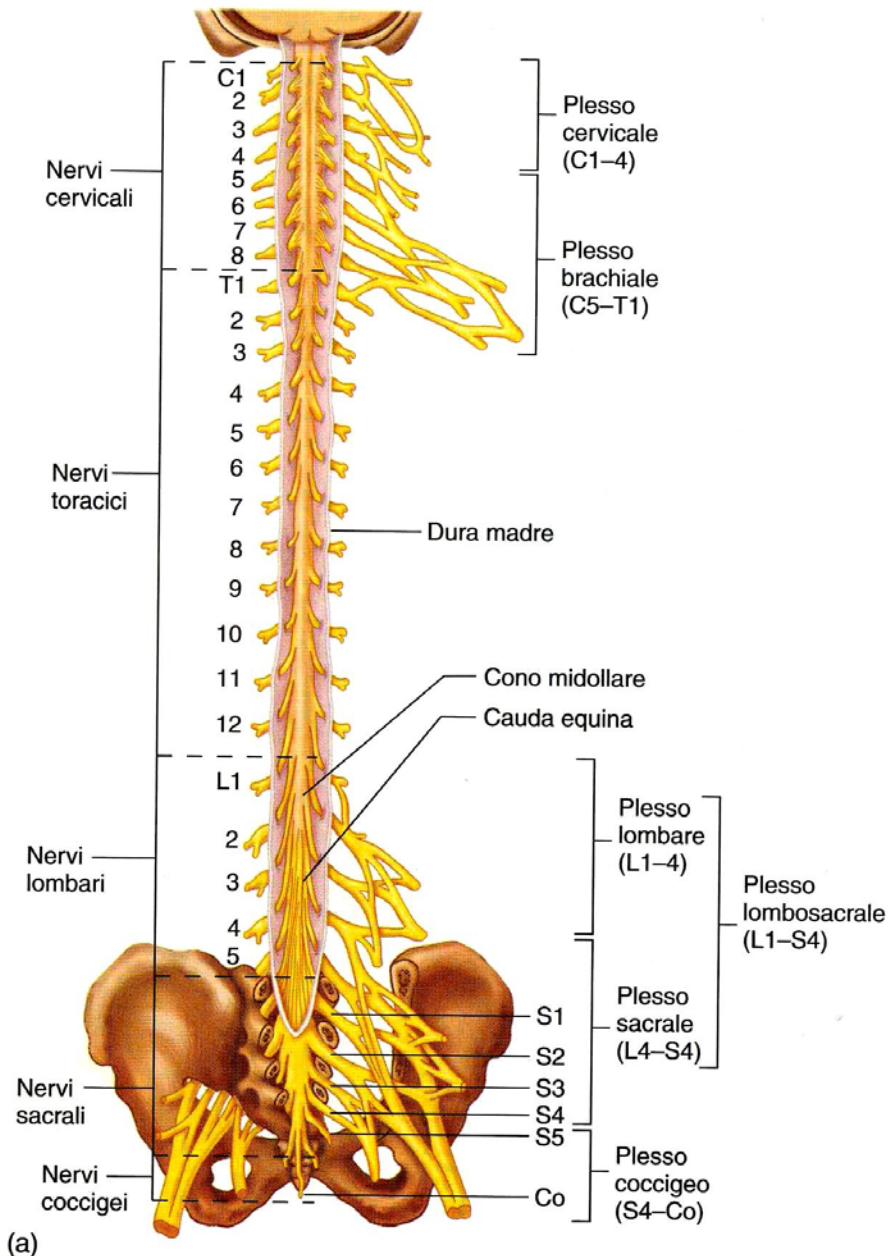
Le lettere e i numeri indicano i nervi spinali che innervano una particolare regione di cute.

# Emergenza dei nervi spinali e Plessi



**FIGURE 14-3** Posterior View of Vertebral Column and Spinal Nerves. This view, which extends from the occipital bone to the coccyx, shows the spinal nerves as they emerge from intervertebral foramina.





**Figura 10.13 Nervi spinali**

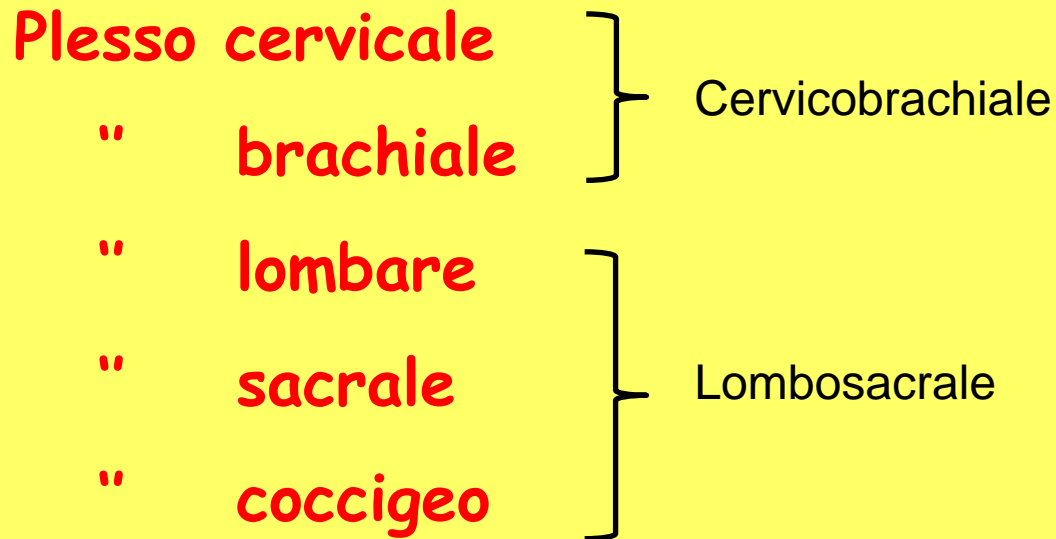
(a) Il midollo spinale, i nervi spinali, i loro plessi e le loro ramificazioni. (b) Le regioni del midollo spinale e le loro funzioni generali.

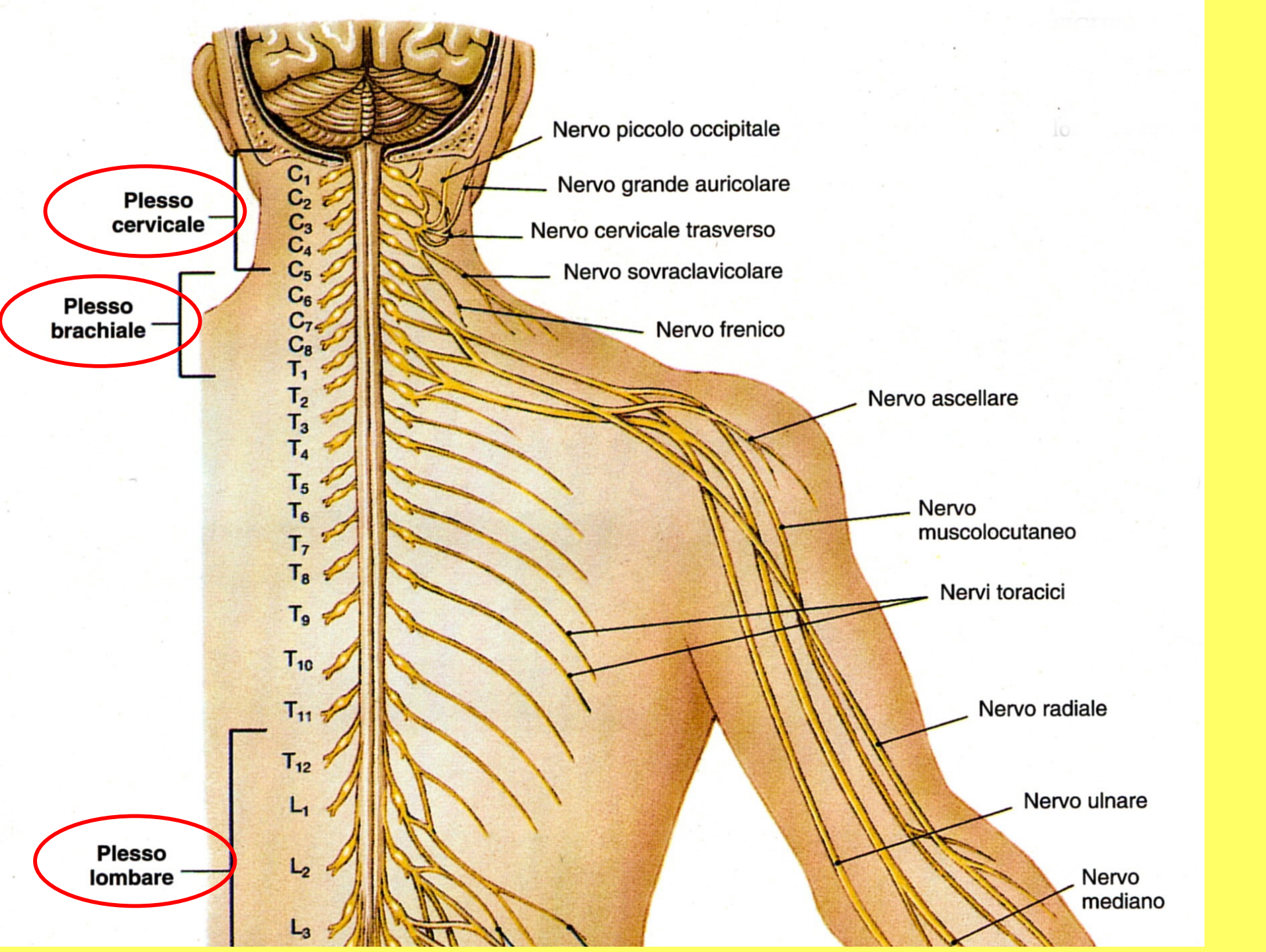


# Plessi nervosi

Le modalità di innervazione delle figure 14-7 a e b è valida per il tratto toracico T<sub>2</sub>-T<sub>12</sub>, ma la situazione è più complessa nei tratti che innervano il **collo** e gli **arti sup.** e **inf.**

Siccome in queste zone *i muscoli si fondono per dare muscoli più grandi*, le innervazioni a loro volta si fondono formando dei tronchi nervosi composti detti Plessi, che sono:







**Plesso  
sacrale**

L<sub>4</sub>  
L<sub>5</sub>  
S<sub>1</sub>  
S<sub>2</sub>  
S<sub>3</sub>  
S<sub>4</sub>  
S<sub>5</sub>  
Co<sub>1</sub>

Nervo ileoipogastrico

Nervo ileoinguinale

Nervo genitofemorale

Nervo otturatorio

Nervo femorale

Superiore

Inferiore

} Nervo  
gluteo

Nervo cutaneo  
laterale del femore

Nervo pudendo

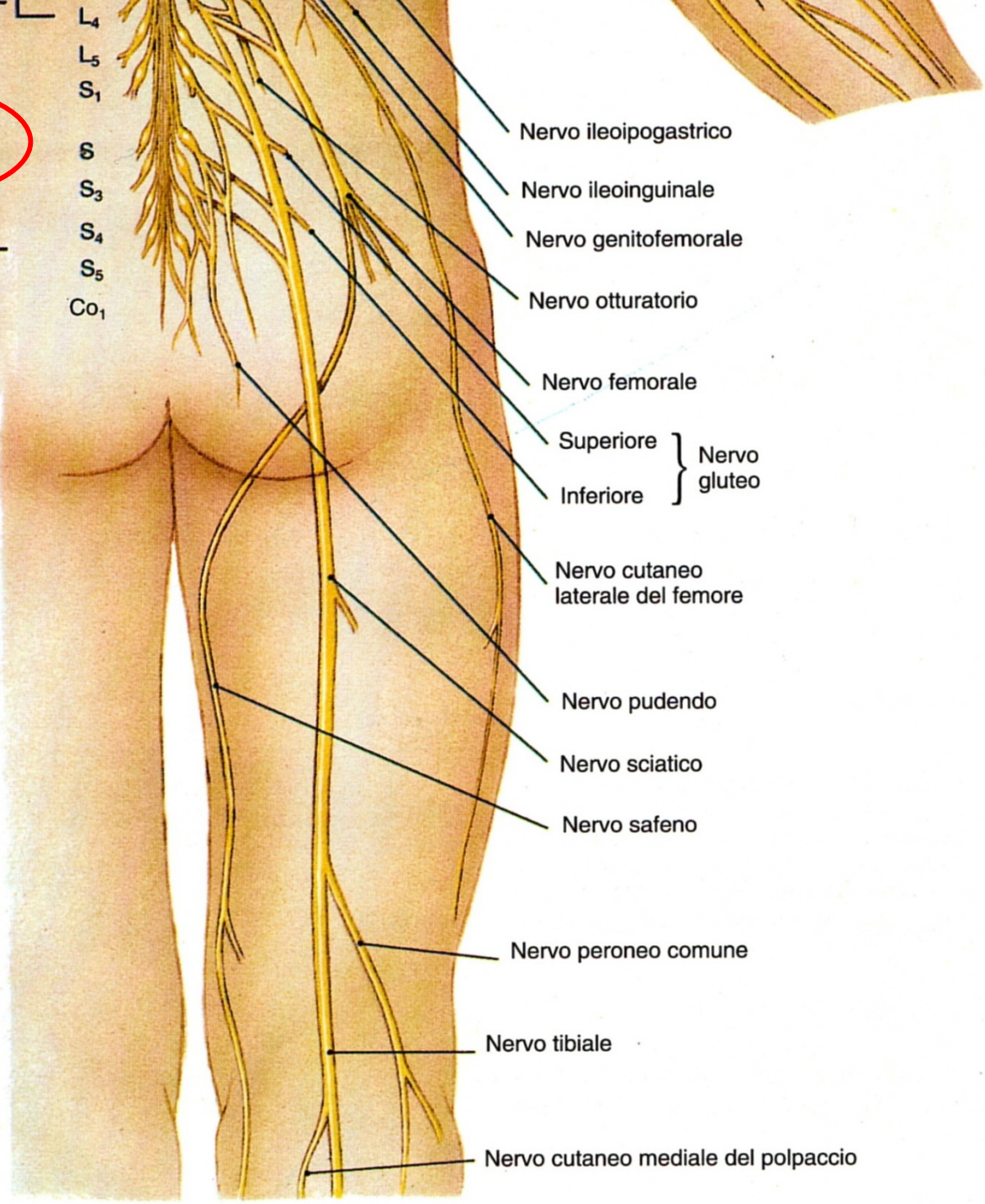
Nervo sciatico

Nervo safeno

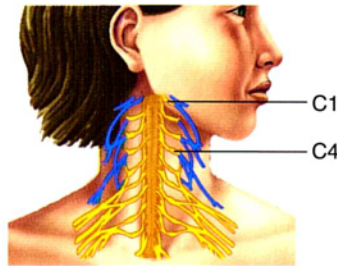
Nervo peroneo comune

Nervo tibiale

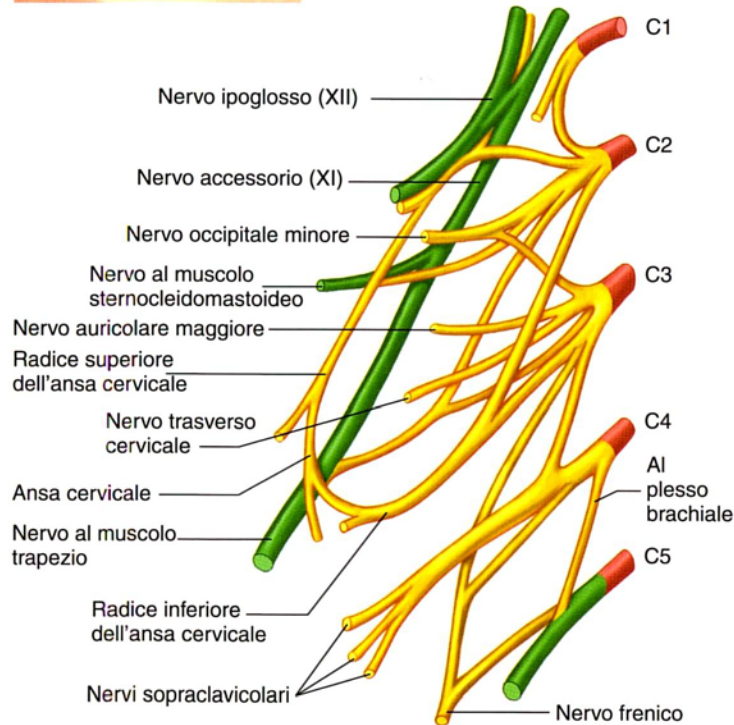
Nervo cutaneo mediale del polpaccio







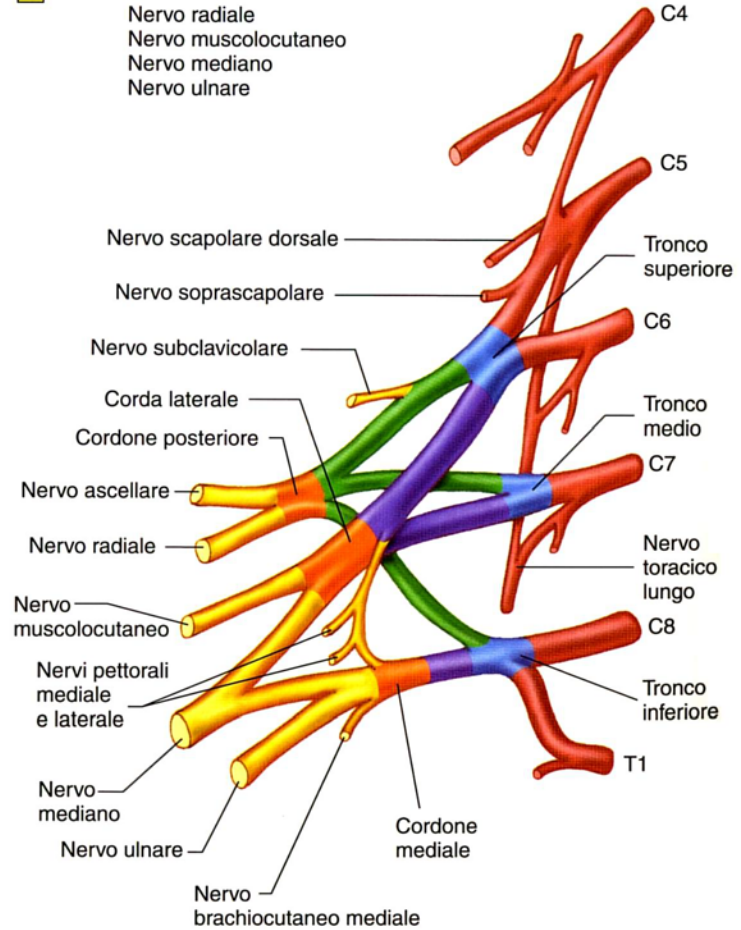
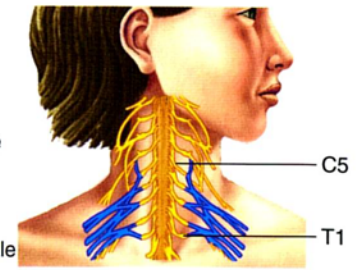
- Radici (rami ventrali)
- Rami
- Altri nervi (che non fanno parte del plesso cervicale)



**Figura 10.16 Plesso cervicale, vista anteriore**

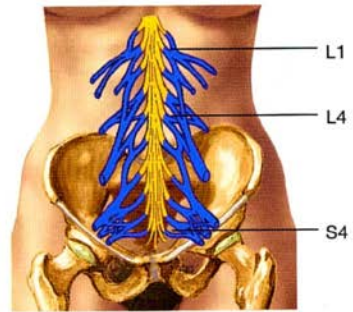
Le radici del plesso sono formate dai rami ventrali dei nervi spinali C1-C4.

- Corde: C5, C6, C7, C8, T1
- Tronchi: superiore, medio, inferiore
- Porzioni anteriori
- Porzioni posteriori
- Cordone: posteriore, laterale, mediale
- Rami: Nervo ascellare, Nervo radiale, Nervo muscolocutaneo, Nervo mediano, Nervo ulnare

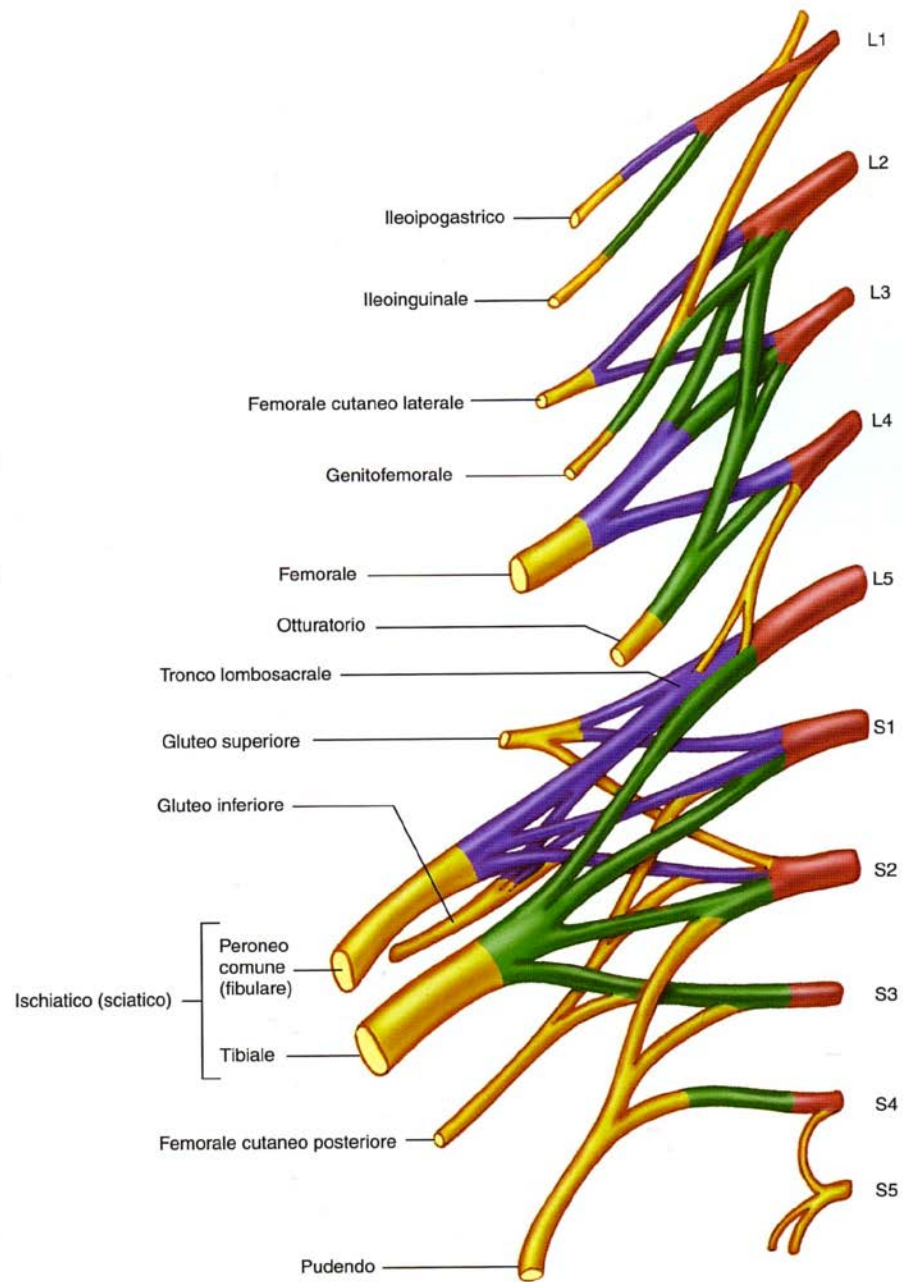


**Figura 10.17 Plesso brachiale, vista anteriore**

Le radici del plesso sono formate dai rami ventrali dei nervi spinali C5-T1 e si uniscono per formare un tronco superiore, uno medio e uno inferiore. Ogni tronco si suddivide in una porzione posteriore e una anteriore. Le porzioni si uniscono insieme per formare il cordone posteriore, laterale e mediale da cui originano i nervi principali del plesso brachiale.



- Radici
- Porzioni posteriori
- Porzioni anteriori
- Nervi



**Figura 10.23 Plesso lombosacrale, vista anteriore**

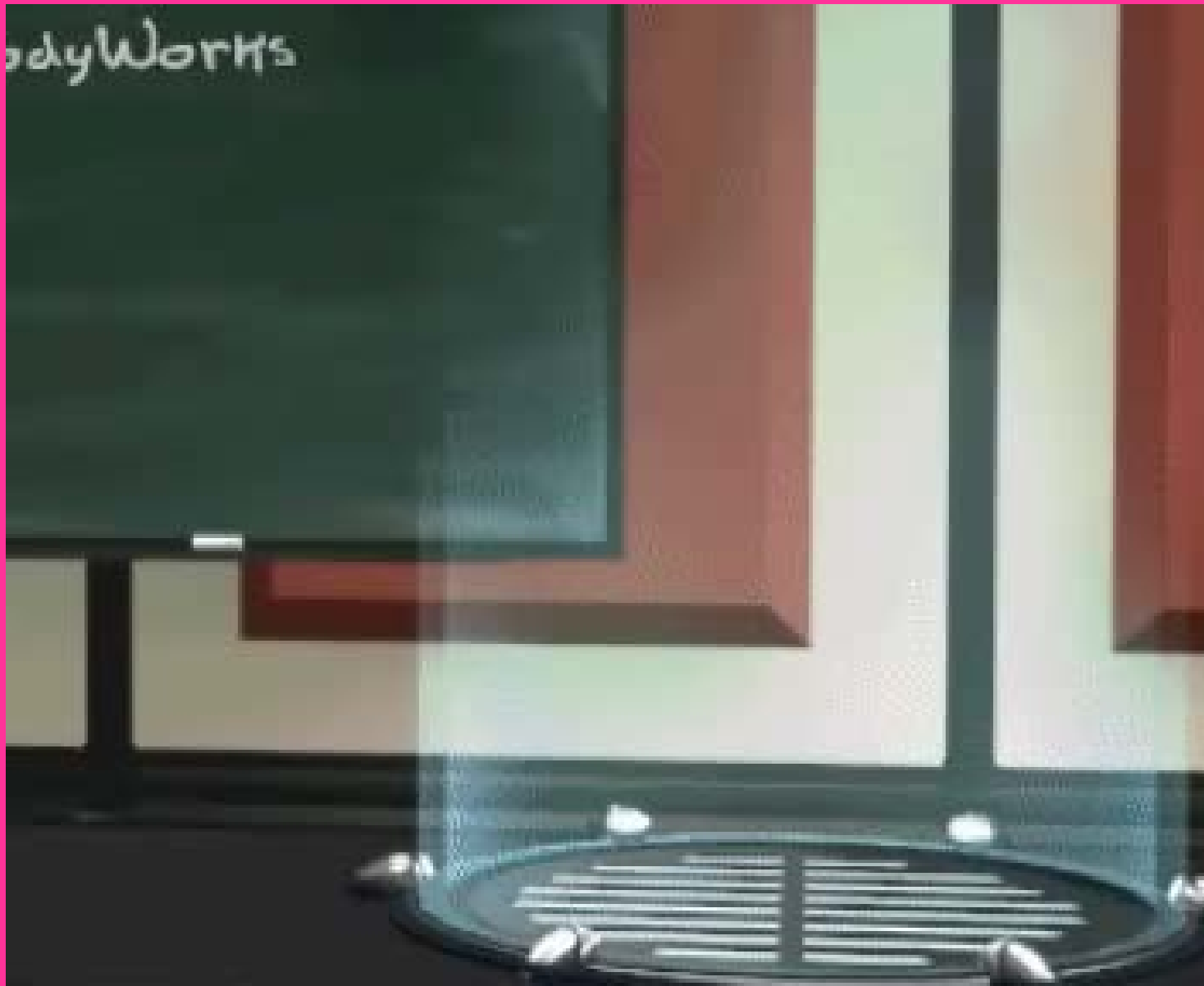
Le radici del plesso sono formate dai rami ventrali dei nervi spinali L1-S4 e formano le porzioni anteriore e posteriore che danno origine ai nervi lombosacrali. Il tronco lombosacrale unisce i plessi lombare e sacrale.


# Lezione \_\_\_\_


Sviluppo Encefalo -  
Struttura del S.N.C.  
Evoluz. Cervello - Svil.  
Encefalo - Involucri -  
Barriera EE - LCS -  
Vascolarizzazione



filmato: Brain97



- 
- L'Encefalo è l'organo sede della memoria, del comportamento, dei sogni, delle passioni, dei progetti
  - Raccoglie milioni di stimoli sensoriali ogni secondo, che elabora e memorizza, producendo risposte adeguate del corpo alle condizioni esterne ed interne.
  - E' costituito da 20 miliardi di neuroni, circa il 98% di tutto il tessuto nervoso dell'organismo
  - Pesa mediamente 1400 g e ha un volume medio di circa 1200 cc, di consistenza gelatinosa, nel maschio è circa il 10% più grande che nella femmina.....
  - I neuroni subiscono divisione mitotica in genere solo durante la vita embrionale e nei primi mesi dopo la nascita. Passato questo periodo aumentano di dimensioni ma non più di numero (con le dovute eccezioni...)
  - Raggiunge le dimensioni definitive verso il 18° anno d'età, ma cresce rapidamente solo durante i primi 9 anni.
  - La malnutrizione durante la moltiplicazione postnatale → porta a paucità dei neuroni encefalici (ritardo mentale etc...).



- È la sede del processamento delle informazioni grazie alle **innumerevoli interconnessioni** tra i neuroni e alla loro efficienza operativa

- Queste caratteristiche lo rendono **estremamente adattabile** ma a prezzo di una **minore velocità** di certe reazioni, che vengono svolte quindi dal midollo spinale grazie alla sua parziale indipendenza funzionale e ai suoi archi riflessi



# Sviluppo embrionale

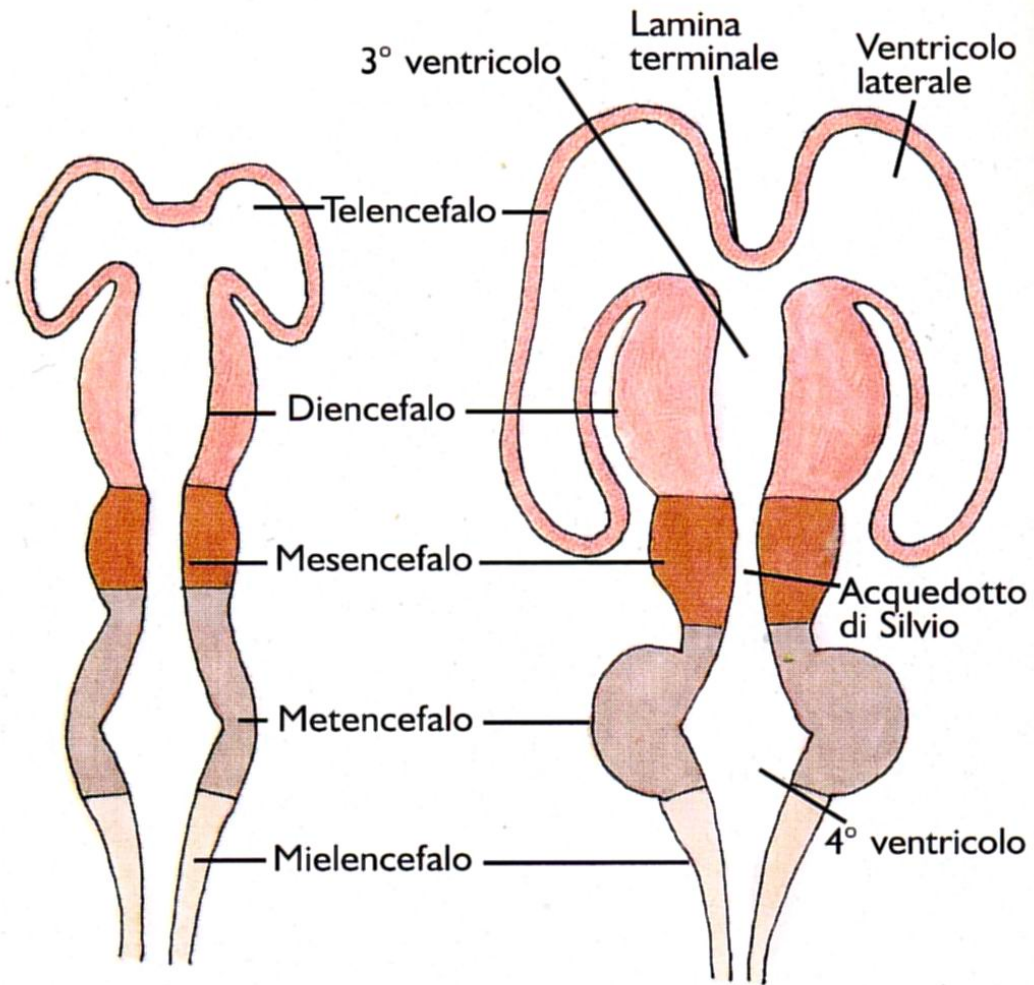
- Deriva dal tubo neurale cavo e ripieno di liquido cerebrospinale
- Il canale si suddivide in 3 vescicole encefaliche entro le prime 3 settimane di sviluppo, poi in 5 vescicole entro 6 settimane
- Da ogni vescicola originano le diverse regioni encefaliche che si ritrovano alla nascita

Il suo segmento più cefalico si differenzia in tre vescicole encefaliche:

**Prosencefalo**  
**Mesencefalo**  
**Rombencefalo**

che si suddividono ulteriormente in:

**Telencefalo**  
**Diencefalo**  
**Mesencefalo**  
**Metencefalo**  
**Mielencefalo**




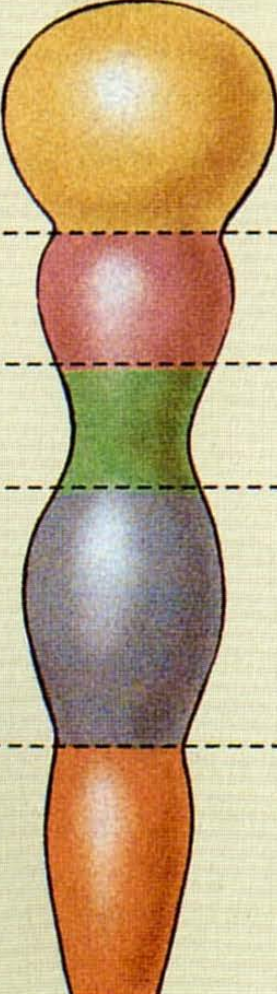
**Due stadi dello sviluppo encefalico**

FIGURA 19-6. Immagini schematiche di sezioni orizzontali dell'encefalo umano in due momenti dello sviluppo. La prima immagine illustra la forma della regione encefalica sul finire della 4<sup>a</sup> settimana e cioè poco dopo la chiusura dei due *neuropori*; la seconda immagine è riferita alla stessa regione in un embrione di circa 6 settimane. Nelle immagini sono distinguibili, con le diverse colorazioni, le parti in cui l'encefalo viene suddiviso e le corrispondenti cavità interne.



TABELLA 15.1

**SVILUPPO DELL'ENCEFALO UMANO**  
*(Vedi anche pagg. 420-421 per sommario)*

Vescicole encefaliche primitive (3 settimane)	Vescicole encefaliche secondarie (6 settimane)	Regioni encefaliche alla nascita
 <p>Prosencefalo</p> <p>Mesencefalo</p> <p>Rombencefalo</p>	 <p>Telencefalo</p> <p>Diencefalo</p> <p>Mesencefalo</p> <p>Metencefalo</p> <p>Mielencefalo</p>	<p>Cervello</p> <p>Diencefalo</p> <p>Mesencefalo</p> <p>Cervelletto e ponte</p> <p>Midollo allungato</p>



# SUDDIVISIONE DELL'ENCEFALO 1:

- Tronco cerebrale { bulbo (o midollo allungato) dal mielencefalo  
ponte (dal metencefalo)  
mesencefalo

- Cervelletto (dal metencefalo) insieme al Ponte

- Encefalo { diencefalo (\*)  
telencefalo

(\*) a seconda degli autori

# SUDDIVISIONE DELL'ENCEFALO 2:

**TELENCEFALO (CERVELLO)**

- Processa il pensiero e le funzioni intellettive
- Conserva nella memoria
- Controlla l'attività motoria volontaria e involontaria somatica

**DIENCEFALO**

**TALAMO**

- Centri di coordinamento delle informazioni sensitive

**IPOPOTALAMO**

- Centri per il controllo delle emozioni, delle funzioni autonome e della produzione ormonale

**MESENCEFALO**

- Elaborazione dei dati visivi e auditori e controllo delle risposte riflesse
- Mantenimento dello stato di coscienza

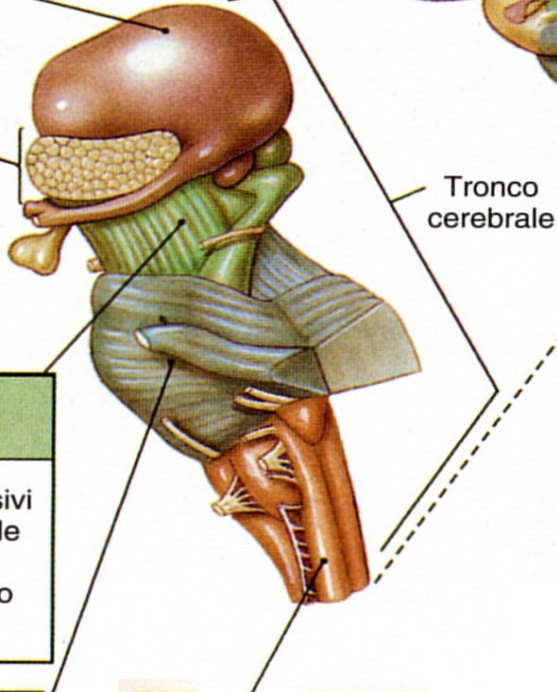
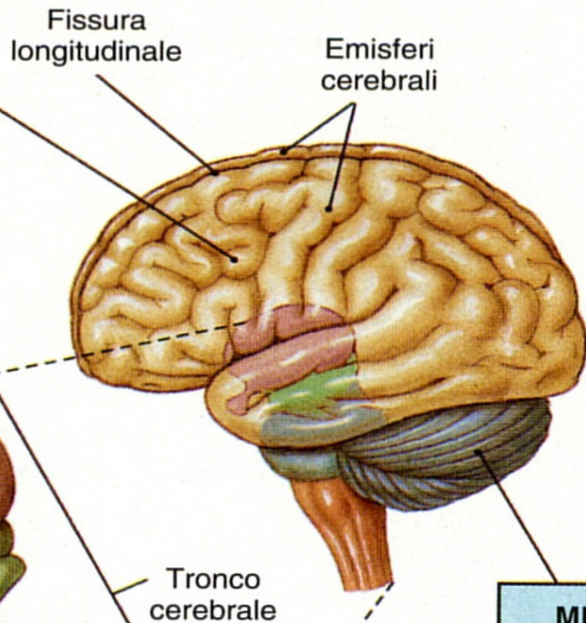
**METENCEFALO (PONTE)**

- Trasmissione delle informazioni sensitive al cervelletto e al talamo
- Controllo somatico inconscio e viscerale motorio

**MIDOLLO ALLUNGATO (MIELENCEFALO)**

- Trasmissione delle informazioni sensitive al talamo
- Regolazione autonoma della funzione cerebrale

**Bulbo**



**METENCEFALO (CERVELLETTA)**

- Coordina le azioni motorie somatiche complesse
- Corregge i comandi di altri centri motori, somatici dell'encefalo e del midollo spinale



## Cronologia dello sviluppo

- L'encefalo dell'embrione umano verso la fine del **1° mese** è simile a quello di un **anfibia**, solo più lungo.
- Gli abbozzi degli occhi sono già separati dal prosencefalo. Non c'è traccia degli emisferi e del cervelletto.
  
- Dopo l'inizio del **2° mese** il telencefalo forma una grossa protuberanza bilobata: i futuri emisferi cerebrali; si formano le **Flessure** (prima la F.cefalica tra mese- e rombe-, poi la F.cervicale tra rombe- e midollo spinale).
  
- Verso la **metà del 2° mese** il mesencefalo si è allargato notevolmente e i due lobi del telencefalo si dilatano a coprire il diencefalo lateralmente e dorsalmente.



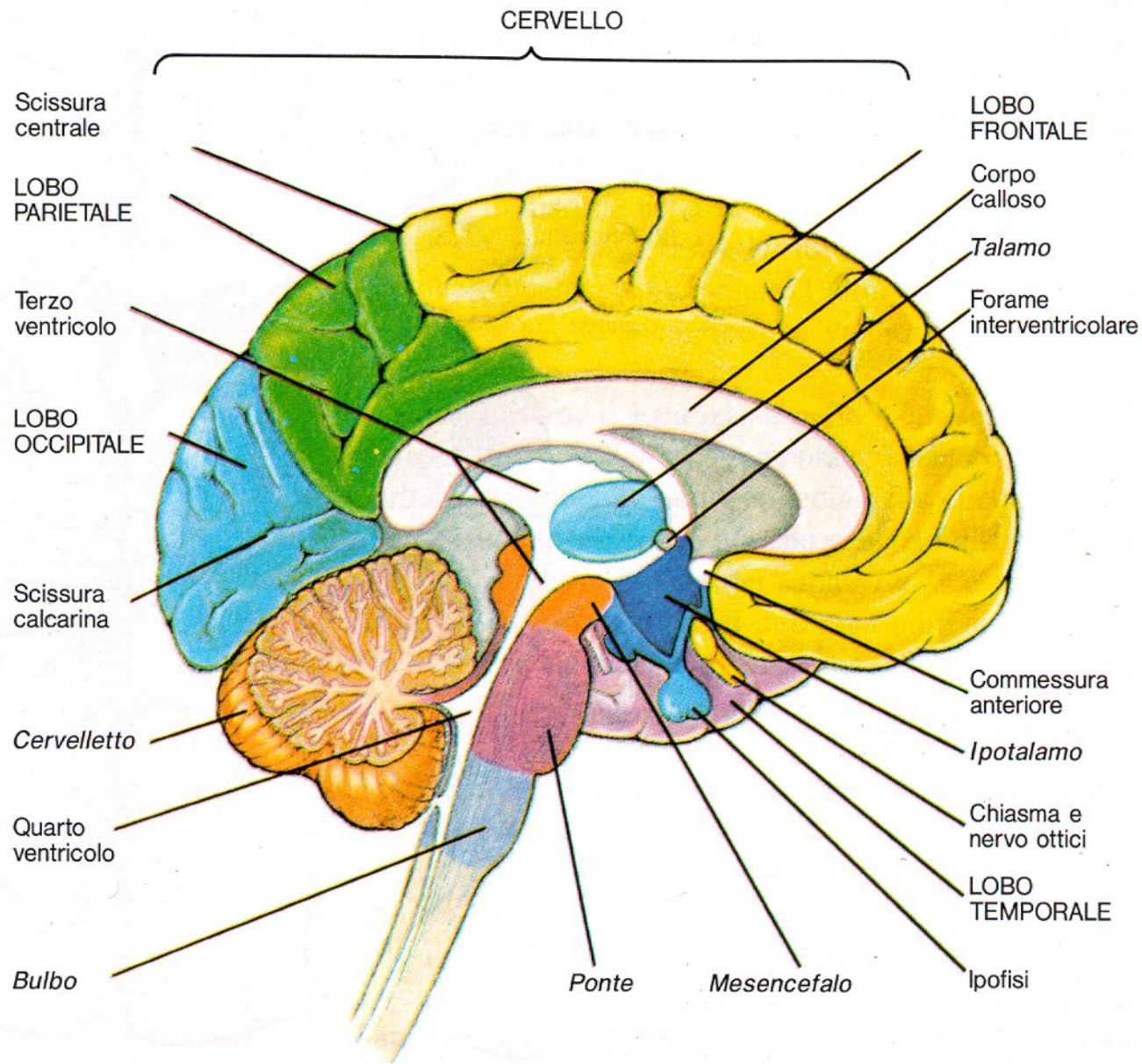


- All'inizio del **3° mese** gli emisferi costituiscono la maggior parte dell'encefalo, coprono il diencefalo e sulla superficie di ogni emisfero si separa il lobo temporale. Il metencefalo, esteso dorsalmente, forma una grossa massa posteriormente agli emisferi cerebrali: il **cervelletto**.

- Il cervelletto è l'ultima parte a rendersi visibile all'esterno.

- Al **4° mese** gli emisferi coprono il mesencefalo e toccano gli emisferi cerebellari.

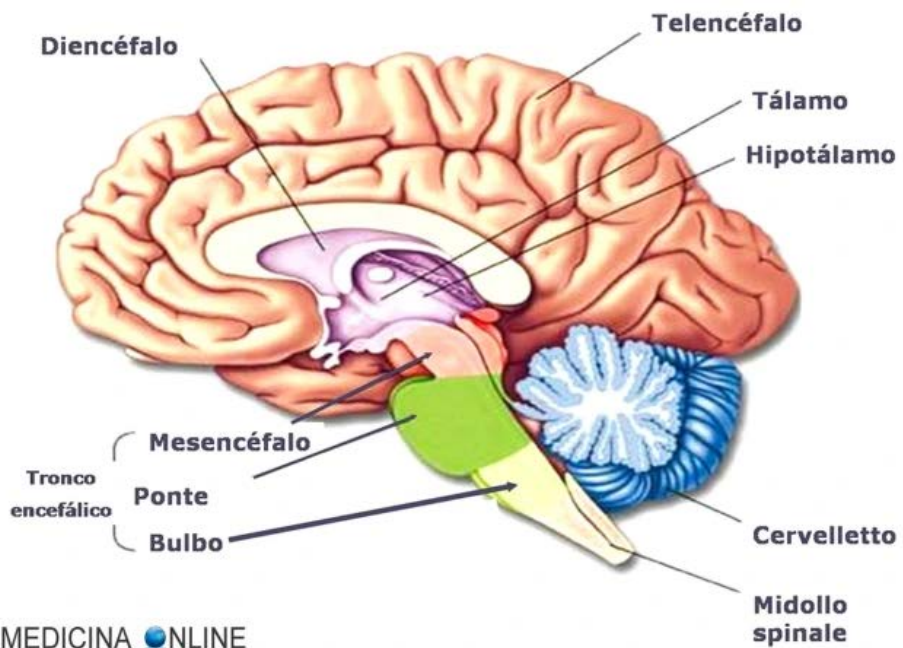
La **superficie degli emisferi cerebrali** è ancora **liscia**, ma durante la seconda metà della gravidanza diventerà **pieghettata** per il formarsi delle **circonvoluzioni** (individuate da solchi, scissure e giri) (dal più grande al più piccolo)



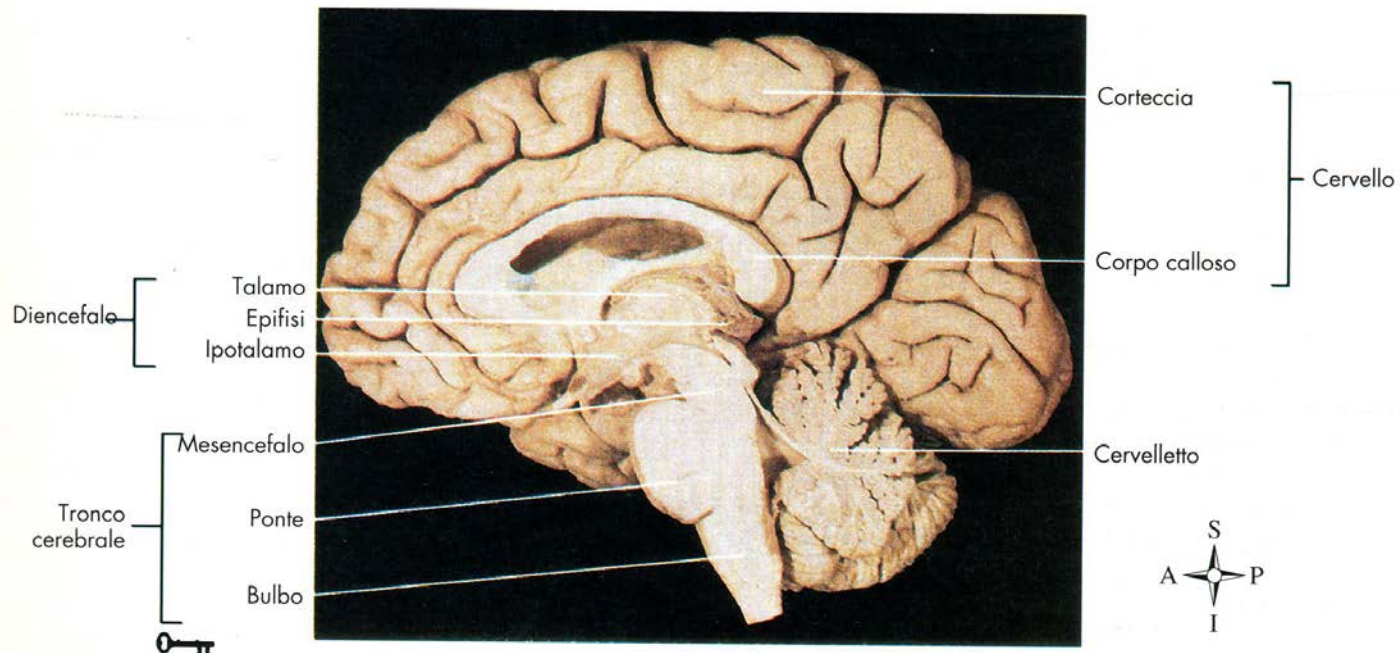
Faccia mediale...

→ **OKKIO:**  
Chi è sezionato e chi no...??

**Figura 2-3.** Faccia mediale della metà sinistra dell'encefalo, che mostra in particolare i rapporti tra cervello, cervelletto e tronco encefalico.



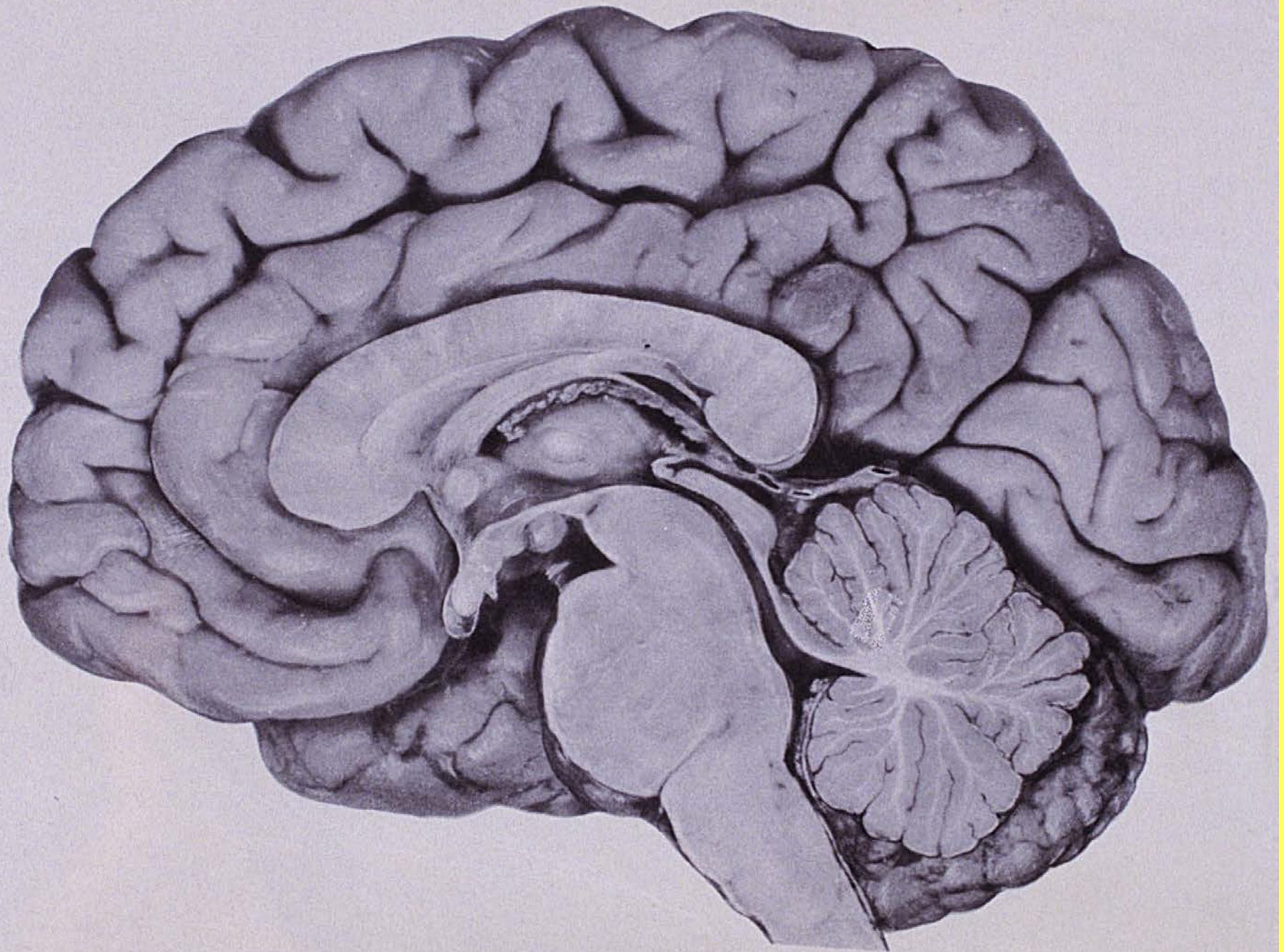
MEDICINA ONLINE



**FIGURA 12-8 Parti costitutive dell'encefalo.** La sezione sagittale dell'encefalo mette in evidenza le sue principali suddivisioni.



*Encefalo*



**Lezione**

**Meningi**

**Ventricoli**

# L'EVOLUZIONE DEL CERVELLO UMANO

- ❑ difficile identificare una sola causa selettiva responsabile del veloce sviluppo e dell'evoluzione dell'encefalo umano
- ❑ meglio parlare di **meccanismi di retroazione (+) o (-)**: catena di eventi che, agendo in modo positivo o negativo sul fenomeno iniziale, possono accelerare o inibire il processo evolutivo

**Meccanismi di retroazione positiva (favorenti l'evoluzione) SONO:**

- **il pollice opponibile** (manipolazione fine / presa di forza)
- **la visione binoculare stereoscopica** (riconoscimento a distanza di frutti commestibili/maturi e/o prede)

## Retroazione degli organismi

Nei sistemi biologici esistono normalmente due tipi di retroazione: **retroazione positiva** (che tende ad accelerare un processo e **retroazione negativa** (che tende a rallentarlo)

La retroazione negativa (-) aiuta a mantenere la stabilità di un sistema, contrastando i cambiamenti dell'ambiente esterno. In questo senso, essa è strettamente collegata all'omeostasi, poiché contribuisce notevolmente al suo mantenimento.

La retroazione positiva (+) amplifica invece le possibilità di divergenza, di evoluzione: è un meccanismo che permette il cambiamento, la crescita, e dà al sistema la capacità di raggiungere nuovi livelli di equilibrio. Ad esempio, la maggior parte delle retroazioni positive presenti in un organismo facilitano i fenomeni di auto-eccitazione del sistema endocrino e di quello nervoso (ad esempio in caso di risposta allo stress) e gioca un ruolo fondamentale nei meccanismi di regolazione della morfogenesi, della crescita e dello sviluppo degli organi, tutti processi che necessitano essenzialmente di una rapida *divergenza* da uno stato iniziale di quiete



## L'EVOLUZIONE dei MAMMIFERI

- i **Mammiferi**, originariamente notturni, divennero **diurni** e sensibili ad un vasto spettro di colori; divenne **meno importante la sensibilità agli odori**
- il **muso** divenne sempre più **piatto e corto** (riduzione del Rinencefalo)
- la quantità di **stimoli tattili** forniti dalla continua manipolazione divenne molto maggiore
- Aumentò enormemente l'**affluenza di messaggi visivi ed uditivi**
- il cervello doveva diventare **più veloce** per elaborarli rapidamente
- si impose la **riorganizzazione delle reti neuronali** → sviluppo di un **cervello più grande**, qualitativamente diverso, con moltissime interconnessioni tra i neuroni



## L'EVOLUZIONE nei PRIMATI

L'evoluzione del cervello dei primati è legata a cambiamenti interni prodotti da importanti modificazioni strutturali:

- la **Neocorteccia**, zona del cervello in cui venivano elaborate le percezioni sensoriali, e generate le risposte motorie si espande sempre di più
- lo sviluppo cerebrale portò a → **rapida evoluzione dei comportamenti** → progressivo superamento dei problemi della sopravvivenza (sempre minore importanza delle pressioni selettive ambientali )
- mantenimento della morfologia delle altre parti del corpo
- **sviluppo delle interazioni sociali, della cultura tramandata**

crani in museo. . . . .

Cro Magnon

Neanderthal

Sapiens sapiens

Prof. Formenti (Antropologia)



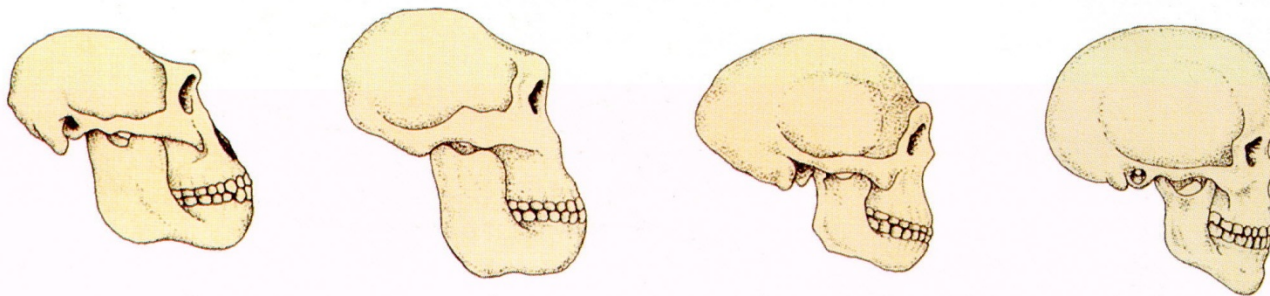
# ENCEFALI A CONFRONTO

Australopithecus

Homo habilis

Homo erectus

Homo sapiens



## ◀ Incremento volumetrico

Nell'evoluzione umana, l'aumento del volume occupato dall'encefalo ha corrisposto allo sviluppo delle facoltà psichiche e tecniche.

Da sinistra a destra, i crani fossili di *Australopithecus afarensis* (ca. 3 milioni di anni fa: 400 cm<sup>3</sup>), *Homo habilis* (ca. 2 milioni di anni fa: 650 cm<sup>3</sup>), *Homo erectus* (ca. 1 milione di anni fa: 1250 cm<sup>3</sup>), *Homo sapiens* (ca. 100000 anni fa: 1300 cm<sup>3</sup>).

## ▶ Encefali a confronto

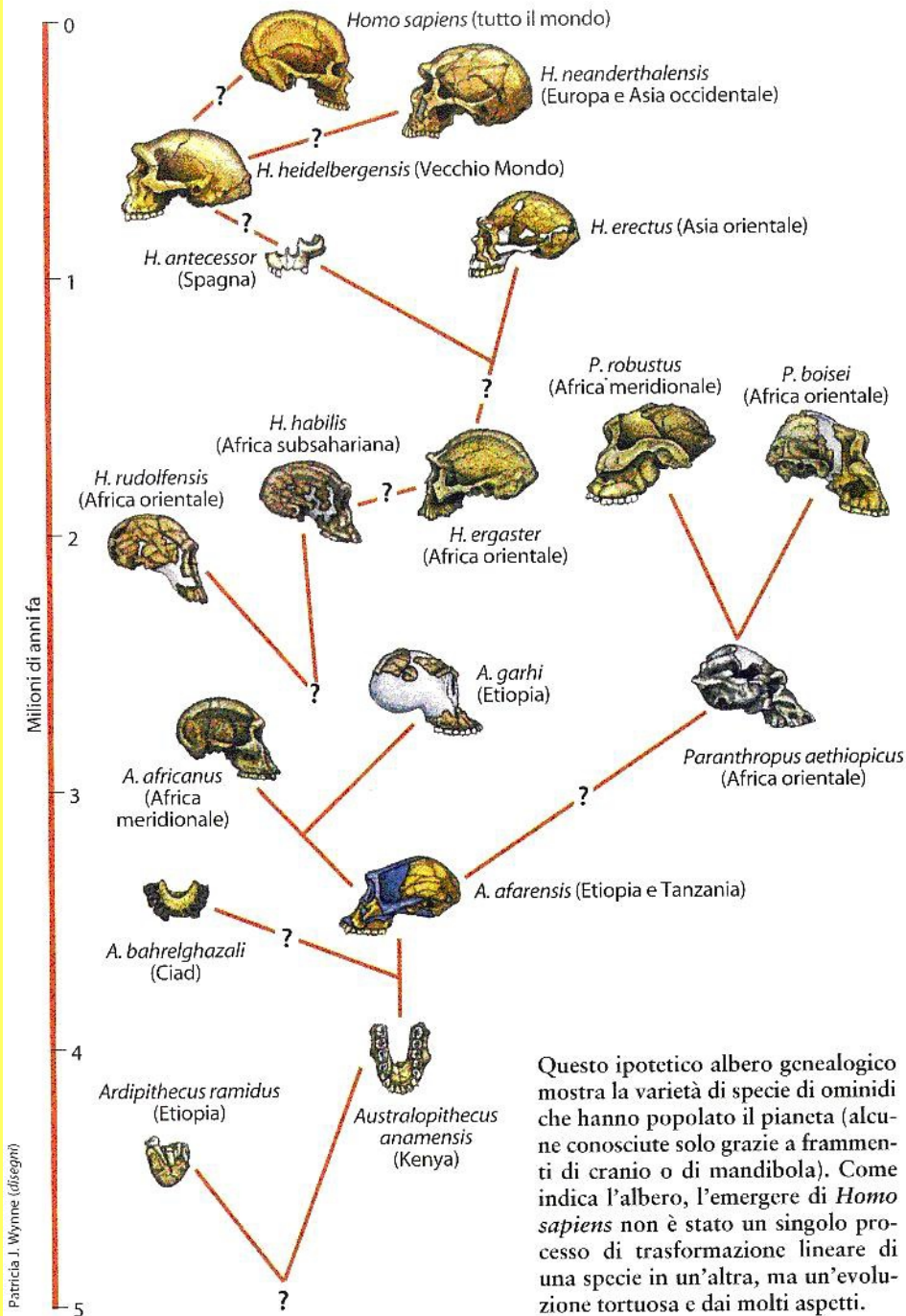
Nell'evolversi, l'encefalo si è sviluppato soprattutto nelle sue strutture cerebrali anteriori e superficiali:

1. macaco;
2. scimpanzé;
3. gorilla;
4. uomo.

- lobo frontale
- lobo parietale
- lobo temporale
- lobo occipitale
- cervelletto
- tronco cerebrale



# Albero genealogico ominidi



Questo ipotetico albero genealogico mostra la varietà di specie di ominidi che hanno popolato il pianeta (alcune conosciute solo grazie a frammenti di cranio o di mandibola). Come indica l'albero, l'emergere di *Homo sapiens* non è stato un singolo processo di trasformazione lineare di una specie in un'altra, ma un'evoluzione tortuosa e dai molti aspetti.

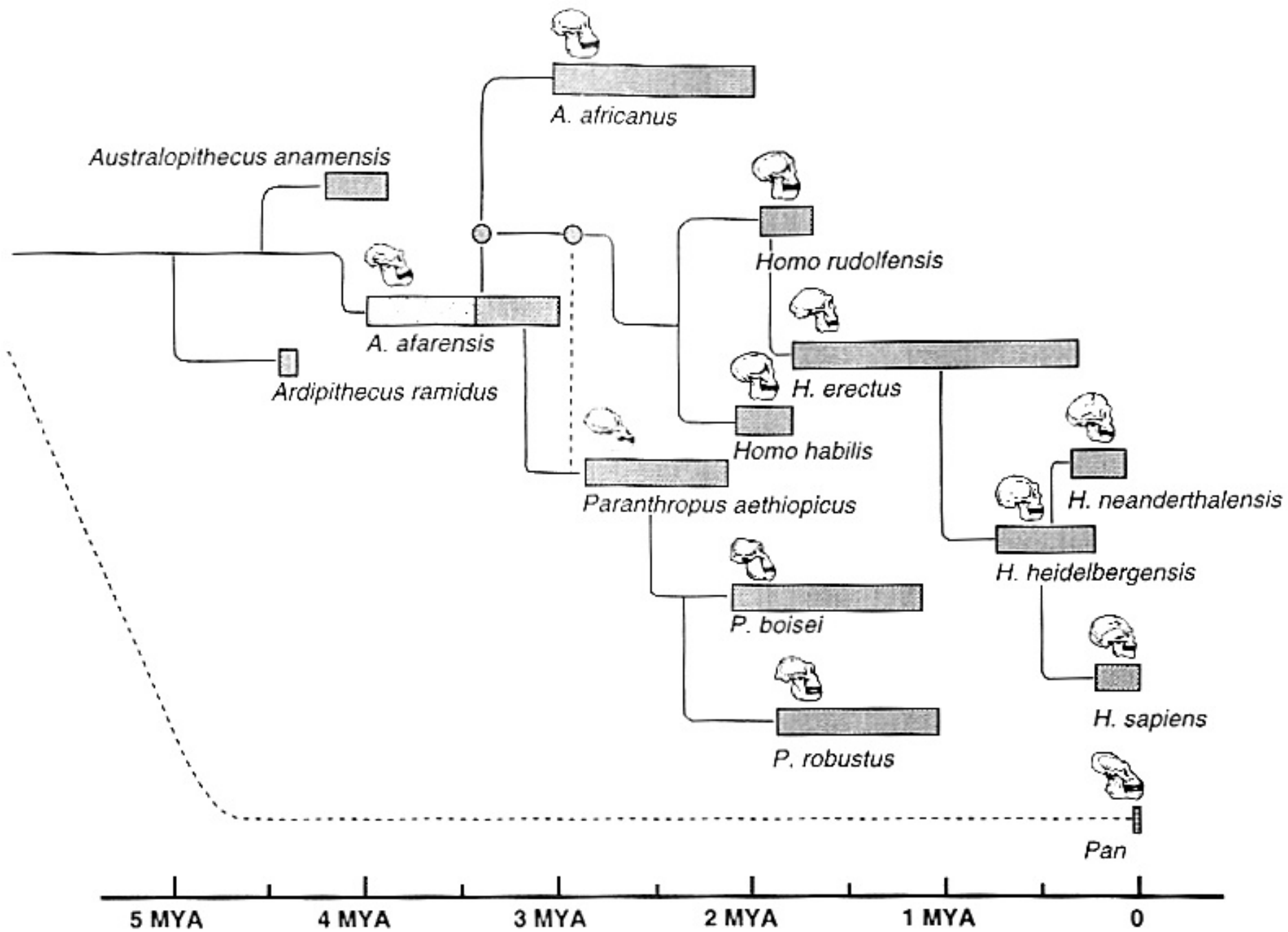


FIGURE 17.20 Summary of hominid phylogeny with the temporal range of individual species.



# Integrazione con gli **organi di senso specifici ( 5 )** e **organi di senso generali**



L'encefalo è il principale **centro di raccolta di stimoli**: attraverso le terminazioni nervose della **vista**, dell'**udito**, dell'**olfatto**, del **gusto**, del **tatto**, quelle **esterocettive, propriocettive** riconoscere la posizione del proprio corpo nello spazio e lo stato di contrazione dei propri muscoli, senza il supporto della vista, **enterocettive (viscerali)** e dell'**equilibrio**, il cervello riceve dati essenziali alla sopravvivenza dell'organismo.

Il cervello **riceve** i segnali, li **trasferisce** con nervi specifici, li **riconosce**, li **integra** e li **memorizza**, elaborando **risposte adeguate**.

**Maggiore è il flusso di dati da elaborare, più numerose sono le interconnessioni tra le cellule cerebrali, più si sviluppano le capacità intellettive.**

**Gli antropologi ritengono che l'intelligenza della nostra specie sia conseguenza diretta di un maggior afflusso di stimoli prodotto dall'uso delle mani e dal perfezionamento delle capacità linguistiche.**

**- I principali organi di senso per l'interazione con l'ambiente esterno sono localizzati nella testa, protetti dal cranio.**

# Organizzazione della sostanza grigia e bianca

- La distribuzione della sostanza grigia nel **tronco cerebrale** (dal diencefalo al metencefalo) riproduce quella del midollo spinale: **sostanza grigia al centro circondata da fasci di sostanza bianca**
- La sostanza grigia forma anche i **nuclei cerebrali**, gruppi di pironofori ben identificabili
- La **disposizione di fasci e nuclei però non è regolare come nel midollo**, e inoltre interagiscono molto più strettamente
- Nel cervello e nel cervelletto la sostanza bianca è poi ulteriormente ricoperta dalla **corteccia neurale**, uno strato superficiale ed esteso (ma sottile) di **sostanza grigia**
- Con il termine di "**Centri Superiori**" si indicano nuclei, centri e aree corticali di cervello, cervelletto, diencefalo e mesencefalo.

Essi ricevono info sensoriali e agiscono:

- sia sulla l'attività di nuclei e centri dei sottostanti tronco e midollo
- sia sui nervi cranici per ottenere risposte di tipo motorio o secretivo

Protezione e sostegno dell'encefalo:

*Le Meningi*



# INVOLUCRI DELL'ENCEFALO - LE MENINGI



- L'involucro esterno è costituito dall'osso.
- L'involucro interno è formato da membrane connettivali, **LE MENINGI**; esse funzionano da ammortizzatore a protezione dell'encefalo e **concorrono agli scambi ematici (selettivi !!!)**

Dall'esterno verso l'interno esse sono:

## **A- Spazio epidurale** (virtuale)

1. **DURA MADRE** connettivo fibroso spesso e denso formato da fasci intrecciati, aderisce al neurocranio.

## **B- Spazio subdurale** (sottilissimo, con liquido sieroso lubrificante)

2. **ARACNOIDE** connettivo meno spesso, con l'aspetto di una ragnatela trabecolare, contiene LCS (prodotto dai **plessi corioidei** e riassorbito tramite i **villi aracnoidei**)

## **C- Spazio subaracnoideo** (ampio, contiene LCS)

3. **PIA MADRE** sottile e trasparente, aderisce strettamente alla superficie dell'encefalo e del midollo spinale. Responsabile della vascolarizzazione del SNC.

# DURA MADRE



Molto spessa e robusta, consiste di 2 strati fibrosi, uno esterno (strato endostiale neurocranico) e uno interno (strato meningeo) sempre strettamente accollati, tranne che in corrispondenza di diversi "seni venosi" che drenano il sangue venoso del cervello prima di proseguire verso le vene giugulari interne

In 4 punti la Dura Madre si "approfonda" formando 4 lamine che ancorano il cervello:

1. Falce cerebrale: nella scissura longitudinale del cervello, separa i due emisferi. **Due seni sagittali venosi superiore e inferiore** decorrono lungo i margini superiore e inferiore della falce, raccogliendo molto del sangue venoso refluo dall'encefalo
2. Falce cerebellare: separa i due emisferi del cervelletto
3. Tentorio del cervelletto: separa orizzontalmente i lobi occipitali del cervello dal cervelletto.
4. Diaframma della sella: si ancora allo sfenoide e copre l'ipofisi isolandola



## □ SENI SAGITTALI SUPERIORI DELLA DURA MADRE

dove la falce cerebrale discende tra i due emisferi cerebrali.

I seni durali sono vene dilatate a parete fibrosa inestensibile e costituiscono i principali vasi di drenaggio del sangue dei tessuti cerebrali che deve ritornare al cuore.

## □ SPAZI tra le meningi:

A. **Spazio epidurale**: tra osso e dura madre (virtuale)

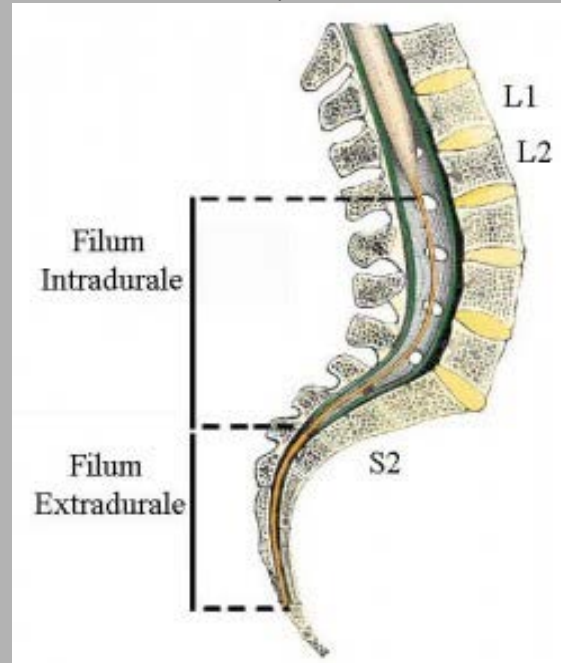
B. **Spazio subdurale**: spazio sottile tra dura m. e aracnoide, contiene una piccola quantità di liquido sieroso lubrificante

C. **Spazio subaracnoideo**: tra aracnoide e pia madre, contiene *liquor*

- Le meningi del midollo spinale continuano caudalmente al midollo; dura madre e aracnoide fino alla 3° vertebra sacrale, la pia madre fino al cono terminale del midollo.
- La **Pia Madre** e il **Filum terminale** all'altezza di S2 si fondono con la **Dura Madre** x formare → un cordoncino fibroso (**Legamento Coccigeo**) che si fissa al coccige (ancoraggio longitudinale del midollo spinale)



Il filum origina dal cono midollare e presenta una **porzione intradurale** che si estende dall'origine sino all'altezza della seconda vertebra sacrale (S2) dove si fonde con il sacco durale, ed una **porzione extradurale** che da questo livello si estende sino al periostio del coccige.



La porzione intradurale del filum ha una lunghezza di circa 15 mm e uno spessore inferiore a 2 mm [5]. All'interno del filum sono presenti molte fibre elastiche disposte longitudinalmente, in modo da consentire al **filum** di avere un **ruolo di ammortizzatore fisiologico** atto a prevenire un'eccessiva trazione midollare durante i normali movimenti di flessione ed estensione.

Oltre che dal filum terminale, il midollo spinale è mantenuto nella sua posizione normale dai **legamenti dentati (o denticolati)** che ancorano bilateralmente il midollo spinale alla dura madre del canale vertebrale

## B- Spazio Subdurale

Sottile spazio virtuale ripieno di liquido sieroso lubrificante



Antonio Pacchioni  
Reggio Emilia 1665 - Roma 1726

## ARACNOIDE

- La **Membrana Aracnoidea**, di natura connettivale lassa e delicata, riveste la Pia Madre encefalica costituendo una superficie liscia che non segue le circonvoluzioni cerebrali sottostanti

- Sotto c'è lo **Spazio Subaracnoideo** contenente una delicata rete connettivale di fibre elastiche e collagene che collegano aracnoide e pia madre formano una rete di trabecole all'interno della quale scorre il Liquido Cerebro Spinale (LCS)

- Il LCS attraversa la membrana aracnoidea e viene riassorbito verso la circolazione venosa tramite i **villi o granulazioni aracnoidee (di Pacchioni)** che sporgono nei seni venosi

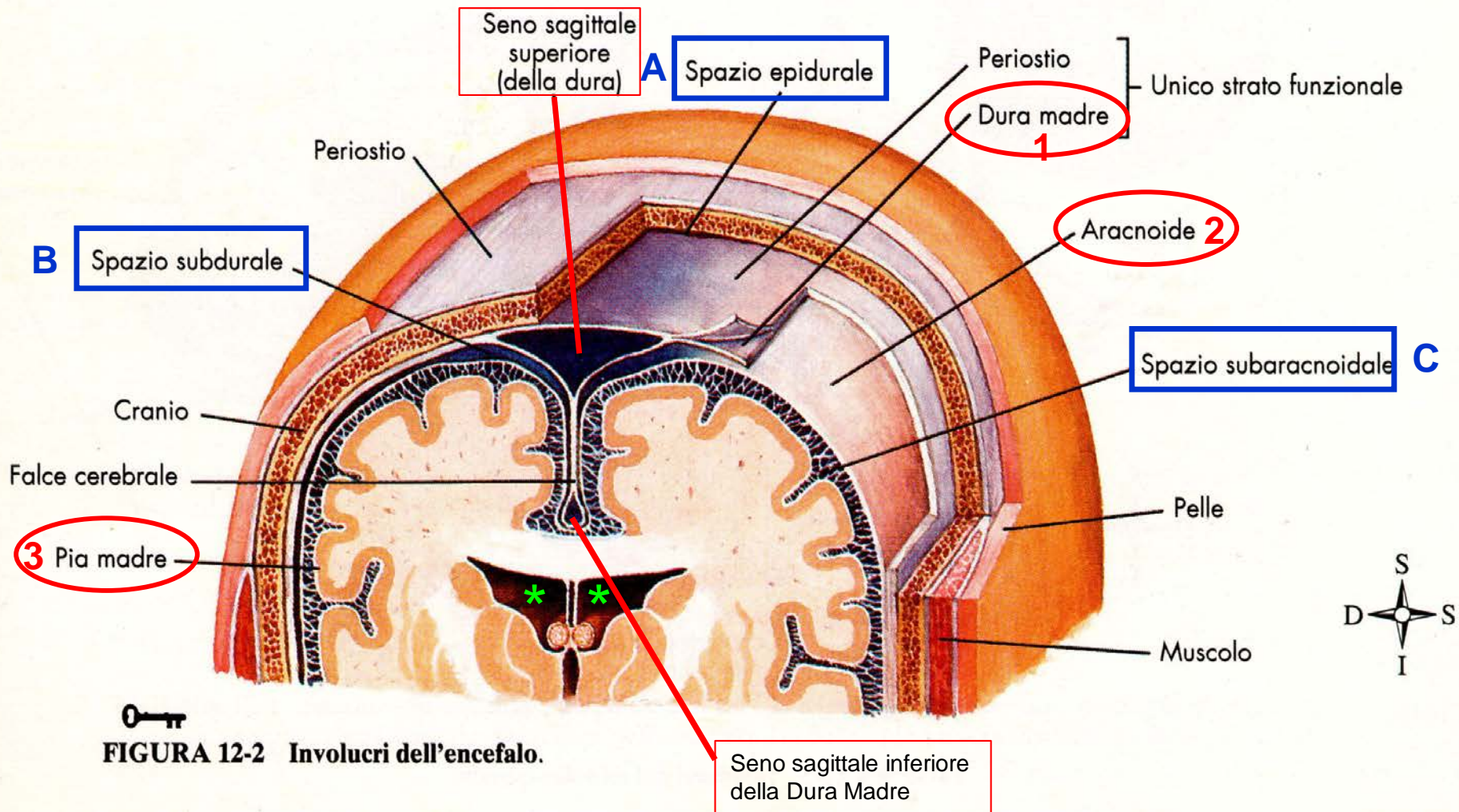
- I **vasi sanguigni**, circondati e supportati dalle trabecole, penetrano nell'encefalo tramite **canali rivestiti da pia madre** (la pia madre forma dei **manicotti** intorno ai vasi finchè questi non vengono avvolti dagli astrociti)

# PIA MADRE

- La Pia Madre aderisce strettamente alla superficie dell'encefalo seguendolo nelle sue pieghe e circonvoluzioni, ancorandolo ai processi degli astrociti
- E' composta da **connettivo di tipo alveolare** (con cavità...)
- E' **molto vascolarizzata** e a livello di ogni vaso che entra nell'encefalo si sdoppia andando a costituirne la tonaca avventizia a manicotto, prima che questa venga sostituita dagli astrociti...

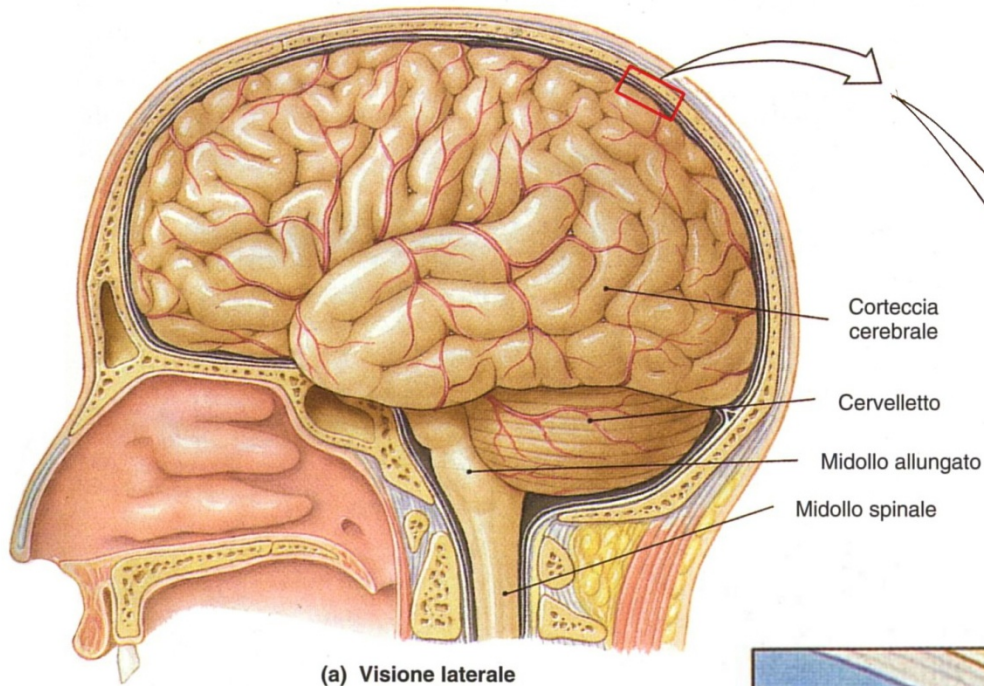
## Derivazione embrionale

- La dura madre, o pachimeninge, deriva dal mesoderma embrionale
- La pia madre e l'aracnoide, dette leptomeningi, derivano entrambe dalle creste neurali

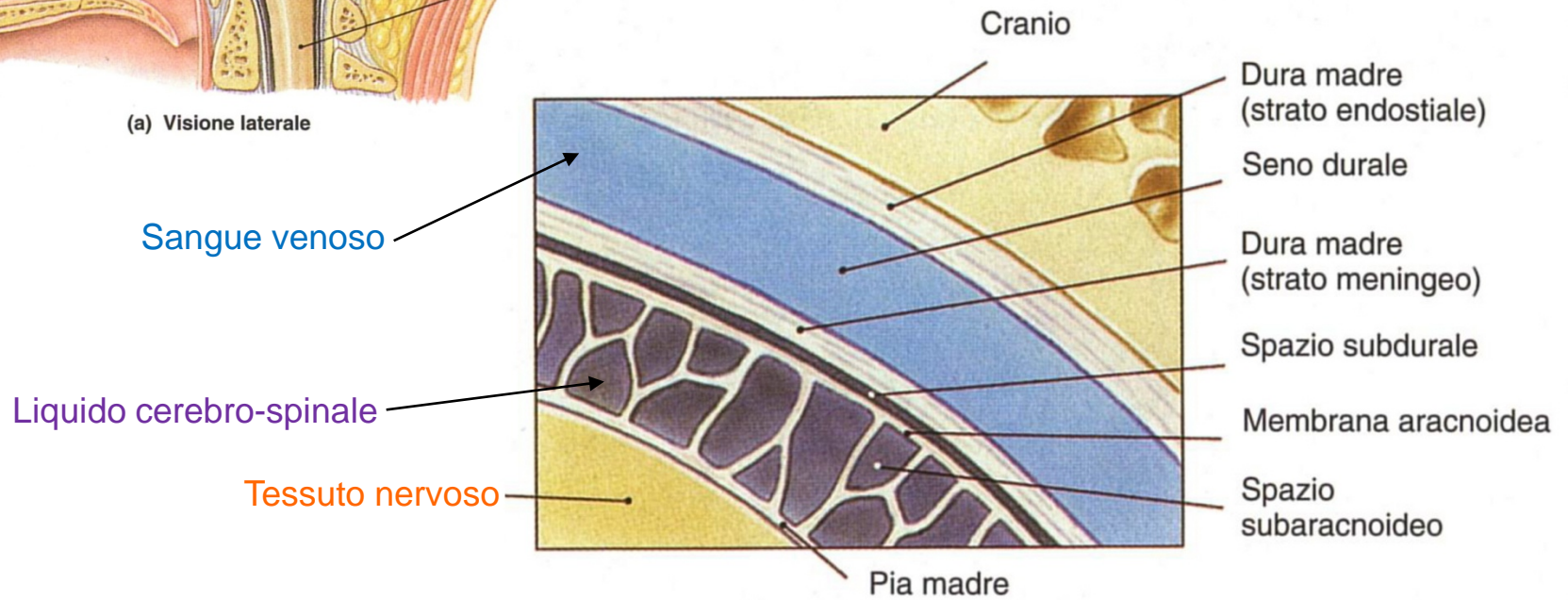


**KEY**  
**FIGURA 12-2** Involucri dell'encefalo.



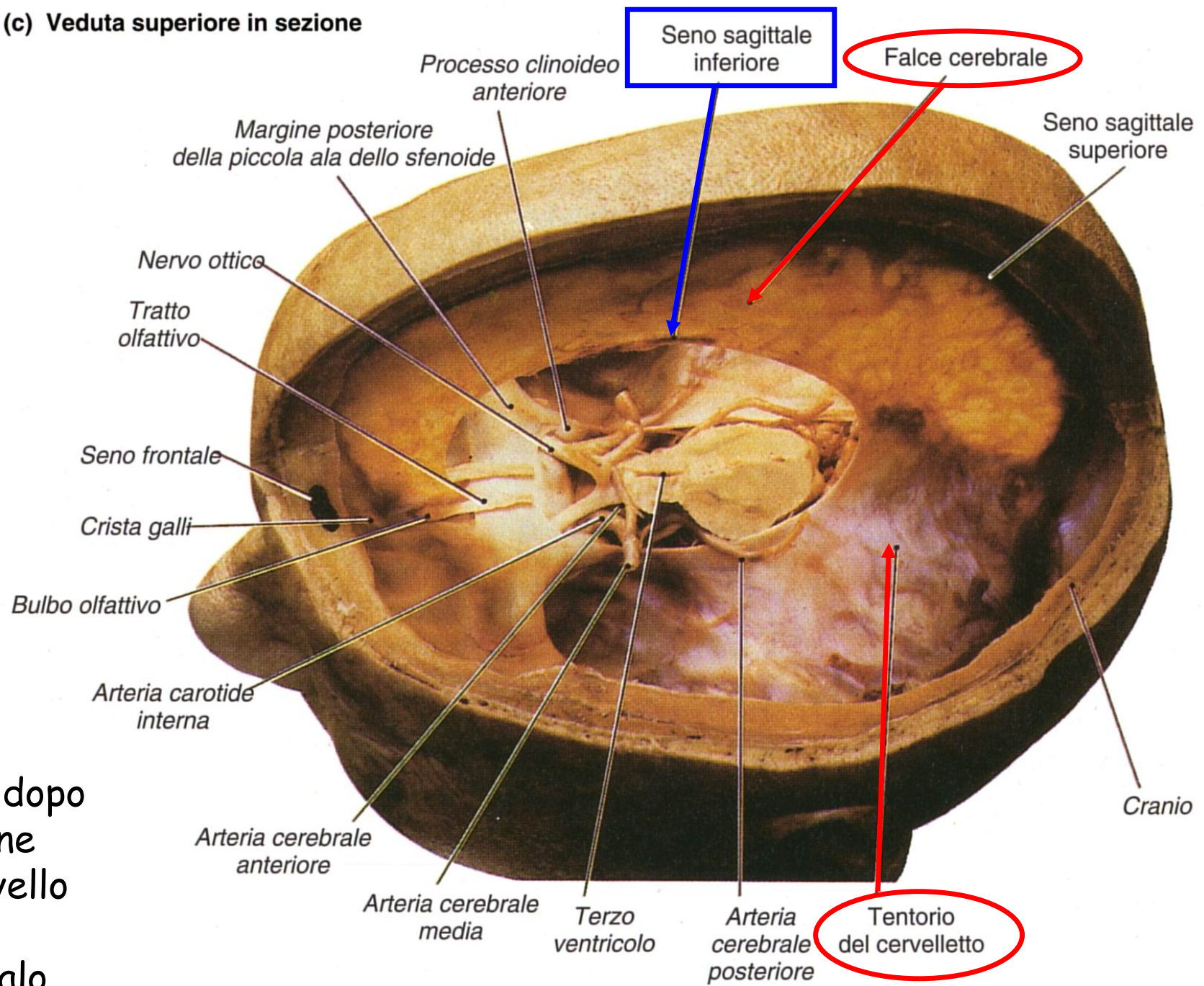


(a) Visione laterale



Posizione dell'encefalo nel cranio e organizzazione delle membrane meningeae

(c) Veduta superiore in sezione



Cavità cranica dopo rimozione del cervello fino al diencefalo



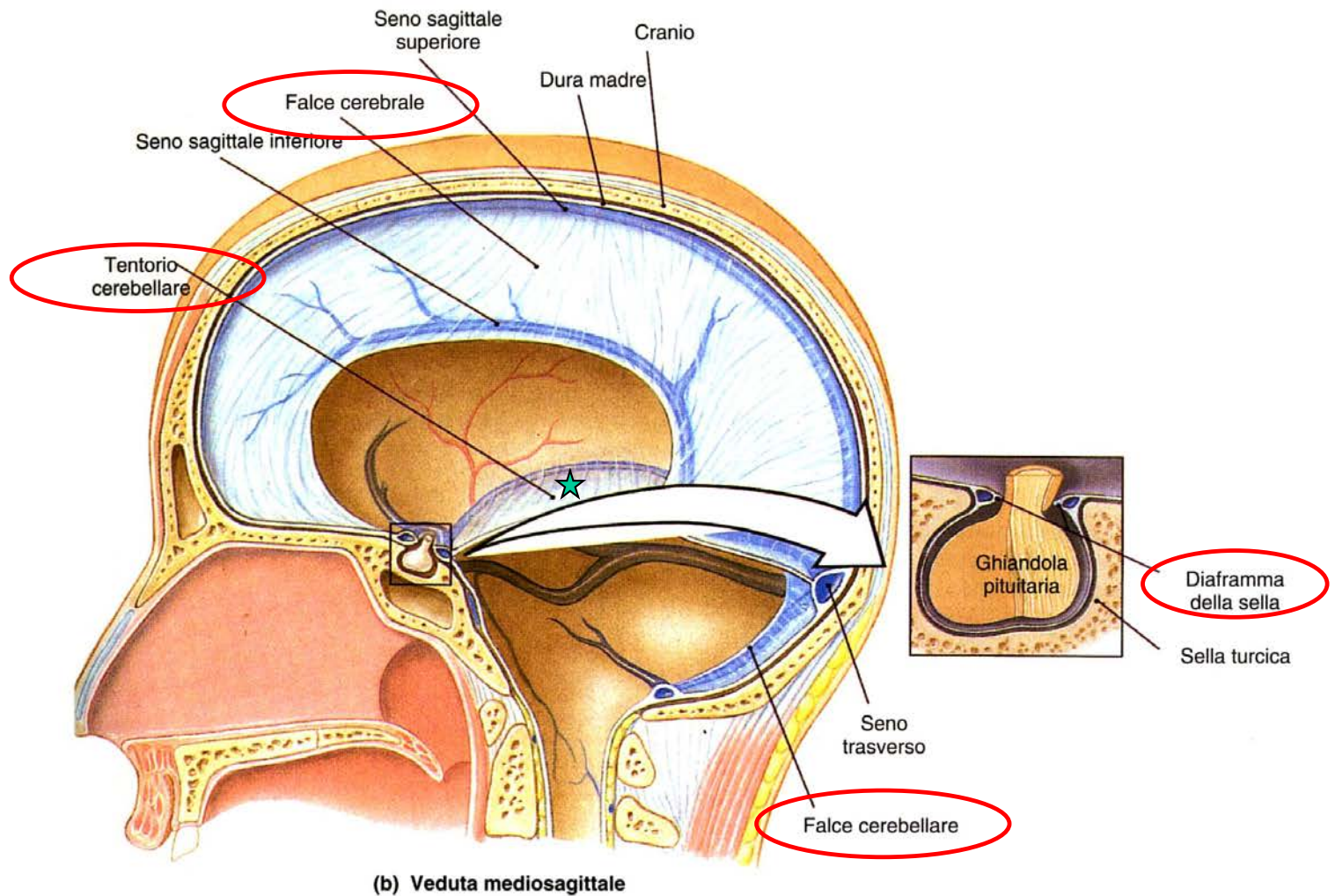
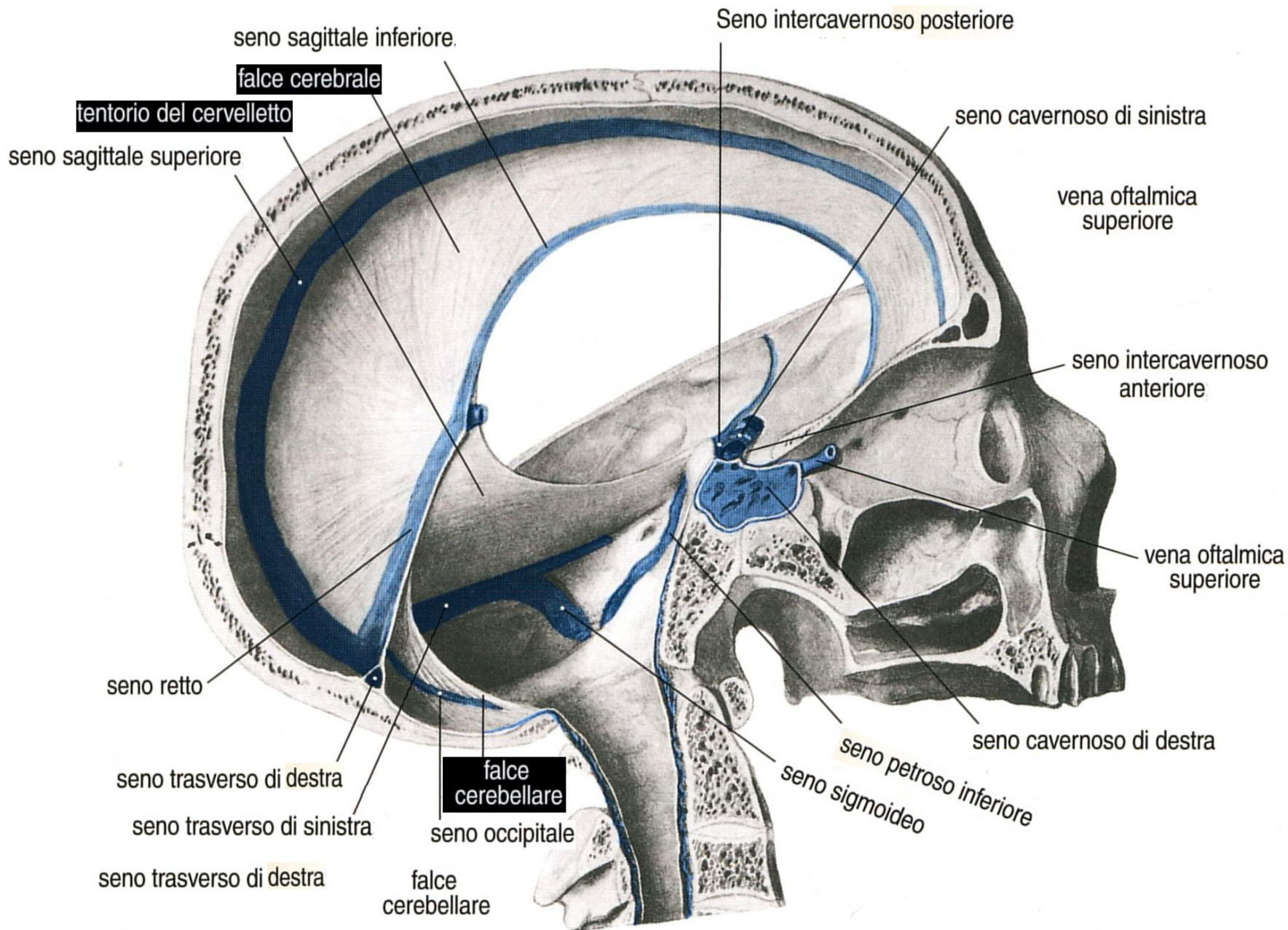


FIGURA 15.3 RELAZIONI TRA ENCEFALO, CRANIO E MENINGI

(a) Visione laterale dell'encefalo, che mostra la sua posizione nel cranio e l'organizzazione delle membrane meningee. (b) Veduta della cavità cranica, dopo rimozione dell'encefalo, che mostra l'orientamento e l'estensione della falce cerebrale e del tentorio del cervelletto. (c) Veduta superiore della cavità cranica aperta dopo rimozione del cervello e del diencefalo. Vedi MRI Scan 2, nell'Atlante allegato.

- Orientamento ed estensione della falce cerebrale, della falce cerebellare e del tentorio del cervelletto
- Posizione dell'ipofisi, sotto al diaframma della sella



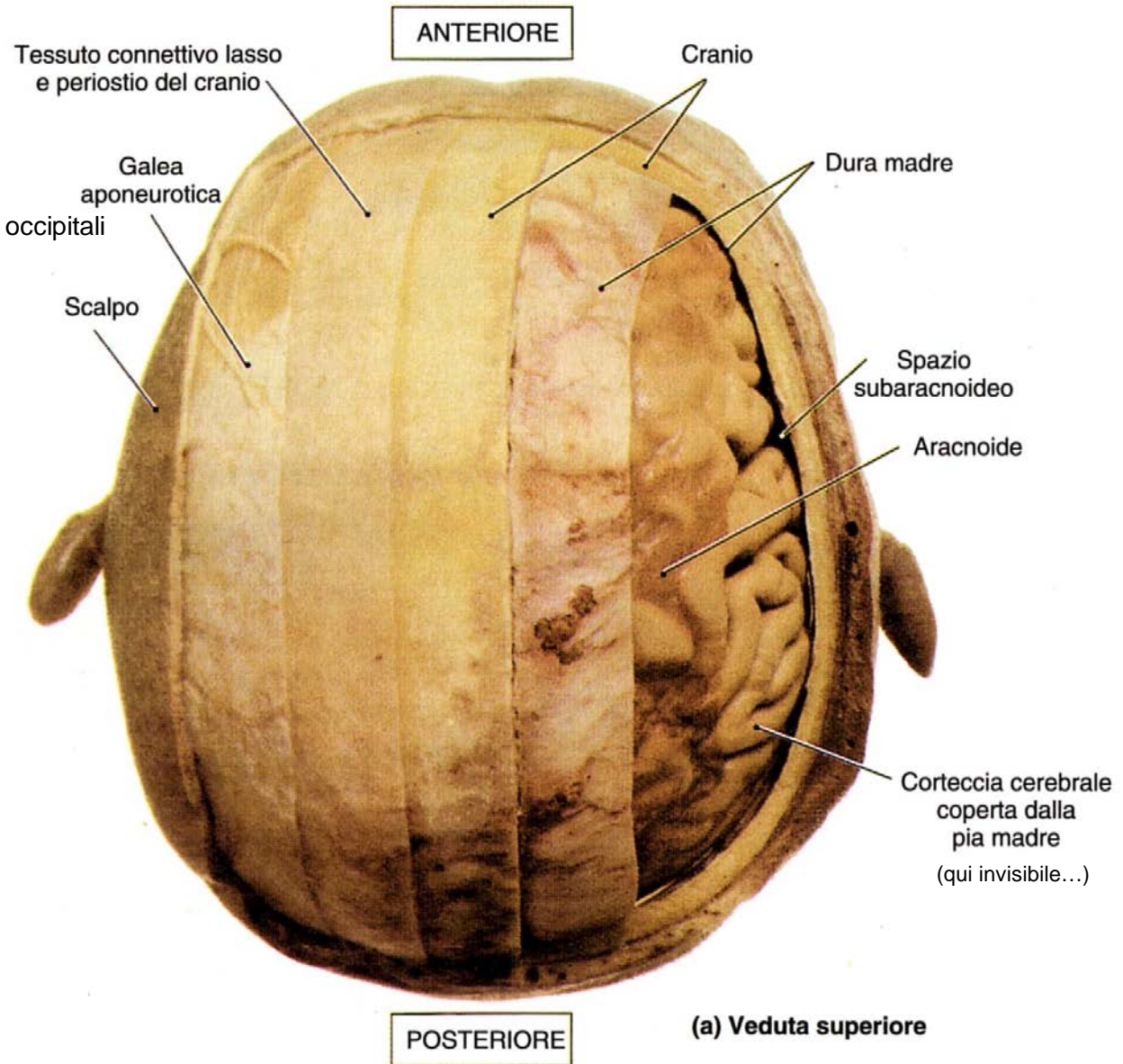
**Seni venosi della dura madre**

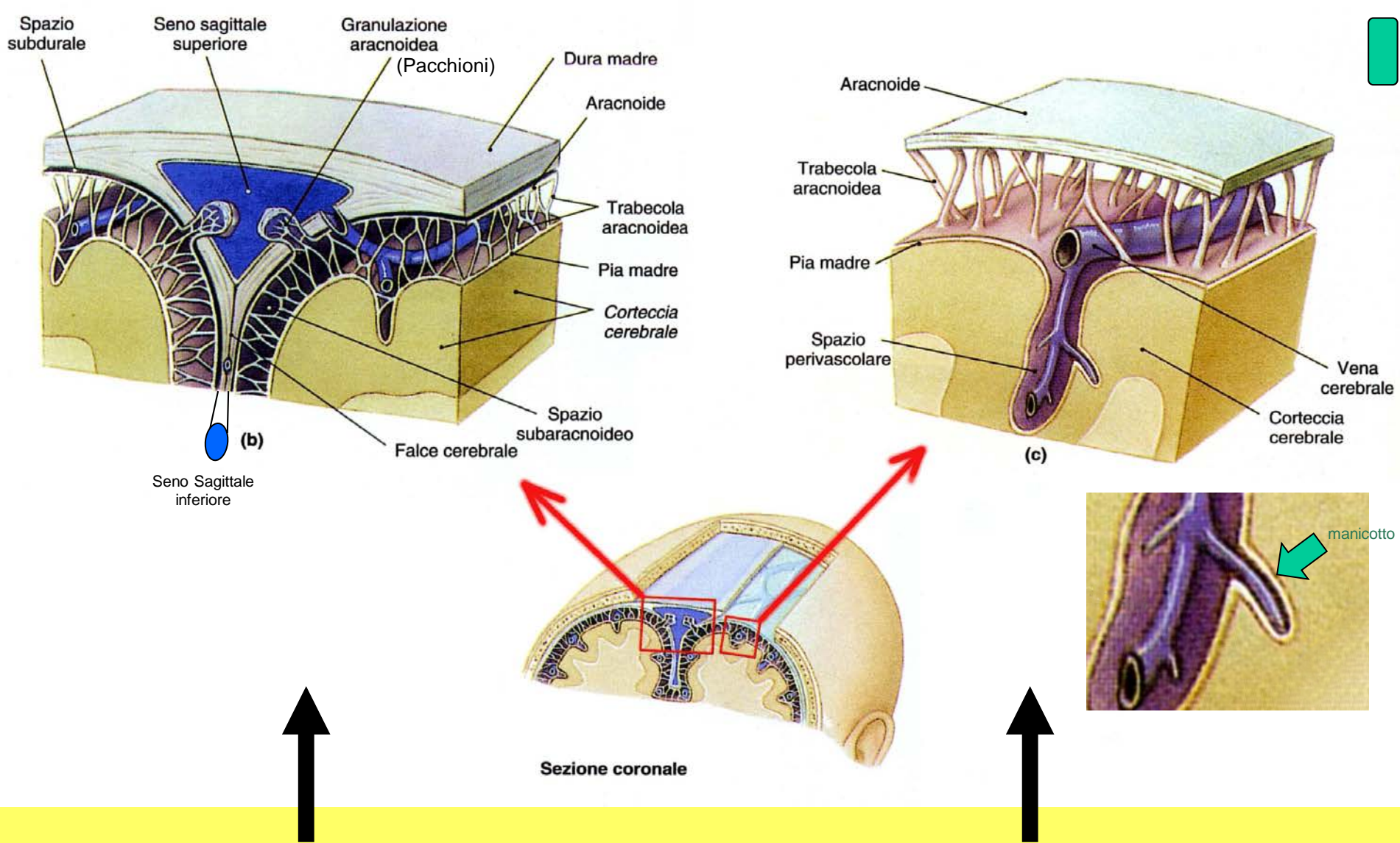


## FIGURA 15.4 LE MENINGI CRANICHE

(a) Visione superiore di una dissezione delle meningi craniche. (b) Organizzazione e rapporto tra meningi ed encefalo. (c) Visione dettagliata della membrana aracnoidea, spazio subaracnoideo e pia madre. Si noti la relazione tra vena cerebrale e spazio subaracnoideo.

Membrana fibrosa,  
dall'elmo dei Romani (Galea)  
Riunisce i 2 muscoli frontali ai 2 occipitali





Visione dettagliata di Aracnoide, spazio subaracnoideo e Pia Madre

Relazione tra vene cerebrali e spazio subaracnoideo

# *Meningite*

*Infezione o infiammazione delle meningi*

*Coinvolge Aracnoide e Pia Madre (leptomeningi)*

*Sono causate da batteri: Neisseria meningitidis (meningococco); Streptococcus pneumoniae; Haemophilus influenzae.*

*Opp. da infezioni virali, da micosi o da tumori*

*I pazienti presentano febbre, mal di testa e dolore nucale*

*Può essere lieve, grave, ma spesso è fatale*

*Se sono interessate le meningi spinali → Meningite spinale*

*Anestesia epidurale → iniezione di anestetico nello spazio epidurale a livello della 4a e 5a vertebra lombare...*



# La Barriera Emato-encefalica

- Il tessuto nervoso del SNC è isolato dalla circolazione ematica generale da questa barriera, che mantiene un **ambiente costante** necessario al controllo e al funzionamento dei neuroni
- **E' costituita dalle Cellule Endoteliali NON FENESTRATE dei capillari del SNC, strettamente adese tra loro tramite giunzioni occludenti (Tight Junction) da un lato, e dai peduncoli giustapposti degli Astrociti dall'altro.**
- Possono passare la barriera solo composti liposolubili attraverso un meccanismo di diffusione trans-membrana, e sostanze idrosolubili con specifici meccanismi attivi o passivi. Le caratteristiche di permeabilità selettiva sono sotto il controllo degli astrociti
- **Il trasporto è selettivo e unidirezionale.**
- Per es. il **glucosio** che serve costantemente al cervello deve essere mantenuto a concentrazione costante anche se nel circolo ematico non lo è;
- Al contrario la concentrazione di **glicina** (un neurotrasmettitore) deve essere mantenuta più bassa che nel sangue, e il suo trasporto avviene in direzione opposta

# DISCONTINUITA' della Barriera Ematoencefalica

La barriera emato-encefalica è continua in tutto il SNC,

**tranne che:**

- 1) A livello dell'**ipotalamo**, per permettere la distribuzione dei suoi 9 ormoni
- 2) A livello dell'**epifisi** (gh. pineale o 3° occhio - nel tetto del diencefalo) sempre per motivi di rilascio ormonale (melatonina)
- 3) A livello del **tetto del 3° e 4° ventricolo**: qui la pia madre proietta dei capillari permeabili (*fenestrati ??*) nei ventricoli cerebrali, dove cellule ependimali modificate (i Taniciti) collegate da tight junction (giunzioni serrate) ricoprono i capillari e ne modulano la permeabilità. Queste strutture organizzate sono detti **PLESSI CORIOIDEI**, siti di produzione del Liquido Cerebro Spinale - LCS

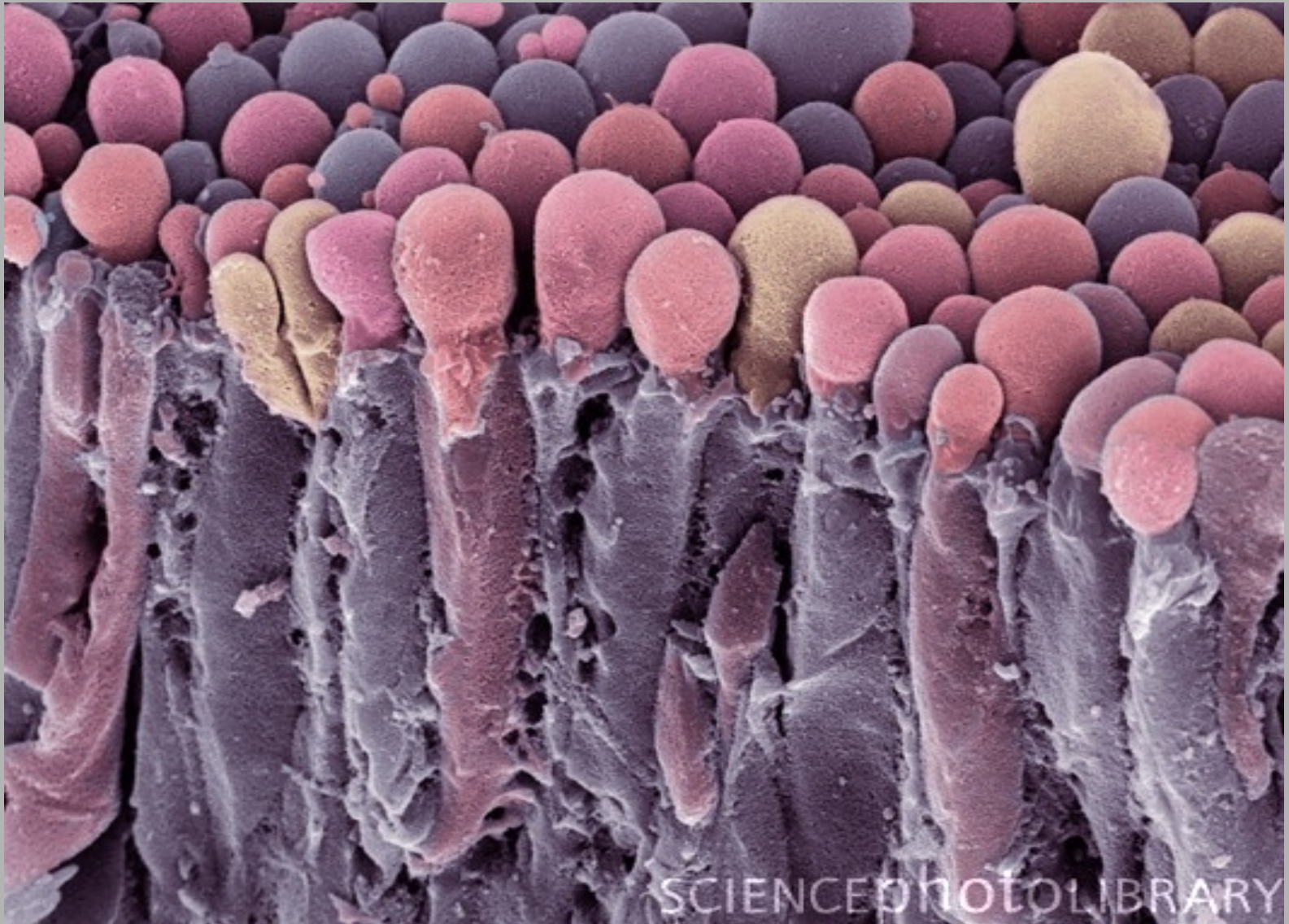
Okkio: il tetto del 4° ventricolo non è sopra ma dietro...

**MEMO : barriera emato-testicolare → → vedi app genitale maschile**





# Plessi Corioidei



# Il Liquido Cerebro Spinale - LCS

il LCS circonda e bagna tutte le superfici esposte del SNC

Le sue funzioni sono:

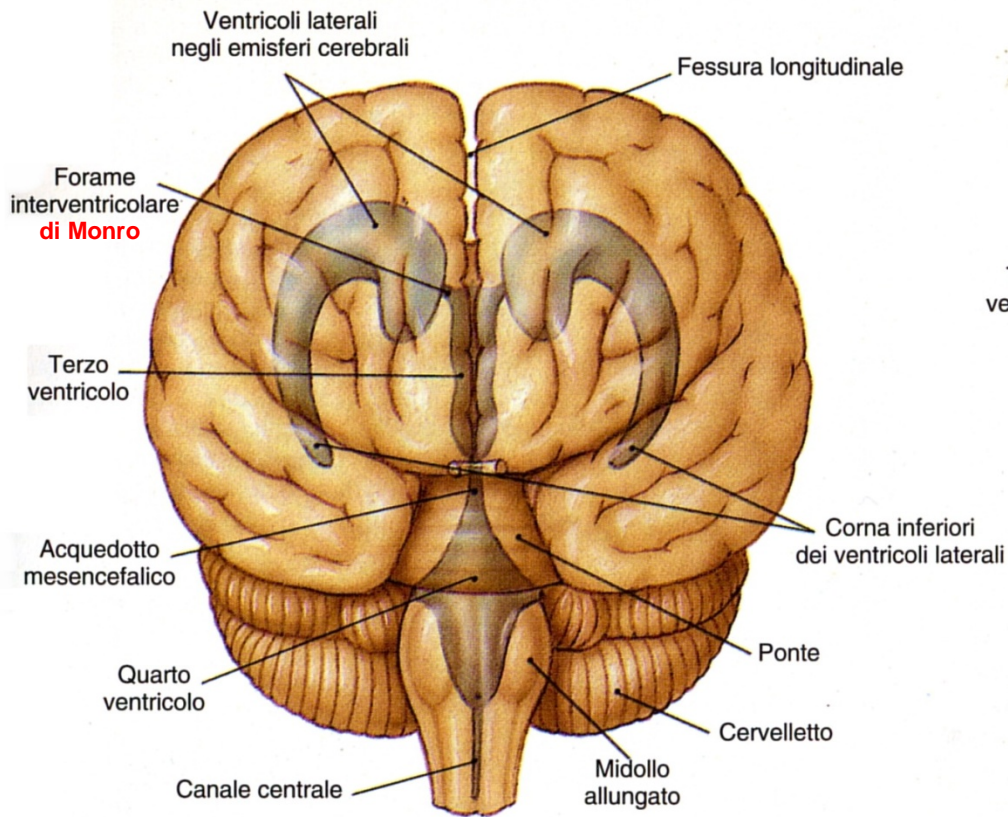
- 1) Protezione
  - 2) Sostiene l'encefalo (dal punto di vista idrostatico...)
  - 3) Trasporta nutrienti, messaggeri chimici e cataboliti
- Funge anche da (piccola) **riserva di liquido circolante (60-200 ml)** insieme al sangue, consentendo al cervello di controllare le modificazioni dell'ambiente interno.
  - **Variazioni di  $CO_2$**  del LCS determinano **rapide risposte omeostatiche** per il controllo dei centri respiratori del tronco cerebrale, per regolare il rifornimento di  $O_2$  e il pH dei liquidi corporei.
  - Dato l'ampio scambio tra liquido interstiziale del SNC e il LCS, *una analisi delle caratteristiche del LCS può dare informazioni cliniche o patologiche sul funzionamento del SNC → prelievo con puntura spinale*

# SPAZI CONTENENTI IL LCS

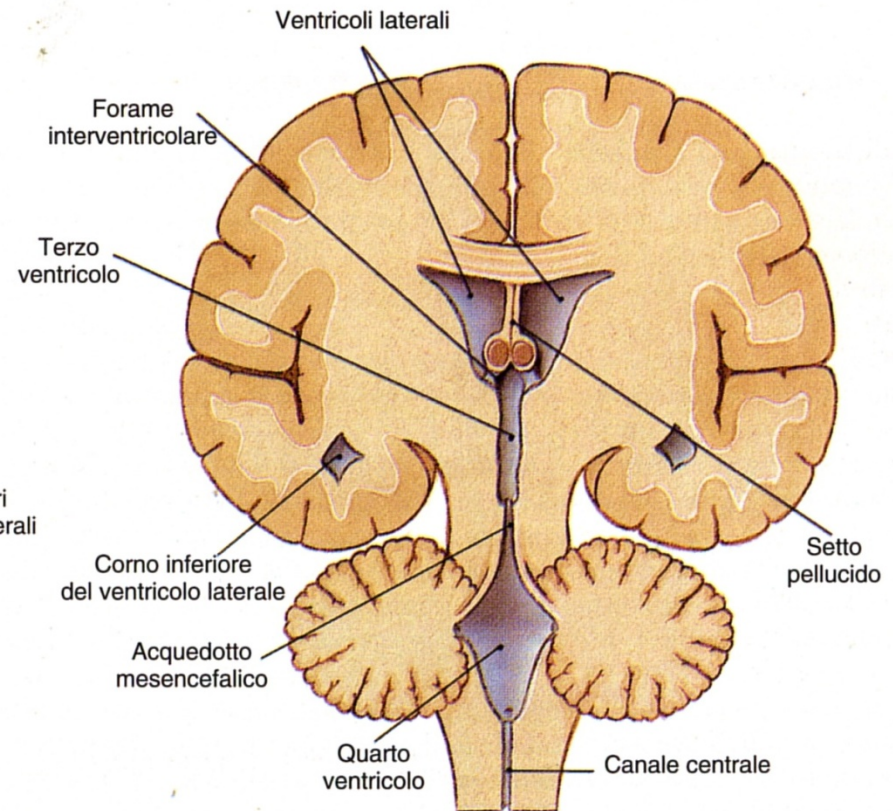
- nello spazio subaracnoideo attorno al SNC
- nelle cavità dei canali dell'encefalo e del midollo spinale
- all'interno dell'encefalo lo spazio è quello dei **ventricoli cerebrali**:
  - 1° e 2° ventricolo** (o ventricoli laterali) : all'interno di ciascun emisfero telencefalico
  - 3° ventricolo**: sottile tasca verticale, ventrale e mediale rispetto ai ventricoli laterali
  - 4° ventricolo**: sottile spazio di forma romboidale tra cervelletto, peduncoli e superficie del tronco cerebrale.

Ne  
en  
lic  
e  
t  
f  
ra  
ol  
ni  
cc  
o





(c) Veduta anteriore



(d) Sezione coronale

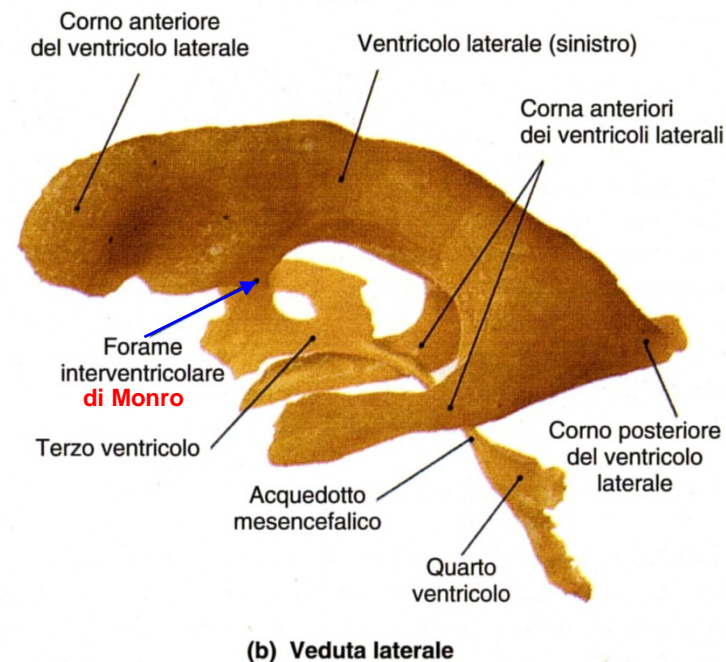
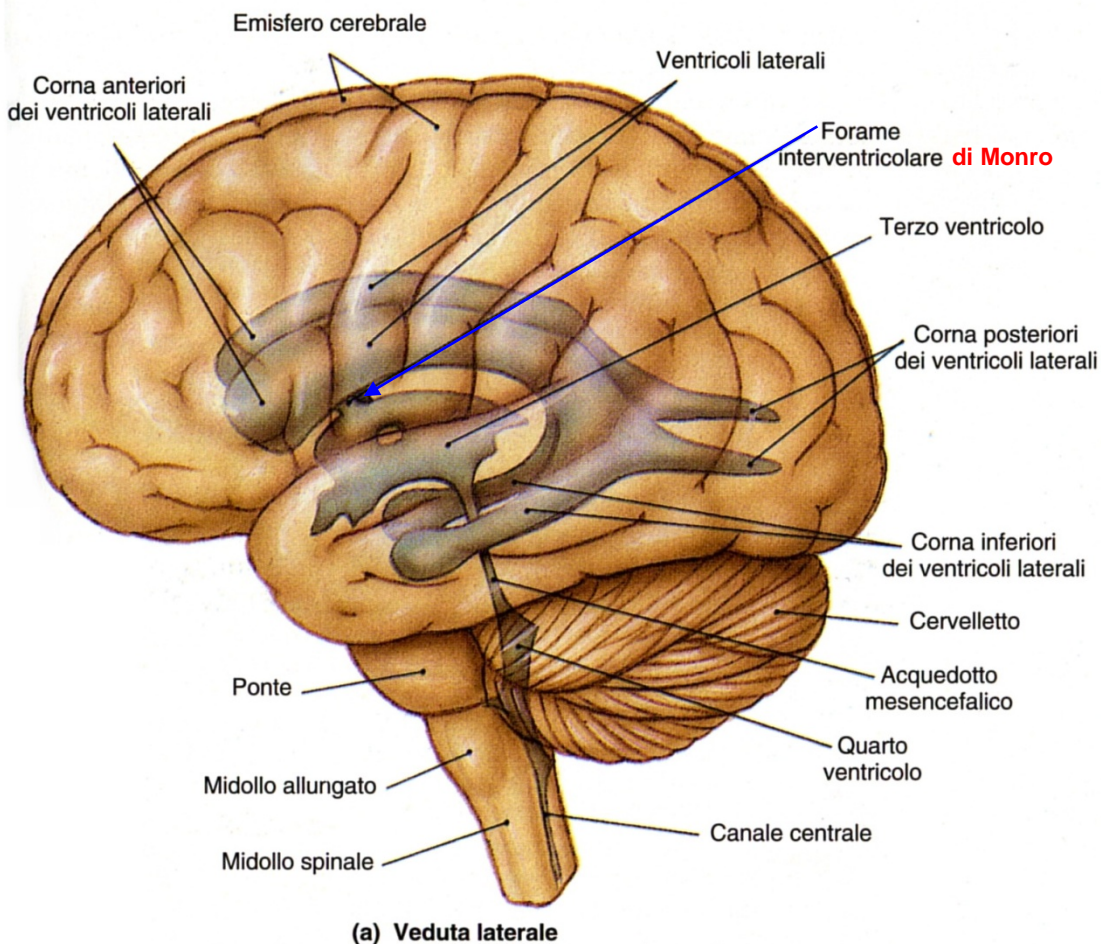
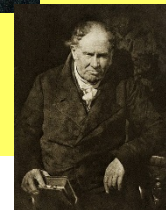
### FIGURA 15.2 VENTRICOLI ENCEFALICI

Queste camere contengono liquido cerebrospinale, che trasporta nutrienti, messaggeri chimici e prodotti di rifiuto. (a) Orientamento ed estensione dei ventricoli in trasparenza. (b) Immagine laterale di una riproduzione dei ventricoli. (c) Immagine anteriore dei ventricoli, in trasparenza. (d) Immagine schematica di una sezione coronale che mostra i collegamenti tra ventricoli. Vedi MRI Scans 1 e 2, nell'Atlante allegato.

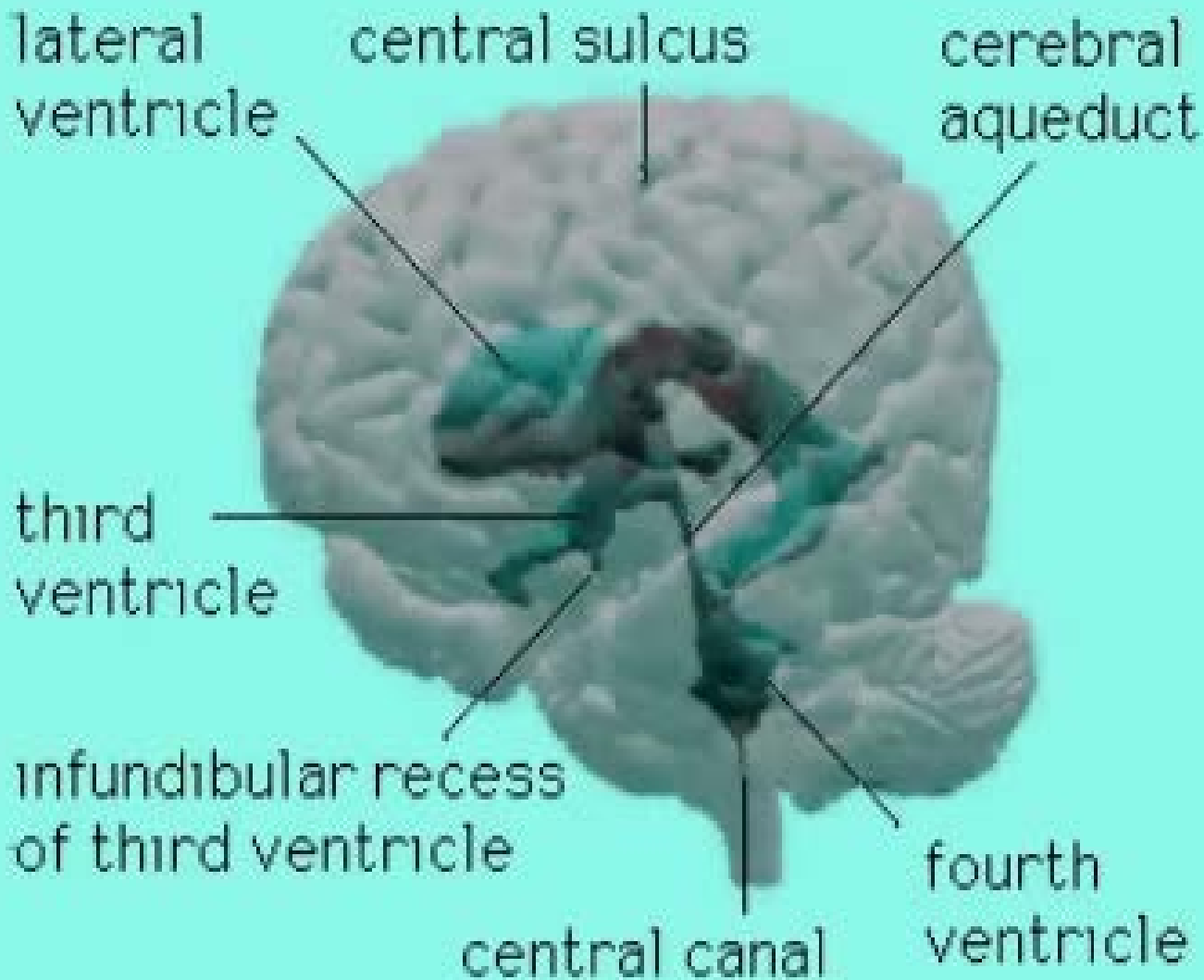
# Alexander Monro II

Edimburgo 1733 - 1817

Cognome e nome di tre medici scozzesi (padre, figlio e nipote) distinti con gli appellativi di M. primus (Londra 1697 - Edimburgo 1767), **M. secundus** (n. Edimburgo 1733 - m. 1817), il più importante, che si occupò dell'anatomia del cervello, dell'occhio, dell'orecchio e del sistema nervoso, e M. tertius (Edimburgo 1773 - Craiglockhart, Edimburgo, 1859). I M. tennero la cattedra di anatomia di Edimburgo per 126 anni.







NB: Scaricate  
il file  
**ventstrans2**  
dalla mia  
pagina web  
(VB)

Ventricoli cerebrali (**ventstrans2**) ( da: University of Washington Brain Atlas)

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/ventstrans.mov>

QUESTO LINK NON FUNZIONA Più !!!!!



# Formazione del Liquido Cerebro Spinale - LCS

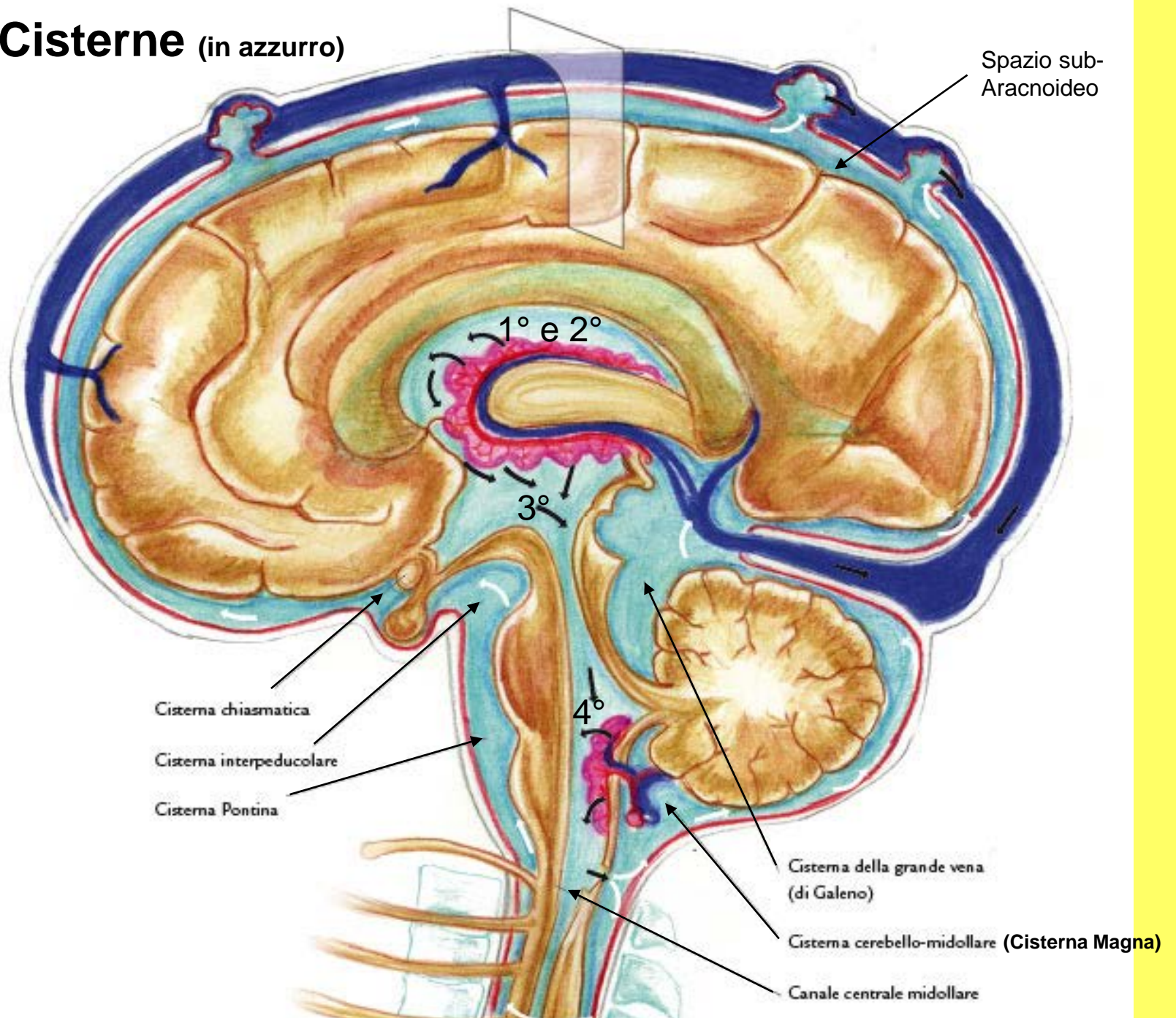
Viene prodotto dai **PLESSI CORIOIDEI**, costituiti da gomitoli di capillari rivestiti da cellule endodimali specializzate (*tanicitì*) unite da giunzioni serrate; essi sporgono con la pia madre nei ventricoli laterali (1° e 2°) e nel 3° e nel 4° ventricolo

- Due ampie pieghe del Plesso originano dal tetto del 3° ventricolo e attraverso i fori interventricolari di Monro si estendono nei ventricoli laterali 1° e 2°, ricoprendone il pavimento
- Un altro plesso si localizza sulla parete posteriore del 4° ventricolo

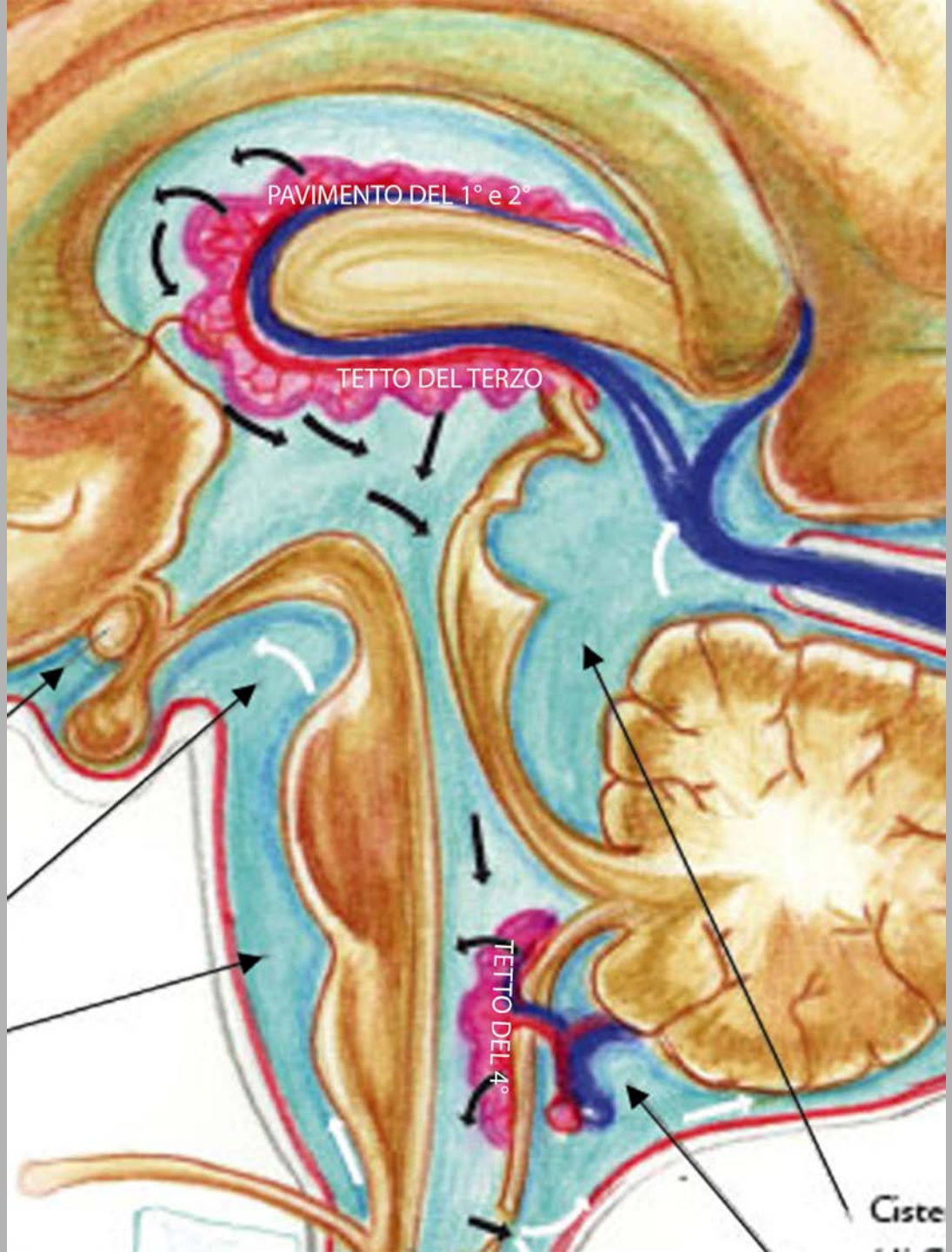
Attraverso una combinazione di **trasporto attivo e passivo**, le cellule endodimali che avvolgono i capillari secernono il LCS, che risulta essere piuttosto diverso nella sua composizione rispetto al plasma

**sanguigno** (La *composizione del liquor* è in equilibrio con quella del liquido extra-cellulare e riflette pertanto il metabolismo del tessuto cerebrale, simile a un ultrafiltrato del plasma; se ne differenzia per il *minor valore del pH e le minori concentrazioni di sodio, potassio, bicarbonati, calcio e glucosio*, mentre sono più elevate quelle di *magnesio e di cloro*. Vi sono inoltre *proteine, aminoacidi, acidi organici, urea, creatinina, lipidi, ormoni quali tiroxina, vitamine e cellule*.)

# Cisterne (in azzurro)



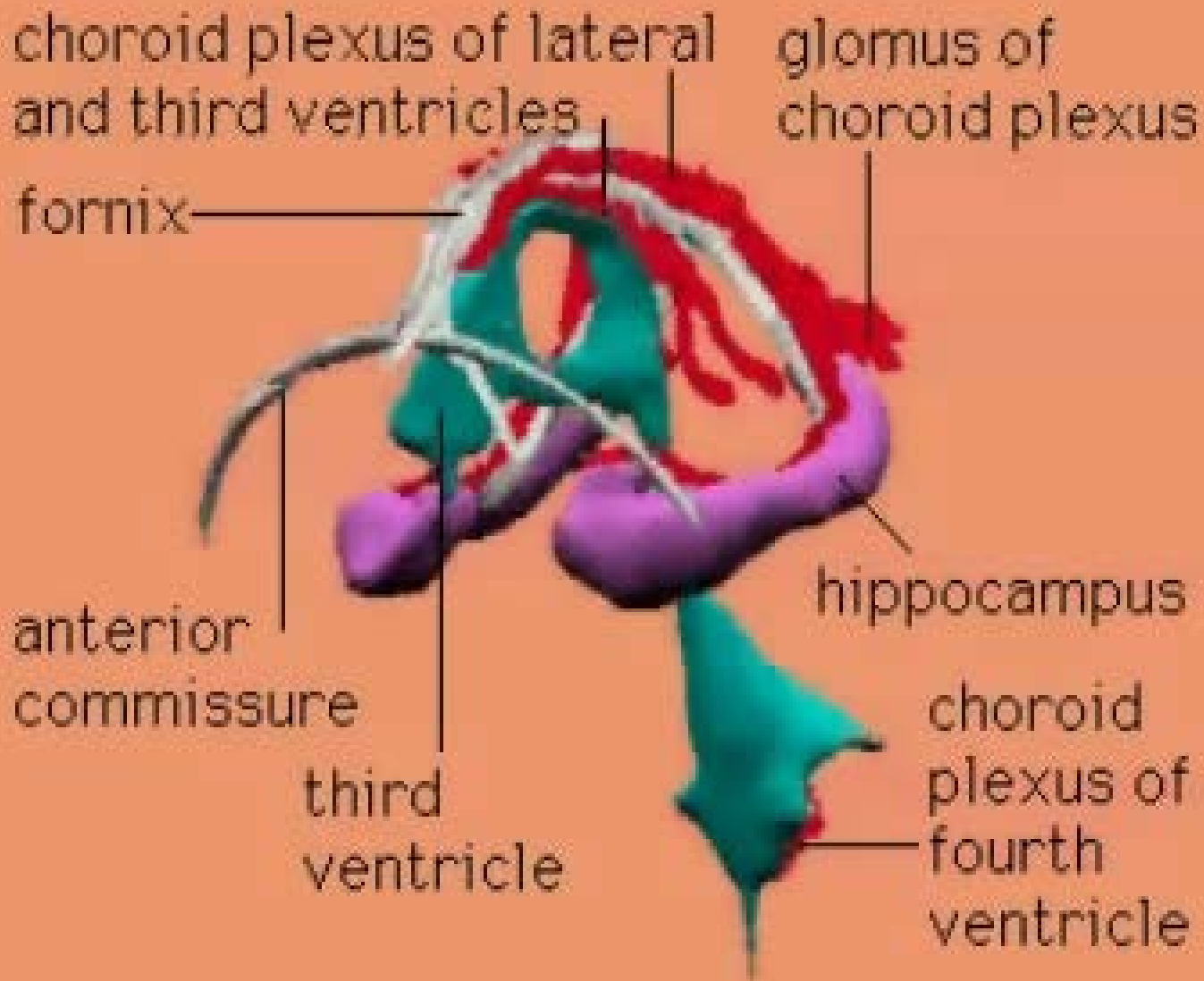






# CIRCOLAZIONE DEL LCS

- passa dai ventricoli laterali, attraverso il **forame interventricolare di Monro**, al 3° ventricolo, da questo nell'acquedotto di Silvio (mesencefalo), quindi nel 4° ventricolo
- una parte di LCS dal 4° ventricolo passa al canale centrale midollare.
- un'altra parte passa dal tetto del 4° ventricolo attraverso **un forame mediano (forame di Magendie)** e **due forami laterali (di Luschka)** e raggiunge la Cisterna Magna
- **Cisterna Magna (o cerebello-midollare)**: spazio attorno al bulbo, in continuazione con lo spazio subaracnoideo che circonda encefalo e midollo, dove viene drenato
- **Riassorbito (=drenato)** dai **Villi Aracnoidei (o Granulazioni Aracnoidee di Pacchioni)**, all'interno dei seni venosi della dura madre
- **I plessi corioidei producono circa 500 ml di LCS al giorno**. Nell'adulto la **quantità media circolante è di circa 150 ml** (25 nei ventricoli e 125 nello spazio subaracnoideo), quindi viene completamente rinnovato ogni 8 ore (3 volte al giorno)



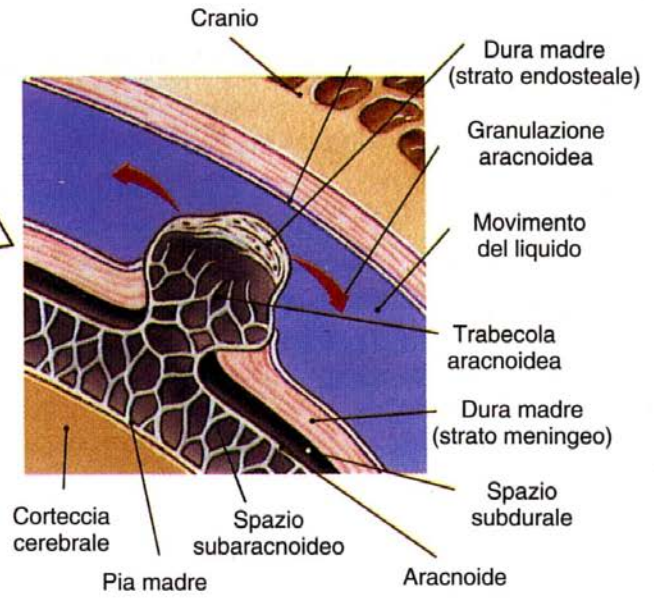
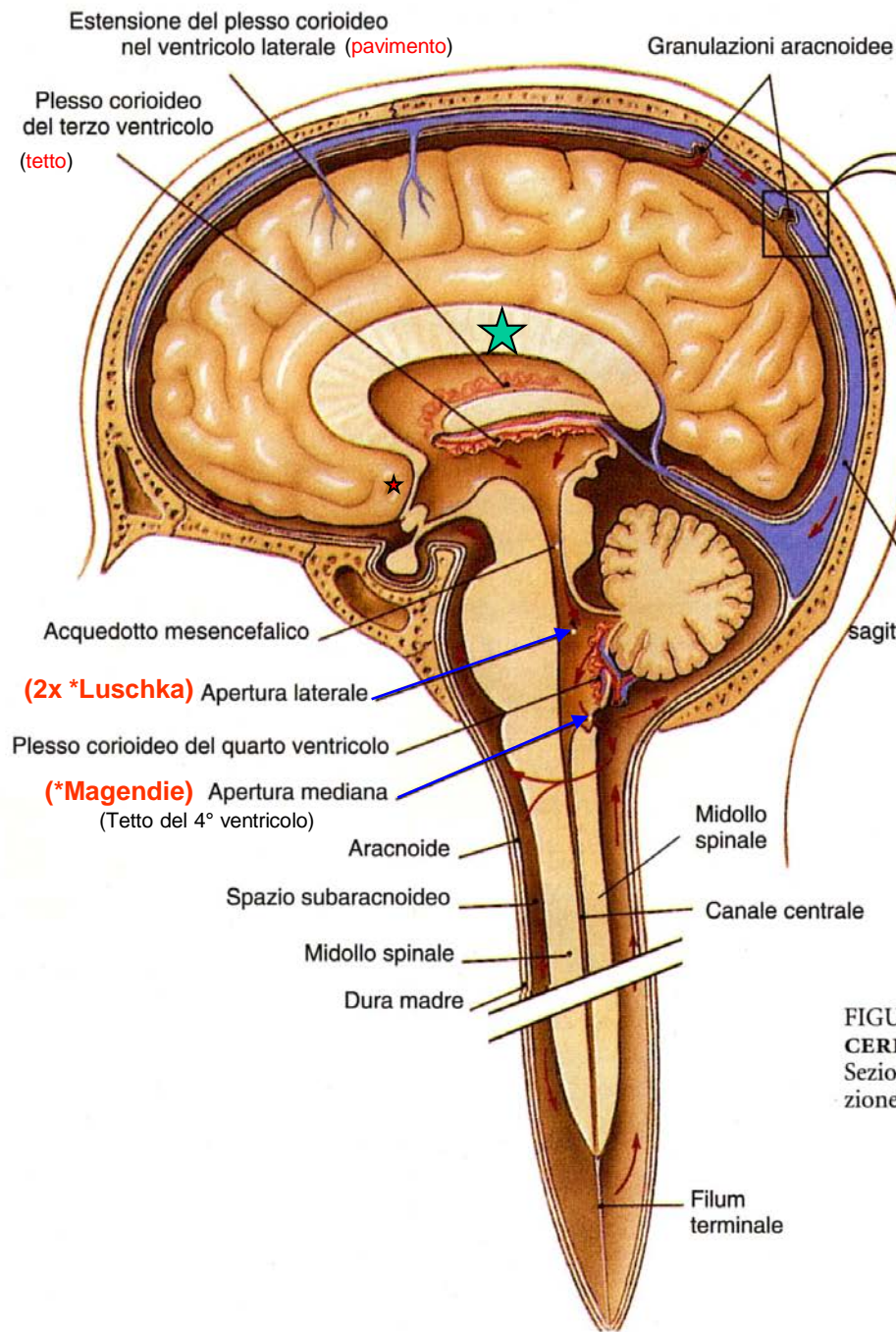
**Plessi  
corioidei  
in rosso**

Scaricate  
dalla mia  
pagina web  
il file:  
chorplex

**Plesso corioideo (in rosso)**

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/chorplex.mov>

Questo LINK NON FUNZIONA PIU'....



Seno sagittale superiore



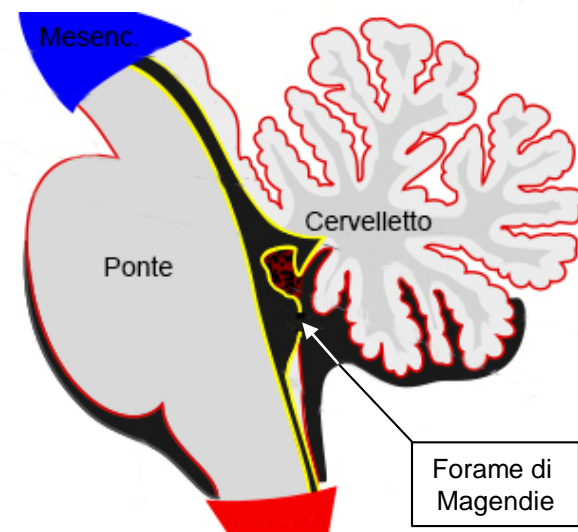
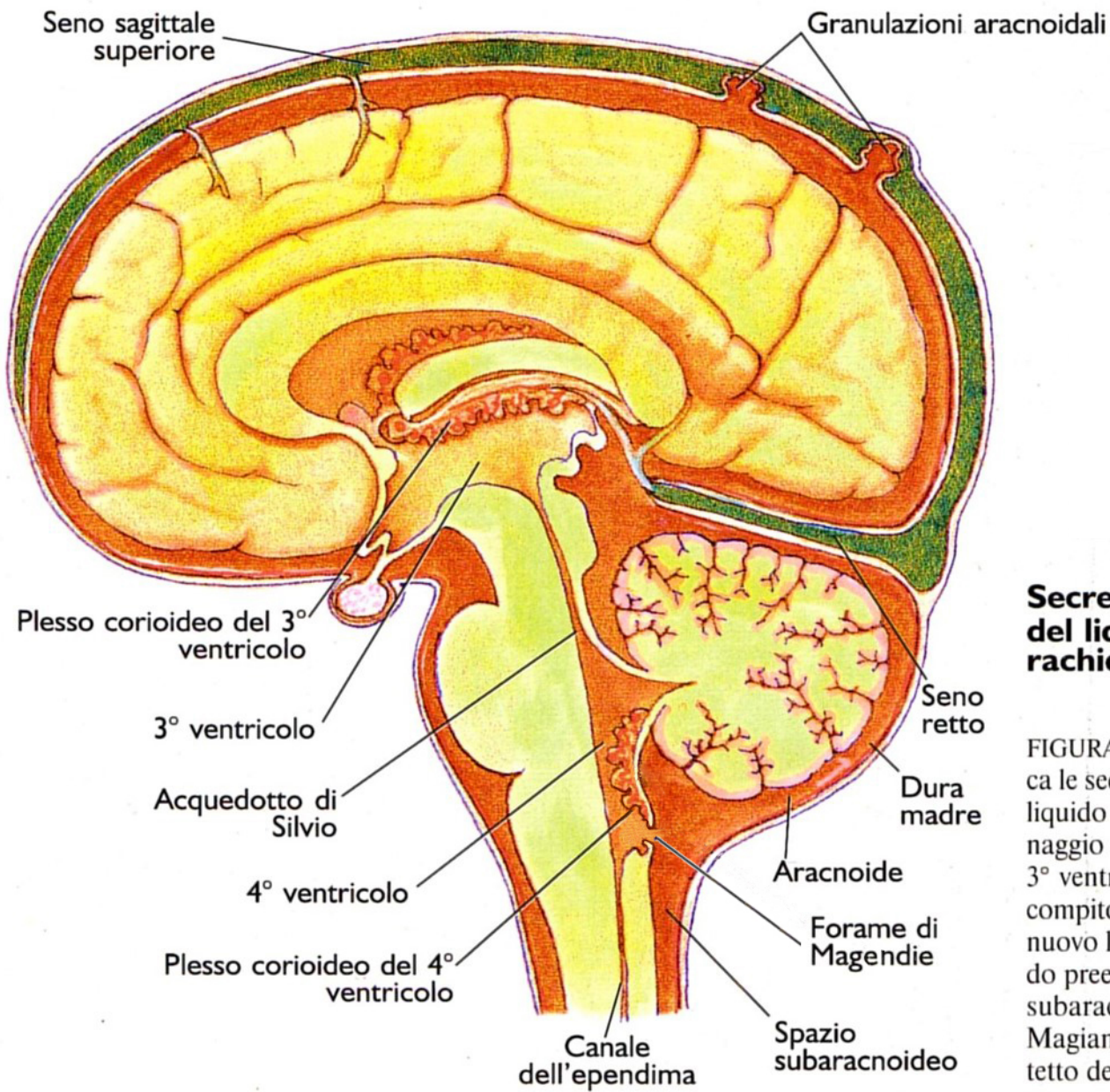
François Magendie



Herbert Von Luschka

**FIGURA 15.6 CIRCOLAZIONE DEL LIQUIDO CEREbroSPINALE**  
 Sezione sagittale che mostra le stazioni di formazione e la circolazione del LCS. Vedi MRI Scans 1d e 1e, nell'Atlante allegato.

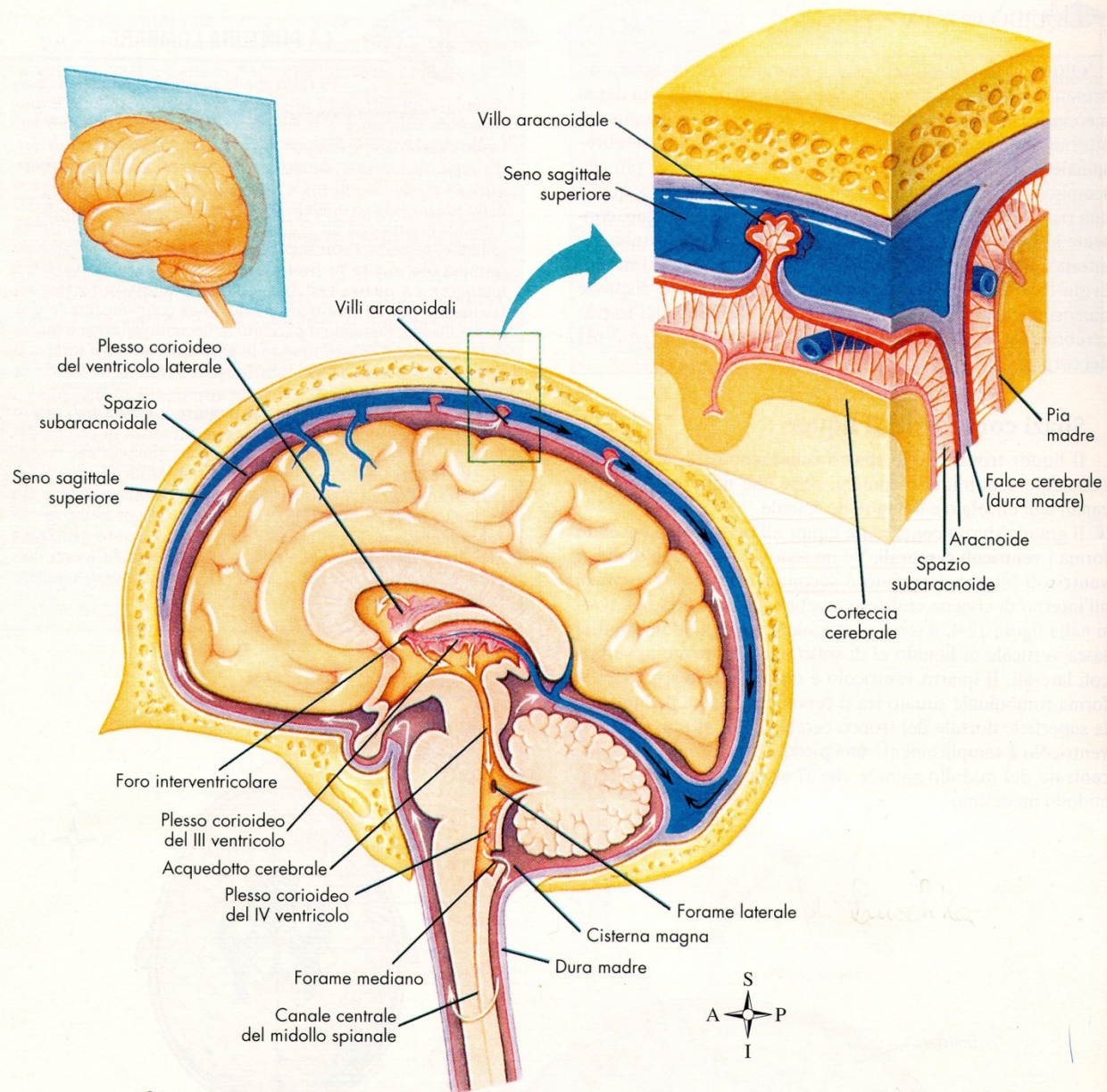




### Secrezione e smaltimento del liquido cefalo-rachidiano

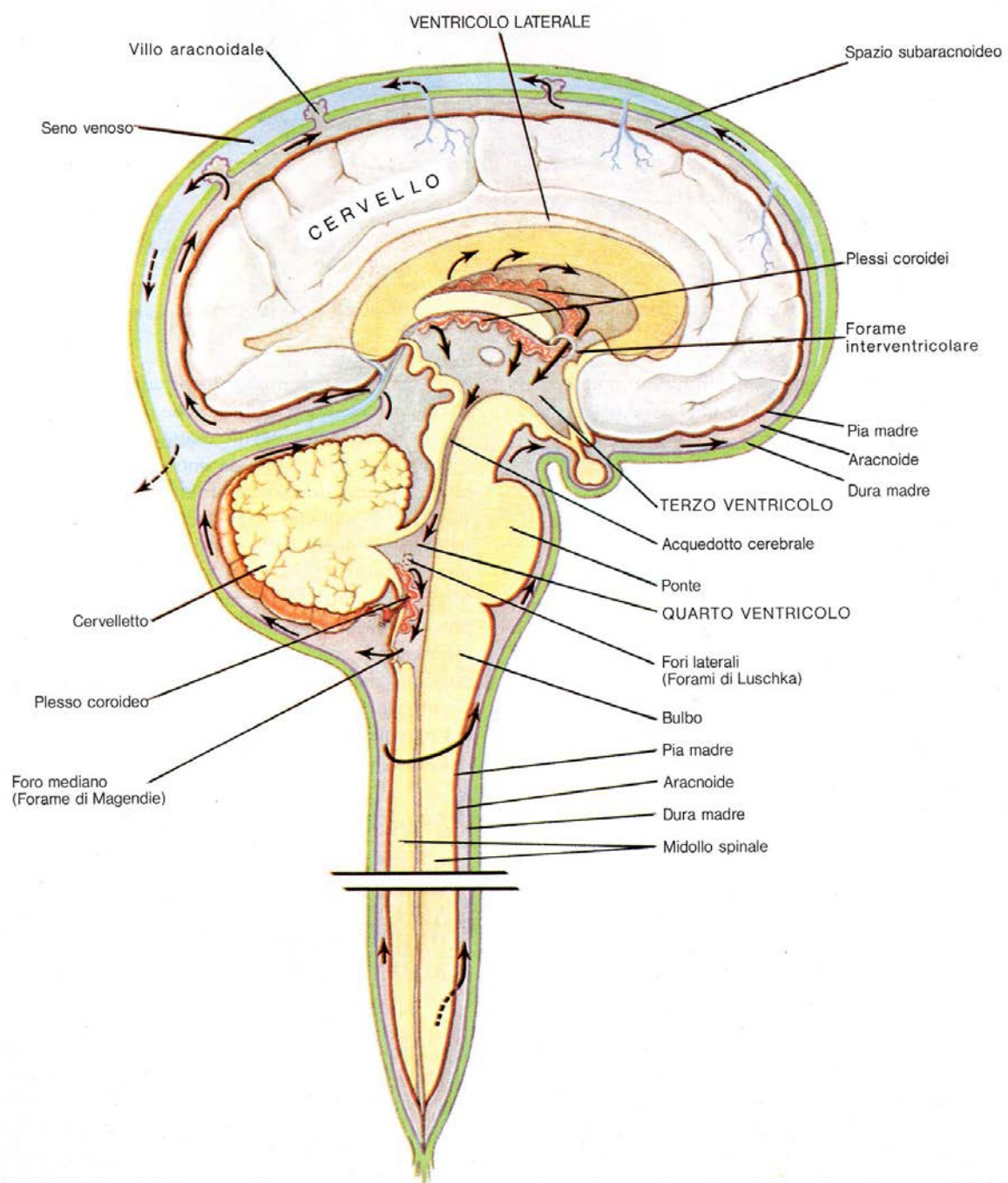
FIGURA 19-106. Diagramma schematico che indica le sedi di produzione e le sedi di smaltimento del liquido cefalo-rachidiano. La produzione è appannaggio dei plessi corioidei dei ventricoli laterali, del 3° ventricolo e del 4° ventricolo; lo smaltimento è compito delle granulazioni aracnoidali. Via via che il nuovo liquido cefalo-rachidiano si produce il liquido preesistente si sposta dai ventricoli nello spazio subaracnoideo passando attraverso il forame di Magendie ed i due forami di Lusk che perforano il tetto del 4° ventricolo.





**KEY**

**FIGURA 12-5 Flusso del liquido cerebro-spinal.** Il liquor è prodotto per filtrazione dal sangue dei plessi corioidei di ciascun ventricolo e fluisce caudalmente attraverso i ventricoli laterali dopo aver attraversato i forami interventricolari di Monro per passare nel terzo ventricolo; percorre poi l'acquedotto cerebrale del Silvio situato nel mesencefalo e raggiunge il quarto ventricolo. Qui giunto attraversa tre forami, il forame del Magendie e i due forami del Luschka per raggiungere lo spazio subaracnoideale e, attraverso di esso, i vasi venosi di drenaggio.

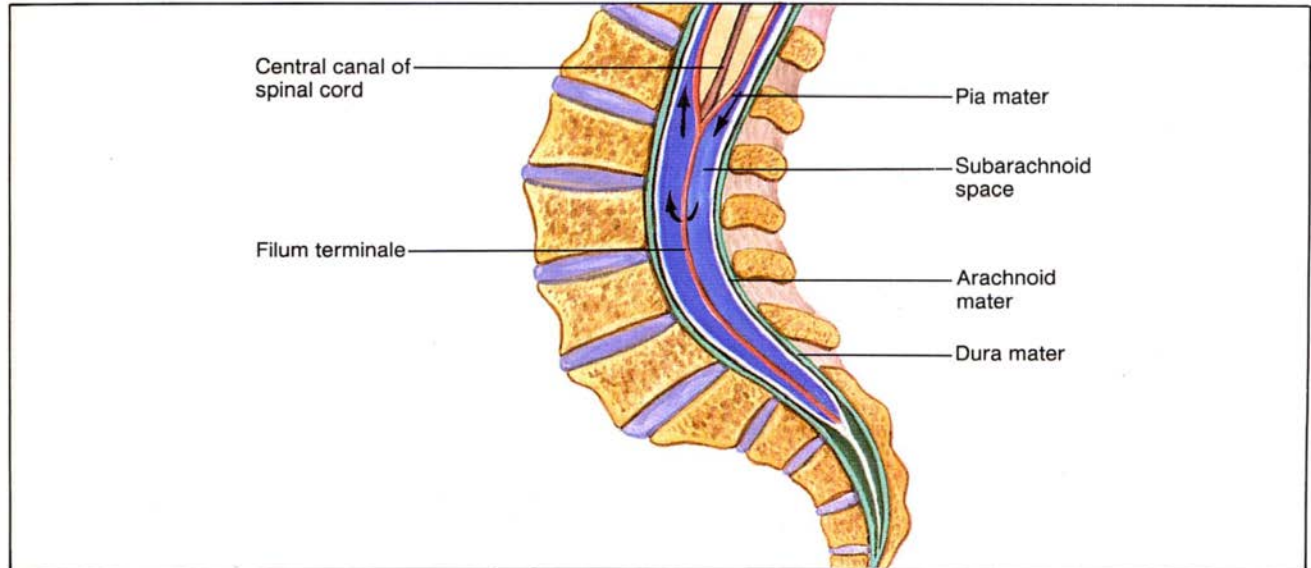
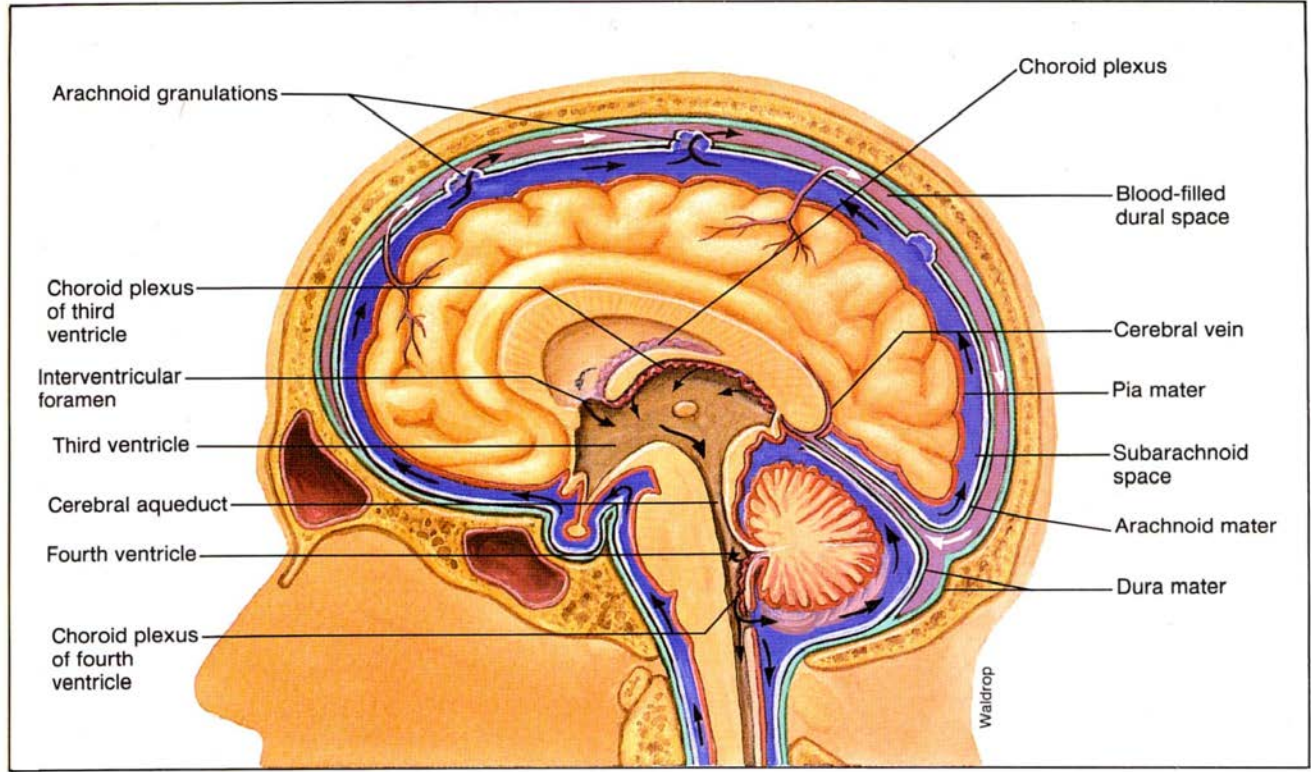


**Figura 3-11.** Sistema del liquido cerebrospinale e involucri meningei dell'encefalo e del midollo spinale. Le frecce indicano direzioni di flusso del liquido cerebrospinale.



Cerebrospinal fluid is secreted by choroid plexuses in the walls of the ventricles. The fluid circulates through the ventricles and central canal, enters the subarachnoid space, and is reabsorbed into the blood of the dural sinuses through arachnoid granulations.

# Circolazione LCS





**22 May 1733 – 2 October 1817-** He was a Scottish anatomist, physician and medical educator.

He is typically known as **Alexander Monro secundus** to distinguish him as the second of three generations of physicians of the same name. His students included the naval physician and abolitionist Thomas Trotter. Monro was from the distinguished Monro of Auchinbowie family. **His major achievements included, describing the lymphatic system, providing the most detailed elucidation of the musculo-skeletal system to date and introducing clinical medicine into the curriculum.** He is known for the Monro–Kellie doctrine on intracranial pressure, a hypothesis developed by Monro and his former pupil George Kellie, who worked as a surgeon in the port of Leith.

## François Magendie

**Oct. 6, 1783, Bordeaux - Oct. 7, 1855, Sannois**

French experimental physiologist who was the first to prove the functional difference of the spinal nerves. His pioneer studies of the effects of drugs on various parts of the body led to the scientific introduction into medical practice of such compounds as strychnine and morphine. In 1822 he confirmed and elaborated the observation by the Scottish anatomist Sir Charles Bell (1811) that the anterior roots of the spinal nerves are motor in function, while the posterior roots serve to communicate sensory impulses.

Appointed professor of medicine at the *Collège de France*, Paris (1831), Magendie was one of the first to observe anaphylaxis (an exaggerated reaction by an animal to the injection into its blood of a foreign protein) when he found (1839) that rabbits able to tolerate a single injection of egg albumin often died following a second injection. Founder of the first periodical of experimental physiology, *Journal de Physiologie Expérimentale* (1821), Magendie greatly influenced the intellectual development of the renowned French physiologist Claude Bernard, one of his students (1841-43). Magendie was elected to the French Academy of Sciences in 1821 and served as its president in 1837.





**Herbert Von Luschka: (Konstanz 1820 - Tübingen 1875).** was a German anatomist. He lent his name to several structures, including the foramina of Luschka, Luschka's crypts, Luschka's joints, and Ducts of Luschka. His name is also associated with Luschka's law, a anatomical rule concerning location of the ureters.[1]

He began studying medicine, initially pharmacology, in 1841 at the University of Freiburg and the University of Heidelberg. In 1845 he became an assistant to Louis Stromeyer in Freiburg, then moved in 1849 to the University of Tübingen, where he was a lecturer and associate professor until being appointed a full professor of anatomy in 1855. A manuscript copy of lectures on surgical anatomy that he gave in Tübingen forms part of the Manchester Medical Manuscripts Collection held by special collections at the University of Manchester with the reference MMM/23/211. He gained a noble title and began using von in his name in 1865.

His work particularly concerned the need for anatomy to be connected in a practical manner to medicine and surgery. His *Anatomie des Menschen in Rücksicht auf das Bedürfnis der praktischen Heilkunde* (1862–69; "Human Anatomy in Consideration of the Needs of Practical Medicine") aimed to provide such a link. He promoted the use of anatomical information in surgery, for example to manipulate internal organs using long needles before cutting the body open, and was one of the first to conduct detailed research on normal corpses (rather than only diseased or anomalous ones), publishing a series of detailed books covering specific aspects of anatomy, such as the nerves of the hands and the blood vessels of the brain.



**Antonio Pacchioni: (Reggio nell'Emilia 1665 - Roma 1726).**

Medico e anatomista Trasferitosi a Roma nel 1689, esercitò la pratica medica nell'ospedale di S. Giovanni e in quello della Consolazione. Sotto la guida di M. Malpighi, a Roma dal 1691, coltivò l'anatomia, interessandosi in particolare della struttura e della funzione della dura madre. *Granulazioni di Pacchioni*: corpuscoli bianco-grigiastri che si sviluppano nelle meningi a spese dell'aracnoide

(Reggio Emilia 1665 - Roma 1726) was an Italian scientist and anatomist, who focused chiefly on the outermost meningeal layer of the brain, the dura mater.

*Paccioni's granulations* (or pacchionian bodies), where the arachnoid layer protrudes through the dura, are named for him (although they are now generally known as arachnoid granulations).

Pacchioni was born in Reggio Emilia, where he would later attend university. He received his degree in medicine in 1688, and left for Rome in 1689. Antonio Pacchioni was born in Reggio Emilia and studied medicine at the University of his native city, obtaining his degree on April 25, 1688. In 1689 he went to Rome to devote himself to anatomy in particular. He was a friend and student of Marcello Malpighi (1628-1694), who lived in Rome from 1691 to 1694. First attending the Santo Spirito Hospital, he was assistant physician at the Ospedale della Consolazione from May 26, 1690 to June 3, 1693, and then remained for six years in Tivoli as the town doctor.

In 1699 Pacchioni returned to Rome and established a successful medical practice. He later became head physician at the Hospital of San Giovanni in Laterano and then at the Osepedale della Consolazione. In Rome he made the acquaintance of the clinician and botanist Giovanni Maria Lancisi (1654-1720), with whom he collaborated in the publication of the anatomical plates of Eustachius in 1714.

Pacchioni's most important works particularly concerned the anatomy and function of the dura mater. His first dissertation on this dates from 1701 on, the most important being *Dissertatio epistolaris de glandulis ...* (1705) in which he described the arachnoidal granulations which are named after him.



# Vascolarizzazione dell'encefalo

Il sangue giunge all'encefalo attraverso le **arterie carotidi interne** (metà anteriore del cervello) e le **arterie vertebrali** (che entrano dal forame magno e **si fondono a dare l'arteria basilare** sotto al bulbo), e lo lascia tramite le **vene giugulari interne**

Le carotidi interne e l'arteria basilare sono interconnesse da un **circolo anastomotico ad anello, il Circolo di Willis**. In tal modo il cervello può ricevere sangue sia dalle arterie carotidi che dalle arterie vertebrali garantendo l'irrorazione

**Thomas Willis**, (Great Bedwyn, Wiltshire GB 1621-1675)



# Principali vasi sanguigni da e per l'encefalo

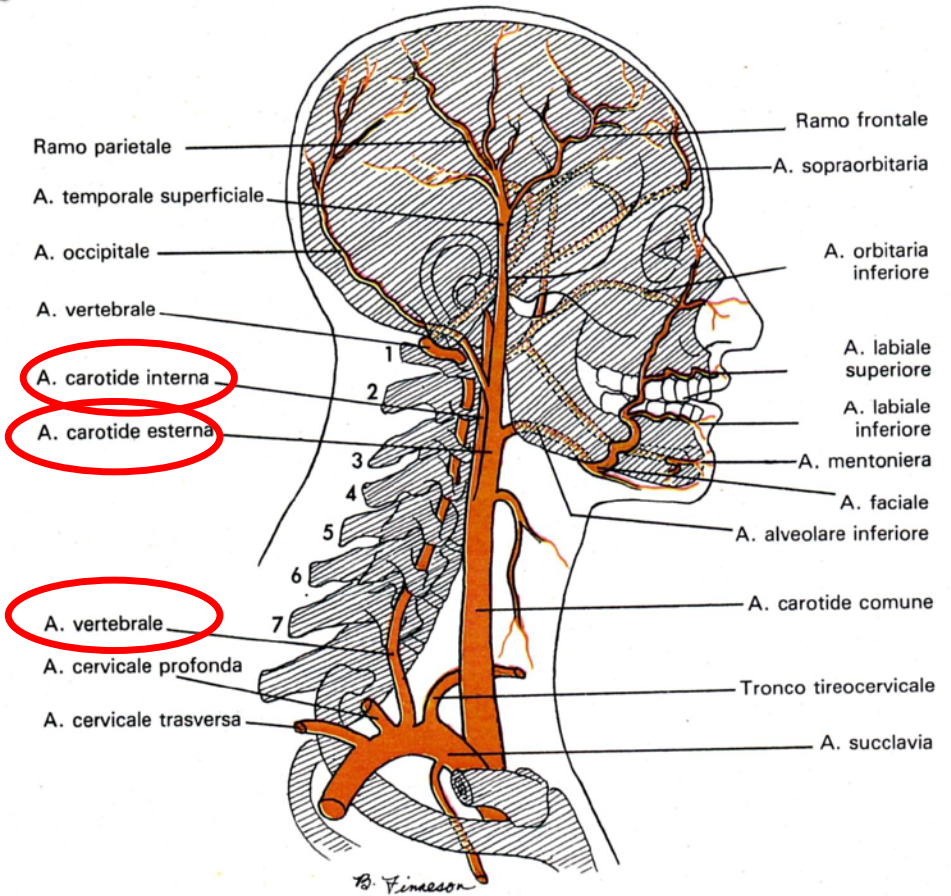


Fig. 11-19. Rappresentazione schematica delle arterie del sistema nervoso, della testa e della faccia

Carotidi esterne  
Carotidi interne  
Arterie vertebrali

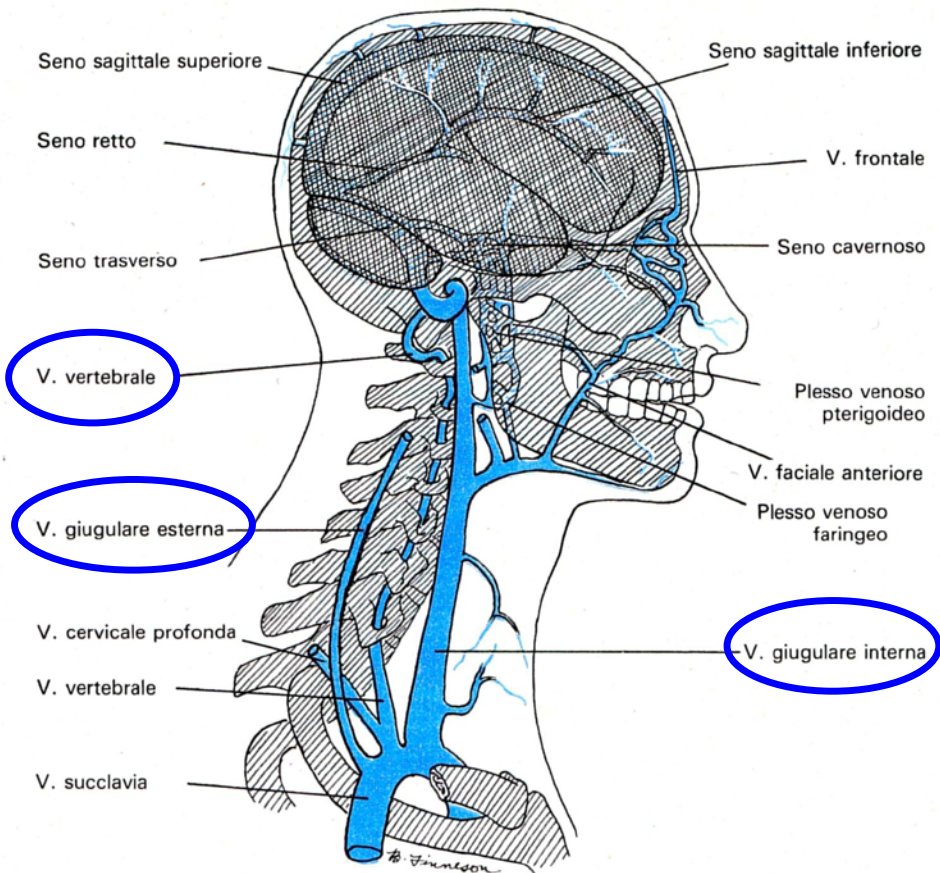
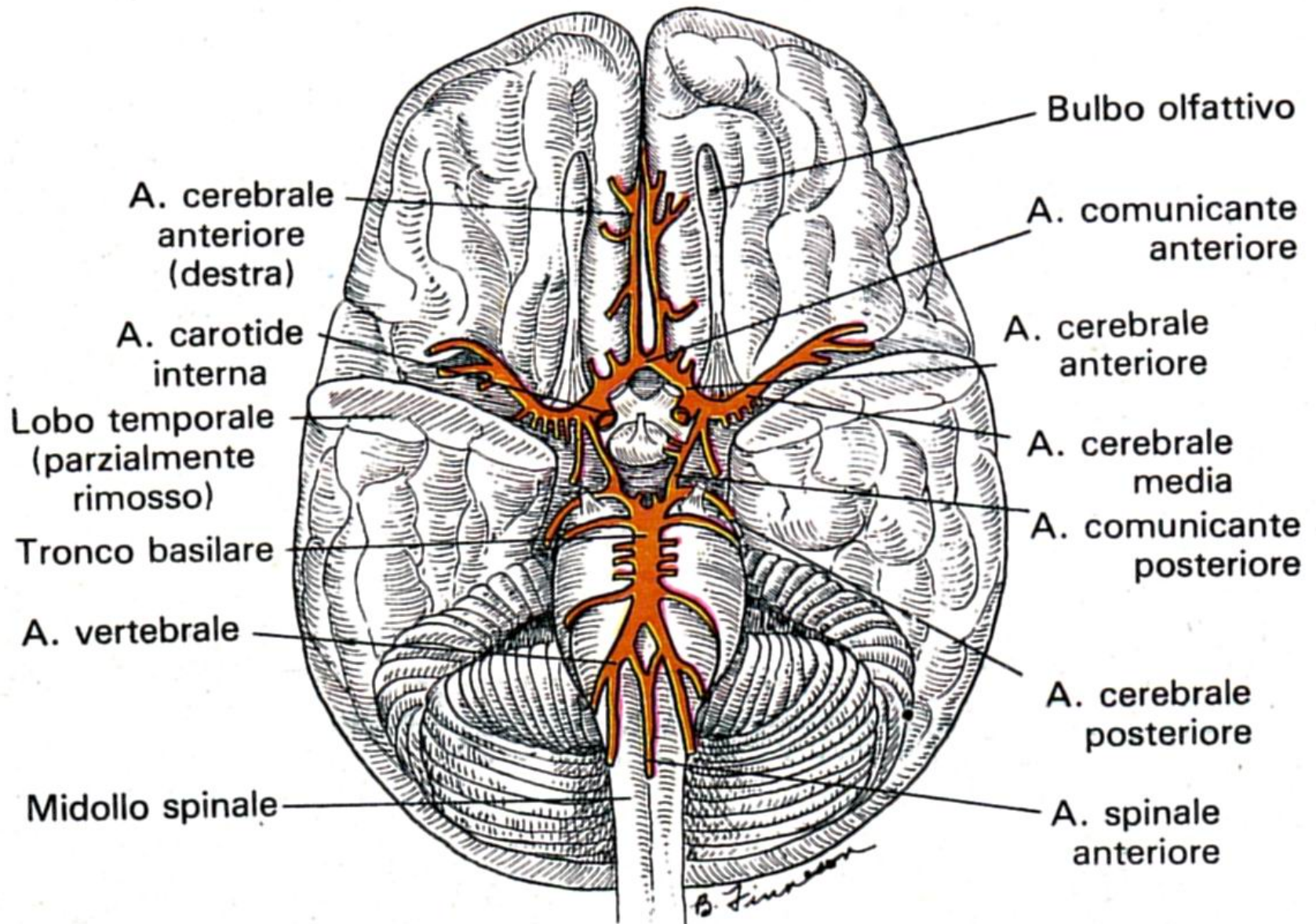


Fig. 11-21. Le vene che drenano il sangue dal sistema nervoso, dalla testa e dalla faccia.

Vene giugulari interne  
Vene giugulari esterne  
Vene vertebrali





**Fig. 11-20.** L'esagono arterioso di Willis.



Lezione

Encefalo:  
Tronco cerebrale

# L'ENCEFALO SI DIVIDE IN :

-Tronco cerebrale { bulbo (o midollo allungato) dal mielencefalo  
ponte (dal metencefalo)  
mesencefalo

- Cervelletto (dal metencefalo) + PONTE

- Encefalo { diencefalo (\*)  
telencefalo

# STRUTTURA DEL TRONCO CEREBRALE

Si continua la descrizione risalendo dal midollo verso le parti superiori

Il Tronco cerebrale consiste delle seguenti 3 parti:

{	<b>Bulbo</b>	parte più caudale
	<b>Ponte</b> (di Varolio)	sopra al bulbo e sotto il mesencefalo
	<b>Mesencefalo</b>	parte più craniale

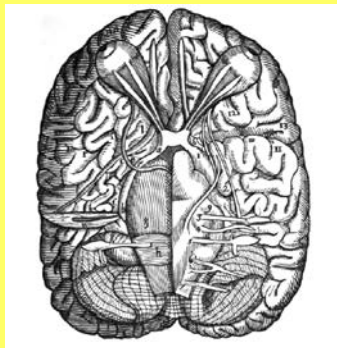


Tavola anatomica del cervello tratta dall'opera "De Nervis Opticis" (1573).

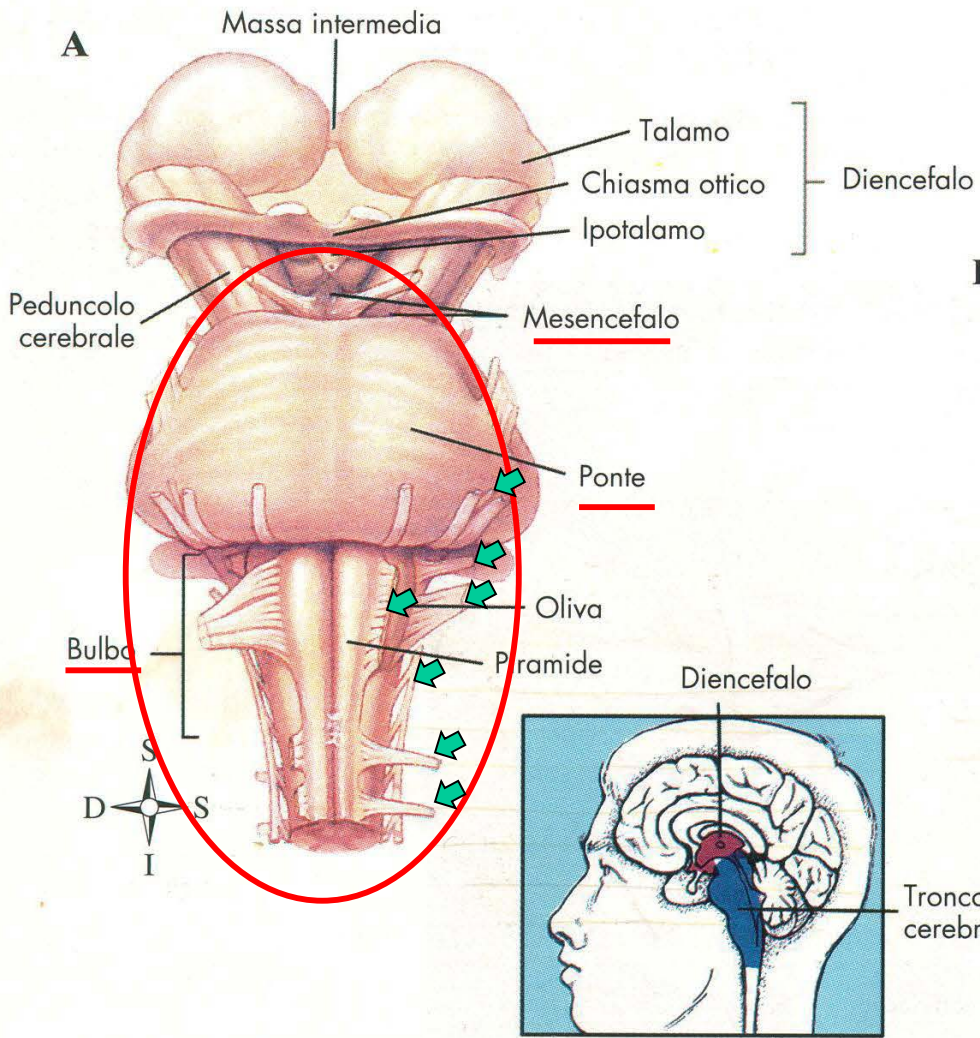
Il lavoro a cui si deve la fama maggiore di Varolio è quello sui **nervi cranici**. Egli fu il primo a esaminare il cervello a partire dalla sua base verso l'alto, contrariamente alle dissezioni fino allora condotte, eseguite in senso inverso. Nel 1573 pubblicò questo nuovo metodo di eseguire la dissezione del cervello, che prevede la separazione del cervello dalla scatola cranica e la sua dissezione a partire dalla base. A Varolio si deve la prima descrizione di molte strutture cerebrali, compreso il ponte o pons Varolii e i crura cerebri, nonché la valvola ileo-ciecale.

Un'altra area a cui rivolse l'interesse è il meccanismo della funzione erettile. Benché i muscoli erectores penis (ovvero i muscoli bulbospongiosi e ischiocavernosi) fossero già stati descritti da Galeno nel II secolo d.C., se ne era perduta la conoscenza ai tempi di Varolio, che li riscoprì fornendo anche una descrizione sorprendentemente accurata del meccanismo dell'erezione, anche se la sua impropria attribuzione del fenomeno a dei "muscoli erettori" continuò ad essere accolta dalla maggior parte degli anatomisti per i successivi tre secoli.

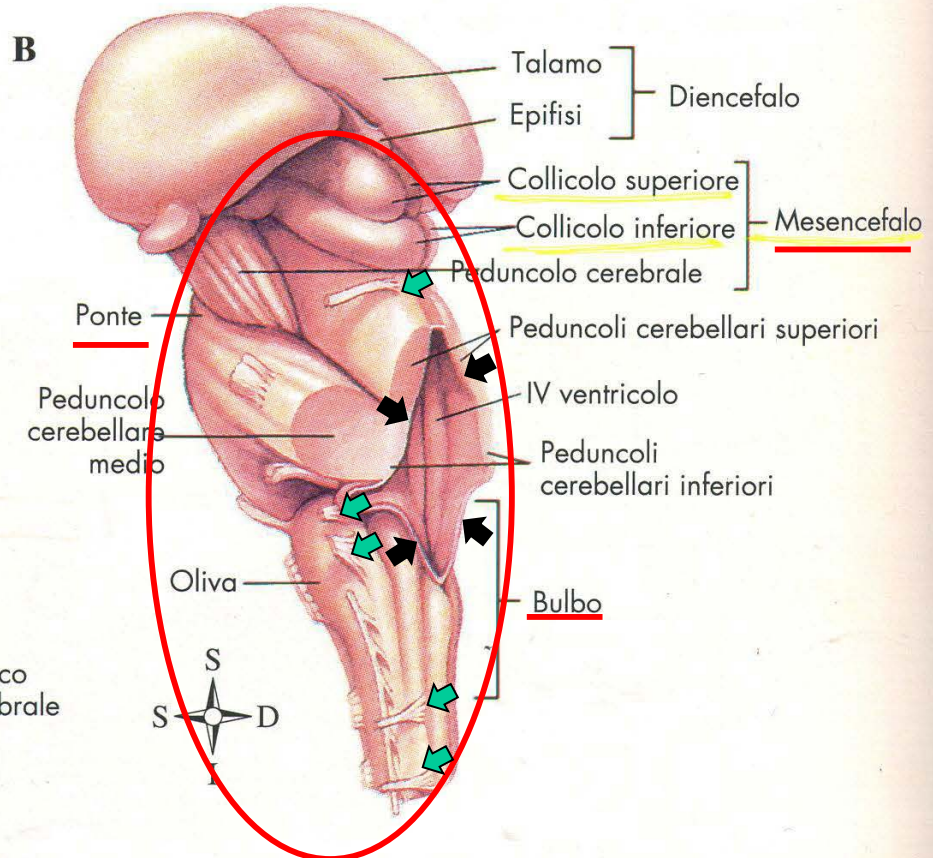


Costanzo Varolio  
Bologna 1543 – Roma 1575



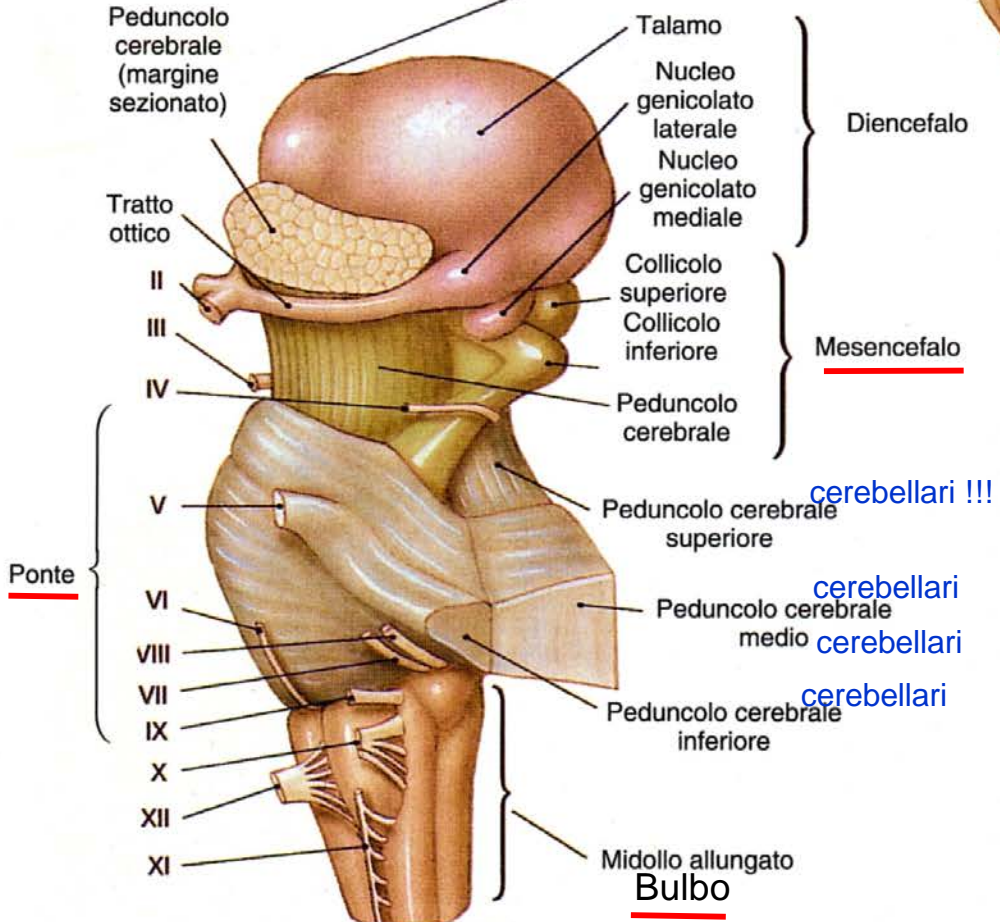
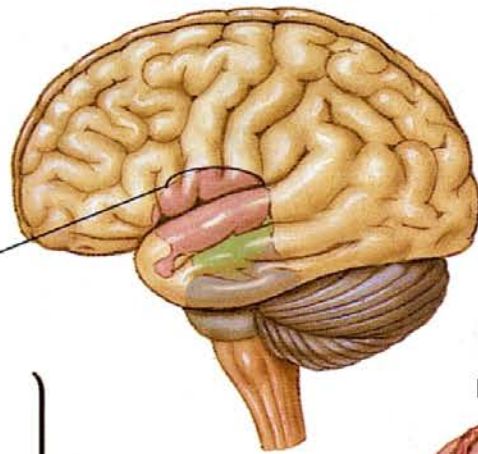


- Emergenze dei nervi cranici
- ➡ Confini del 4° ventricolo

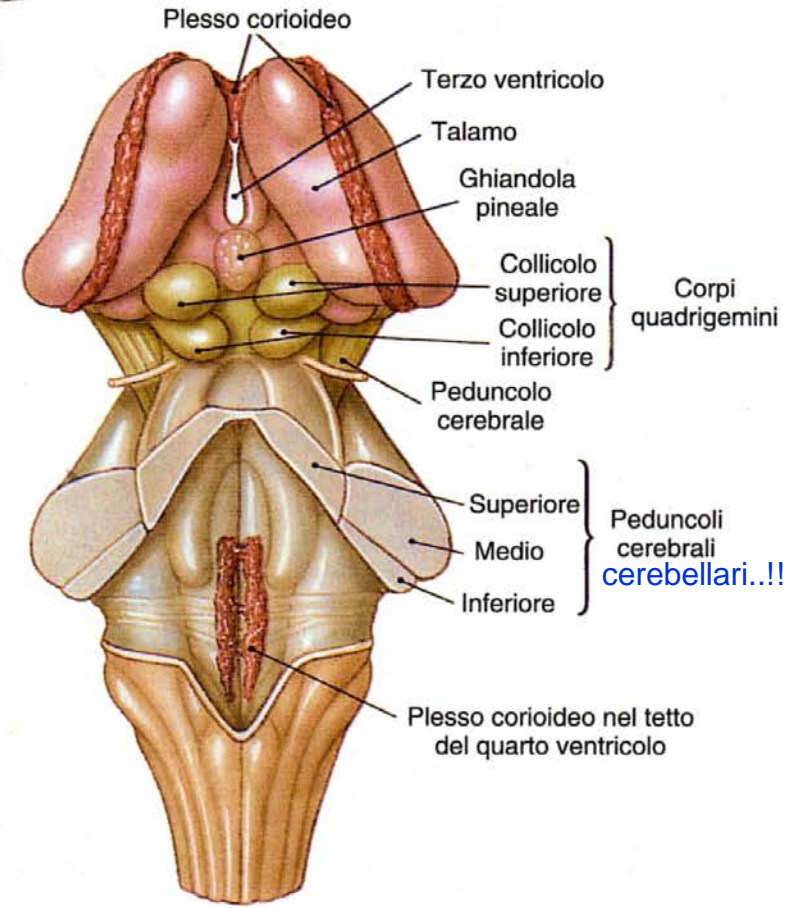


**KEY**

**FIGURA 12-9 Tronco cerebrale e diencefalo. A, superficie ventrale. B, superficie dorsale (posizionata per mettere in evidenza anche la faccia laterale).**

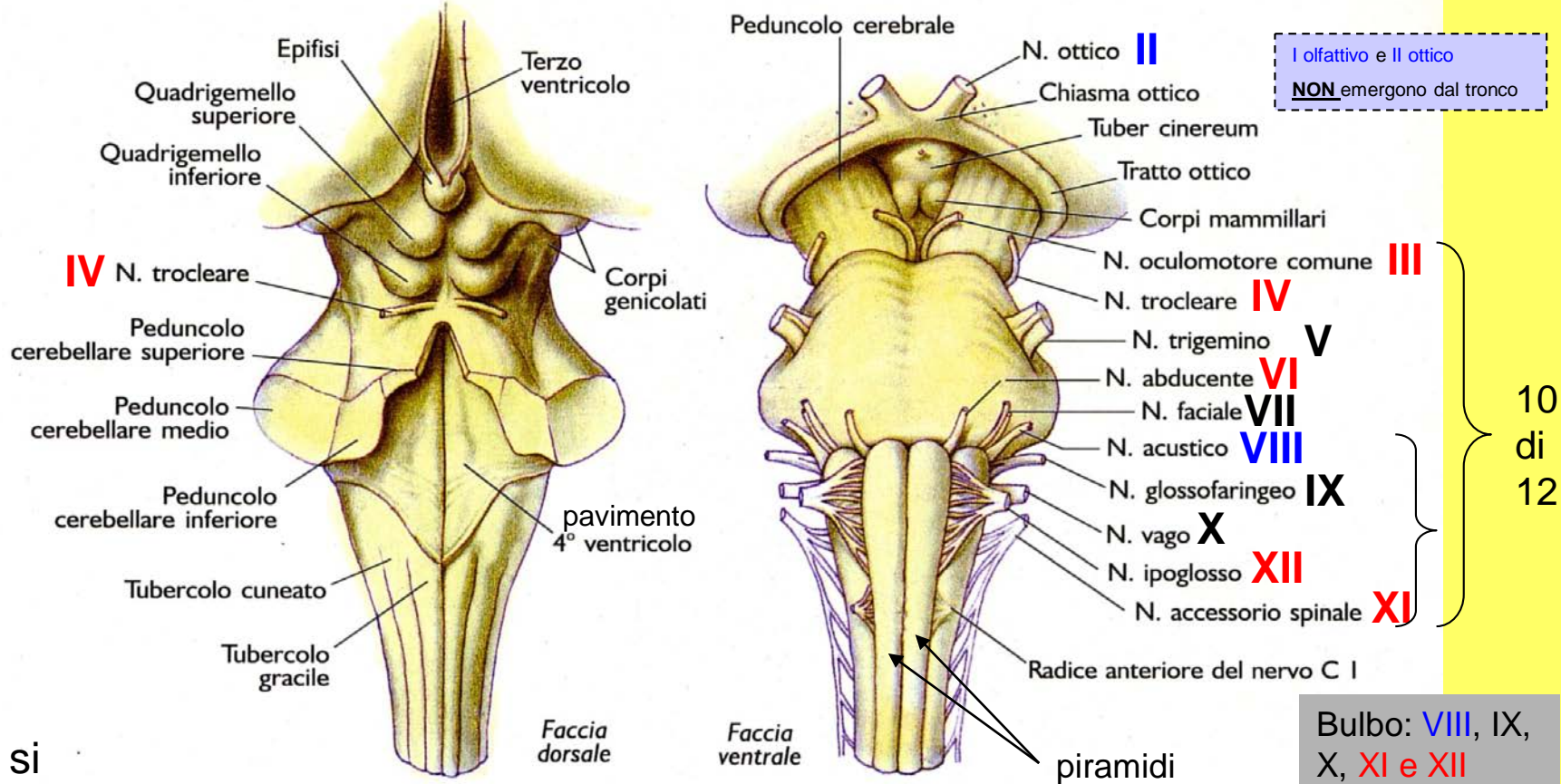


(a) Veduta laterale



(c) Veduta posteriore





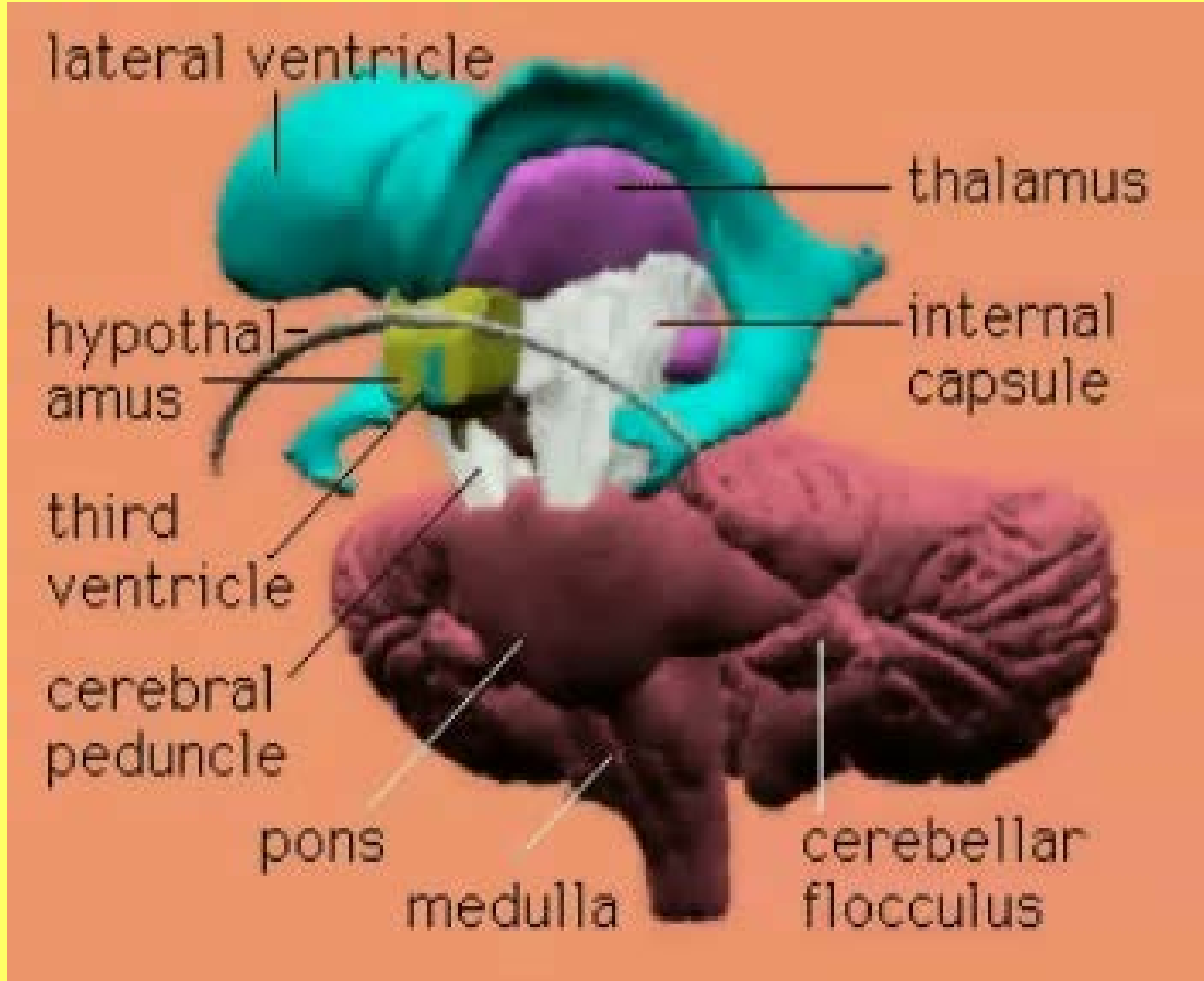
Questa si

**Tronco dell'encefalo**

FIGURA 19-50. Le due immagini mostrano l'aspetto delle superfici dorsale e ventrale del tronco encefalico dopo eliminazione del cervello e del cervelletto. Il tronco encefalico rappresenta l'asse al di sopra del quale si solleva in avanti il *cervello* e posteriormente il *cervelletto*. Costituisce la diretta continuazione del *midollo spinale*, rappresenta la via di transito per le grandi vie sensitive e motorie e per le vie più brevi che mettono in relazione i *centri cerebrali* con quelli *cerebellari* ed è ricco di nuclei sensitivi e motori. Viene suddiviso in tre segmenti rappresentati dal midollo allungato o bulbo, dal ponte di Varolio e dal mesencefalo. Tali segmenti sono meglio distinguibili sulla superficie ventrale. Dal tronco emergono almeno 10 delle 12 paia di nervi cranici; solo i nervi olfattori ed i nervi ottici non hanno relazione diretta con il tronco. Delle 10 paia 9 emergono dalla superficie

ventrolaterale del tronco ed uno solo dalla superficie dorsale. La immagine di sinistra relativa alla superficie dorsale del tronco è caratterizzata al centro da una regione losangica che corrisponde al pavimento del quarto ventricolo; nella stessa immagine sono visibili, dorsalmente al mesencefalo, i rilievi dei quadrigemelli anteriori e posteriori e la ghiandola pineale. La immagine di destra relativa alla superficie ventrale mostra il robusto rilievo trasversale del ponte ed i due peduncoli cerebrali che, divaricandosi a V, delimitano uno spazio triangolare nel quale fanno rilievo il *tuber cinereum* e i due *tubercoli mammillari* che fanno parte del diencefalo. Il vertice del triangolo è contrassegnato dalla emergenza dei due oculomotori comuni; la base corrisponde al chiasma dei nervi ottici.





Tronco cerebrale - Brainstem

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/brainstem.mov>

# FUNZIONI DEL TRONCO CEREBRALE

Presiede a funzioni sensitive, motrici e riflesse

- ❑ vi passano i **tratti spino-talamici (sensitivi)**
- ❑ vi terminano i **fascicoli gracile e cuneato** e i **tratti spino-reticolari**
- ❑ vi passano i **tratti cortico-spinali** e **reticolo-spinali**
- Contiene Nuclei Propri (del bulbo, pontini e mesencefalici) x attività viscerali
- Contiene i Nuclei di 10 (dei 12) nervi cranici
- Emergono 10 paia (delle 12) di nervi cranici
- Contiene (nella sost. reticolare) **Centri Nervosi di primaria importanza** come il **Centro Cardiaco**, il **Centro Vasomotore** e il **Centro Respiratorio** (lungo il tronco)
- Altri **Centri** nel bulbo controllano **riflessi d'importanza Non Vitale**, come il Vomito, la Tosse, lo Starnuto, il Singhiozzo e lo Sbadiglio (difesa...
- Nel mesencefalo e ponte: **Centri per i Riflessi Pupillari** e per il **Movimento del Bulbo Oculare**.

# **BULBO o midollo allungato** (*medulla oblongata*)

Connette il midollo spinale all'encefalo e molte sue funzioni sono correlate a tale connessione. Corrisponde al Mielencefalo embrionale

- Situato subito al di sopra del forame occipitale, lungo circa 3 cm

-- Contiene: Tratti di fibre ascendenti e discendenti, Nuclei di alcuni nervi cranici (VIII, IX, X, XI e XII), Nuclei propri specifici (Nuclei del Bulbo) e una parte della **Sostanza Reticolare**

-- Differisce molto dal midollo spinale nella sua struttura interna, con una concentrazione dei nuclei intorno al canale centrale

- Separato dal ponte da un solco trasversale (*solco bulbopontino*)

-- I Nuclei del Bulbo possono essere:

a) stazioni intermedie lungo vie sensoriali o motorie

b) nuclei sensoriali o motori associati a nervi cranici

c) nuclei associati al controllo autonomo (*vegetativo*) di attività viscerali



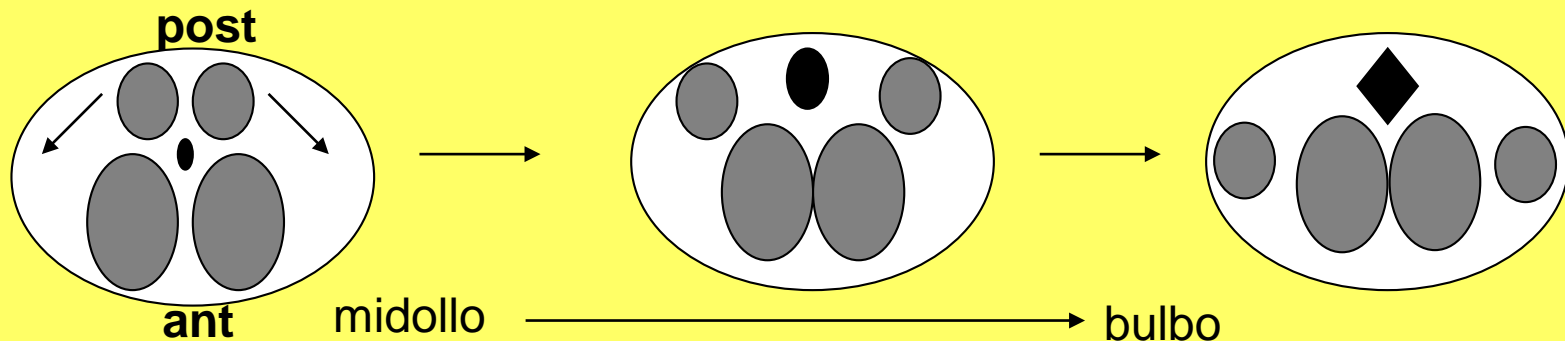
## Bulbo: anatomia macroscopica

E' formato da **sostanza grigia**, **sostanza bianca** e da **diversi nuclei sparsi**, alcuni dei quali appartengono alla **Formazione Reticolare**

Inferiormente verso il midollo è simile a questo nella disposizione di Sost.Gr e Sost.Bi, mentre superiormente la Sost. grigia viene attraversata da fibre mieliniche che ne scompaginano la struttura

Il profondo cambiamento strutturale è dovuto anche allo **spostamento del canale ependimale** (●) che si porta dorsalmente per aprirsi a dare il 4° ventricolo, lasciando posto alle formazioni grigie delle corna anteriori.

Di conseguenza i nuclei anteriori diventano + mediali e quelli posteriori si spostano lateralmente



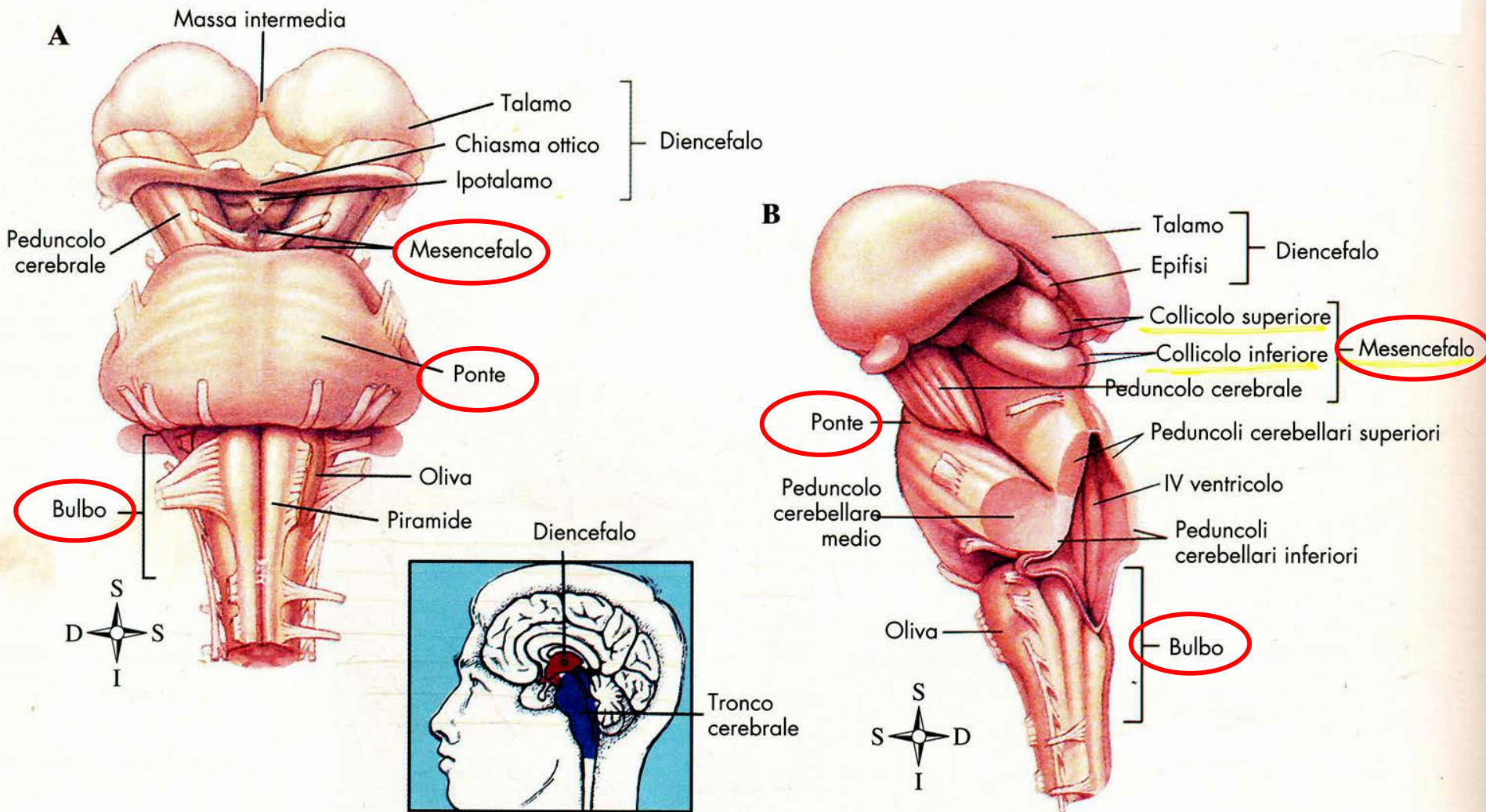
- Sulla superficie ventrale presenta due rilievi, le **Piramidi** (formate dalle fibre dei tratti piramidali) → trasporto **impulsi motori volontari** dalla corteccia telencefalica verso i motoneuroni del tronco e del midollo spinale (specialm. i **movimenti raffinati** → es. pollice opponibile).

**L'80% DELLE FIBRE PIRAMIDALI SI INCROCIA A LIVELLO DEL BULBO (Decussazione delle piramidi), il che spiega il controllo della parte controlaterale del corpo da parte degli emisferi**

- Ai lati del bulbo, sempre ventralmente, sono presenti due rilievi ovoidali, le **Olive (nuclei olivari)**, con neuroni coinvolti nell'**equilibrio**, la **coordinazione dei movimenti** (conness. col cervelletto) e l'**elaborazione di stimoli acustici**
- Nella **Formazione Reticolare** sono presenti diversi **NUCLEI** (o gruppi di neuroni), **CENTRI** di controllo **Cardiaci**, **Respiratori**, **Vasomotori**  
→→→→→→ regolaz. ritmo cardiaco, / **respiro**, / **pressione arteriosa**.

## visione Ventrale (anteriore)

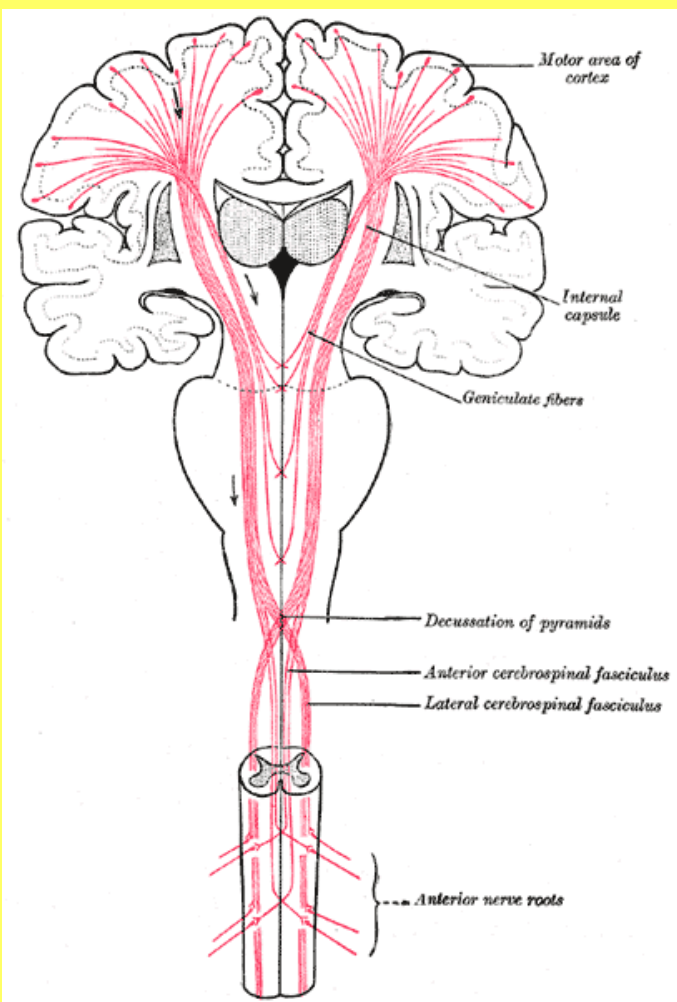
## visione Dorso-laterale



**FIGURA 12-9** Tronco cerebrale e diencefalo. **A**, superficie ventrale. **B**, superficie dorsale (posizionata per mettere in evidenza anche la faccia laterale).







## Vie Piramidali

## Nuclei del Bulbo

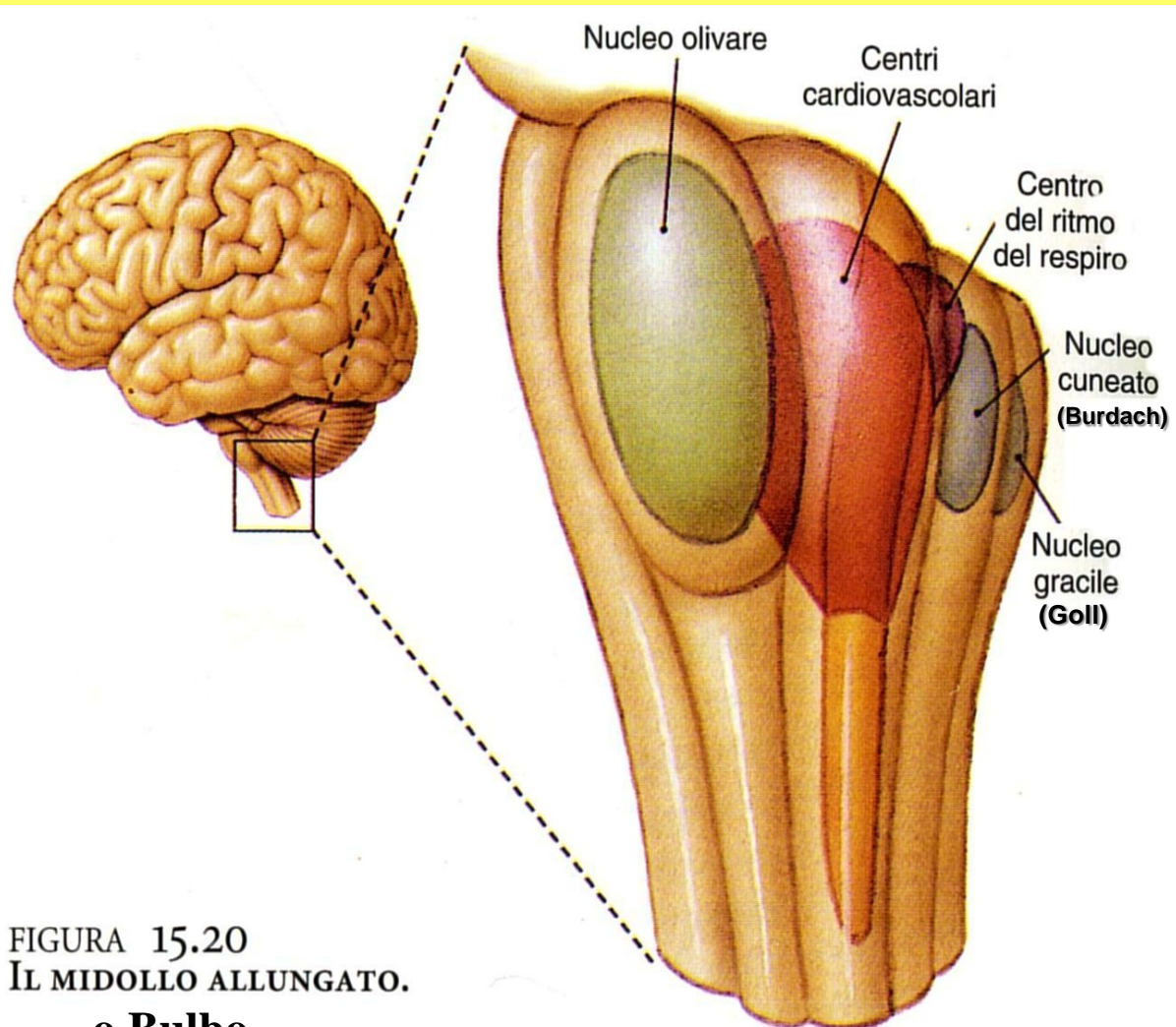
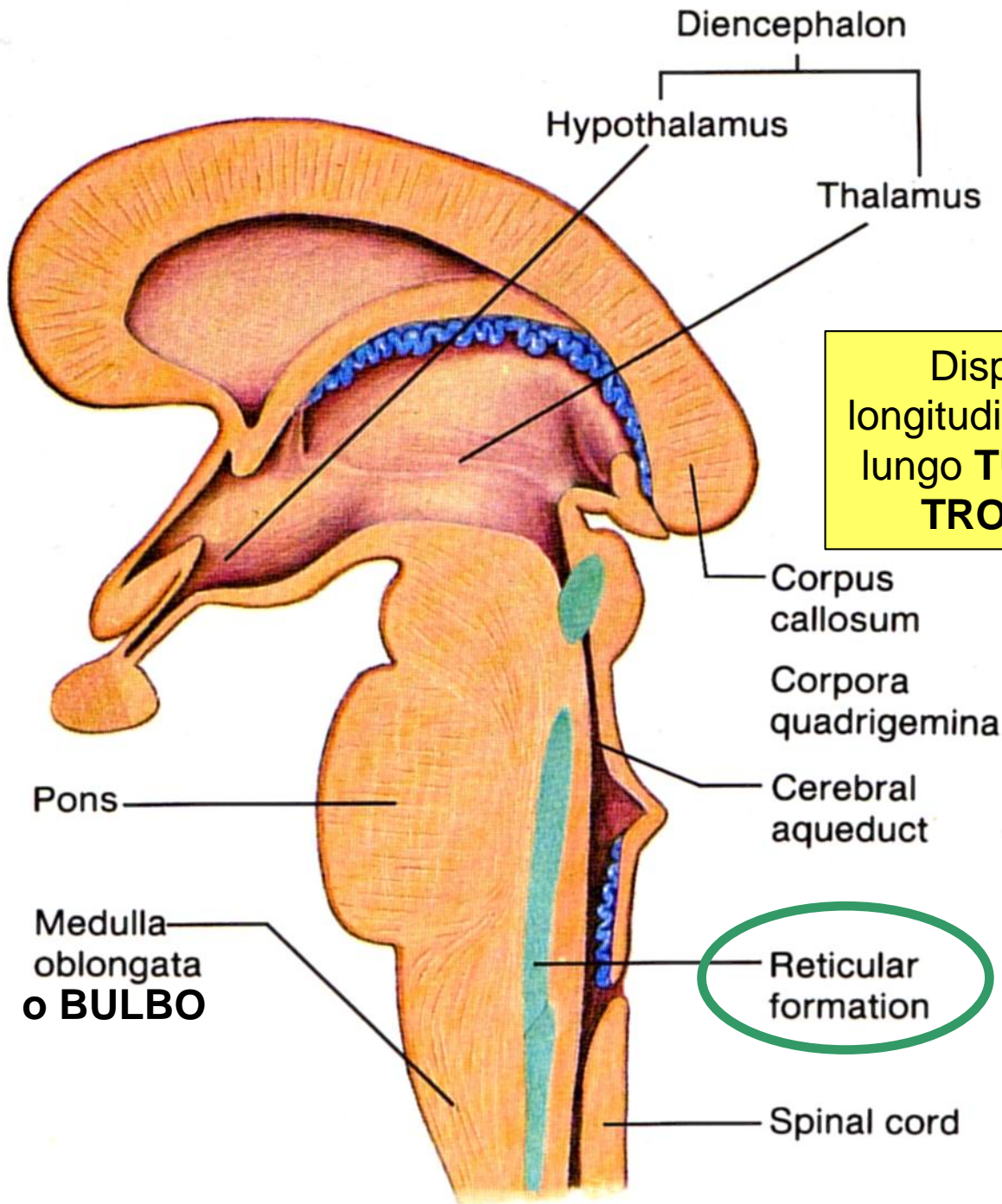
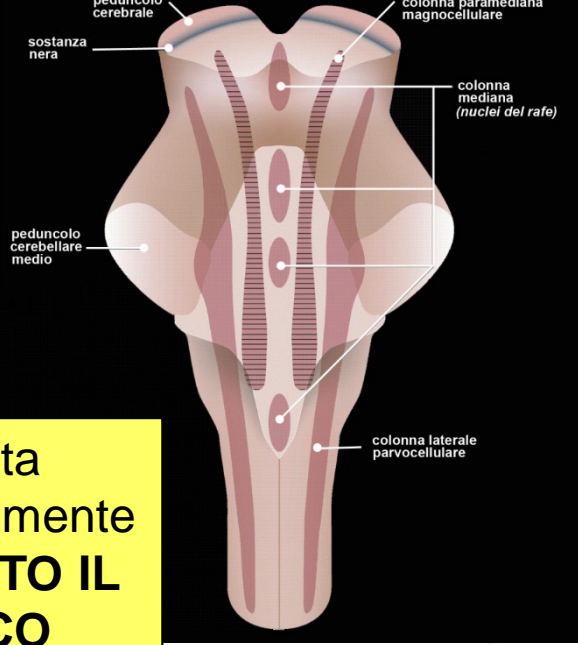


FIGURA 15.20  
IL MIDOLLO ALLUNGATO.  
o Bulbo





Disposta longitudinalmente lungo **TUTTO IL TRONCO**



Responsabile dello Stato di Coscienza, di Veglia e Sonno

Formazione reticolare



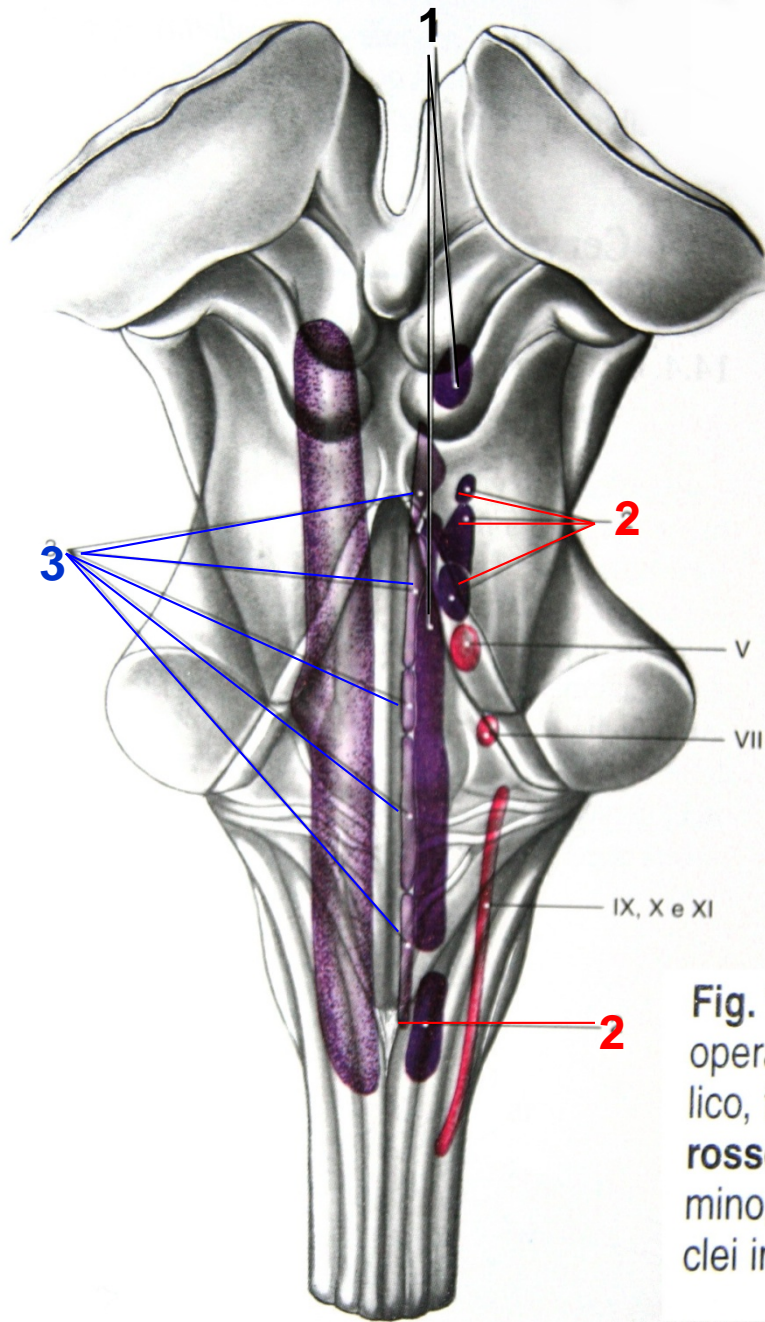
**Formazione Reticolare** [cordone in viola, in realtà costituita da più nuclei (a dx in figura)]

**NUCLEI:**

**3- mediali** → al Midollo Spinale (via reticolospinale, inibitoria sui riflessi e sul tono muscolare)

**1- intermedi o mediani** → al cervelletto (sensib. viscerale ed esterocettiva)

**2- laterali** → al midollo (impulsi facilitatori) e ai nuclei talamici (verso la corteccia)



**Fig. 14.21** - Rappresentazione schematica della divisione che si opera, nell'ambito della formazione reticolare del tronco encefalico, fra territori mediano, mediale e laterale, indicati in **viola**; in **rosso** sono rappresentati i nuclei somatomotori dei nervi trigemino, facciale e glossofaringeo-vago (nucleo ambiguo). **1**, Nuclei intermedi; **2**, nuclei laterali; **3**, nuclei mediali.

# FORMAZIONE (Sostanza) RETICOLARE

Insieme di nuclei piccoli e molto diffusi, non sempre distinguibili tra di loro, separati da fasci di fibre mieliniche

Le sue funzioni più note sono:

- promuovere uno stato di costante attività cerebrale
- controlla il ritmo circadiano sonno-veglia
- controllo dello stato di coscienza e di vigilanza

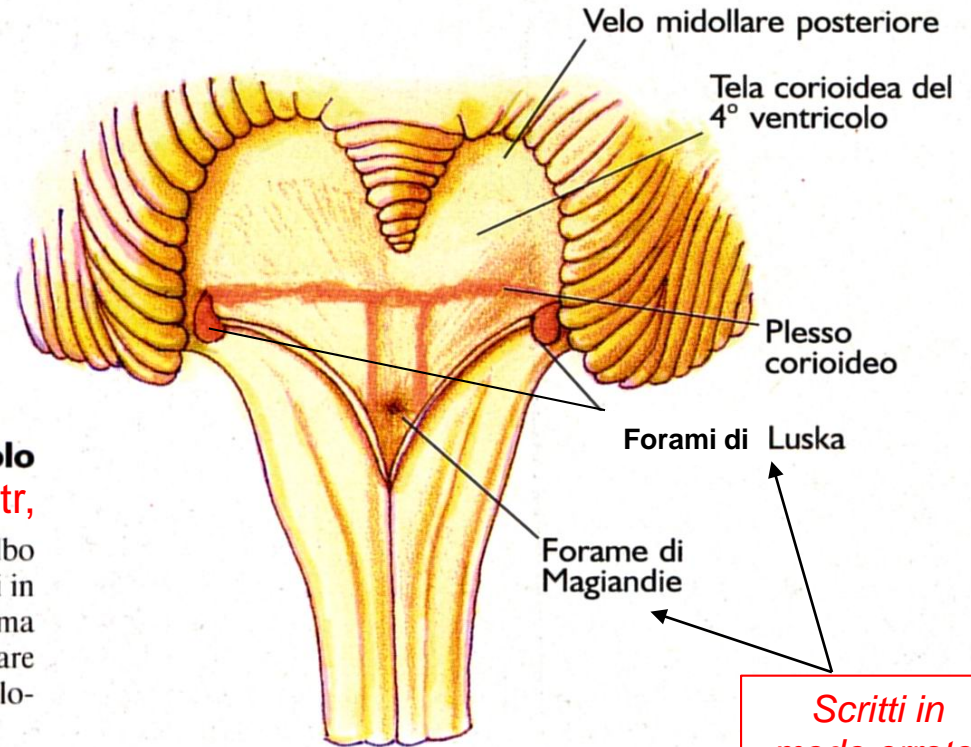
Inoltre è coinvolta in:

- regolazione di altre attività del Sist. Nervoso Vegetativo
- modulazione di riflessi muscolari mediati dai nervi cranici
- attività cardiovascolare, respiratoria, gastrointestinale
- nella percezione dolorifica

Bruttissima  
immagine...

**Tela corioidea del 4° ventricolo**  
Parte posteriore del 4° ventr,

FIGURA 19-51. L'immagine mostra la superficie posteriore del bulbo e la *tela corioidea* del 4° ventricolo nel cui spessore sono disegnati in rosso i *plessi corioidei*. Questi sono formati da reti capillari in intima relazione con l'epitelio ependimale che hanno il compito di elaborare assieme alle strutture analoghe degli altri ventricoli il liquido cefalorachidiano.



Scritti in  
modo errato:

...Lushka e  
Magendie...

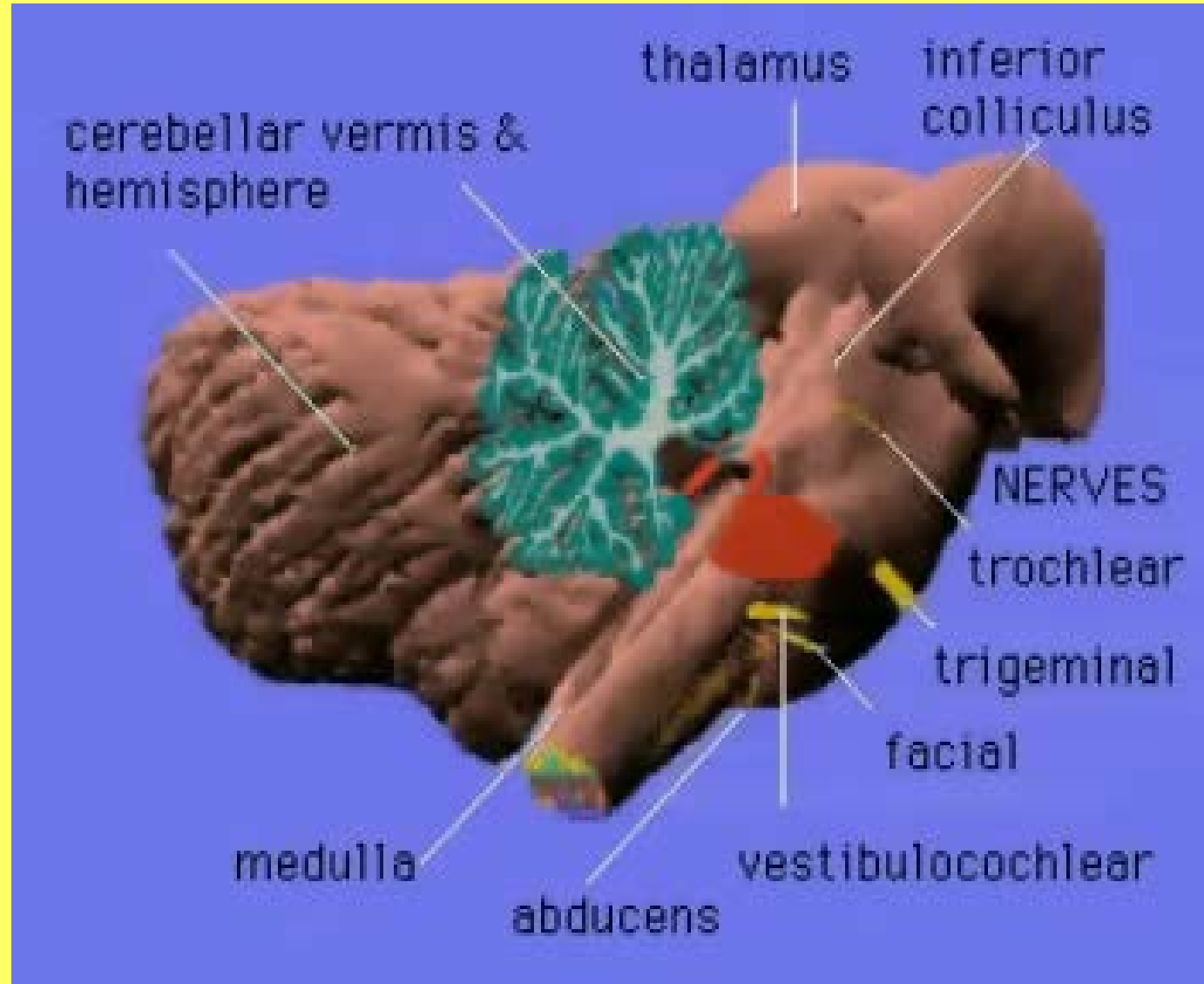
Superficie posteriore del bulbo  
(e tetto del 4° ventricolo)



**Emergenza di 10 delle  
12 coppie  
di nervi cranici dal  
tronco**

No olfattivo  
No ottico

Scaricare file  
"cranialnerves"  
dalla mia pagina  
web

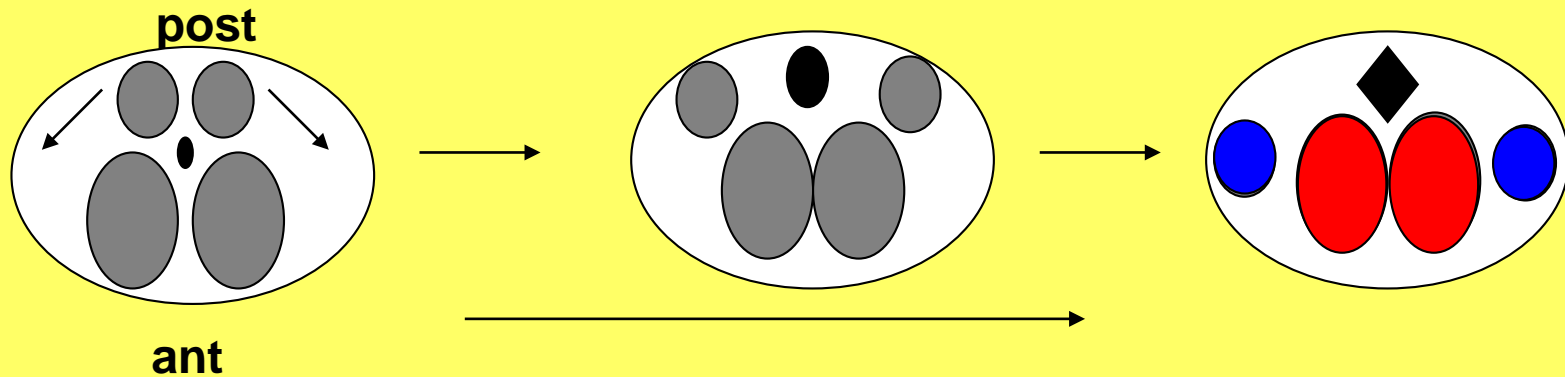


**Emergenza nervi cranici: cranialnerves.mov**

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/cranialnerves.mov>

LINK NON PIU' FUNZIONANTE

In conseguenza del riarrangiamento generale della struttura del bulbo passando dalle zone inferiori verso le superiori →



I nuclei che danno origine ai nervi encefalici **motori** hanno una posizione **mediale** (anziché anteriore)

e

i nuclei che originano i nervi cranici **sensitivi** hanno una posizione **laterale** (anziché posteriore)

Sezione del **BULBO**  
a livello del 4°  
ventricolo

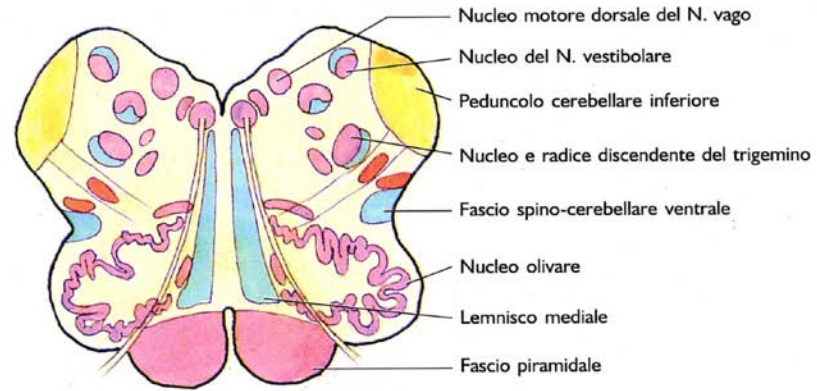


**Viola = NUCLEI  
sensitivi e motori**

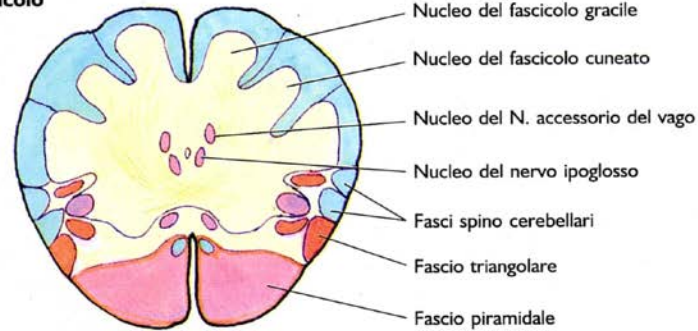
**Azzurro = fasci  
sensitivi**

**Rosso = fasci  
motori**

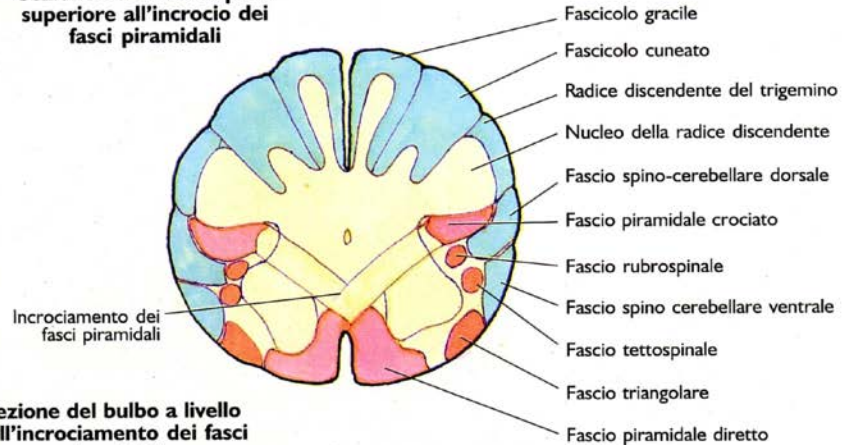
Sezione del bulbo a  
livello dell'incrocio  
dei fasci piramidali



Sezione del bulbo a livello  
del 4° ventricolo



Sezione del bulbo di poco  
superiore all'incrocio dei  
fasci piramidali



Sezione del bulbo a livello  
dell'incrociamiento dei fasci  
piramidali

FIGURA 19-52. Le tre immagini riproducono l'aspetto strutturale di tre sezioni trasversali corrispondenti a tre successivi livelli del midollo allungato. Nelle immagini il colore viola chiaro contrassegna i nuclei sensitivi e motori; l'azzurro le sezioni di fasci nervosi sensitivi; il rosso le sezioni dei fasci motori. La sezione inferiore, corrispondendo alla zona di trapasso tra bulbo e midollo spinale, è molto simile per morfologia a quest'ultimo. Anche la sezione intermedia conserva molti

aspetti propri del midollo spinale. La sezione superiore è chiaramente diversa dal midollo presentando in alto la caratteristica divaricazione dovuta alla comparsa del pavimento del 4° ventricolo. In questa sezione sono anche visibili numerosi nuclei relativi ai nervi cranici nonché i nuclei olivari e paraolivari che stabiliscono connessioni con il cervelletto. Sui lati della zona divaricata sono visibili le origini dei due peduncoli cerebellari inferiori o corpi restiformi del bulbo.





## Sezioni del PONTE

Viola = NUCLEI sensitivi e motori

Azzurro = fasci sensitivi

Rosso = fasci motori

## Sezione del BULBO a livello della estremità superiore

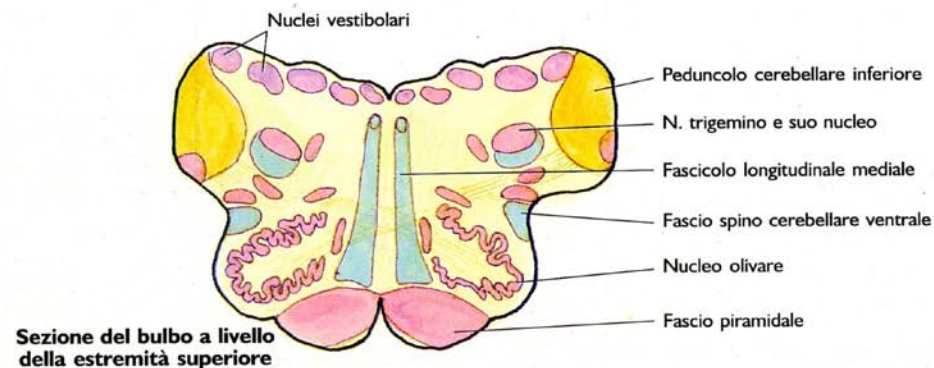
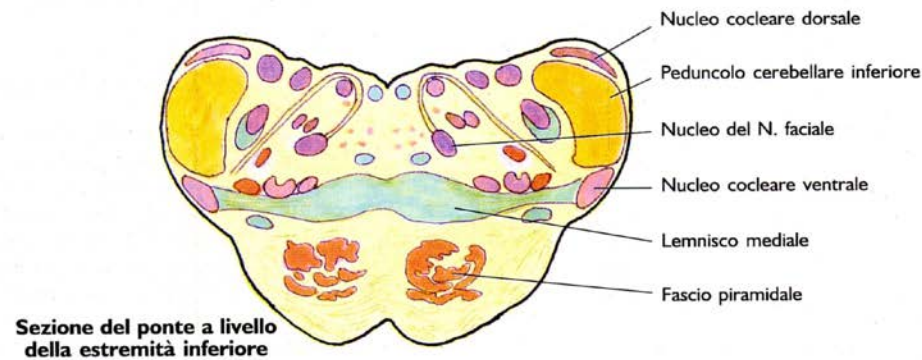
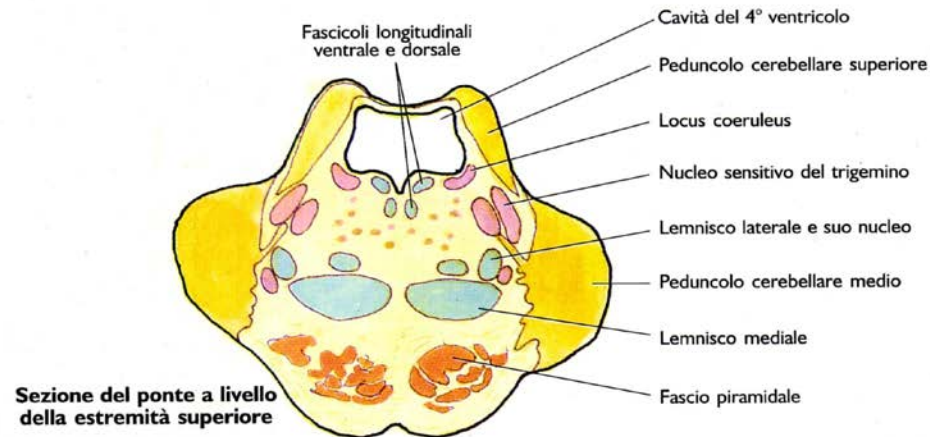


FIGURA 19-53. Le tre immagini riproducono l'aspetto microscopico di altrettante sezioni trasverse relative: alla zona di transizione tra bulbo e ponte, alla metà inferiore del ponte, alla zona di transizione tra ponte e mesencefalo. Anche in questo caso i tre colori viola chiaro, azzurro

e rosso contrassegnano rispettivamente le *strutture nucleari*, le  *fibre sensitive* e le  *fibre motorie*. Sui lati delle tre figure sono visibili le aree corrispondenti alle sezioni dei peduncoli cerebellari inferiori, medi e superiori.

# NUCLEI DEL BULBO (riassunto)

a) **Stazioni Intermedie**: alcuni tratti ascendenti (**sensoriali**) formano sinapsi nei nuclei qui presenti che agiscono da stazioni intermedie e centri di processazione, ad es. il **Nucleo Gracile (di Goll)**, il **Nucleo Cuneato (di Burdach)** e i **Nuclei Olivari**

b) **Nuclei dei nervi cranici**: il bulbo contiene **nuclei motori e sensoriali associati a 5 nervi cranici; VIII, IX, X, XI e XII**

**Acustico, Glossofaringeo, Vago, Accessorio, Ipoglosso**

c) **Nuclei "autonomi"**: nella formazione reticolare del bulbo sono presenti **Nuclei e Centri Riflessi** che regolano alcune **funzioni "autonome" (vegetative) vitali, quali:**

1. **Centri cardiovascolari**: →cardiaci (ritmo) e →**vasomotori** (flusso sangue periferico)

2. **Centri del ritmo respiratorio**: →frequenza basale respiro, a loro volta controllati dai **Centri Apneustico** (facilita l'inspirazione) e **Pneumotassico** (ritmo) del ponte

Altri Centri nel bulbo controllano **Riflessi d'importanza Non Vitale**, come il vomito, la tosse, lo starnuto, il singhiozzo e lo sbadiglio

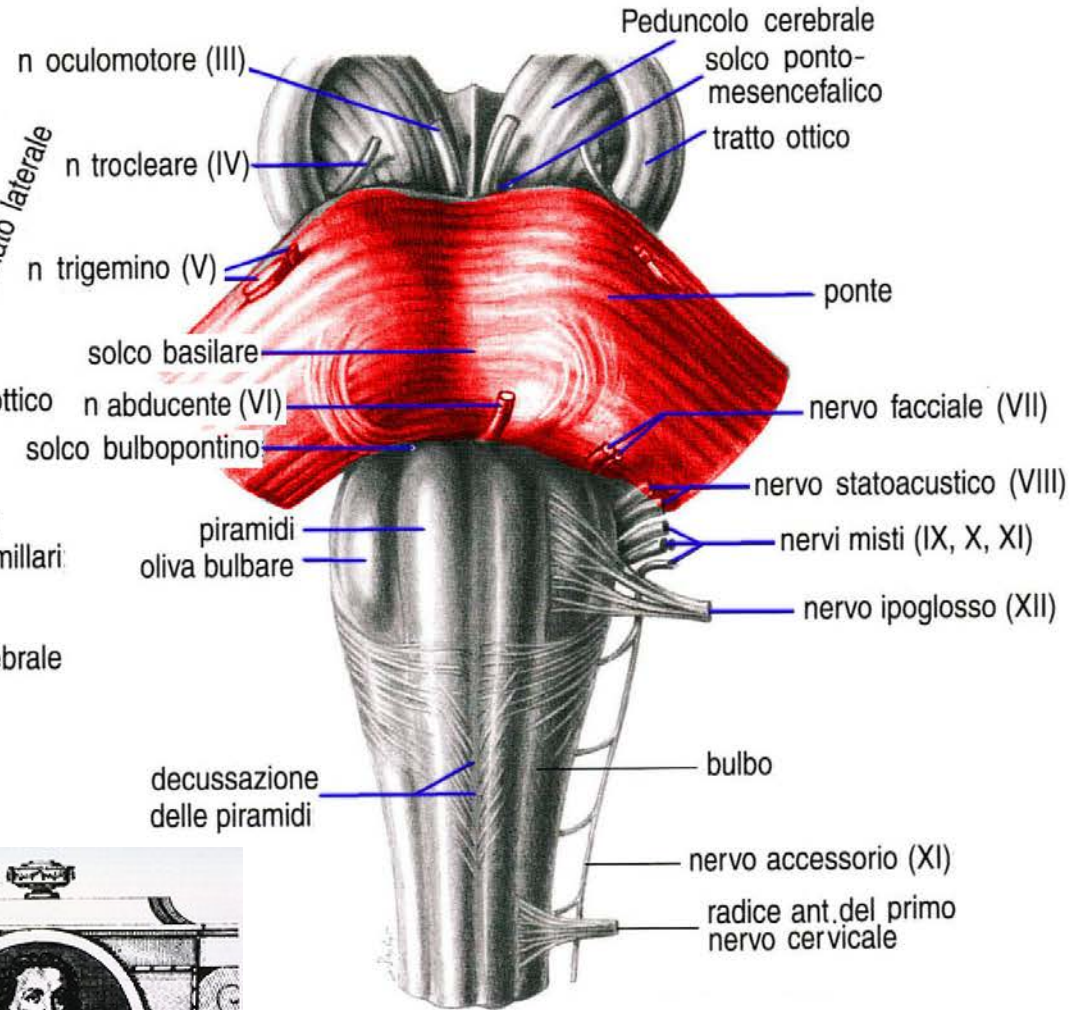
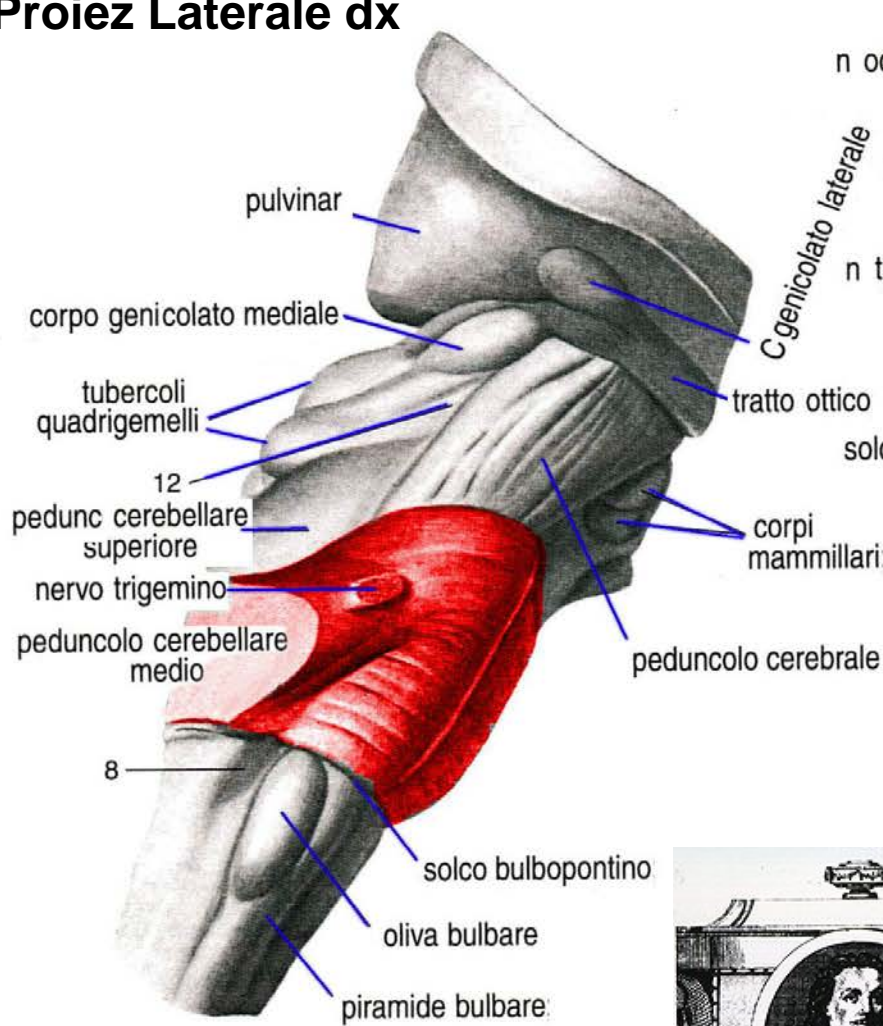
Nervo frenico

Sonno,  
Surfactante,  
Veglia cerebr.,  
psicosociale

# PONTE di Varolio

## Proiez Ventrale

## Proiez Laterale dx



Costanzo Varolio: Bologna 1543 - Roma 1575



## II PONTE (di Varolio)

- Situato tra midollo allungato (bulbo) e mesencefalo, forma una **sporgenza sulla parte anteriore del tronco**
- Sulla sua parte posteriore **poggiano gli emisferi del cervelletto**, separati parzialmente dal quarto ventricolo e uniti dai due peduncoli cerebellari medi

Suddivisibile in **PIEDE** (2 terzi ventrali) e **TEGMENTO** o Callotta (1 terzo dorsale o posteriore)

### PIEDE:

Contiene i **Nuclei Basilari Pontini**, connessi superiormente alla corteccia tramite Fibre Corticopontine e inferiormente al cervelletto tramite Fibre Pontocerebellari contenute nei peduncoli cerebellari → entrano come Fibre Muscoidi e trasmettono al cervelletto i programmi attuativi motori volontari

Nel Piede decorrono le **Fibre Corticospinali** che, insieme alle **Fibre Corticonucleari** dirette ai nuclei somatomotori del Tronco Encefalico costituiscono le **VIE PIRAMIDALI**

# TEGMENTO:

Contiene:

a- i nuclei cocleari ventrali (dal nervo acustico (VIII) ), → ai collicoli inferiori → al diencefalo. Le fibre nervose in parte decussano formando il corpo trapezoide

b- il **nucleo somatomotore (masticatorio) del nervo trigemino (V)** (misto...),

c- i **nuclei motori del nervo abducente (VI)** (x i muscoli retti laterali dell'occhio) ;

d- i nuclei **motori e sensitivi del nervo facciale (VII)** (misto)

□ I tre fasci:

- **fascicolo longitudinale mediale** (connette i nuclei che controllano il moto sincrono orizzont. e verticale degli occhi),

- **fascio tettospinale**

- **fascio tegmentale centrale.**

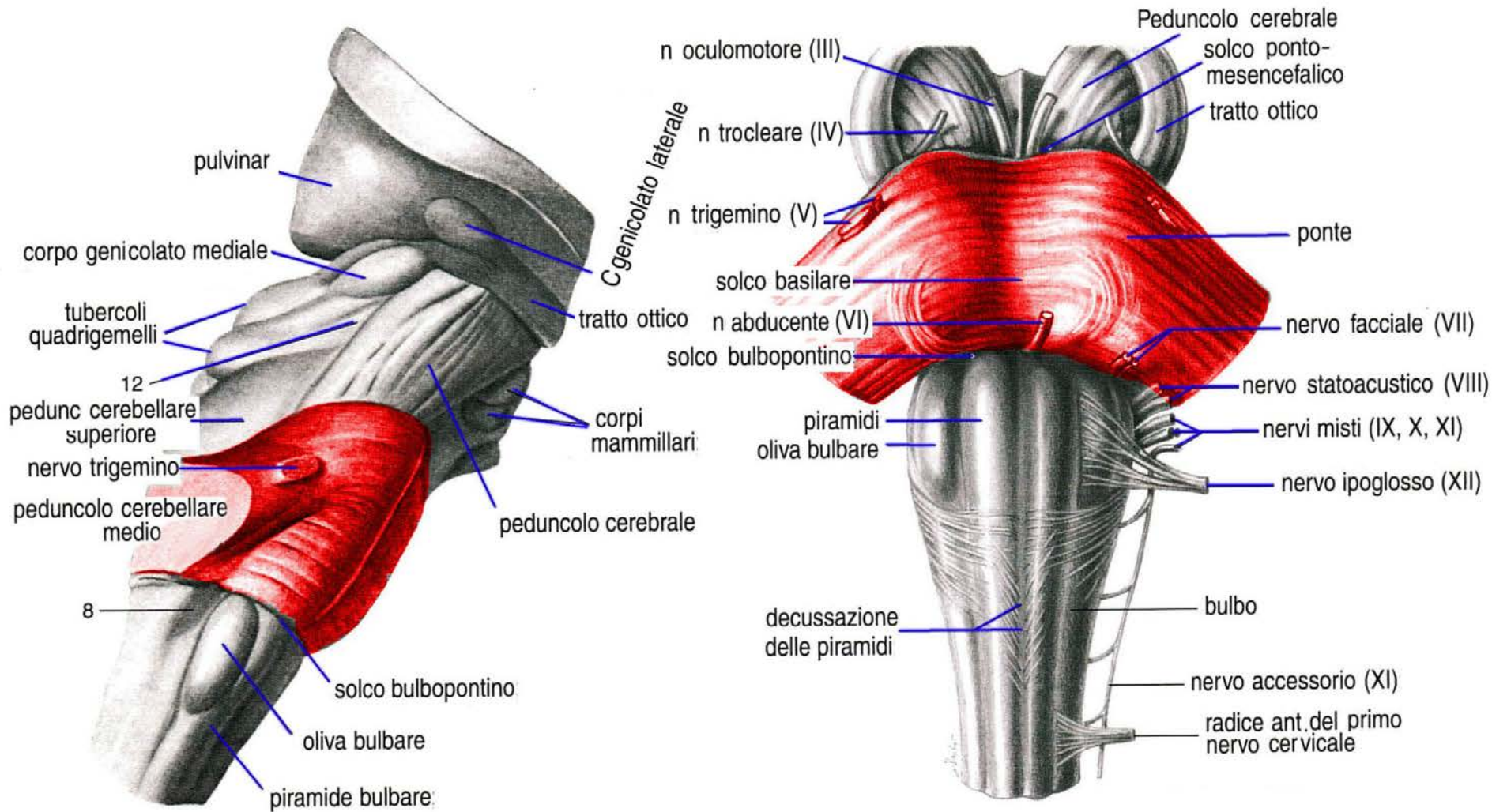
Connessioni con i **nuclei vestibolari**, che a loro volta ricevono info **dall'orecchio interno**, permettono di tenere fisso lo sguardo anche se la testa gira dal lato opposto

In sintesi ... il ponte contiene:

1. - **Nuclei motori e sensoriali** per 4 nervi cranici (**V Tri**, **VI Abd**, **VII Fac**, **VIII Acu**) (→ innervaz. di Mascella + Mandibola, Faccia, Occhio, Orecchio interno)
2. - **Centri Apneustico e Pneumotassico (nella sost. Reticolare)** (influenzano il Centro del Ritmo Respiratorio sito nel Bulbo)
3. - **Centri Bulbo-pontini regolatori del ritmo sonno-veglia e di controllo della vescica**
4. - **Tratti Ascendenti**, **Discendenti** (collegamenti col SNC), **Orizzontali** (peduncoli superiori: collegano tra loro gli emisferi del cervelletto) e **Trasversi** (peduncoli medi: collegam. tra cervelletto e bulbo, sia **affer.** che **effer.**)



# PONTE



**Proiez  
Ventrare**

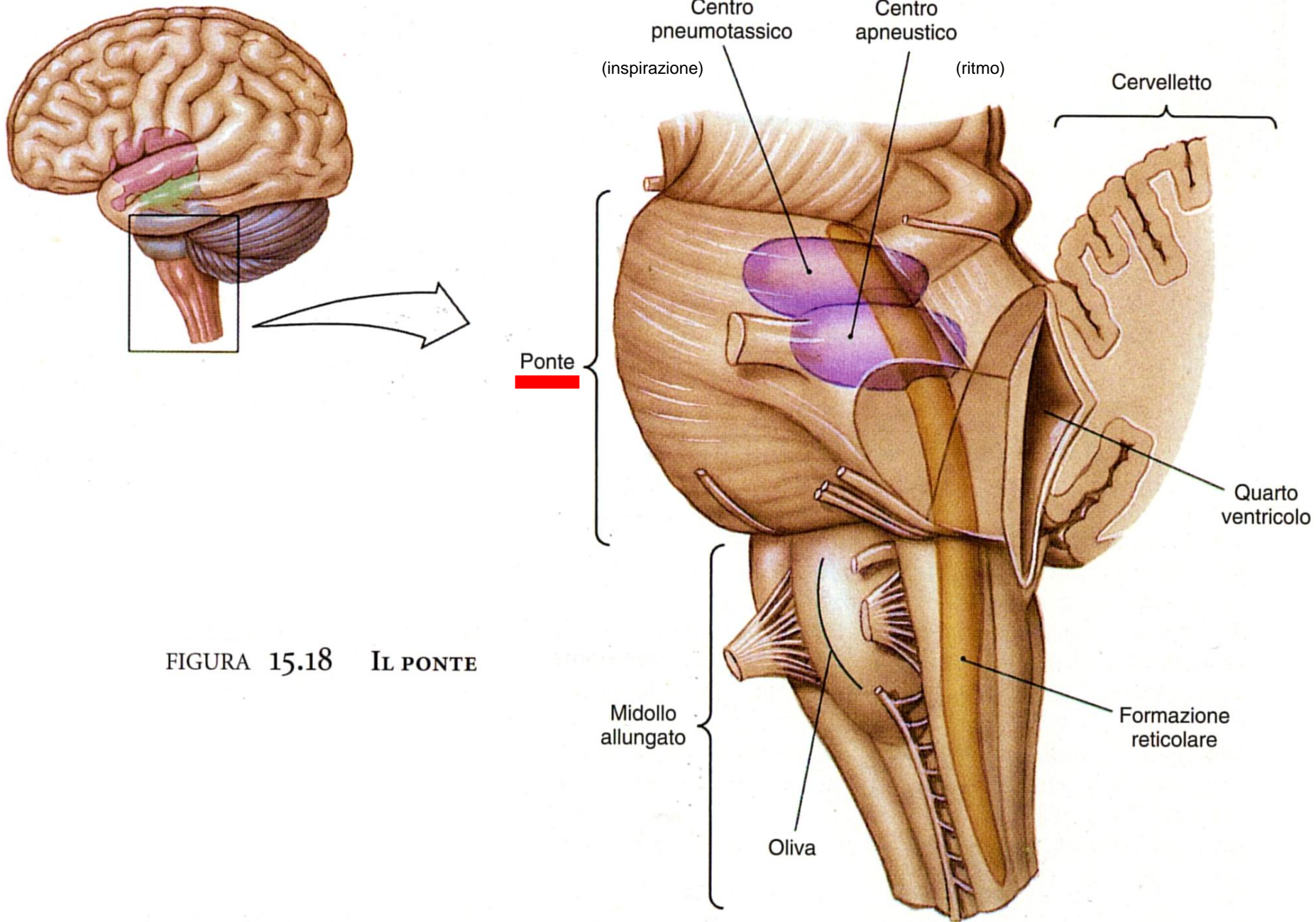


FIGURA 15.18 IL PONTE



# Fibre ponto-cerebellari

Post

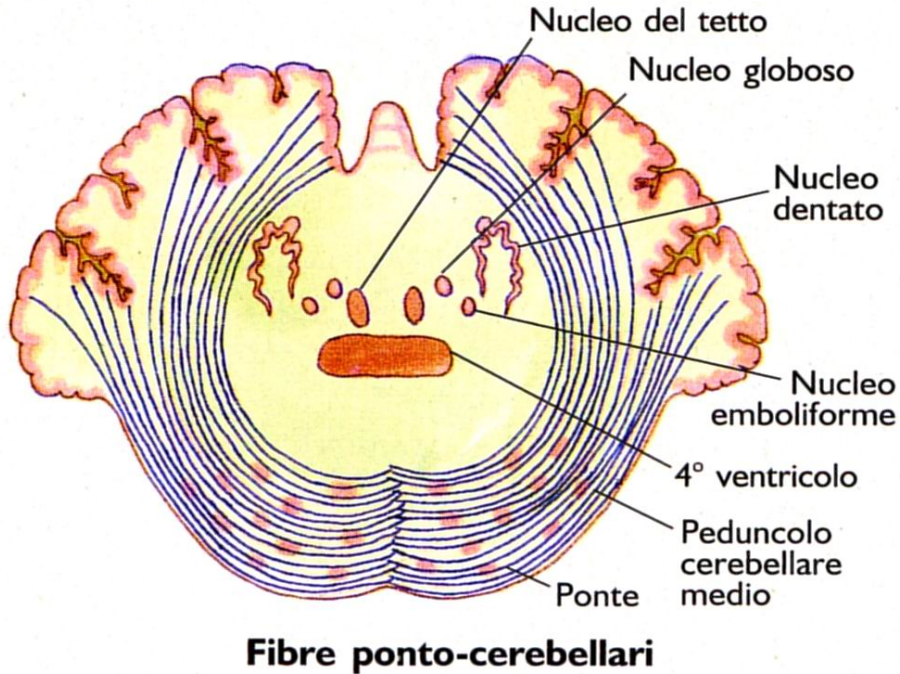


FIGURA 19-64. Fibre ponto-cerebellari che raggiungono il cervelletto attraverso il peduncolo cerebellare medio.

Ant

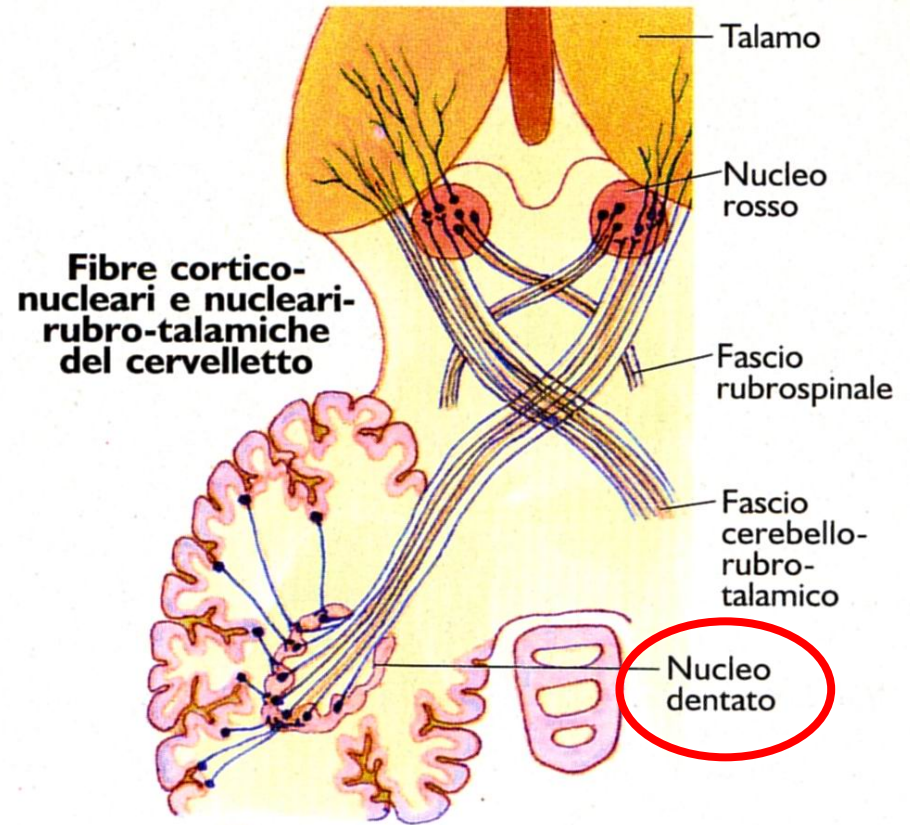


FIGURA 19-65. Per semplicità nella immagine è stato disegnato soltanto il nucleo dentato e le vie che a questo fanno capo.

Ant

Post



**Mesencefalo**

# II MESENCEFALO

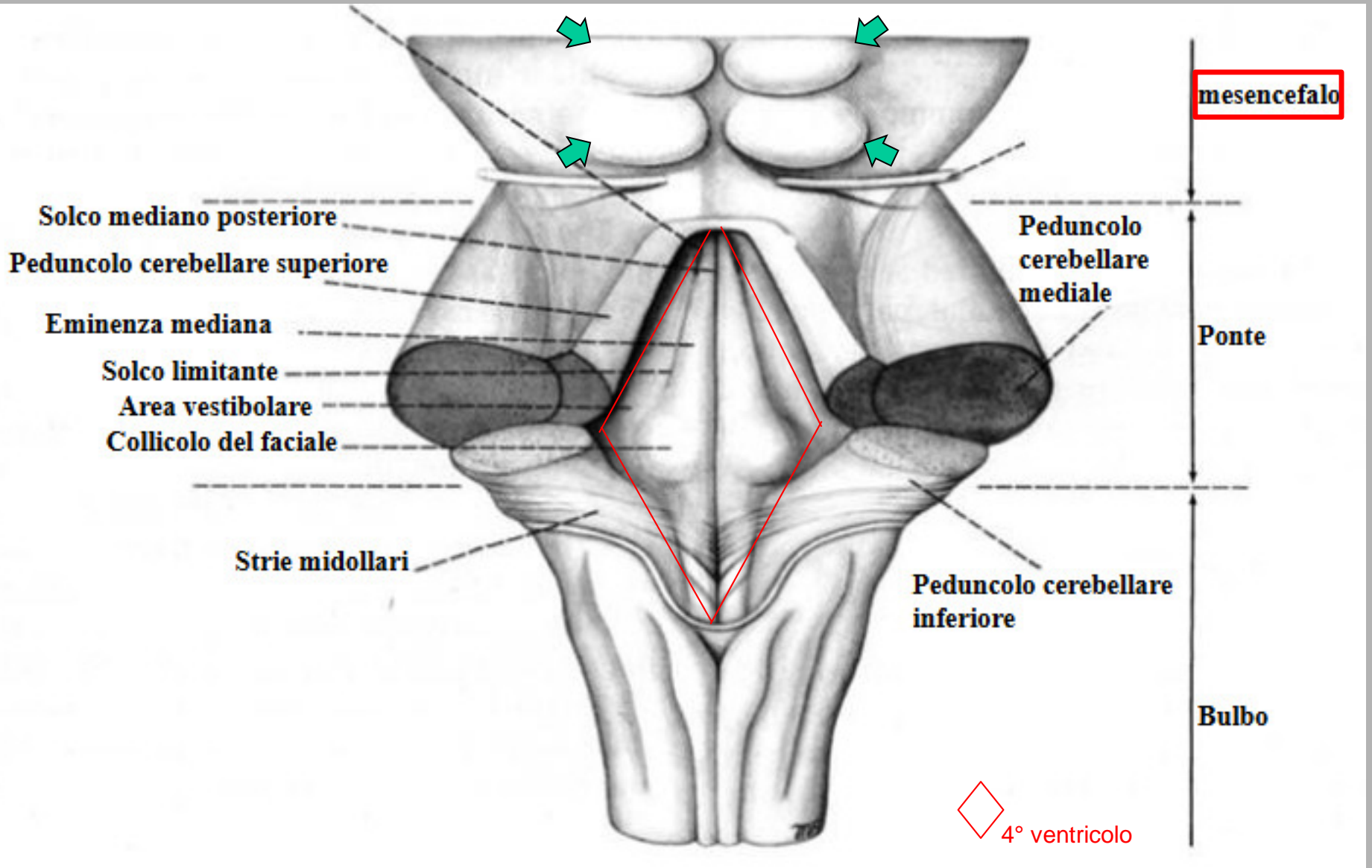
forma la porzione mediana dell'encefalo

E' costituito da:

- Sostanza Bianca (tratti e vie)
- porzioni di **Formazione Reticolare** (nuclei e centri specifici della sost. reticolare)
- Nuclei che processano le **informazioni visive e uditive** e **generano risposte involontarie somatiche** a questi stimoli
- Centri coinvolti nel **mantenimento dello stato di coscienza** ("quartier generale" della Sost. Reticolare)

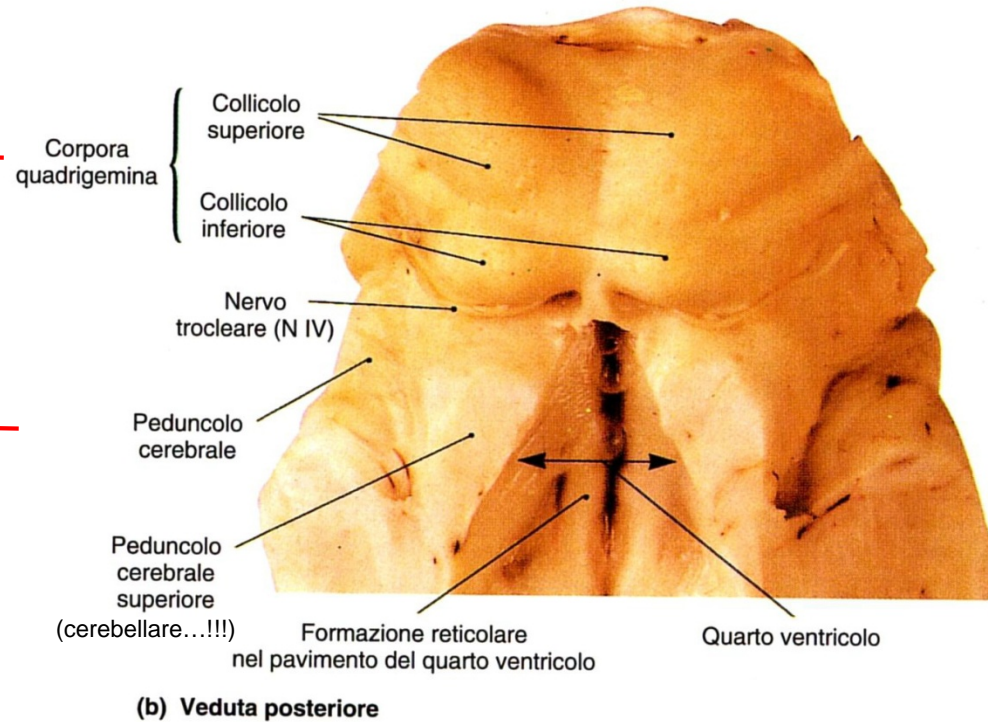
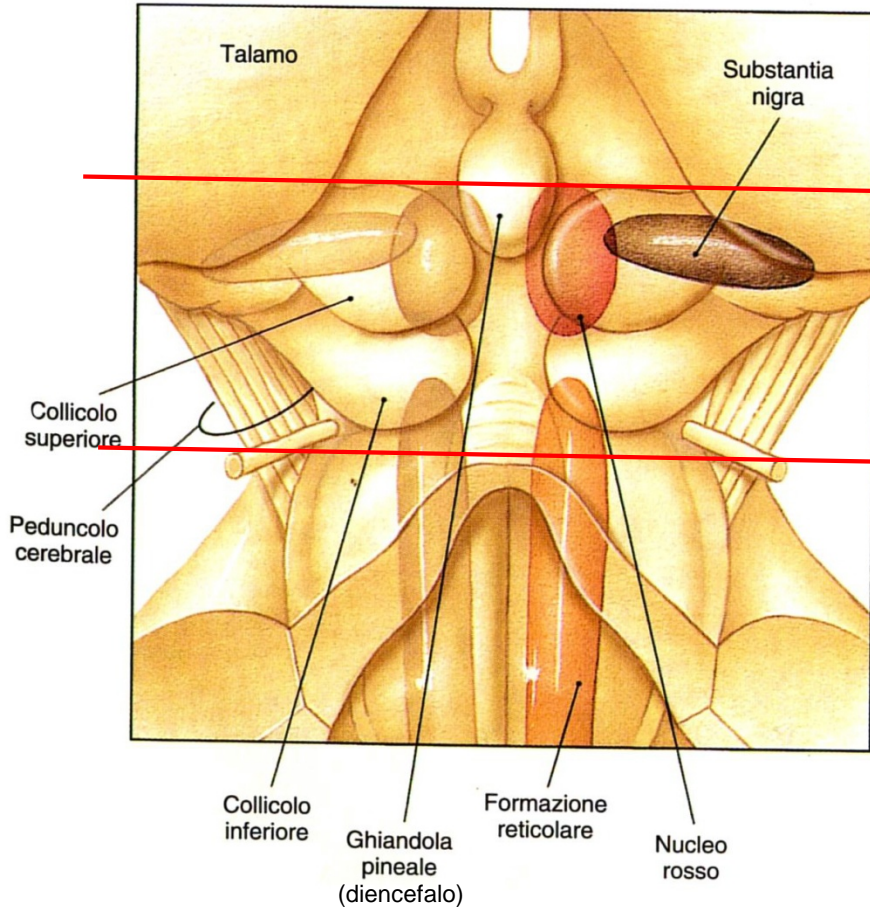
Mesencefalo - Ponte - Bulbo  
Visione posteriore

collicoli





# Mesencefalo



**FIGURA 15.17 IL MESENCEFALO**

(a) Visione schematica di una sezione di tronco cerebrale, presa al livello indicato nel disegno.  
 (b) Visione schematica e fotografica posteriori del diencefalo e del tronco cerebrale. La visione schematica è disegnata in trasparenza per mostrare la posizione di importanti nuclei.

Strutture collocate  
in profondità

Si suddivide in:

- TETTO** (dorsale)
- ZONA DEI PEDUNCOLI Cerebrali** (ventrale);

tra le due componenti decorre l'**Acquedotto di Silvio** (3° ventricolo), circondato dalla **Sostanza Grigia Periacqueduttale** (nuclei sensibilità dolorifica)

- Il **TETTO** (rivolto verso il cervelletto, quindi in realtà posteriore) è formato dai **4 corpi quadrigemini (Lamina Quadrigemina)**, nuclei sensoriali a loro volta distinti in 2 collicoli superiori (centri visivi) e 2 collicoli inferiori (centri uditivi)
- contiene il "Quartier Generale" della Formazione Reticolare, sede anche di molte **risposte motorie** involontarie

All'interno del tetto sono presenti:

- Nucleo Rosso e
- Sostanza Nera di Sömmering (*substantia nigra* - presenza di melanina)

- sono nuclei di sostanza grigia coinvolti nel **controllo di attività muscolare**.

[funzionalmente (non anatomicam.) appartengono ai Nuclei della Base]

# Nucleo Rosso → **coordinazione e automatismi motori** (controllo fine)

# Sostanza Nera → **tono muscolare** [danno Substantia Nigra → Morbo di Parkinson]

- sulla superficie ventro-laterale i **PEDUNCOLI CEREBRALI** (2 masse divergenti di sostanza bianca, a cordoni) contengono **fibre ascendenti verso i nuclei talamici** + **fibre discendenti della via corticospinale** ([Piramidi]) che trasportano comandi motori volontari (provenienti dalla corteccia motoria primaria degli emisferi cerebrali ... →→ vedremo...





## Samuel Thomas von Sömmering

(Toruń (PL), 1755 – Francoforte sul Meno (D), 1830)

è stato un medico, anatomista, antropologo, paleontologo e inventore tedesco.

È lo scopritore della **macula retinica** dell'occhio umano. I suoi studi sul cervello e il sistema nervoso, sugli organi di senso, sugli embrioni e le loro malformazioni, sulla struttura del polmone e su molte altre caratteristiche del corpo umano, lo rendono uno dei più importanti anatomisti tedeschi e mondiali.

- **Nucleo Rosso**: riceve impulsi dal cervelletto tramite fibre del peduncolo cerebellare sup. , ed è anche collegato superiormente al talamo e inferiormente alle corna anteriori del midollo cervicale → **REGOLA LA COORDINAZIONE E GLI AUTOMATISMI MOTORI (controllo motorio fine, in collaborazione col cervelletto)**

- **Sostanza Nera di Sömmering** (*substantia nigra*): costituita da una parte compatta con neuroni DOPAMINergici (eccitatori) indirizzati a nucleo caudato e putamen (talamo), e da una parte reticolare più grande con neuroni GABAnergici (inibitori sul talamo) → **REGOLA il TONO MUSCOLARE (Migliora le prestazioni muscolari sopprimendo le contrazioni non desiderabili (se danneggiato → Parkinson))**

- A lato del Nu.Rosso e sopra alla Sost.Nera decorre il **LEMNISCO MEDIALE** che conduce info sulla **sensibilità esteroceettiva e propriocettiva** (muscolare profonda) **epicritica** (fine e discriminata) che originano dai Nuclei Gracile e Cuneato (Goll e Burdach) e salgono verso la corteccia

- Il Tetto del mesencefalo è costituito dalla Lamina Quadrigemina (2+2 collicoli): sono anche **centri di controllo dei movim. cefalo-oculo-giri e di inseguimento** (per mantenere fisse sulla retina le immagini e per far ruotare involontariamente prima occhi e poi la testa verso i rumori improvvisi)

## Morbo di Parkinson (dal web)

La ricerca delle cause del Parkinson si concentra sui motivi della **perdita selettiva di cellule nella substantia nigra** e nel locus ceruleus. La presenza di pigmento (neuromelanina) in tali nervi costituisce un indizio importante, in quanto il pigmento è dovuto alla dopamina. La perdita del pigmento può essere attribuita alla presenza di una tossina tuttora non riconosciuta, o a un deficit di carattere genetico.

### **Ipotesi genetica e ipotesi tossica**

Il fatto che il morbo di Parkinson, pur presentando sintomi piuttosto specifici, sia stato descritto per la prima volta solo nel 1800 (1817) costituisce un indizio a favore dell'ipotesi tossica che fa risalire la causa ad una sostanza chimica prodotta dall'inquinamento ambientale. Pur non esistendo prove dirette a supporto, tale ipotesi è tuttora presa in considerazione dalla ricerca.

Sotto il profilo epidemiologico sono stati riscontrate delle circostanze interessanti; in primo luogo il Parkinson affligge soprattutto i non fumatori. Questo lascia supporre che la nicotina possa assolvere ad una funzione di protezione delle cellule dei gangli della base. In secondo luogo pare che l'incidenza sia maggiore nelle aree rurali che in quelle urbane.

L'ipotesi ereditaria non pare confermata da studi su gemelli identici: la diagnosi di parkinson in uno dei due gemelli non aumenta la probabilità che l'altro fratello possa contrarre la malattia, quantomeno in forma conclamata. Studi più recenti, che fanno uso della tomografia per emissione di positroni (PET), sembrano però attribuire all'ipotesi genetica un'importanza maggiore.

La scoperta che più ha contribuito all'ipotesi tossica è l'identificazione del farmaco MPTP quale causa di una patologia irreversibile simile al Parkinson. Il ruolo del MPTP venne alla luce alla fine degli anni 70, quando fu riscontrato che numerosi pazienti che contrassero il Parkinson in giovane età avevano fatto uso di sostanze stupefacenti contenenti MPTP; studi sui primati confermarono l'insorgere di Parkinson in seguito alla somministrazione di tale principio.

Una sintomatologia simile a quella del Parkinson è riscontrata nei pazienti affetti da encefalite virale (sleeping sickness). Il decorso dell'encefalite virale è più lento che nel Parkinson; nella substantia nigra si riscontra una perdita neurale maggiore che nel Parkinson, ma senza corpi di Lewy. I pugili professionisti, a seguito dei violenti colpi al capo cui sono soggetti, possono sviluppare una sindrome di Parkinson di carattere progressivo.

### **Incidenza dell'età**

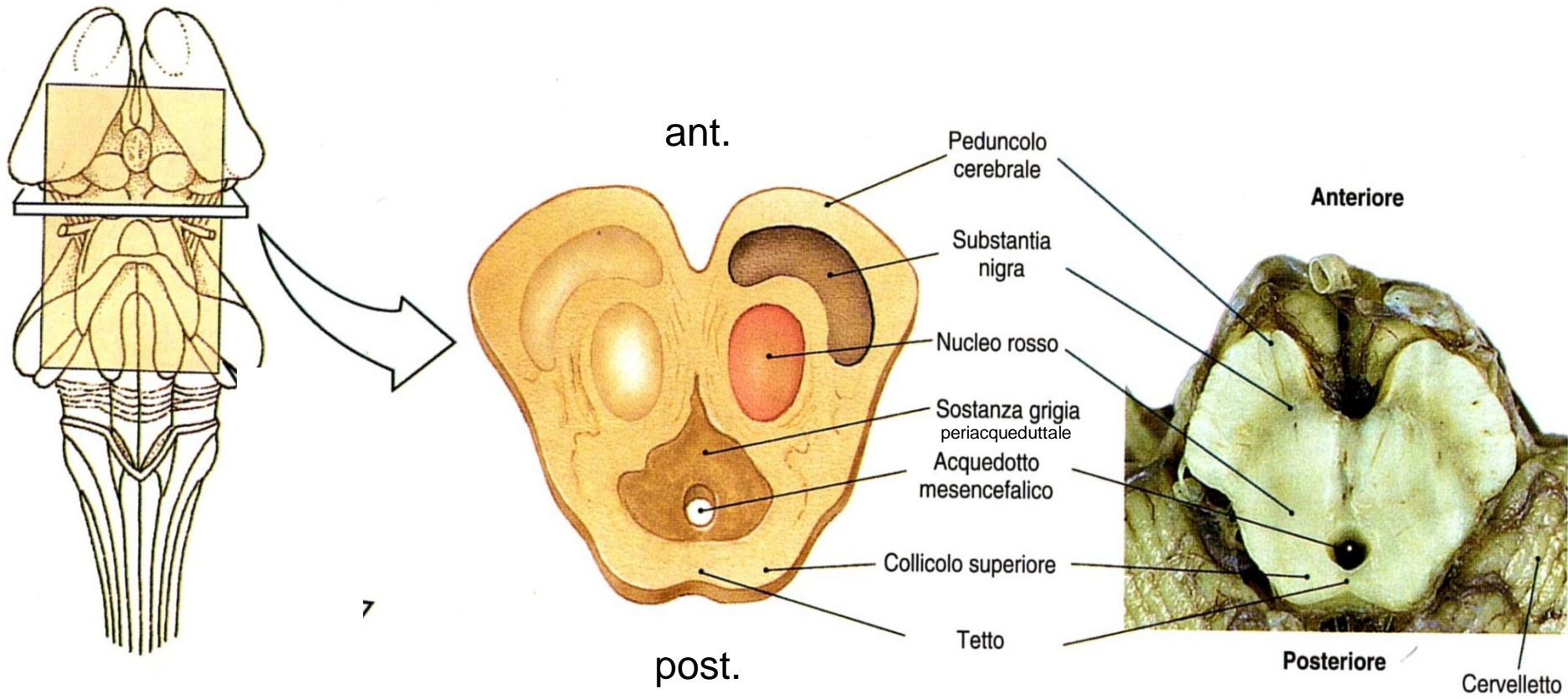
L'età media di insorgenza del Parkinson è di 60 anni. L'età costituisce dunque un fattore eziologico importante. Nell'adulto sano la perdita di cellule e pigmento nella substantia nigra è maggiore proprio intorno al sessantesimo anno di età. Poiché il pigmento protegge le cellule contenenti dopamina dagli effetti del MPTP, delle tossine e dei radicali liberi, la perdita di pigmenti può predisporre il cervello delle persone anziane al Parkinson.

Sebbene il calo del livello di dopamina nello striato abbia una distribuzione legata all'età differente da quella della pigmentazione della substantia nigra, può anch'esso contribuire alla predisposizione all'insorgenza del Parkinson.

Un altro fattore degno di interesse è la crescita della **concentrazione di ferro** nel cervello. La concentrazione di ferro è praticamente nulla alla nascita, e cresce gradualmente fino ai 30 anni, per rimanere poi stabile fino ai 60. La presenza di ferro è concentrata nella substantia nigra e nel globus pallidus. Dopo i 60 anni la concentrazione di ferro tende nuovamente a crescere, soprattutto nello striatum. Il ferro viene assorbito a livello intestinale e trasportata al cervello da una proteina denominata transferrina. Il ferro viene immagazzinato nella glia, legato ad una proteina denominata ferritina. Finché il ferro è legato risulta innocuo, ma se viene liberato porta alla formazione di radicali liberi. Alcuni studi osservano che il livello di ferro libero è maggiore nelle persone affette da Parkinson, sebbene non sia stato possibile capire se il ferro costituisca una causa o un effetto del Parkinson.



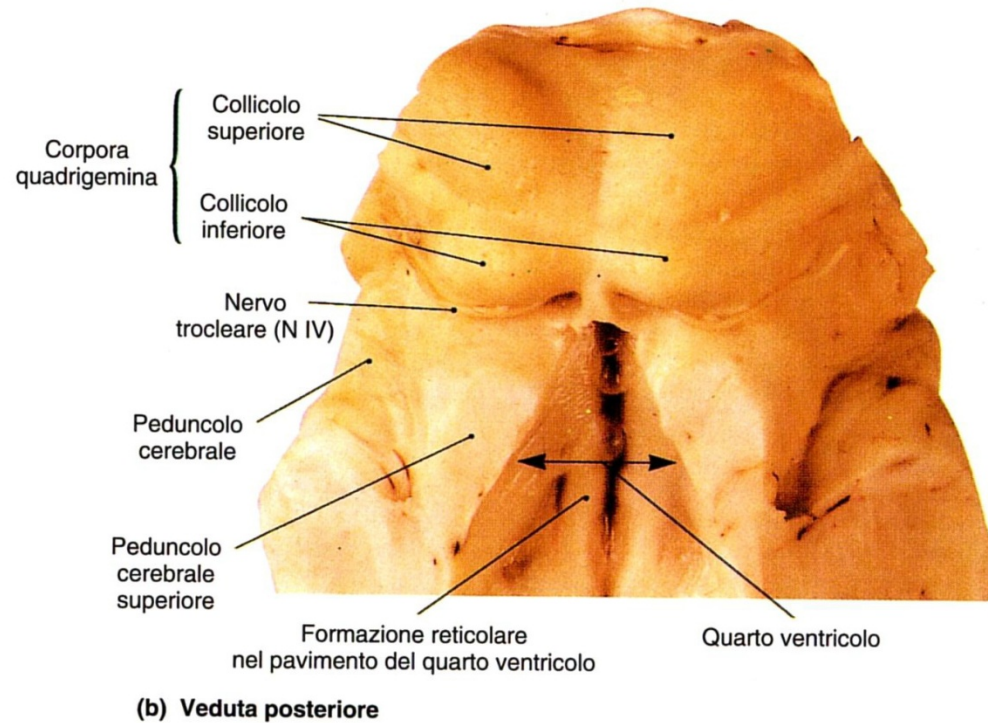
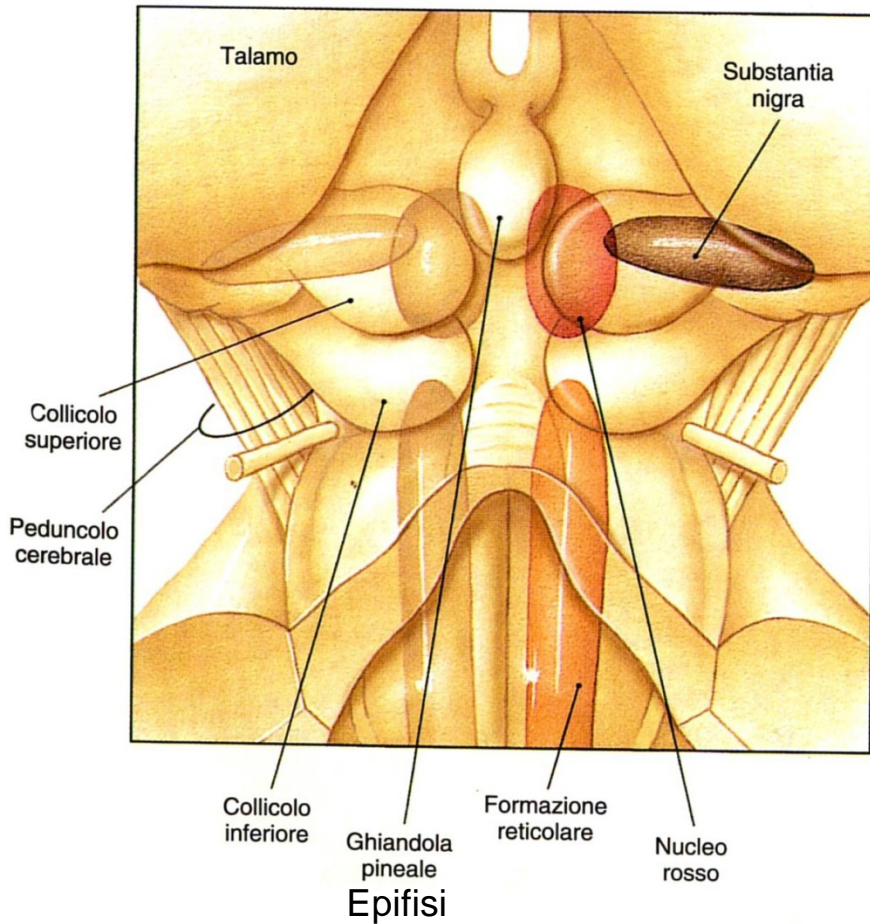
# Mesencefalo



7

(a) Sezione trasversa, veduta superiore

# Mesencefalo



**FIGURA 15.17 IL MESENCEFALO**

(a) Visione schematica di una sezione di tronco cerebrale, presa al livello indicato nel disegno.  
 (b) Visione schematica e fotografica posteriori del diencefalo e del tronco cerebrale. La visione schematica è disegnata in trasparenza per mostrare la posizione di importanti nuclei.



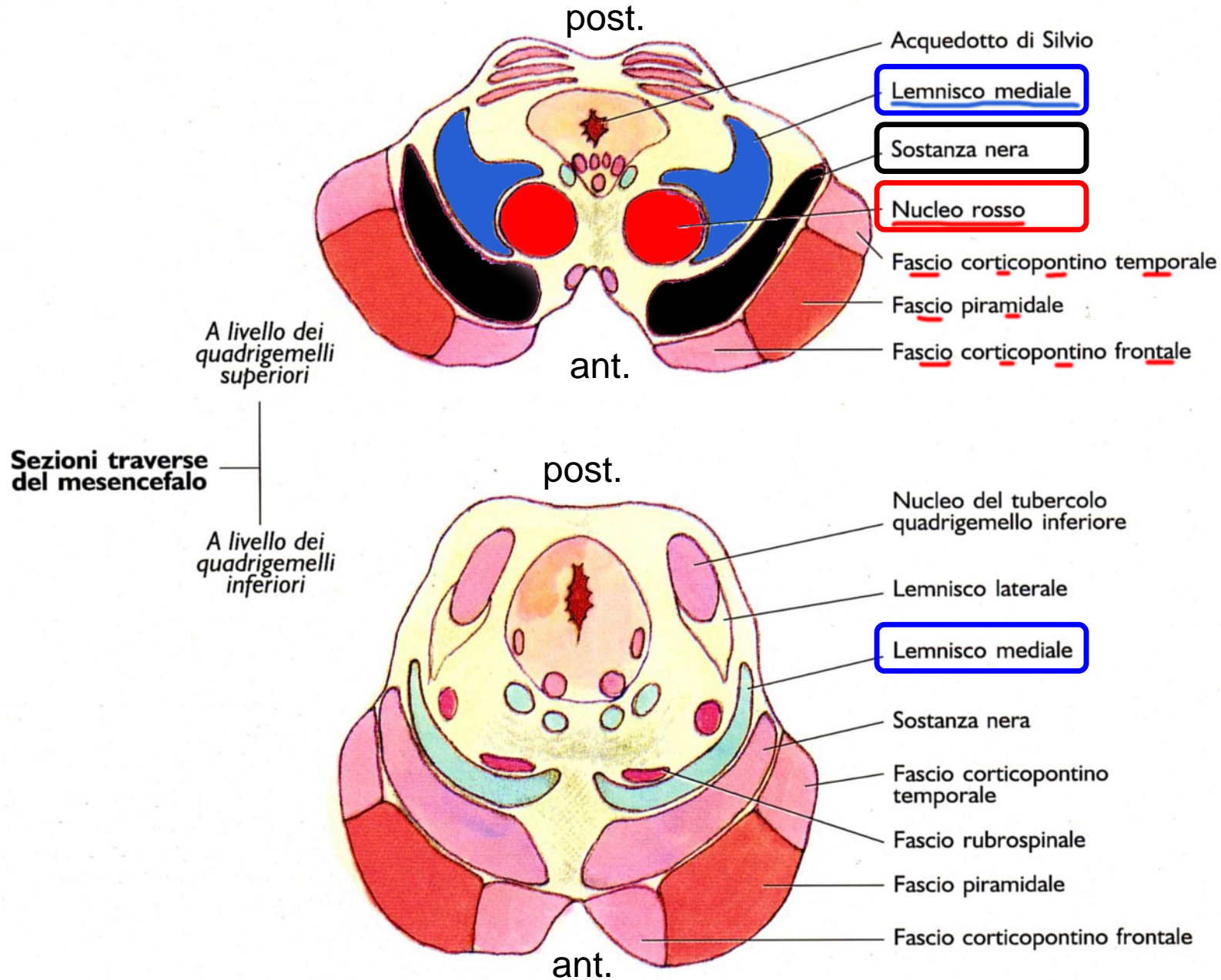



FIGURA 19-56. Sezioni trasversali del mesencefalo corrispondenti la prima, ai quadrigemelli superiori e la seconda, ai quadrigemelli inferiori. Le strutture nucleari sono indicate nelle due sezioni con il colore viola chiaro, i fasci sensitivi con il colore azzurro ed i fasci motori con il colore rosso.



# IL CERVELLETTO

Organo fondamentale per la **regolazione del tono muscolare**, la **pianificazione** e la **coordinazione** dei movimenti, ma in realtà determinante nella realizzazione di diversi processi cognitivi, date le numerosissime connessioni col telencefalo nei Primati

Situato dorsalmente al Tronco Encefalico (al quale è collegato tramite le 3 coppie di Peduncoli Cerebellari), e ventralmente all'encefalo posteriore (da cui è separato tramite il Tentorio del Cervelletto)



Forma di un **ovoide schiacciato**, con una linea mediana in rilievo sulla faccia superiore, il **Verme superiore**, e una profonda incisura sulla faccia inferiore che termina nel **Verme inferiore**

Le due masse ai lati dei Vermi costituiscono i **due Emisferi Cerebellari**

... notare il  
"linguaggio  
anatomico"...

La superficie appare solcata da **fessure** prevalentem.

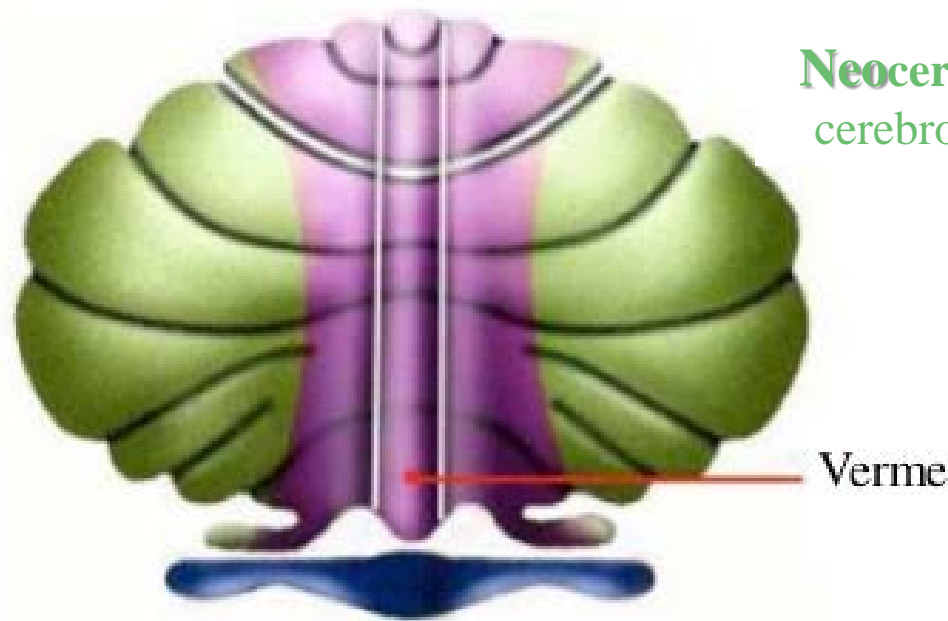
**Trasversali parallele**, due delle quali, più profonde, lo suddividono in

**Lobi (2 anteriori e 2 posteriori).**



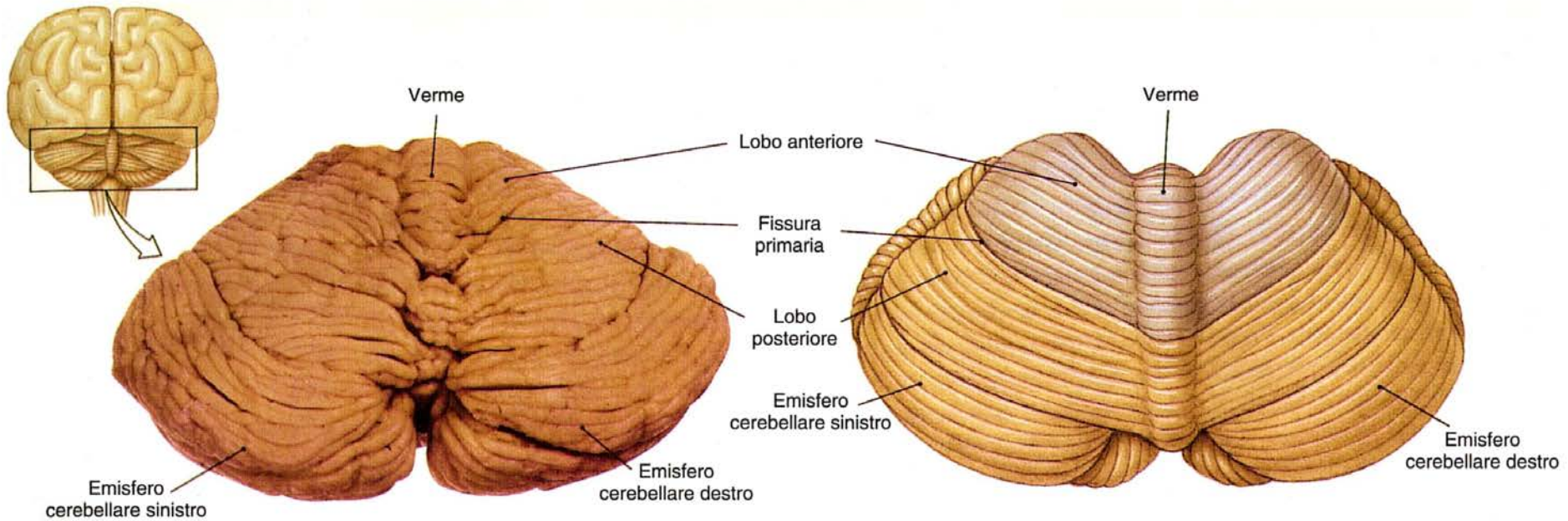
# ORGANIZZAZIONE MORFOFUNZIONALE DEL CERVELLETTO

**Paleocerebellum** o  
spinocerebello



**Neocerebellum** o  
cerebrocerebello

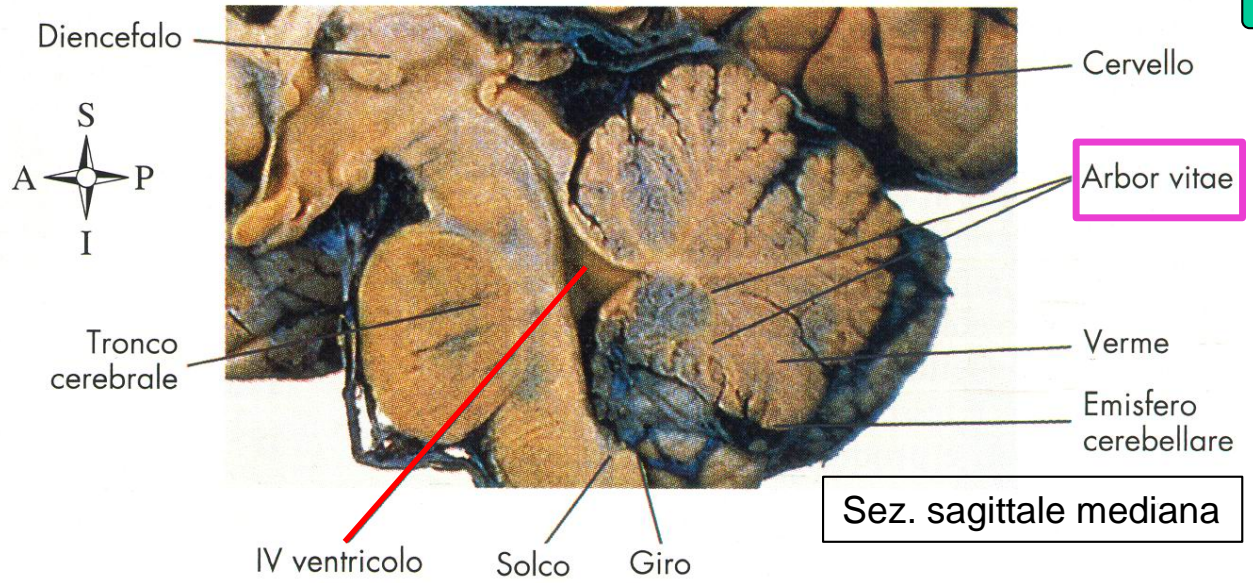
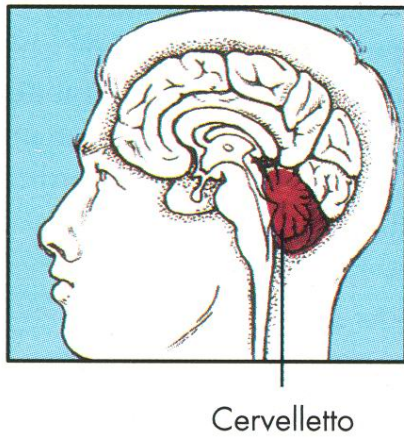
**Archicerebellum** o  
vestibolocerebello  
(lobi flocculo-nodulari)



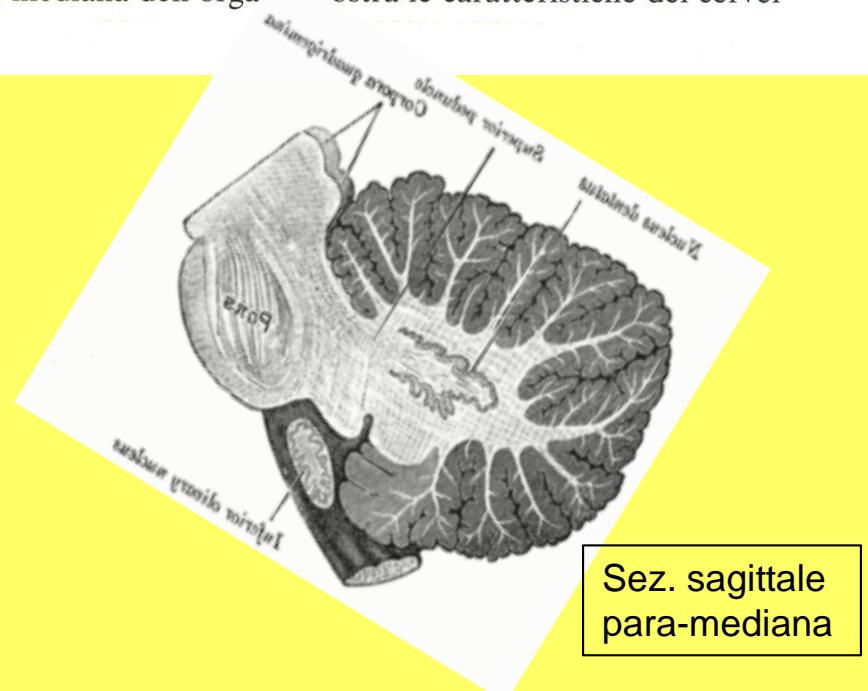
(a) Veduta superiore del cervelletto

### FIGURA 15.19 IL CERVELLETTA

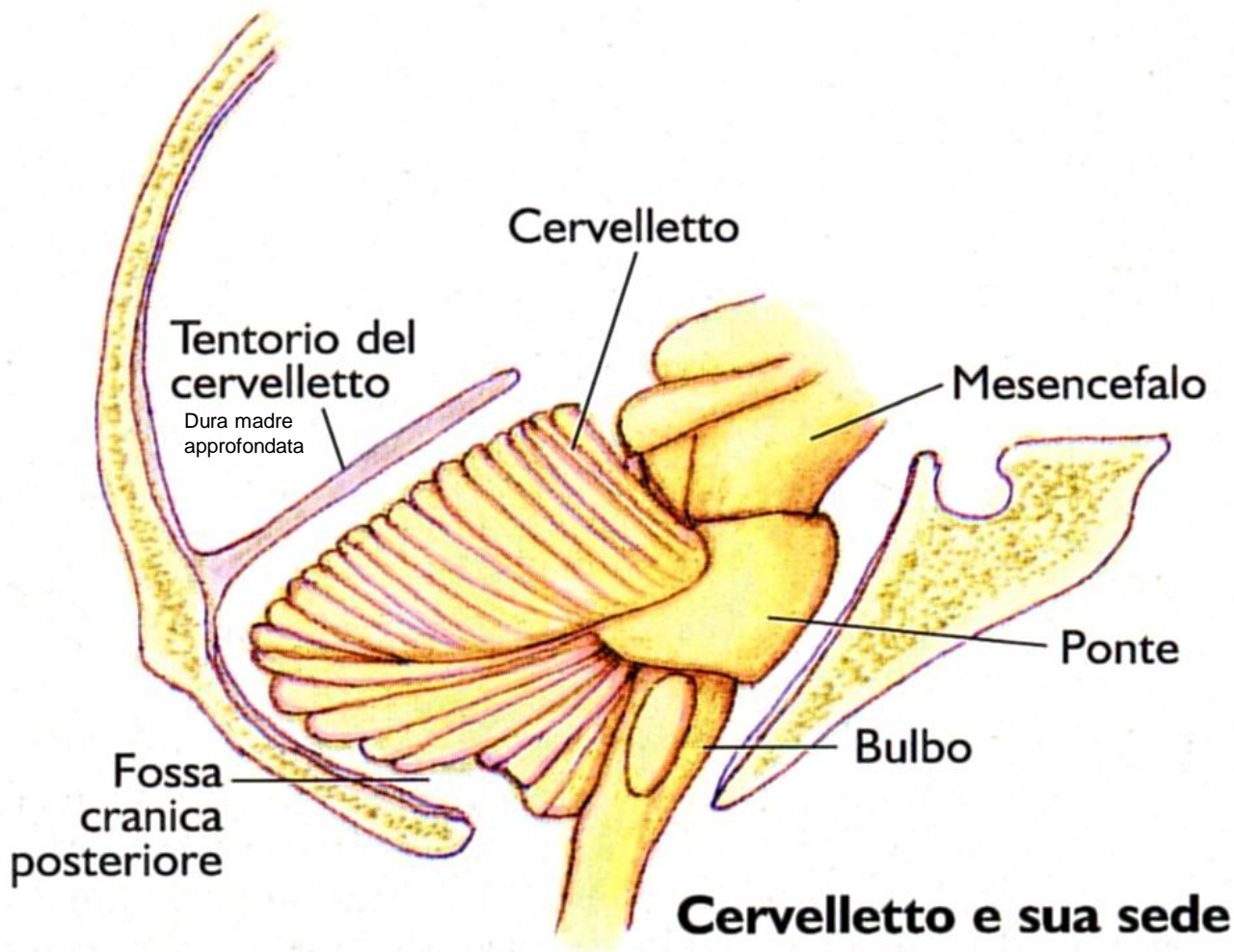
(a) Superficie superiore del cervelletto, che mostra i principali limiti anatomici e le principali regioni. (b) Visione sagittale del cervelletto, che mostra la disposizione della sostanza grigia e bianca. La fotografia mostra le cellule di Purkinje; questi grandi neuroni si trovano nella corteccia cerebrale. (MO  $\times$  120)



**FIGURA 12-10 Il cervelletto.** La sezione sagittale mediana dell'organo mostra le caratteristiche del cervelletto e delle strutture adiacenti dell'encefalo.

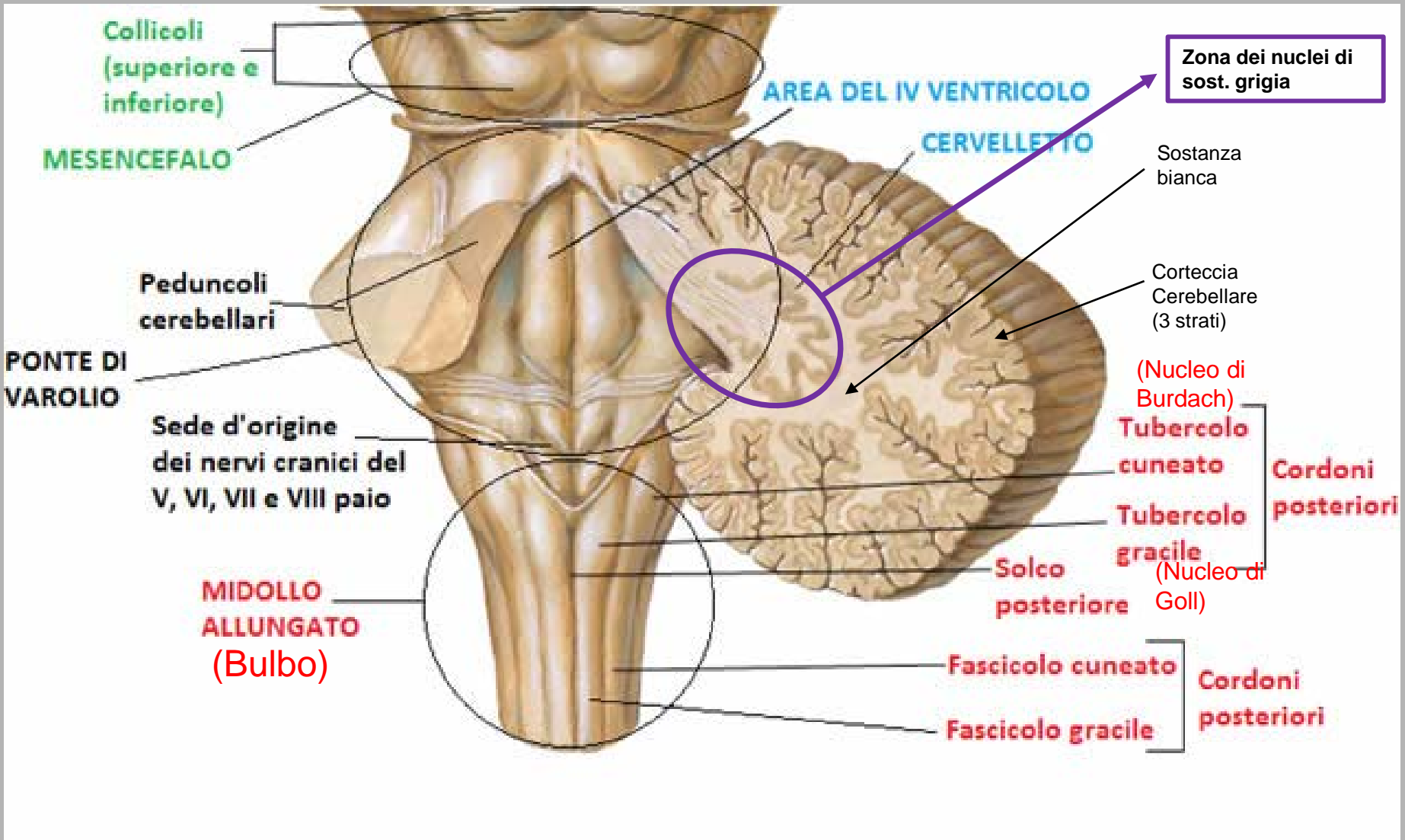




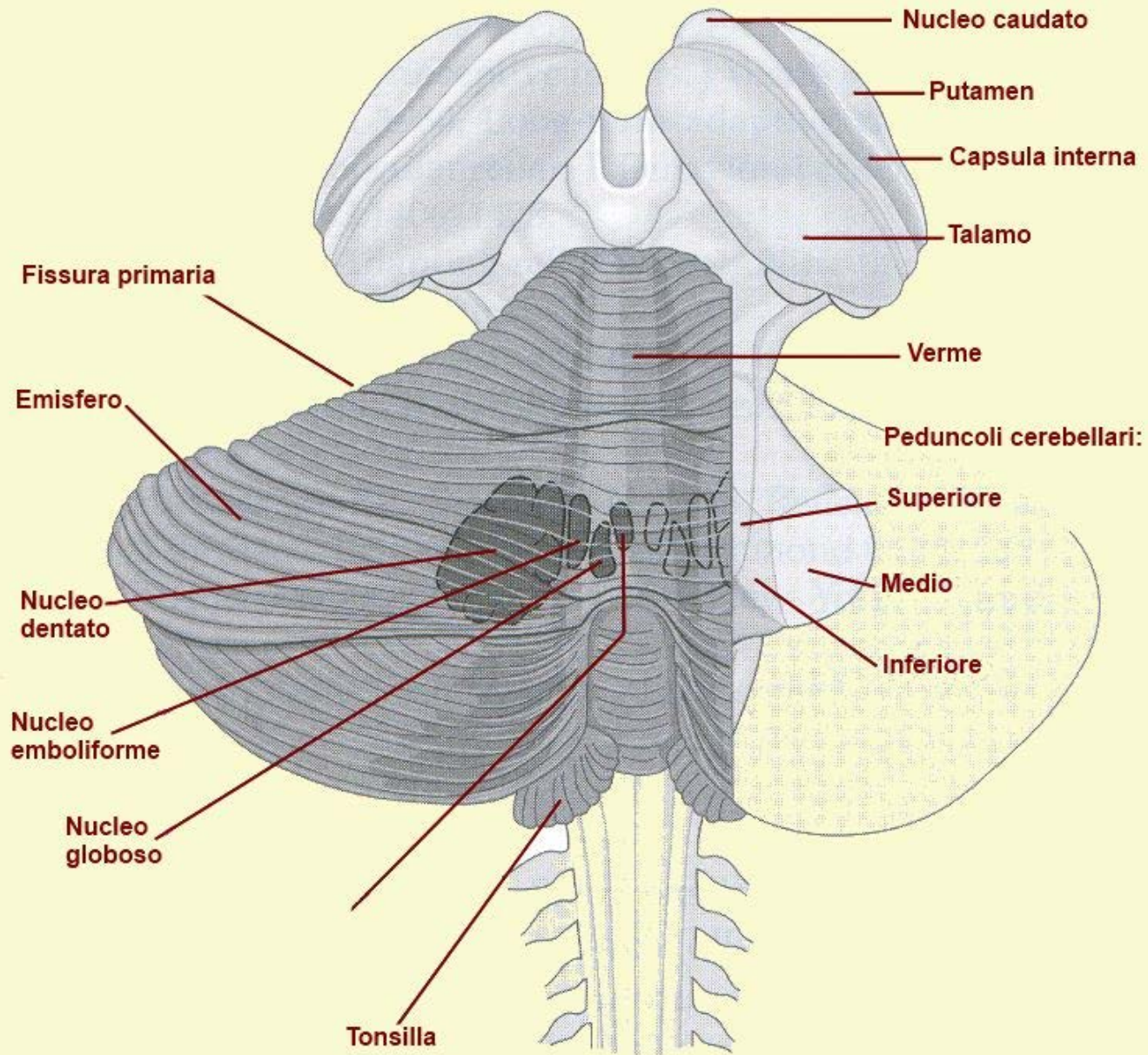


Brutta  
figura...

FIGURA 19-57. Fossa cranica posteriore e parti dell'encefalo in essa contenute. La superficie interna della fossa cranica posteriore è rivestita dalla dura madre; dorsalmente al cervelletto, la dura madre produce una lamina che si interpone fra i due lobi occipitali del cervello ed il cervelletto. A questa lamina fibrosa si dà il nome di *tentorio del cervelletto*.



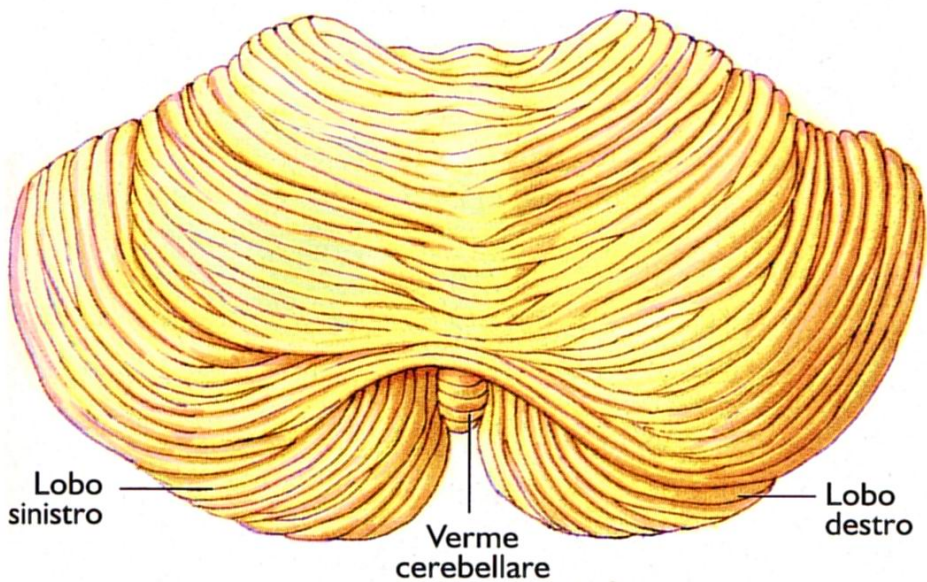
# CERVELLETTO





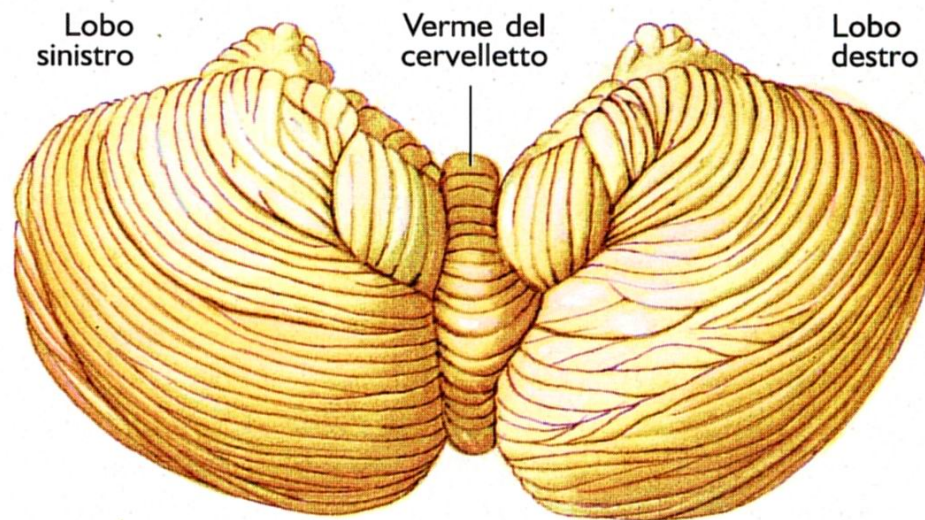
# STRUTTURA DEL CERVELLETTO

- Dorsale al tronco cerebrale, coperto superiormente dal cervello
- **Separato** dall'encefalo tramite il **tentorio** del cervelletto, una struttura trasversale derivata dalla dura madre.
- Costituito da **2 emisferi cerebellari** (**Neocerebello**) con superficie convoluta con solchi e rilievi paralleli (**folia**), più sottili e prominenti rispetto alle circonvoluzioni cerebrali, uniti tra loro dal verme mediano
- Connesso al resto del SNC tramite **3 paia** di grossi fasci di fibre (**Peduncoli Cerebellari**)
- **Ogni emisfero** consiste di **2 lobi** (anteriore e posteriore) separati da una scissura primaria (→ controllo movimenti coordinati tronco e arti)
- 2 piccoli Lobi flocculo-nodulari si trovano sotto e anteriormente agli emisferi (→ controllo mantenimento equilibrio e movimenti occhio) costituiscono **l'Archicerebello**
- La **sostanza grigia** forma lo strato più esterno o **Corteccia**, e i **Nuclei** interni
- La **sostanza bianca** predomina all'interno, assumendo l'aspetto ramificato dell'**arbor vitae**



### Faccia superiore del cervelletto

FIGURA 19-59. Si tratta della faccia su cui gravano i lobi occipitali del cervello; la superficie di questi non tocca tuttavia la superficie cerebellare perché tra cervello e cervelletto si stende il tentorio che è una lamina di connettivo dipendente dalla dura madre (vedi figura 19-55).

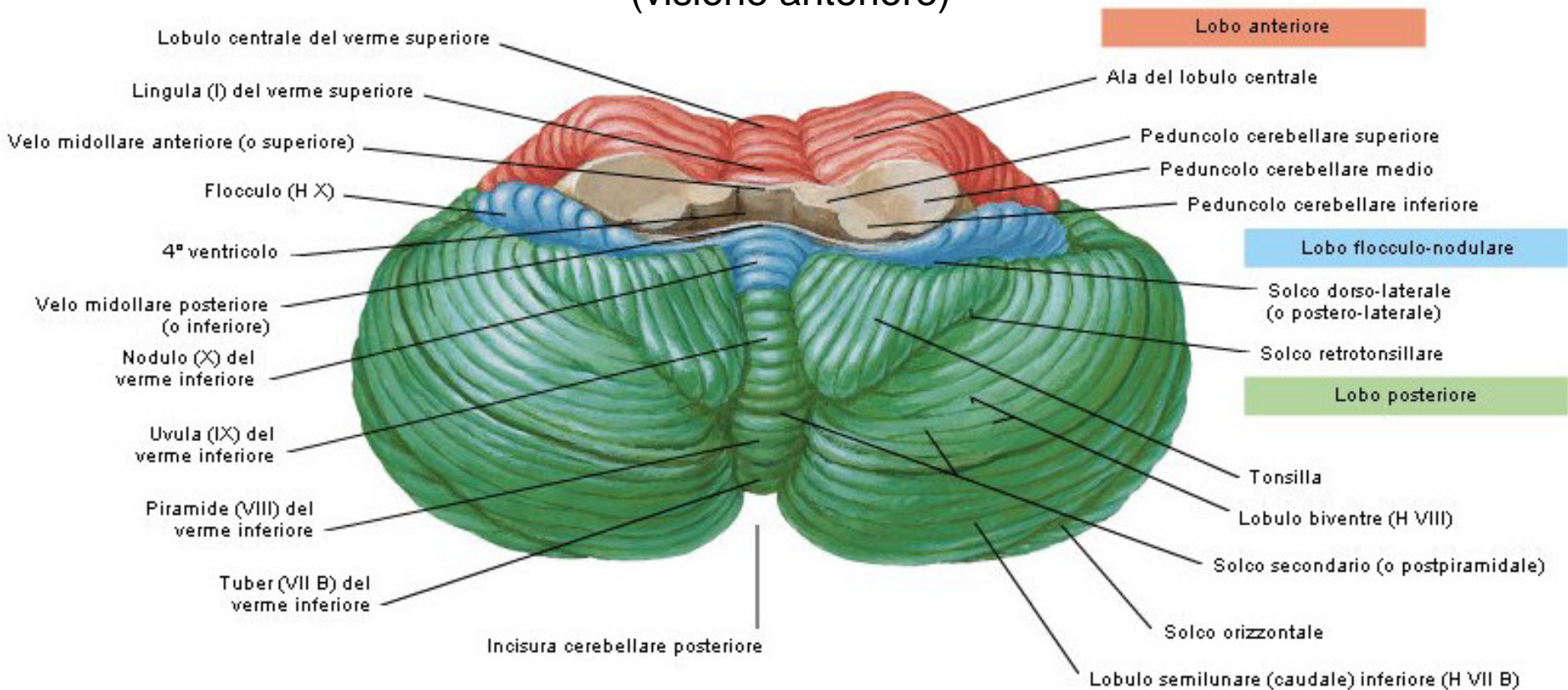


### Faccia inferiore del cervelletto

FIGURA 19-60. Sono evidenti i due emisferi cerebellari e spicca tra questi il rilievo longitudinale del verme.

# Cervelletto

(visione anteriore)



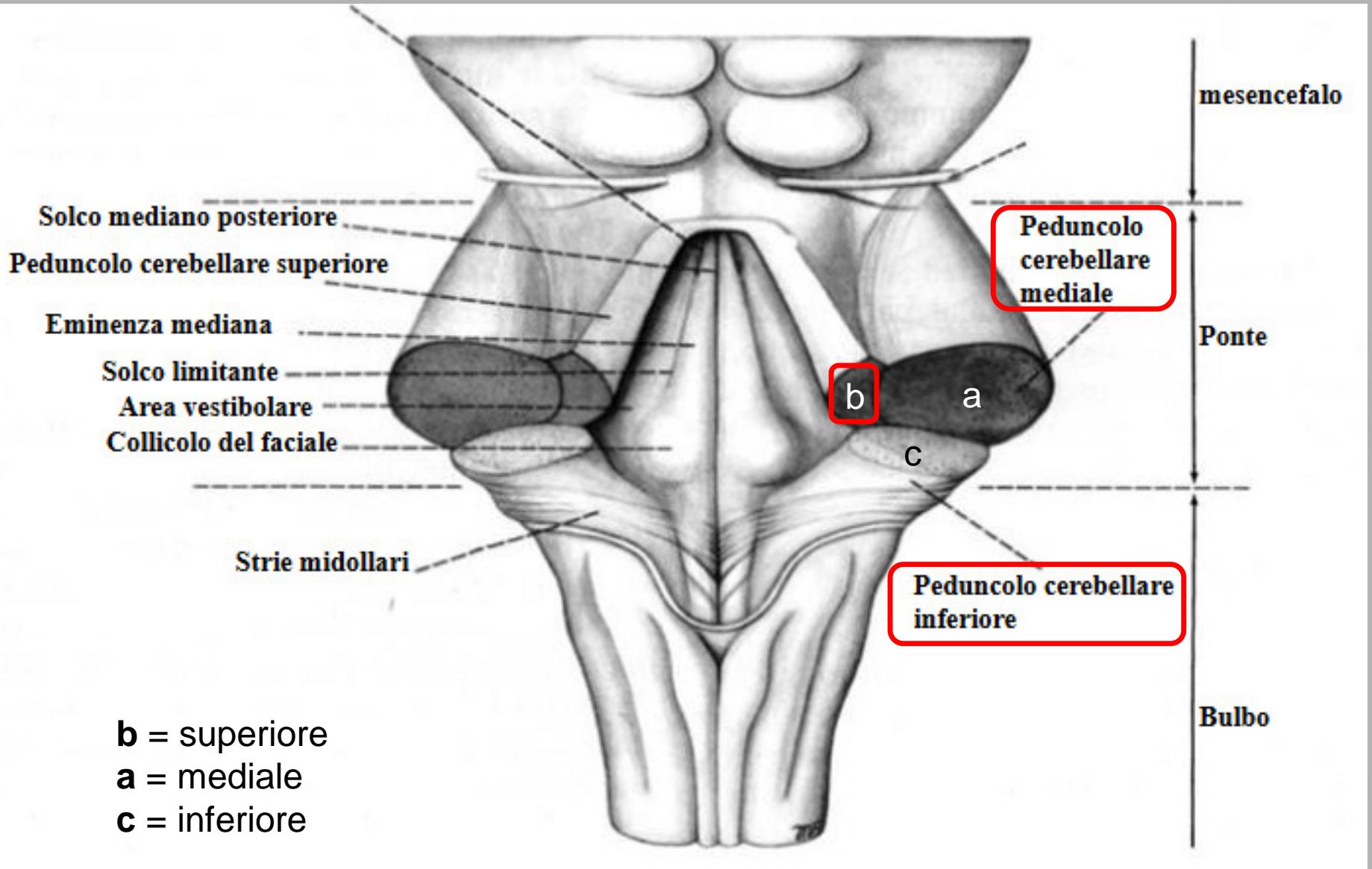
\*H = emisfero. La numerazione romana si riferisce alla nomenclatura di Larsell

**Paleocerebellum**  
↓  
**Archicerebellum**  
↓  
**Neocerebellum**



# PONTE

(visione posteriore)



La Corteccia (Sostanza Grigia) è costituita da 3 strati di neuroni:

1- Lo strato profondo dei granuli è costituito dalle *Cellule di Golgi* e dai *Granuli*

2- Lo strato intermedio o gangliare, dalle *Cellule di Purkinje* molto grandi, con pirenoforo piriforme e molti dendriti aperti a ventaglio verso la sost. grigia [i loro assoni sono gli unici a uscire dalla corteccia cerebellare, diretti verso la sost. bianca per raggiungere i nuclei cerebellari profondi]

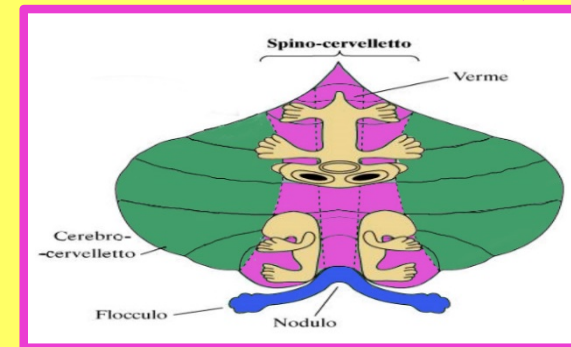
3- Lo strato esterno o molecolare è costituito da *Cellule a canestro* e *Cellule stellate* ## si realizza una grande AMPLIFICAZIONE di segnale e una distribuzione somatotopica dei circuiti ##

La **sostanza bianca** interna presenta una struttura ramificata tipica:

## **l'Arbor vitae**

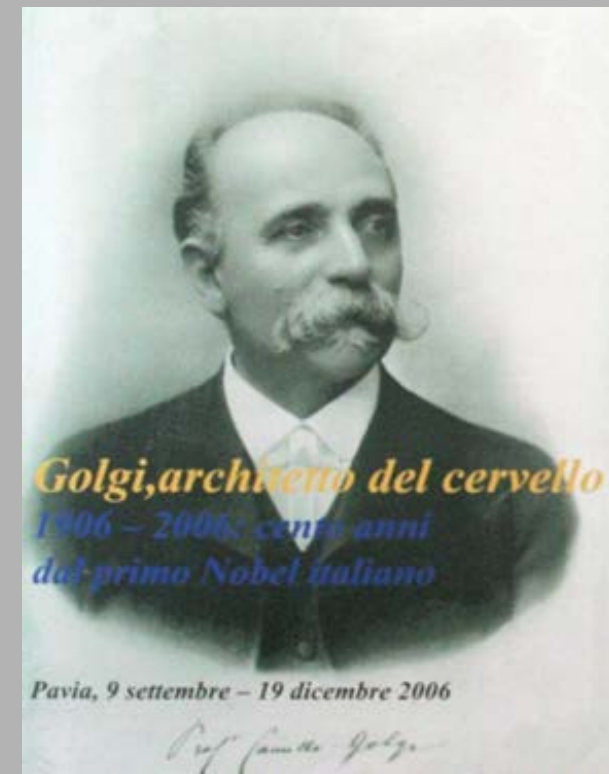
*Le fibre afferenti al cervelletto sono di 2 tipi:*

- **fibre rampicanti** (dalle olive)
- **fibre muscoidi** (più numerose e con varie origini: nuclei del ponte, nuclei vestibolari, midollo spinale)





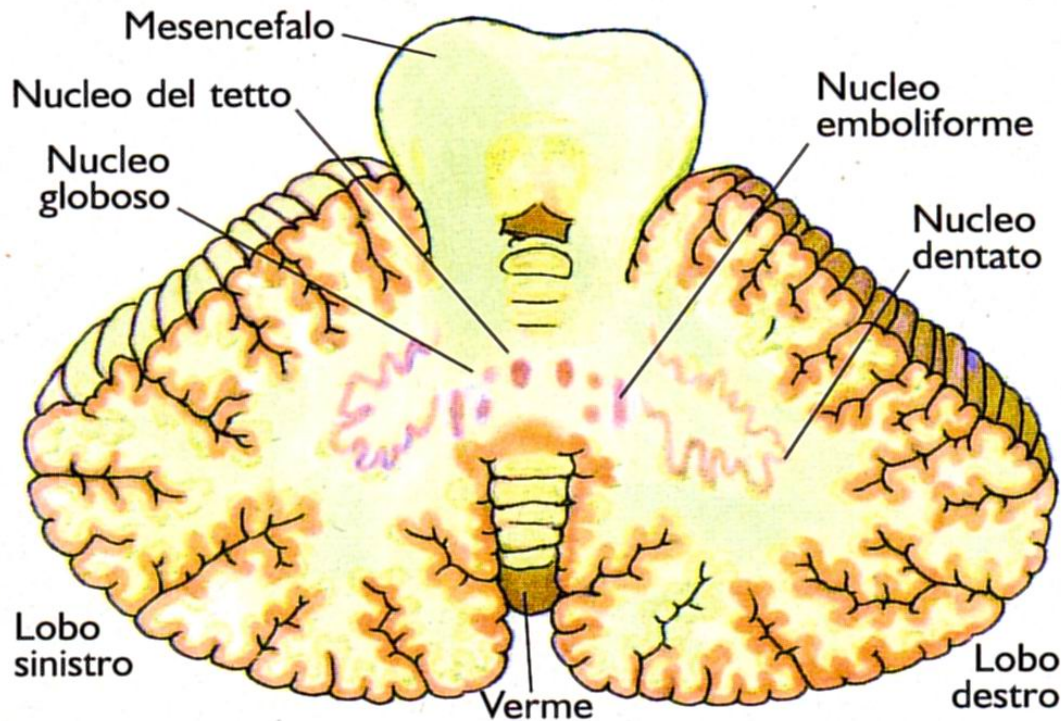
**Jan Evangelista Purkyně (Purkyně) :**  
1787 Libochovice – Praga 1869



**Camillo Golgi:** Córteno (BS) 1843 – Pavia 1926







**Sezione orizzontale del cervelletto**

FIGURA 19-63. Sezione orizzontale del cervelletto e del ponte. Sono visibili nella sostanza bianca cerebellare le 4 paia di nuclei grigi *dentati*, *emboliformi*, *globosi* e *del tetto*. I nuclei dentati ricevono la più gran parte delle fibre provenienti dalle *cellule di Purkinje* della corteccia cerebellare e trasmettono impulsi verso il *talamo*. Di qui gli impulsi si portano attraverso un successivo neurone verso la corteccia frontale motoria. Gli altri nuclei cerebellari, ricevono ugualmente input dalla corteccia ed avviano a loro volta impulsi ai *nuclei reticolari* del tronco encefalico ed al *nucleo rosso* del mesencefalo.

## NUCLEI GRIGI: 4 paia (e loro collegamenti)

□ **Dentati** ← dalle Purkinje;  
→ Talamo → Cort. Front. Motoria

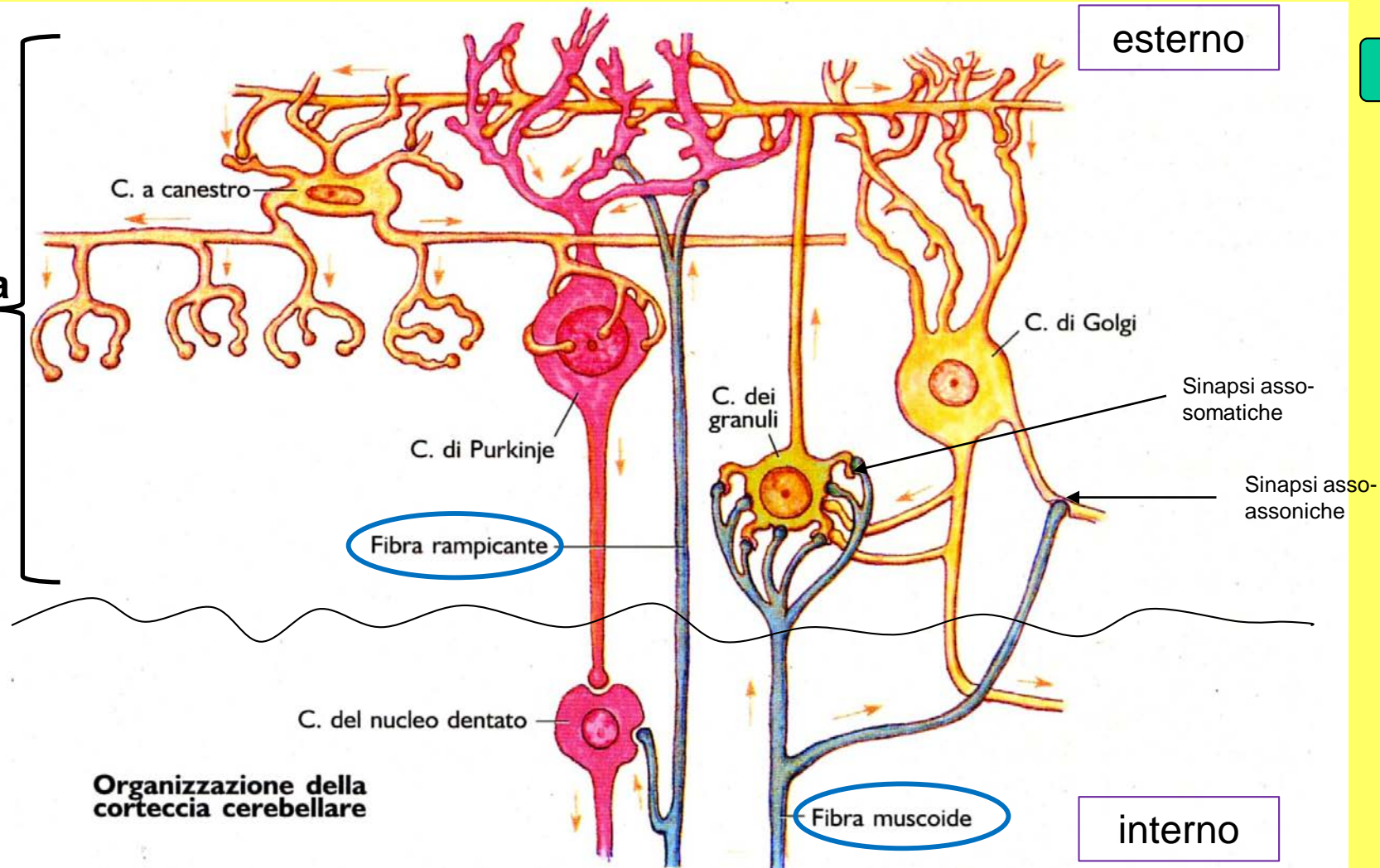
□ **Emboliformi** } **Nucleo Interposito**  
+ **Globosi** }

← dalla corteccia cerebellare

→ ai Nuclei Reticolari

□ **Del Tetto** ← dalla corteccia cerebellare; → al Nucl. Rosso

corteccia



### Organizzazione della corteccia cerebellare

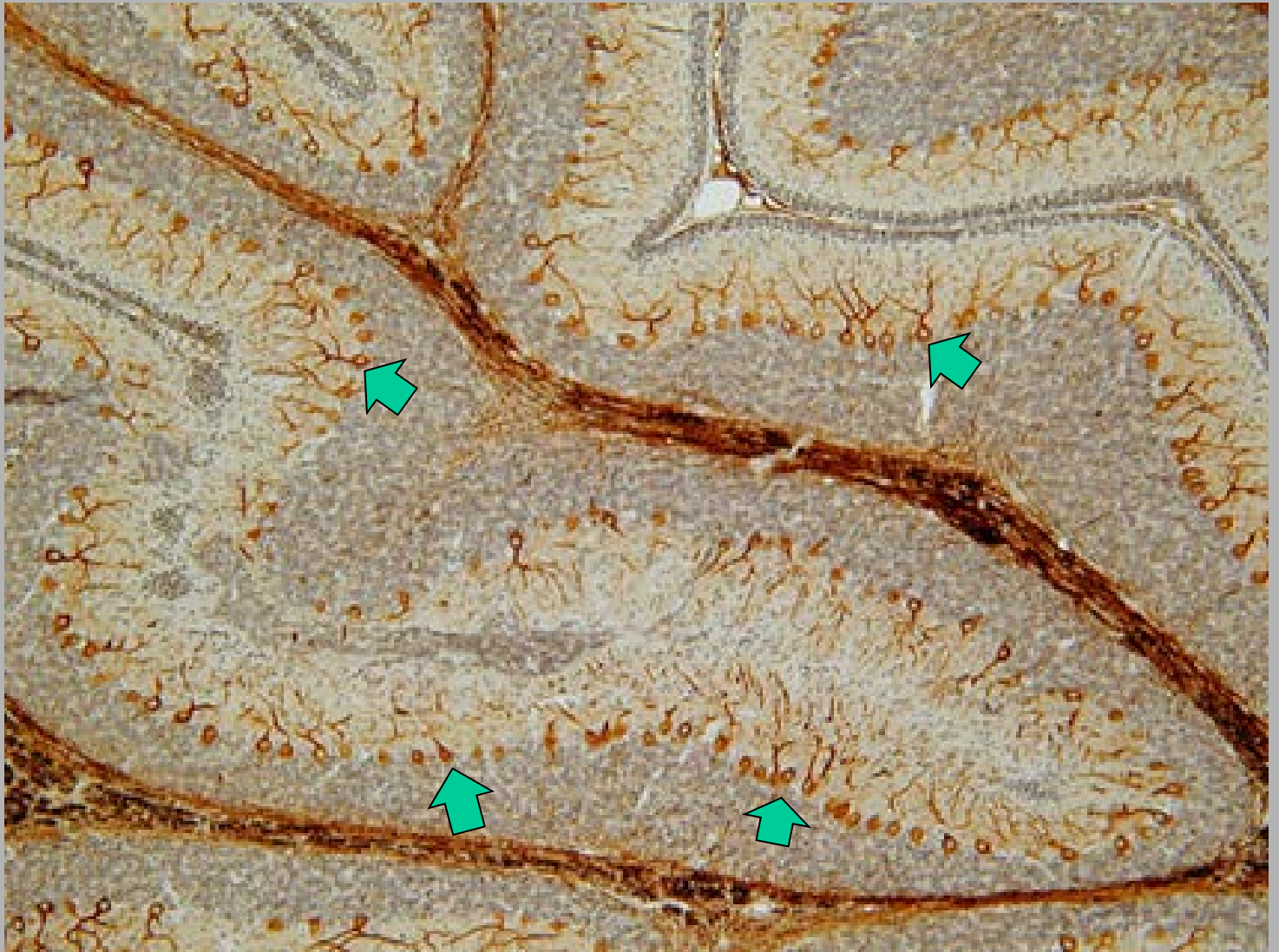
FIGURA 19-66. Lo schema mostra le relazioni che stabiliscono, a livello della corteccia cerebellare, le fibre afferenti *muscoide* e *rampicanti* e illustra le connessioni che tra loro stabiliscono i neuroni di questa regione. Nello schema sono disegnate in azzurro una fibra *muscoide* ed una fibra *rampicante*; in rosso una *cellula di Purkinje*; in viola una *cellula dei granuli*, in rosa una *cellula del II tipo di Golgi* e una *cellula a canestro*. Sia le fibre muscoide che le fibre rampicanti proiettano le proprie afferenze sui dendriti delle cellule di Purkinje: le fibre rampicanti lo fanno direttamente abbarbicandosi ai dendriti di queste cellule; le fibre muscoide lo fanno indirettamente con la collaborazione dei granuli. Le *cellule di Golgi*, e le *cellule a canestro* hanno

funzione inibitoria sulla attività delle cellule di Purkinje. Le cellule di Golgi sono attivate da rami delle fibre muscoide e da rami dell'assone dei granuli. Tali attivazioni vengono tradotte dalle cellule di Golgi in impulsi inibitori che vengono proiettati sui *glomeruli*. Si dicono *glomeruli* le sinapsi che si stabiliscono tra i terminali arrotondati delle fibre muscoide e i dendriti delle cellule dei granuli. Tali sinapsi ricevono così una sorta di retrocontrollo negativo. Le cellule a canestro sono eccitate da rami delle fibre parallele di pertinenza dei granuli e traducono tali eccitazioni in correnti inibitorie che riversano sopra i dendriti o sopra il pirenoforo delle cellule di Purkinje.





Elda "Chicca"  
Scherini



*Corteccia cerebellare di ratto di 13 giorni - cellule di Purkinje*



# FUNZIONI del cervelletto

- *Gli impulsi del cervello possono dare inizio all'azione, mentre **quelli del cervelletto rendono sinergici e coordinano le contrazioni e il rilasciamento dei vari muscoli quando è iniziata l'azione.***
- **Concorre al controllo della postura (non è cosciente, permette di effettuare movimenti senza scatti e tremori, efficaci e coordinati) basandosi su informaz. propriocettive (sulla posizione), visive, tattili, statiche e uditive**
- **Svolge una azione integrata con la corteccia cerebrale (mediata dai nuclei del ponte) permettendo movimenti corretti mediante la coordinazione delle attività dei gruppi muscolari per mantenere **l'equilibrio****

**Cervelletto** = centro di processazione "automatica" con 2 funzioni peculiari:

1. **Correzione dei muscoli posturali del corpo:** modificando l'attività del nucleo rosso interviene sul coordinamento muscolare per mantenere i muscoli in equilibrio funzionale
- 2a. **Programmazione e regolazione fine dei movimenti volontari ed involontari,** dovuta alle complesse interazioni tra corteccia cerebrale e cervelletto
- 2b. **Apprendimento e ricordo dei movimenti:** connessioni tramite le fibre cortico-ponto-cerebellari:
  - riceve il piano di movimento e le coordinate spaziali entro cui deve avvenire il movimento, quindi
  - confronta queste info con quelle propriocettive e tattili protopatiche e più fini
  - produce una risposta coordinata e fluida

- I tratti più lunghi portano impulsi **da** e **per** il cervelletto attraverso 3 coppie di peduncoli:

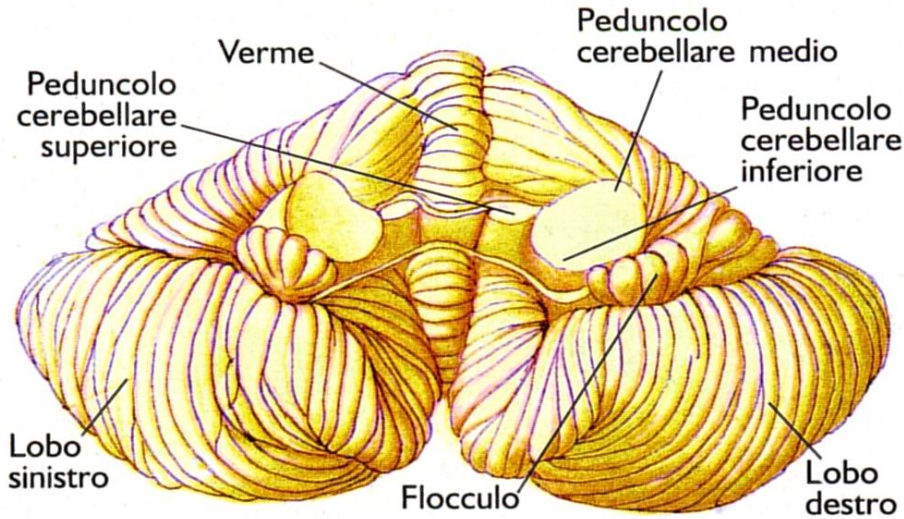
1. **Peduncoli cerebellari superiori**: dai nuclei dentati del cervelletto → al nucleo rosso del mesencefalo → al talamo (diencefalo)
2. **Peduncoli cerebellari medi**: dal ponte (detti pontocerebellari)
3. **Peduncoli cerebellari inferiori**: dal midollo spinale e dal bulbo

- una coppia di **Nuclei Dentati**, uno per ciascun emisfero: stabilisce **connessioni col talamo** e con le **aree motorie della corteccia cerebrale**  
----- in direzione inversa consentono alla corteccia motoria di controllare il cervelletto



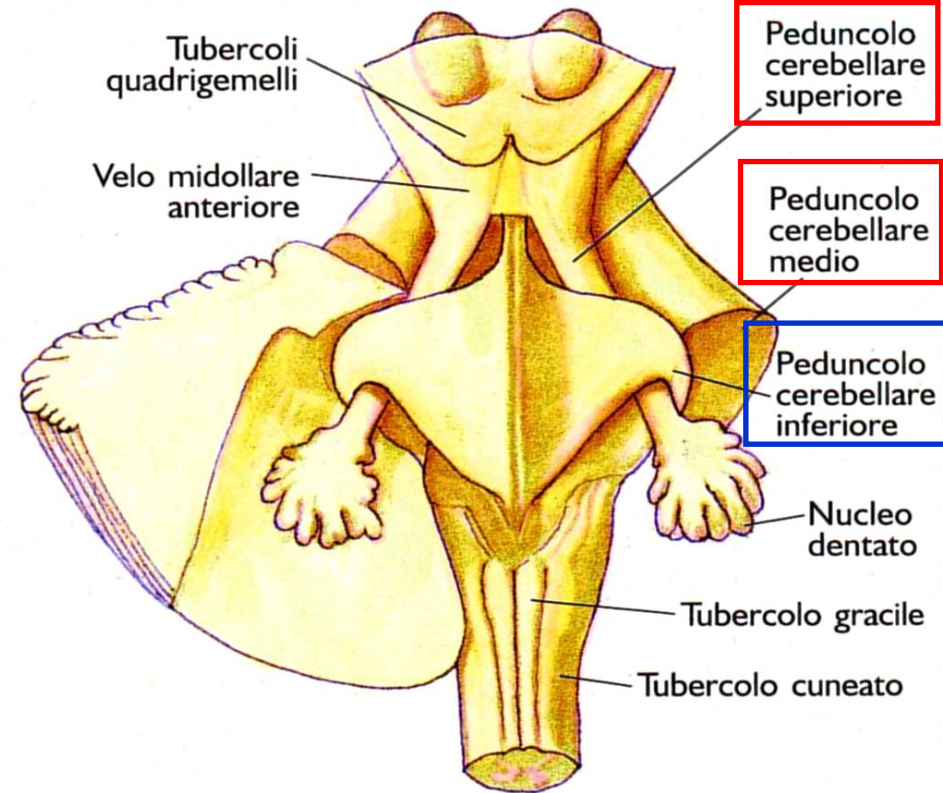
→ cervello

→ bulbo



### Faccia anteriore del cervelletto

FIGURA 19-61. Faccia anteriore del cervelletto messa in luce dopo aver staccato l'organo mediante recisione dei peduncoli che lo vincolavano al bulbo, al ponte e al mesencefalo.



### Peduncoli cerebellari <sup>Fibre Affer..</sup> + Effer.

FIGURA 19-62. Il cervelletto è collegato anatomicamente con il cervello attraverso i *peduncoli cerebellari superiori*, con il ponte attraverso i *peduncoli cerebellari medi* e con il bulbo attraverso i *peduncoli cerebellari inferiori*. I peduncoli sono costituiti da fasci di fibre nervose *afferential* cervelletto ed *efferenti* da questo. La immagine permette di analizzare la posizione e i rapporti reciproci delle tre coppie di peduncoli dopo isolamento degli stessi mediante la asportazione di gran parte del tessuto cerebellare.

# CERVELLETTO, DIVISIONI FUNZIONALI

Corrispondono a regioni con afferenze diverse

Verme:

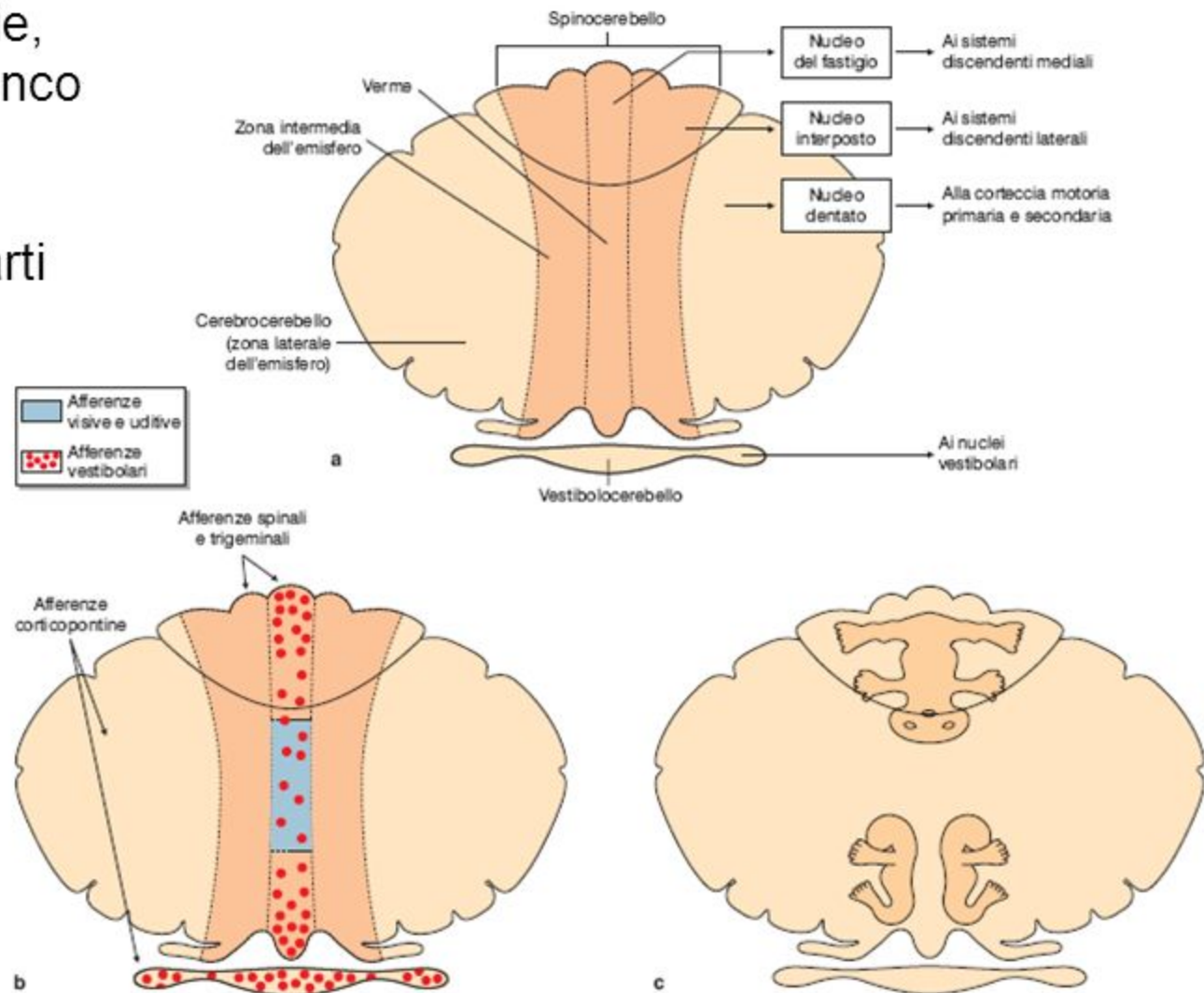
afferenze sensoriali varie,  
somatosensoriali dal tronco

Regione intermedia:

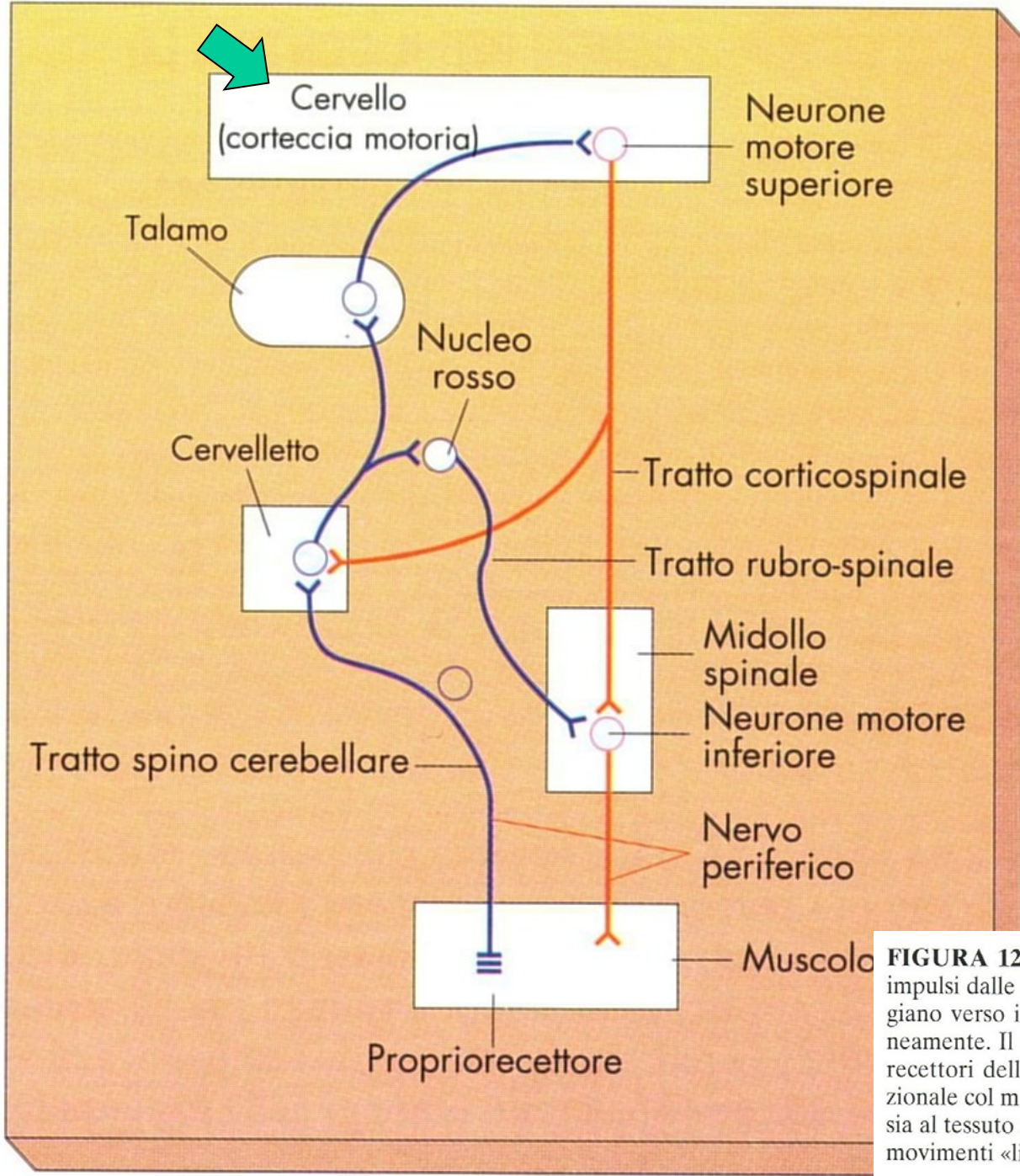
Aff. somatosens. dagli arti

Emisferi:

Corteccia cerebrale



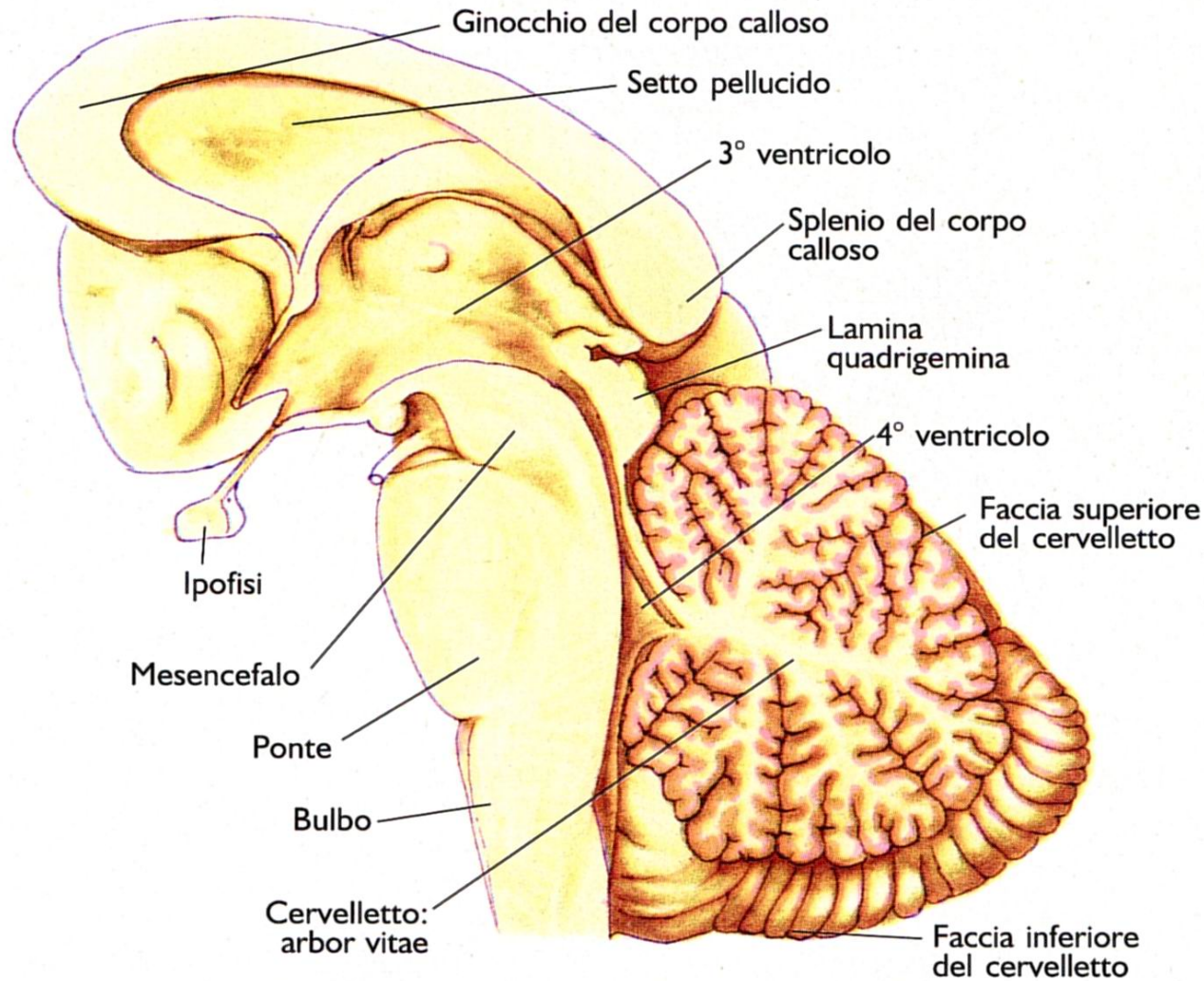




**Attuazione  
dei movimenti  
“lisci”, cioè  
senza scosse  
e tremori**

**FIGURA 12-11 Funzione di coordinazione del cervelletto.** Gli impulsi dalle aree di controllo motore della corteccia cerebrale viaggiano verso i muscoli scheletrici e verso il cervelletto contemporaneamente. Il cervelletto, che riceve anche informazioni sensitive dai recettori dell'apparato locomotore, confronta il movimento intenzionale col movimento attuale. Invia poi, sia alla corteccia cerebrale, sia al tessuto muscolare, gli impulsi necessari per la coordinazione di movimenti «lisci», cioè armonici e senza scosse o tremori.



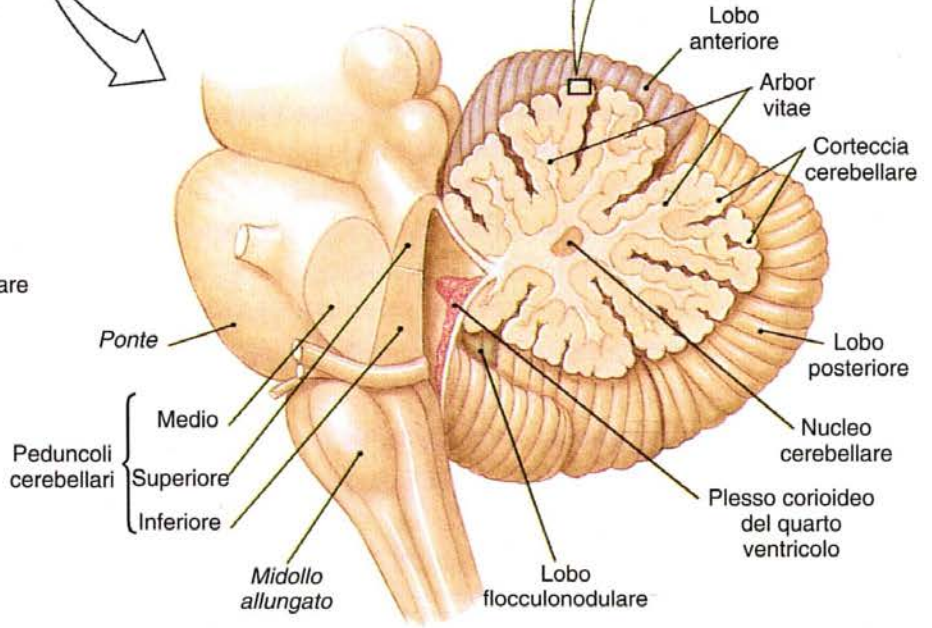
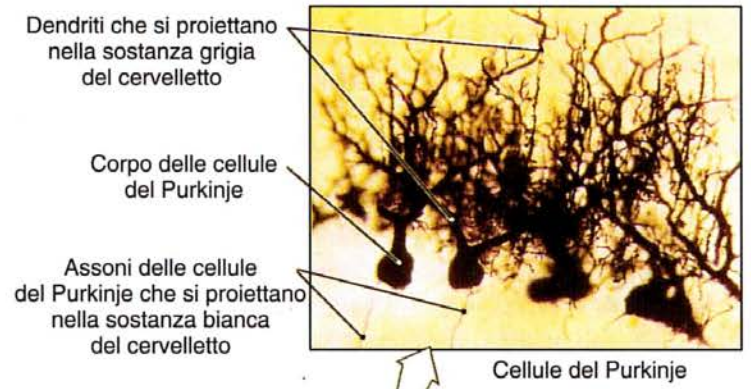
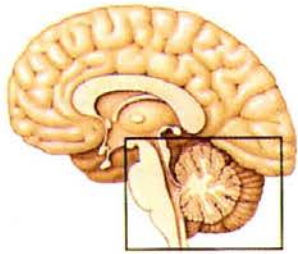
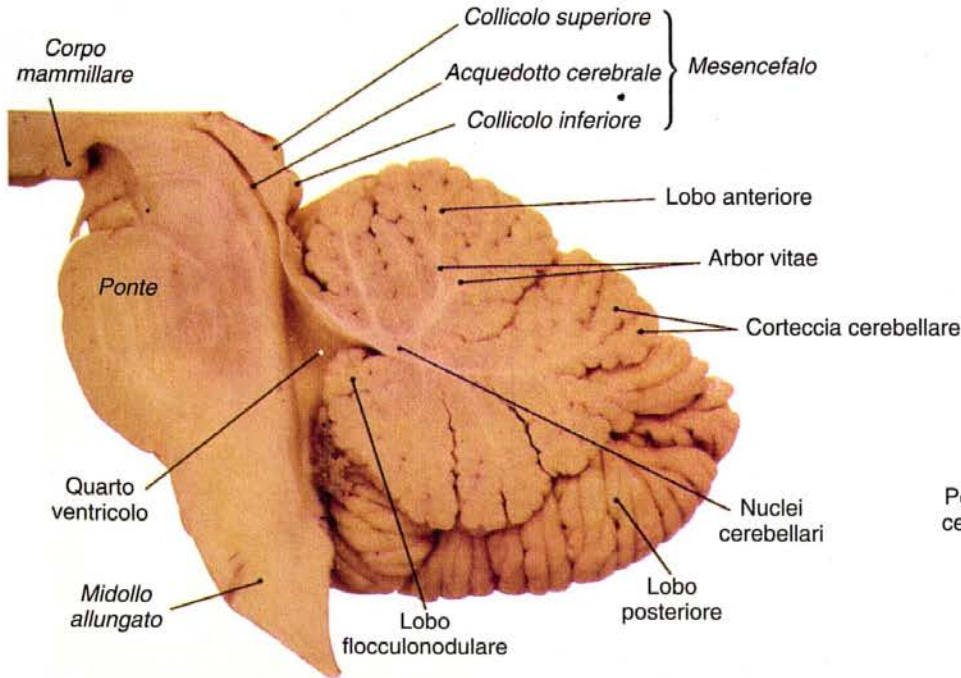


### Spaccato sagittale mediano dell'encefalo

FIGURA 19-58. Spaccato sagittale mediano del *tronco cerebrale*, del *diencefalo* e del *cervelletto*. La figura permette di localizzare la posizione del cervelletto e di analizzarne i rapporti. L'organo è situato dorsalmente al ponte ed al bulbo e copre parzialmente la lamina quadrigemina. Inferiormente al cervelletto sta la cavità del 4° ventricolo che si continua caudalmente con il *canale endiminale* e cefalicamente con l'*acquedotto di Silvio*. Il taglio corrisponde al *verme del cervelletto* e permette di valutare le elevata estensione della corteccia cerebellare e la scarsa consistenza della sostanza bianca. Lo spaccato del cervelletto presenta una forma triangolare: i tre lati corrispondono alla *faccia anteriore*, alla *faccia superiore* ad alla *faccia inferiore* riprodotte nelle tre figure che seguono.

**FIGURA 15.19 IL CERVELLETTO**

(a) Superficie superiore del cervelletto, che mostra i principali limiti anatomici e le principali regioni. (b) Visione sagittale del cervelletto, che mostra la disposizione della sostanza grigia e bianca. La fotografia mostra le cellule di Purkinje; questi grandi neuroni si trovano nella corteccia cerebellare. (MO × 120)



# Lezione

## Cervello 1: il Diencefalo

Scaricare i seguenti video:



# II DIENCEFALO

Il Diencefalo, insieme al Telencefalo, costituisce il CERVELLO (\*)

Situato tra i due emisferi cerebrali, dai quali è quasi completamente avvolto

Al suo interno è presente il 3° ventricolo che lo divide in due metà simmetriche

Separato dal Mesencefalo dalla **Commessura posteriore** (sost. Bianca interposta tra i 2 emisferi) e dal Telencefalo dal piano passante dal **Forame Interventricolare di Monrö**

(\*) secondo alcuni autori...

# II DIENCEFALO

- Connette il Tronco agli Emisferi cerebrali mediante diverse strutture:

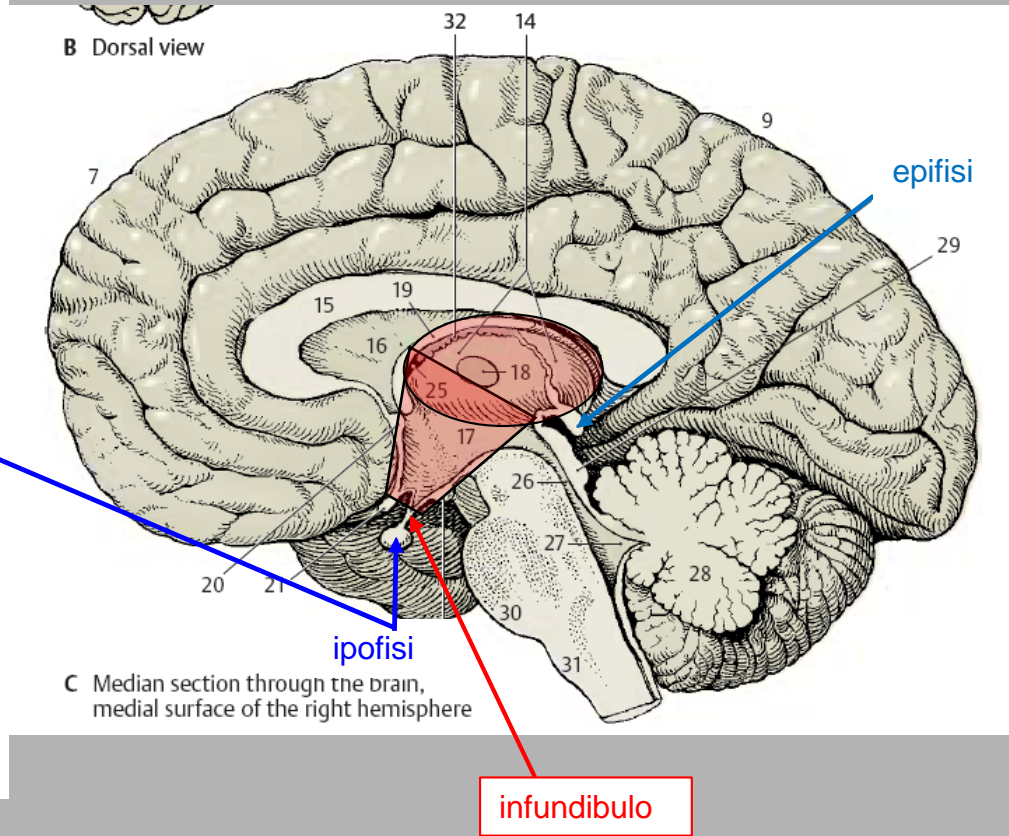
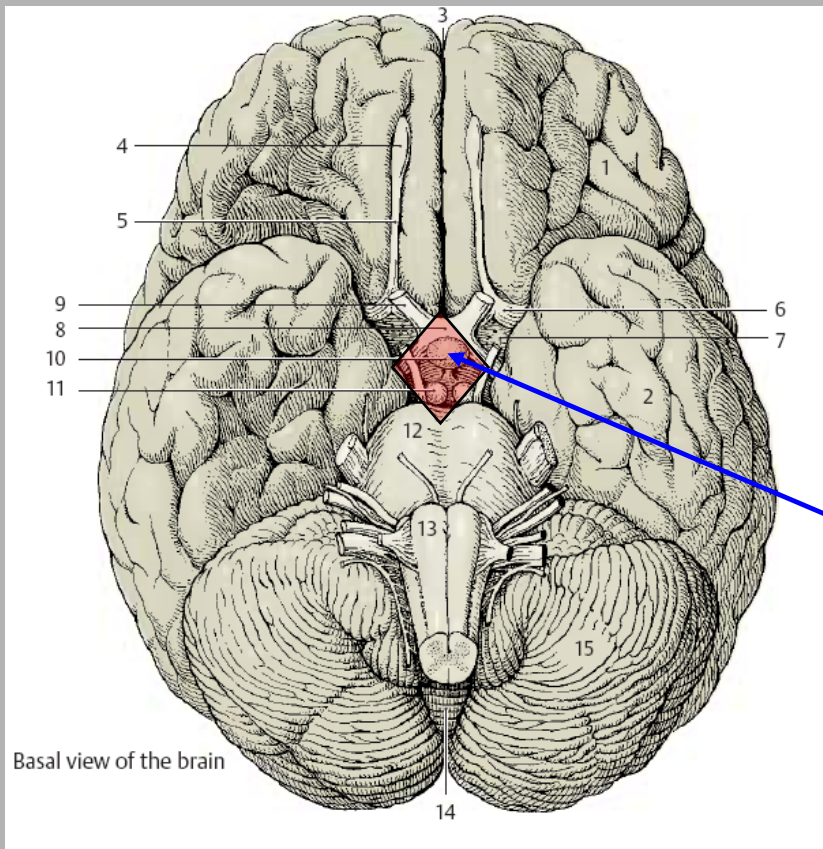
Costituito da

- Ipotalamo inferiormente
- Talamo diviso in dx e sx
- Epitalamo superiormente (o posteriorm.) [epifisi + nucleo dell'abenula]

A seconda dell'Autore  
anche da:

- Chiasma dei nervi ottici**
- Ipofisi (ghiandola pineale)**

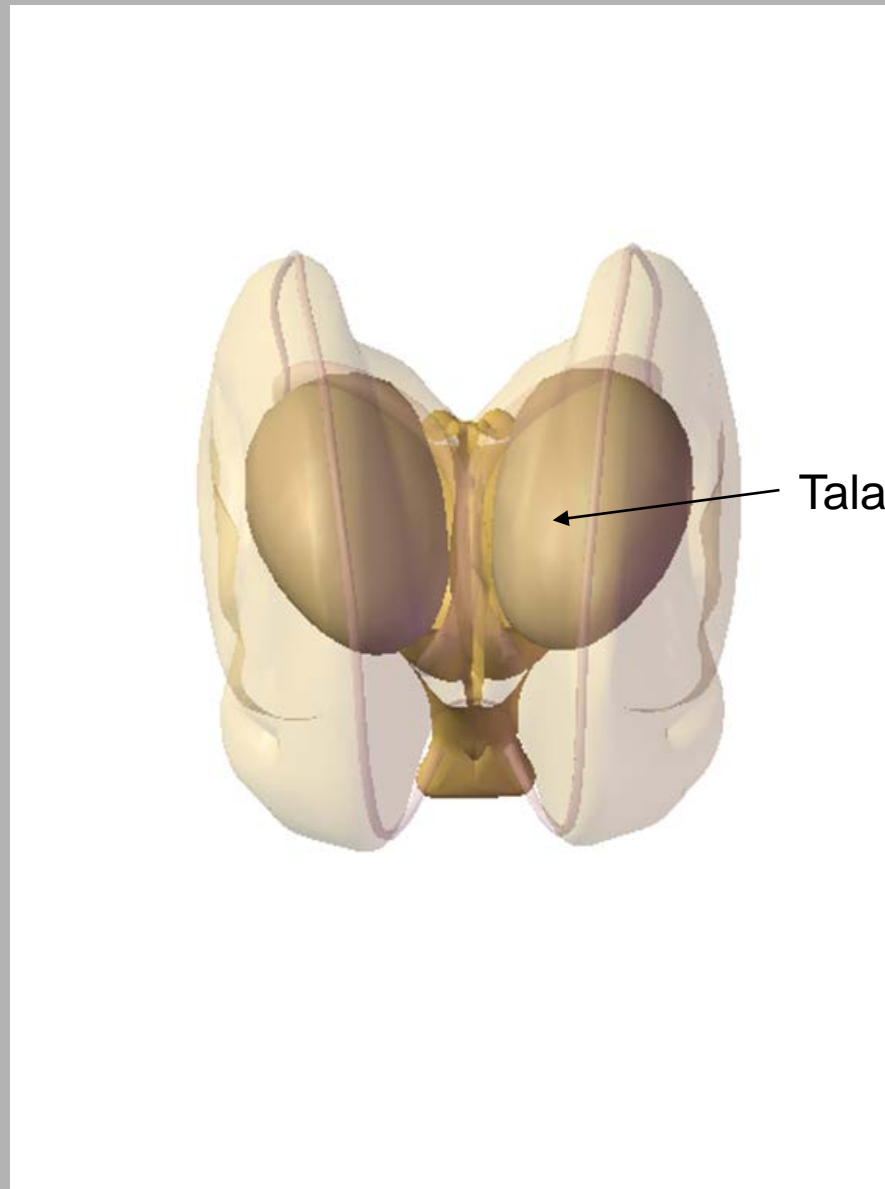
Subtalamo



- Quasi interamente avvolto dagli emisferi cerebrali
- Visibile in minima parte sulla superficie ventrale
- Cavità associata: 3° ventricolo



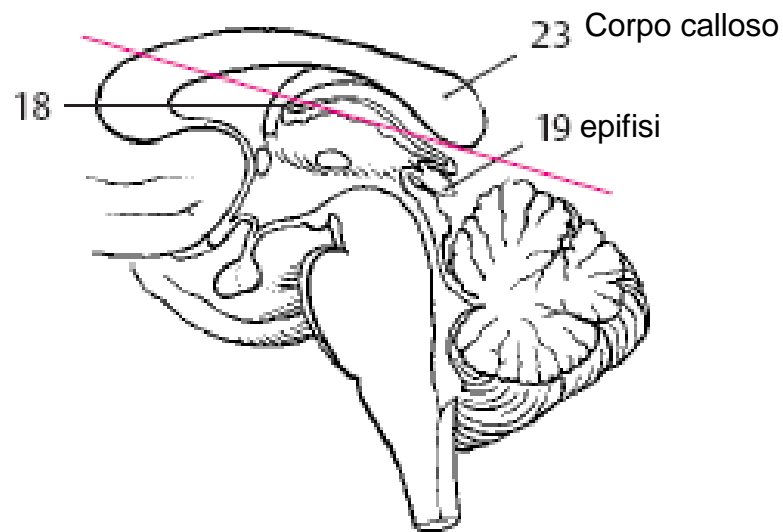
# Aspetto esterno del Diencefalo



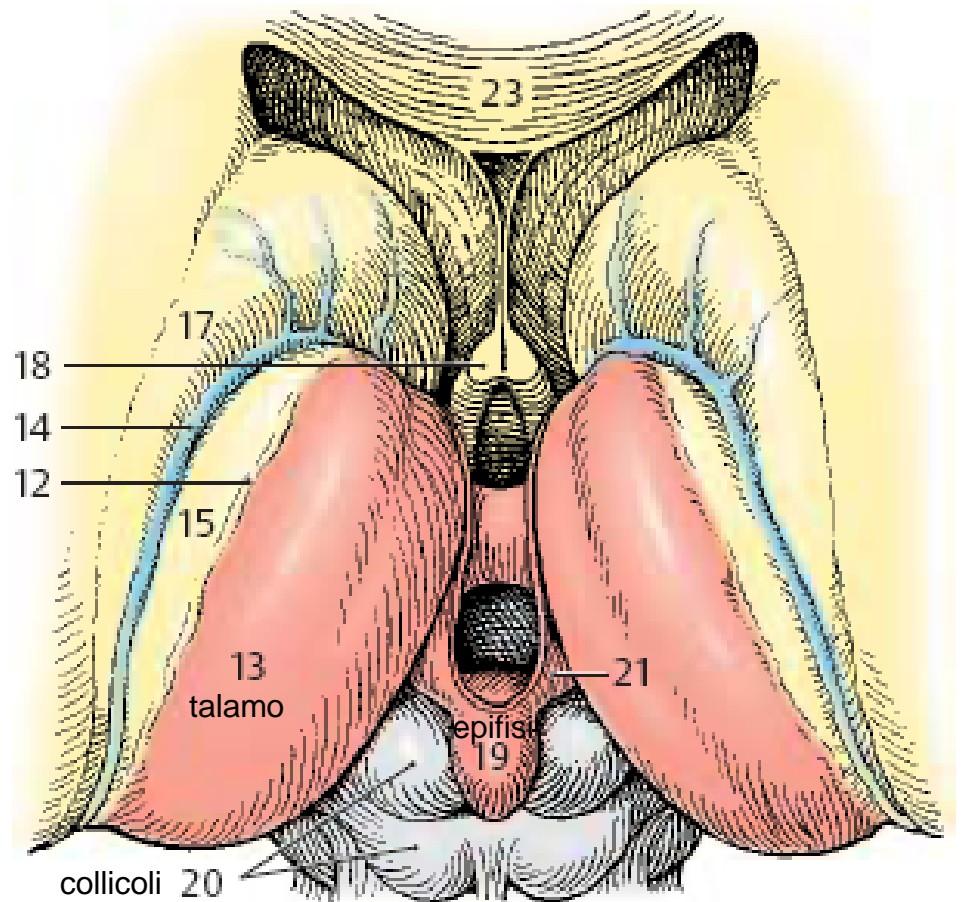
Talamo

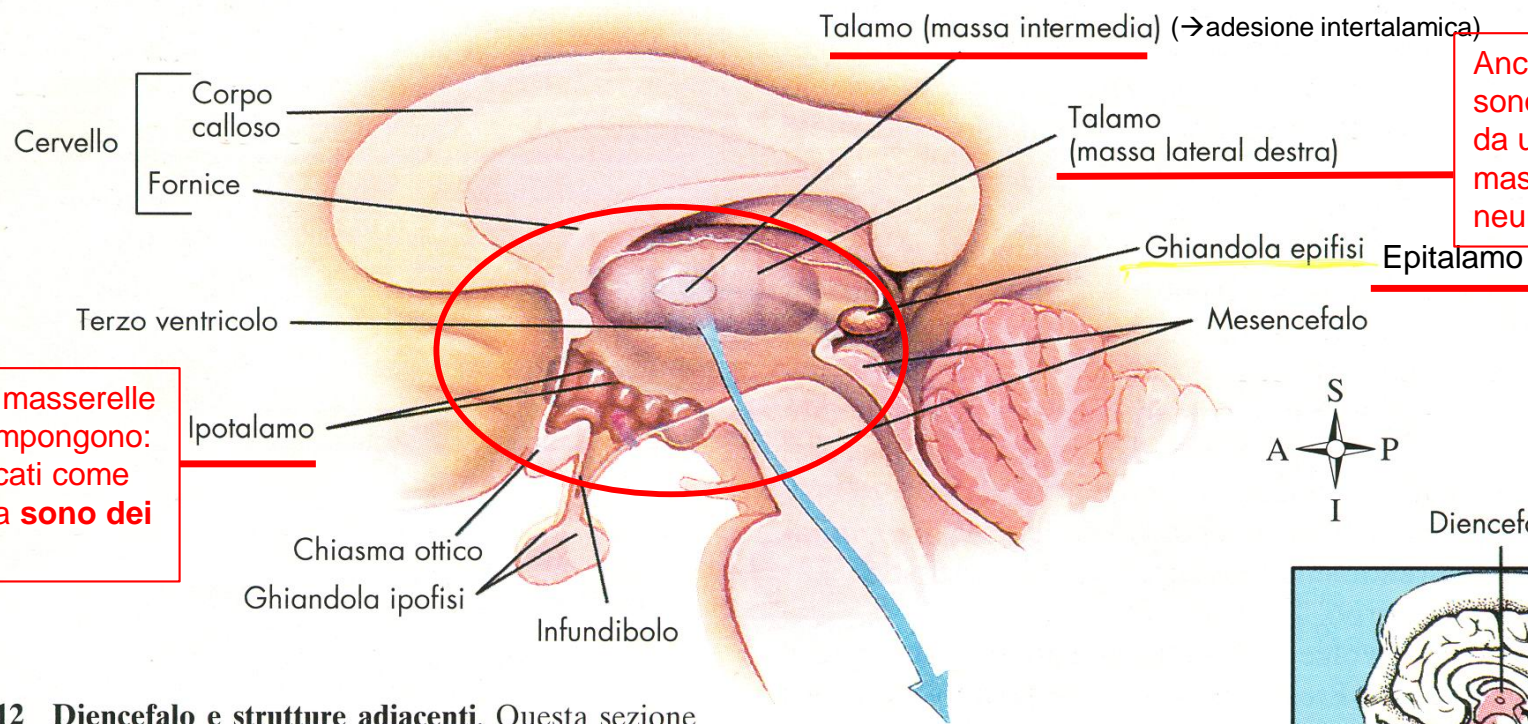
# Diencefalo, vista superiore

Dopo rimozione di corpo calloso e plesso corioideo



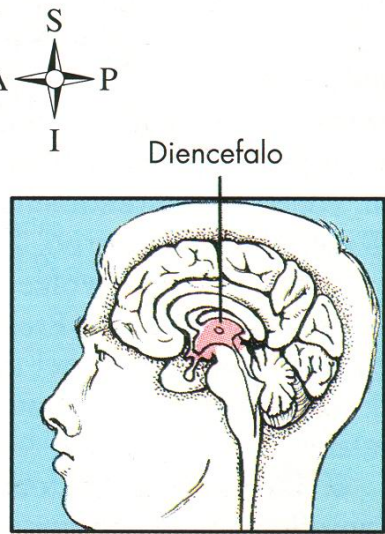
**B** Plane of section shown in **C**





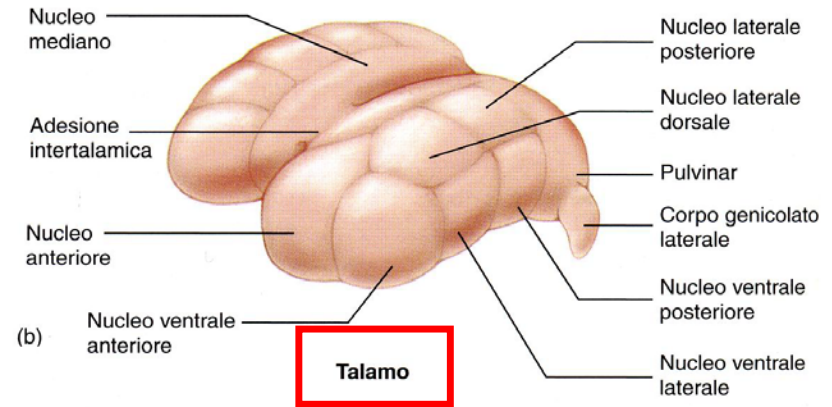
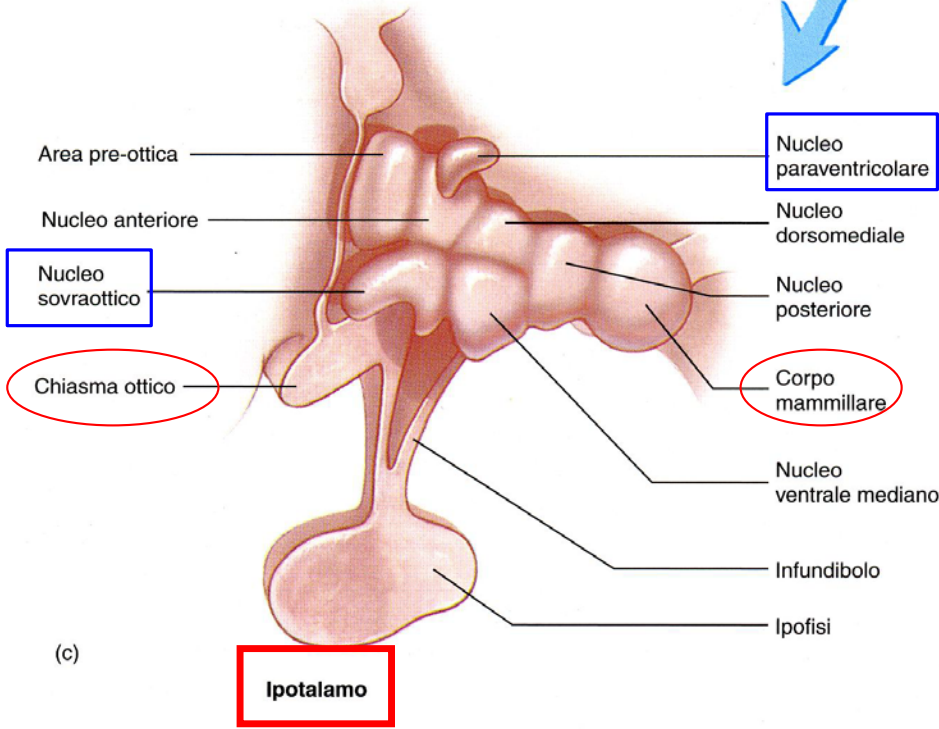
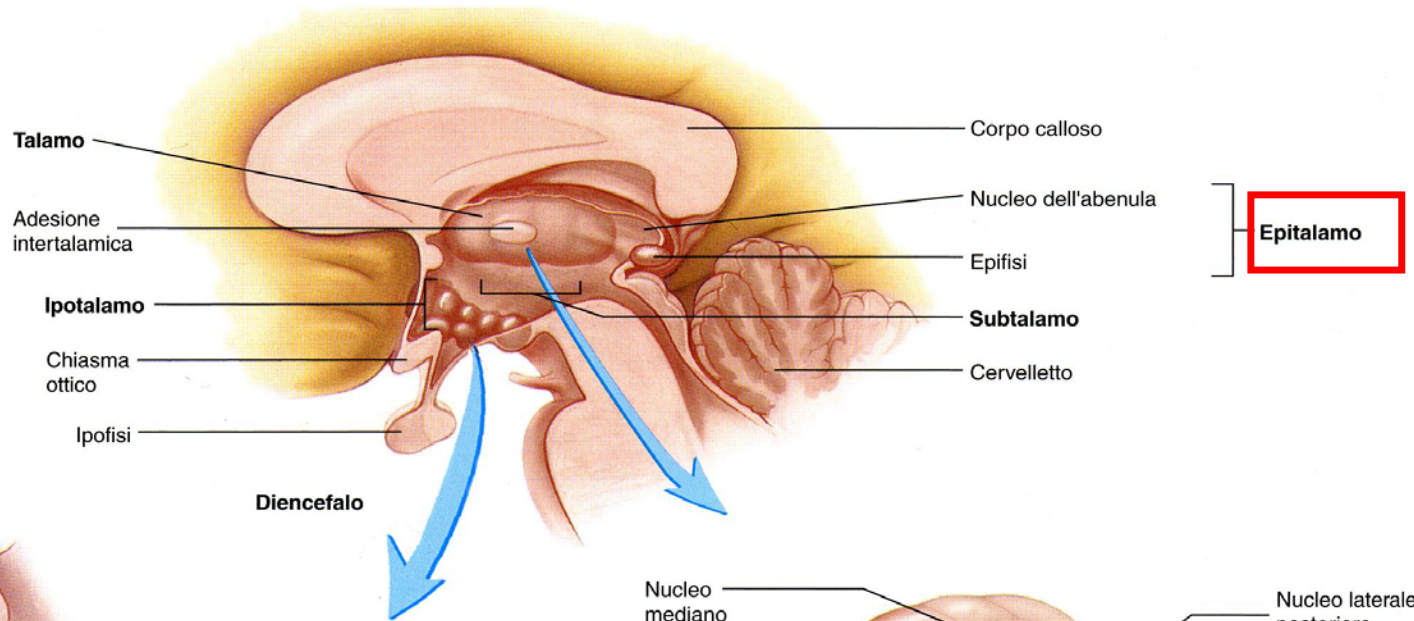
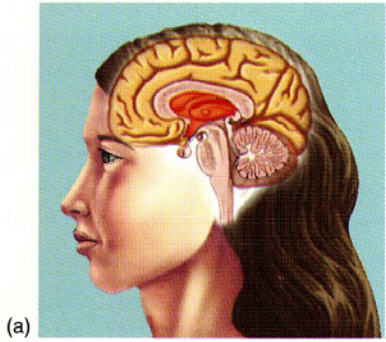
Anche i Talami sono costituiti da una serie di masserelle di neuroni

Notate le masserelle che lo compongono: sono indicati come nuclei, ma sono dei CENTRI

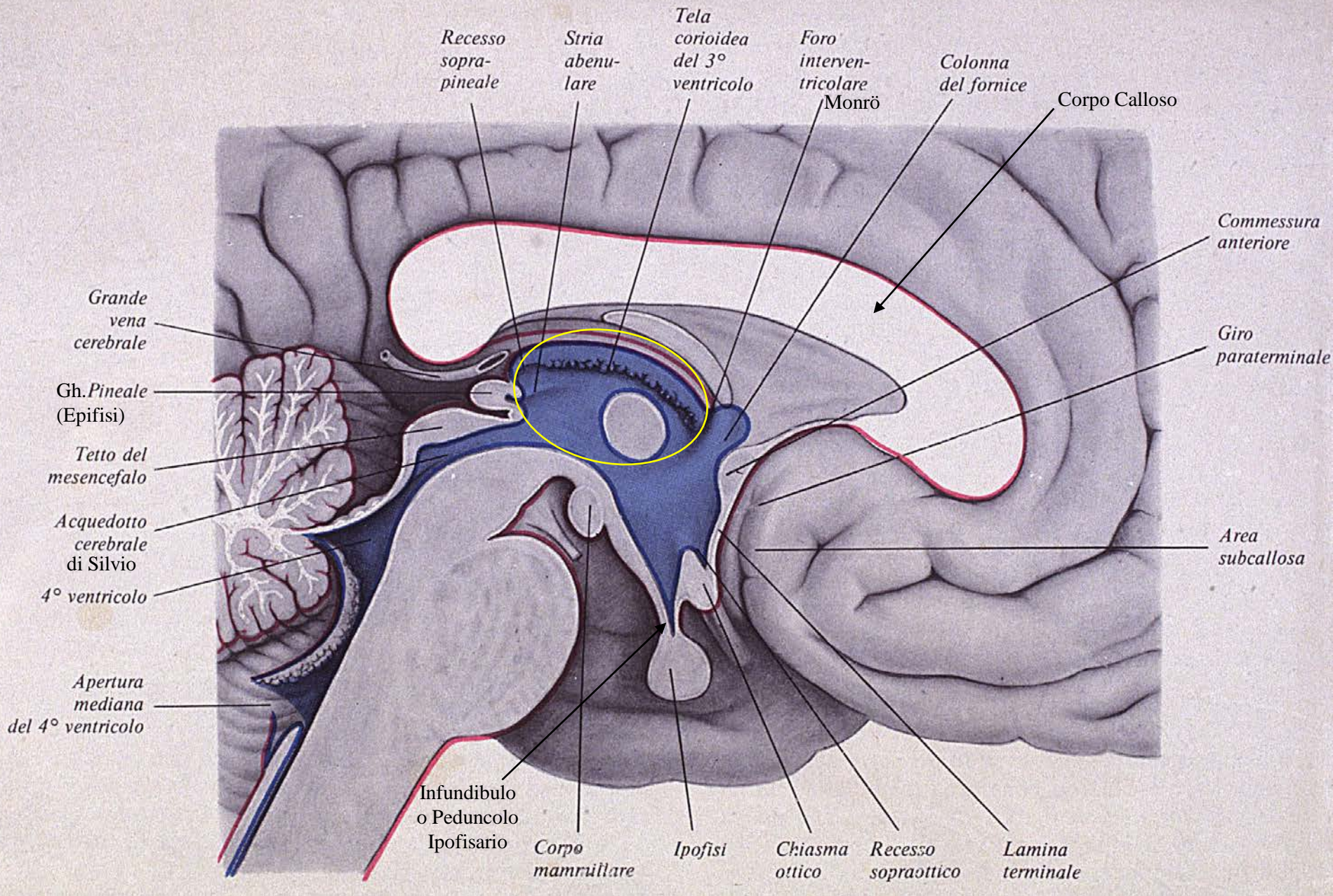


**FIGURA 12-12 Diencefalo e strutture adiacenti.** Questa sezione sagittale mediana presenta le principali regioni del diencefalo, il talamo e l'ipotalamo, ma sono rappresentati anche elementi di minori dimensioni come il chiasma ottico e il corpo pineale. Notare la posizione del diencefalo tra mesencefalo e telencefalo. Confrontare quest'immagine del diencefalo con quella della figura 12-9.



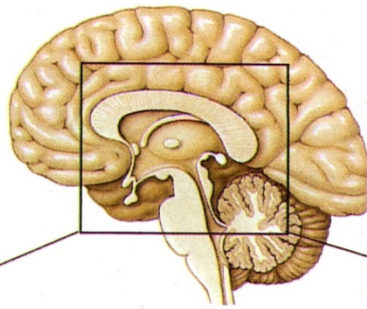






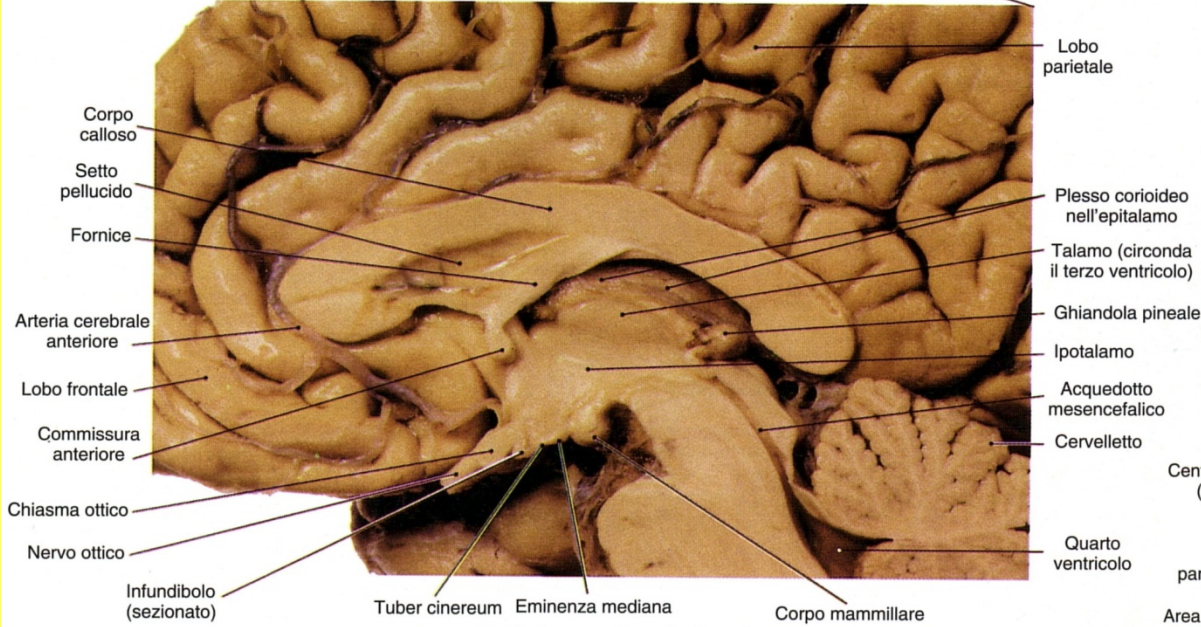
**Il Diencefalo è costituito da strutture che circondano il 3° ventricolo**





**FIGURA 15.15 L'IPOTALAMO**

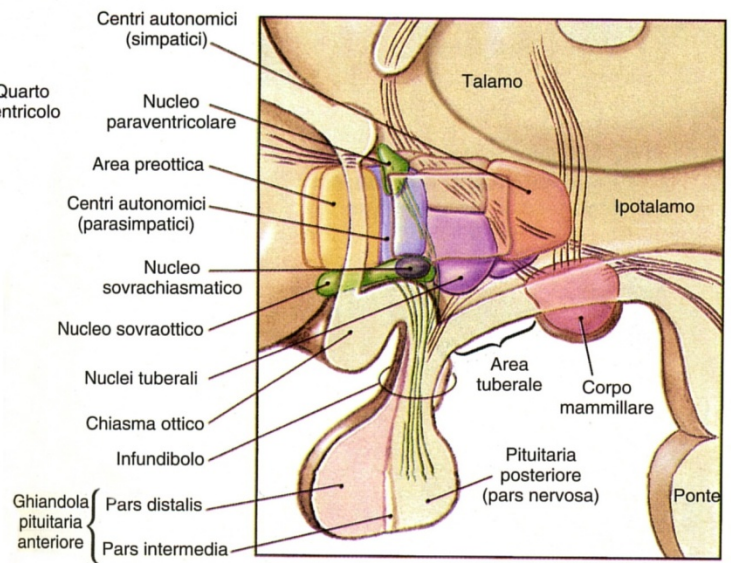
(a) Sezione sagittale mediana, attraverso l'encefalo, che mostra le caratteristiche principali del diencefalo e le porzioni adiacenti del tronco encefalico. (b) Visione ingrandita dell'ipotalamo che mostra la localizzazione dei principali centri e nuclei. Le funzioni di questi centri sono riassunte in Tabella 15.7. Vedi MRI Scan 1e, nell'Atlante allegato.



(a) Sezione mediosagittale

**FIGURA 15.15 L'IPOTALAMO**

(a) Sezione sagittale mediana, attraverso l'encefalo, che mostra le caratteristiche principali del diencefalo e le porzioni adiacenti del tronco encefalico. (b) Visione ingrandita dell'ipotalamo che mostra la localizzazione dei principali centri e nuclei. Le funzioni di questi centri sono riassunte in Tabella 15.7. Vedi MRI Scan 1e, nell'Atlante allegato.



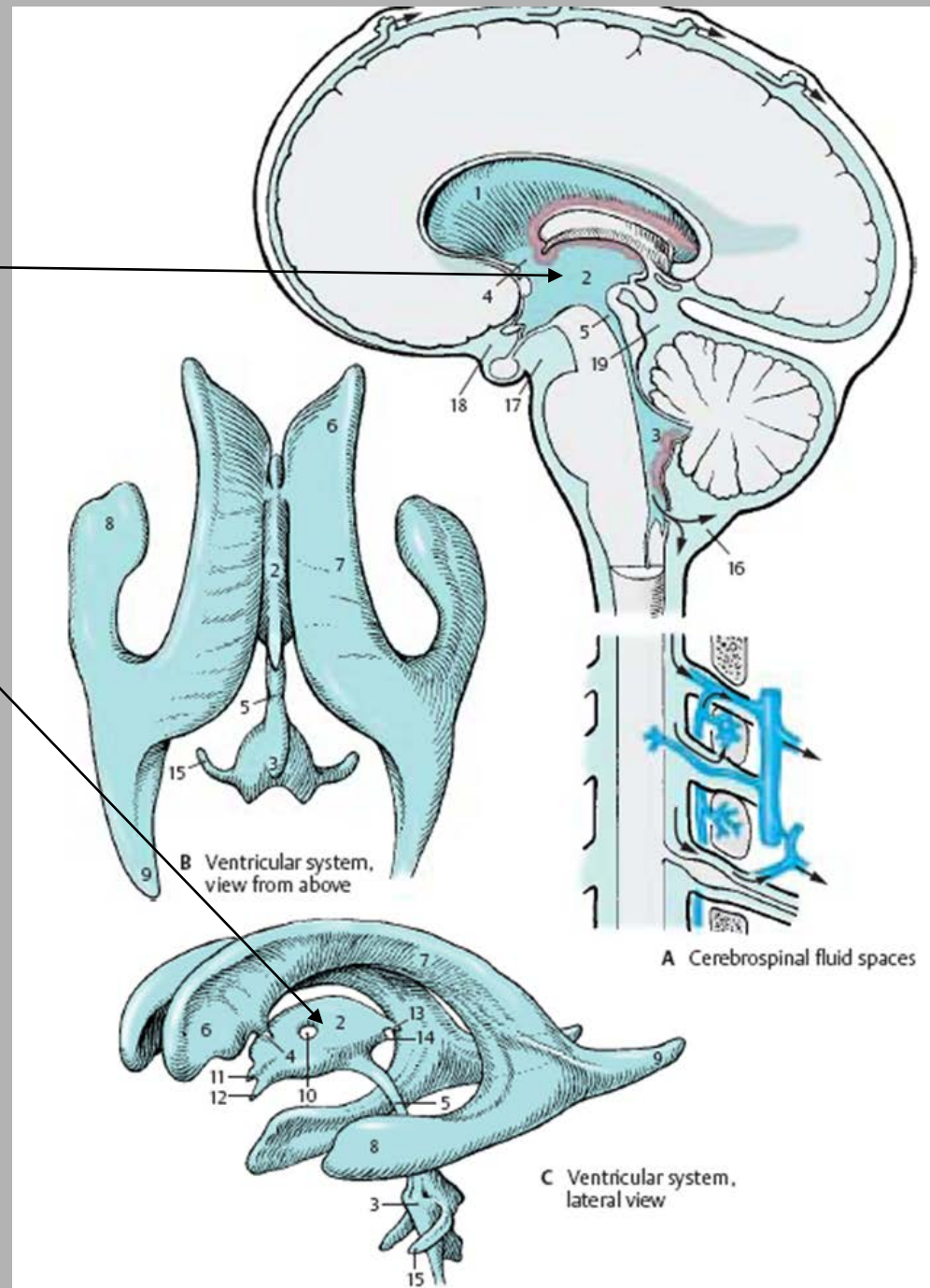
(b) Ipotalamo



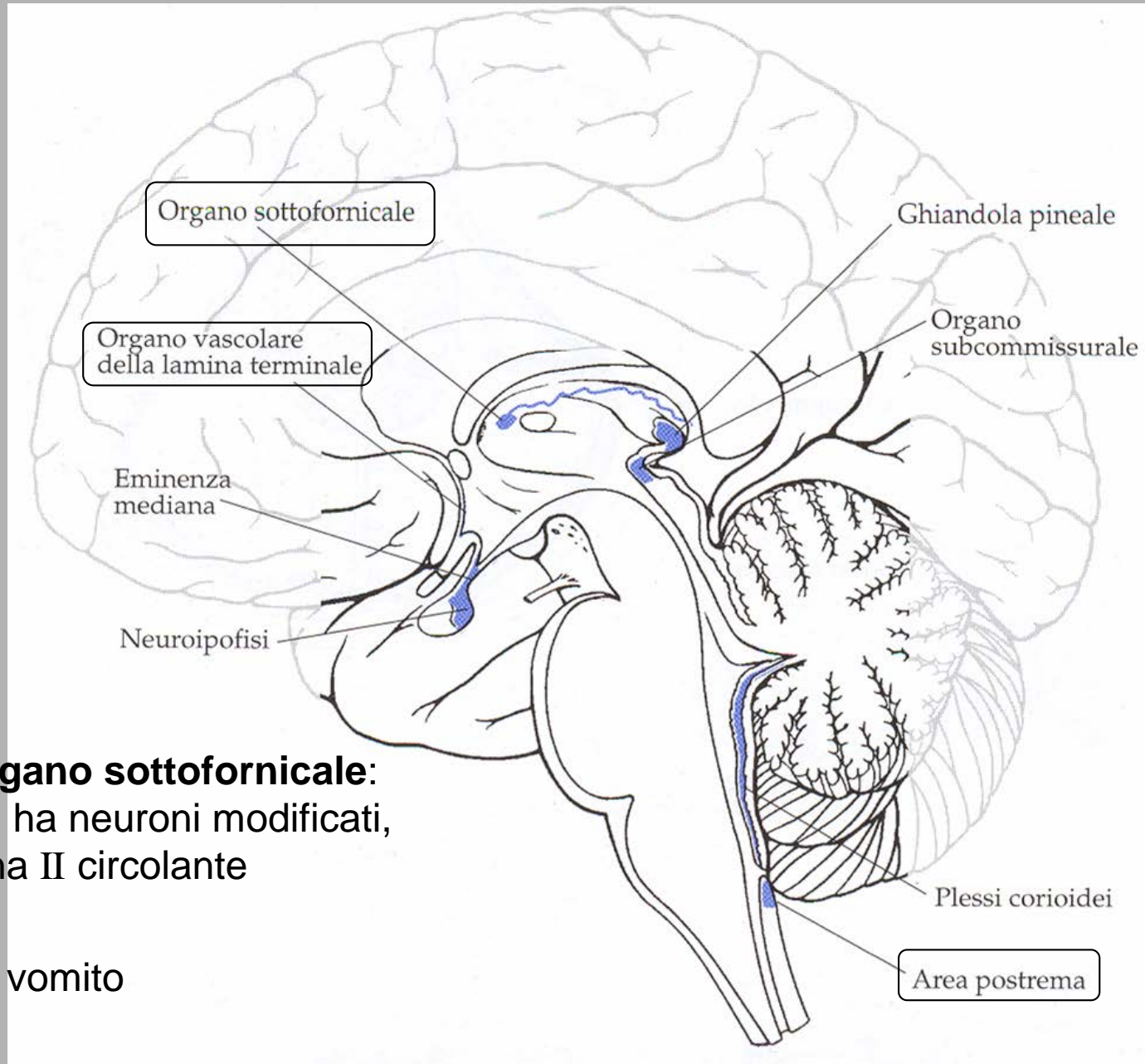
# Cavità del Diencefalo:

3° ventricolo (2)

attraversato dalla  
Adesione Intertalamica  
(10)



# Organi Circumventricolari



**Organo vascolare e organo sottofornicale:**  
osmocettori per la sete: ha neuroni modificati,  
sensibili alla angiotensina II circolante

**Area postrema:** induce vomito

# Funzioni del DIENCEFALO

**1- Stazione di smistamento** delle vie sensitive prima di raggiungere la corteccia per la percezione cosciente delle sensazioni

**2- Le fibre diencefaliche afferenti verso la corteccia regolano l'attività elettrica cerebrale** (rilevabile con l'EEG), e quindi sono fondamentali per promuovere lo **stato di veglia** o indurre i vari livelli di **sonno** [nucleo sovrachiasmatico] - [vedi anche <http://www.neuroscienzedipendenze.it/eeg.html>

, <https://www.centropiaggio.unipi.it/sites/default/files/course/material/11.Potenziali%20evocati%20e%20EEG.pdf>

, [https://siba.unisalento.it/c/document\\_library/get\\_file?folderId=30427331&name=DLFE-249854.pdf](https://siba.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=30427331&name=DLFE-249854.pdf)

, <http://m.docente.unife.it/enrico.granieri/materiale-didattico/lezioni-di-neurologia-laurea-in-medicina-e-chirurgia-5deg-anno-anno-accademico-2015-2016-1/le-epilessie-prima-parte> **per approfondimenti**

**3- Coinvolto in meccanismi di regolazione di tipo ormonale dell'omeostasi** (→→equilibrio idrosalino, pressione arteriosa, temperatura corporea, e molte altre funzioni vegetative) →→ **OMEOSTASI**





# IPOTALAMO

- Porzione inferiore del diencefalo, tra chiasma ottico anteriorm. e peduncoli cerebrali posteriorm.

- Anello di congiunzione tra **psiche** (mente) e **soma** (corpo), tra sistema nervoso e sistema endocrino

Contiene centri coinvolti nelle emozioni e in varie funzioni viscerali autonome; collega il sistema nervoso col sistema endocrino

Forma il pavimento del 3° ventricolo, estendendosi dal Chiasma Ottico ai Corpi Mammillari (OVVERO: dai Nuclei Preminenti, Nuclei Sovraottici (ADH o Vasopressina) e Nuclei Paraventricolari (Ossitocina) (ANT) →→ ai Corpi Mammillari (POST)

Dietro al chiasma ottico si estende verso il basso l'**INFUNDIBULUM** che connette l'ipotalamo all'ipofisi. Davanti a questo si trova l'AREA dei Nuclei TUBERALI comprendente **Tuber Cinereum** + **Eminenza Mediana**, masse di sostanza grigia che controllano l'adenoipofisi (produz. di **Inhibiting e Releasing Factors**); La parte posteriore dell'ipotalamo è formata dai **Corpi Mammillari** coinvolti con l'olfatto (attraverso la via talamica) e con la circonvoluzione limbica (→→ comportamento emozionale alimentare)

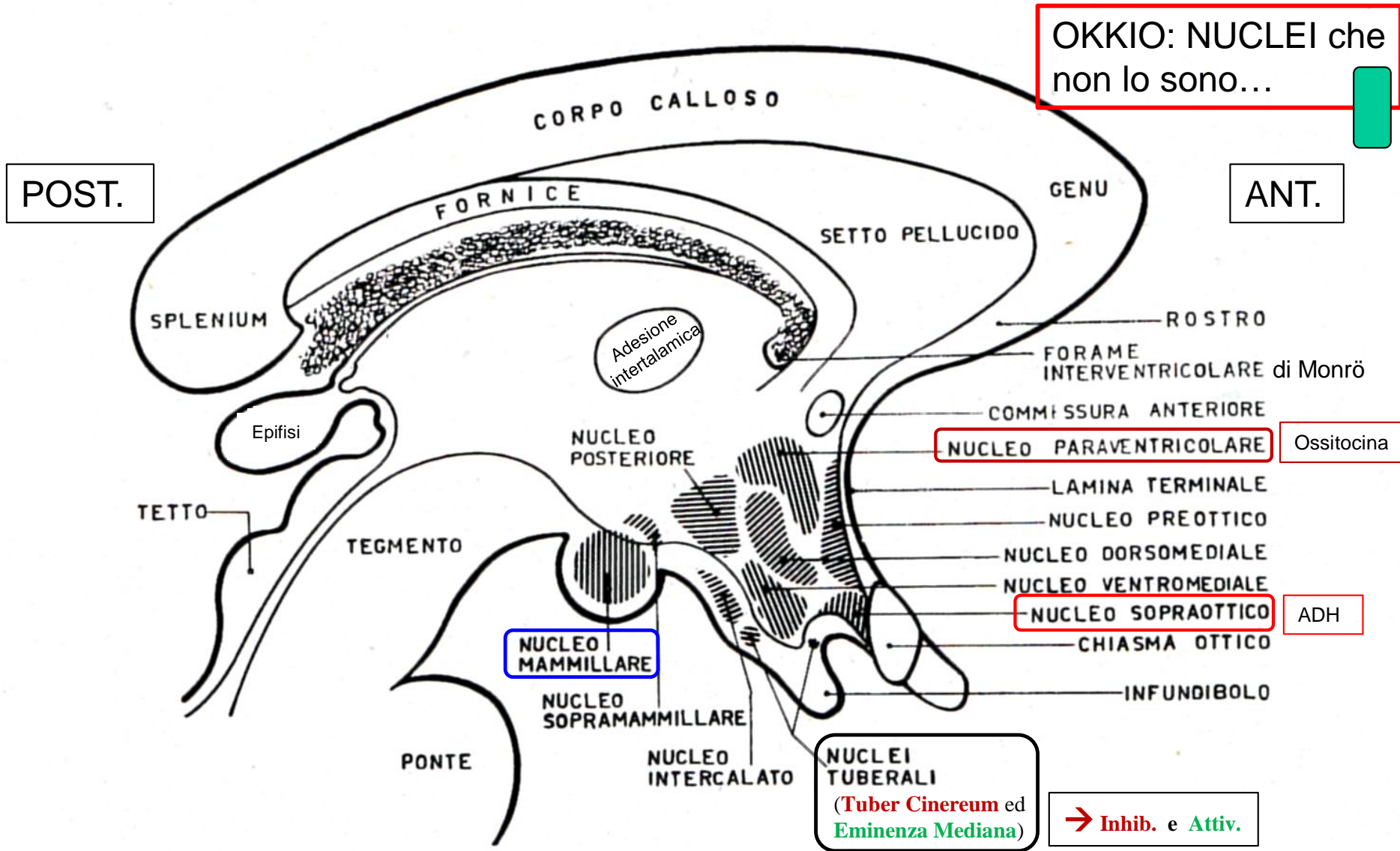


Fig. 131. — Schema di una sezione sul piano mediale di simmetria dell'ilo emisferico sul quale sono stati proiettati (in modo approssimato) le formazioni nucleari dell'ipotalamo secondo le indicazioni di LE GROS CLARK con qualche ampliamento circa i nuclei tuberali.

I Nuclei Sovraottici e i Nuclei Paraventricolari sono costituiti da **NEURONI**  
**SECERNENTI** rispettivamente **ADH** (ormone antidiuretico o vasopressina) e **OSSITOCINA**  
che verranno poi rilasciati dalla NEUROIPOFISI (non è lei quindi a produrli...!!!)


Dietro al chiasma ottico si estende inferiormente l'**INFUNDIBULUM** che connette l'ipotalamo all'ipofisi.

Davanti a questo si trova l'AREA TUBERALE (dei Nuclei Tuberali) comprendente **Tuber Cinereum** + **Eminenza Mediana**, masse di sostanza grigia che controllano l'ADENOIPOFISI (produz. di **Inhibiting** e **Releasing** Factors);

La parte posteriore dell'ipotalamo è formata dai **Corpi Mammillari** coinvolti con l'olfatto (attraverso la via talamica) e con la Circonvoluzione Limbica ( → comportamento emozionale alimentare)



## Funzioni dell'Ipotalamo

- Contiene molti **centri integrativi e di controllo**, che scambiano informazioni sensoriali con midollo, tronco ed encefalo;
  - **percepisce e risponde a variazioni di composizione del LCS e del sangue circolante** (Monitoraggio liquidi circolanti)
1. **Controllo subconscio** contrazioni dei muscoli scheletrici connesse ad emozioni quali collera, piacere, dolore e stimoli sessuali (**emozioni primarie**)
  2. **Controllo funzioni vegetative**: frequenza cardiaca, pressione ematica, attività respiratoria e funzioni digestive
  3. **Coordinazione attività Sistemi Nervoso ed Endocrino** mediante stimolazione o inibizione dell'ipofisi
  4. **Secrezione di ormoni**: **ANTIDIURETICO** (ADH o Vasopressina) [*prodotto dal Nucleo Sovraottico*] che agisce sul rene aumentando il riassorbimento di acqua, e **OSSITOCINA** [*prodotta dal Nucleo Paraventricolare*] che agisce sulla muscolatura liscia dell'utero (parto), prostata e gh. mammaria. **Gli ORMONI sono trasportati dagli assoni dell'infundibulum verso la parte posteriore dell'ipofisi (neuroipofisi)**
- 



5. **Produzione delle emozioni e conseguente condotta comportamentale: i nuclei ventromediali e laterali** costituiscono i nuclei della **fame**, della **sazieta** e della **sete**. (→ connessioni col **sistema limbico**, e influenze di ormoni periferici Insulina, Glucagone e Leptine (famiglia di piccoli ormoni proteici prodotti dalle cellule adipose - "Ormone della fame" )

6. **Coordinamento tra funzioni volontarie e vegetative**: ad es. ritmo cardiaco e respiratorio sotto stress, regolato mediante il SN Vegetativo o Autonomo (OrtoSimpatico → attivatore, e ParaSimpatico → inibitore)

7. **Regolazione temperatura corporea: l'Area Preottica** controlla le risposte fisiologiche ai cambiamenti di temperatura esterna coordinando l'azione di altri centri del SNC e altri sistemi fisiologici (#centri del raffreddamento → serotonina; #centri del riscaldamento → noradrenalina e dopamina, che provocano vasodilataz. periferica e sudorazione con conseguente abbassamento della temperatura)

8. **Controllo del ritmo circadiano: il Nucleo Sovrachiasmatico** coordina le informazioni dell'occhio con l'Epifisi (Ghiandola Pineale), i Nuclei Ipotalamici e la Formazione Reticolare



## Segue Funzioni:

9. **Comportamento emotivo e “colorazione affettiva” delle sensazioni**, grazie alle **connessioni con Talamo e Sistema Limbico**, responsabili del **Tono Affettivo** [ $\rightarrow$  vedi: *Psicologia*]

(p. Es. stimolaz. ipotalamiche possono indurre comportamenti aggressivi o inibenti a seconda della porzione stimolata)

*Tono Affettivo* = Umore di base o temperamento ... ?!?



# Ipotalamo

Centro regolatore dei processi viscerali

Attività sul sistema simpatico:

- ipotalamo anteriore attiva il parasimpatico
- ipotalamo posteriore attiva l'ortosimpatico
- contatta il nucleo del tratto solitario (n.X)

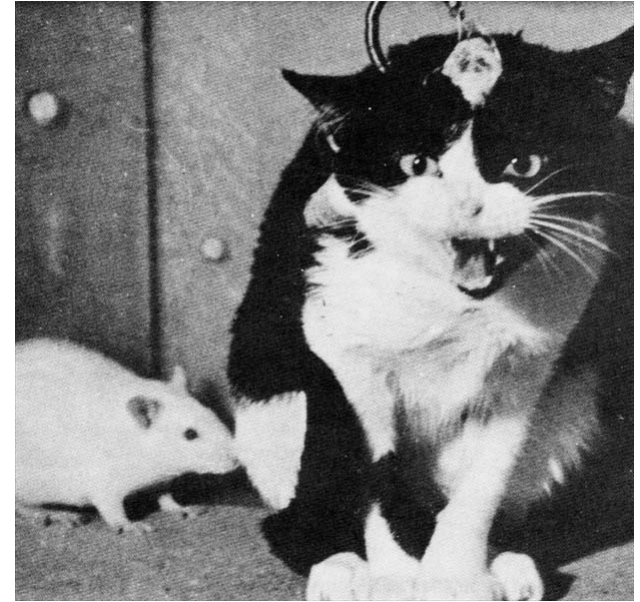
Regola l'alimentazione

Regola la temperatura corporea

Regola il comportamento sessuale

Regola il ritmo sonno-veglia

Regione perifornicale: se stimolata induce comportamento aggressivo ...!!



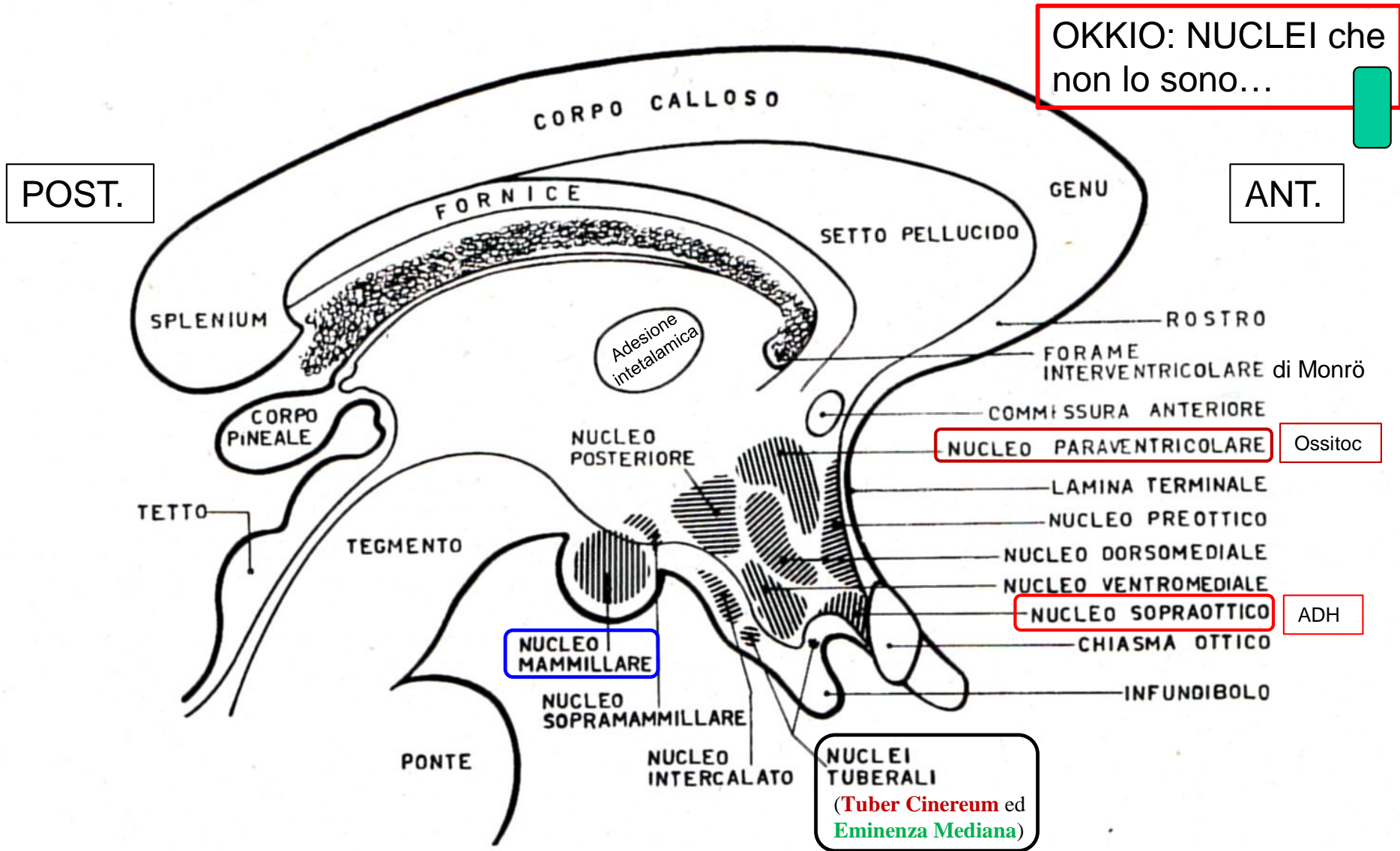
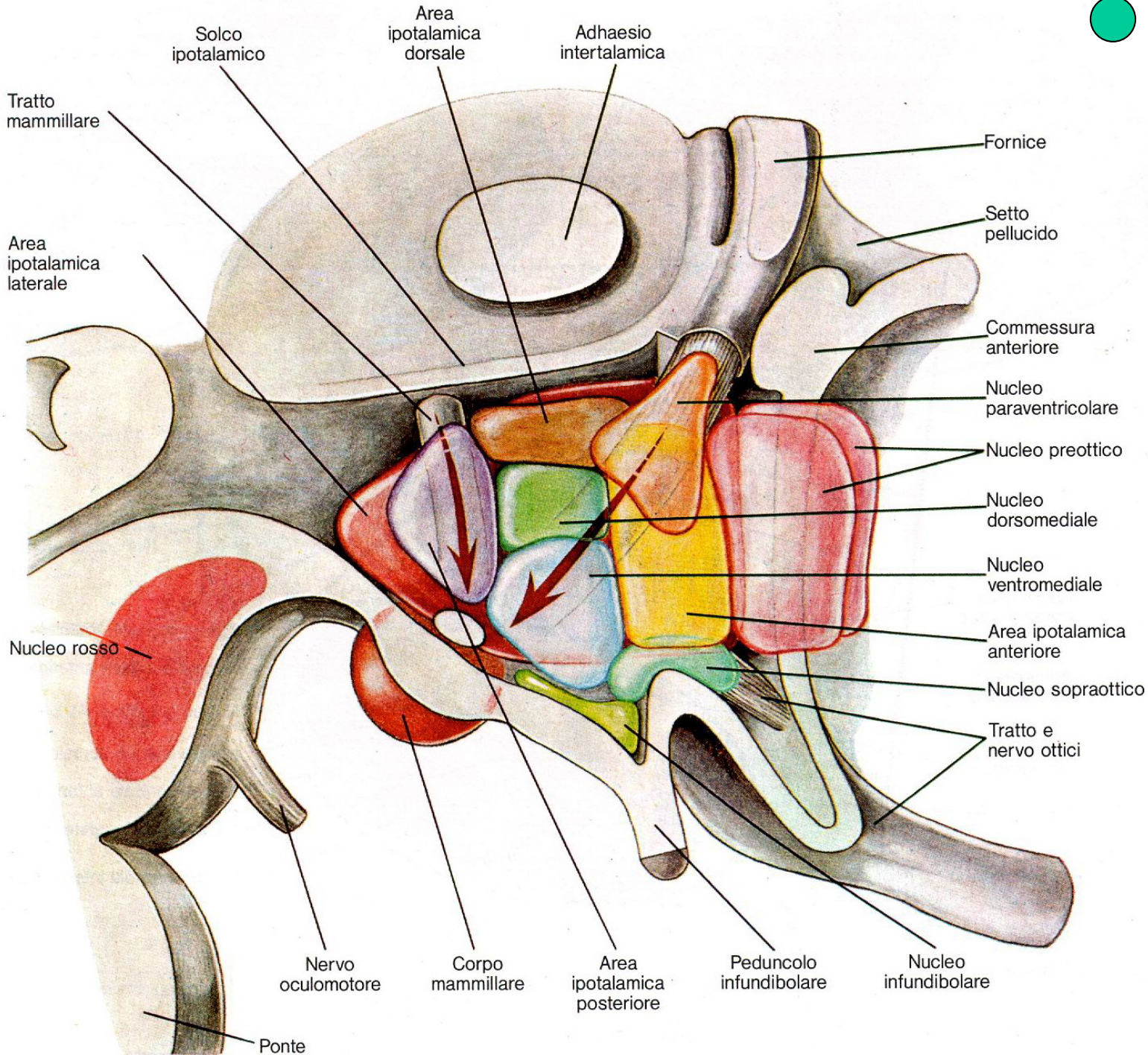


Fig. 131. — Schema di una sezione sul piano mediale di simmetria dell'ilo emisferico sul quale sono stati proiettati (in modo approssimato) le formazioni nucleari dell'ipotalamo secondo le indicazioni di LE GROS CLARK con qualche ampliamento circa i nuclei tuberali.





**N.B.**  
**Suddivisioni funzionali !!**

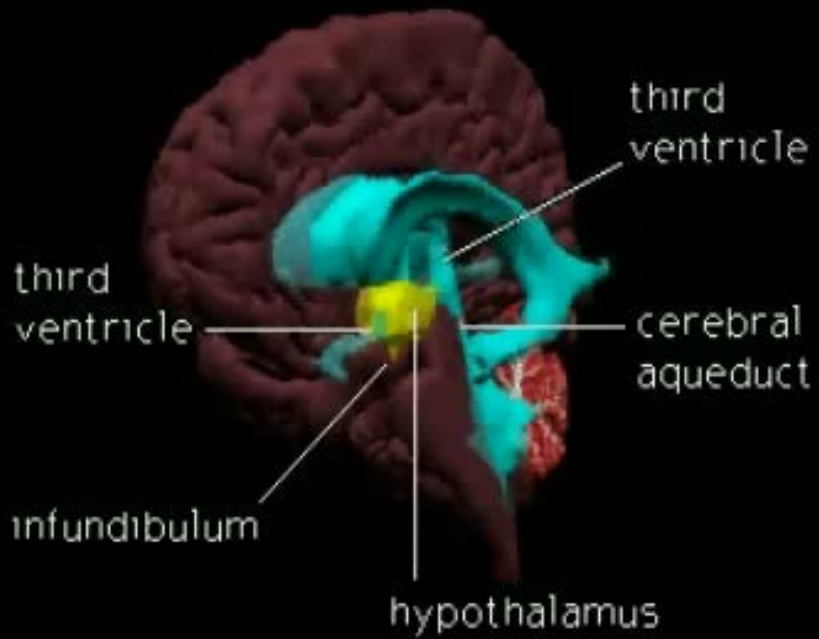
**Centri e non nuclei, anche se identificati come nuclei**



## Osservazioni:

- alcune aree dell'ipotalamo funzionano come centri del piacere o centri del gradimento per funzioni primarie come il mangiare, il bere e l'attività sessuale
- è regolatore e coordinatore delle attività vegetative: controlla e integra le risposte espresse dai centri effettori viscerali
- funziona come anello di congiunzione tra corteccia e centri inferiori: rappresenta la via per l'espressione delle emozioni che possono provocare modificazioni delle funzioni corporee
- stazione intermedia posta sulle vie neurali che consentono di influenzare il corpo (se alterazioni: → **malattie psico-somatiche**)

- i neuroni dei Nuclei Sopraottici (a) e Paraventricolari (b) sintetizzano 2 ormoni (neuroscrizione...) che vengono poi rilasciati dalla neuroipofisi:
  - a) **ADH antidiuretico (Vasopressina)** con ruolo di aumentare il riassorbimento idrico renale e aumentare la pressione sanguigna
  - b) **Ossitocina** che provoca la contrazione della muscolatura liscia del miometrio (utero), della gh. Mammaria, del d. deferente e della prostata
- alcuni neuroni dell'Area tuberale (**Tuber Cinereum** (ant) e **Eminenza Mediana** (post) ) producono **Inhibiting** e **Releasing Factors** che a loro volta controllano il rilascio degli ormoni della adenoipofisi
- ruolo essenziale nel controllo dello stato di veglia [essere svegli] (se disordini ipotalamici → sonnolenza)
- regolazione dell'appetito: è presente un centro dell'appetito (pareti laterali) e uno della sazietà (mediale)
- neuroni ipotalamici si connettono con i centri vegetativi che controllano *vasocostrizione, vasodilatazione, sudorazione* e con i centri somatici del *brivido*; rappresentano i centri regolatori della temperatura corporea.



Scaricare i files:

"hypothaltrans"

"Diencefalo\_3D\_(Talamo\_&\_Ipotalamo)"





# TALAMO

- Sede della maggior parte del tessuto nervoso del diencefalo (i 4/5)
- costituito da 2 masse ovoidali, pari e simmetriche (dx e sx) di sostanza grigia che costituiscono le pareti laterali del 3° ventricolo
- E' una stazione di **filtro e smistamento (hub) delle informazioni sensoriali** che salgono verso la corteccia, provenienti dal midollo e dai nervi cranici (escluso l'olfattivo)
- dai nuclei talamici partono impulsi sensitivi destinati a tutta la corteccia cerebrale.
- **sulla via discendente è anche una importante stazione di coordinamento delle attività motorie, sia conscie che inconscie**



a

Lobo parietale destro

Talamo

3° ventricolo

Pallido: parte laterale e parte mediale

Lobo frontale destro

Lobo frontale sinistro

Lobo temporale sinistro

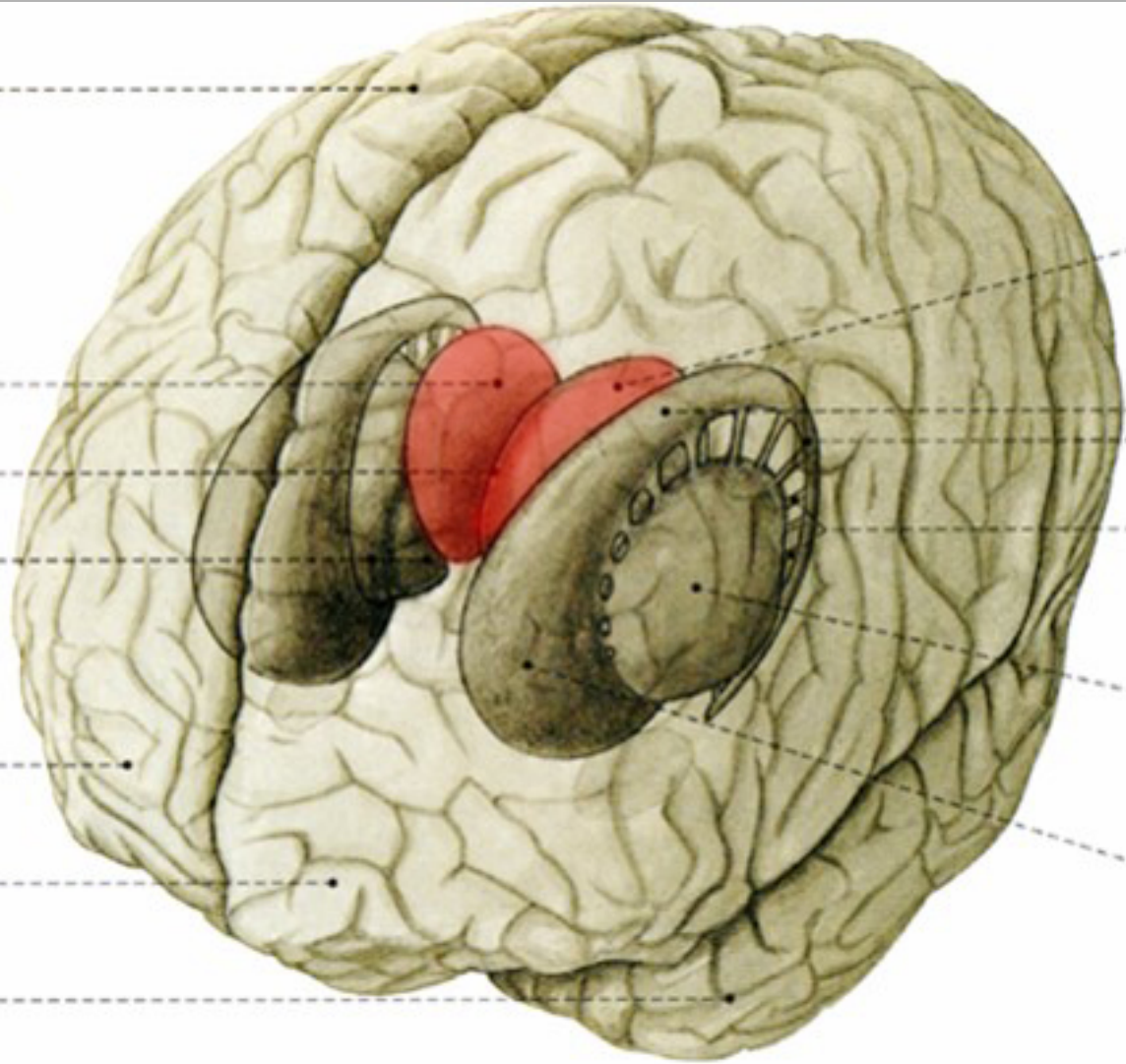
Talamo

Nucleo caudato  
- Corpo  
- Coda

Connessioni  
tra nucleo caudato  
e putamen

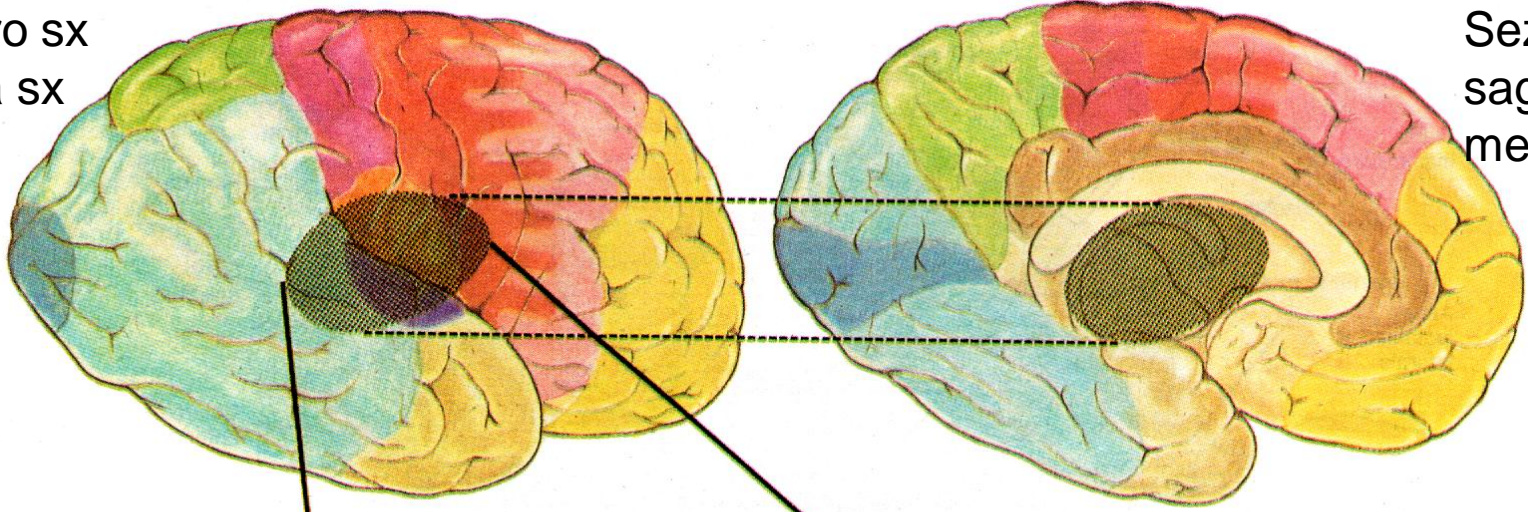
Putamen

Testa del nucleo caudato



Emisfero sx  
visto da sx

Sezione  
sagittale  
mediana



Talamo di sx

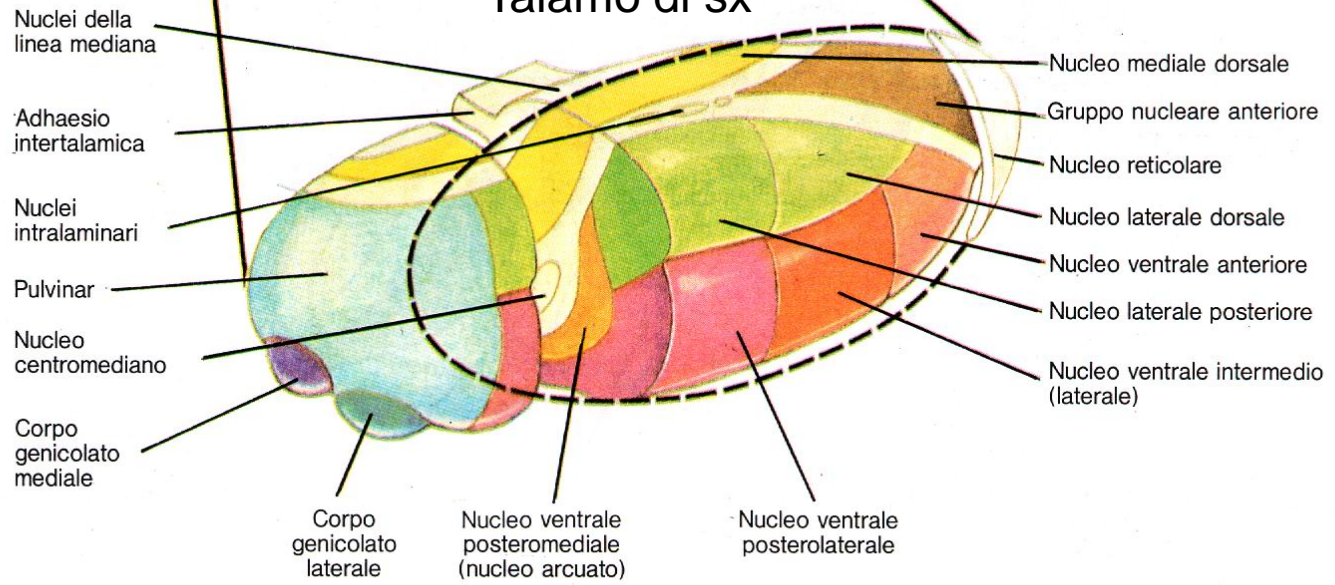


Figura 2-10. Nuclei del talamo e aree della corteccia cerebrale con cui sono in rapporto.

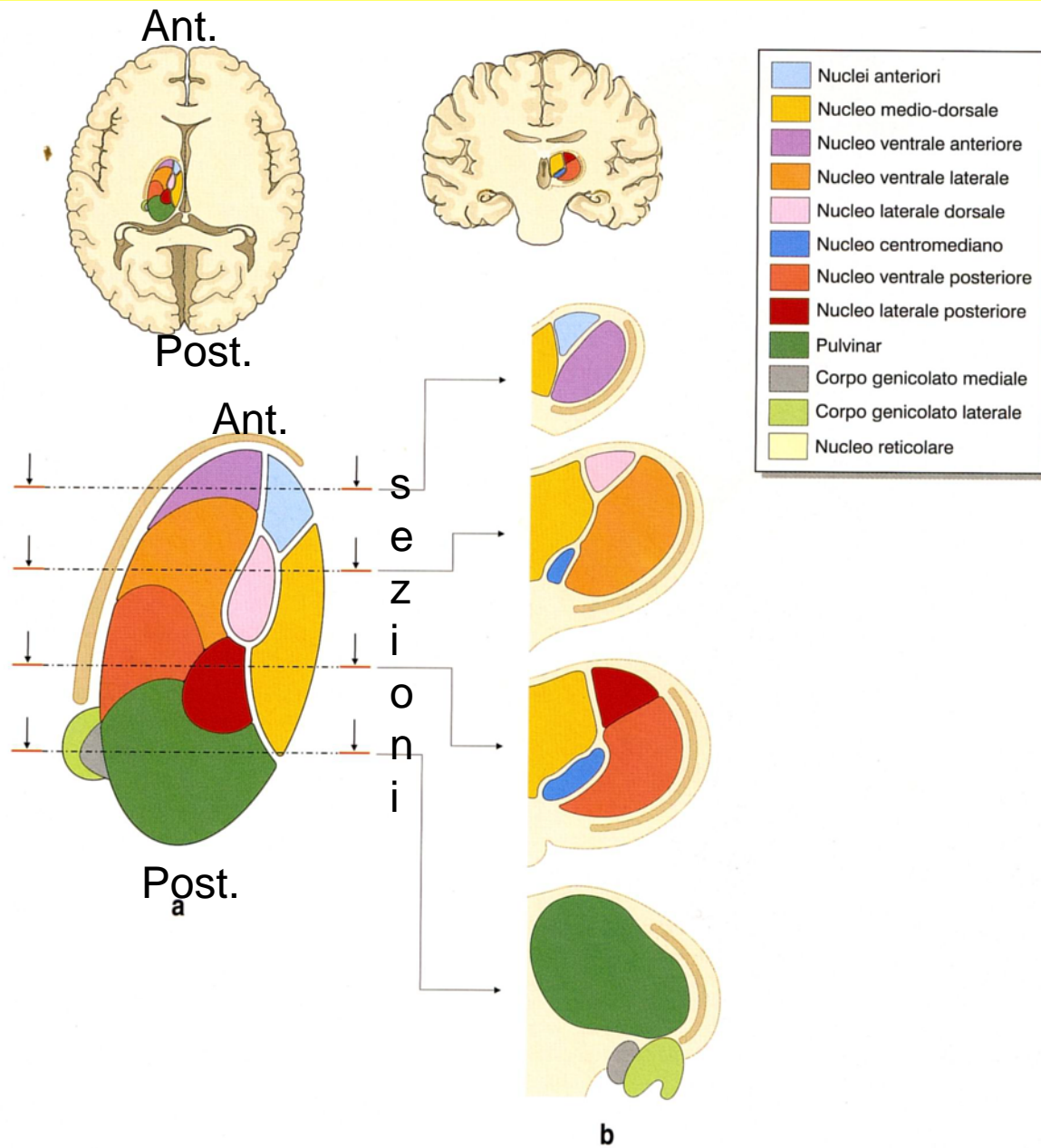


# Anatomia del Talamo

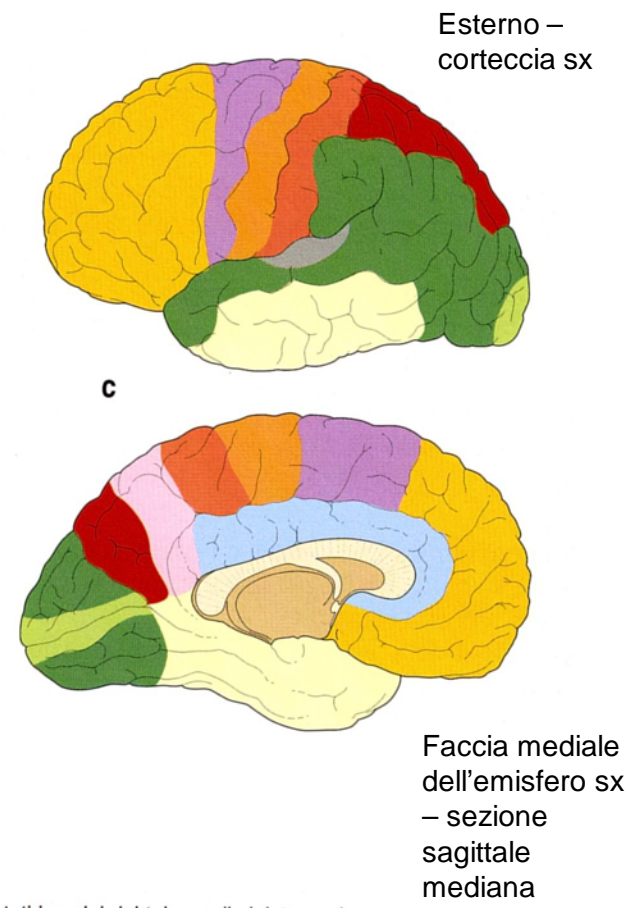
- In sezione sagittale mediana il talamo si estende **dalla commessura anteriore alla base della ghiandola pineale (epifisi)**
- La faccia mediale dà sulla cavità del 3° ventricolo, la faccia esterna è limitata dalla **capsula interna** (fasci di fibre ascend. e discend.), la faccia superiore confina col nucleo caudato telencefalico, la faccia inferiore è virtuale e continua con l'ipotalamo
- le due parti dx e sx del talamo possono essere connesse (nel 70% della popolazione) da due proiezioni mediali di sostanza grigia, dando la **Adesione Intertalamica** (o Massa Mediale) **senza scambio di fibre**

All'interno sono presenti diversi **nuclei talamici** interconnessi e separati da lamine di sost. bianca:

1. **Nuclei del Gruppo Anteriore**
2. **Nuclei del Gruppo Mediale**
3. **Nuclei del Gruppo Ventrare**
4. **Nuclei del Gruppo Posteriore**
5. **Nuclei Laterali**



# Proiezioni corticali dei nuclei talamici

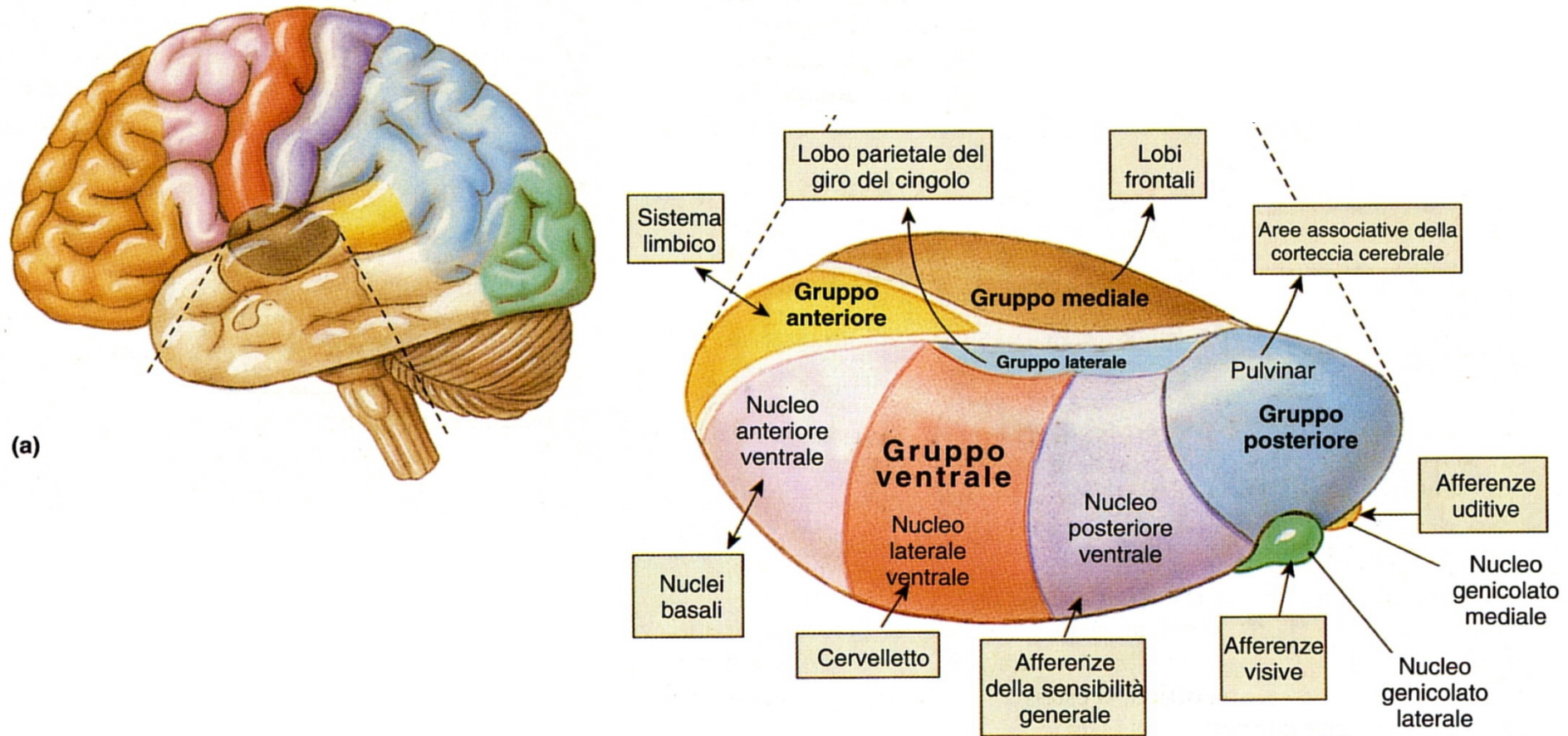


**Fig. 14.33** - Rappresentazione schematica dei territori nucleari del talamo. In **a** sono rappresentati i nuclei del talamo di sinistra, colto da un piano di sezione orizzontale. In **b** si vedono i territori nucleari del talamo di destra, sezionato secondo una serie di piani frontali. In **c** è segnata, sulla superficie laterale e sulla superficie mediale dell'emisfero telencefalico di sinistra, la proiezione corticale dei vari nuclei talamici.

## TUTTI I NUCLEI Talamici HANNO DELLE PROIEZIONI DA E PER LA CORTECCIA (suddivisione su base funzionale)

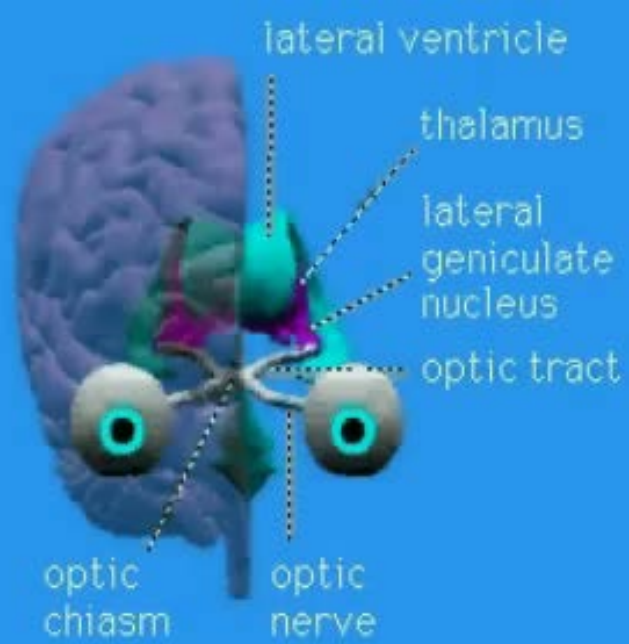
- **Nuclei del Gruppo Anteriore**: fanno parte del sistema limbico e svolgono un ruolo importante nelle **emozioni**, nella **memoria a breve termine**, nell'**apprendimento**, trasmettendo le informazioni dall'ipotalamo e dall'ippocampo al giro del cingolo (sist. Limbico)
- **Nuclei del Gruppo Mediale**: mantengono la **coscienza negli stati emozionali**, connettendo i nuclei della base e i centri emozionali ipotalamici con la corteccia cerebrale prefrontale
- **Nuclei del Gruppo Ventrale**: alcuni costituiscono parte di un circuito a feedback che pianifica i movimenti e li mette a punto. Altri trasmettono informazioni sensoriali su tatto, pressione, dolore, temperatura, propriocezione, gusto verso la corteccia sensoriale [\*approfondim. P352 Ambrosi\*](#)
- **Nuclei del Gruppo Posteriore**: il **pulvinar** integra info sensoriali per proiettarle alle aree associative della corteccia cerebrale; i **nuclei genicolati** ricevono **info visive e uditive**
- **Nuclei Lateral**: stazioni di scambio di informazioni sia sensitive che emozionali, con circuiti riverberanti che modulano l'attività del giro del cingolo e del lobo parietale





## FIGURA 15.14 IL TALAMO

(a) Visione laterale dell'encefalo, che mostra le posizioni dei principali nuclei talamici. Sono anche mostrate le aree funzionali della corteccia cerebrale, con colori corrispondenti a quelli dei nuclei talamici associati. (b) Visione ingrandita dei nuclei talamici del lato sinistro. Il colore di ogni nucleo o gruppo nucleare è associato alla corrispettiva regione corticale. I box forniscono esempi dei tipi di afferenze sensoriali controllate dai nuclei basali e dalla corteccia cerebrale o indicano l'esistenza di importanti circuiti a feedback coinvolti in stati emozionali, nell'apprendimento e nella memoria.



Scaricare i files:

"thaltrans"

"Diencephalon\_Anatomy\_(Thalamus,\_Metathalamus,\_Epithalamus,\_Subthalamus,\_Hypothalamus)"



# Ruolo del Talamo

1. responsabile del **riconoscimento cosciente** delle sensazioni "crude" (protopatiche, non discriminate), di dolore, temperatura e tatto
2. funziona da "**distributore**" per le possibili vie sensoriali dirette alla corteccia cerebrale (*tranne le olfattive che raggiungono la corteccia senza passare per il talamo*)
3. **associa** gli impulsi sensitivi con sensazioni piacevoli o sgradevoli
4. **partecipa ai meccanismi responsabili del risveglio, dell'allarme e dell'attenzione**
5. **partecipa ai meccanismi responsabili di produrre movimenti riflessi complessi**

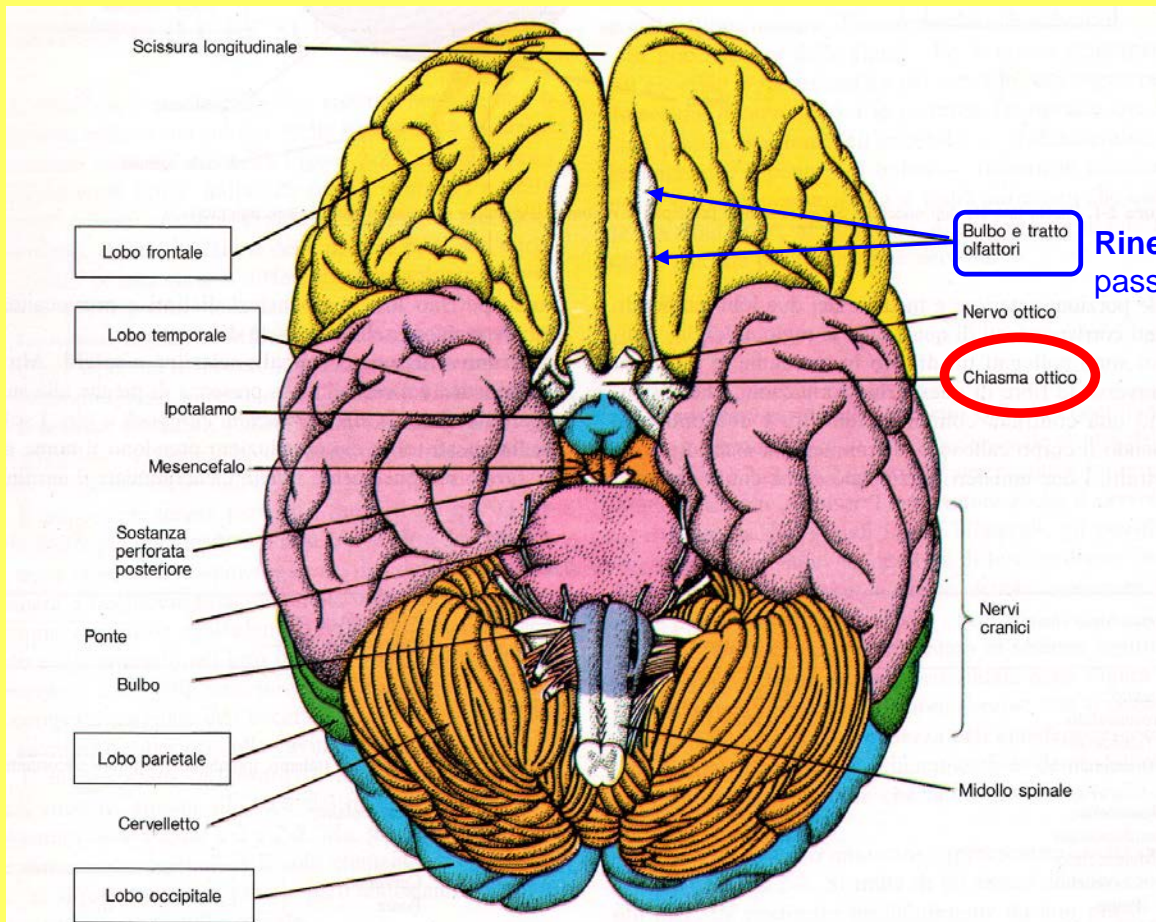


# EPITALAMO

- Costituisce il tetto posteriore del 3° ventricolo
- La porzione anteriore membranosa contiene una estesa area del plesso corioideo
- E' un insieme di piccoli nuclei nervosi, di cui il più importante è:
  - l'EPIFISI o Ghiandola pineale [..Terzo occhio..], una ghiandola endocrina simile al seme di una pigna che secreta **melatonina** (al buio), una molecola con funzione regolatoria dei ritmi circadiani, influenza (inibizione della maturazione) sulle funzioni riproduttive e ruolo protettivo antiossidante x i tessuti
- il TRIGONO DELL'ABENULA, di forma triangolare, e' costituito da sost. Bianca che accoglie il **Nucleo dell'Abènula**, sito davanti ai corpi quadrigemini (da qui fibre efferenti verso la sost. Reticolare mesencefalica assicurano movimenti in risposta a stimoli olfattori e altre fibre verso i nuclei del nervo trigemino, del faciale e dell'ipoglosso e permettono i complessi movimenti di **masticazione e deglutizione**), inoltre ha collegamenti con l'amigdala e l'ippocampo (formazioni del sistema limbico a significato olfattivo), con il talamo e la lamina quadrigemina.....

# CHIASMA OTTICO

regione di incrocio dei nervi ottici destro e sinistro che entrano nel cervello.



**Rinencefalo** (le vie olfattive non passano dal talamo)

Figura 2-2. Faccia basale dell'encefalo.

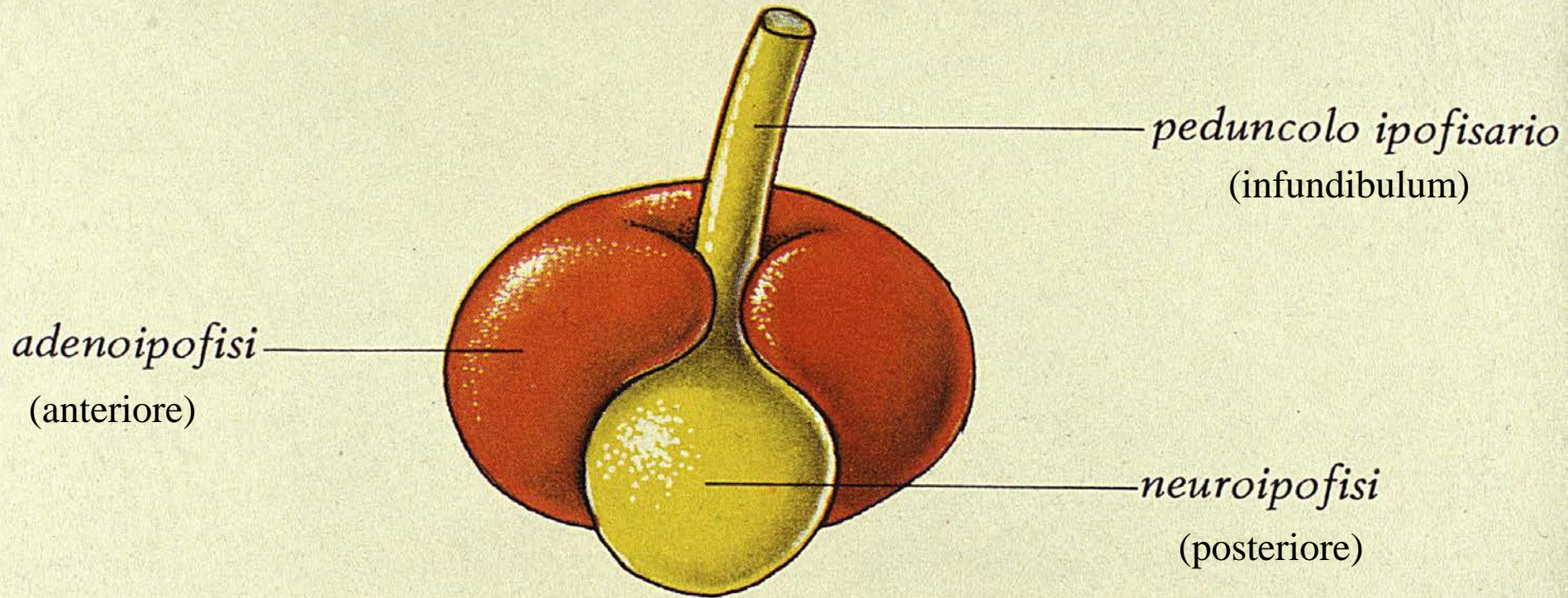
# IPOFISI

Vedi anche: Sistema Endocrino

- Piccolo corpuscolo ovalare grande come un acino d'uva, situato sotto all'ipotalamo in una depressione dell'osso sfenoide (**sella turcica**)
- Connessa all'ipotalamo tramite un peduncolo detto **infundibulo**, il quale attraversa il **diaframma della sella** (una discontinuità della dura madre)
- suddivisa su base anatomica ed embriologica in un **lobo anteriore** (adenoipofisi) ed un **lobo posteriore** (neuroipofisi)
- Produce 9 ormoni: 7 dalla adenoipofisi e 2 dalla neuroipofisi



## Visione posteriore dell'ipofisi



Area  
tuberale

Tuber cinereum e  
Eminenza mediana

Neuroni  
neurosecretori  
ipotalamici

(Inibiting e  
Releasing Factors)

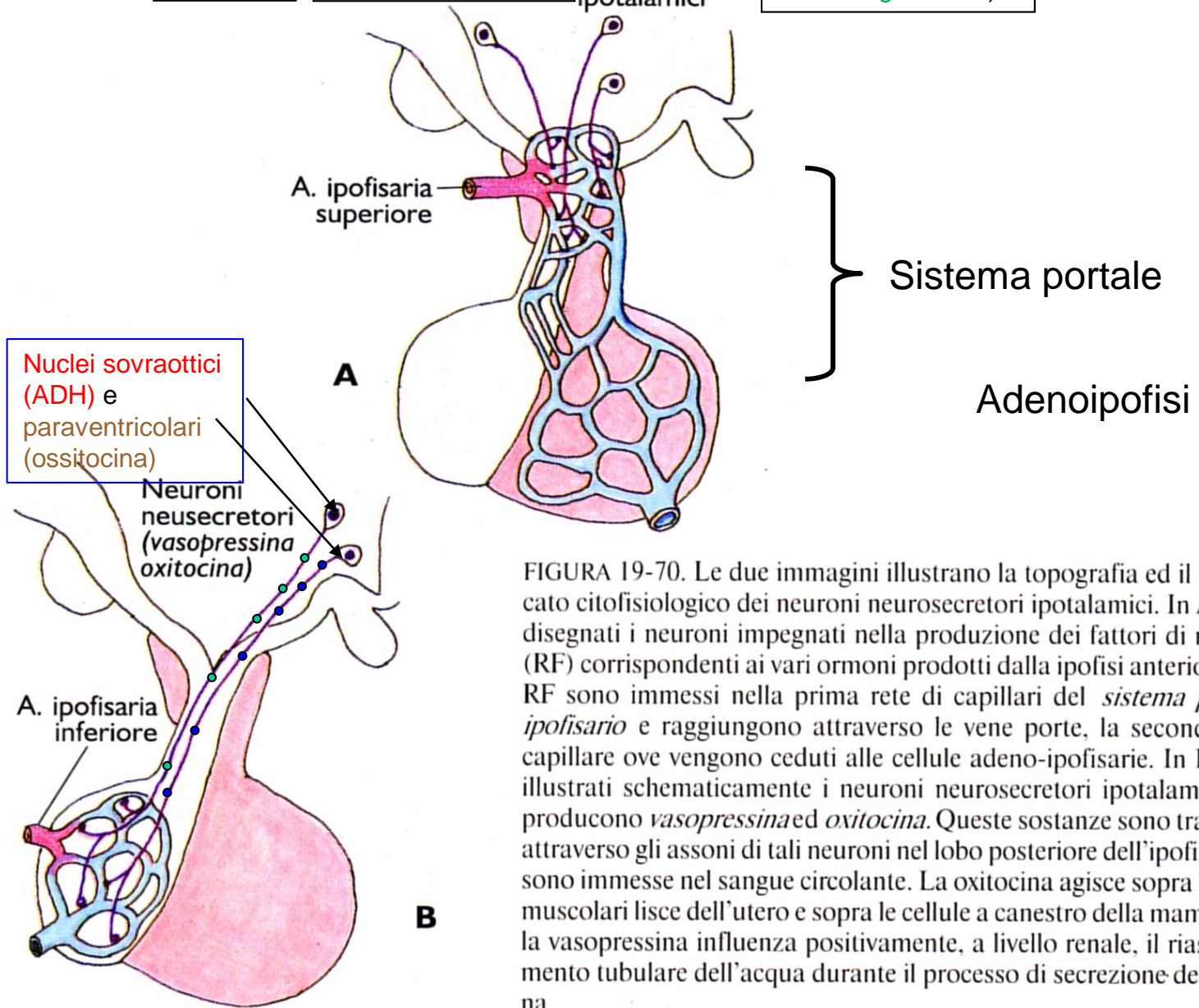
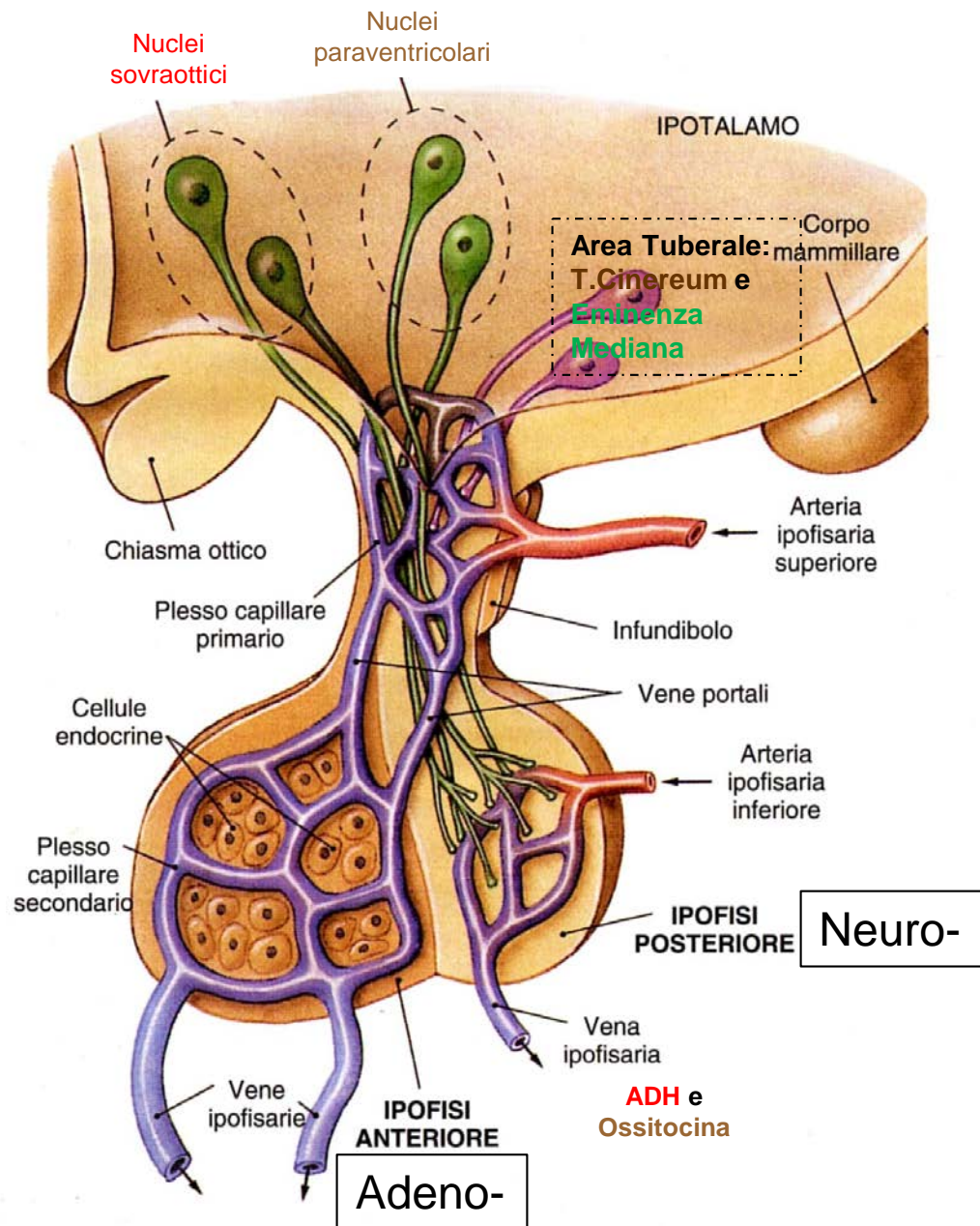


FIGURA 19-70. Le due immagini illustrano la topografia ed il significato citofisiologico dei neuroni neurosecretori ipotalamici. In A sono disegnati i neuroni impegnati nella produzione dei fattori di rilascio (RF) corrispondenti ai vari ormoni prodotti dalla ipofisi anteriore. Gli RF sono immessi nella prima rete di capillari del *sistema portale ipofisario* e raggiungono attraverso le vene porte, la seconda rete capillare ove vengono ceduti alle cellule adeno-ipofisarie. In B sono illustrati schematicamente i neuroni neurosecretori ipotalamici che producono *vasopressina* ed *ossitocina*. Queste sostanze sono trasferite attraverso gli assoni di tali neuroni nel lobo posteriore dell'ipofisi e qui sono immesse nel sangue circolante. La ossitocina agisce sopra le fibre muscolari lisce dell'utero e sopra le cellule a canestro della mammella; la vasopressina influenza positivamente, a livello renale, il riassorbimento tubulare dell'acqua durante il processo di secrezione della urina.

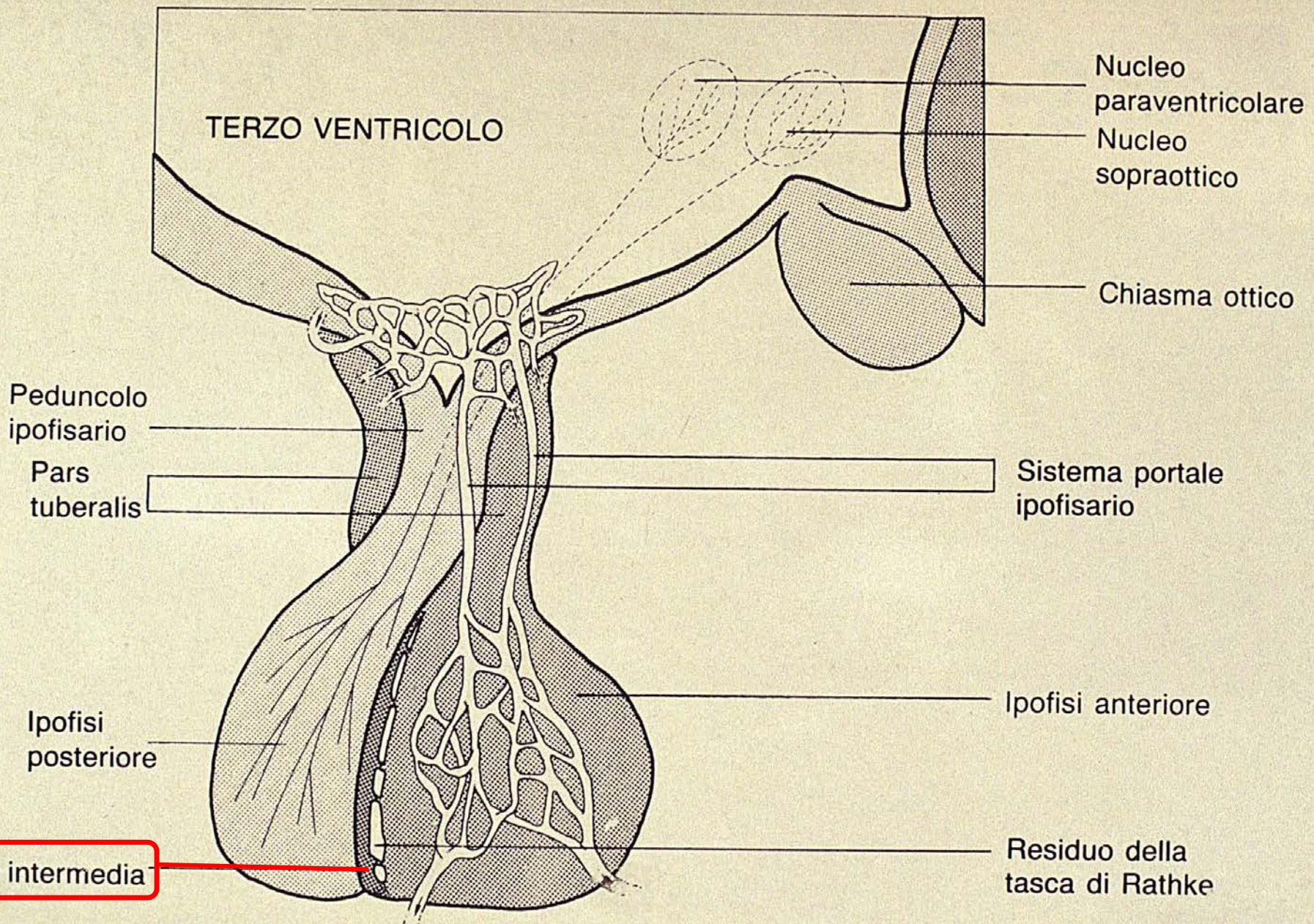
Neuroni neurosecretori dell'ipotalamo





**FIGURA 19.6 SISTEMA PORTALE IPOFISARIO**  
 Il sistema circolatorio (circolo portale) ipotalamo-ipofisario permette il controllo dell'adenoipofisi da parte dei fattori di regolazione ipotalamici.







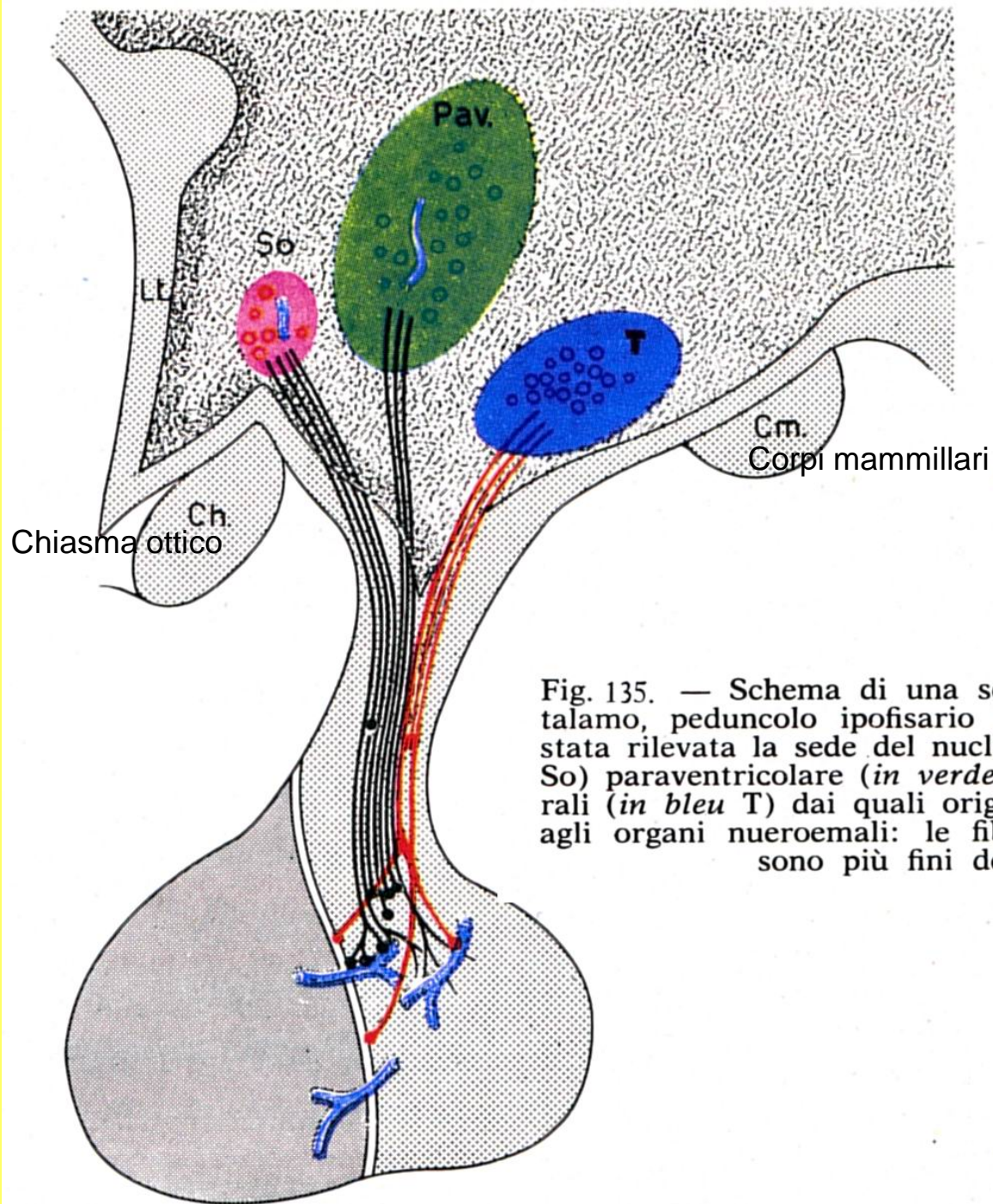
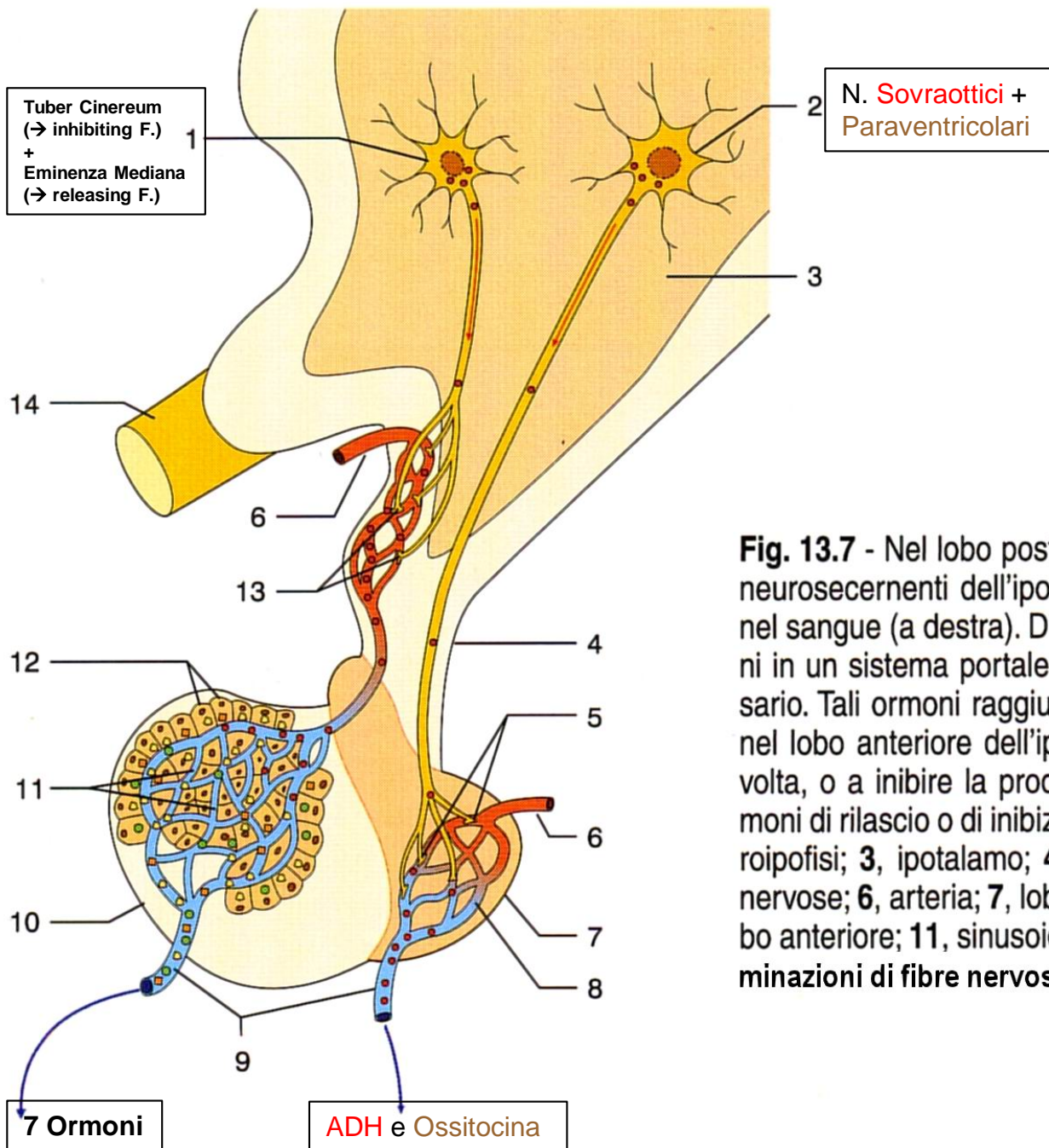


Fig. 135. — Schema di una sezione sagittale dell'ipotalamo, peduncolo ipofisario ed ipofisi, nel quale è stata rilevata la sede del nucleo sopraottico (*in rosso* So) paraventricolare (*in verde* Pav.) ed i nuclei tuberale (*in bleu* T) dai quali originano le fibre destinate agli organi neuroemali: le fibre tuberale (*in rosso*), sono più fini delle altre.

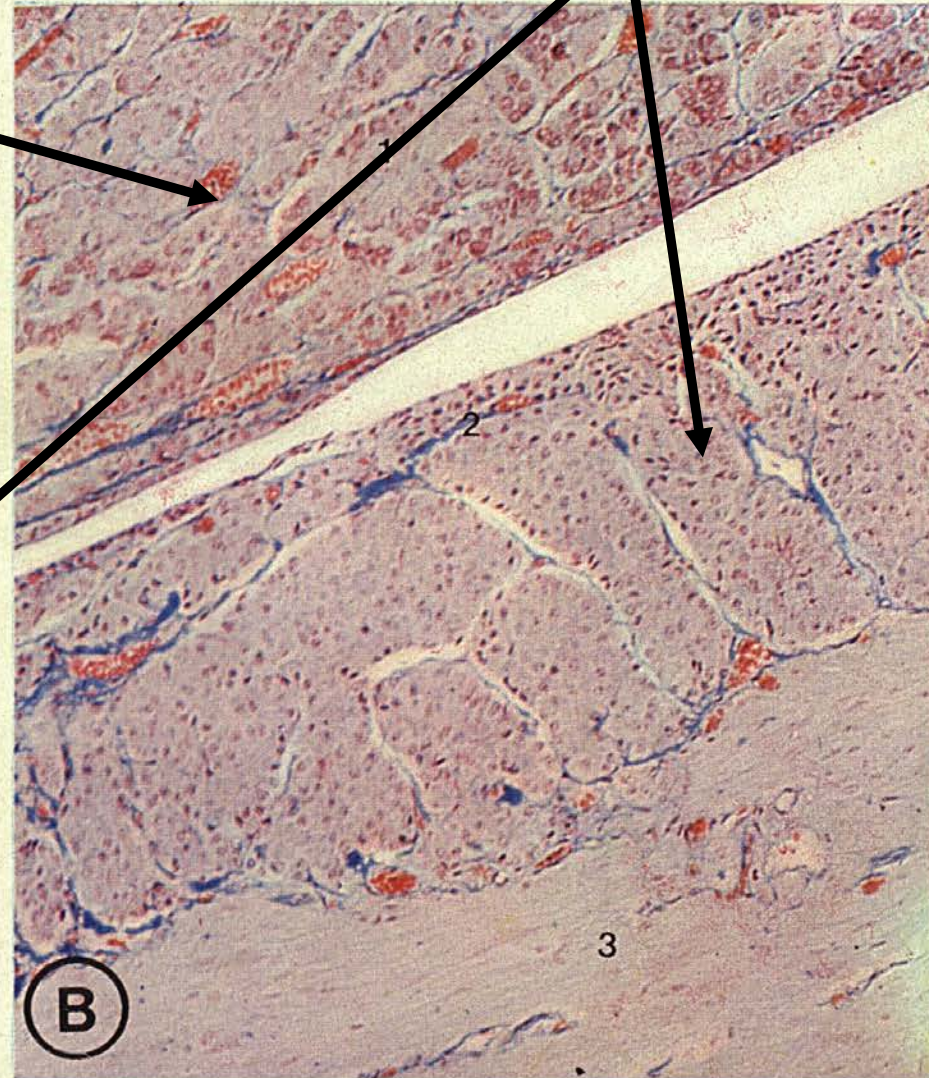
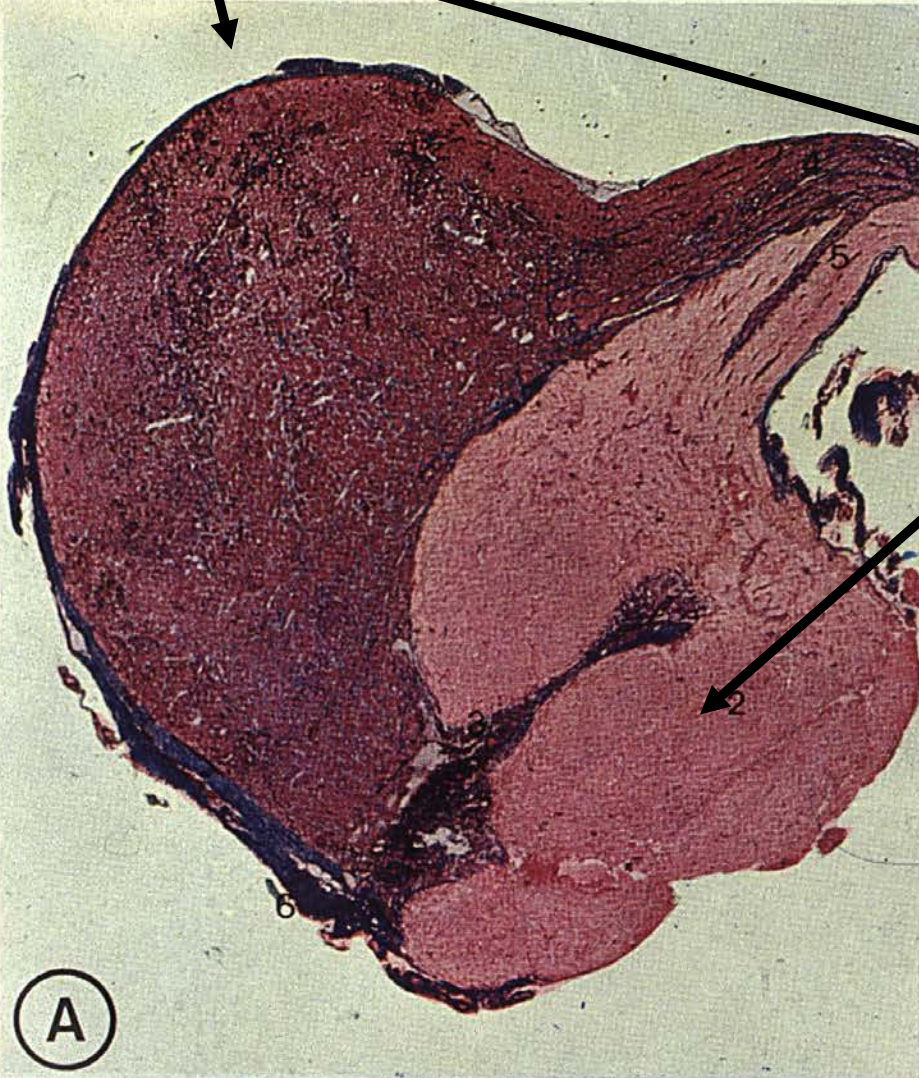


**Fig. 13.7** - Nel lobo posteriore dell'ipofisi gli assoni delle cellule neurosecernenti dell'ipotalamo immettono ormoni direttamente nel sangue (a destra). D'altra parte, l'ipotalamo libera altri ormoni in un sistema portale in corrispondenza del peduncolo ipofisario. Tali ormoni raggiungono direttamente le cellule bersaglio nel lobo anteriore dell'ipofisi e le inducono a secernere a loro volta, o a inibire la produzione di ormoni. **1**, Produzione di ormoni di rilascio o di inibizione; **2**, produzione di ormoni della neuroipofisi; **3**, ipotalamo; **4**, peduncolo ipofisario; **5**, terminazioni nervose; **6**, arteria; **7**, lobo posteriore; **8**, capillari; **9**, vena; **10**, lobo anteriore; **11**, sinusoidi; **12**, cellule secernenti ormoni; **13**, terminazioni di fibre nervose neuroemali, **14**, nervo ottico



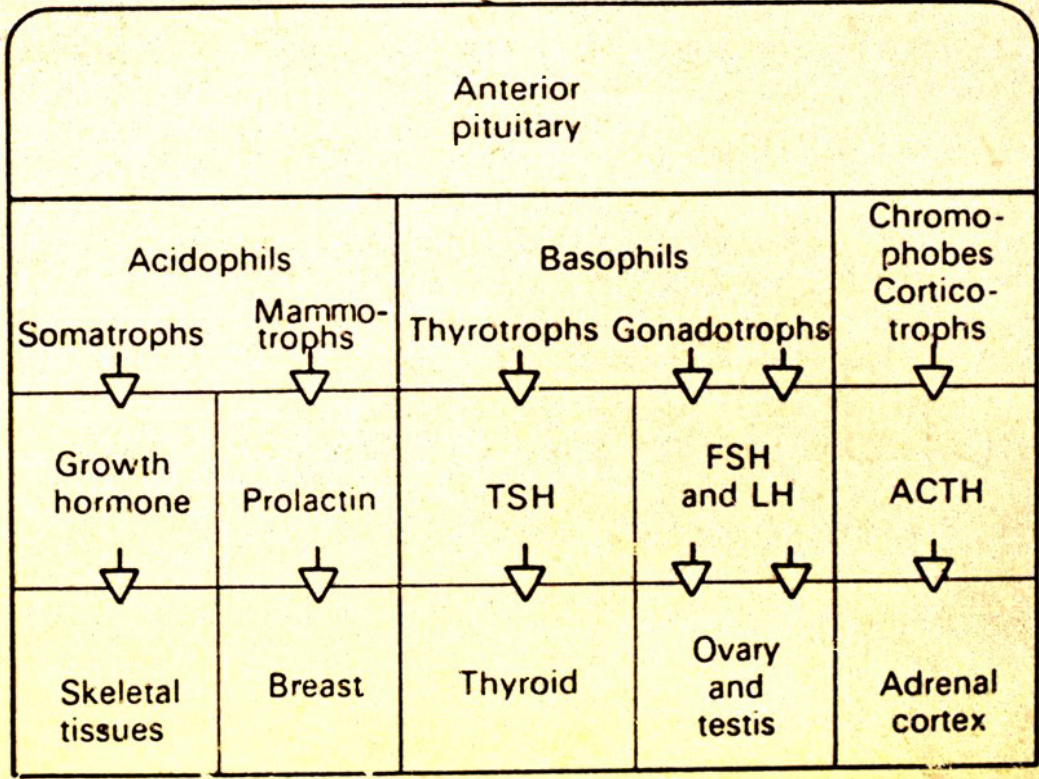
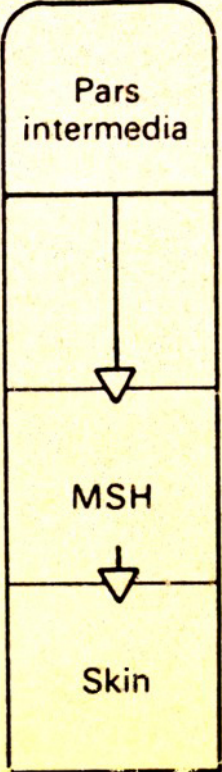
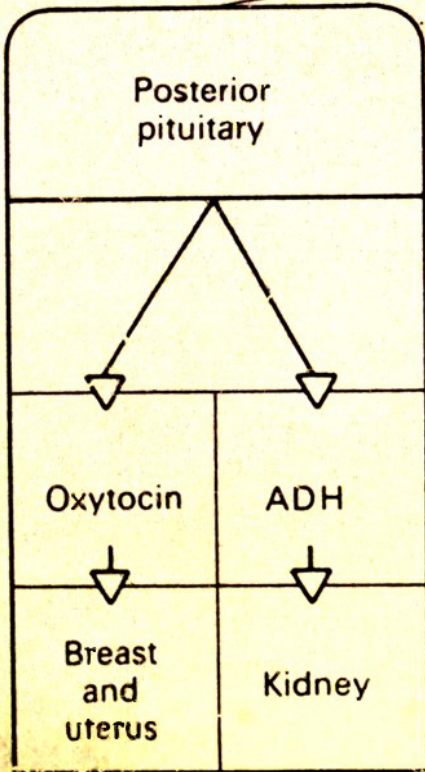
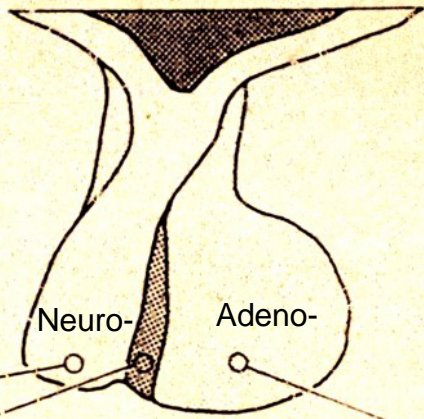
Adenoipofisi

Neuroipofisi





**Fig. 15.5 Summary of pituitary functions**





# CONTROLLO IPOFISARIO

## IPOFISI

Ghiandola endocrina di forma ovale, del peso di 0,5 grammi, chiamata anche ghiandola pituitaria. Si trova alla base dell'encefalo, contenuta in una cavità dell'osso sfenoide, detta sella turcica. Il suo complesso funzionamento è controllato da una struttura superiore, l'ipotalamo. L'ipofisi regola la secrezione ormonale della maggior parte delle altre ghiandole endocrine del nostro corpo.

### Adenoipofisi

È il lobo anteriore dell'ipofisi e contiene una serie di cellule di origine epiteliale. Quando viene stimolata dalle sostanze secrete dall'ipotalamo produce degli ormoni che regolano la secrezione di altre ghiandole come la tiroide (TSH), le ghiandole surrenali (ACTH), o le gonadi (FSH o follicolostimolante, LH o luteinizzante), l'ormone che regola l'accrescimento (STH o somatotropo o GH), l'ormone che regola la produzione del latte (prolattina) e quello che regola il colore della cute (MSH).

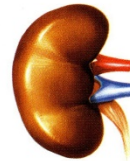
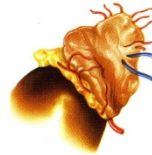


### MSH o ormone stimolante i melanociti

Stimola i melanociti cutanei a produrre la melanina.

### ACTH o corticotropina

Ormone prodotto dall'adenoipofisi che stimola la corticale della ghiandola surrenale a produrre i glicocorticoidi e i mineralcorticoidi.

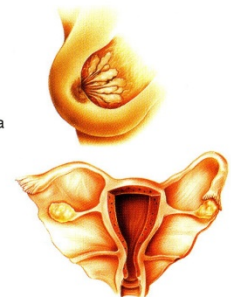


### ADH o vasopressina

Prodotto dalla neuroipofisi regola il riassorbimento dell'acqua nel tubulo renale, controllando la quantità di urina prodotta.

### Ossitocina

Ormone prodotto dalla neuroipofisi che stimola la contrazione della muscolatura uterina durante il parto e la liberazione del latte, e seguito della suzione del capezzolo da parte del neonato.



### LH o ormone luteinizzante

Ormone prodotto dalla adenoipofisi che assieme all'FSH, ormone follicolo stimolante, regola l'ovulazione e la formazione del corpo luteo, nella donna e la produzione del testosterone nel maschio.

### FSH o ormone follicolo stimolante

Ormone secreto dall'adenoipofisi che alla pubertà stimola l'accrescimento follicolare nelle ovaie e la produzione degli spermatozoi nel maschio.



**TSH o tireotropina**  
Ormone adenoipofisario che stimola la tiroide a produrre i propri ormoni, T3 e T4.

### Ormone della crescita o GH

Questo ormone non controlla la produzione ormonale di altre ghiandole ma agisce su tutte le cellule del corpo determinandone l'aumento nella sintesi proteica e produzione di energia dai grassi.



- ACTH
- TSH
- GH
- FSH
- LH
- Prolattina
- MSH

**Cellule neurosecretrici**  
Sono dei neuroni situati nell'ipotalamo che secernono dei fattori stimolanti o inibenti che passano nel sistema portale ipotalamo-ipofisario e vengono portati alla adenoipofisi. Questi fattori stimolano o inibiscono la secrezione degli ormoni ipofisari.

### Ipotalamo

Struttura nervosa situata alla base dell'encefalo, nel pavimento e ai lati del terzo ventricolo. Contiene dei neuroni che esercitano un controllo su funzioni autonomiche, equilibrio idrico, appetito e assunzione del cibo, sonno e producono ormoni che regolano la secrezione ormonale dell'adenoipofisi.

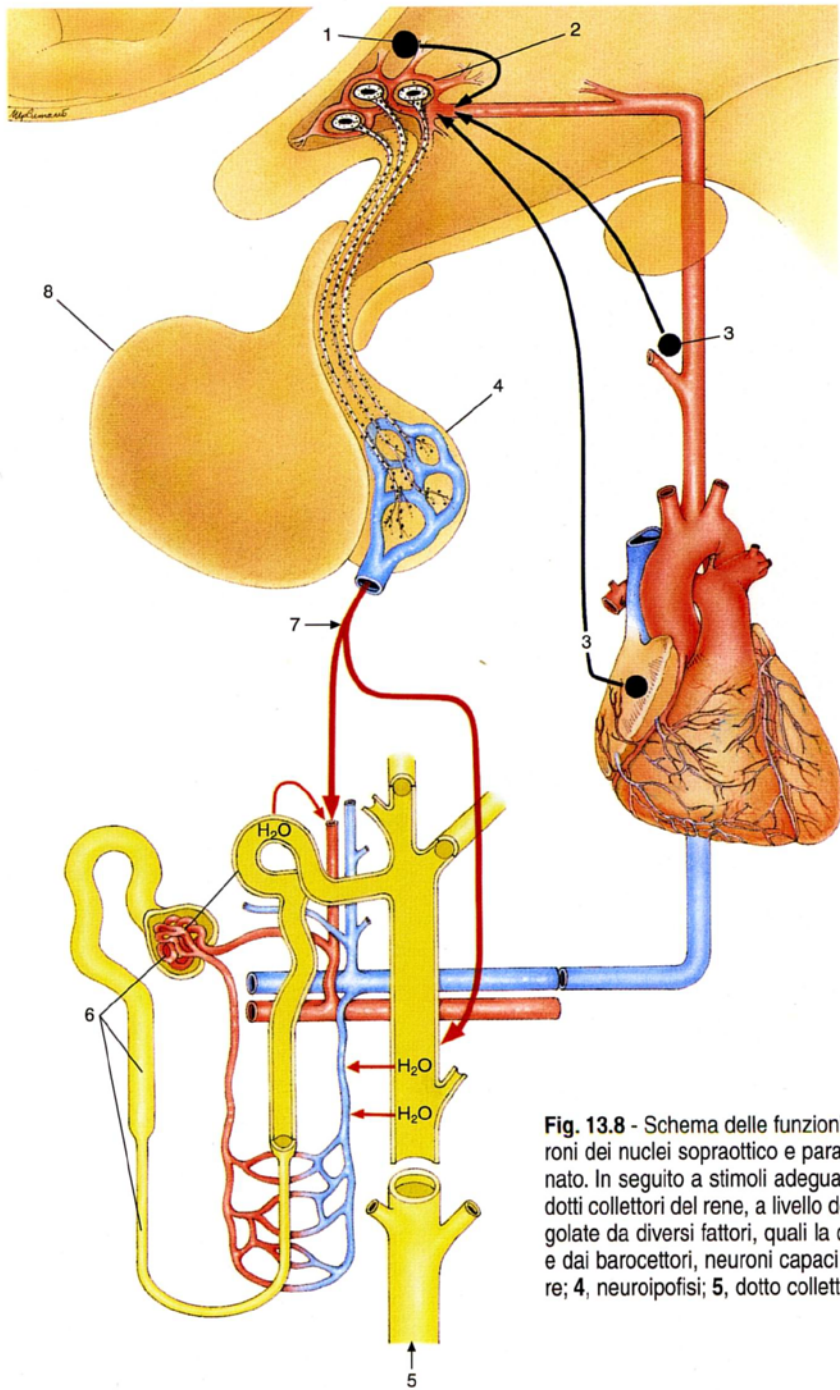
### Peduncolo ipofisario

L'ipofisi è unita all'ipotalamo da un peduncolo che contiene terminazioni nervose, tratto ipotalamo-ipofisario, e una rete vascolare che collega le due strutture.

- ADH e
- Ossitocina

**Neuroipofisi**  
Rappresenta il lobo posteriore dell'ipofisi collegato all'ipotalamo dal tratto ipotalamo-ipofisario. Produce due tipi di ormoni, l'ADH e l'ossitocina.





## ADH

**Azione sul tubulo contorto distale e sui dotti collettori del rene che favorisce il riassorbimento di H<sub>2</sub>O**

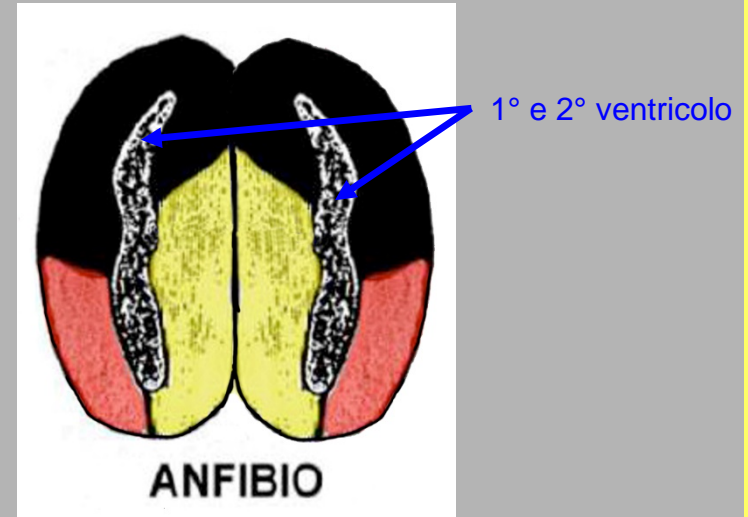
**Fig. 13.8** - Schema delle funzioni e della regolazione della secrezione dell'ormone antidiuretico (ADH). L'ADH viene prodotto nei neuroni dei nuclei supraottico e paraventricolare dell'ipotalamo e, attraverso gli assoni, raggiunge la neuroipofisi, dove viene immagazzinato. In seguito a stimoli adeguati, l'ormone viene liberato nella circolazione generale e agisce sia sul tubulo contorto distale sia sui dotti collettori del rene, a livello dei quali provoca un riassorbimento di acqua. La sintesi e la secrezione di questo ormone vengono regolate da diversi fattori, quali la concentrazione di elettroliti nel plasma e il volume sanguigno, che vengono rilevati dagli osmocettori e dai barocettori, neuroni capaci di agire direttamente sull'ipotalamo. 1, Osmocettore; 2, ipotalamo (nucleo supraottico); 3, barocettore; 4, neuroipofisi; 5, dotto collettore; 6, nefrone; 7, ADH (vasopressina); 8, adenoipofisi.

Lezione 14  
Cervello 2: Telencefalo

# EVOLUZIONE DEL TELENCEFALO

Il Telencefalo negli Anfibi (vertebrati primitivi) può essere suddiviso in:

- Pallio - porzione dorsale
- **Striato** - porzione laterale
- **Setto** - porzione mediale

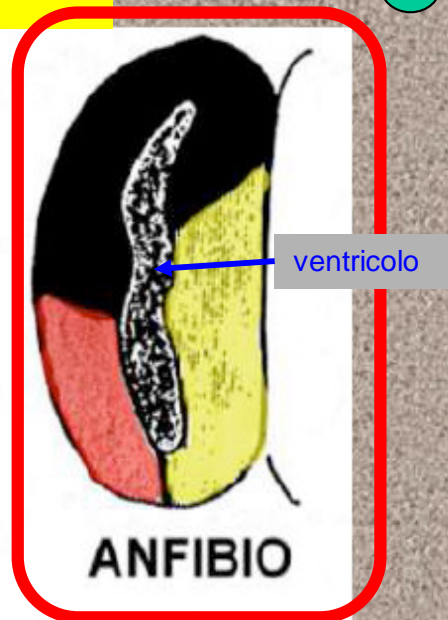


- ❑ Nel passaggio tra Anfibi e Rettili e poi tra Rettili e Mammiferi soprattutto il **Pallio si espande** a dare una regione detta Neopallio
- ❑ La crescita del Pallio determina lo spostamento dello **Striato** e del **Setto**, che nei *Mammiferi* vengono spinti all'interno del telencefalo



# EVOLUZIONE DEL PALLIO

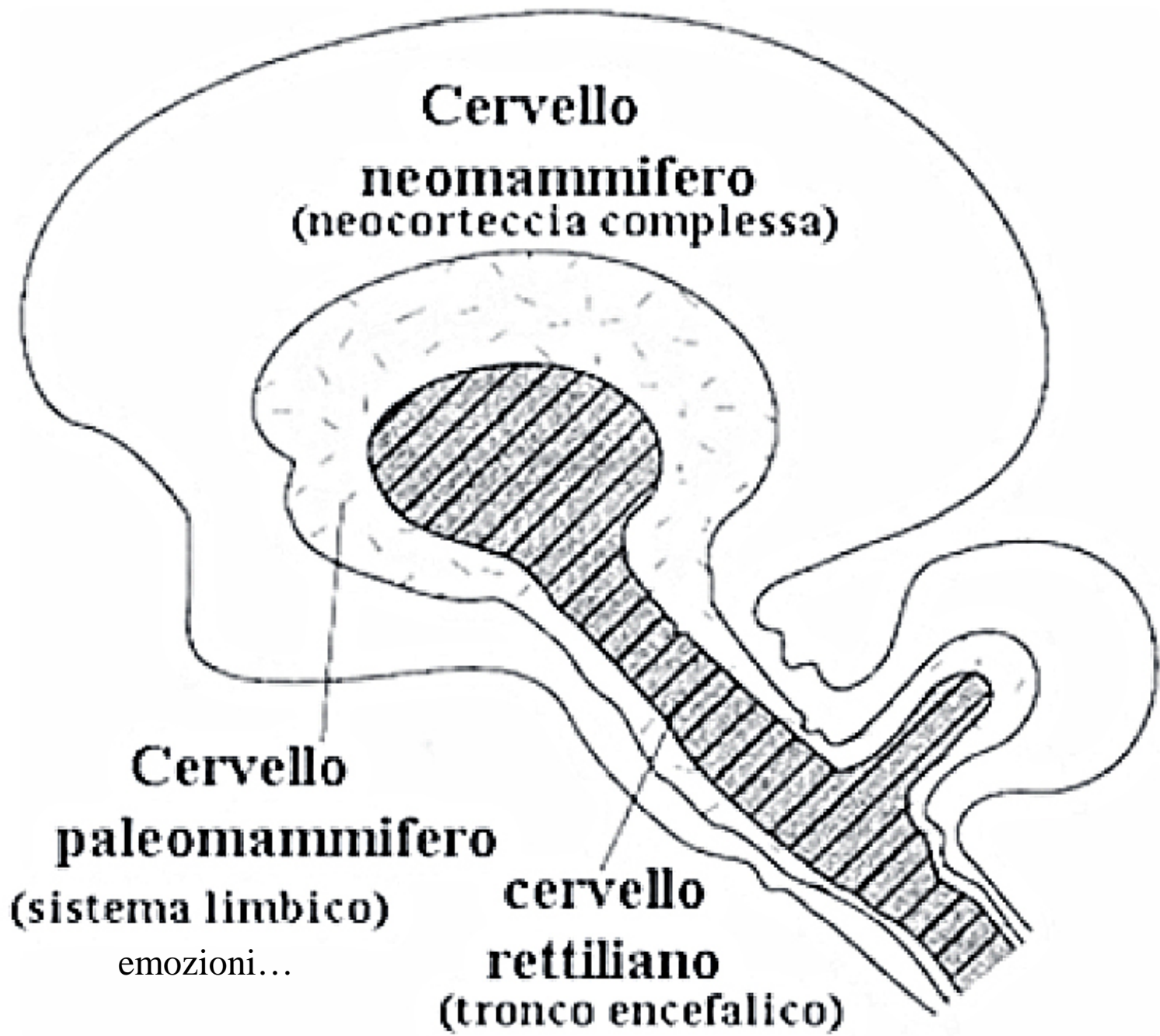
Sez trasversale -  
parte sx tubo neurale



■ PALLIO

■ STRIATO

■ SETTO



**Cervello  
neomammifero  
(neocorteccia complessa)**

**Cervello  
paleomammifero  
(sistema limbico)  
emozioni...**

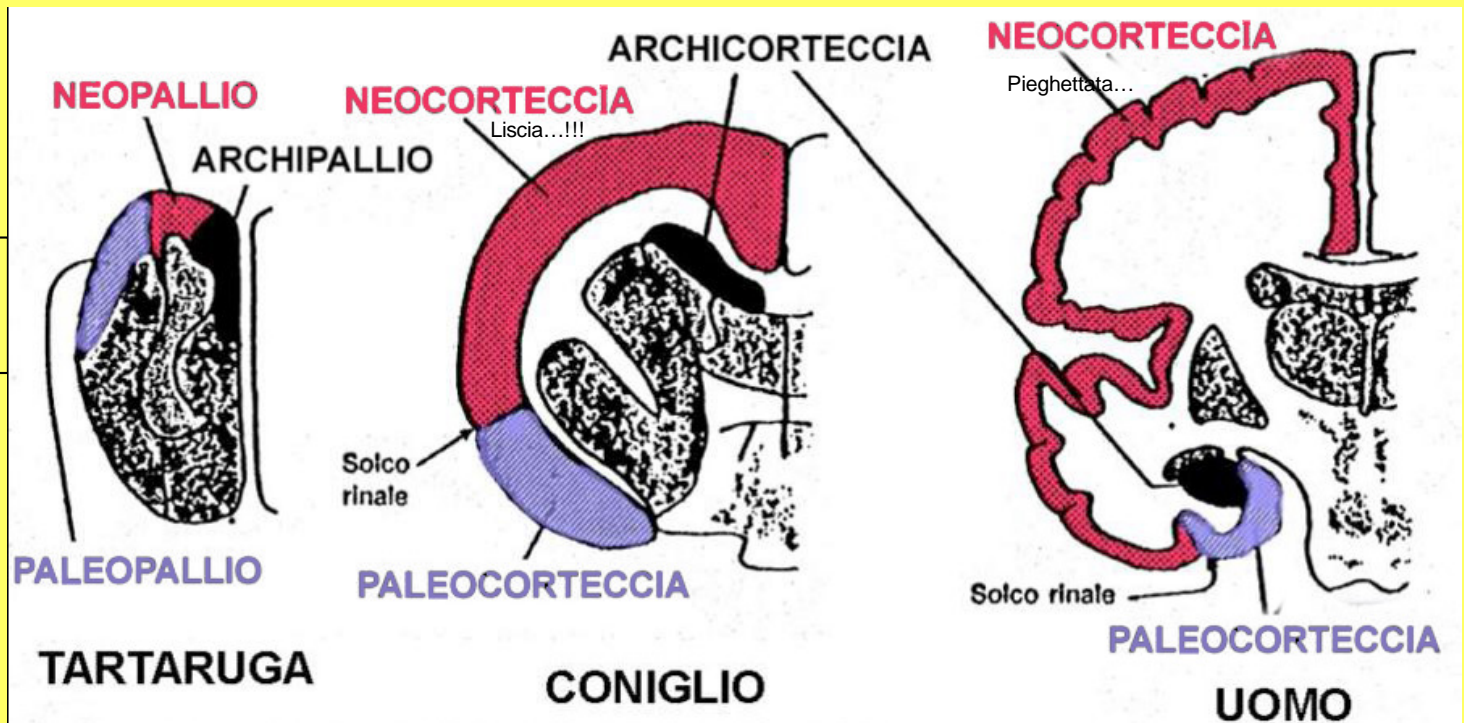
**cervello  
rettiliano  
(tronco encefalico)**



# LA NEOCORTEX

- Nei RETTILI il **PALLIO** viene suddiviso in **Paleopallio** (laterale), **Archipallio** (mediale) e **Neopallio** (intermedio).
- Nei MAMMIFERI il **Neopallio (Neocorteccia)** ha uno sviluppo esplosivo e sposta in basso il **Paleopallio**, con l'**Archipallio** ancora più internamente
- Nell'UOMO lo sviluppo della **Neocorteccia** è così accentuato da spostare ulteriormente la **Paleocorteccia** nella porzione inferiore del telencefalo, mentre l'**Archicorteccia** da una posizione originariamente dorsale viene spinta in basso.

Sezioni  
Trasversali





# STRUTTURA DEL TELENCEFALO

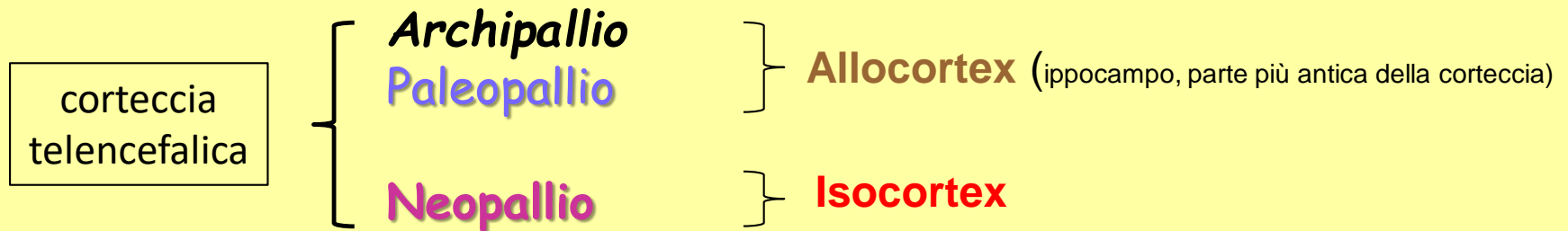
Parte più voluminosa e specializzata dell'encefalo

Costituito dai due **Emisferi Cerebrali**, destro e sinistro

- La superficie (**Neocorteccia** o Pallio) consta di sostanza grigia spessa 2-4 mm., ed è organizzata in genere in **6 strati di neuroni**
- La parte interna è costituita da sostanza bianca (fibre nervose) all'interno della quale (quindi più in profondità...) sono disposte varie **zone di sostanza grigia (NUCLEI DELLA BASE) ↔ (ex-Archipallio ed Ex-Paleopallio)**

La può essere filogeneticamente divisa in tre porzioni, a seconda del loro ordine di comparsa nell'evoluzione animale.

Dalla più antica alla più recente, queste porzioni sono:



- L'Archipallio ed il Paleopallio, filogeneticamente antecedenti e quindi presenti anche negli animali meno evoluti, presentano una **citoarchitettura** relativamente **semplice** ed uniforme (**3 STRATI di cellule**), che prende il nome di **allocortex** o **corteccia eterogenetica**;
- La corteccia del **Neopallio**, invece, che è prerogativa degli animali superiori e dunque **più complessa** (**6 STRATI di cellule**), prende il nome di **isocortex** o **corteccia omogenetica**.

# TIPOLOGIA DELLA CORTECCIA TELENCEFALICA

**ALLOCORTEX** (o corteccia eterogenetica); spessore ridotto ed uniformità di tipi neuronali

**ARCHIPALLIO** territori in cui si distinguono due strati (piramidale e granulare) variamente sviluppati

**PALEOPALLIO** disposizione disordinata dei vari tipi cellulari, che non consente di individuare una stratificazione

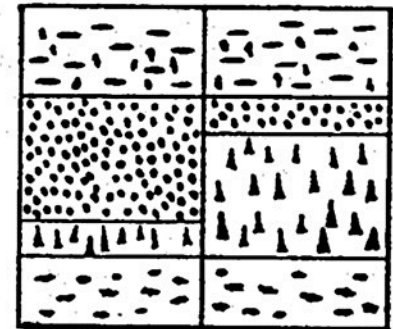
**NEOPALLIO**

**ISOCORTEX** (o corteccia omogenetica); maggiore spessore e complessità cito-mieloarchitettonica, in un complesso di neuroni che, in rapporto alla variabilità delle diverse aree, o presenta ben evidenti tutti gli strati (corteccia omotipica), o presenta invece un tipo neuronale prevalente (corteccia eterotipica agranulare, delle aree motrici; corteccia eterotipica granulare o coniocorteccia, delle aree sensitive; corteccia eterotipica di transizione, frontale, parietale e polare)

Territori in cui prevalgono cellule piramidali (ad esempio ippocampo ventrale)

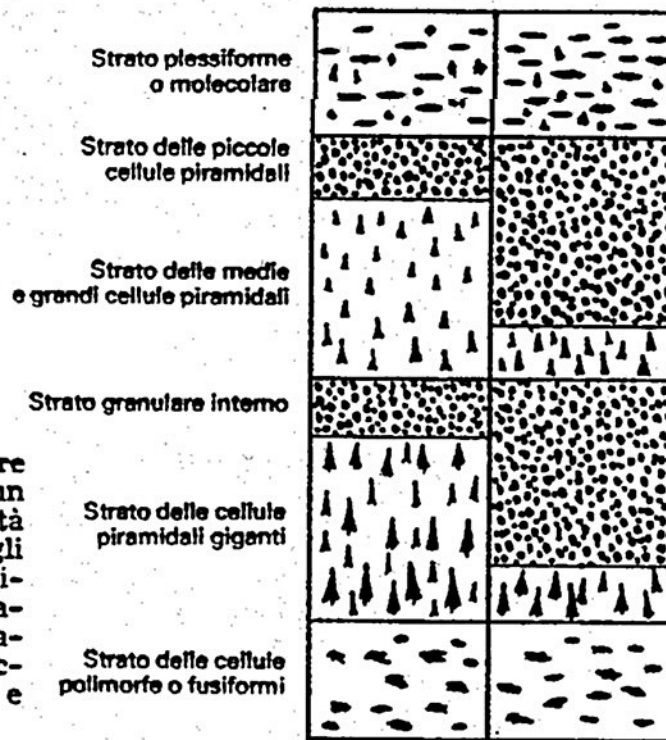
Territori in cui prevalgono cellule granulari (ad esempio giro dentato)

Allocortex (o corteccia eterogenetica)



Giro dentato (con prevalenza di granuli)      Ippocampo ventrale (con prevalenza di cellule piramidali)

Isocortex (o corteccia omogenetica)



Agranulare      Granulare



## TIPI DI ISOCORTEX e loro distribuzione

**AGRANULARE:** Tipica delle aree motrici. Ad esempio la circonvoluzione precentrale del lobo frontale. Mancano i granuli, mentre gli strati dal 2° al 5° sono ricchissimi di cellule piramidali di varie dimensioni.

**FRONTALE:** Notevole spessore e predominanza degli elementi piramidali. I granuli sono tuttavia presenti anche se il corpo, invece di essere piccolo e sferoidale, è triangolare.

**PARIETALE:** Presenta strati granulari (2° e 4°) di notevole spessore, mentre sono ridotte (ma non assenti) le cellule piramidali. In totale la corteccia ha uno spessore inferiore a quella del lobo frontale.

**POLARE:** Si trova in corrispondenza dei poli frontale ed occipitale, I granuli prevalgono sulle cellule piramidali, ma lo spessore di tutta la corteccia è molto ridotto.

**GRANULARE:** Sottile, molto stipata di granuli che occupano gli strati dal 2° al 4°. E' tipica dell'area visiva (regione della scissura calcarina)

AGRANULARE

FRONTALE

PARIALE

POLARE

GRANULARE

PLESSIFORME O  
MOLECOLARE

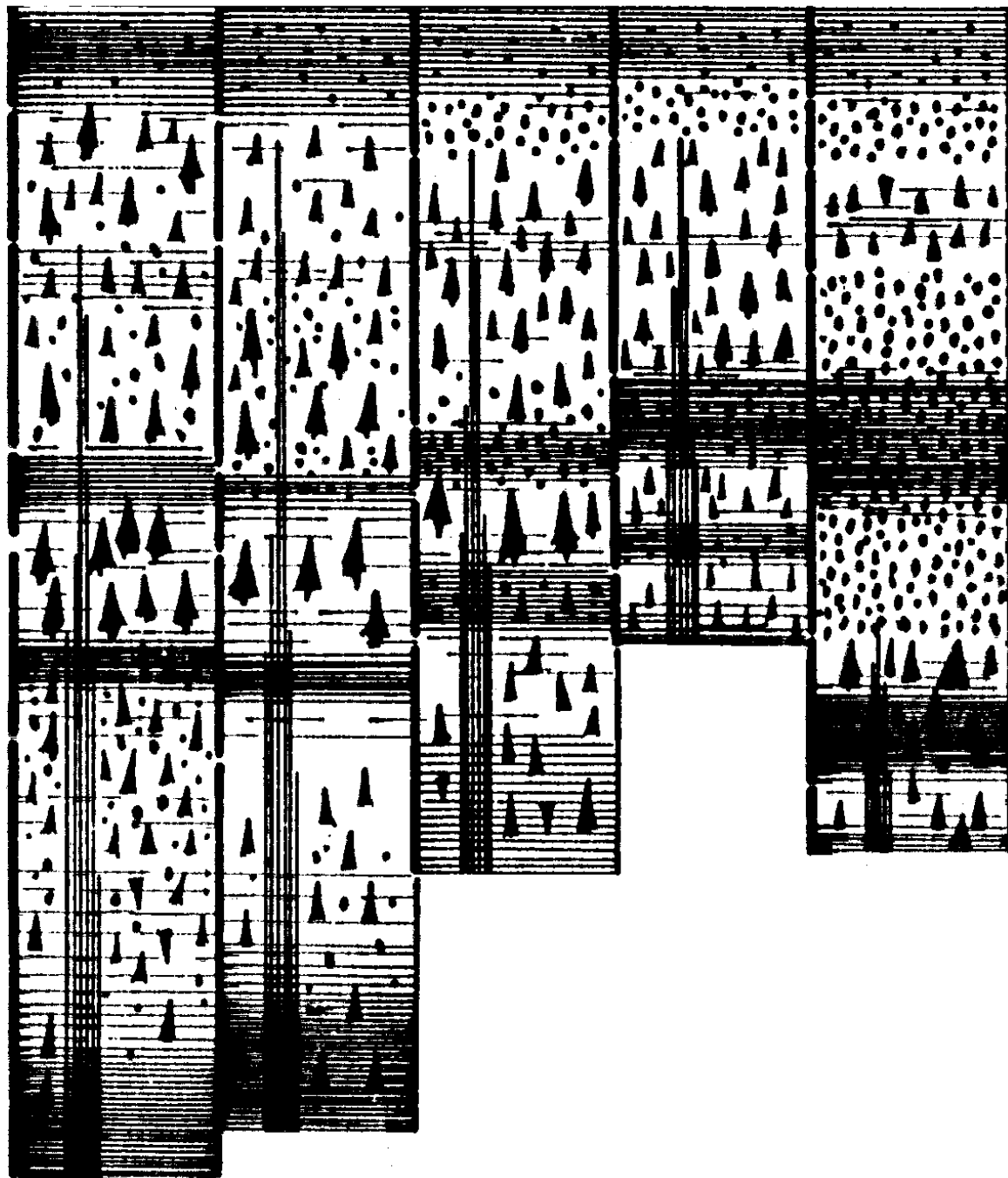
PICCOLE  
PIRAMIDALI

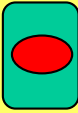
MEDIE E GRANDI  
PIRAMIDALI

GRANULARE  
INTERNO

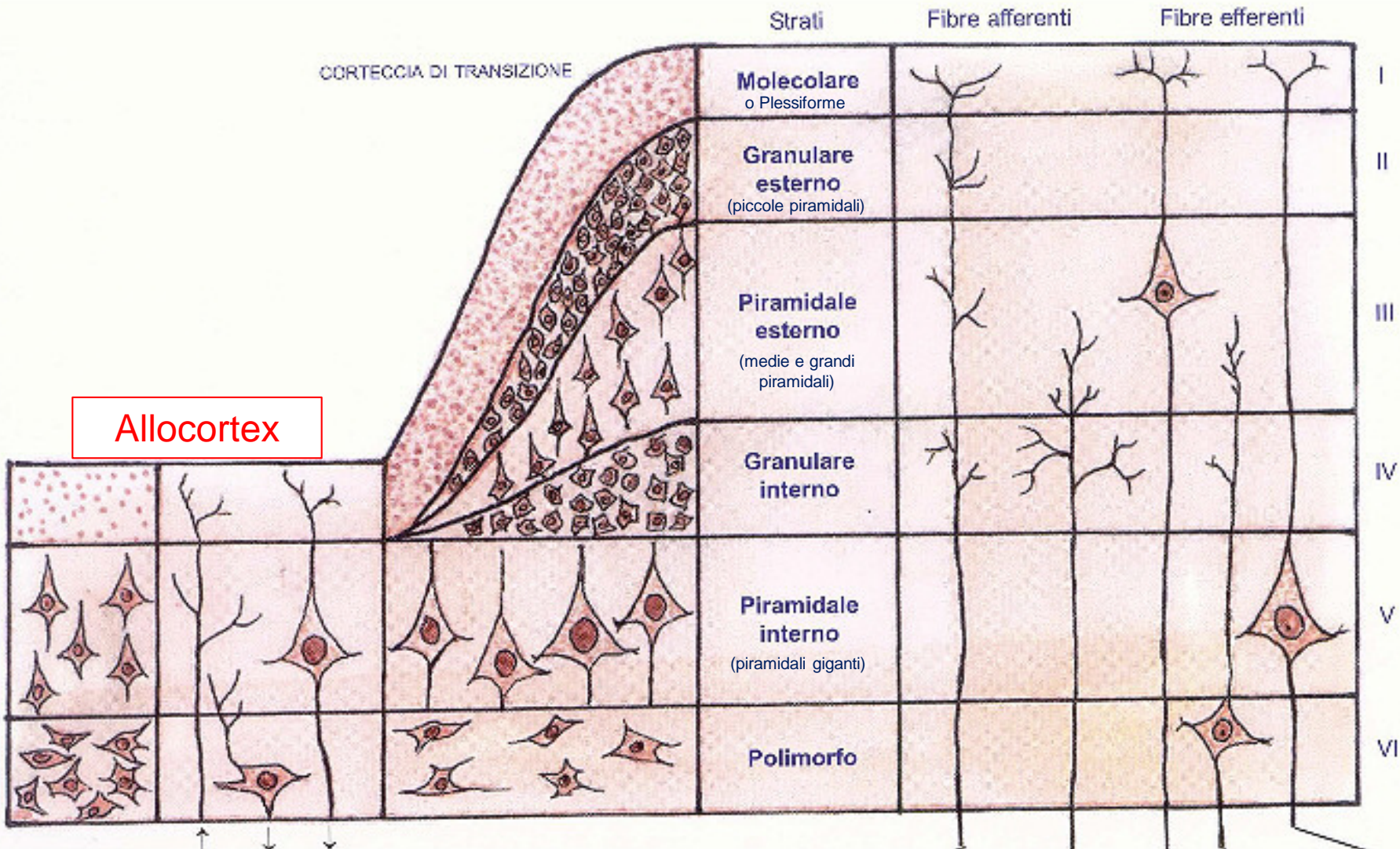
PIRAMIDALI  
GIGANTI

POLIMORFE

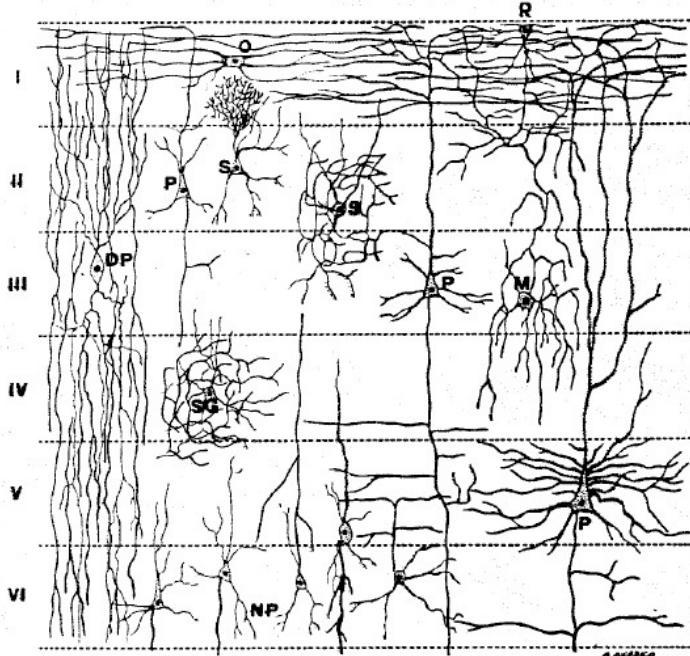




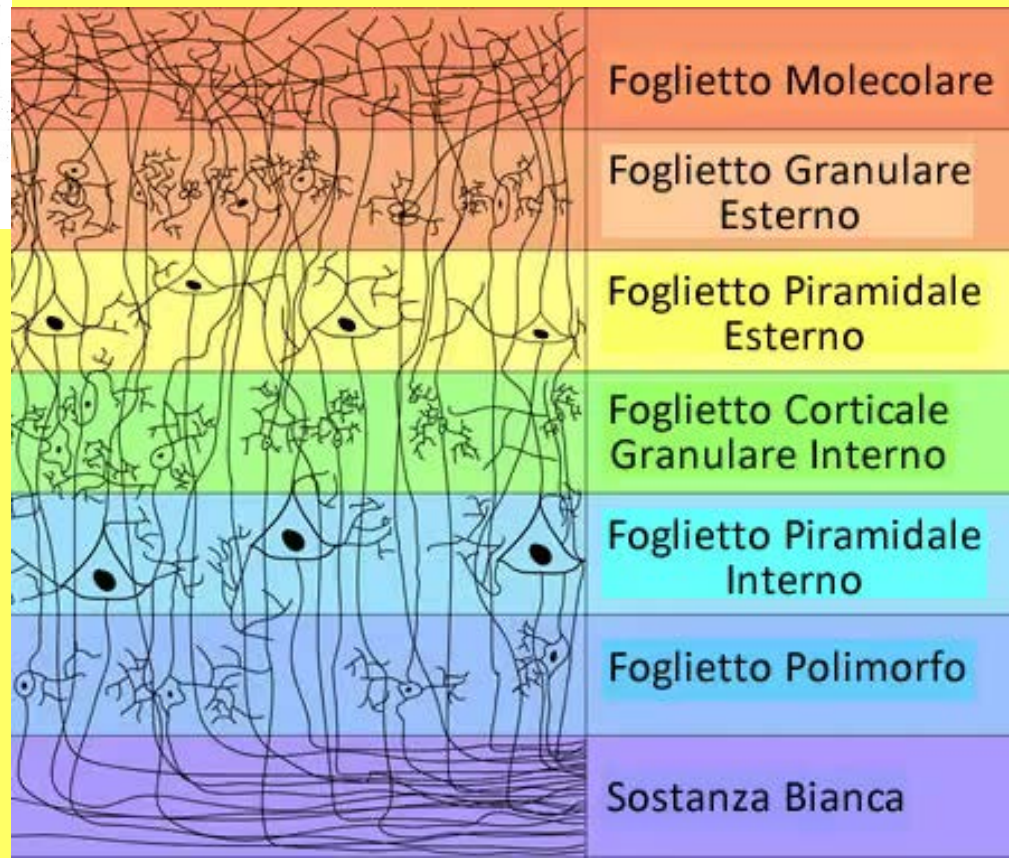
# Isocortex







Tipi neuronali della isocorteccia telencefalica e loro distribuzione nei diversi strati. DP, cellule fusiformi a doppio pennacchio; P, cellule piramidali; S, cellule stellate; SG, cellule stellate granulari; O, cellule orizzontali; R, neuroni marginali di Retzius; M, cellule di Martinotti; NP, neuroni polimorfi. In rosso sono rappresentate le fibre corticifughe, in blu le fibre corticocole.



## TIPI NEURONALI DELLA CORTECCIA CEREBRALE

CELLULE	PIRENOFORO	DENDRITI	NEURITE	FUNZIONE
<b>PIRAMIDALI</b>	Piriforme di volume variabile	Uno apicale, molti basali orizzontali	Corticifugo	Origina fibre di proiezione efferenti
<b>POLIMORFE</b>	Volume e forma variabile	Senza orientamento definito	Corticifugo	Cell.piramidali modificate
<b>GRANULARI</b>	Piccolo, cellule addensate negli strati corrispondenti	Brevi e ramificati	Corticifugo o corticicolo	Ricevono le fibre dei sistemi proiettivi corticipeti.
<b>A DOPPIO PENNACCHIO</b>	Ovoidale	Due ciuffi che si originano dai poli opposti del corpo	Corticicolo a decorso orizzontale	Associativa
<b>DEL MARTINOTTI</b>	Voluminoso Irregolare	Numerosi e brevi	Corticicolo, va in superficie e si divide a T	Associativa (orizzontale)
<b>ORIZZONTALI</b>	In superficie	Brevi	Corticicolo, decorre orizzontale	Associativa
<b>DEL RETZIUS (marginali)</b>	In superficie	Brevi	Corticicolo, si dirige in profondità	Associativa
<b>DEL 2° TIPO di GOLGI</b>	Variabile	Brevi	Corticicolo, si ramifica vicino al corpo	Associativa su un territorio limitato

- Il Telencefalo esternamente presenta una **superficie non liscia** ma marcata da **Circonvoluzioni** (o **Giri**) con denominazioni e funzioni precise

Tra giri adiacenti sono presenti:

- **solchi** (poco profondi)
- **scissure** (più profonde)

- le scissure dividono ciascun emisfero in **LOBI**:

- lobo frontale
- lobo temporale
- lobo parietale
- lobo occipitale
- **insula (isola di Reil)** situata sotto la scissura laterale.



## Scissure (visibili dall'esterno:)

1. **Longitudinale** : tra i due emisferi dx e sx
2. **Centrale** (o di Rolando): tra i lobi frontale e parietale
3. **Laterale** (o di Silvio): tra i lobi frontale e temporale
4. **Parieto-occipitale** : tra il lobo parietale ed occipitale

Non visibili dall'esterno:

### 1. **Limbica**

segue il corpo calloso

### 6. **Calcarina** (non

individua un confine tra due lobi, area visiva intorno ad essa)

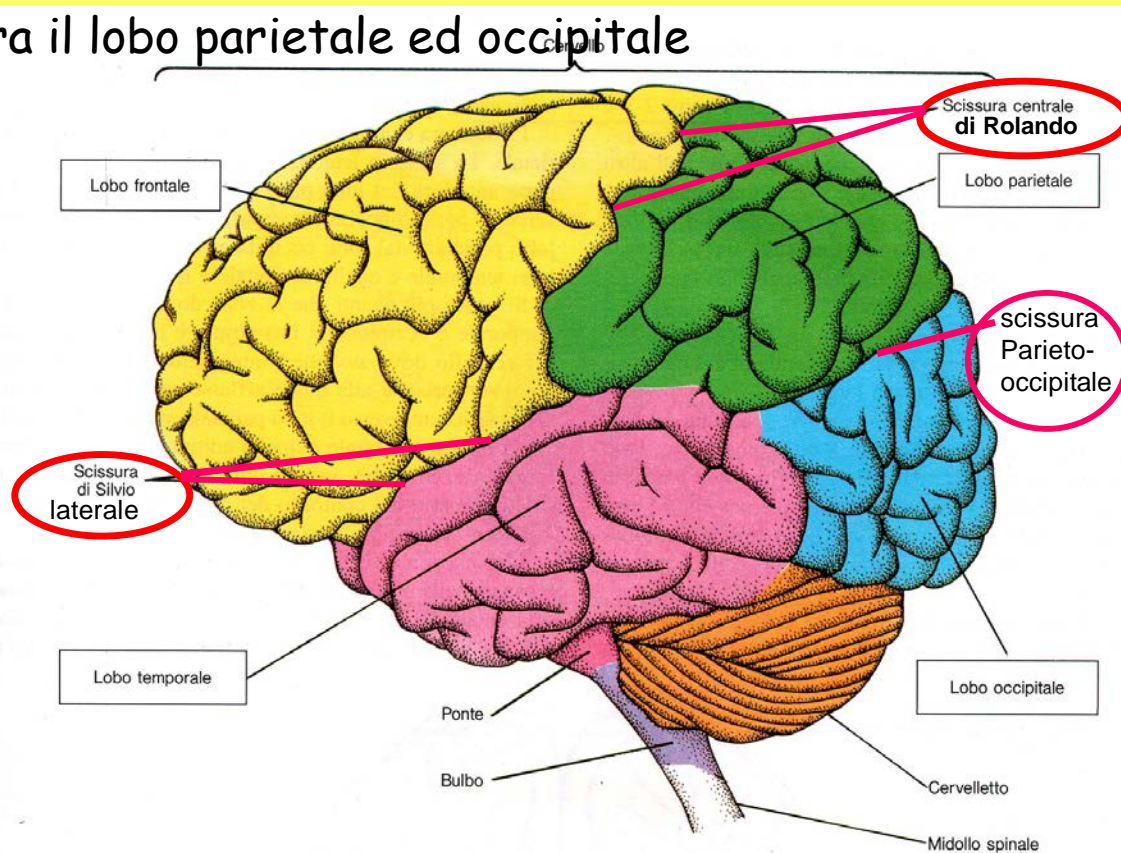


Figura 2-1. Faccia laterale dell'encefalo. Sono visibili le principali divisioni dell'encefalo e i quattro lobi centrali maggiori.

## Lobi

- **Frontale:** motilità volontaria, pensiero astratto, motivazione, aggressività, umore, olfatto
- **Temporale:** udito, olfatto, memoria, pensiero astratto, giudizio
- **Parietale:** sensibilità generale tattile, termodolorifica, propriocettiva
- **Occipitale:** vista
- **Dell'insula (di Reil):** gusto, olfatto, funz. effettrici viscerali (→omeostasi), emotività, autoconsapevolezza, riconoscimento emozioni, empatia

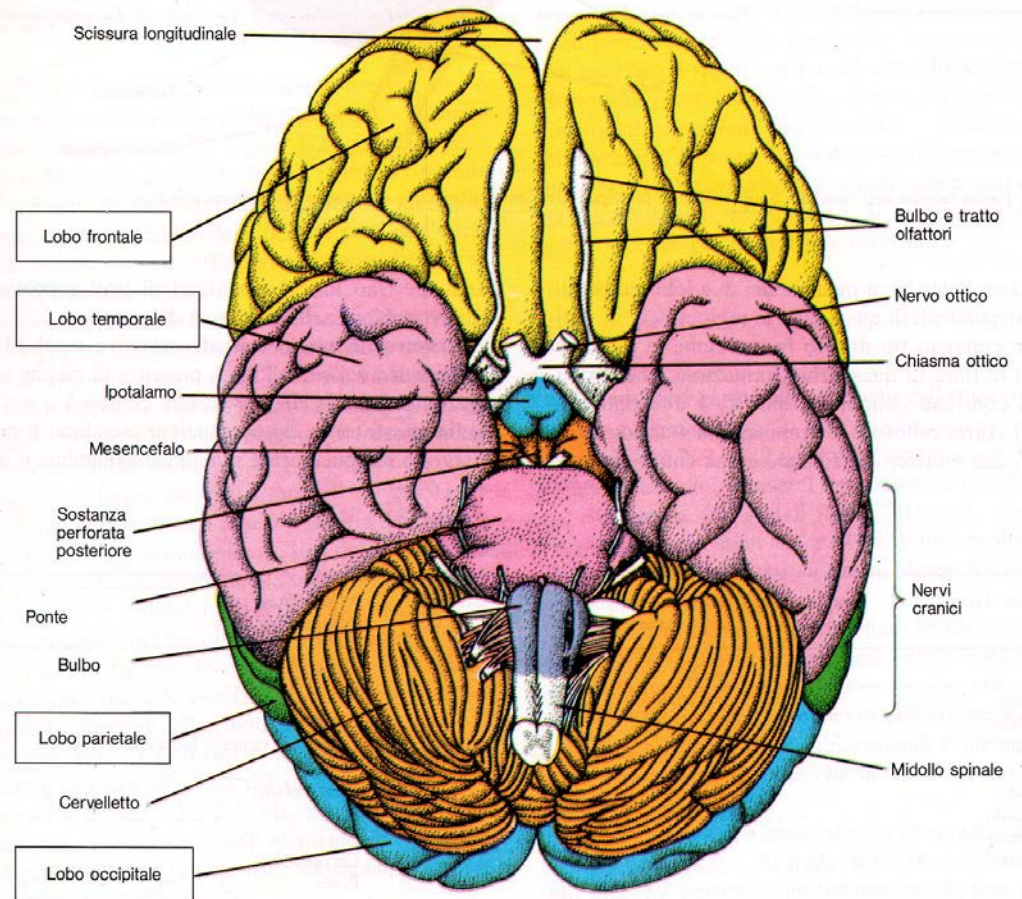
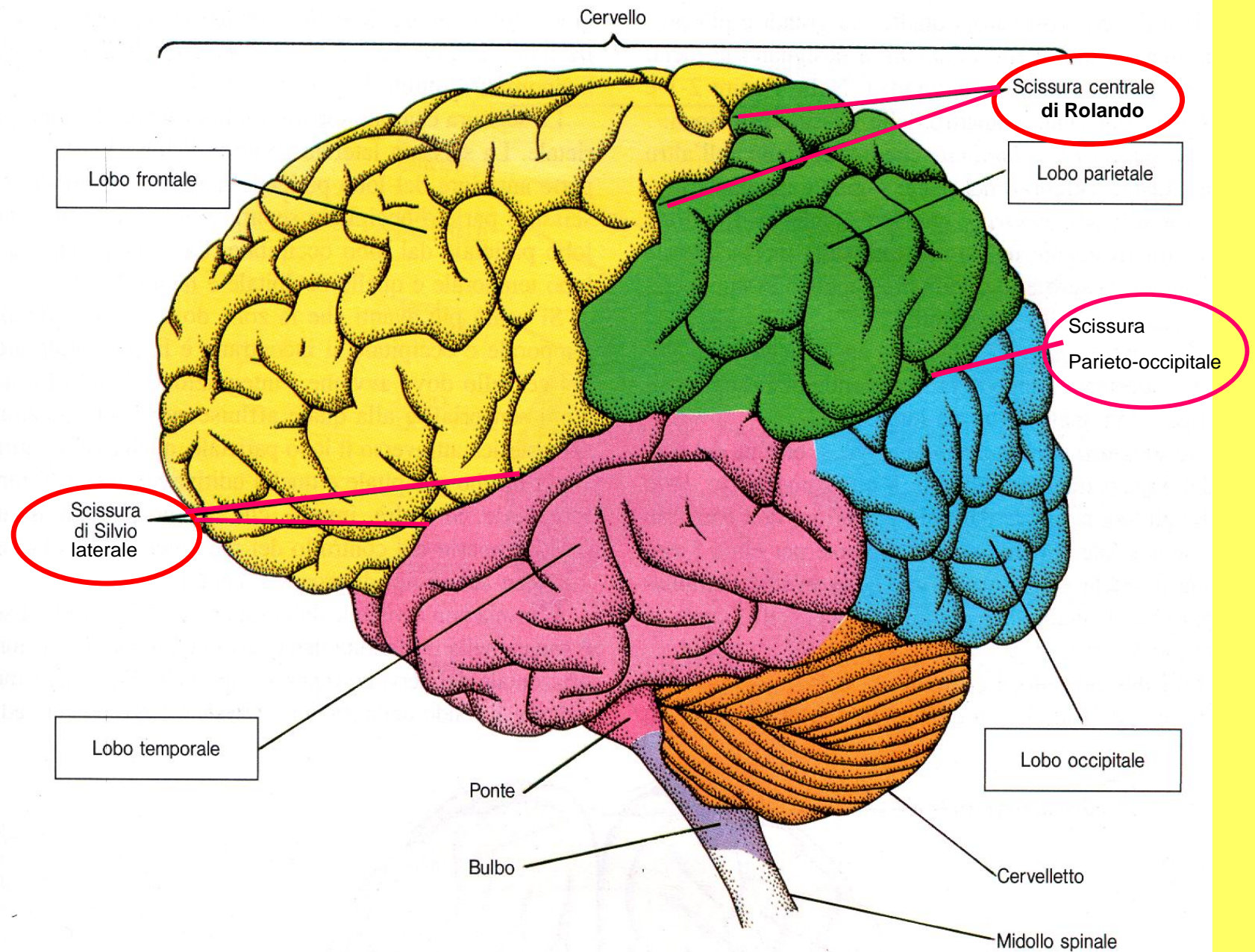


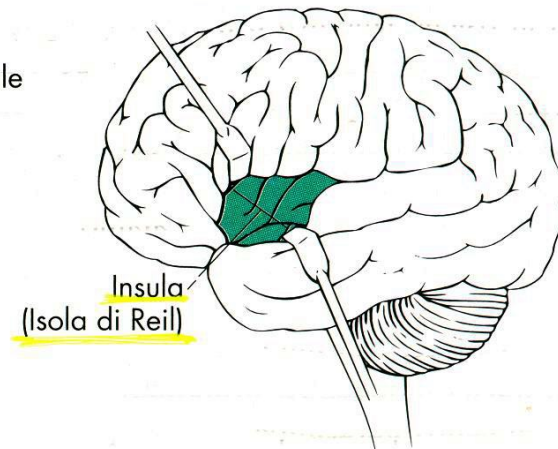
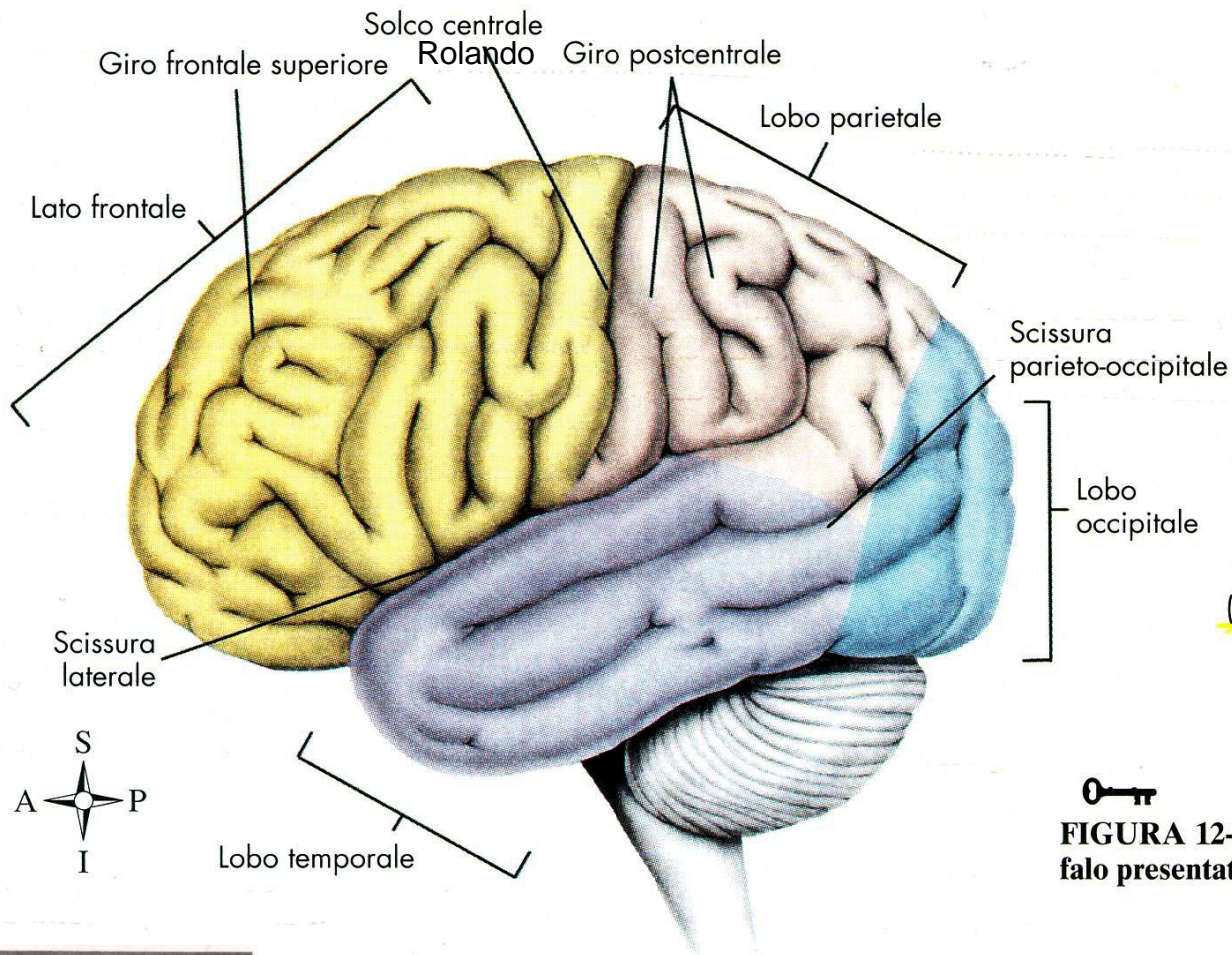
Figura 2-2. Faccia basale dell'encefalo.





**Figura 2-1.** Faccia laterale dell'encefalo. Sono visibili le principali divisioni dell'encefalo e i quattro lobi centrali maggiori.





**FIGURA 12-13** Emisfero cerebrale sinistro del telencefalo presentato dalla superficie laterale.

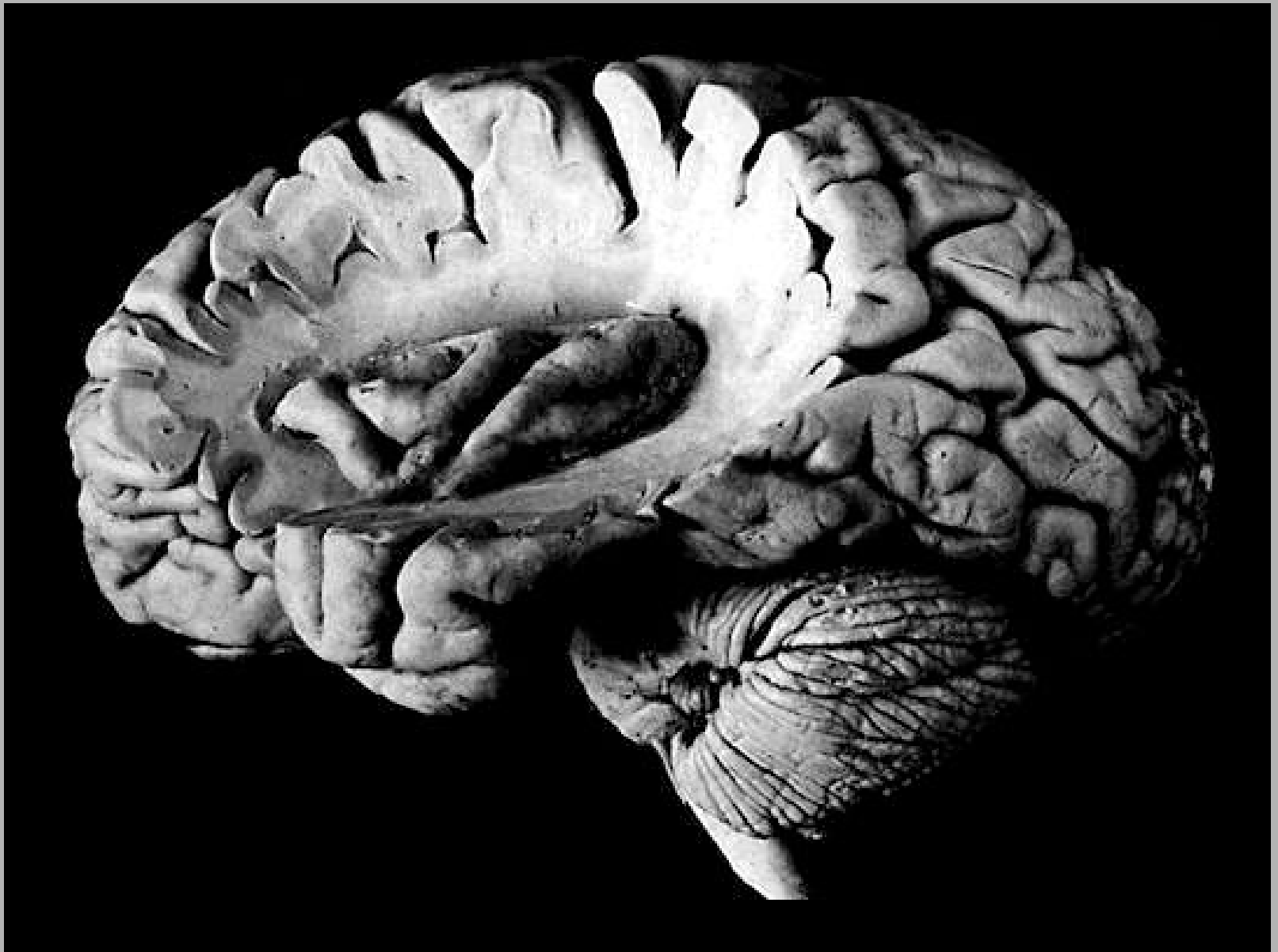


**Johan Christian Reil**  
(Rhauderfehn 1759 -  
Halle 1813)

### Luigi Rolando

(Torino 1773-1831)  
Laureatosi a Torino nel  
1793, nel 1804 è  
nominato professore  
di Anatomia presso  
l'Università di Sassari.





Lobo dell'Insula (di Reil)



Scaricare file:

Gyri\_of\_the\_Brain\_-\_Learn\_in\_4 minutes

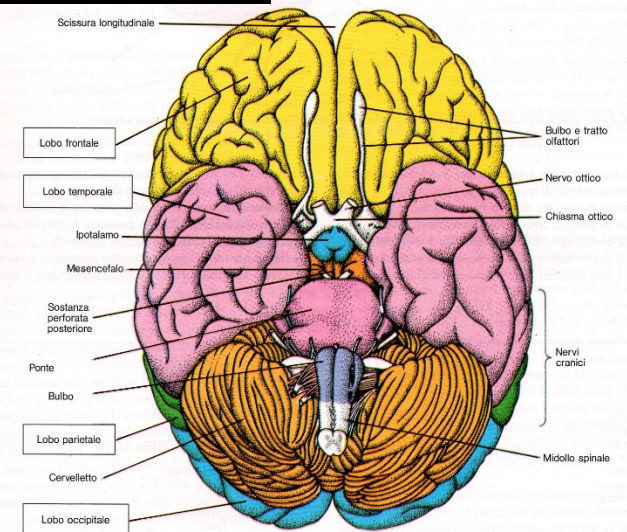
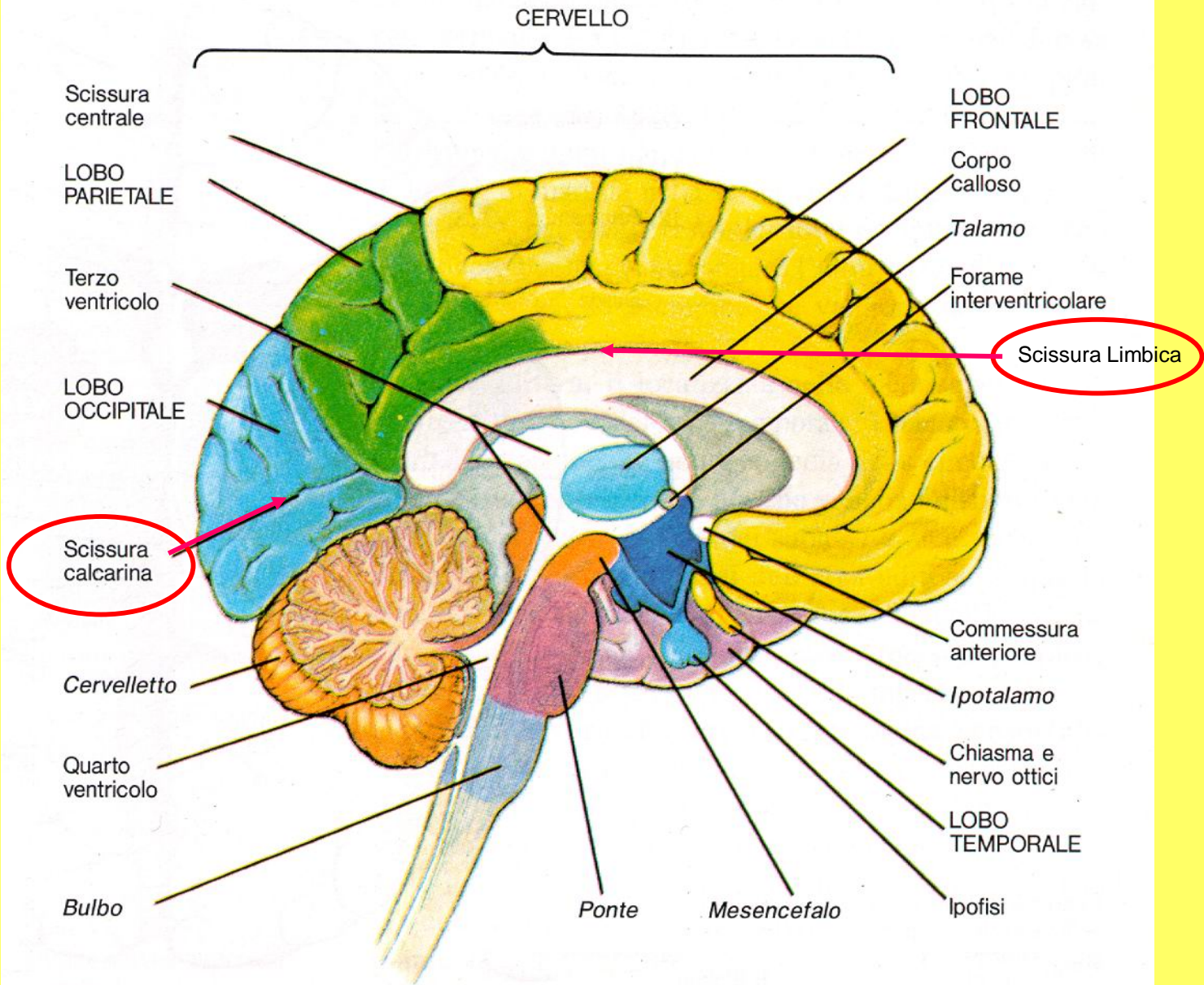
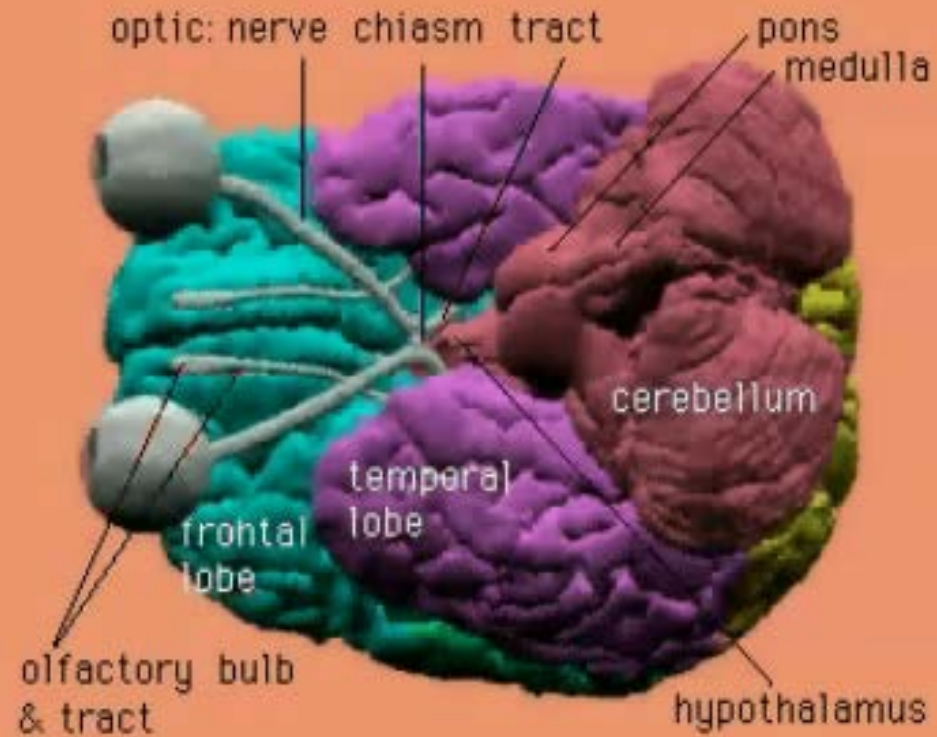
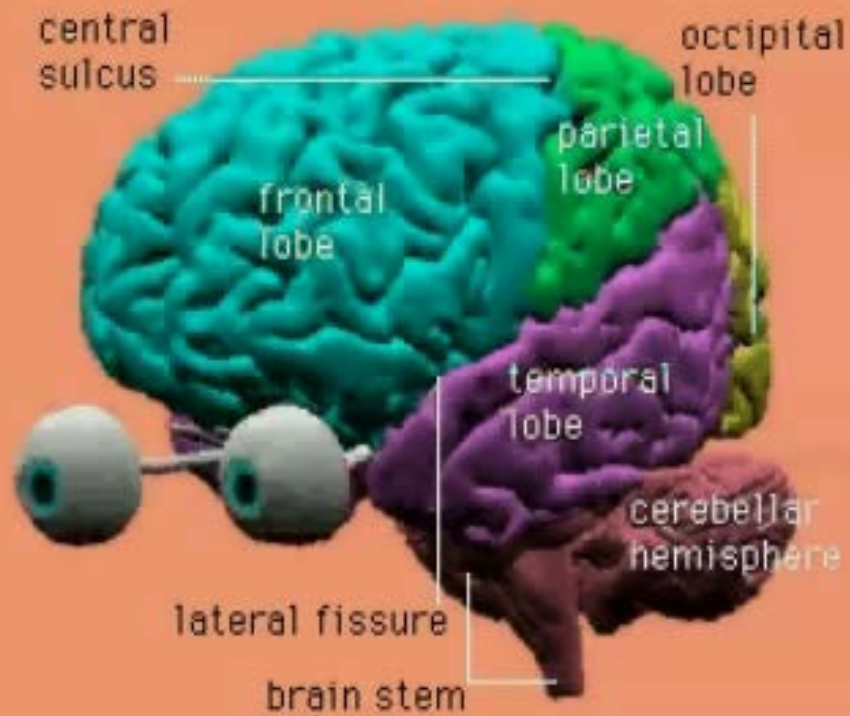


Figura 2-2. Faccia basale dell'encefalo.





**Figura 2-3.** Faccia mediale della metà sinistra dell'encefalo, che mostra in particolare i rapporti tra cervello, cervelletto e tronco encefalico.



SCARICARE: brainlobesY - brainlobesX2 – brainlobesmid - brainlobesX1

## Emisferi cerebrali

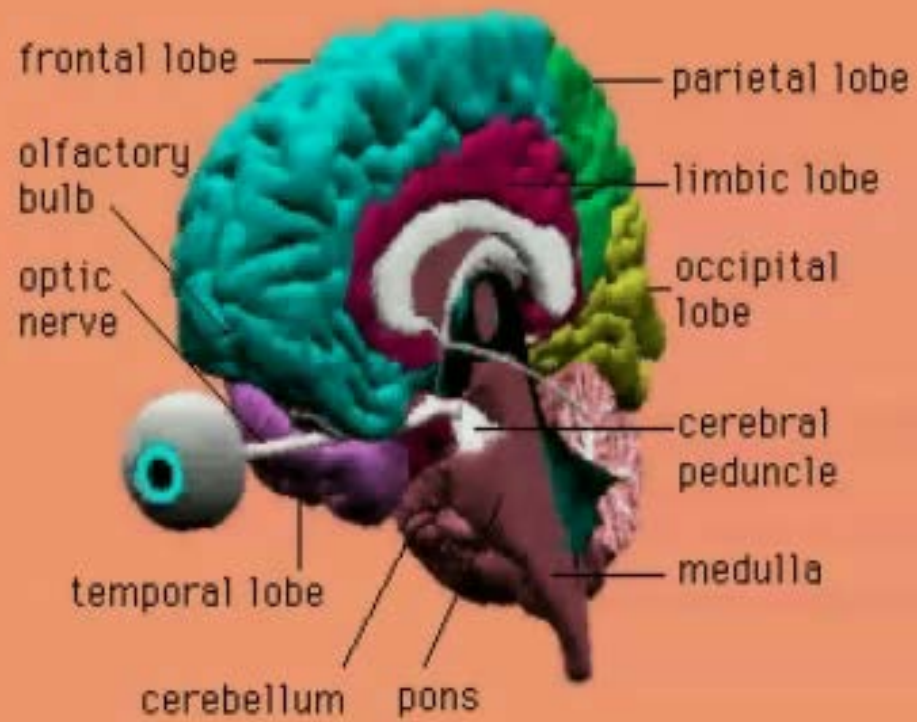
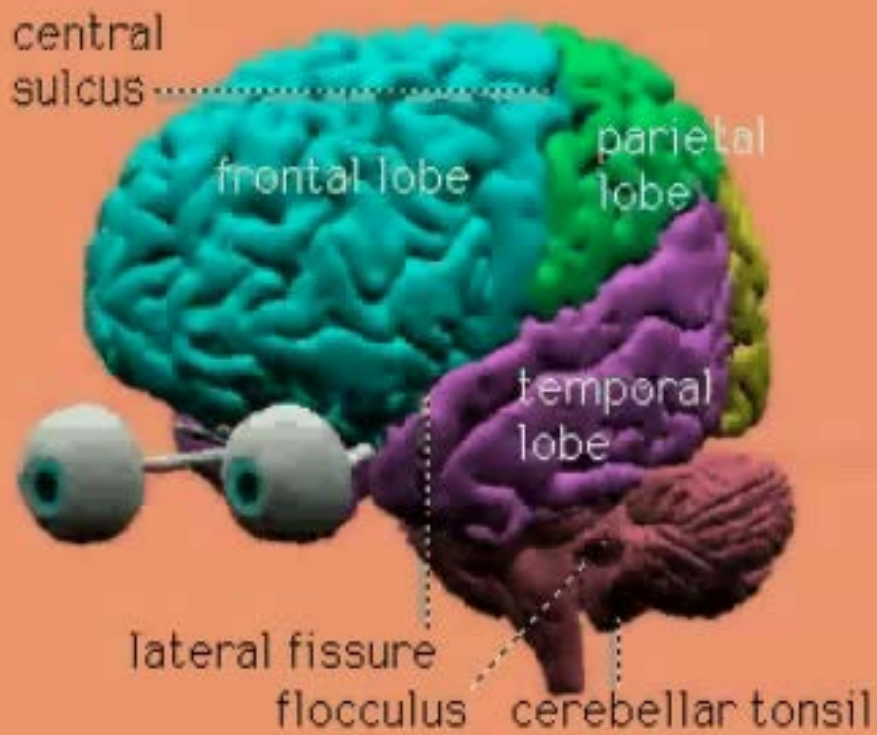
<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/brainlobesY.mov>

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/brainlobesX2.mov>

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/brainlobesmid.mov>

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/brainlobesX1.mov>





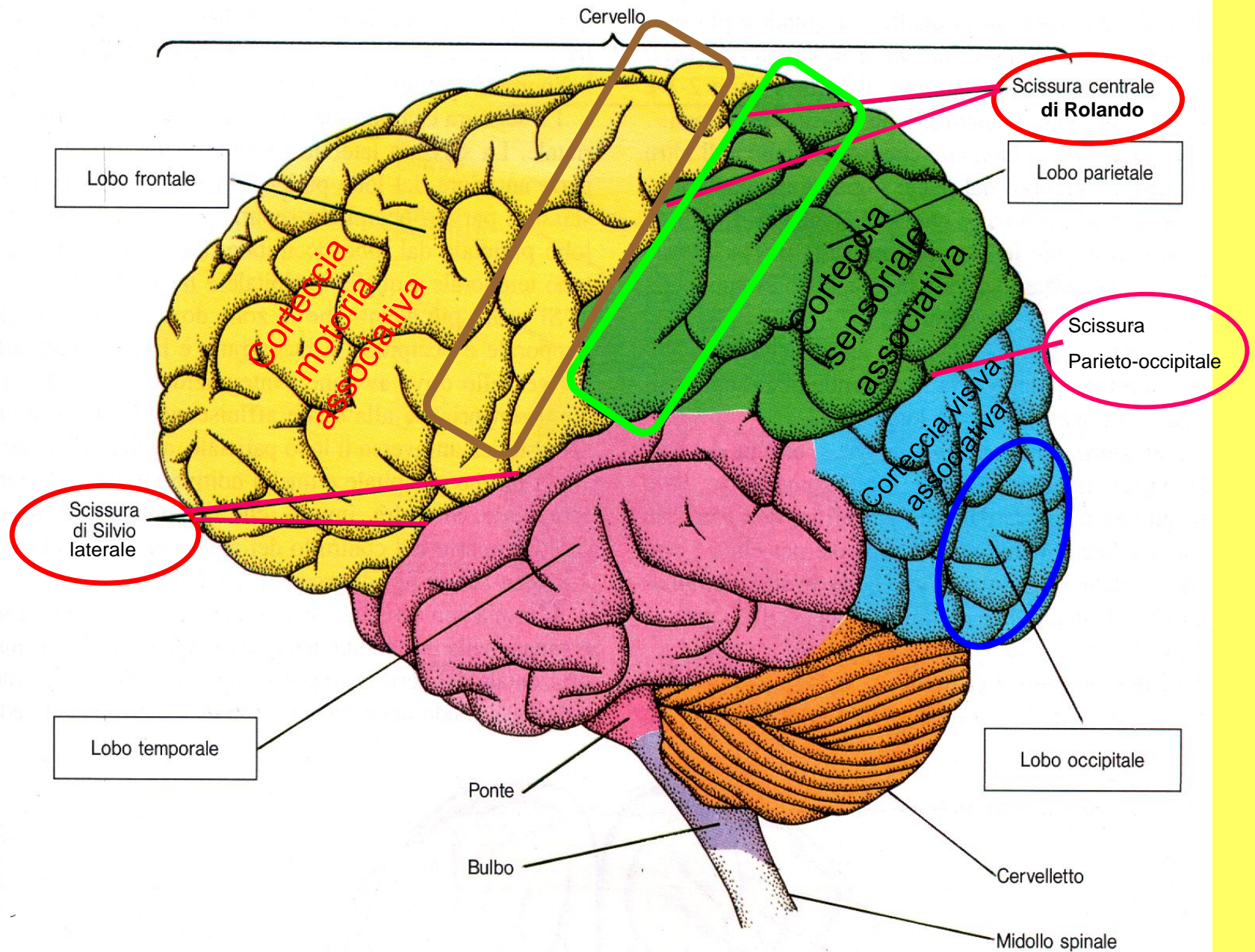


# Costituzione interna degli emisferi cerebrali:

## Centro Semiovale

La parte più interna (**Centro Semiovale**) del telencefalo è costituita da:

- 1- una **massa di sostanza bianca** (essenzialmente fibre nervose di proiezione, associative e commessurali) all'interno della quale sono presenti
- 2- **diverse isole di sostanza grigia** (Nuclei della base, Sistema Limbico)
- 3- **cavità** (1° e 2° Ventricolo)



**Figura 2-1.** Faccia laterale dell'encefalo. Sono visibili le principali divisioni dell'encefalo e i quattro lobi centrali maggiori.

Le formazioni telencefaliche che vengono intercettate da una sezione condotta lungo il **piano sagittale mediano** sono:

Il **Corpo Calloso**: spessa lamina bianca a forma di "C" coricata con la concavità in basso. Si suddivide (ant. → post) in: rostro, ginocchio, tronco e splenio . Collega tra loro gli emisferi Dx e Sx

La **Commissura Anteriore**: corto fascio di fibre mieliniche subito dietro al rostro, con fibre che collegano tra loro le circonvoluzioni temporali Dx e Sx

-----

Altre Aree di sostanza bianca sono rappresentati dai **Tratti Cerebrali**



**formazioni  
telencefaliche che  
si trovano sul piano  
sagittale mediano**

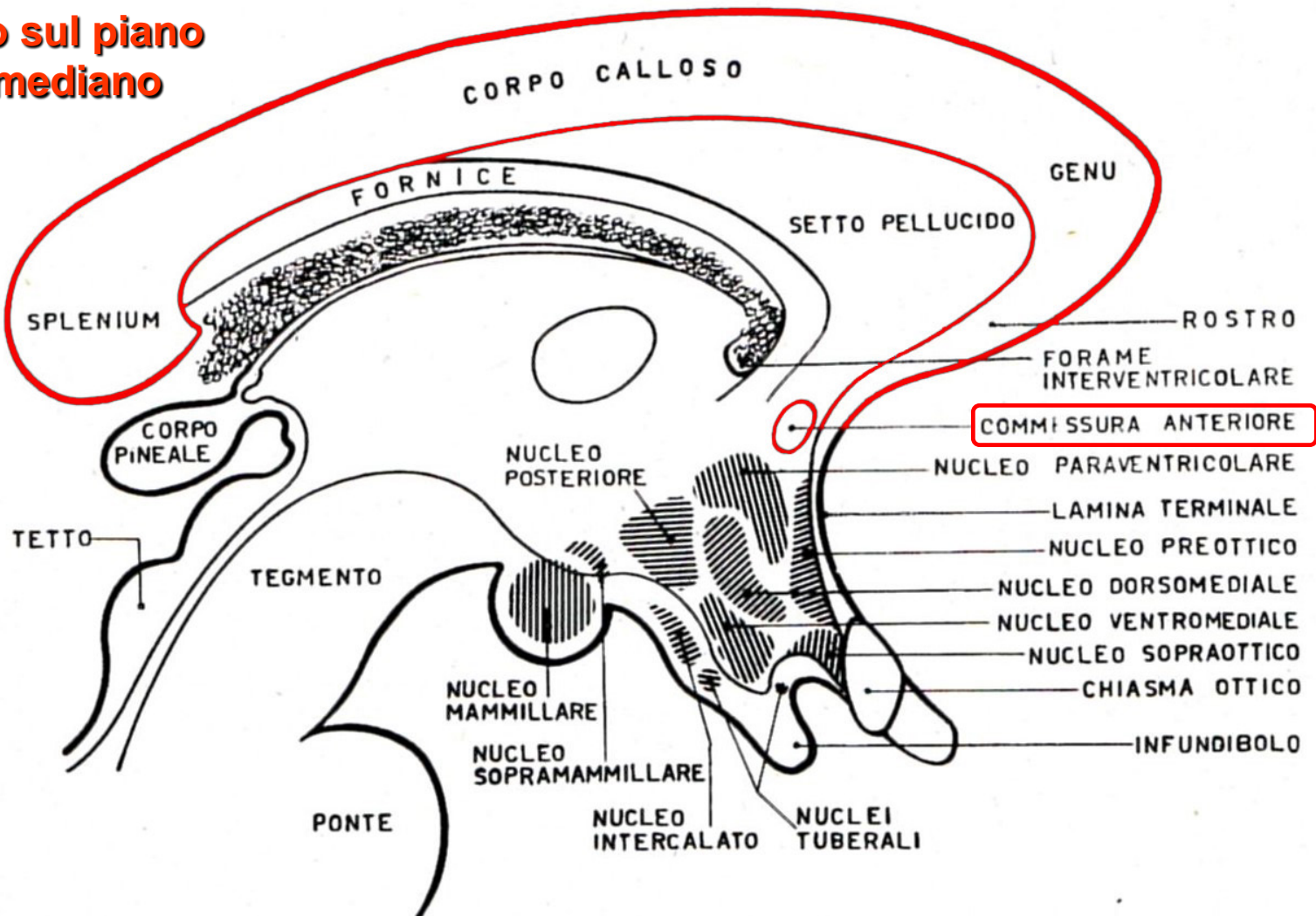


Fig. 131. — Schema di una sezione sul piano mediale di simmetria dell'ilo emisferico sul quale sono stati proiettati (in modo approssimato) le formazioni nucleari dell'ipotalamo secondo le indicazioni di LE GROS CLARK con qualche ampliamento circa i nuclei tuberari.

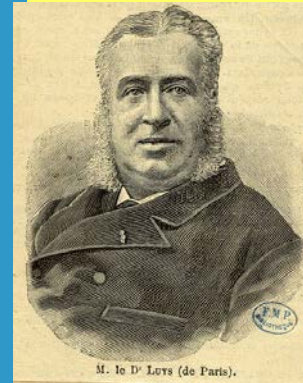
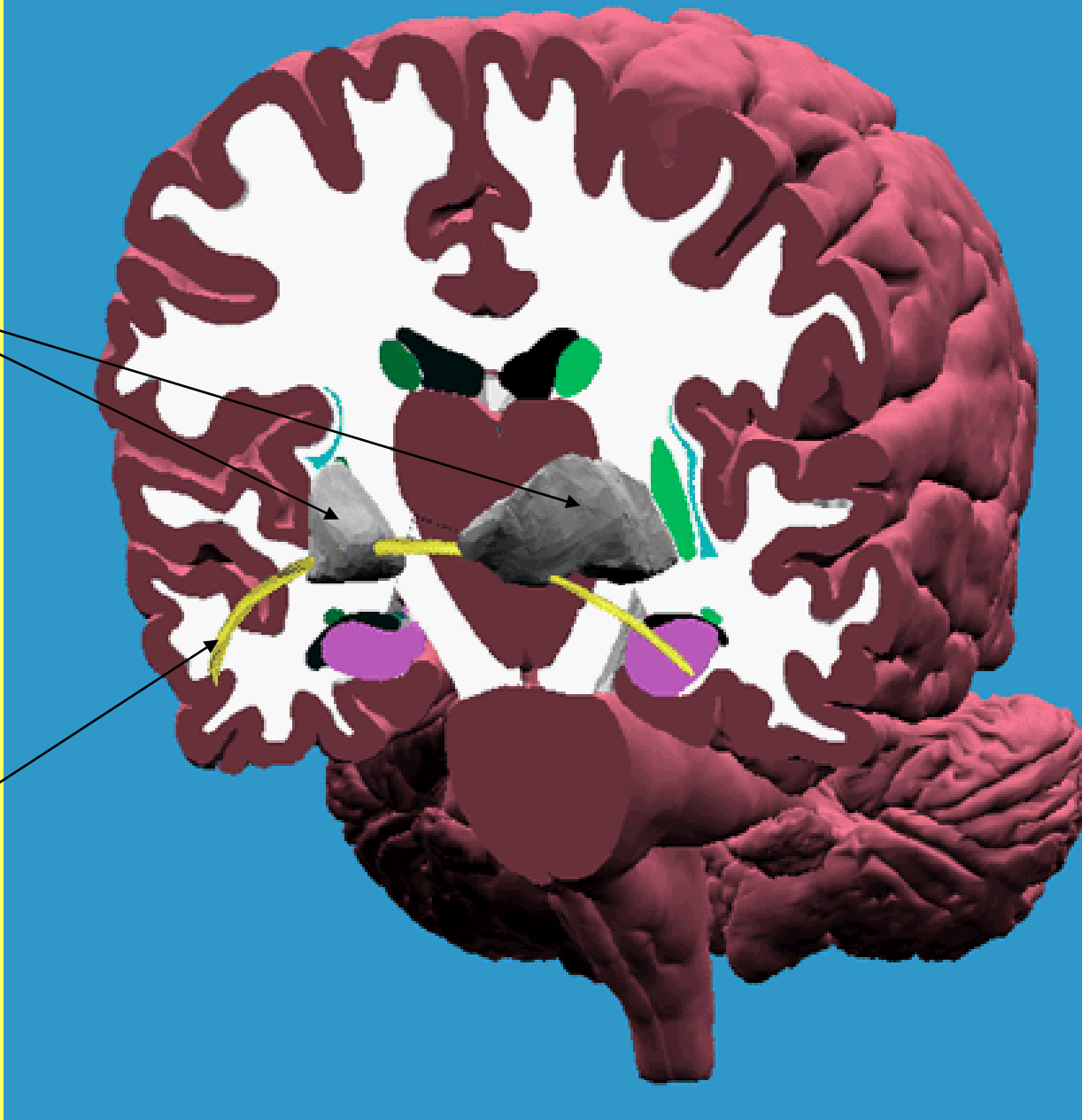
Le formazioni telencefaliche più ventrali sono i

## NUCLEI DELLA BASE

- Sono raggruppamenti di sostanza grigia all'interno degli emisferi cerebrali
- Sono situati al di sotto dei ventricoli laterali, circondati dalla sostanza bianca centrale
- Sono permeati e circondati dalle fibre di proiezione e commessurali
- Nucleo Lentiforme (Putamen + Globus pallidus) } Corpo Striato
- Nucleo Caudato
- **Claustro** sottile strato di sost. grigia, esterno al nucleo caudato
- **Amigdala** parte terminale del nucleo caudato
- Sono collegati col Tronco Encefalico (Subs. Nigra (mesencefalo) e col Nucleo Subtalamico di Luys (diencefalo) → → **Sono parte fondamentale del SISTEMA MOTORIO EXTRAPIRAMIDALE**, con ruolo importante nella regolazione delle funzioni motorie volontarie (non fini): Tono muscolare e movim. automatici, ritmo, correzione schemi di movimento volontario

Globo pallido

Commissura anteriore



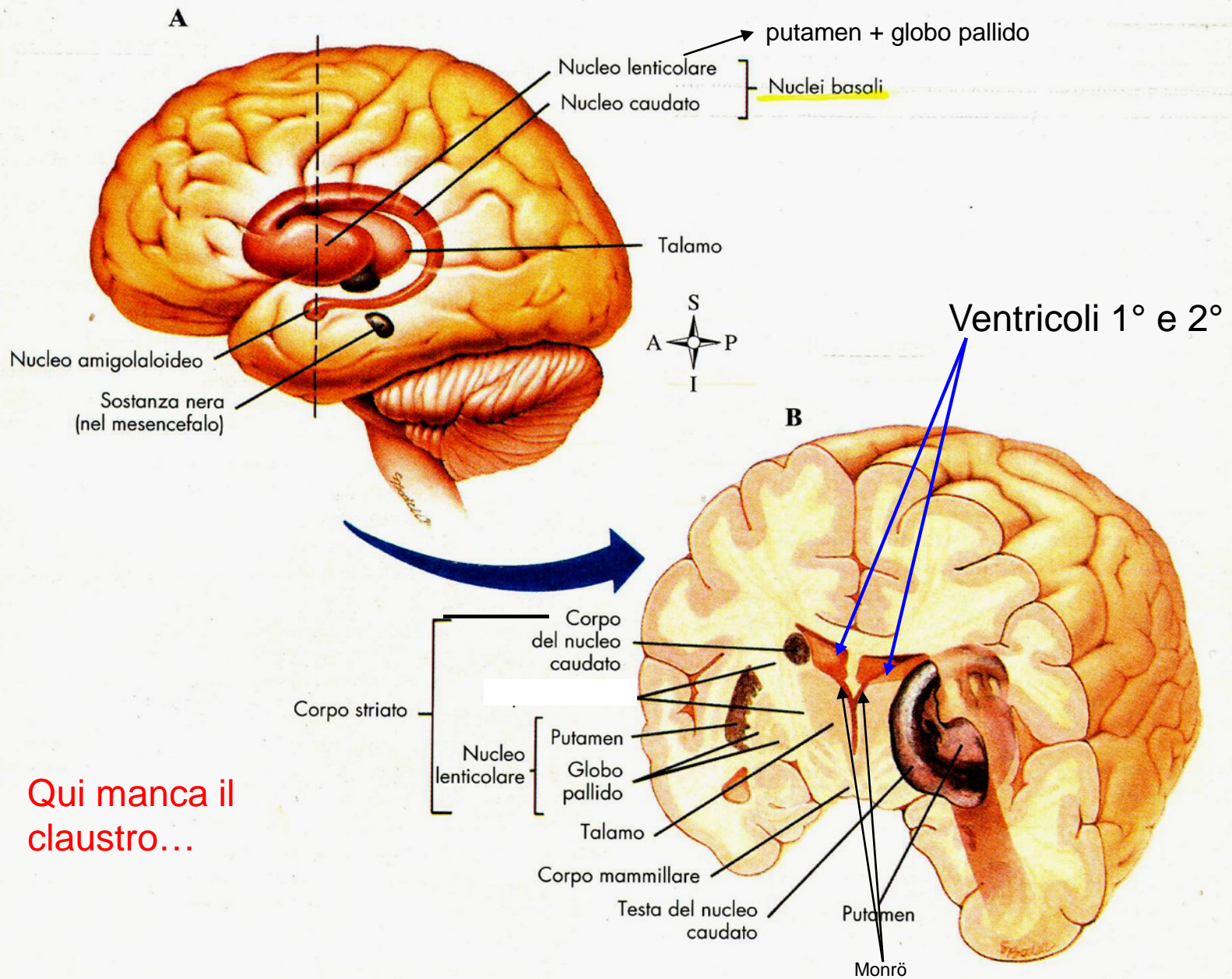
Jules Bernard Luys



Il nucleo subtalamico di Luys è una porzione di sostanza grigia diencefalica dei gangli della base e l'unica porzione dei gangli che produce un neurotrasmettitore eccitatorio, il **glutammato**. È costituito da interneuroni GABAergici, inibitori, e da neuroni di proiezione, eccitatori. Riceve afferenze dalla corteccia cerebrale, del globo pallido esterno e substantia nigra; proietta al globo pallido interno, putamen e nucleo caudato. È in contatto con la capsula interna (ovvero quella parte di sostanza bianca del diencefalo in cui passano le vie sensitive e motorie).

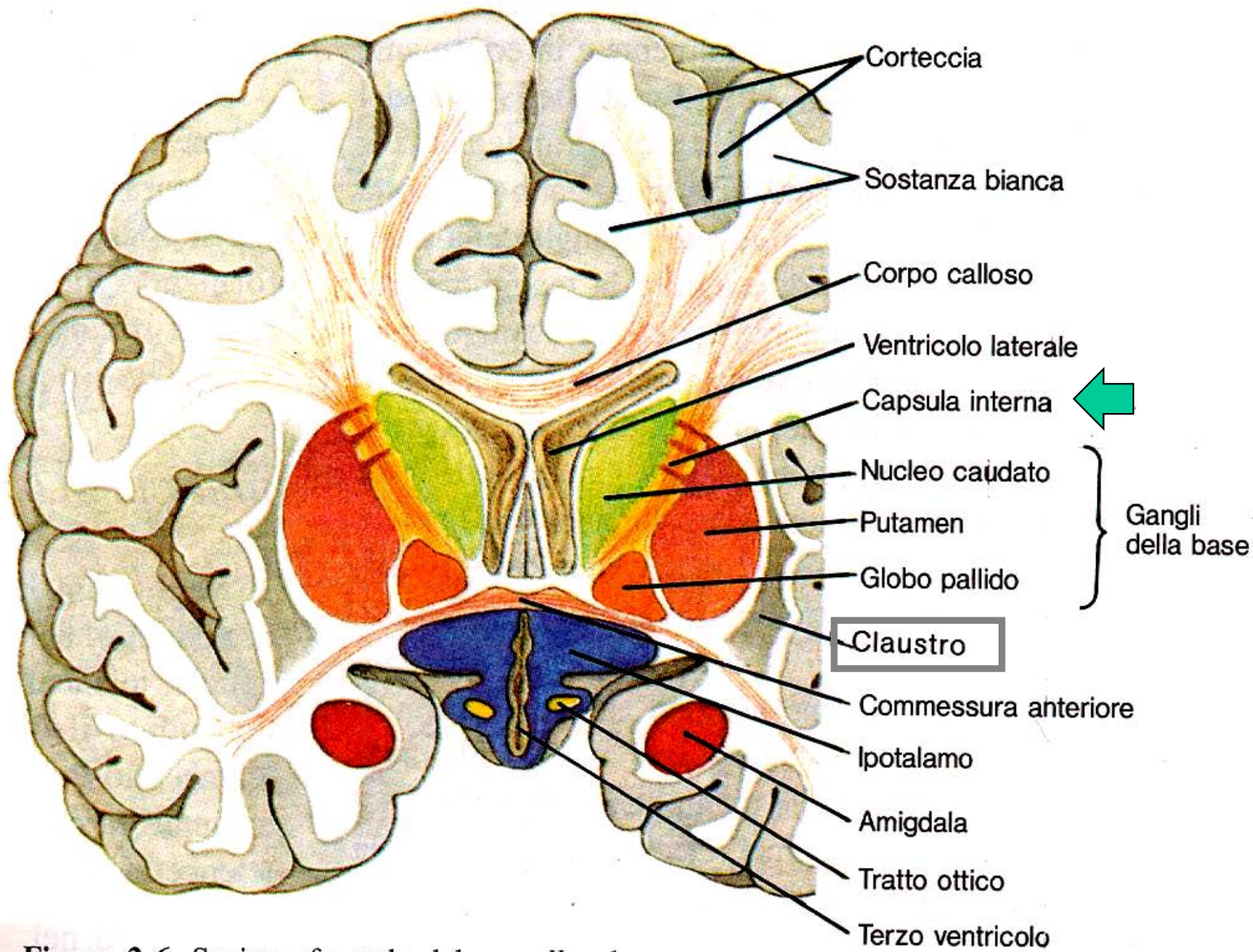
## Rapporti del globus pallidus con la commissura anteriore





Qui manca il  
claustro...

**FIGURA 12-15 Nuclei della base.** A, Nuclei della base visti per trasparenza attraverso la corteccia dell'emisfero cerebrale sinistro. B, Nuclei della base come possono osservarsi su d'una sezione frontale (coronale) degli emisferi cerebrali.



**Figura 2-6.** Sezione frontale del cervello al davanti del talamo. Sono visibili in particolare i gangli della base.

TERZO VENTRICOLO





File: Neuroanatomy\_The\_basal\_ganglia:  
<https://www.youtube.com/watch?v=I4I8QjREC6I>

Immagini 3D statiche e dissezioni da:  
**ATLANTE ANATOMICO DEL SISTEMA NERVOSO CENTRALE**  
<http://www.biocfarm.unibo.it/aunsnc/index.html>

 NB  
capsula  
interna



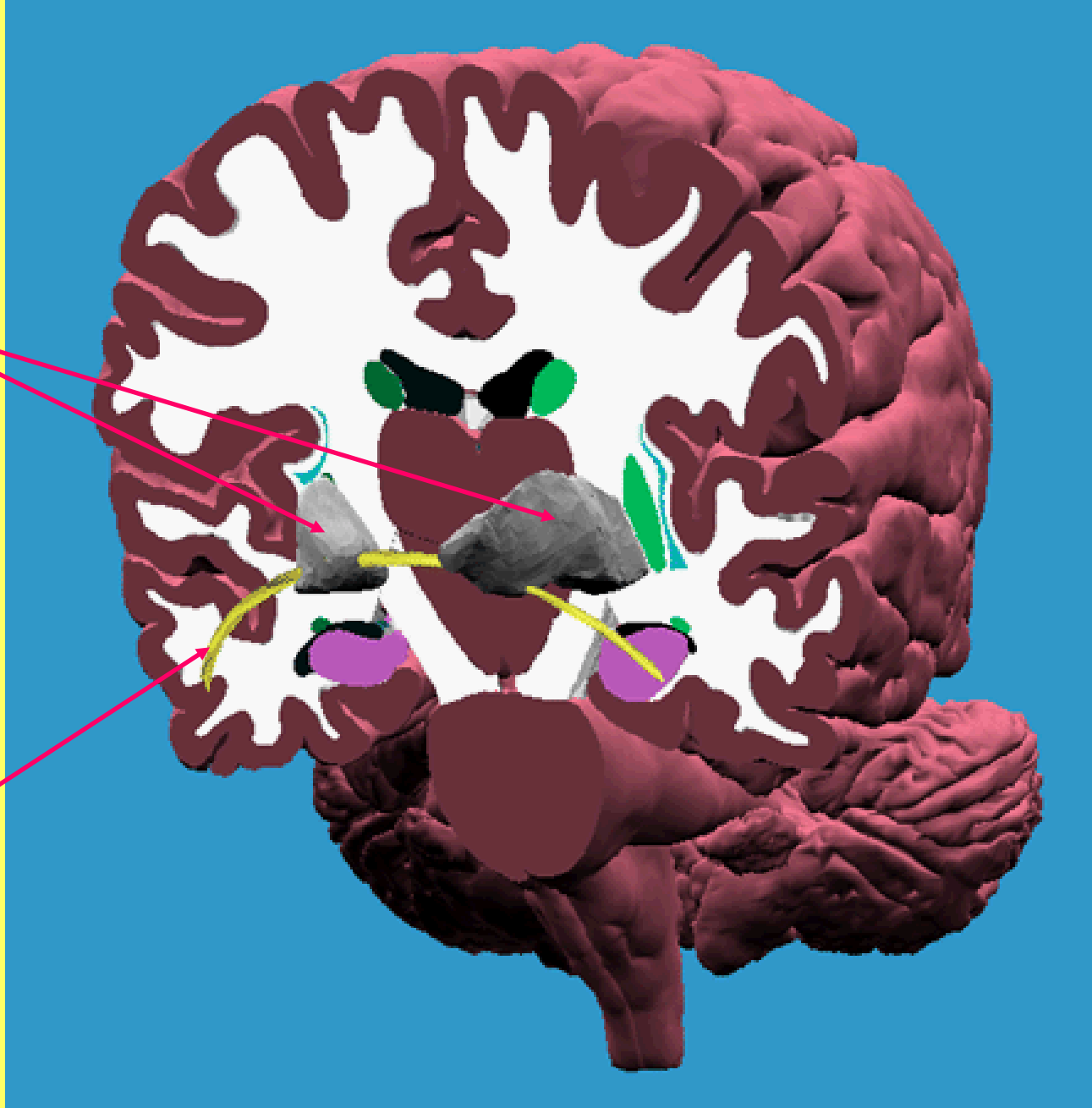


claustrum

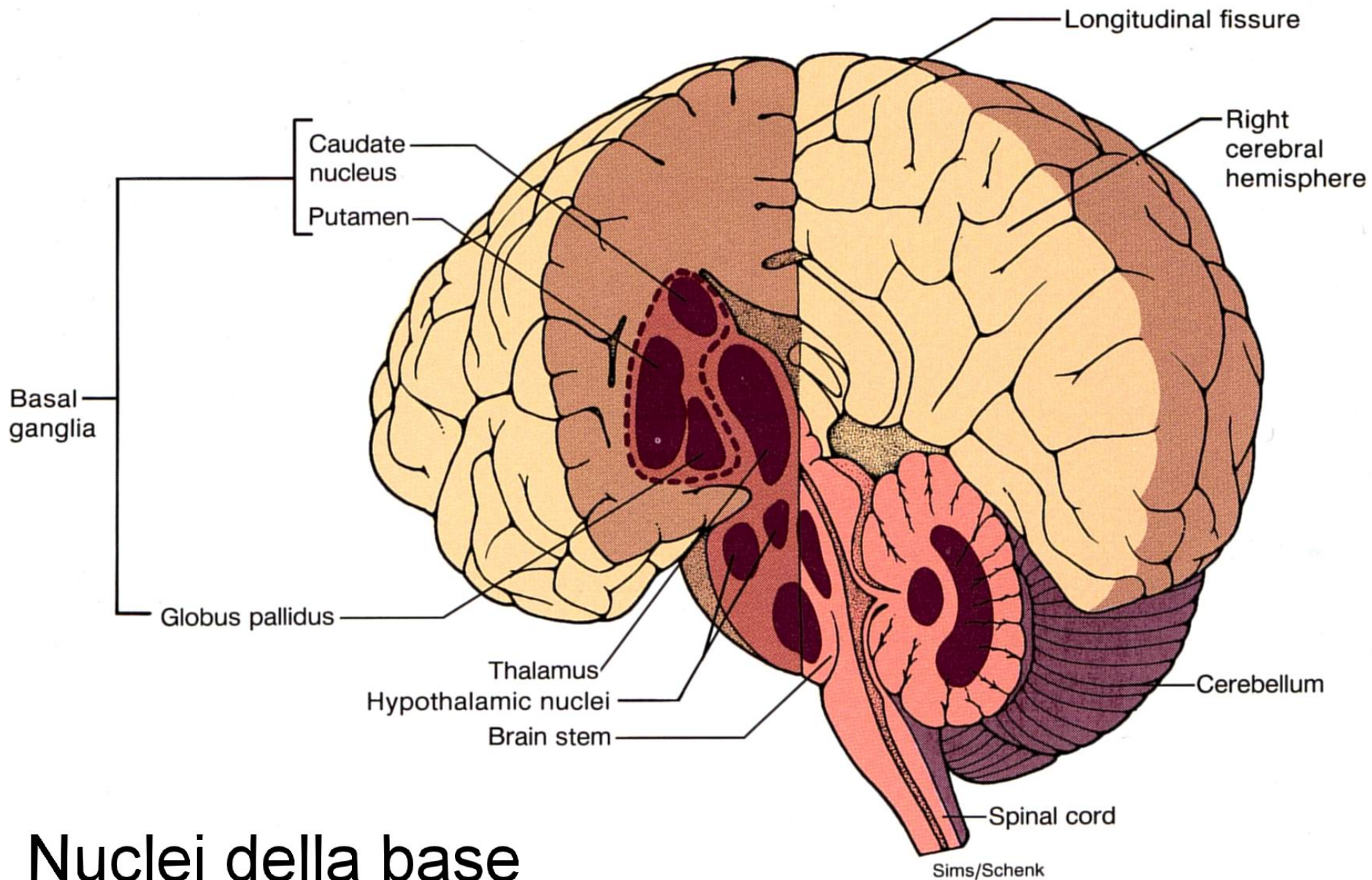
Localizzazione del **claustrum** in rapporto ai nuclei della base in sezione frontale

Globo pallido

Commissura anteriore

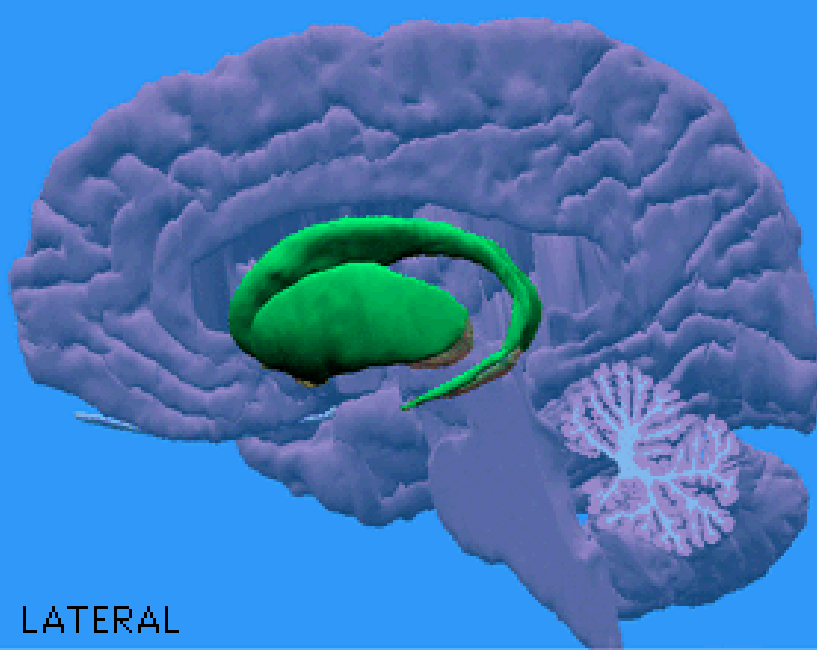


**Ricostruzione dei rapporti del globus pallidus con la commissura anteriore**

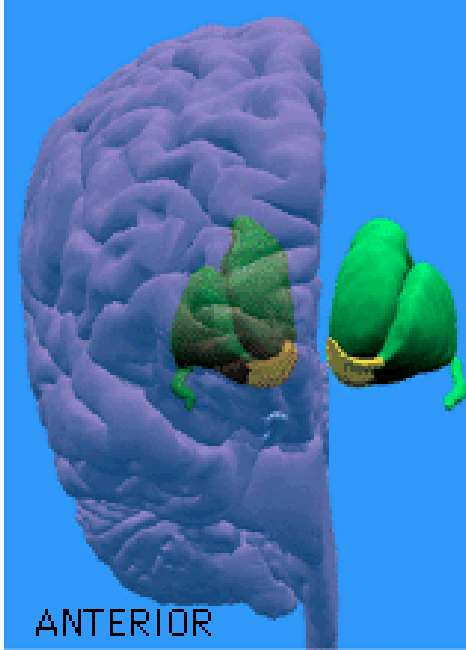


# Nuclei della base

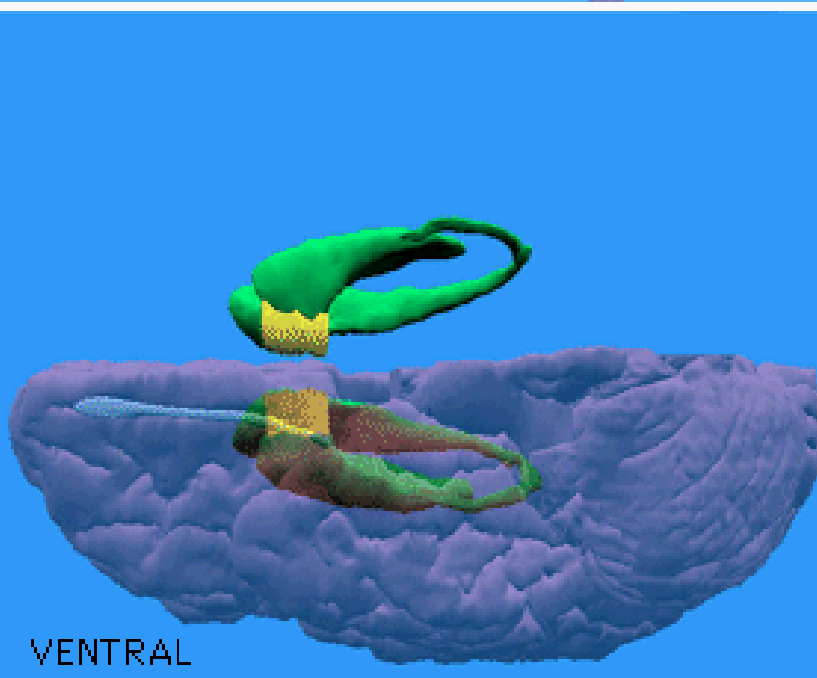




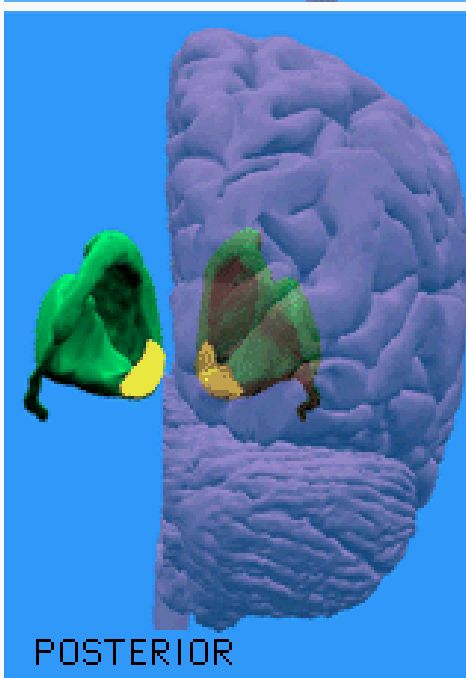
LATERAL



ANTERIOR

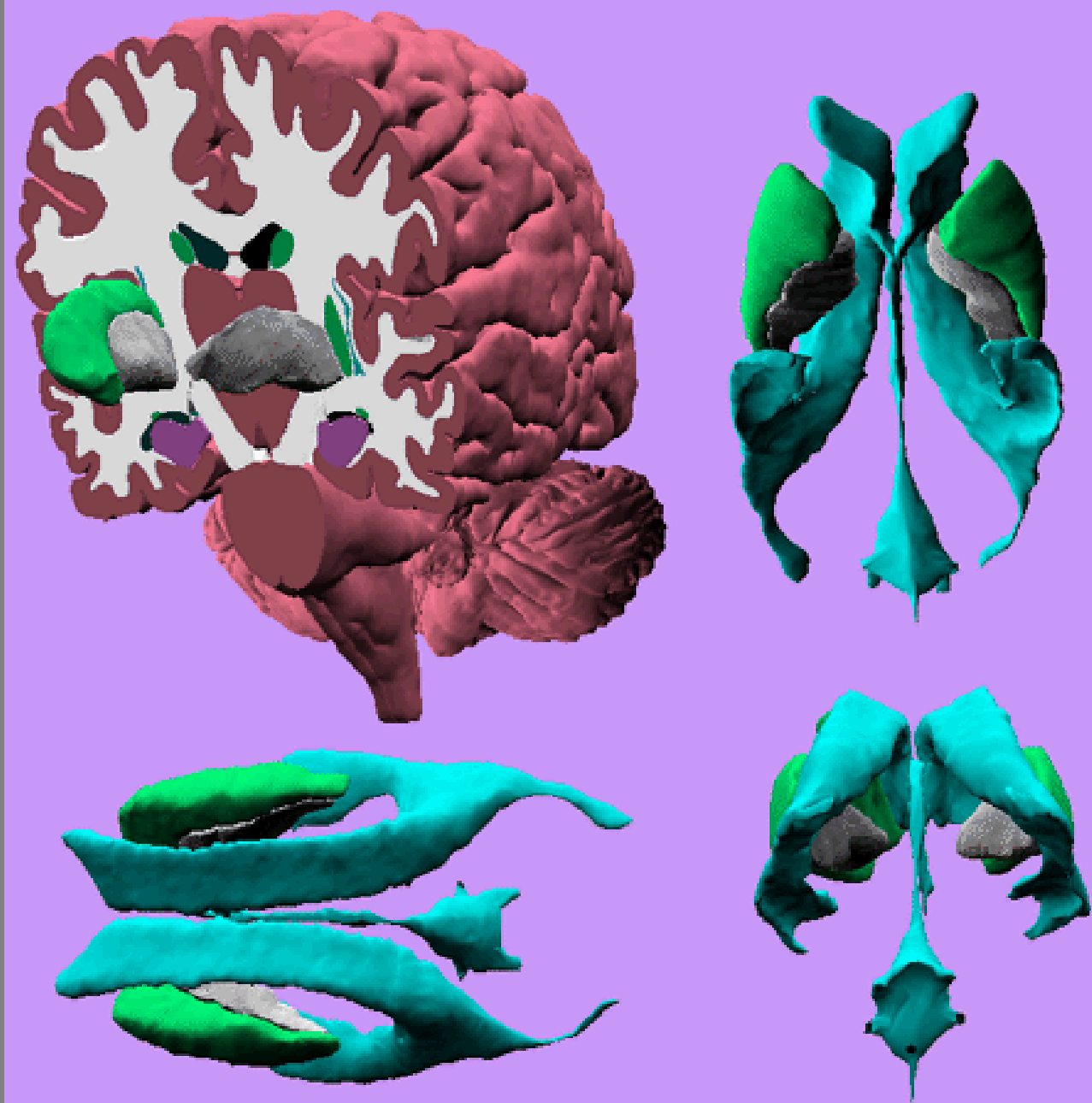


VENTRAL

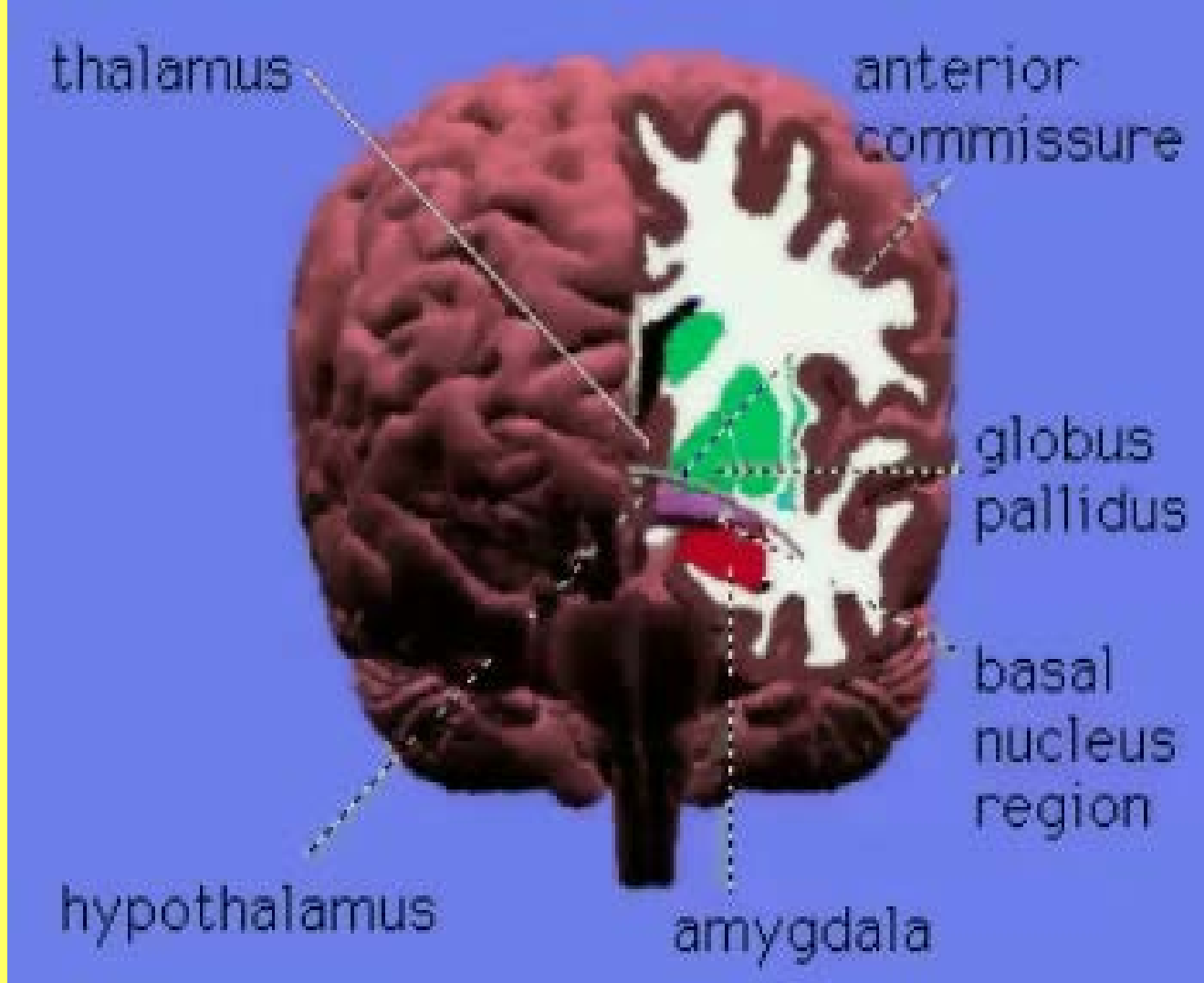


POSTERIOR

**Localizzazione dei nuclei della base in rapporto al telencefalo**



Ricostruzione del rapporto tra **nuclei della base** e **ventricoli cerebrali**

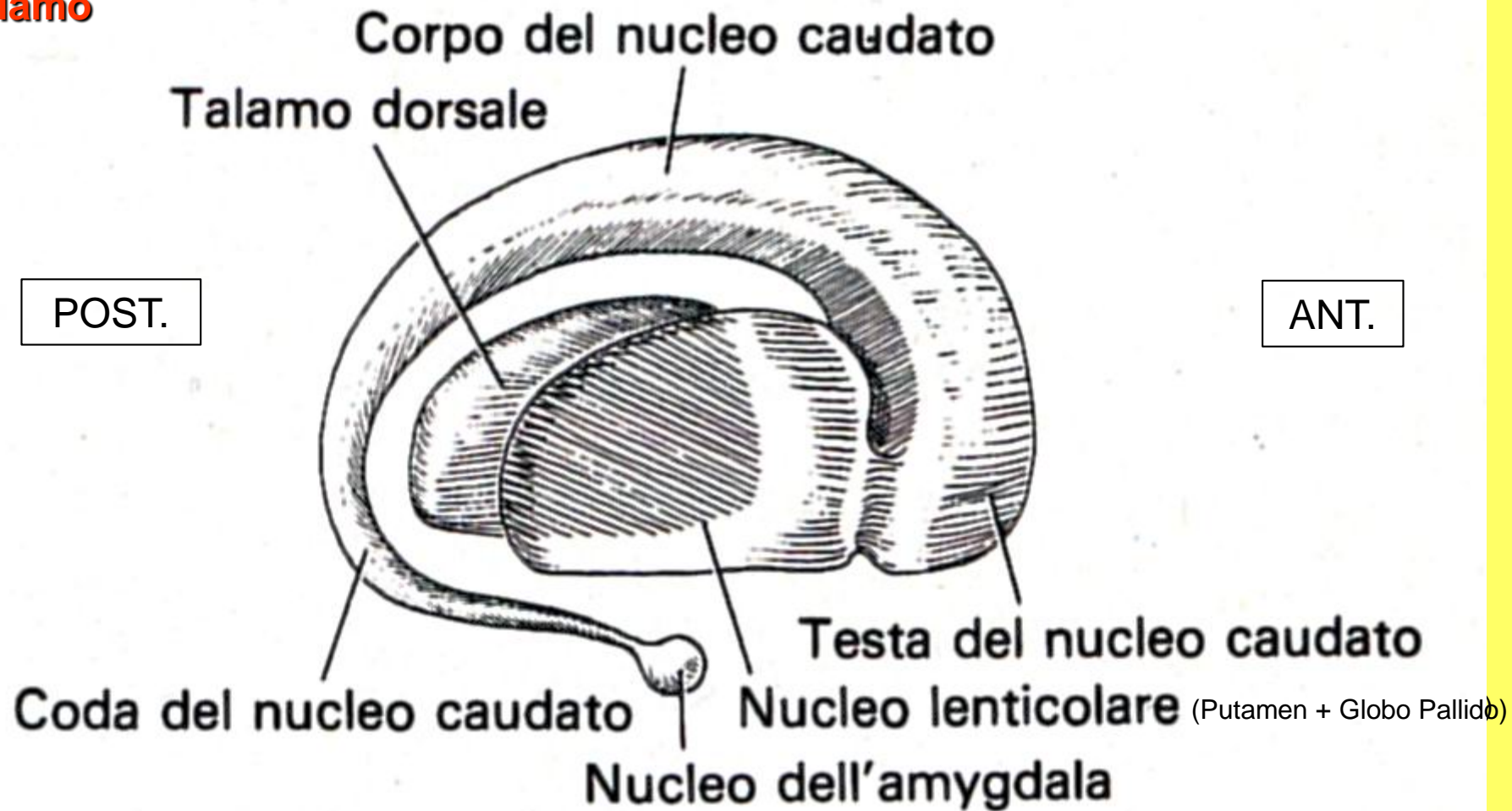


Nuclei della base

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/basalnucs.mov>



**Rapporti con il  
talamo**



**Fig. 11-11.** I gangli della base ed i loro rapporti col talamo dorsale.

## Nuclei della base

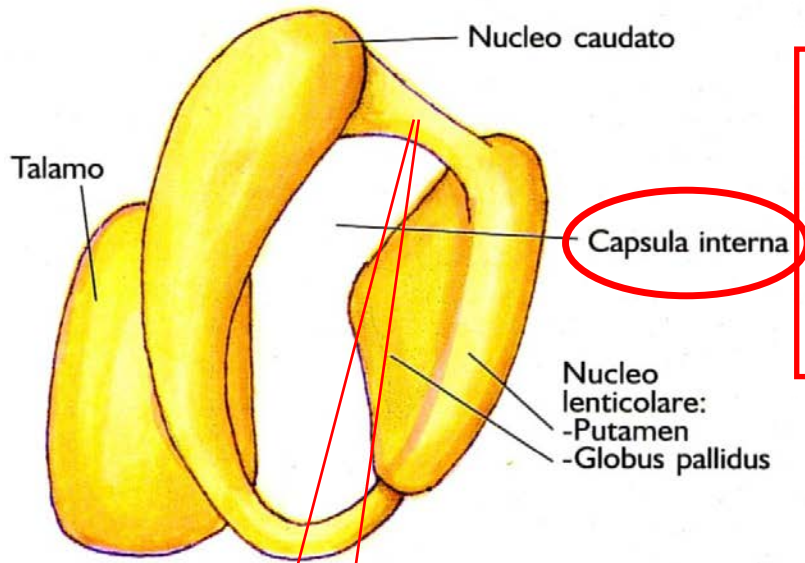
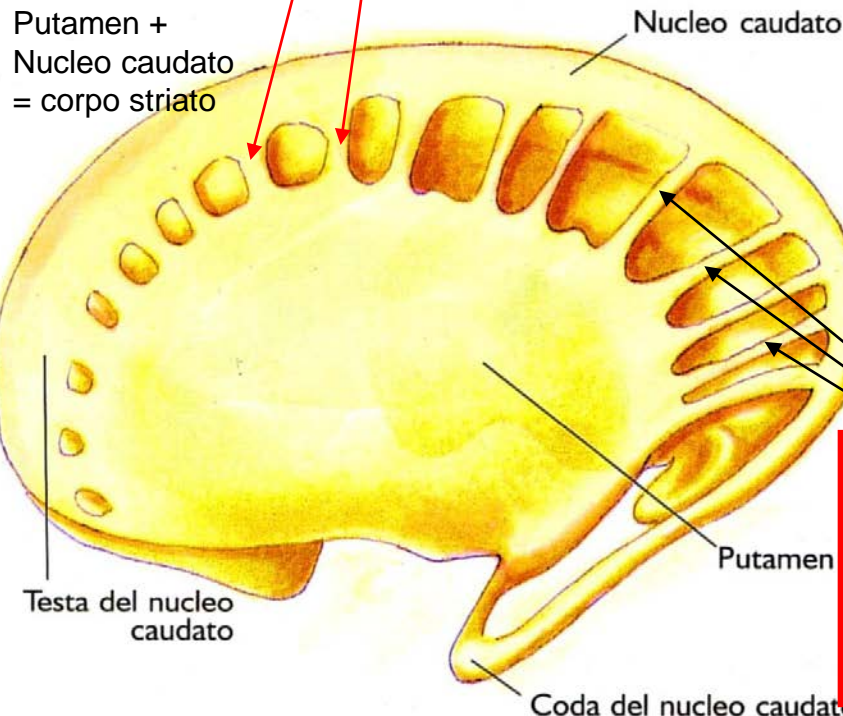


FIGURA 19-84. *Nucleo caudato, globus pallidus, putamen e talamo* otticivisti dall'alto. I quattro nuclei rientrano, assieme al nucleo amigdaloideo, che nella figura non compare, nei cosiddetti nuclei della base. Tra il globus pallidus ed il nucleo caudato corre uno spazio angolato che è attraversato da gran parte delle fibre che salgono alla corteccia e ne discendono. Allo spazio e alle fibre che lo attraversano è attribuito il nome di *capsula interna*.

File: Basal\_ganglia\_in\_animation:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Oxk29LDQN0c>



### Corpo striato

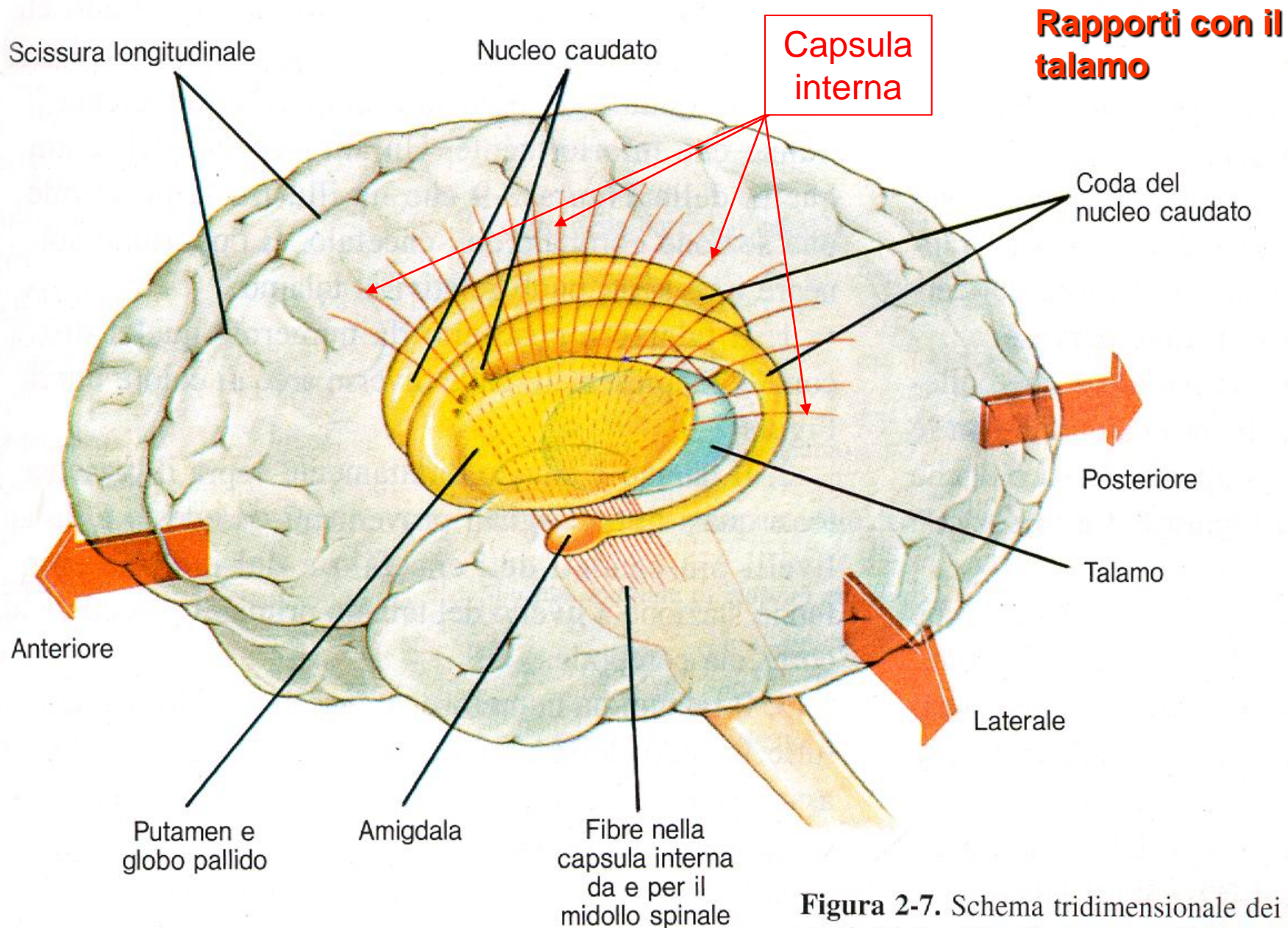
FIGURA 19-85. Il *putamen* e il *nucleo caudato*, che nel loro insieme costituiscono il *corpo striato*, risultano strettamente connessi da cordoni di sostanza grigia che assumono la posizione illustrata nella immagine. Lo spazio in corrispondenza del quale irradiano i cordoni di sostanza grigia corrisponde alla capsula interna.



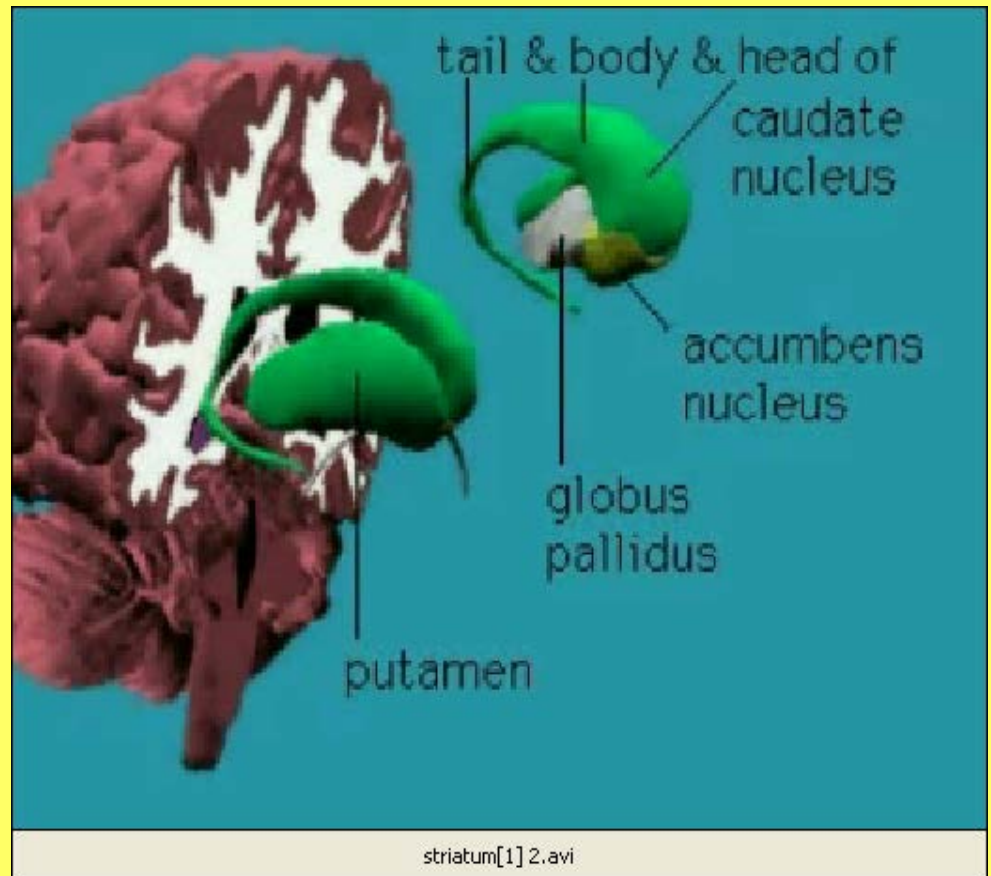
Filogeneticamente:

- l'*archistriatum*, la porzione più antica, è rappresentato dall'amigdala
- il *paleostriatum* è rappresentato dal globo pallido
- il *neostriatum*, la porzione più recente, comprende il n. caudato ed il putamen.



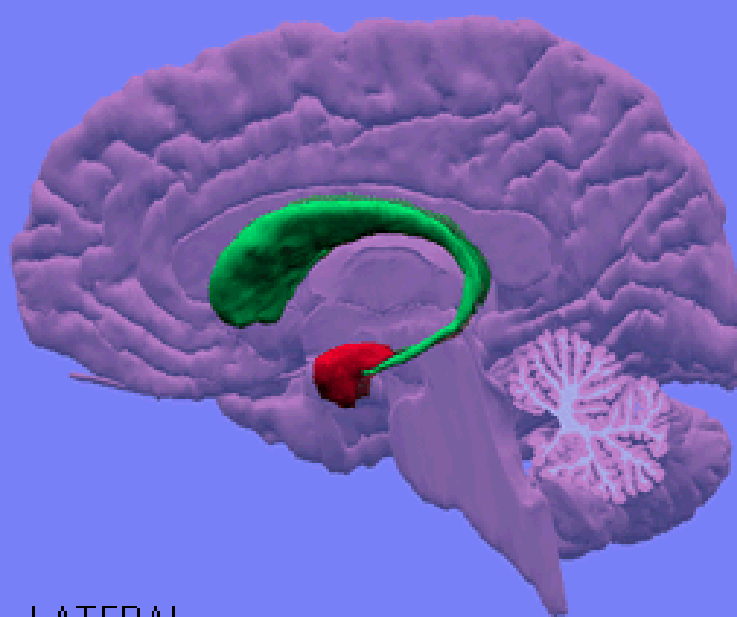


**Figura 2-7.** Schema tridimensionale dei rapporti dei gangli della base con il talamo.

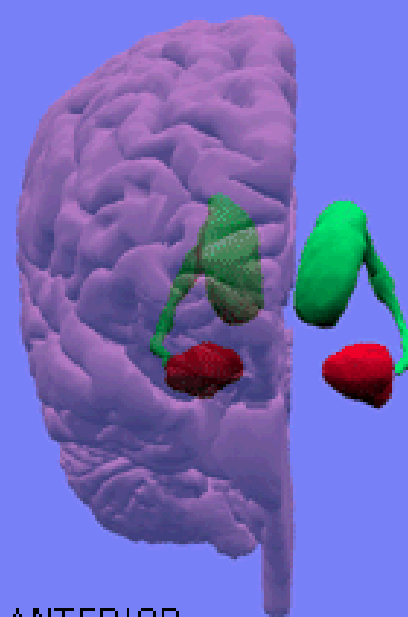


**Corpo Striato** (Nucleo Caudato e Nucleo Lentiforme (Putamen + Globus pallidus))

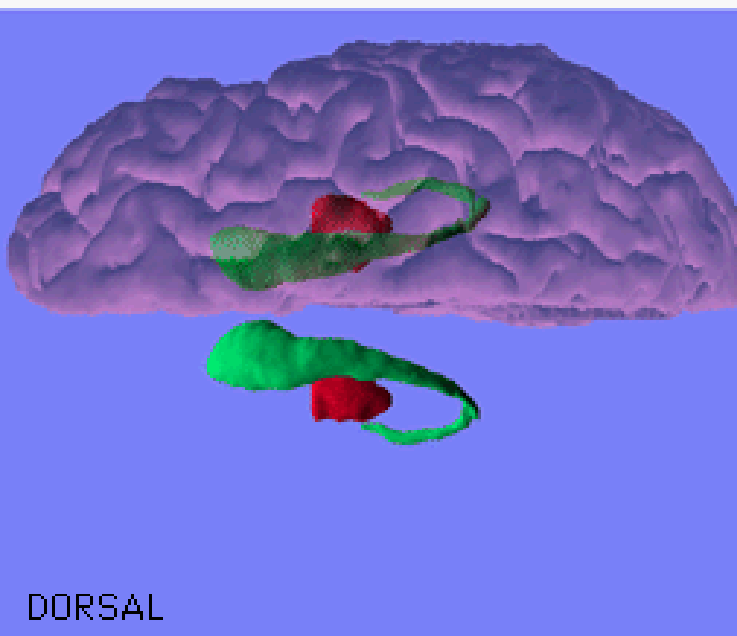
<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/striatum.mov>



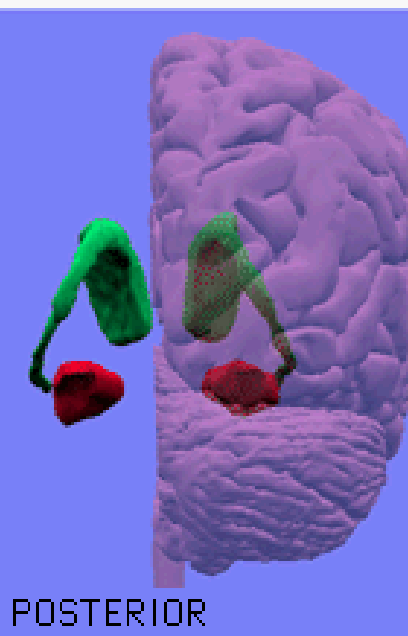
LATERAL



ANTERIOR



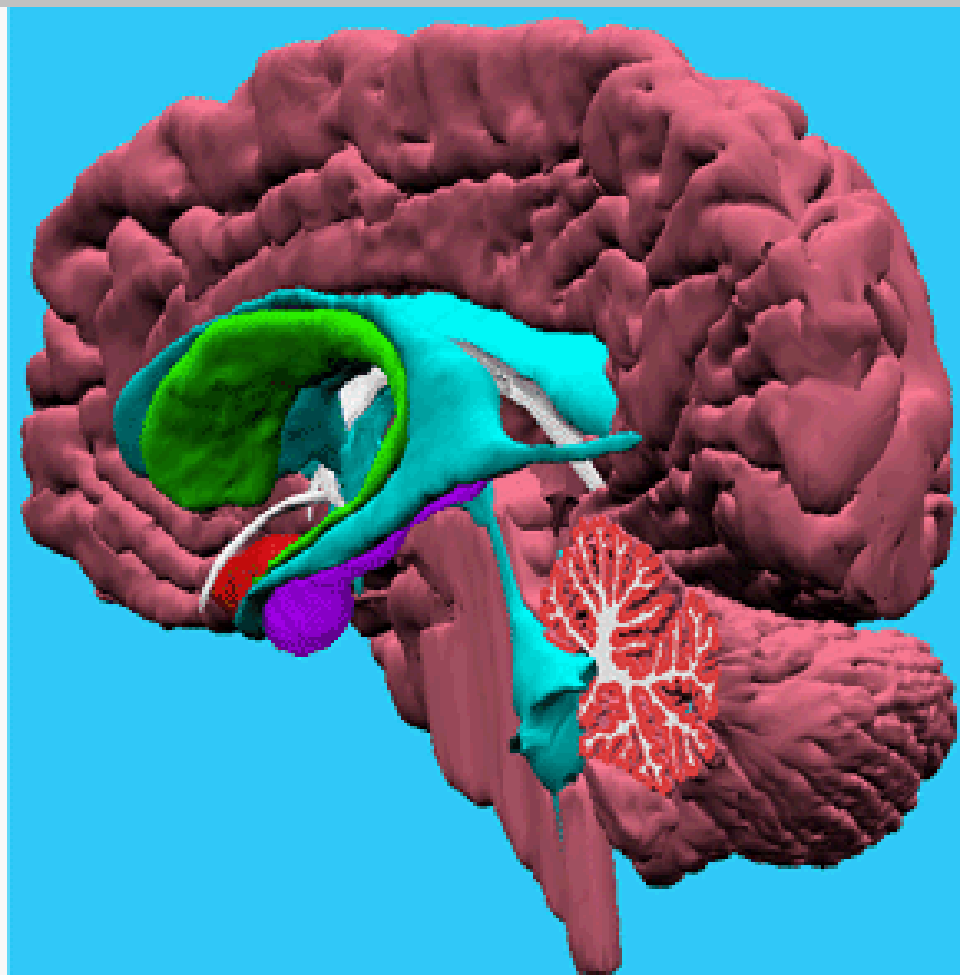
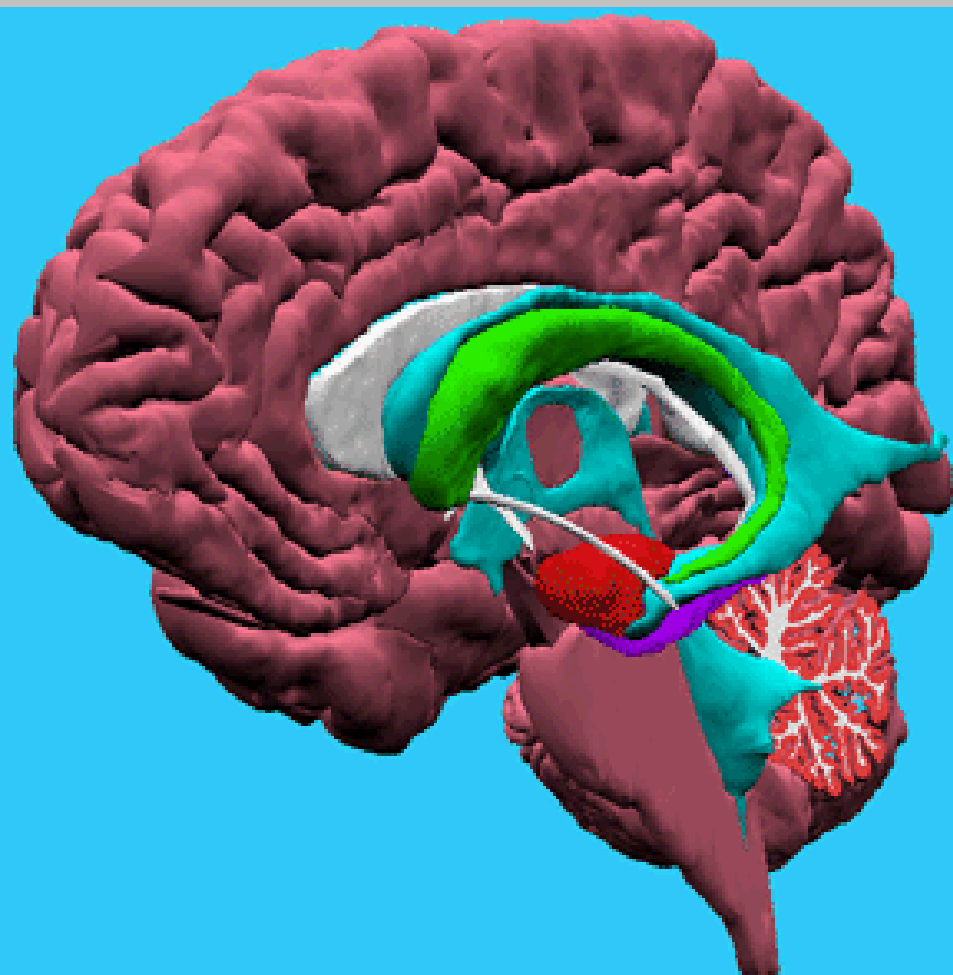
DORSAL



POSTERIOR

**Localizzazione delle amigdale e del nucleo caudato in rapporto al telencefalo**



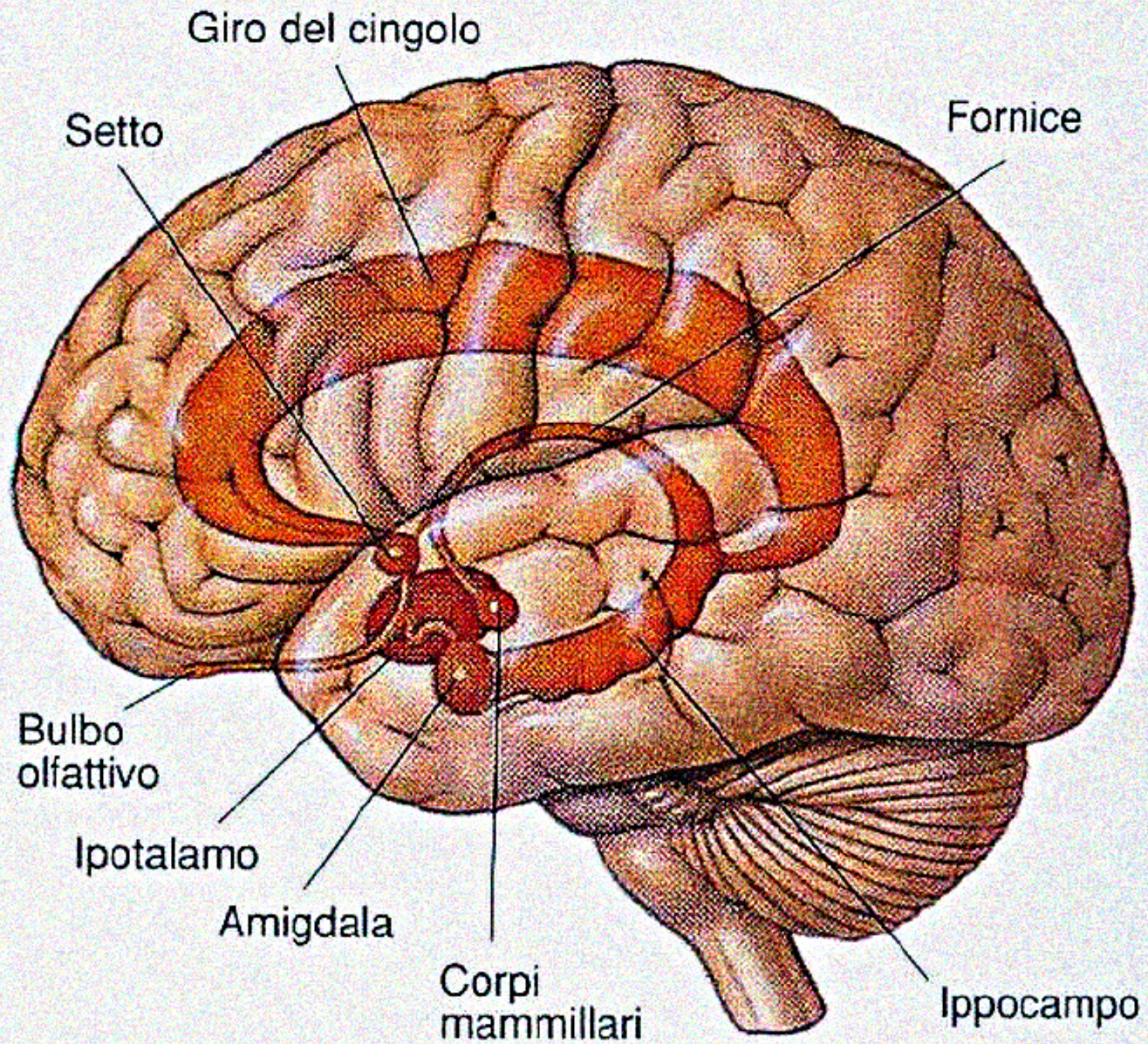


Ricostruzione dei rapporti tra **ventricoli laterali**, **nucleo caudato** **ippocampo**, **amigdala** e fornice

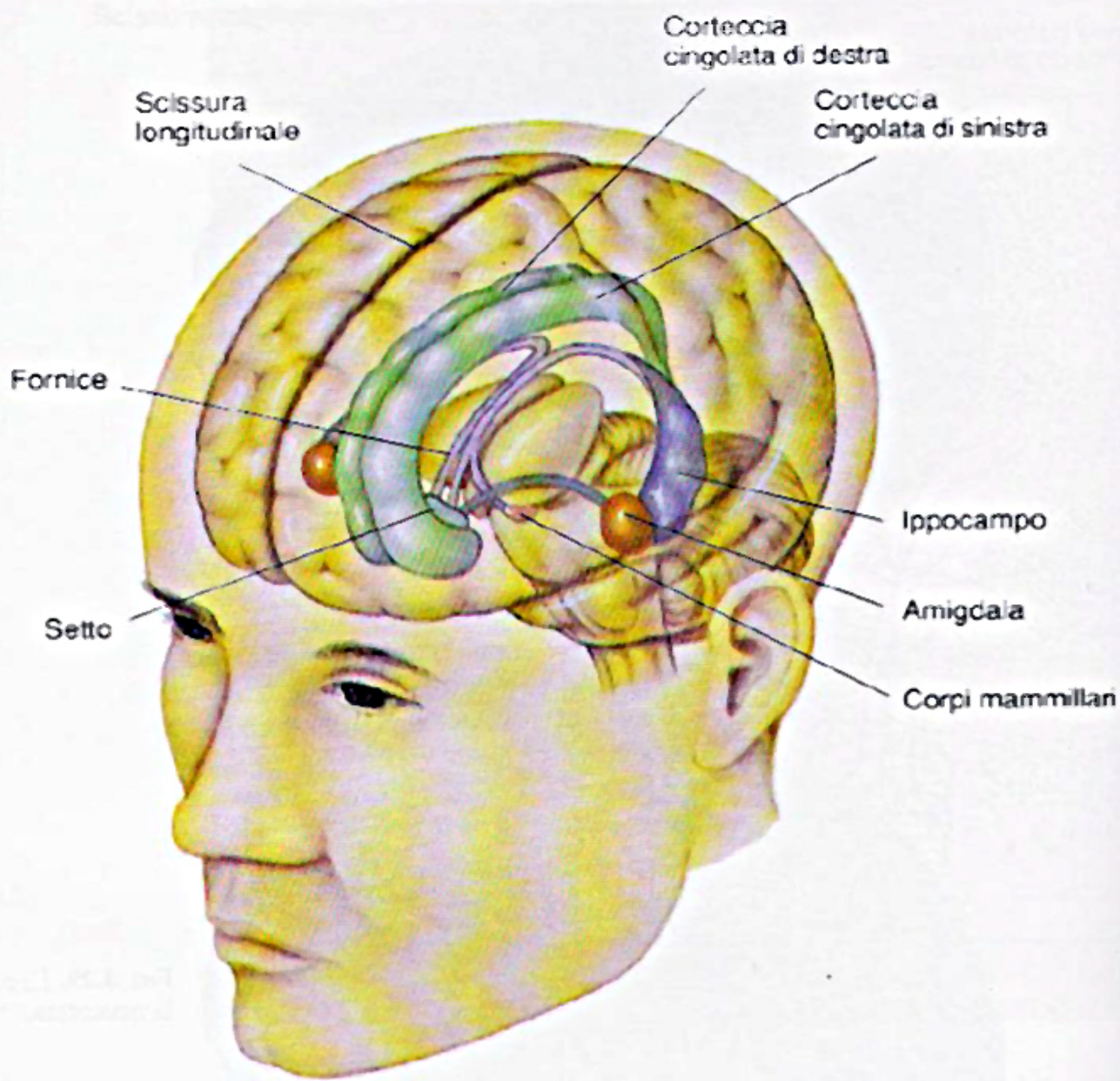
# SISTEMA LIMBICO (da limbus=anello)

- Comprende nuclei e fasci interposti tra diencefalo e **telencefalo** e che circondano il Tronco Encefalico e il Corpo Calloso
- E' un raggruppamento **funzionale** piuttosto che morfologico e consiste di **elementi** del mesencefalo, diencefalo e telencefalo **coinvolti nella**
  - **genesi e modulazione delle emozioni**
  - **formazione della memoria recente**
  - **regolazione delle risposte viscerali**







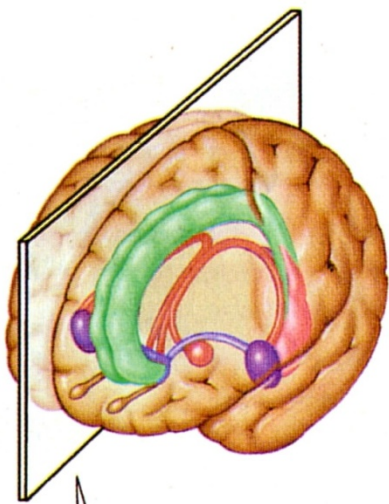




- **Amigdala:** (*greco: mandorla*) centro di integrazione sensoriale simpatica, formazione **memoria recente**, modulazione del tono affettivo, induzione comportamento aggressivo, riconoscimento delle manifestazioni della paura sul volto e nella voce (... panico, fuga...)
- **Giro dell'ippocampo** (o paraippocampale)
- **Cingolo e Giro del cingolo** (o corteccia entorinale): corteccia associativa limbica (sede anche della **memoria antica** )
- **Ippocampo:** Giro dentato + Subiculum + Corno d'Ammonio + Fimbria + Fornice
- **Bulbo Olfattivo** (rinencefalo)
- **Corpi mammillari** dell'Ipotalamo posteriore
- **Parte della corteccia frontale** (orbitale e temporale laterale), che costituiscono un' **area associativa limbica (motivazioni che presiedono al comportamento)**

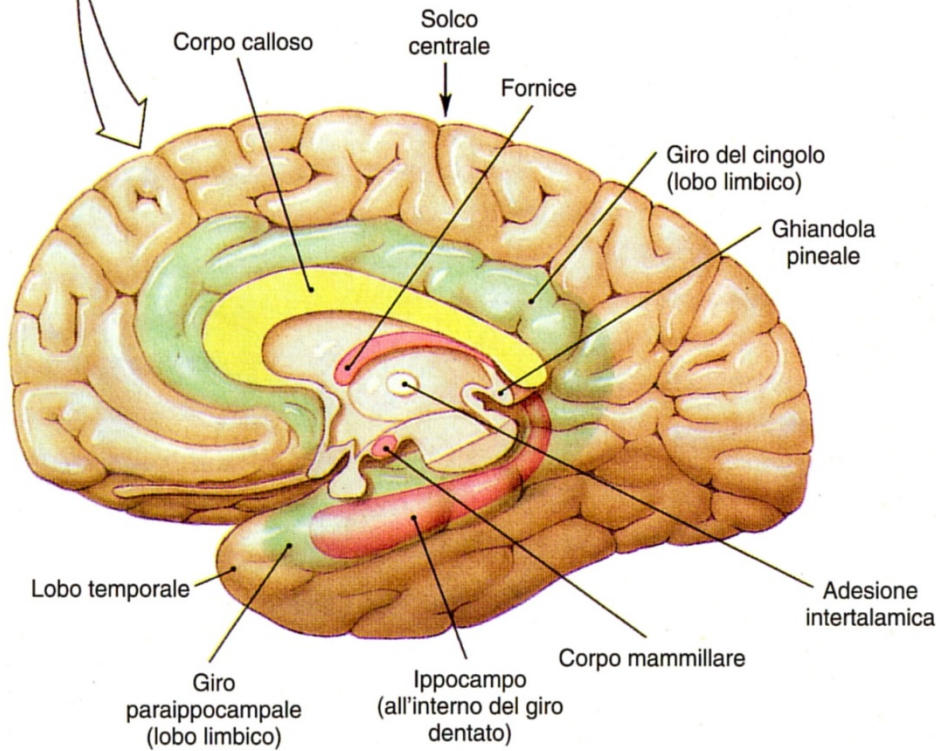
Queste strutture hanno connessioni primarie specialmente con il talamo, con l'ipotalamo, con i nuclei della base



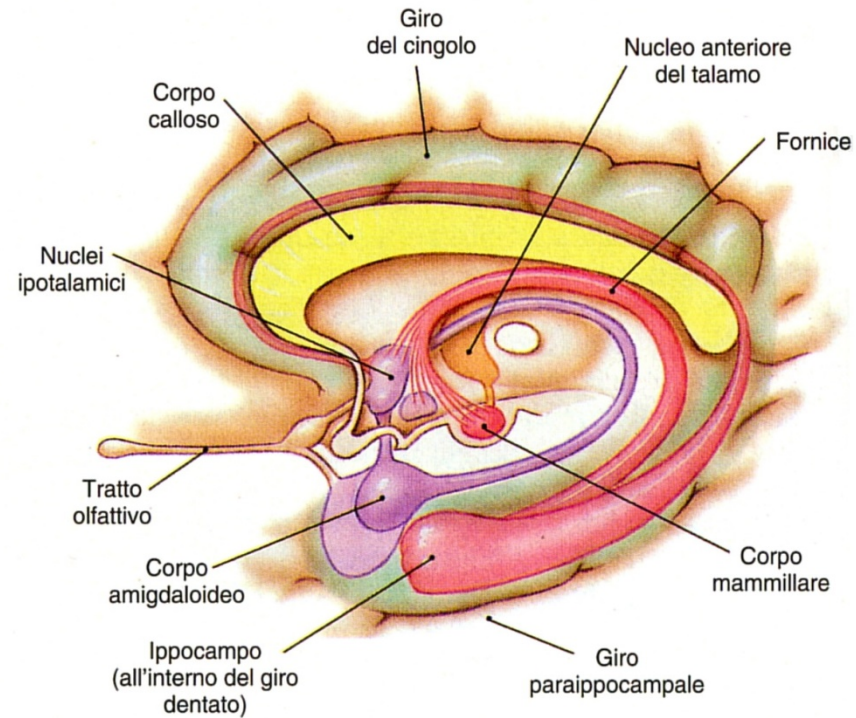


**FIGURA 15.12 IL SISTEMA LIMBICO**

(a) Sezione sagittale del cervello che mostra le aree corticali associate al sistema limbico. I giri paraippocampali e dentato sono mostrati come se fossero trasparenti, così da rendere visibile le componenti limbiche profonde. (b) Dettagli aggiuntivi che riguardano la struttura tridimensionale del sistema limbico.

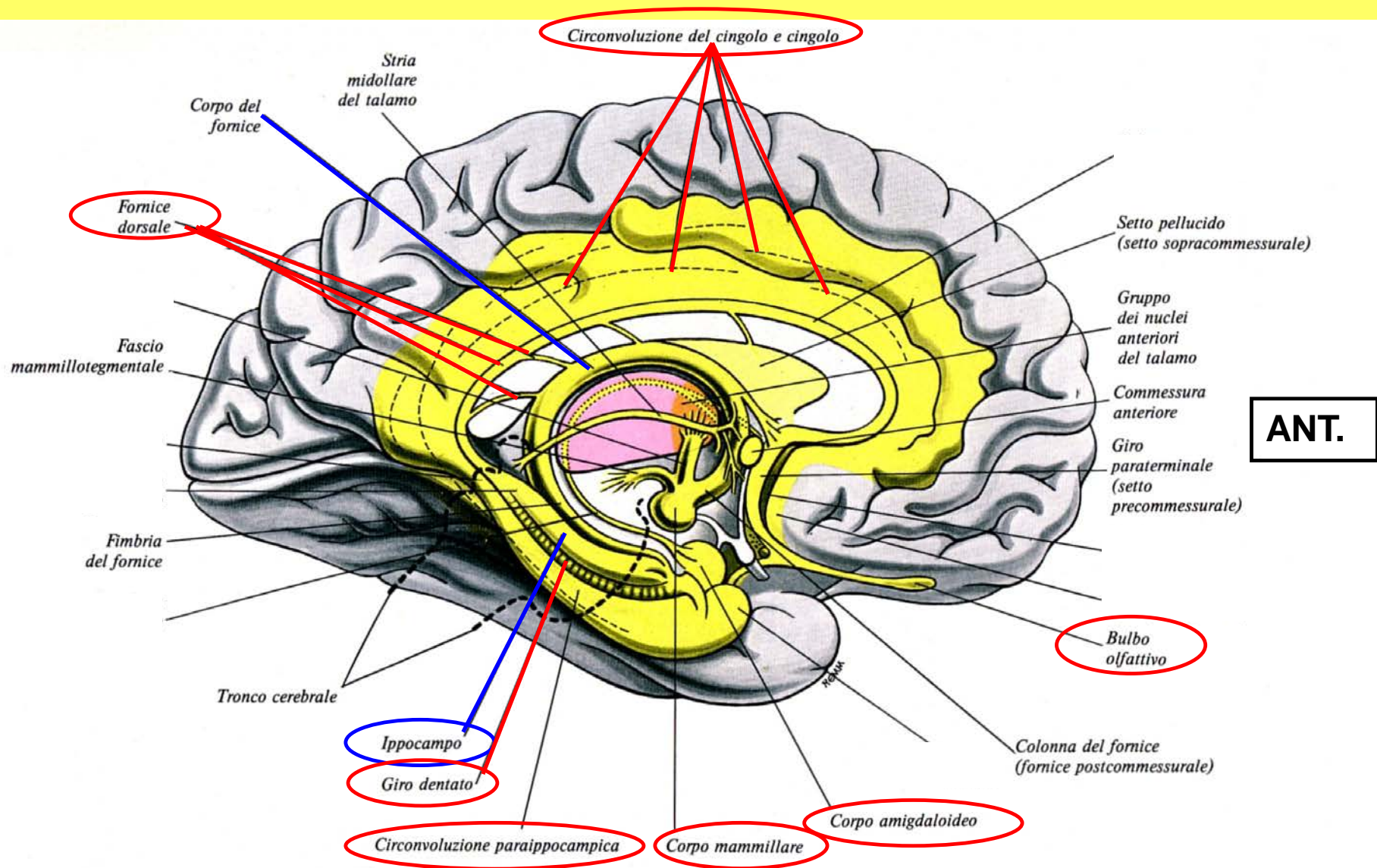


(a)



(b)



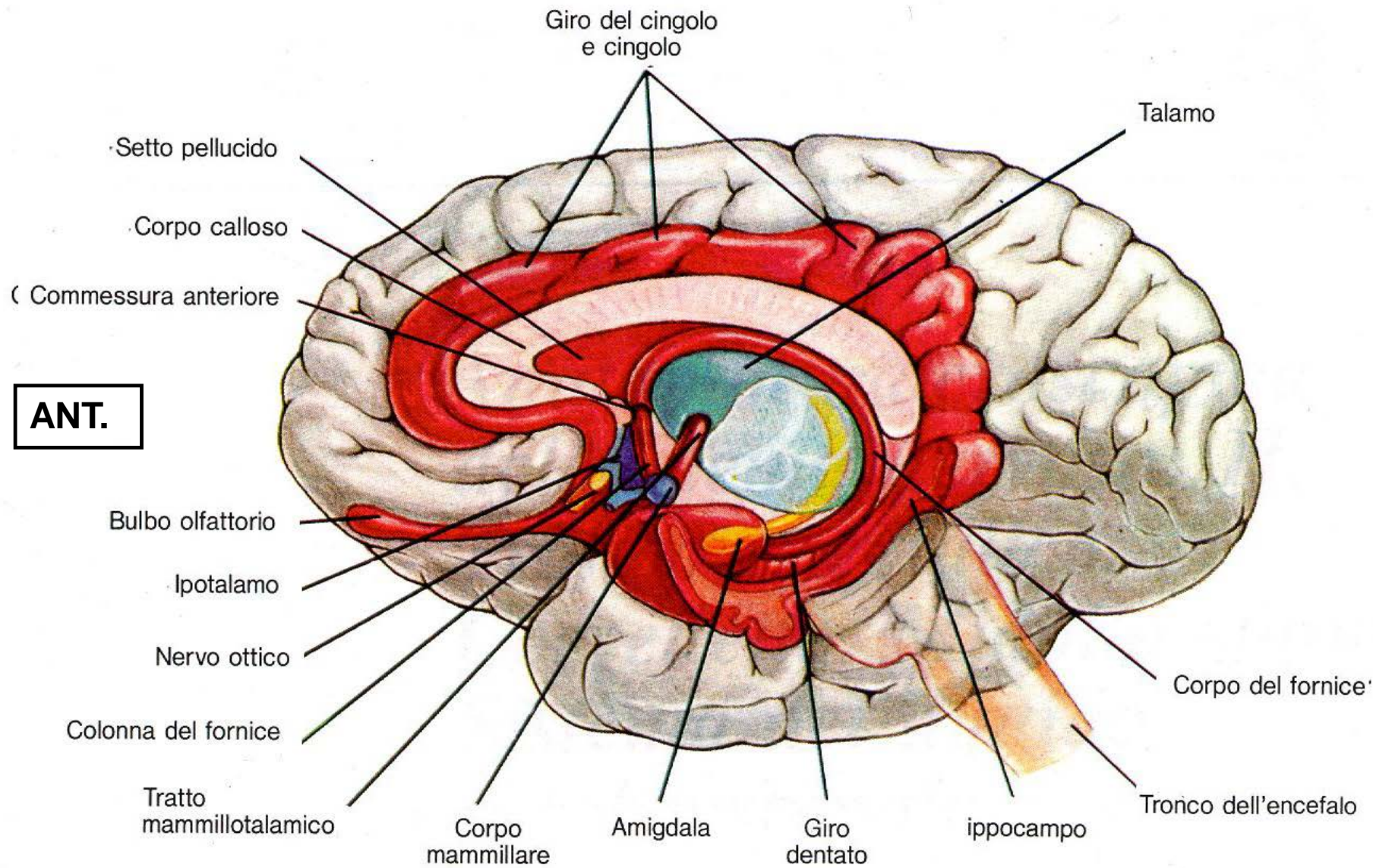


7.117 A Disegno schematico di un preparato della superficie mediale dell'emisfero cerebrale che mostra, in giallo, la maggior parte delle formazioni comprese nel termine di sistema limbico nella presente trattazione. Il gruppo dei nuclei anteriori del talamo dorsale, in arancione, viene incluso

nel sistema limbico; il resto del talamo dorsale è in rosso magenta. I limiti approssimativi della parte di tronco cerebrale rimossa nella dissezione sono indicati da una linea a grosso tratto.

IPPOCAMPO = Giro dentato  
 + Subiculum + Corno d'Amone  
 + Fimbria + Fornice

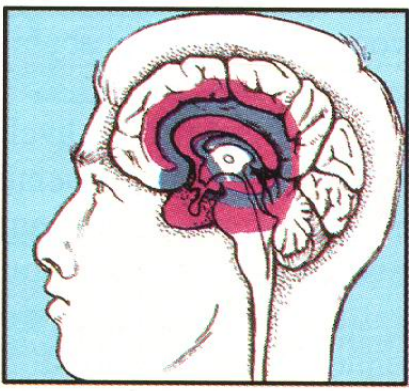
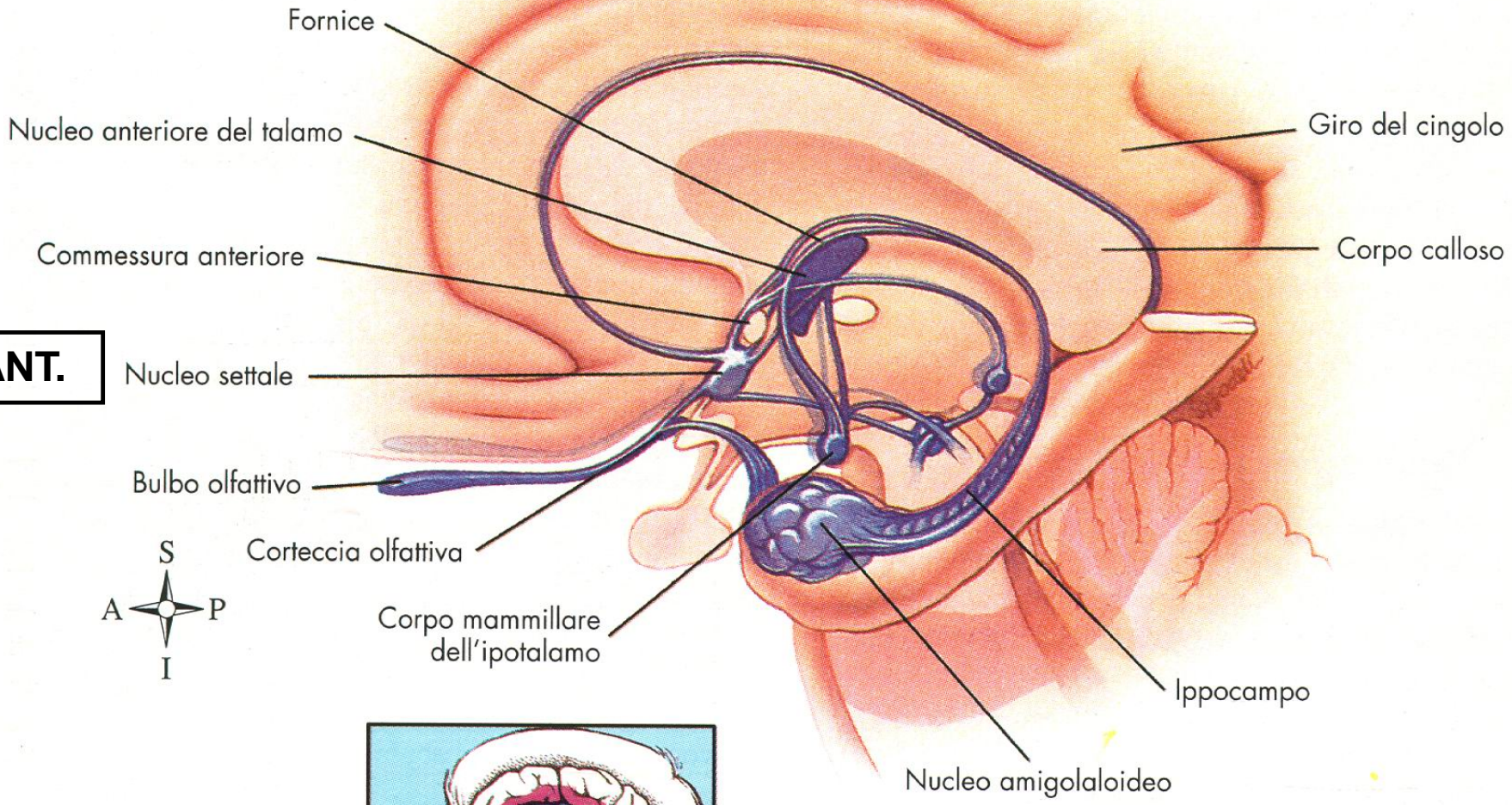
# Sistema Limbico



**Figura 2-12.** Il sistema limbico nella parte mediana del cervello.

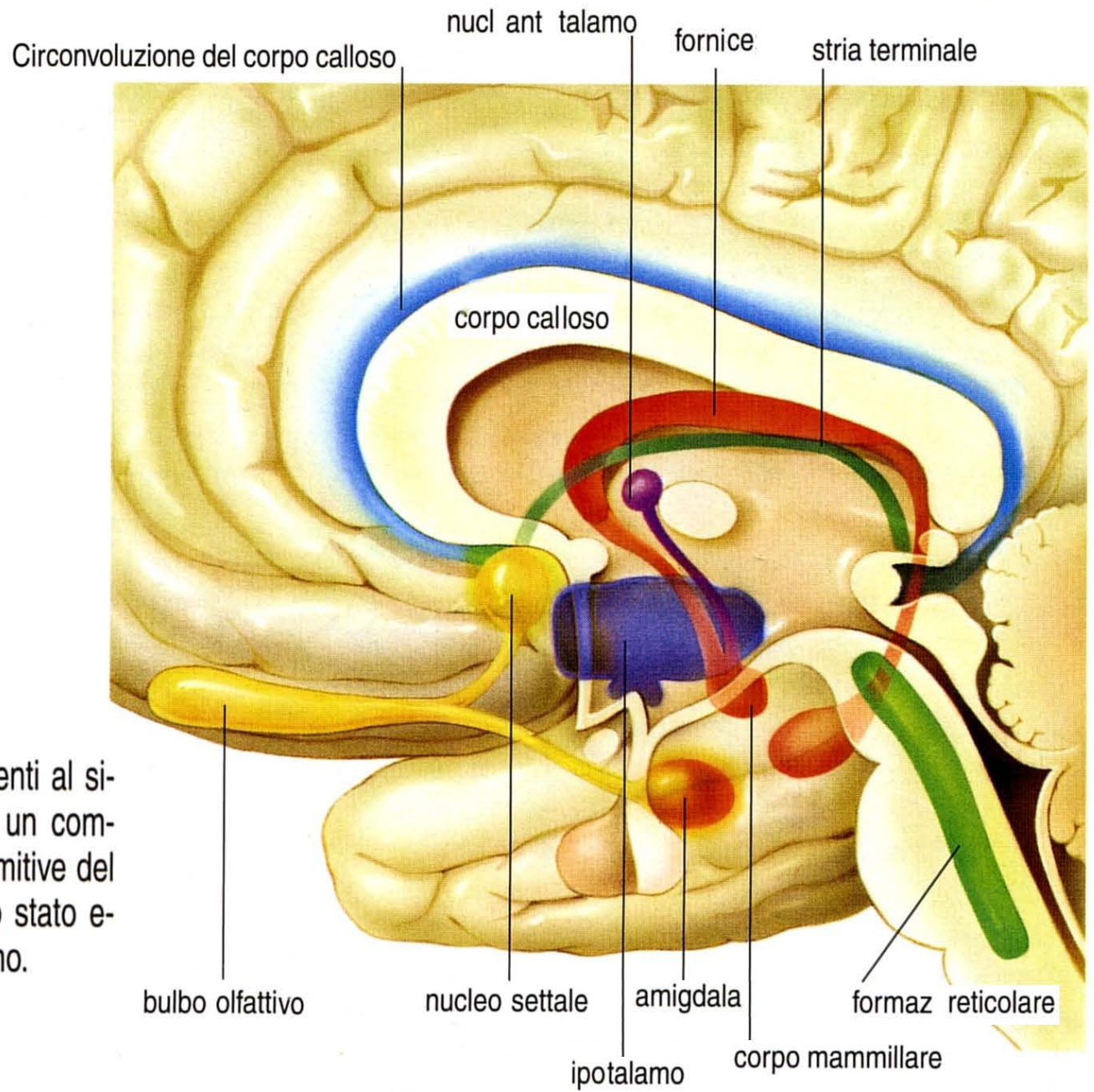


**ANT.**

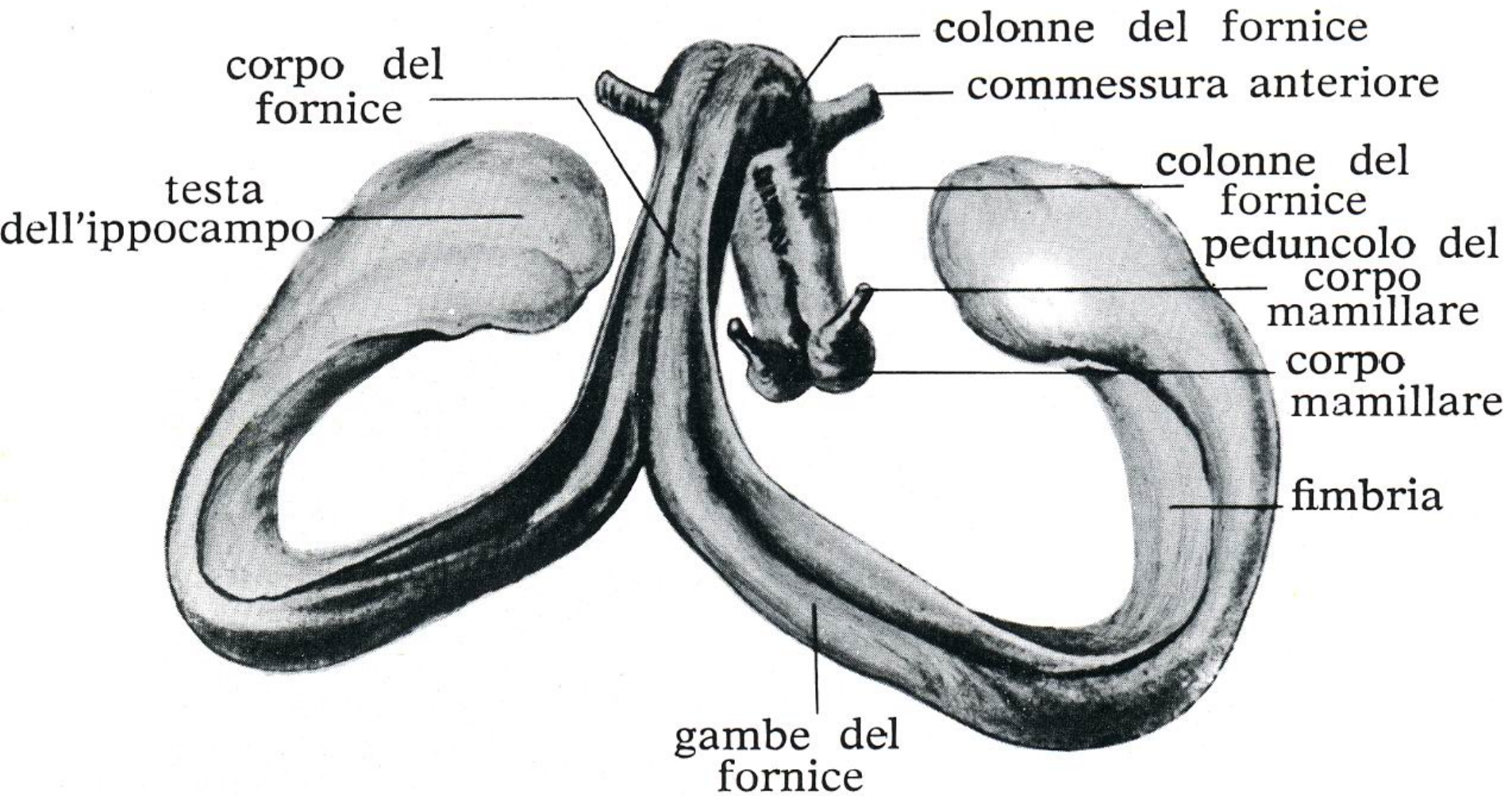


**FIGURA 12-19** Strutture del sistema limbico.





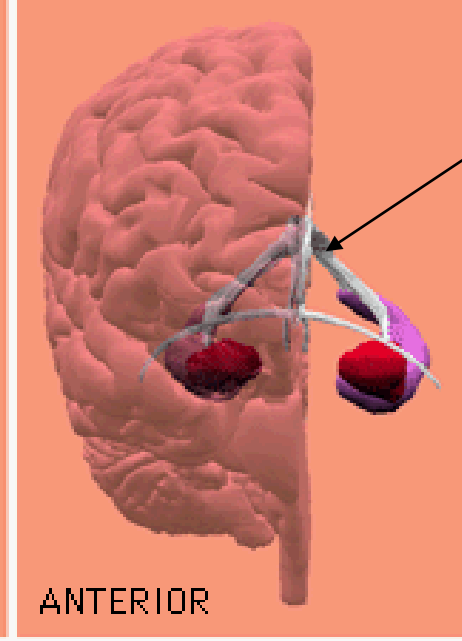
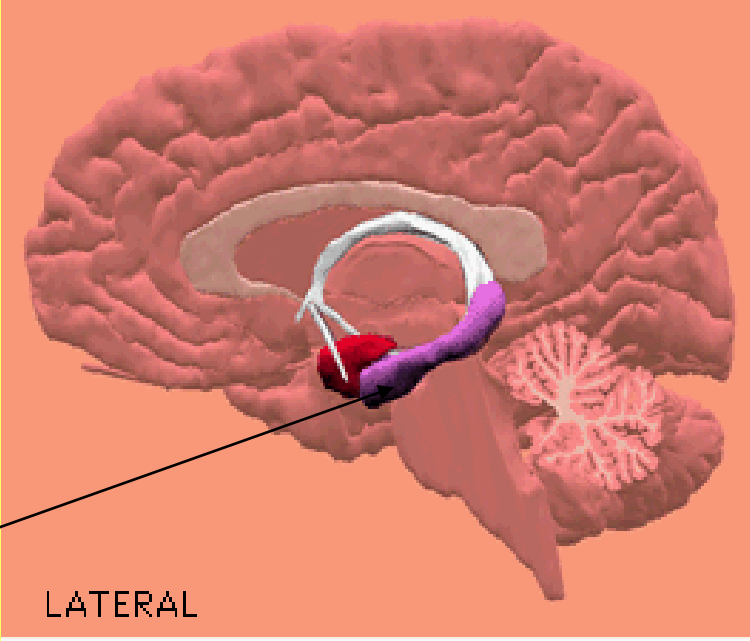
**Fig. 14.44** - Formazioni appartenenti al sistema limbico. Esso rappresenta un complesso di centri e vie tra le più primitive del cervello, dalle quale dipendono lo stato emotivo e le reazioni che ne derivano.



Questa si

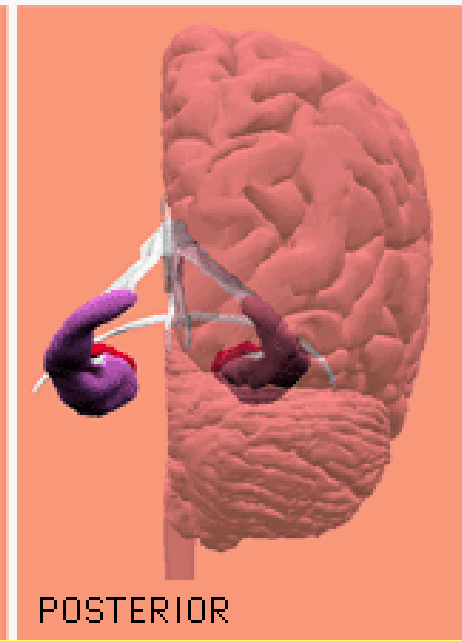
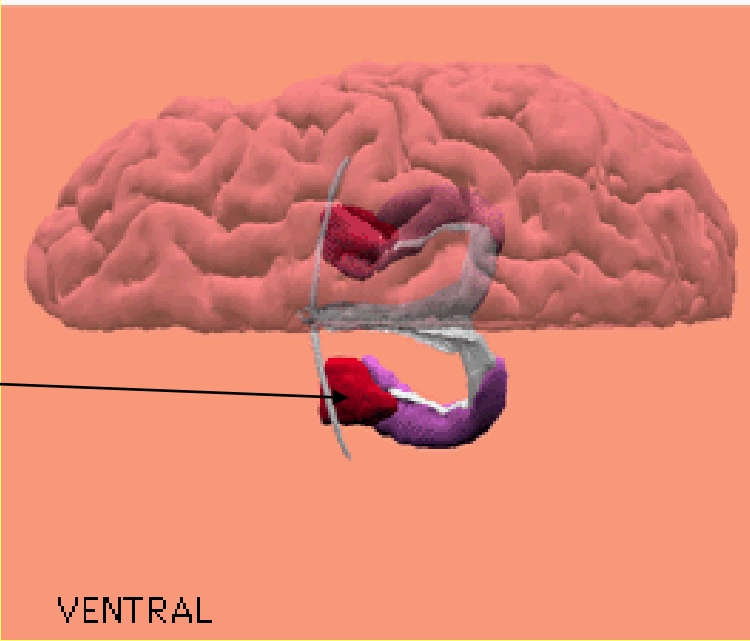
# IPPOCAMPO

Visione posteriore



fornice

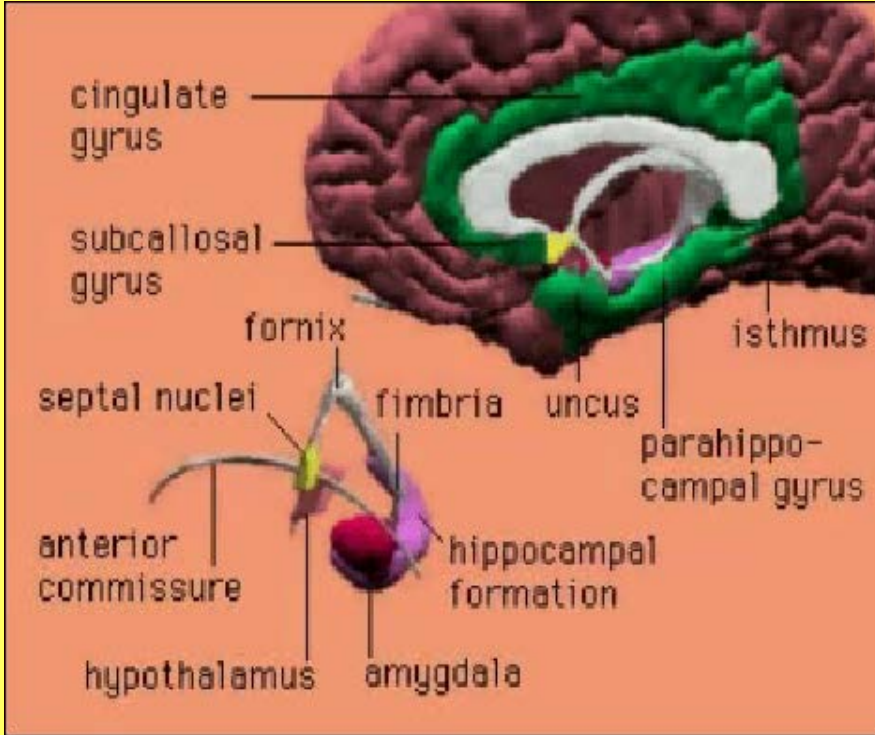
ippocampo



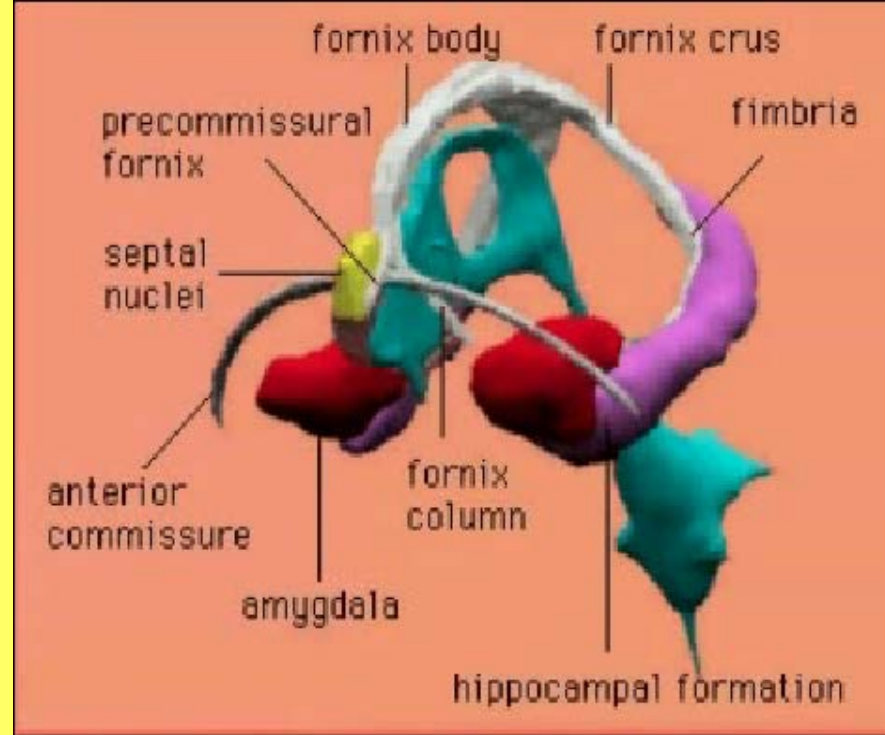
amigdala

**Localizzazione del fornice, ippocampo ed amigdala in rapporto al telencefalo**





limbicparts 2.avi



limbiczoom 2.avi

## Sistema limbico

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLA>

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLA>



File: Limbic\_system\_model:

[https://www.youtube.com/watch?v=z8QFH\\_K8xxY](https://www.youtube.com/watch?v=z8QFH_K8xxY)



# Ruolo del Sistema Limbico

Il cervello delle emozioni ci consente di sperimentare diversi tipi di emozioni forti: rabbia, paura, desiderio sessuale, piacere e dolore

1. Controllo degli stati emozionali, della affettività, del tono dell'umore, percezione di sensazioni piacevoli e dolorose; conduzione dei comportamenti correlati
  2. Collegamento delle funzioni inconsce ed autonome (vegetative) di altre parti dell'encefalo
  3. Sede degli istinti di sopravvivenza primari: fame, sete, sesso
  3. Archiviazione dei ricordi correlati alla sopravvivenza
  4. Giro del cingolo: **Memoria antica**
  5. Ippocampo e amigdala: **Memoria recente** e risposte immediate allo stress (attacco e fuga)
  6. Risposte "pensate" (e **moderate** tramite il "lobo limbico" corticale)
- ❑ La principale sorgente di input sensoriali è quella olfattiva: vengono percepiti i **feromoni**, sostanze rilasciate dagli individui che possono influenzare gli altri (es. sincronizzazione ciclo mestruale)

# ***Il sistema limbico è preposto all'elaborazione:***

- **dei comportamenti legati alla salvaguardia della specie**

*Vengono mantenute attive le funzioni di base per la conservazione delle specie, ossia individuare e memorizzare le fonti alimentari, perpetuare la ricerca ciclica dei partner, preparare ed esibire i moduli di difesa e di aggressività contro gli eventuali predatori/competitori*

- **delle emozioni e delle risposte che ad esse si accompagnano**

*L'espressione comportamentale di un'emozione è di norma accompagnata da risposte fisiologiche viscerali (vegetativo/endocrine, attraverso la modulazione dell'ipotalamo) e anche somatiche*

- **dei meccanismi della motivazione e della ricompensa**

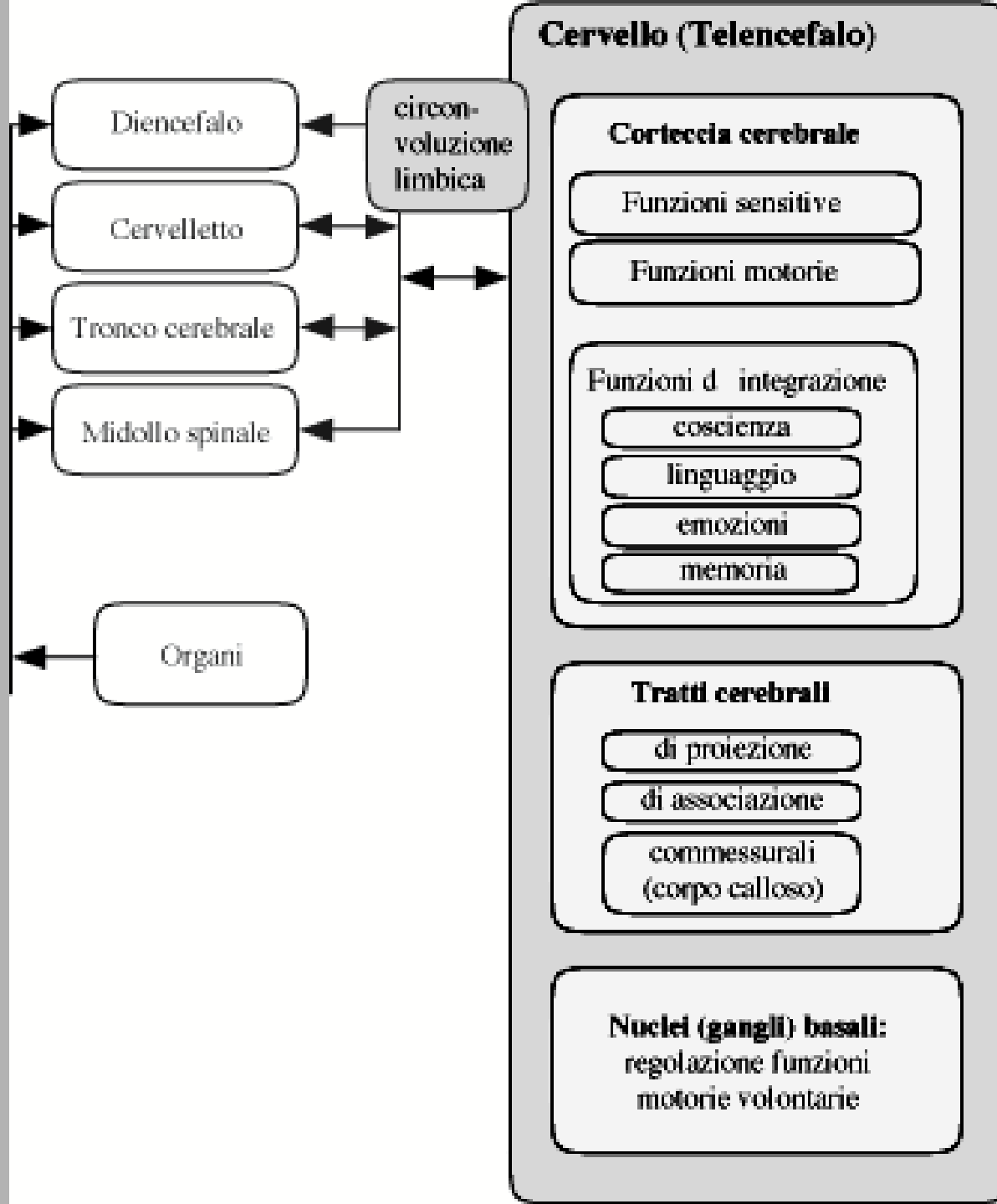
- **dei processi di memorizzazione (consolidamento della memoria a breve termine in quella a lungo termine)**

- **dei processi dell'apprendimento**

- **del comportamento, dei pensieri, dei sentimenti, dei desideri, della capacità di immaginare/prevedere il futuro, .....**

- **delle scelte morali/etiche**

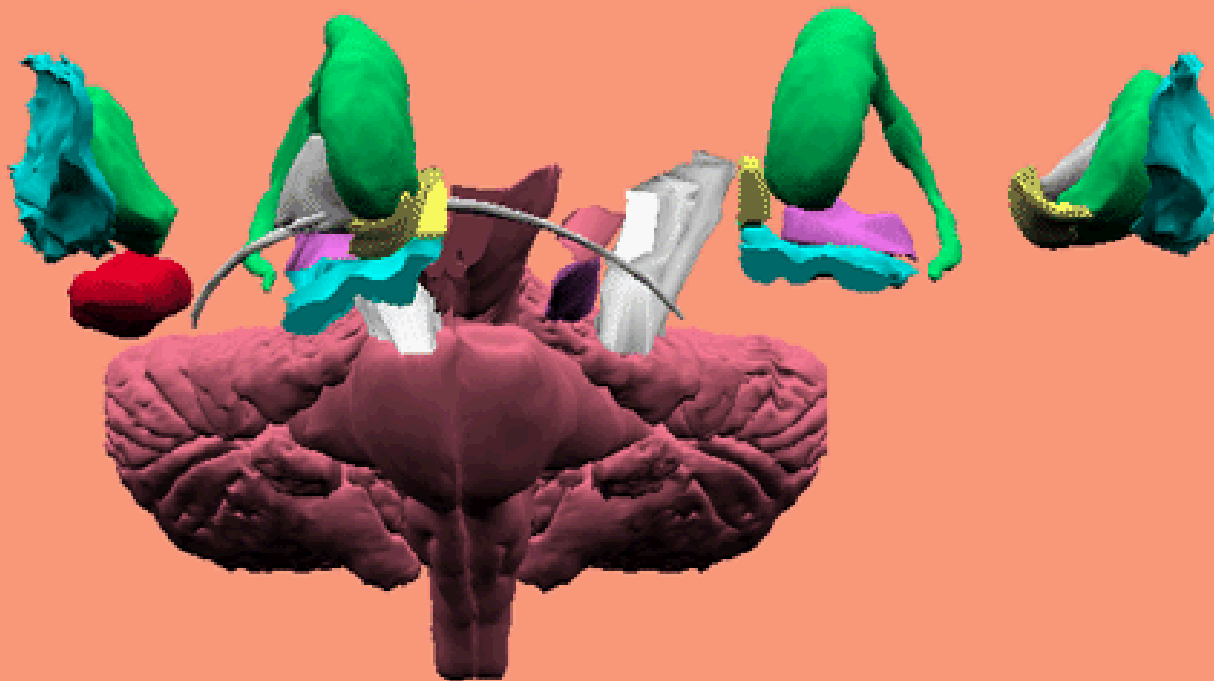




**Vista  
anteriore**



**Vista  
posteriore**



**Scomposizione delle strutture intere del diencefalo e del telencefalo**

# SOSTANZA BIANCA dell'emisfero cerebrale

La sostanza bianca all'interno del telencefalo si può suddividere in una **porzione supracallosa** e una **porzione sottocallosa**

La regione sottocallosa viene intercalata dalle diverse masse di sostanza grigia appena descritte (Nuclei della Base e Sistema Limbico) e perciò viene suddivisa in:

**Capsula Interna** (fibre che passano negli spazi del corpo striato)

**Capsula Esterna** (fibre che passano tra putamen e claustrum)

**Capsula Estrema** (fibre tra claustrum e lobo dell'insula di Reil)



# La sostanza bianca centrale e Tratti Cerebrali

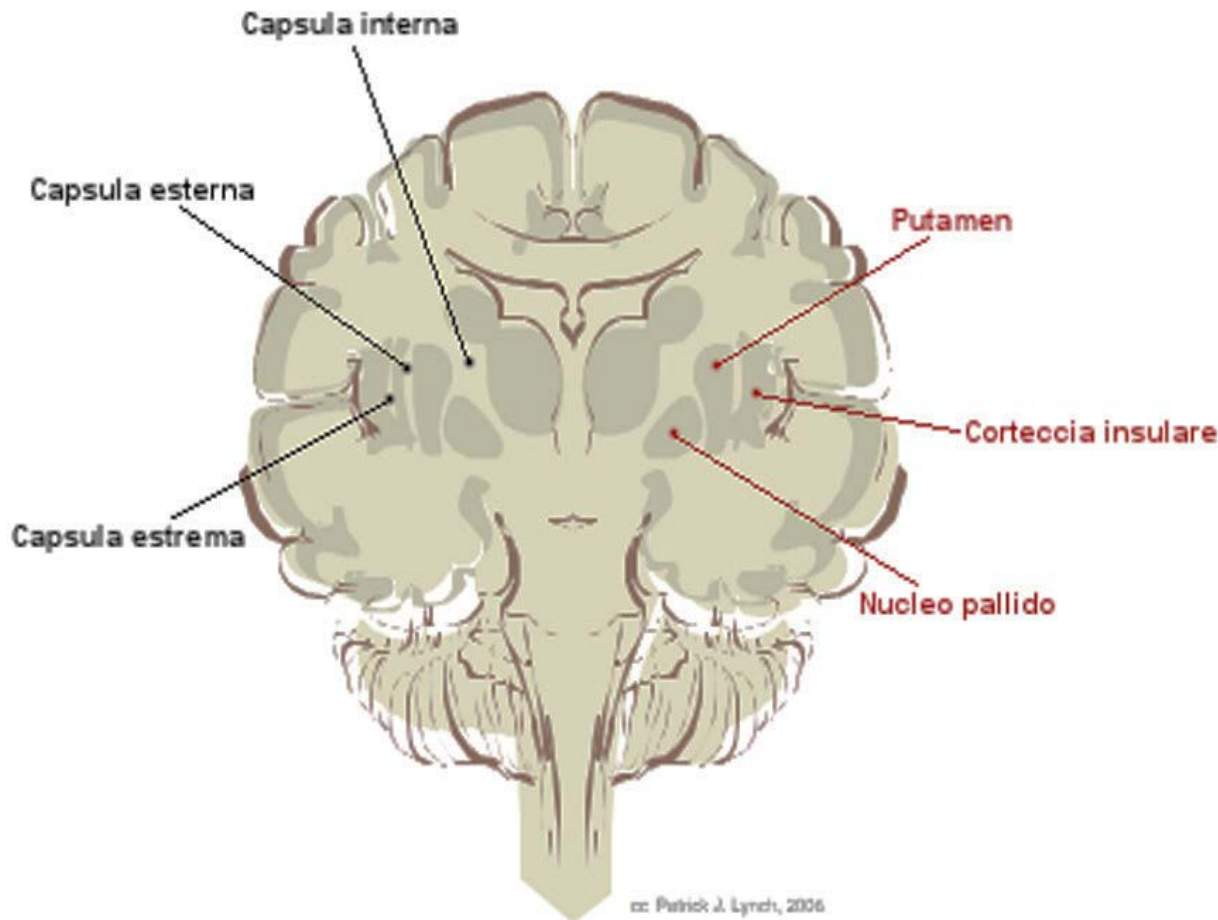
I Nuclei della base sono circondati ed attraversati dai **Tratti cerebrali** che intessono la sostanza bianca centrale.

Si tratta di **fibre mieliniche** che formano fasci che si estendono da un'area corticale all'altra o che connettono aree della corteccia ad altre regioni dell'encefalo

i **TRATTI CEREBRALI** sono di 3 tipi:

1. **Tratti di Proiezione:** connettono il cervello alle zone più profonde dell'encefalo (diencefalo e tronco) e del midollo spinale (es. prolungamenti delle fibre ascendenti sensitive, dei tratti spinotalamici, delle fibre discendenti o motrici, dei tratti corticospinali). *Nel loro insieme le fibre sia ascendenti che discendenti definiscono la capsula interna*
2. **Tratti di Associazione:** sono **i più numerosi**, vanno da una circonvoluzione all'altra entro lo stesso emisfero. Si distinguono fascicoli longitudinali (+ lunghi) e fibre arcuate (+ corte).
3. **Tratti Commessurali:** connettono tra loro i 2 emisferi cerebrali. Si distinguono il corpo calloso e la commissura anteriore

Più in profondità rispetto al centro semiovale, la **sostanza bianca** si organizza ad avvolgere con lamine i nuclei della base ed i nuclei del talamo, formando tre capsule: la **capsula interna**, la **capsula esterna** e la **capsula estrema**.



Sezione frontale dell'encefalo che mostra l'organizzazione della sostanza bianca attorno alle formazioni grigie sottocorticali. (Immagine di Patrick J. Lynch)

**(cenni...)**

**La capsula interna** è una formazione bianca laminare interposta fra:

- medialmente, il talamo ed il nucleo caudato
- lateralmente, il nucleo lenticolare.

La maggior parte della capsula interna è costituita da fibre corticipete di provenienza talamica, mentre solo nella porzione più ventrale decorrono fibre corticifughe dirette al tronco encefalico ed al midollo spinale.

In una sezione orizzontale passante circa a livello dei tubercoli quadrigemini superiori, si distinguono nella capsula interna un **braccio posteriore**, un **ginocchio** ed un **braccio anteriore**, in cui decorrono le seguenti fibre:

**braccio posteriore:** fibre cortico-spinali (per il midollo spinale), talamo-corticali (radiazione talamica superiore), in parte anche fibre cortico-tettali (per la lamina quadrigemina), cortico-rubre (per il nucleo rosso) e cortico-reticolari (per la formazione reticolare)

**ginocchio:** fibre cortico-nucleari per i nuclei somatomotori dei nervi encefalici, fibre cortico-reticolari

**braccio anteriore:** fibre talamo-corticali (radiazione talamica anteriore), fibre cortico-pontine (per il ponte, fibre cortico-ipotalamiche (per l'ipotalamo)-



**La capsula esterna** è una lamina sottile interposta fra:

- medialmente, la faccia laterale del putamen
- lateralmente, il claustr.

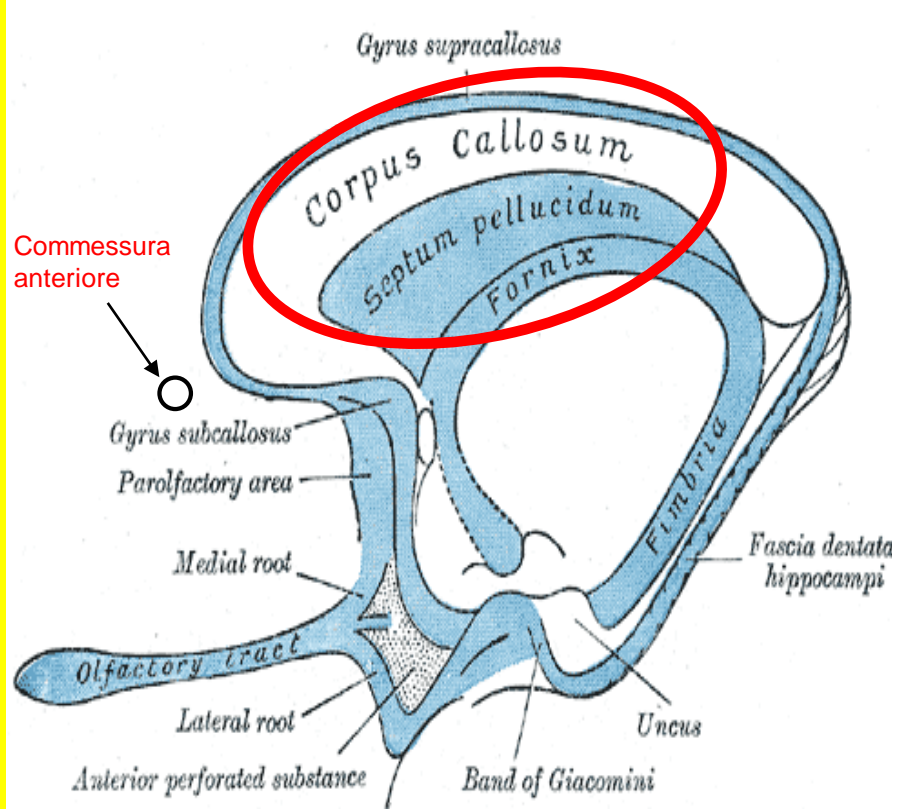
Essa è attraversata principalmente da fibre cortico-tegmentali, dirette cioè verso il mesencefalo.

**La capsula estrema**, molto esile, è interposta fra:

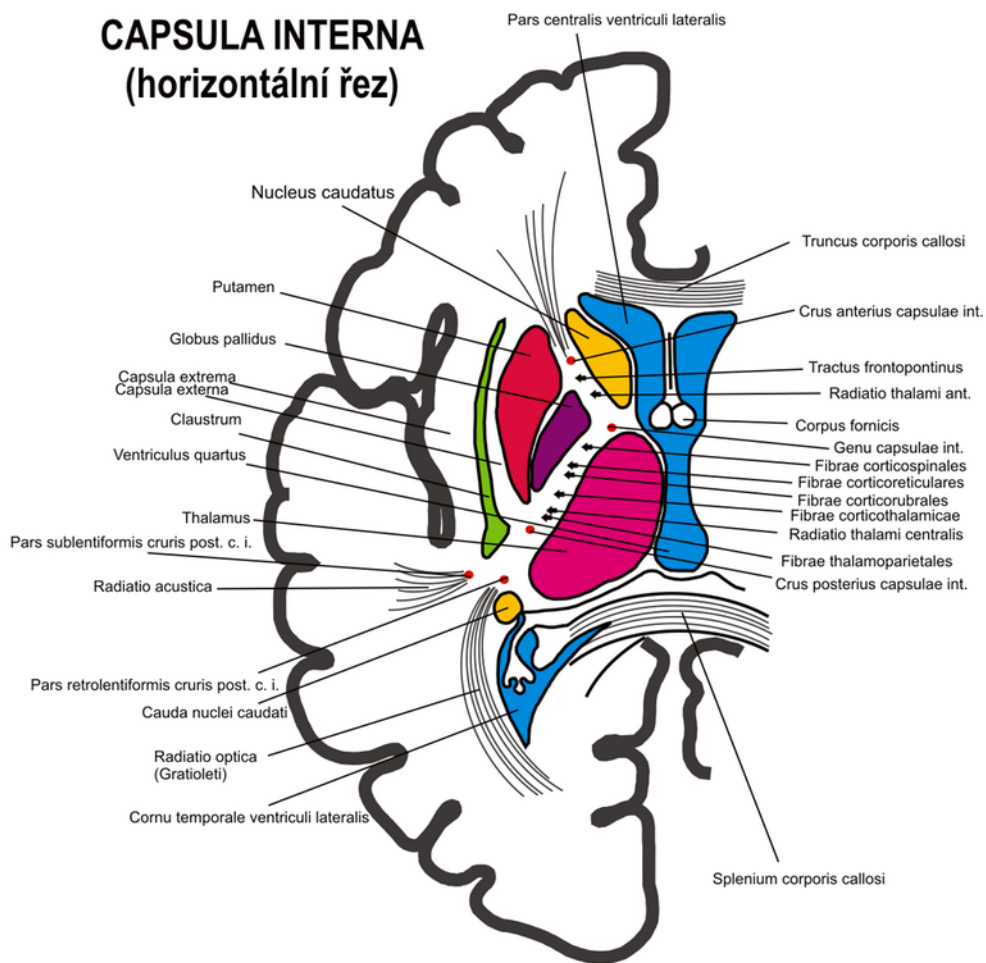
- medialmente, il claustr
- lateralmente, la corteccia del lobo dell'insula.

Le fibre che la compongono sono per la maggior parte di associazione tra i lobi insulare, parietale e temporale.

Alla sostanza bianca del telencefalo appartengono anche alcuni **sistemi commissurali**, ossia di collegamento tra i due emisferi, che hanno la caratteristica di essere *impari e mediani*. Questi sistemi sono il corpo calloso, il setto pellucido, il fornice e la commessura anteriore, .

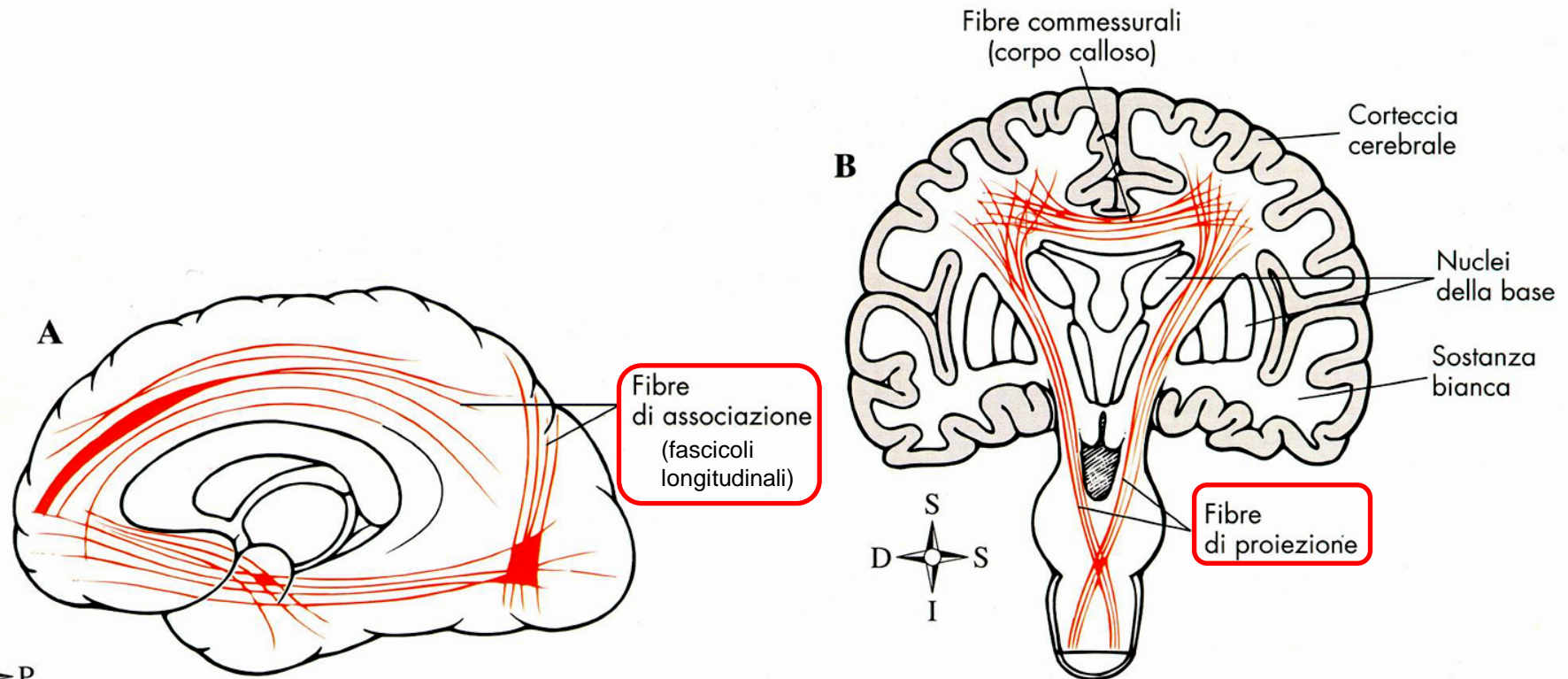


## CAPSULA INTERNA (horizontální řez)



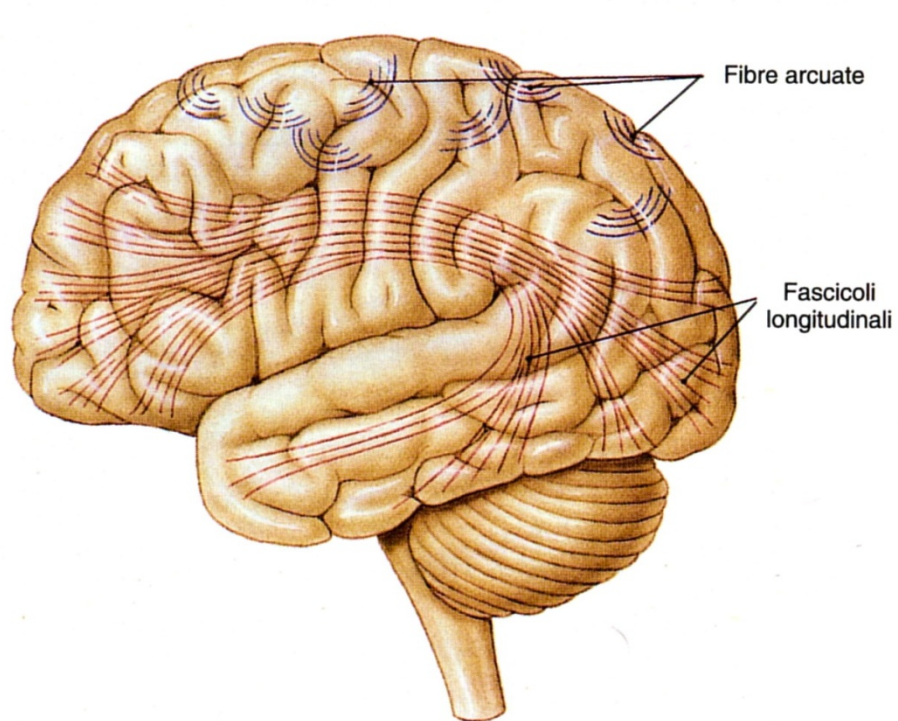
# Tratti degli emisferi cerebrali

Qui mancano le fibre arcuate...

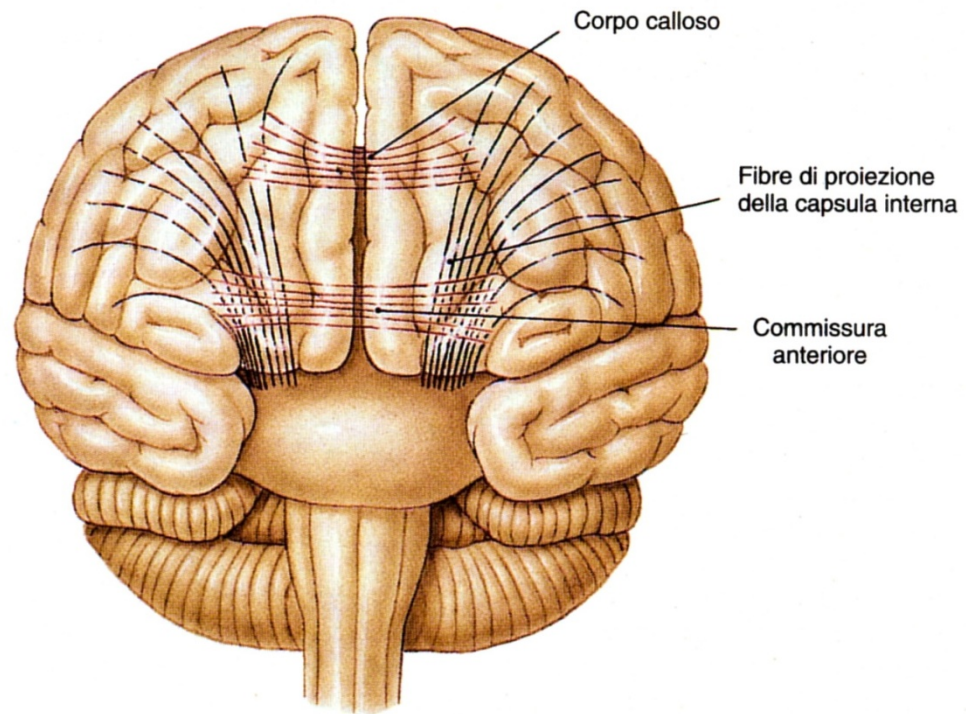


**FIGURA 12-14 Tratti degli emisferi cerebrali.** A, prospettiva mediale con la rappresentazione delle fibre di associazione. B, Sezione frontale (coronale) degli emisferi cerebrali, con le fibre commessurali che formano il corpo calloso e le fibre di proiezione che stabiliscono collegamenti coi centri inferiori del SNC.





(a) **Visione laterale**

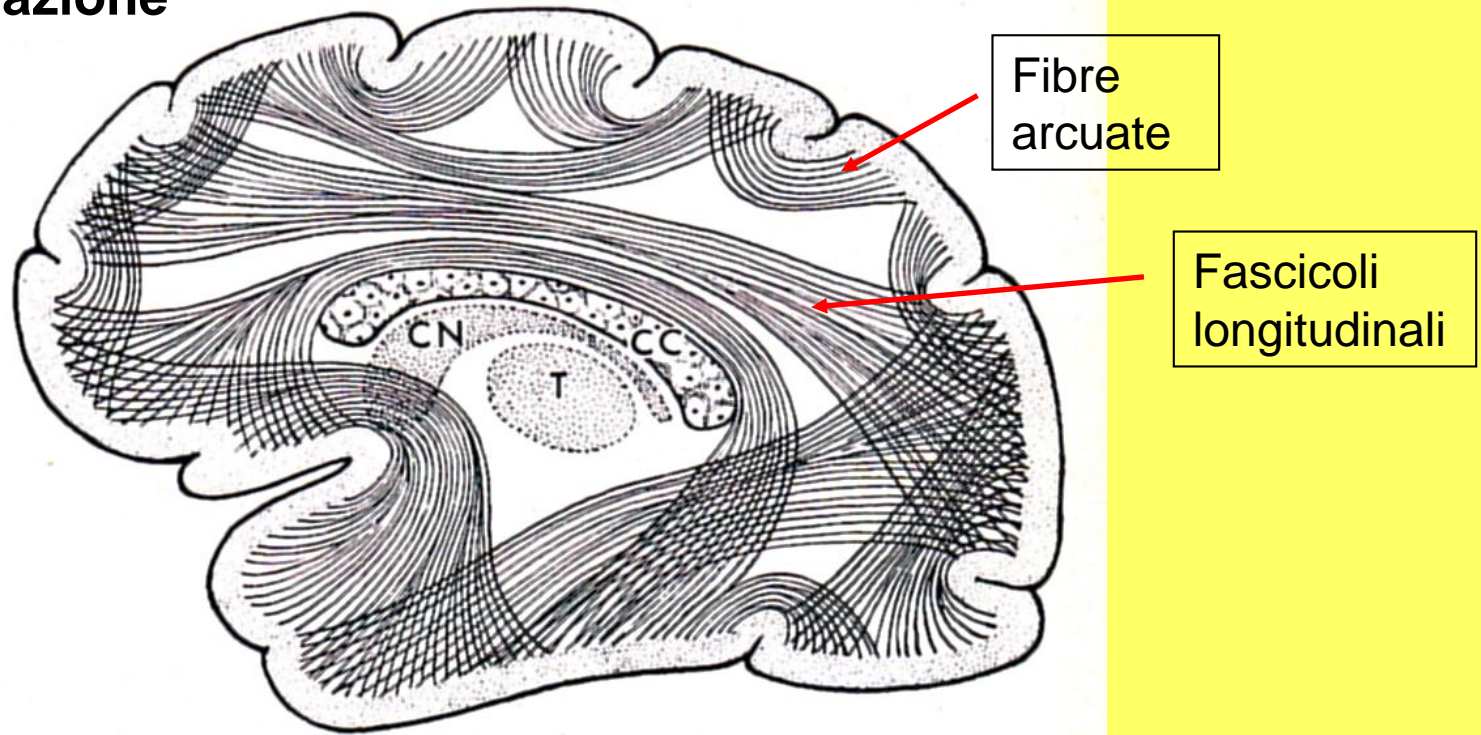


(b) **Visione anteriore**

**FIGURA 15.10 LA SOSTANZA BIANCA CENTRALE**

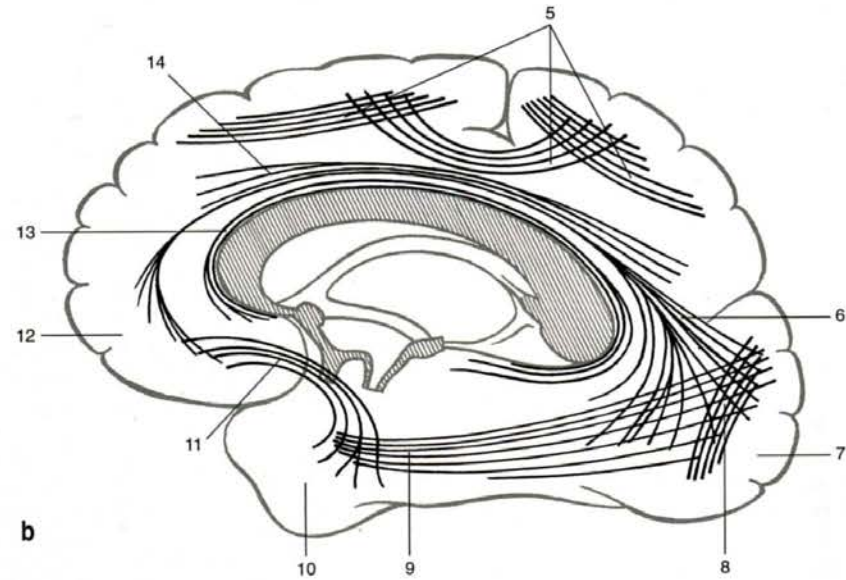
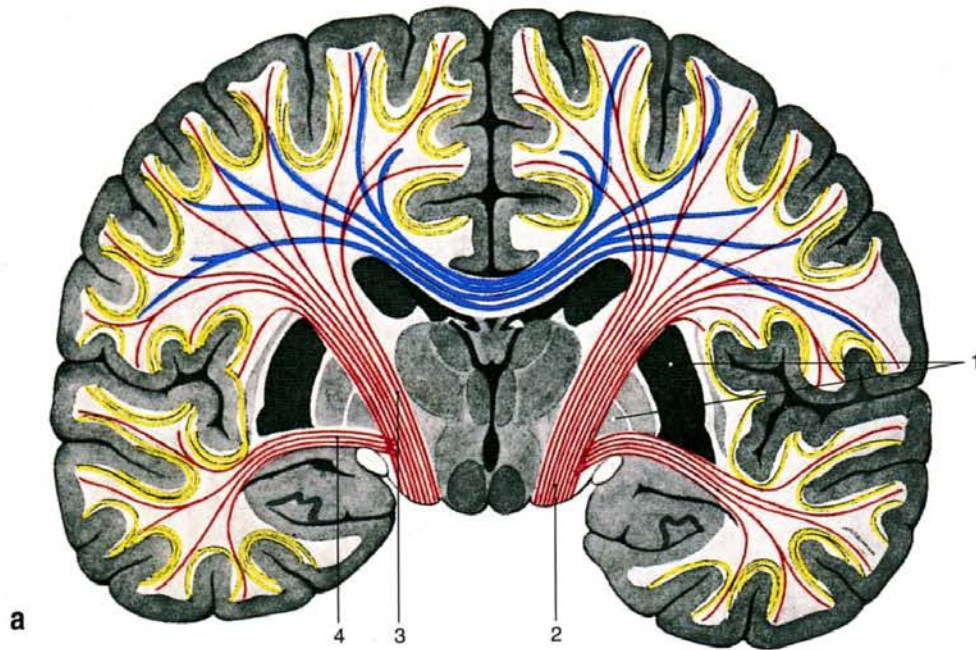
Sono illustrati i principali gruppi di fibre e fasci della sostanza bianca centrale. (a) Aspetto laterale dell'encefalo, che mostra le fibre arcuate e i fascicoli longitudinali. (b) Visione anteriore dell'encefalo, che mostra l'orientamento delle fibre di proiezione e commessurali.

## Tratti di associazione



**Fig. 11-5.** Schema dei fasci di fibre che nel telencefalo connettono le circonvoluzioni dello stesso emisfero, e delle fibre commissurali che inconnettono la corteccia dei due emisferi. Le fibre commissurali, tagliate trasversalmente al loro asse maggiore, sono rappresentate con una punteggiatura. Le guaine mieliniche che circondano tali fibre appaiono come aree chiare. *CC*, corpo calloso; *CN* nucleo caudato; *T*: talamo dorsale.

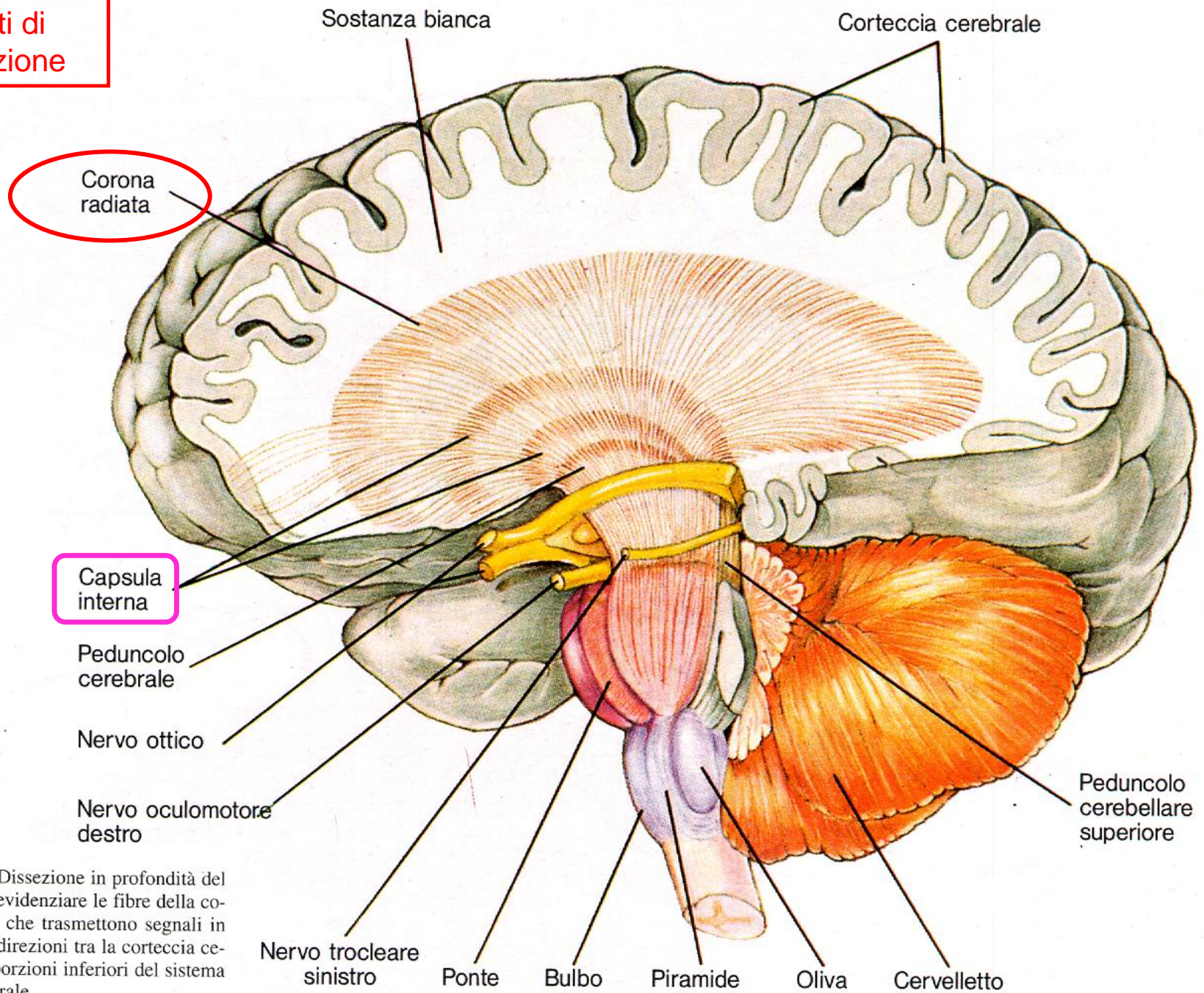




**Fig. 14.43 - a**, Fasci di associazione e fasci di proiezione discendenti degli emisferi telencefalici. In **giallo** sono indicate le fibre arcuate brevi, in **blu** le fibre di associazione interemisferica del corpo calloso, in **rosso** le fibre corticifughe che convergono nella capsula interna. **b**, Rappresentazione schematica dei principali sistemi associativi intraemisferici nell'emisfero telencefalico di destra visto dal lato mediale. Si dimostrano fibre di associazione nell'ambito di ciascun lobo e tra lobi differenti. **1**, Nucleo lenticolare; **2**, piede del peduncolo cerebrale; **3**, braccio posteriore della capsula interna; **4**, porzione sottolenticolare della capsula interna; **5**, fibre brevi; **6**, fascio frontoccipitale; **7**, polo occipitale; **8**, fascio occipitale verticale; **9**, fascio longitudinale inferiore; **10**, polo temporale; **11**, fascio uncinato; **12**, polo frontale; **13**, cingolo; **14**, fascio longitudinale superiore.



Tratti di proiezione



**Figura 2-8.** Dissezione in profondità del cervello per evidenziare le fibre della corona radiata, che trasmettono segnali in entrambe le direzioni tra la corteccia cerebrale e le porzioni inferiori del sistema nervoso centrale.



Le cortecce dei due emisferi comunicano tra loro tramite le fibre della **Commissura Anteriore** e del **Corpo Calloso**, per cui le memorie delle esperienze vissute sono depositate in entrambi gli emisferi

La maggior parte delle funzioni dei due emisferi sono **controlaterali** a causa della **decussazione** a livello del tronco encefalico

*Il flusso di informazioni sensoriali garantito dalle connessioni interne al SNC sono essenziali per le risposte motorie e la genesi degli stati emozionali, i quali a loro volta influenzano la pianificazione motoria e l'immagazzinamento di tracce mnemoniche*

- Le informazioni somatoestesiche (sensibilità corporea), visive e uditive sono alla base delle funzioni cognitive superiori svolte dalle aree associative sensoriali

- Le informazioni olfattive e gustative influenzano i comportamenti emozionali, motivazionali e vegetativi

La maggior parte delle **funzioni integrative superiori** si svolge in aree corticali localizzate in modo **simmetrico** nei due emisferi → **un eventuale danno consente di garantire la funzione, anche se relativamente a una sola metà del corpo**

**Tuttavia alcune funzioni superiori sono localizzate in uno solo dei due emisferi**: es. **Centro del linguaggio solo nell'Emisfero Sinistro (categorico)** in genere definito dominante, [...anche se non correttamente...]

Chi ha l'**emisfero Sx** dominante ha abilità manuali accentuate a destra (destrimani), viceversa i mancini [... non sempre ...]

**L' Emisfero Destro (rappresentativo)** in realtà è dominante per funzioni come l'elaborazione dei dati relativi allo spazio, al riconoscimento di forme e visi delle persone, alla percezione della musica (canto e suonare strumenti musicali) e in genere alle propensioni artistiche, percezione delle emozioni e loro espressione non verbale, attività onirica



# Emisfero Dx



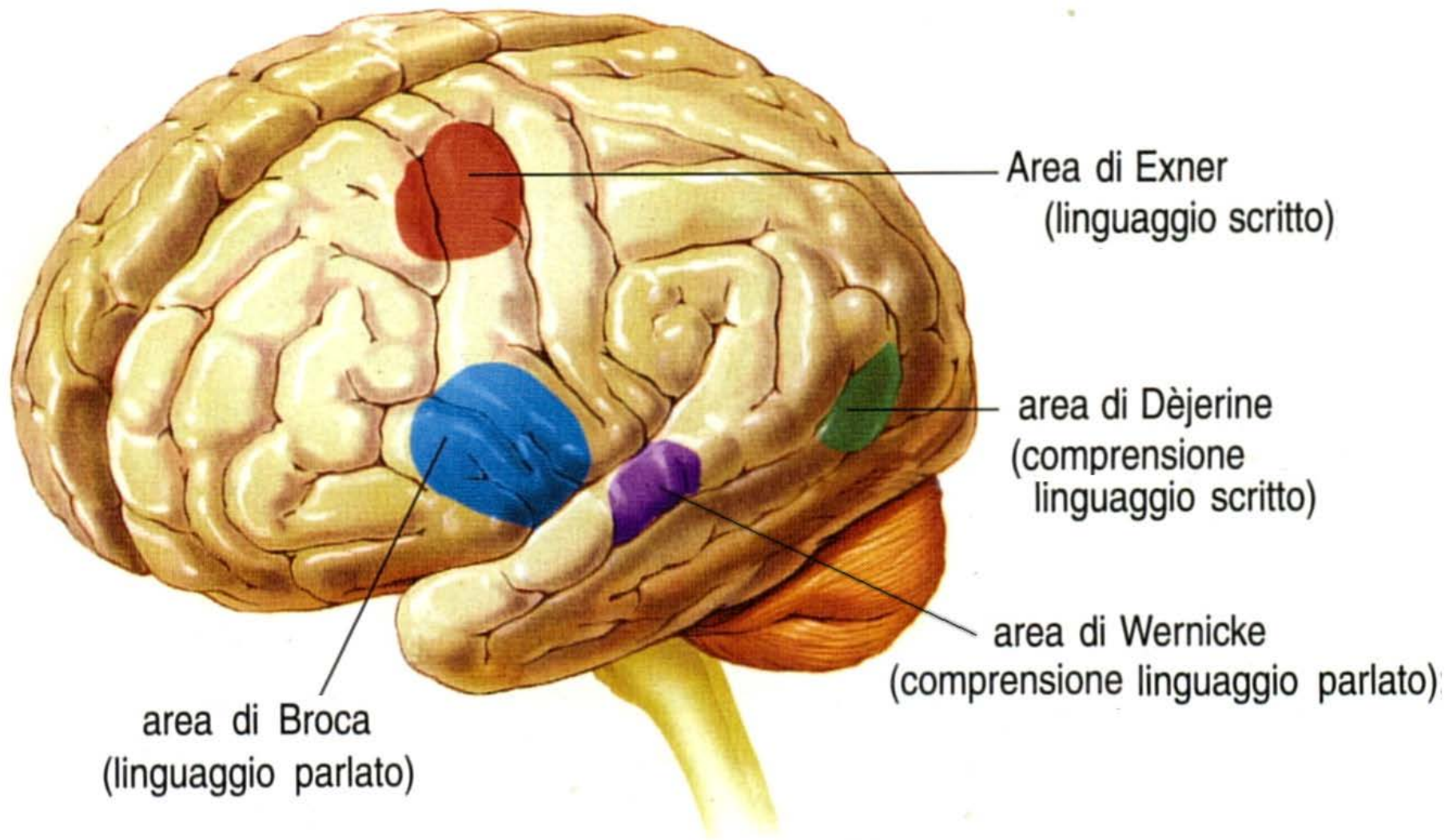
# genesis



When In Rome  
2007







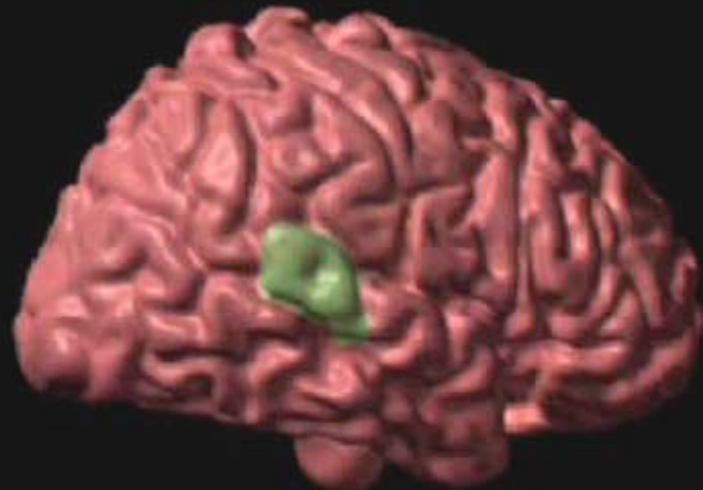
**Fig. 14.42** - Superficie dell'emisfero cerebrale sinistro con l'indicazione dei centri del linguaggio. Le aree motorie sono indicate in **azzurro** e **rosso**, le aree sensitive in **viola** e **verde**.





**speech**

**visually guided behavior**



**language composition**



**object recognition**

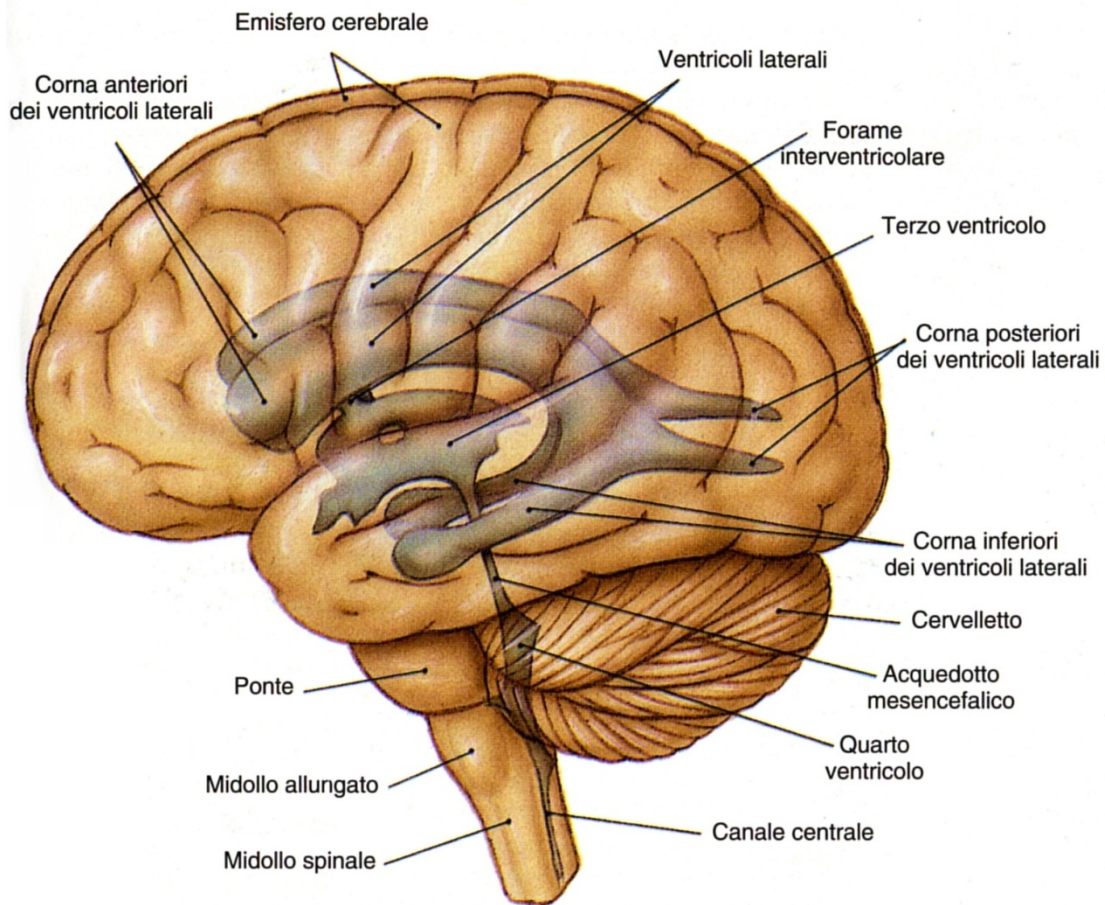
## **Cavità interne - Ventricoli encefalici**

Sono cavità dell'encefalo piene di liquido cerebro-spinale (LCS)

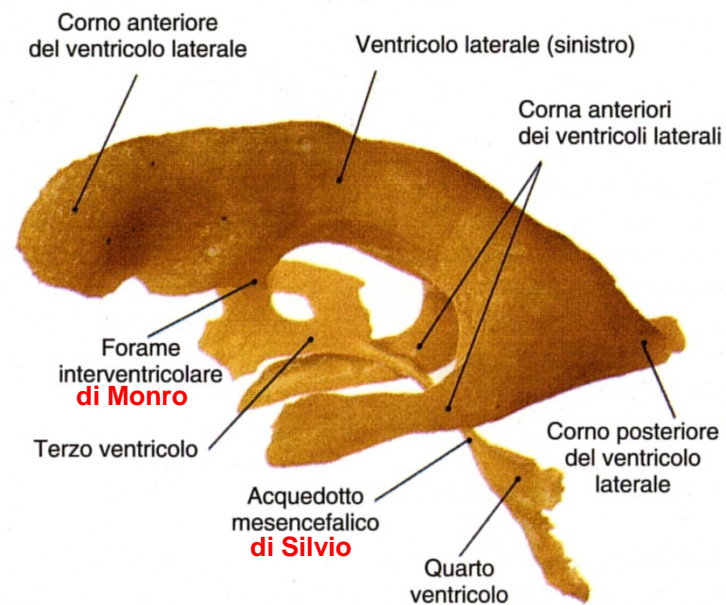
in numero di 4:

- **due negli emisferi cerebrali (separati dal setto pellucido) [1° e 2°]**
- **uno nel diencefalo [3° ventricolo]**
- **uno tra ponte e cervelletto, esteso alla porzione prossimale del midollo allungato e in comunicazione con il canale centrale del midollo spinale [4° ventricolo]**

Vi è una continua **circolazione di liquido LCS** tra i ventricoli (cavità interne) e lo spazio sub-aracnoideo (spazi esterni all'encefalo) **tramite i forami di Magendie e Lushka** posti nel quarto ventricolo

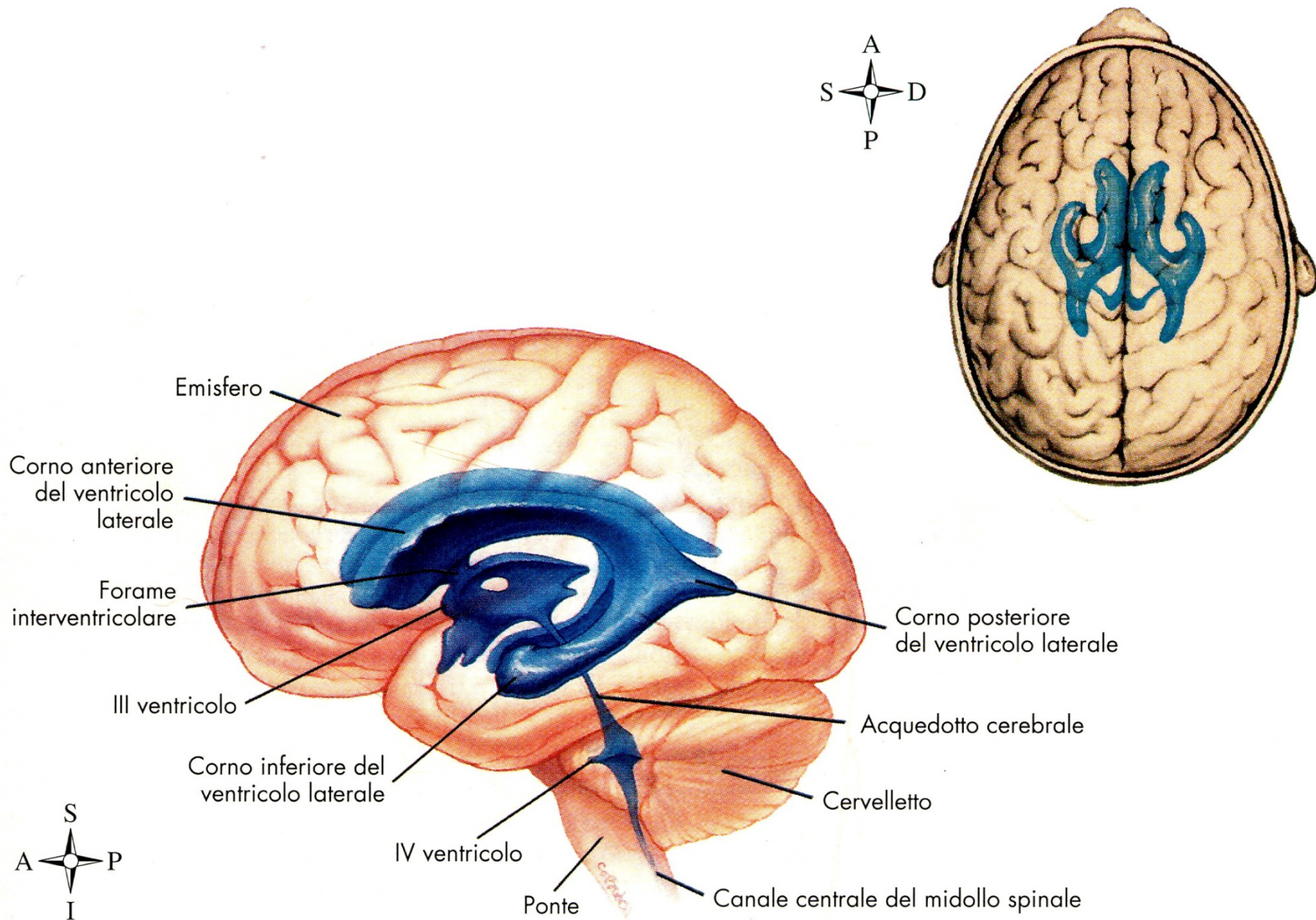


(a) Veduta laterale



(b) Veduta laterale



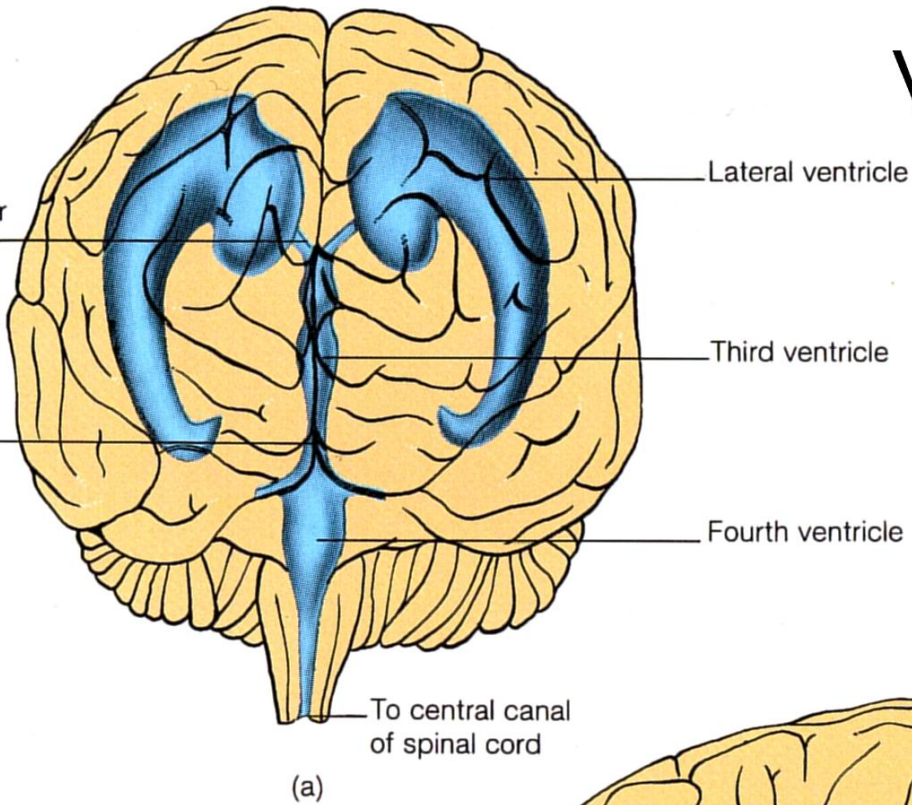


**FIGURA 12-4 Spazio subaracnoide dell'encefalo.** La figura più grande dimostra i ventricoli messi in evidenza in una proiezione laterale da sinistra dell'encefalo. La figura più piccola presenta i ventricoli visti da sopra.

# Ventricoli cerebrali

Interventricular  
foramen

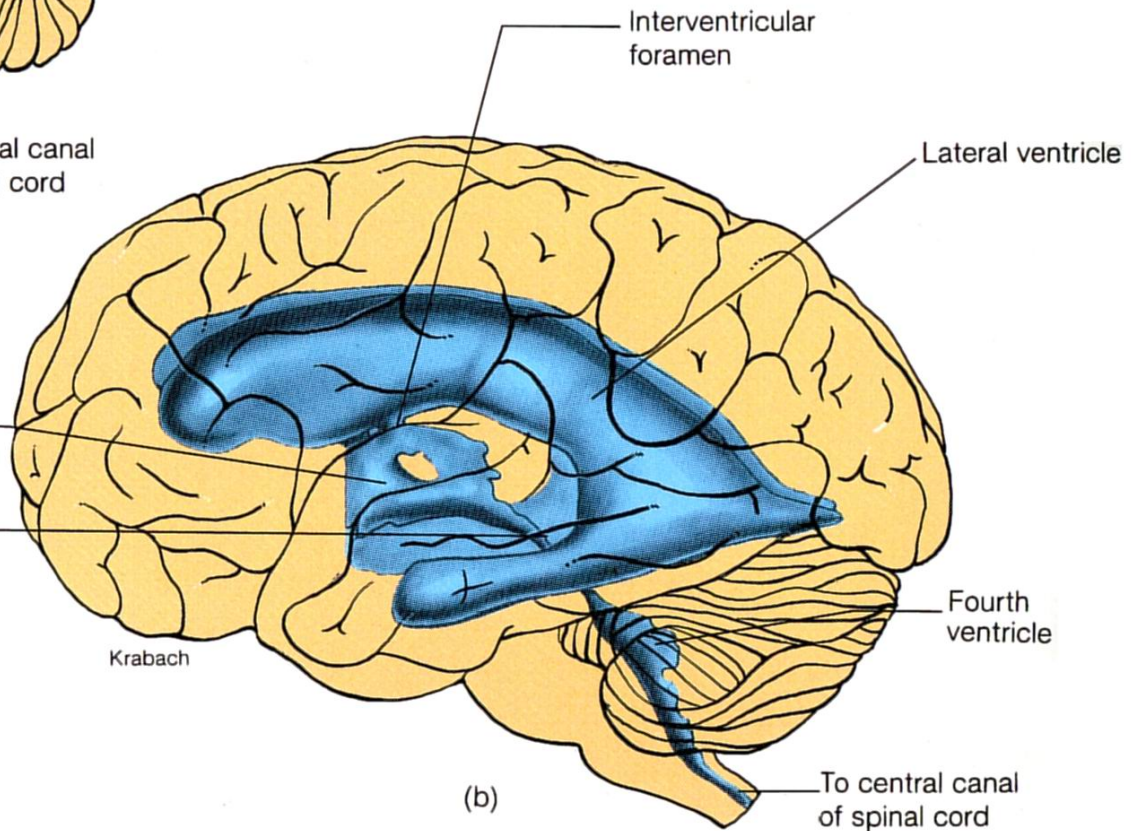
Cerebral  
aqueduct



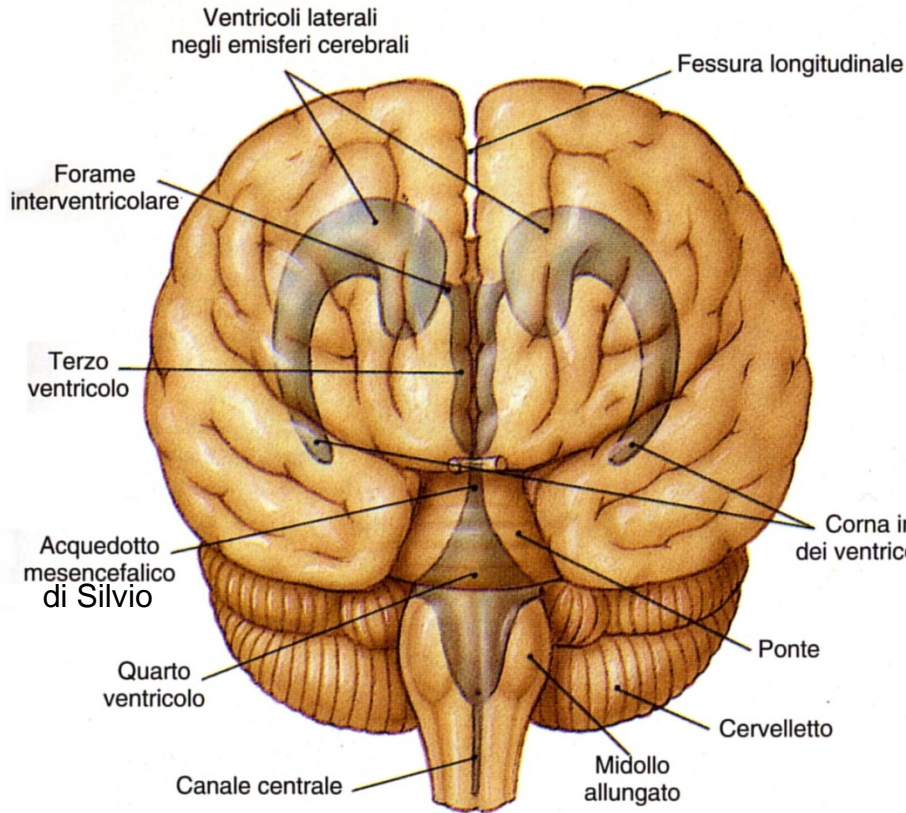
Third ventricle

Cerebral  
aqueduct

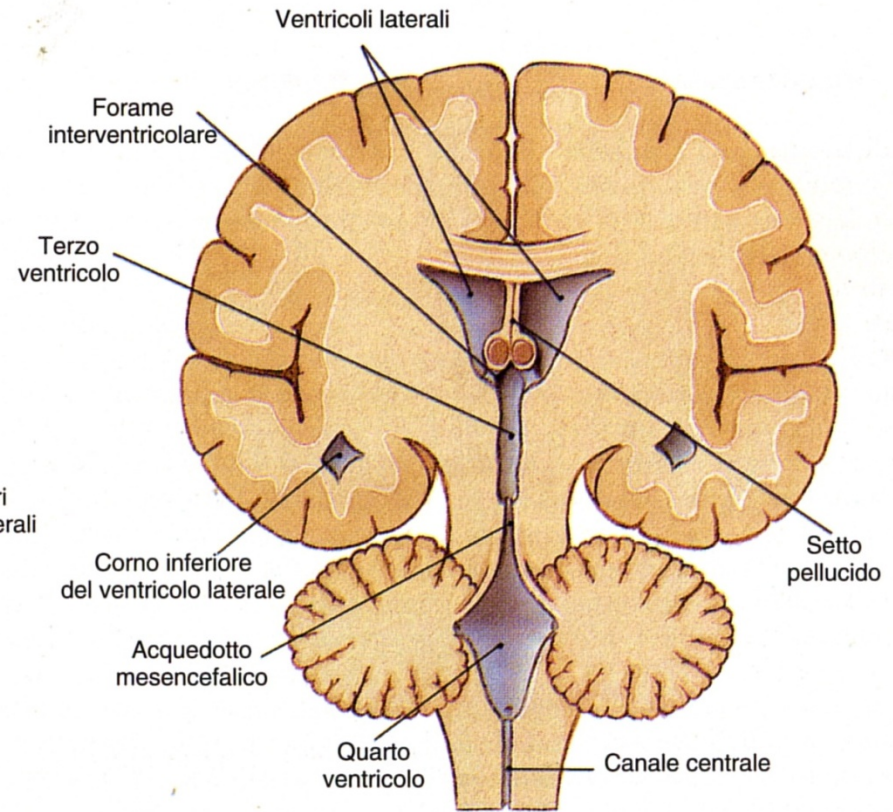
Krabach







(c) Veduta anteriore



(d) Sezione coronale

### FIGURA 15.2 VENTRICOLI ENCEFALICI

Queste camere contengono liquido cerebrospinale, che trasporta nutrienti, messaggeri chimici e prodotti di rifiuto. (a) Orientamento ed estensione dei ventricoli in trasparenza. (b) Immagine laterale di una riproduzione dei ventricoli. (c) Immagine anteriore dei ventricoli, in trasparenza. (d) Immagine schematica di una sezione coronale che mostra i collegamenti tra ventricoli. Vedi MRI Scans 1 e 2, nell'Atlante allegato.



lateral  
ventricle

central sulcus

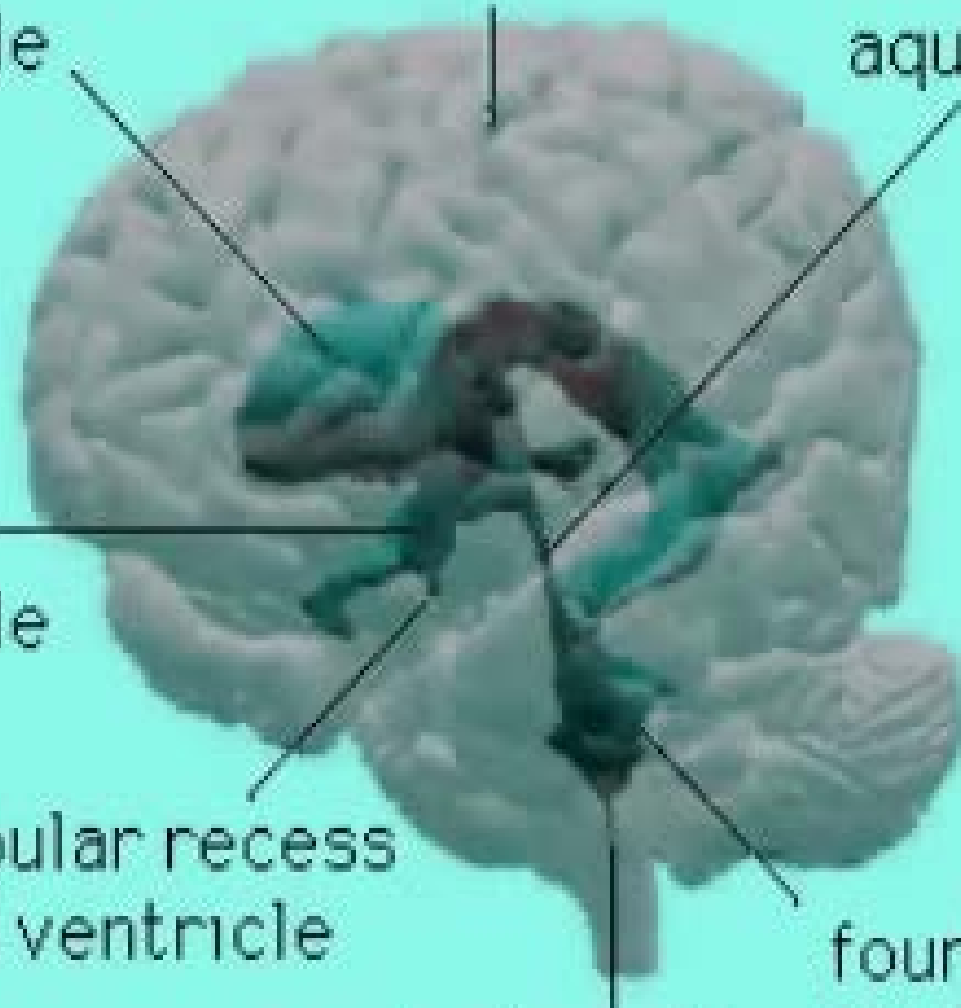
cerebral  
aqueduct

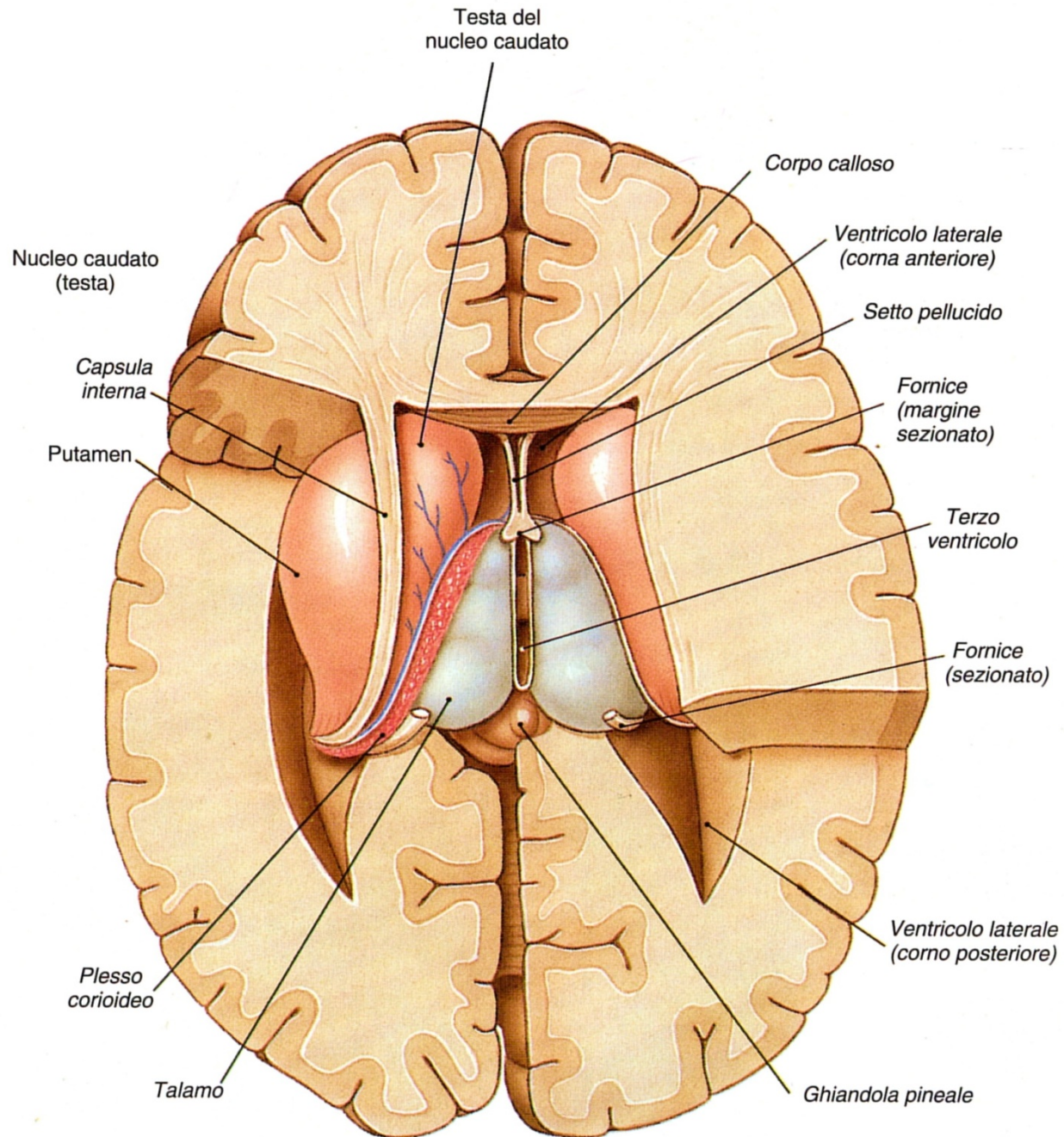
third  
ventricle

infundibular recess  
of third ventricle

central canal

fourth  
ventricle





(e) Sezione orizzontale, dissezionata

da Cortecchia in poi



Lezione —

CORTECCIA

Le scissure (o solchi) cerebrali principali riscontrabili sulla corteccia sono:

1. **Scissura longitudinale o interemisferica** (divide i due emisferi)
2. **Solco centrale** (scissura del Rolando) tra lobo frontale e parietale
3. **Scissura laterale (o del Silvio)** tra lobo frontale e temporale (in profondità è situata l'insula di Reil)
4. **Scissura Parieto-occipitale** : tra lobo parietale e occipitale

Franz Sylvius de le Boë

(Doorverwezen vanaf Franciscus Sylvius de Bove)

Franciscus de le Boë Sylvius (Hanau, 15 maart 1614 - Leiden 16 november 1672) was een Nederlandse medicus en anatoom.

Silvio, che molti considerano tuttora erroneamente un italiano.

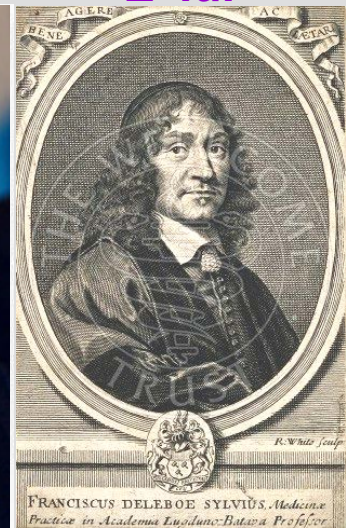
In realtà si chiamava **Jacques Dubois** (cioè Del Bosco), ed era nato ad **Amiens nel 1478**: ma per quella mania di allora (giunta sino alle soglie del XX secolo) di latinizzare i nomi, anche lui non resistette alla tentazione di cambiare il proprio nome in **Sylvius Ambianus**.

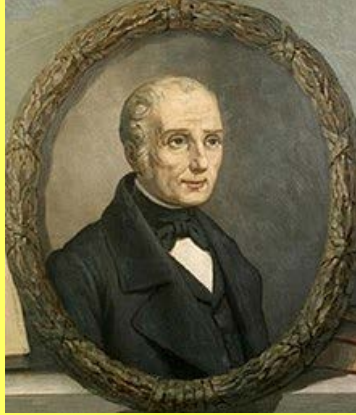
Pur essendo indubbiamente il primo anatomista del suo tempo, gli viene indebitamente ascritto il merito della scoperta di quell'arteria "silviana", di quella "scissura" e di "quell'acquedotto di Silvio", che saranno invece descritti più di un secolo dopo dal suo omonimo Silvio: ma quest'ultimo si chiamava **Franz Sylvius de la Boë** (o François du Bois), Hanau (D)1614 - Leiden (NL) 1672

Non è lui



E' lui





## Luigi Rolando (Torino 1773 – Torino 1831)

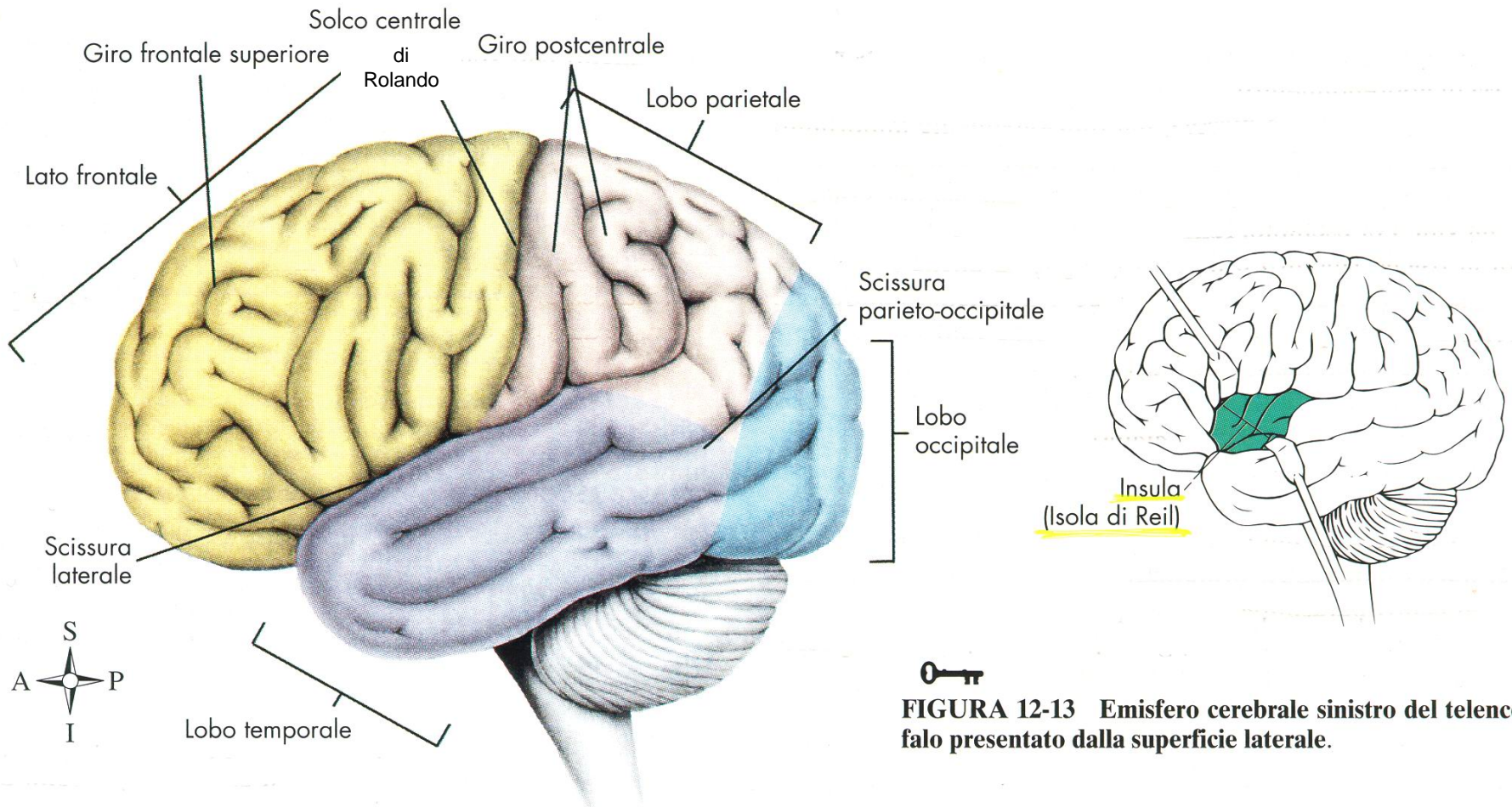
Studiò prima filosofia, quindi si iscrisse a medicina, dove fu allievo di Gian Tommaso Anforni e di Gianfrancesco Cigna e si laureò nel 1793. Fu aggregato al Collegio medico nel 1802.

Nel 1804 fu chiamato a Sassari, dove la corte sabauda era stata costretta a rifugiarsi dopo l'occupazione napoleonica, da Giuseppe Audiberti, archiatra di Vittorio Emanuele I. In quella circostanza, fu nominato professore di medicina pratica nell'Università di Sassari.

Prima di recarsi nell'isola, fondamentale fu il passaggio da Firenze, dove incontrò Felice Fontana e Paolo Mascagni.

Dopo la Restaurazione venne nominato medico di corte. Inoltre, nel 1814 gli fu conferita la cattedra di anatomia all'università di Torino e vi fondò un Museo che oggi porta il suo nome, ove è possibile ritrovare altri illustri nomi della medicina quali Carlo Giacomini.

Insegnò anche presso l'Accademia delle Belle Arti e venne eletto membro dell'Accademia delle Scienze.



**FIGURA 12-13** Emisfero cerebrale sinistro del telencefalo presentato dalla superficie laterale.



La costituzione della corteccia cerebrale, diversamente da quella del cervelletto, è disomogenea in quanto è costituita da un numero variabile di strati di neuroni (da 3 a 6 strati)

Archipallio → più antico - 3 strati

Neopallio → più recente - 6 strati

Strato I (plessiforme o molecolare)

Strato II (granulare esterno)

Strato III (piramidale esterno)

Strato IV (granulare interno)

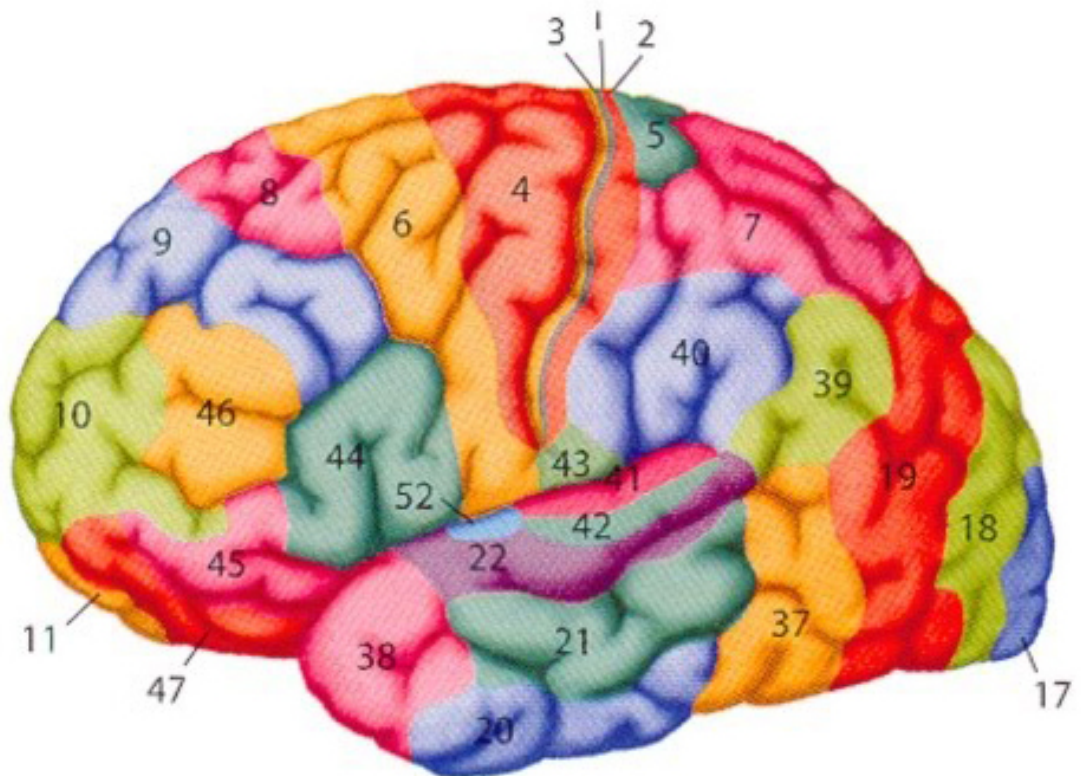
Strato V (piramidale interno)

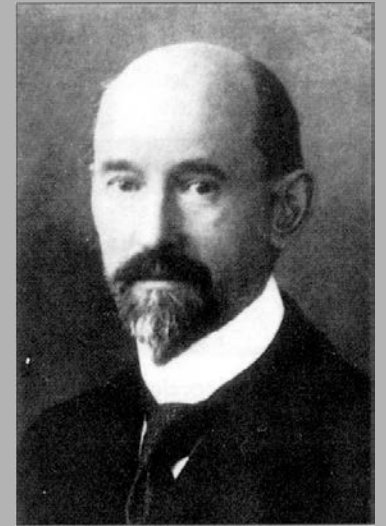
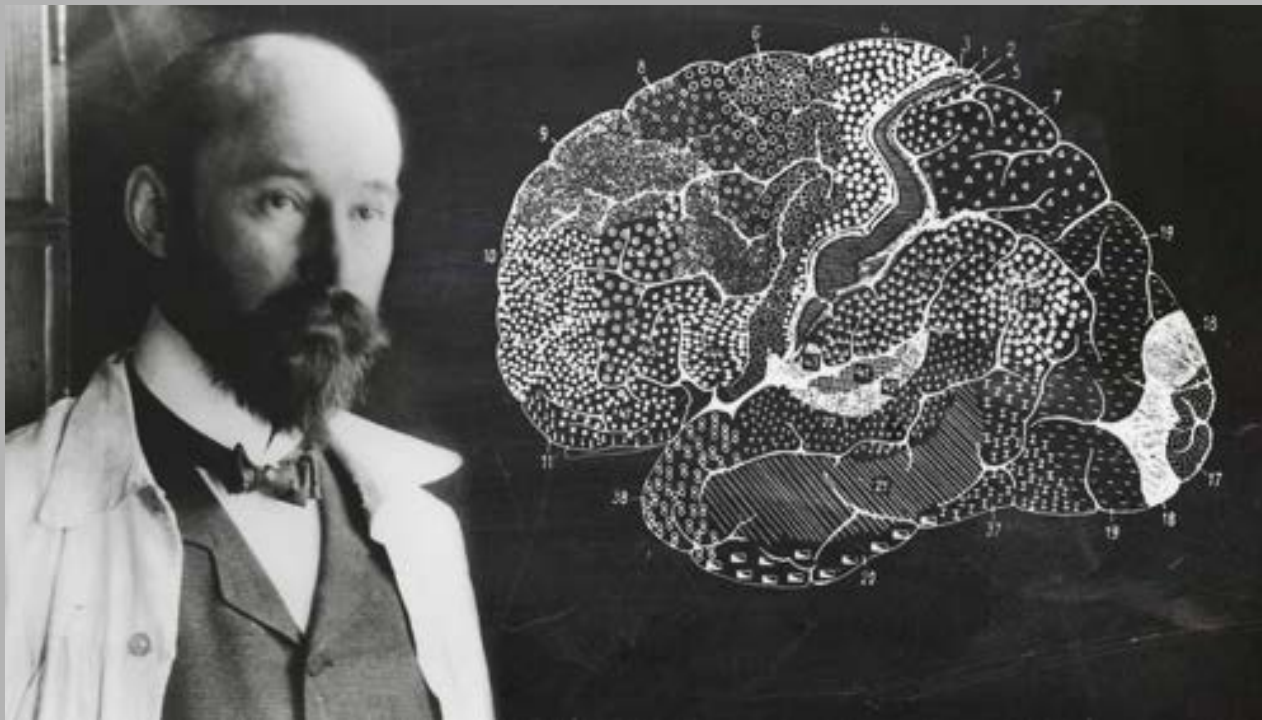
Strato VI (delle cell. polimorfe)

La suddivisione in lobi e circonvoluzioni non è sufficiente a definire tutte le aree funzionali che sono state finora identificate

Nel 1909 Brodmann valutò la distribuzione degli strati neuronali in tutta la corteccia, caratterizzando **52 aree differenti** per la funzione svolta e numerandole progressivamente.

Solo molti anni dopo fu possibile mappare con precisione molte delle funzioni, confermando spesso che i loro confini corrispondevano alle **AREE di BRODMANN**





## Korbinian Brodmann

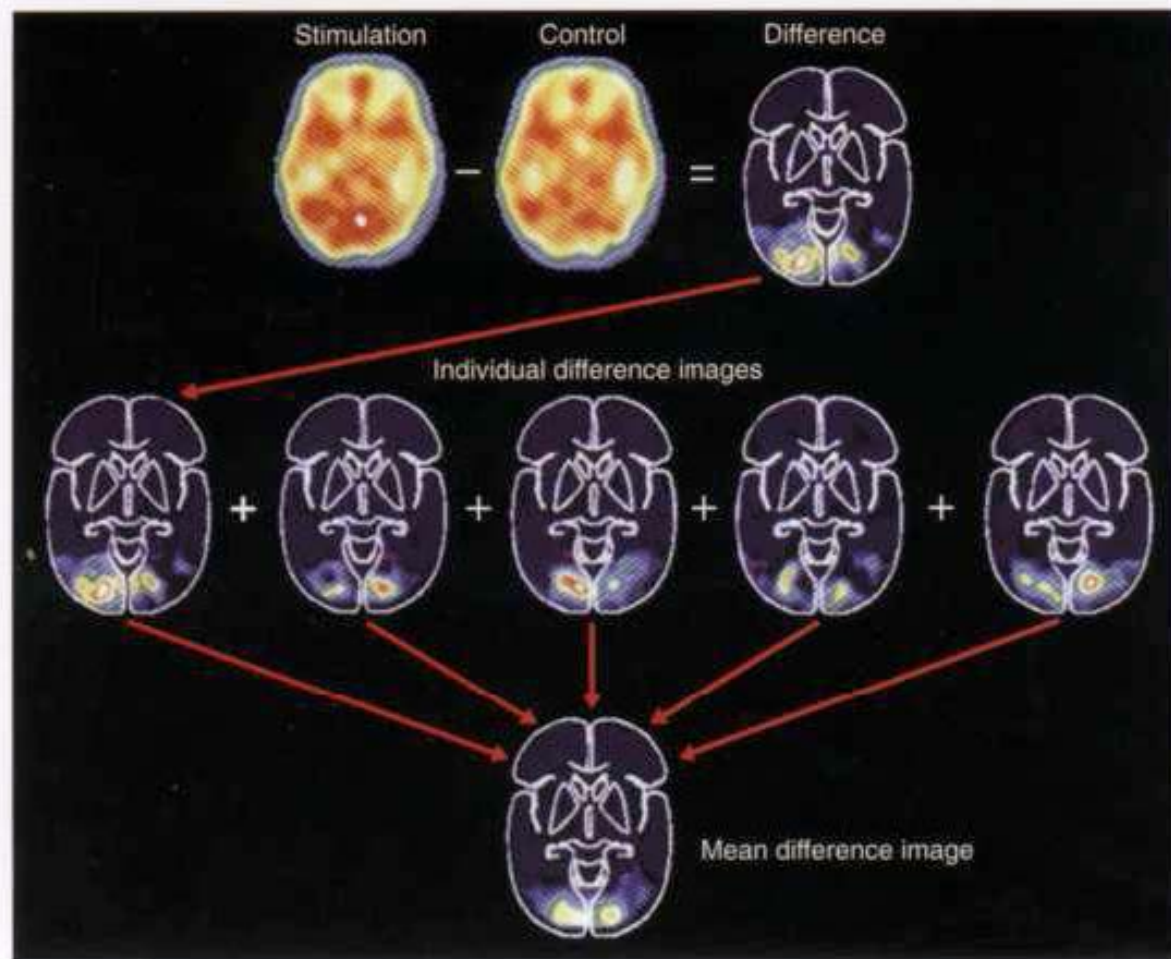
Liggersdorf (D), 17 novembre 1868  
Monaco di Baviera, 22 agosto 1918



## COSTRUZIONE DELLE MAPPE FUNZIONALI

Vengono normalmente eseguite analisi con la **PET (Tomografia ad emissione positronica)**.

Si confrontano le emissioni in condizioni di riposo e quelle di un individuo sottoposto ad un certo compito (in questo caso: visione)  
Le mappe vengono costruite anche attraverso una media di vari casi



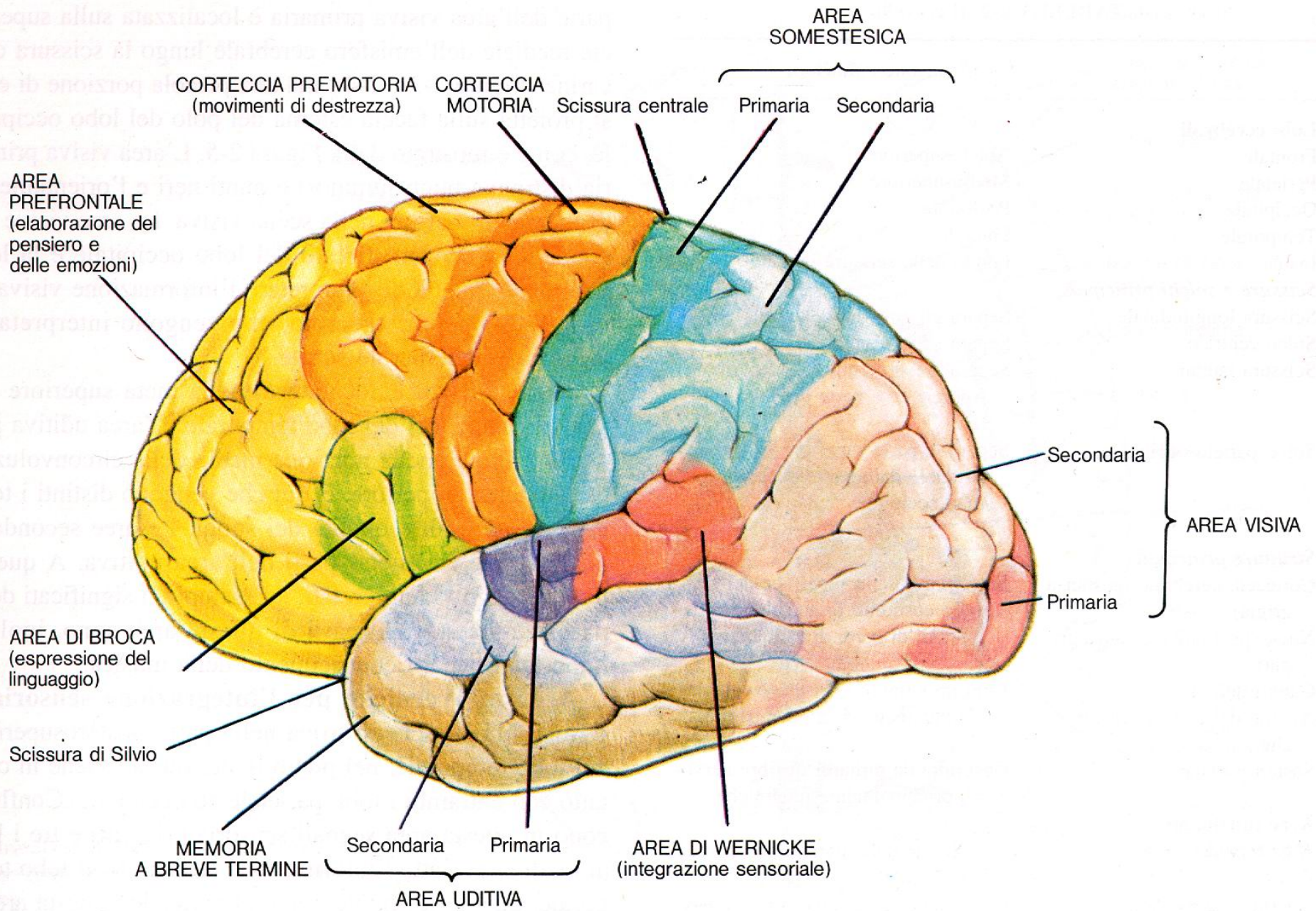
# FUNZIONI DELLA CORTECCIA CEREBRALE

## AREE FUNZIONALI DELLA CORTECCIA

La funzione di ciascuna regione della corteccia cerebrale dipende dalle strutture con le quali ha possibilità di scambiare messaggi.

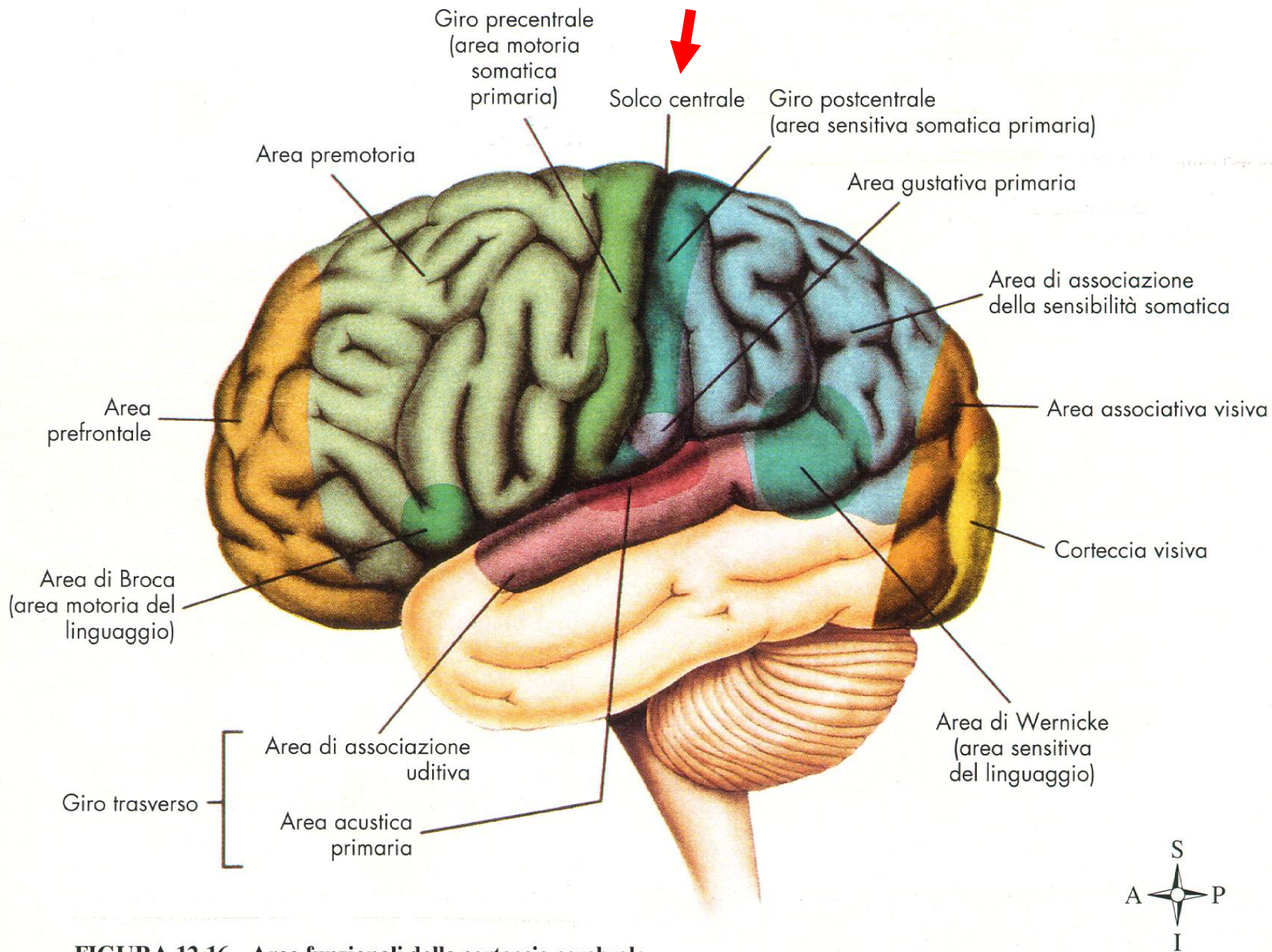
**Nessuna parte del cervello ha una funzione unica**, le diverse strutture del SNC devono necessariamente funzionare insieme affinché una parte del cervello funzioni in modo normale.





**Figura 2-5.** Localizzazioni funzionali della corteccia cerebrale.





**FIGURA 12-16** Aree funzionali della corteccia cerebrale.

# FUNZIONI MOTORIE DELLA CORTECCIA CEREBRALE

La superficie della circonvoluzione (o giro) precentrale rappresenta la **corteccia motoria primaria**, i cui neuroni sono detti **neuroni piramidali**

Essa controlla la muscolatura volontaria agendo sui neuroni motori del tronco e del midollo spinale.

Questa via di controllo è detta **via corticospinale** o **sistema piramidale**

Integrazione: complesso di eventi che hanno luogo nel cervello dal momento che riceve gli impulsi sensitivi al momento di uscita degli impulsi motori.

Le funzioni di integrazione comprendono la coscienza e attività mentali di vario tipo (associazione a stati emozionali ecc.)

# FUNZIONI SENSORIALI DELLA CORTECCIA

La superficie della corteccia del giro postcentrale rappresenta la **corteccia sensoriale primaria**.

Area sensitiva somatica generale. Riceve da recettori attivati dalla temperatura (caldo, freddo) e dagli stimoli tattili, pressori e dolorifici.

→INFO di tipo COSCIENTE (ma tramite rami collaterali che raggiungono altri centri è anche non-cosciente)

Altre zone sensoriali della corteccia sono:

- Circonvoluzione traversa del lobo temporale : area acustica primaria.
- Corteccia dei lobi occipitali: area visiva primaria.
- Corteccia olfattiva del lobo temporale: area olfattiva primaria
- Corteccia gustativa (insula e lobo frontale): area gustativa



- La corteccia contiene una specie di **"mappa sensitiva"** del corpo. Aree come quelle della **faccia** e della **mano** hanno un gran numero di recettori sensoriali e quindi sulla corteccia risulta più **grande la mappa sensitiva somatica di pertinenza**.
- Analogamente le informazioni che riguardano vista e udito hanno la loro mappa sulla corteccia visiva primaria e uditiva primaria.

Le porzioni di corteccia sensitiva primaria registrano sensazioni semplici e non coordinate (es. dei cubetti di ghiaccio disseminati sulla superficie del corpo → la sensazione è di freddo generalizzato).



Accanto alle **Aree Motorie** e **Sensoriali PRIMARIE** sono individuabili delle **vaste Aree Associative** dove **le informazioni vengono confrontate, valutate e integrate** tramite collegamenti con gli altri nuclei e centri nervosi, in modo da ottenere delle percezioni sensoriali e dei programmi motori più complessi e condivisi

A livello delle singole porzioni di corteccia sensoriale e motoria primaria sono individuabili delle vere e proprie **mappe di corrispondenza** con specifiche aree del corpo:

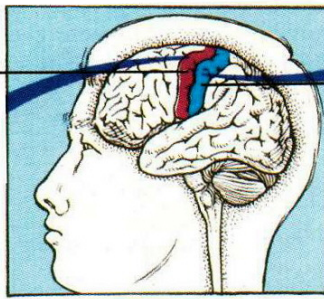
→ **HOMUNCULUS Motorio e Sensitivo**



# HOMUNCULUS

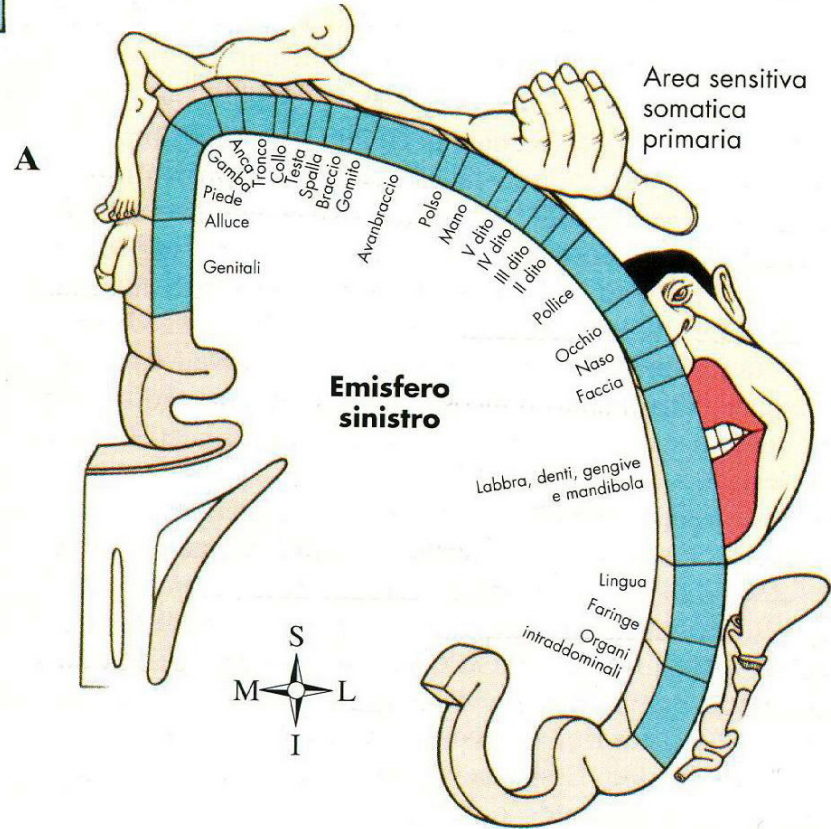
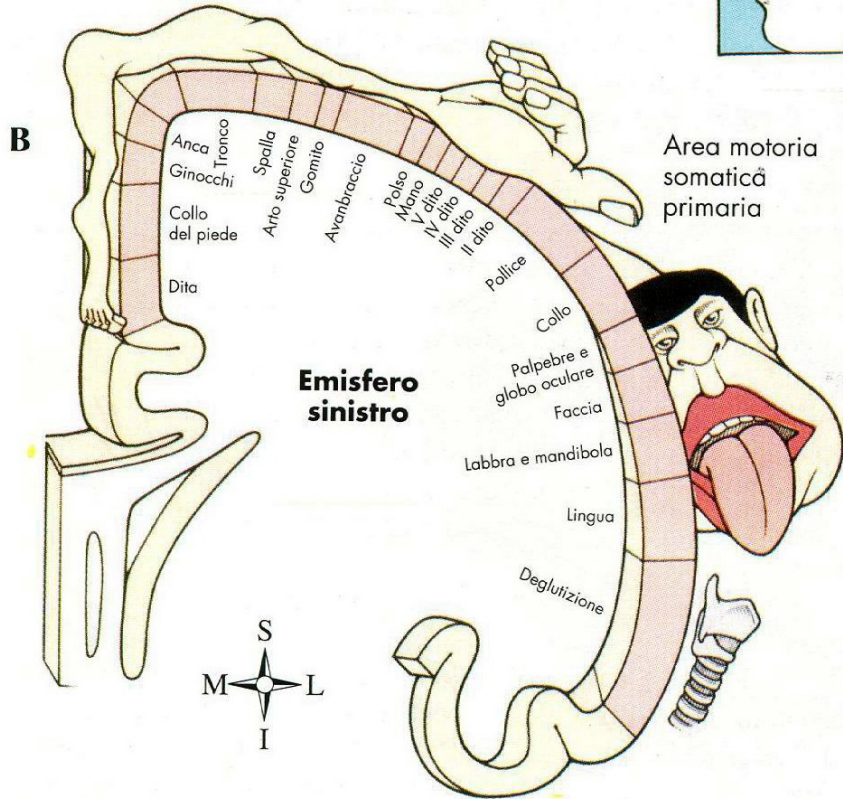
Motoria

Sensitiva



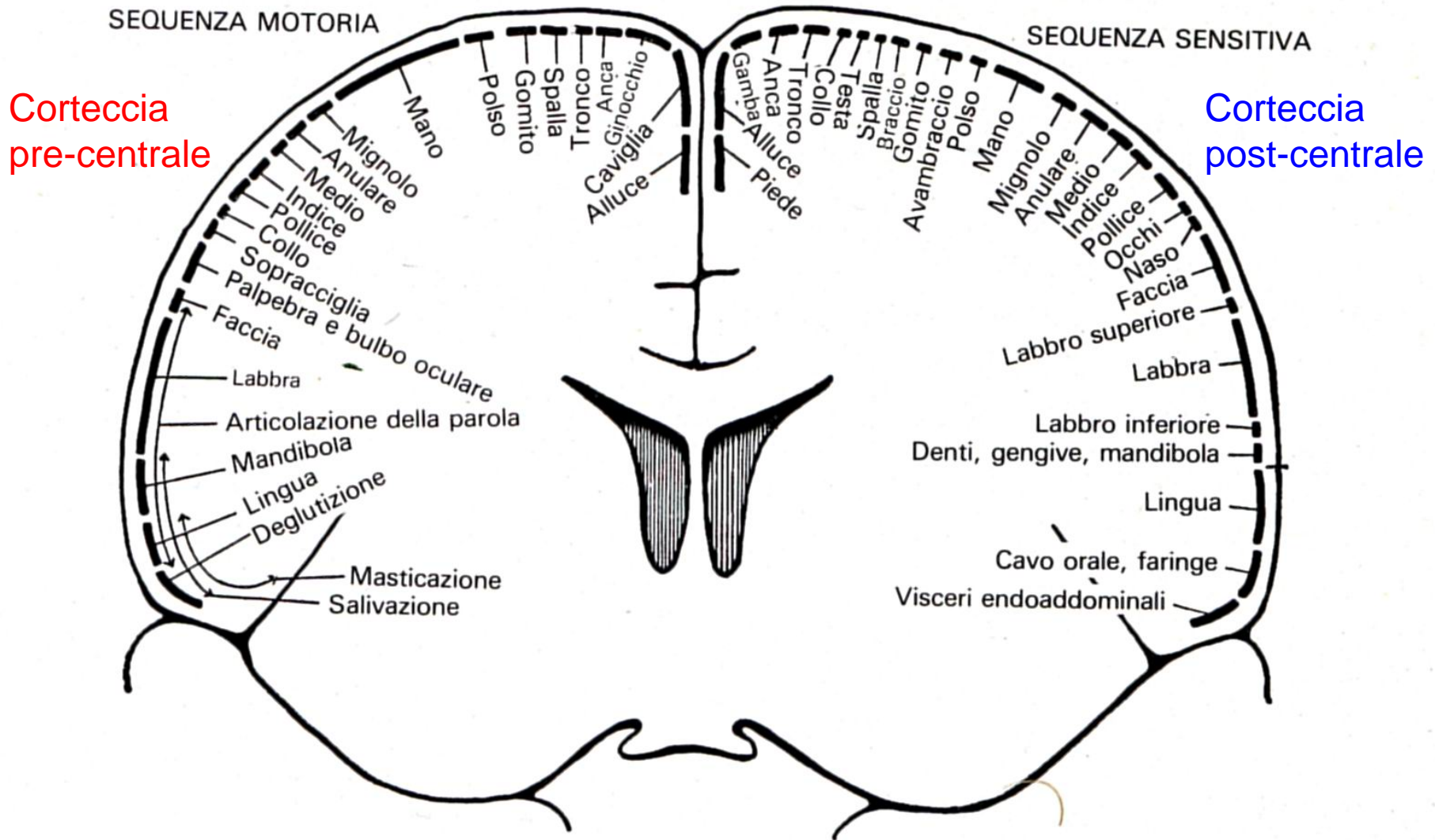
## Motorio pre-centrale

## Sensitivo post-centrale



**FIGURA 12-17** Area sensitiva somatica primaria (A) e area motoria somatica primaria (B) della corteccia

Stimolando elettricamente la superficie corticale si è potuto ricostruire una **mappa funzionale della corteccia sensitiva e motoria primaria**. Notare le proporzioni alterate in funzione della densità degli stimoli nervosi relativi

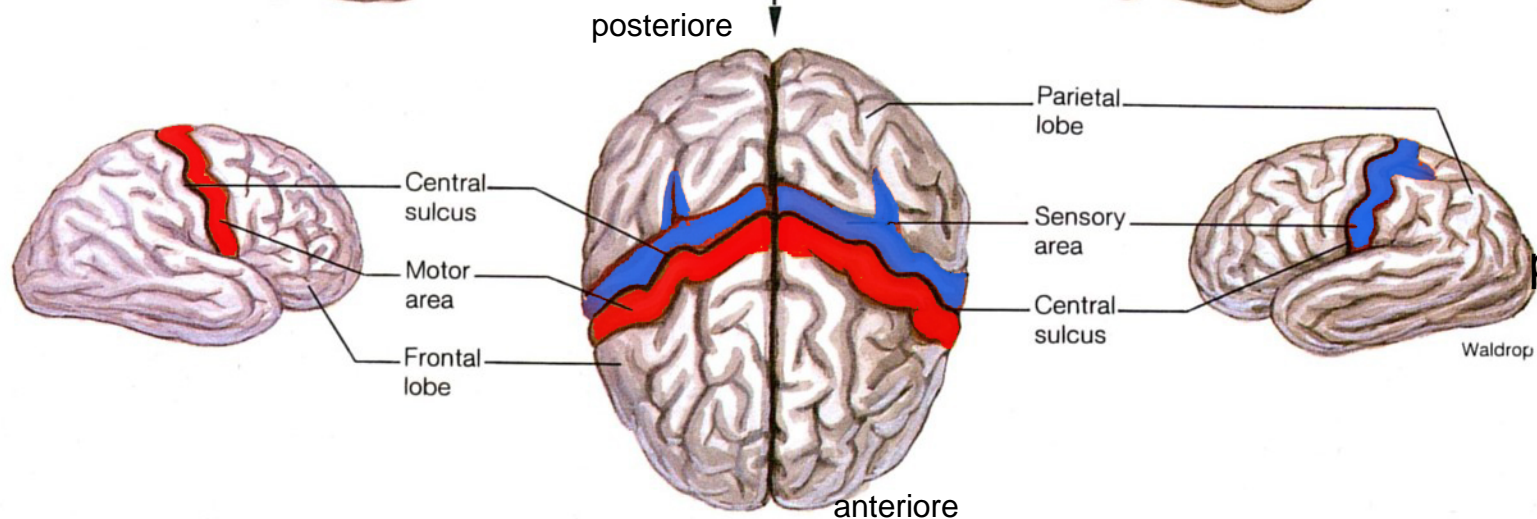
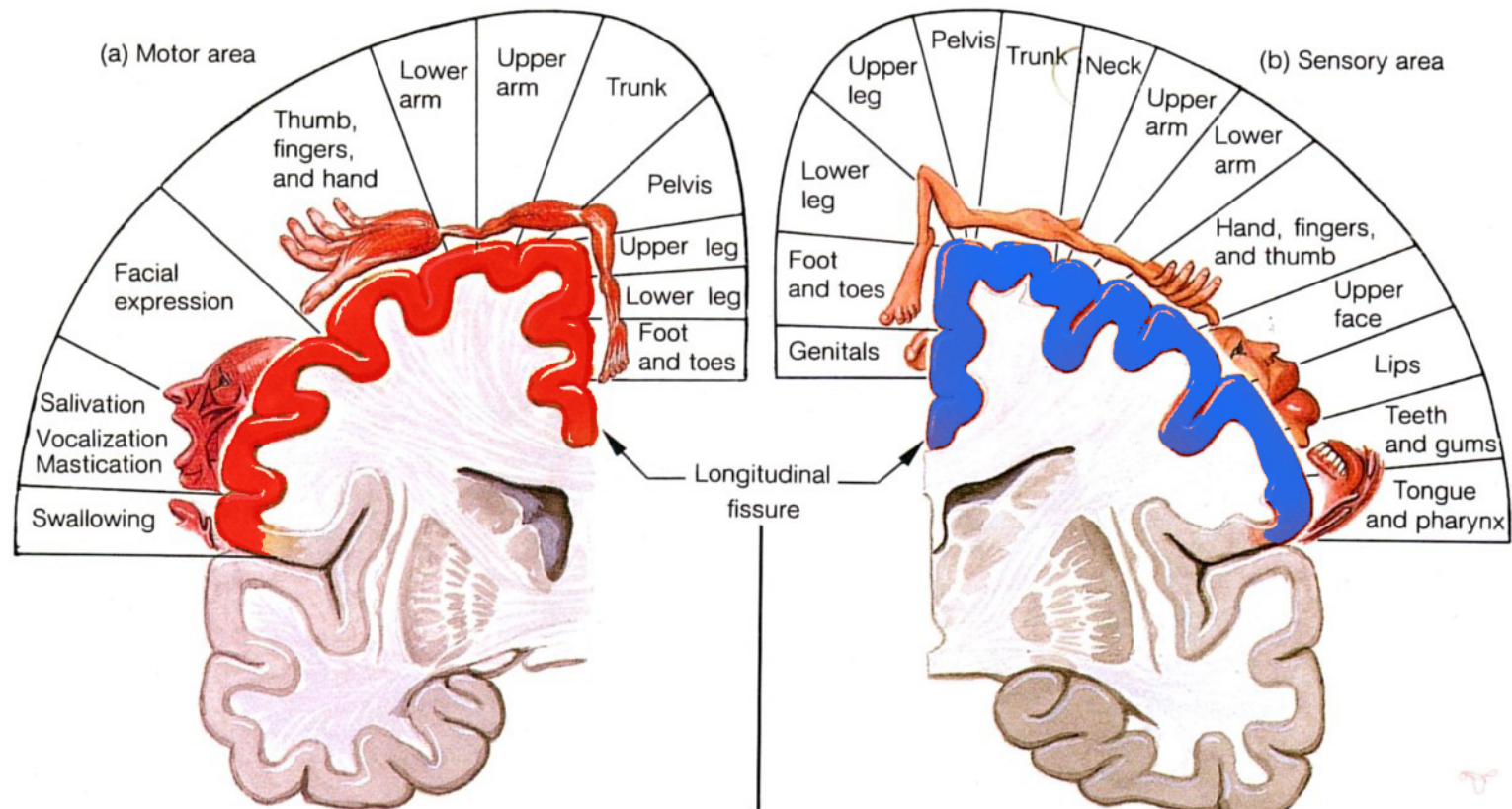


**Fig. 11-8.** Sezione trasversale del telencefalo condotta attraverso la zona sensoriomotrice con l'indicazione delle diverse sequenze motorie e sensitive. La lunghezza della linea scura connessa con ciascuna zona indica in modo relativo l'estensione media dell'area corticale da cui vennero ottenute le risposte specifiche (Da Penfield e Rasmussen, 1950).



# Aree motorie

# Aree sensoriali



post..

post..

anteriore

Waldrop



# WHAT THE BRAIN SEES



**SENSORY**



**MOTOR**

# Lezione 15

Funzioni superiori:  
memoria, coscienza,  
linguaggio, emozioni

# Le funzioni superiori dell'encefalo

1. Sono realizzate dalla corteccia cerebrale
2. Coinvolgono **interazioni complesse** tra aree diverse della corteccia, e tra la corteccia e altre aree del cervello
3. Comprendono l'**analisi delle informazioni coscienti ed incoscienti**
4. Non fanno parte dello schema programmato del cervello, ma **sono soggette a modificazioni ed adattamenti** nel tempo (apprendimento e → modifiche del comportamento)



# Regioni corticali di integrazione

Nella corteccia abbiamo già identificato:

- Aree motorie e sensoriali
- Aree associative
- Centri integrativi

Tra i centri integrativi possiamo ora identificare:

1. Area interpretativa generale (area gnosica) (di Wernicke)
2. Centro del linguaggio
3. Corteccia prefrontale
4. Aree di Brodman

## Connessioni delle aree associative

Due nuclei talamici forniscono la maggior parte delle afferenze sottocorticali:

- Il **pulvinar** proietta alla corteccia di associazione parietale
- I **nuclei mediali dorsali** proiettano alla corteccia di associazione frontale

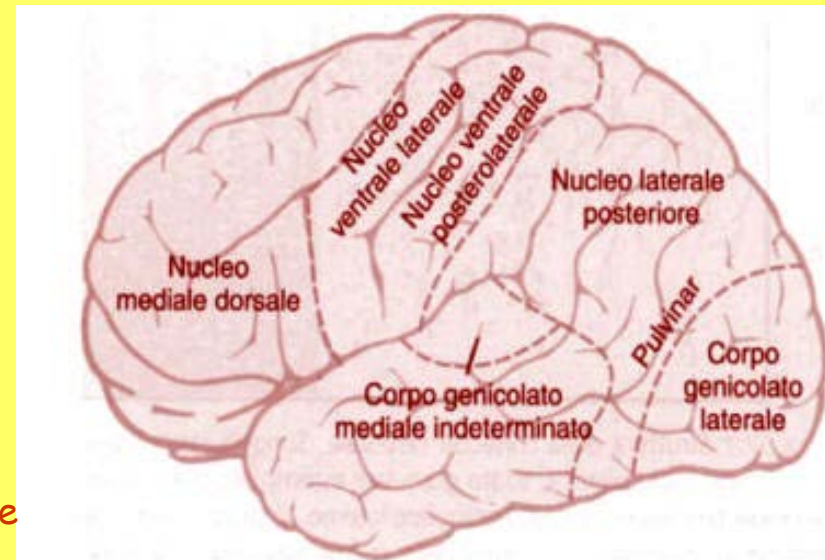


Figura 2. Aree della corteccia connesse con aree specifiche del talamo

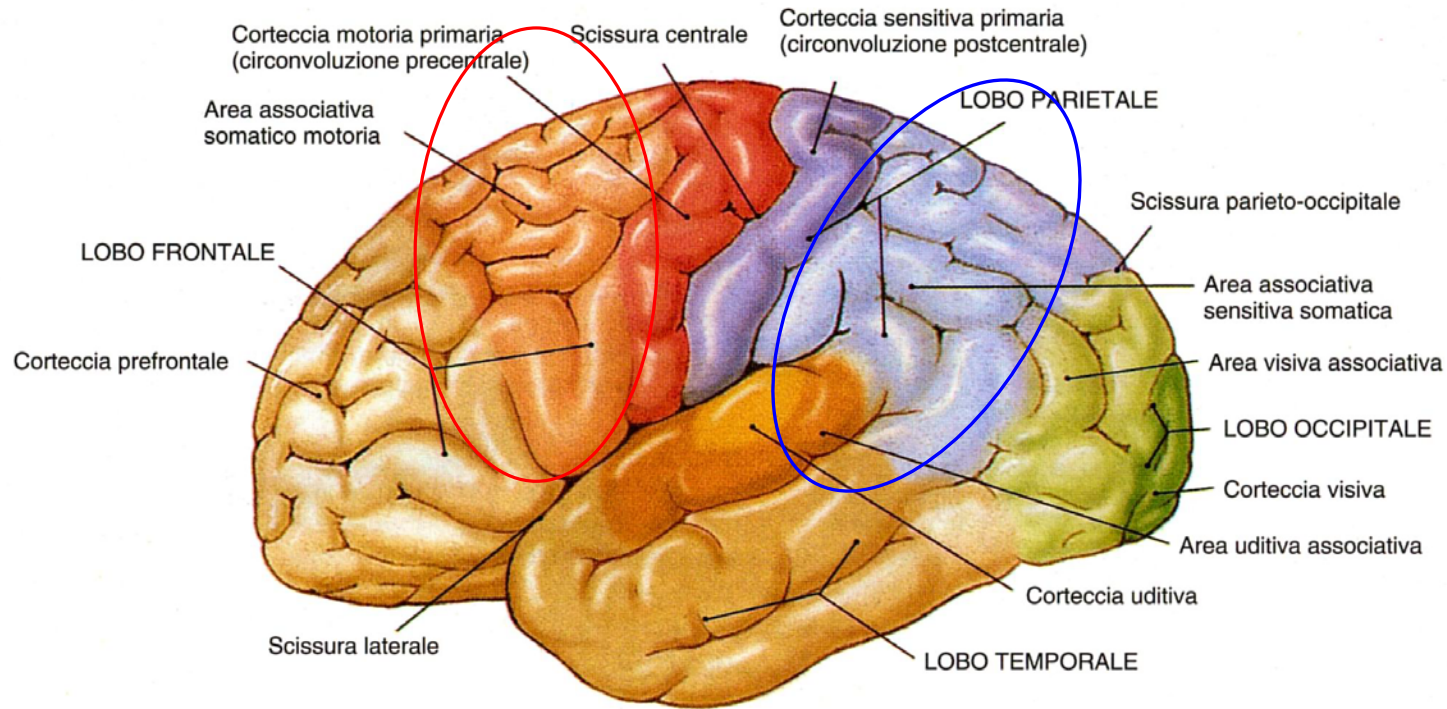
# Le aree associative della corteccia

Le regioni sensoriali e motorie della corteccia sono collegate alle Aree Associate vicine, che interpretano le informazioni in entrata o coordinano le risposte motorie in uscita

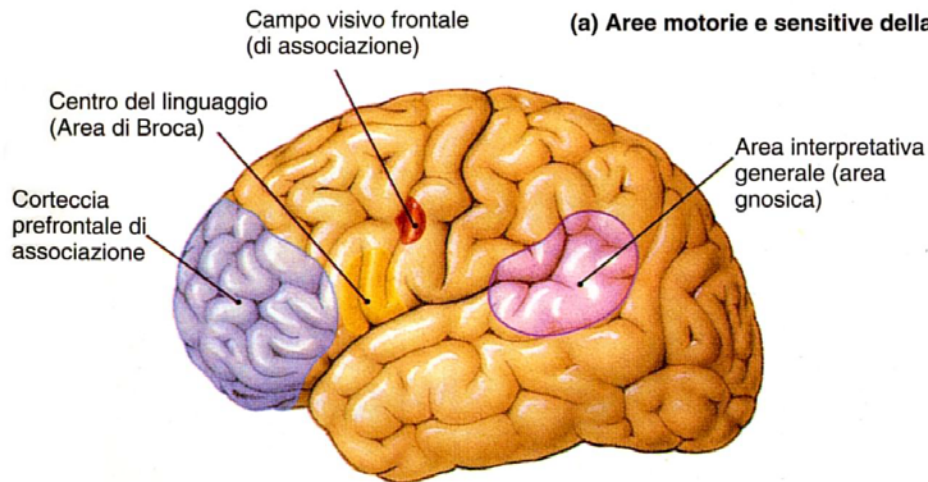
Ricordiamo le più estese:

1- **Area associativa motoria somatica**: responsabile delle risposte motorie apprese

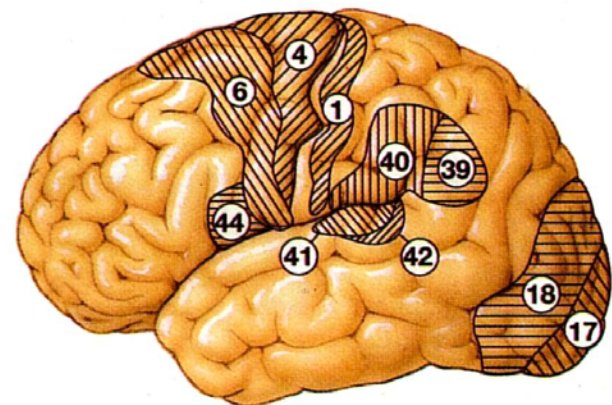
2- **Area associativa sensoriale somatica**: integra e interpreta le sensazioni date dalla forma e dimensioni degli oggetti



(a) Aree motorie e sensitive della corteccia cerebrale



(b) Aree corticali deputate alle funzioni integrative superiori



(c) Organizzazione istologica della corteccia cerebrale

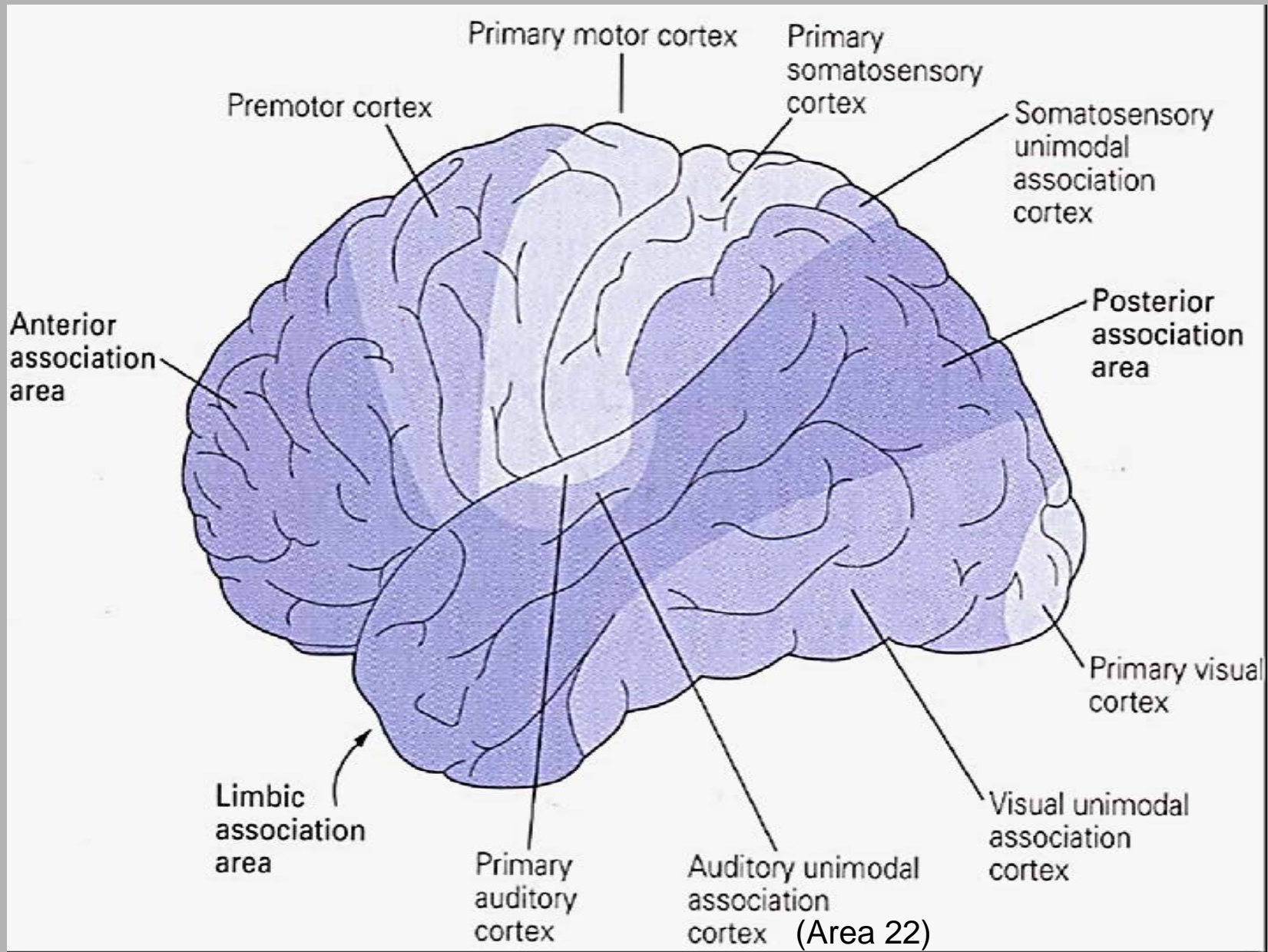
### Aree di Brodman

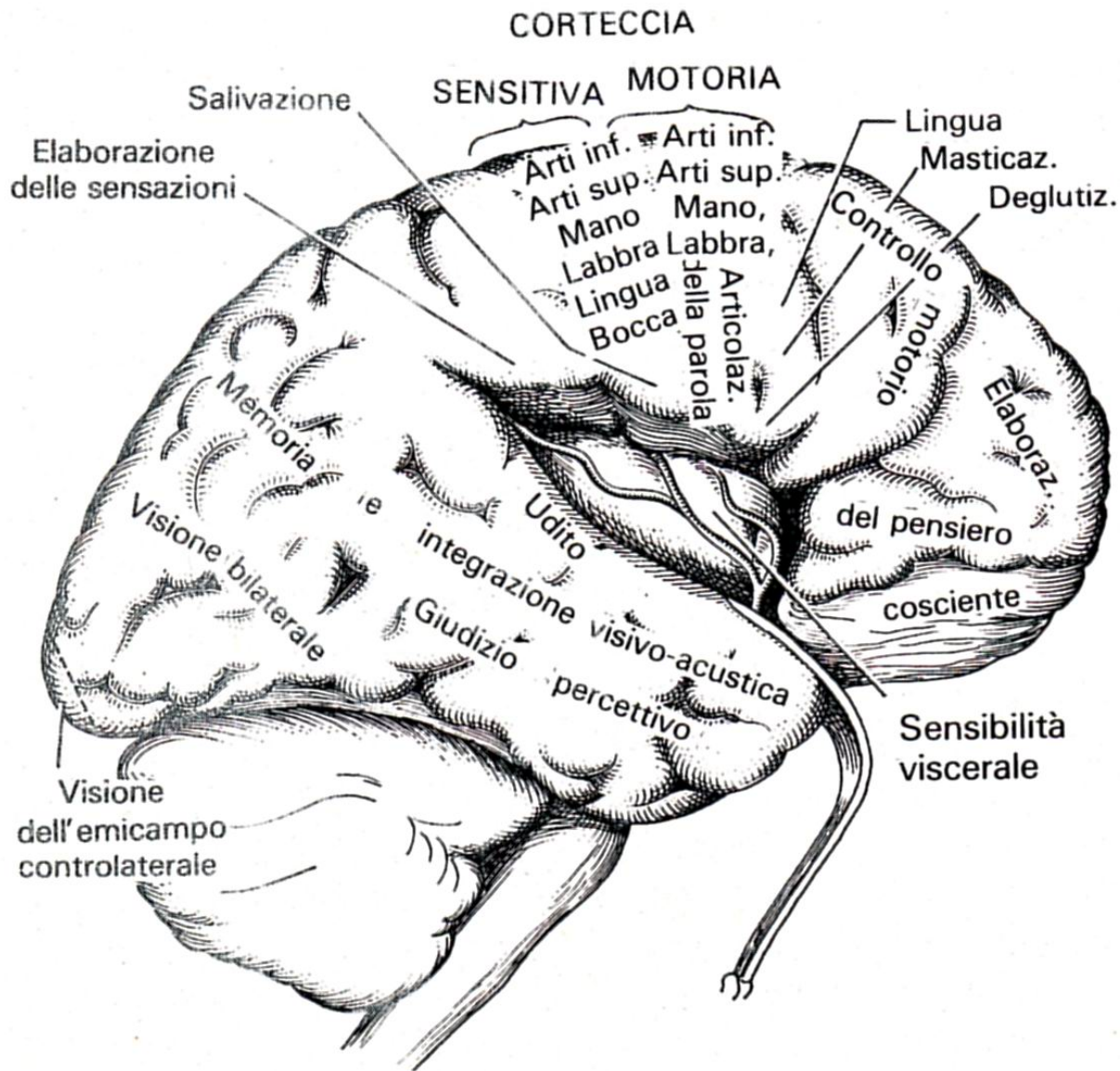
**FIGURA 16.7 AREE FUNZIONALI DELLA CORTECCIA CEREBRALE**

(a) Aree corticali motorie, sensitive generali e sensitive specifiche presenti in entrambi gli emisferi. (b) L'emisfero sinistro contiene generalmente l'area interpretativa generale e il centro del linguaggio. Altre specializzazioni dei due emisferi cerebrali sono mostrate in *Figura 16.8*. (c) Alcune aree corticali (classificazione di Brodman) numerate in base alla diversa organizzazione cellulare e alla funzione. Mettere a confronto queste regioni anatomiche con le aree funzionali rappresentate in (a) e (b).



**Le aree associative occupano la maggior parte della superficie corticale**





## Funzioni della corteccia

**Fig. 11-7.** Le diverse funzioni della corteccia cerebrale viste nel loro insieme, alcune ipotetiche (come quelle relative alle zone associative), altre bene accertate. L'idea che la porzione anteriore della corteccia occipitale sia connessa con entrambi gli emicampi visivi deriva dai risultati di indagini elettrofisiologiche (Da Penfield e Rasmussen, 1950).

# I centri integrativi

Ricevono e processano informazioni provenienti da diverse aree associative

Controllano attività motorie complesse e svolgono complicate funzioni analitiche

Si trovano in entrambi gli emisferi, MA quelli con attività particolarmente complesse (parlare, scrivere, fare calcoli, comprendere relazioni spaziali) si trovano in uno soltanto dei 2 emisferi

Sono:

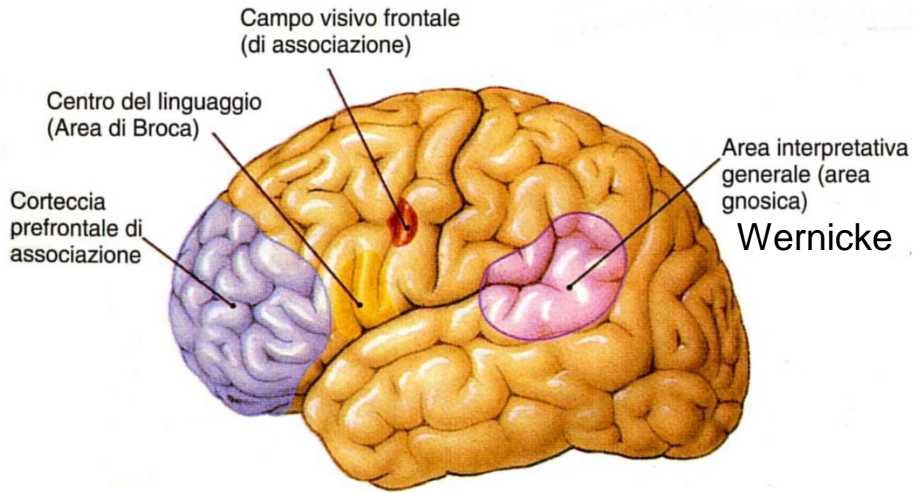
1- Area interpretativa generale (Wernicke)

2- Centro del linguaggio (Broca)

3- Corteccia prefrontale

4- Aree di Brodman





(b) Aree corticali deputate alle funzioni integrative superiori

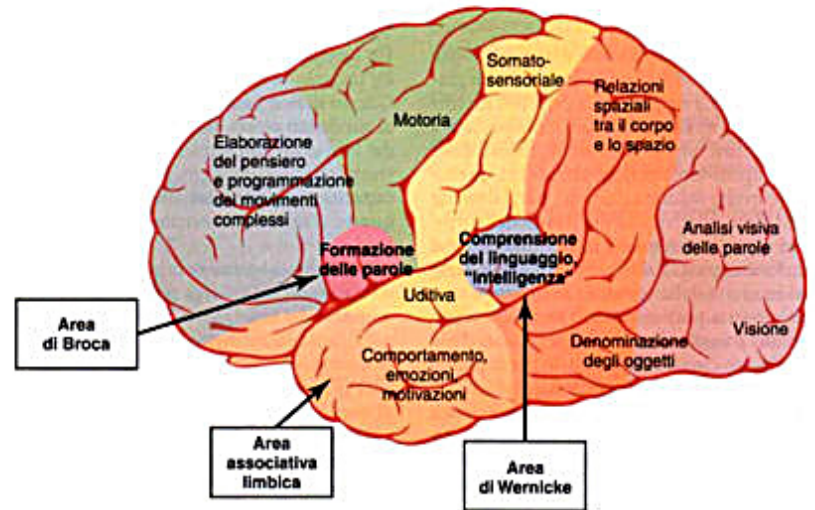


Figura 4. Mappa delle aree funzionali specifiche della corteccia parieto-occipito-temporale

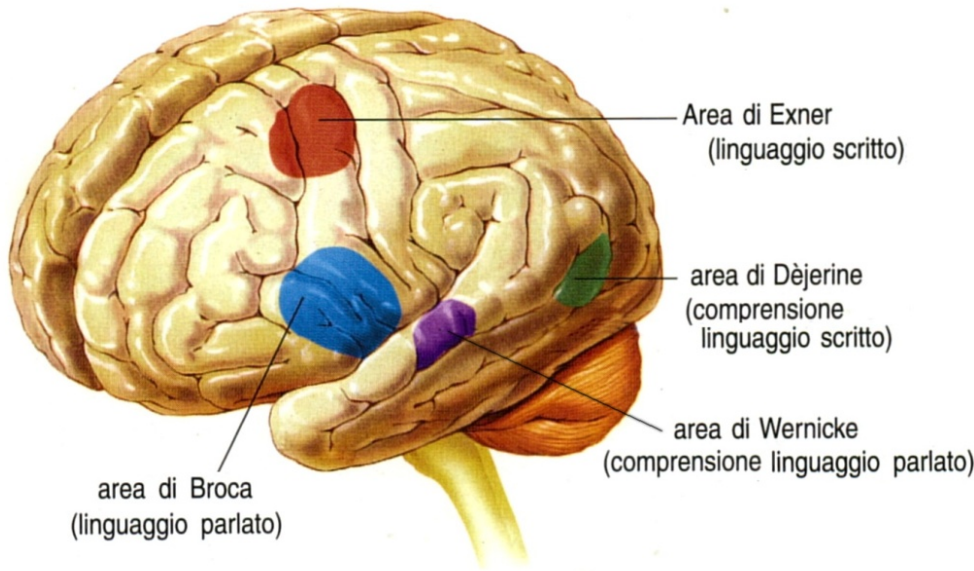
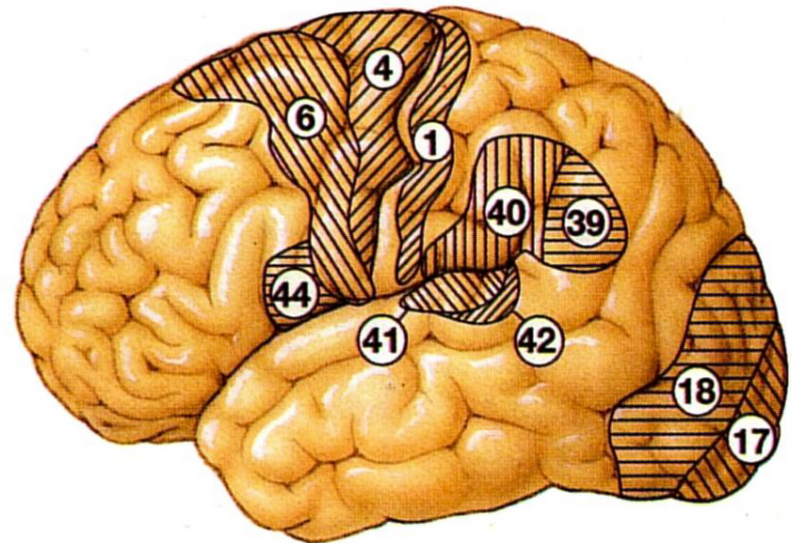
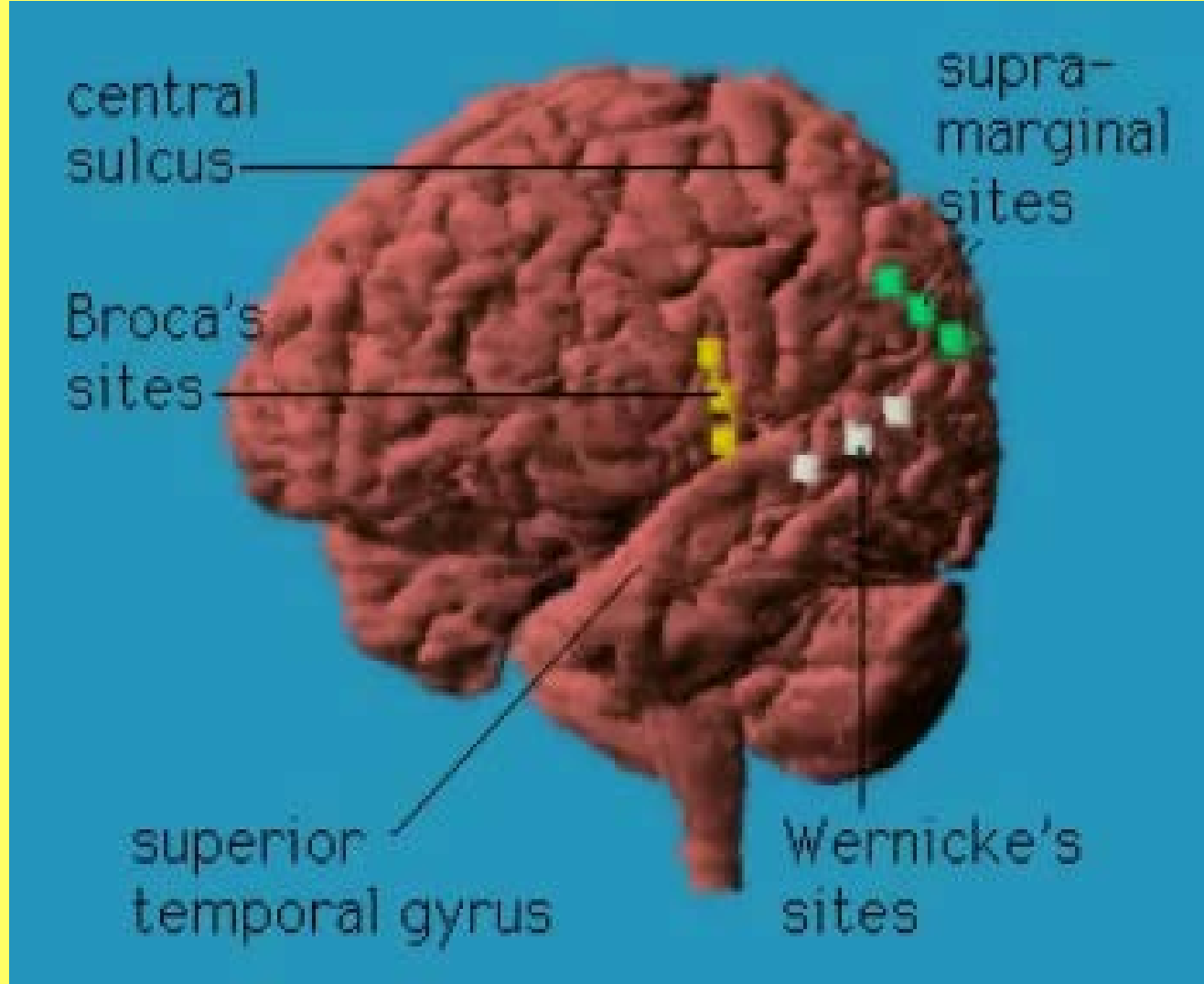


Fig. 14.42 - Superficie dell'emisfero cerebrale sinistro con l'indicazione dei centri del linguaggio. Le aree motorie sono indicate in **azzurro** e **rosso**, le aree sensitive in **viola** e **verde**.



1. Area interpretativa generale (area gnosica) (di Wernicke): riceve informazioni da tutte le aree sensitive di associazione. È presente in un solo emisfero, di solito il sinistro (Sx). Lesioni a questa area provocano la incapacità di integrare il significato di più parole nella stessa frase pur capendo il significato delle singole
2. Centro del linguaggio (area di Broca): raggiunto dalle efferenze della area gnosica, situato lungo il margine della corteccia premotoria dello stesso emisfero in cui si trova l'area gnosica (Sx). Regola la respirazione e i muscoli per la fonazione che servono ad articolare le parole. *L'area analoga dell'altro emisfero ha funzioni non ben note*
3. Corteccia prefrontale: è l'area più complessa, con estese connessioni con altre zone del cervello e presiede alle funzioni dell'apprendimento e del ragionamento. Le sue connessioni col sistema limbico controllano gli stati emozionali e le motivazioni, permette le astrazioni. Elabora i sentimenti di frustrazione, tensione e ansia correlati agli eventi in essere e alle loro conseguenze (→ *lobotomia pseudo-terapeutica*)
4. Aree di Brodman: mappa elaborata sulla base delle differenze istologiche delle varie aree corticali, molte delle quali corrispondono ad aree funzionali: es. la 4=area motrice primaria; 44=centro motore linguaggio;



## Are corticali del linguaggio

<http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/langarc1.mov>



# Specializzazione degli emisferi

Le regioni osservate sono presenti su entrambe gli emisferi, ma non così accade per le funzioni superiori.

I centri superiori compiono **funzioni diverse ma complementari**

- Nella maggioranza della popolazione è **L'EMISFERO SINISTRO** a svolgere le **funzioni di interpretazione generale e del linguaggio**, oltre che presiedere alle **funzioni analitiche** come fare calcoli o prendere decisioni logiche. Viene definito **emisfero dominante** o meglio **"emisfero categorico"**

- **L'EMISFERO DESTRO** analizza le informazioni sensitive e mette il corpo in relazione con l'esterno; identifica gli oggetti familiari, gli odori e i gusti. Viene detto **"emisfero rappresentativo"** (artistico)(femminile)(dei mancini)

- La comunicazione tra i due emisferi avviene tramite le **fibre commessurali**, specialmente quelle del **corpo calloso** (200 milioni di assoli  $\leftrightarrow$  4 miliardi di impulsi al secondo (4 gigaflop)

**IBM Jump** The supercomputer, an IBM p690 cluster nicknamed Jump (Jülich Multi Processor), has 41 nodes with 32 Power4+ processors with a clock frequency of 1.7 GHz and a shared memory of 128 Gbytes. All nodes are connected via the quick connection network "High Performance Switch". The complete system reaches a peak performance of **8.9 teraflops**. Users can submit jobs which use several hundred processors and up to 5 terabyte memory.



**IBM Blue Gene/L da 70 teraflops**, un prototipo che, non appena completato, verrà spostato presso il Lawrence Livermore National Laboratory del Department of Energy americano.



**Roadrunner**, il supercomputer realizzato da Ibm nel 2002, è infatti pronto a mettere la sua straordinaria capacità di calcolo a disposizione dell'indagine sulla parte oscura dell'universo, oltre che a quella di altri nove progetti dalle esigenze di calcolo analoghe. L'ultimo aggiornamento, compiuto nel settembre scorso, gli ha permesso di raggiungere una velocità di elaborazione dati di **1.105 petaflop**, ossia 1 seguito da quindici zeri calcoli al secondo. Da queste prestazioni il nome con cui la macchina (che occupa 560 metri quadrati di spazio) è stata battezzata, in onore del corridore della strada gigante (roadrunner in inglese) che perennemente sfugge a Wile E. Coyote nei popolari cartoni animati della Warner Bros. La sede di Roadrunner è il centro di ricerca dell'Amministrazione nazionale della sicurezza nazionale (Nnsa) di Los Alamos, nel New Mexico.



# SPECIALIZZAZIONI DEGLI EMISFERI

## Emisfero sinistro (+ razionale - categorico)

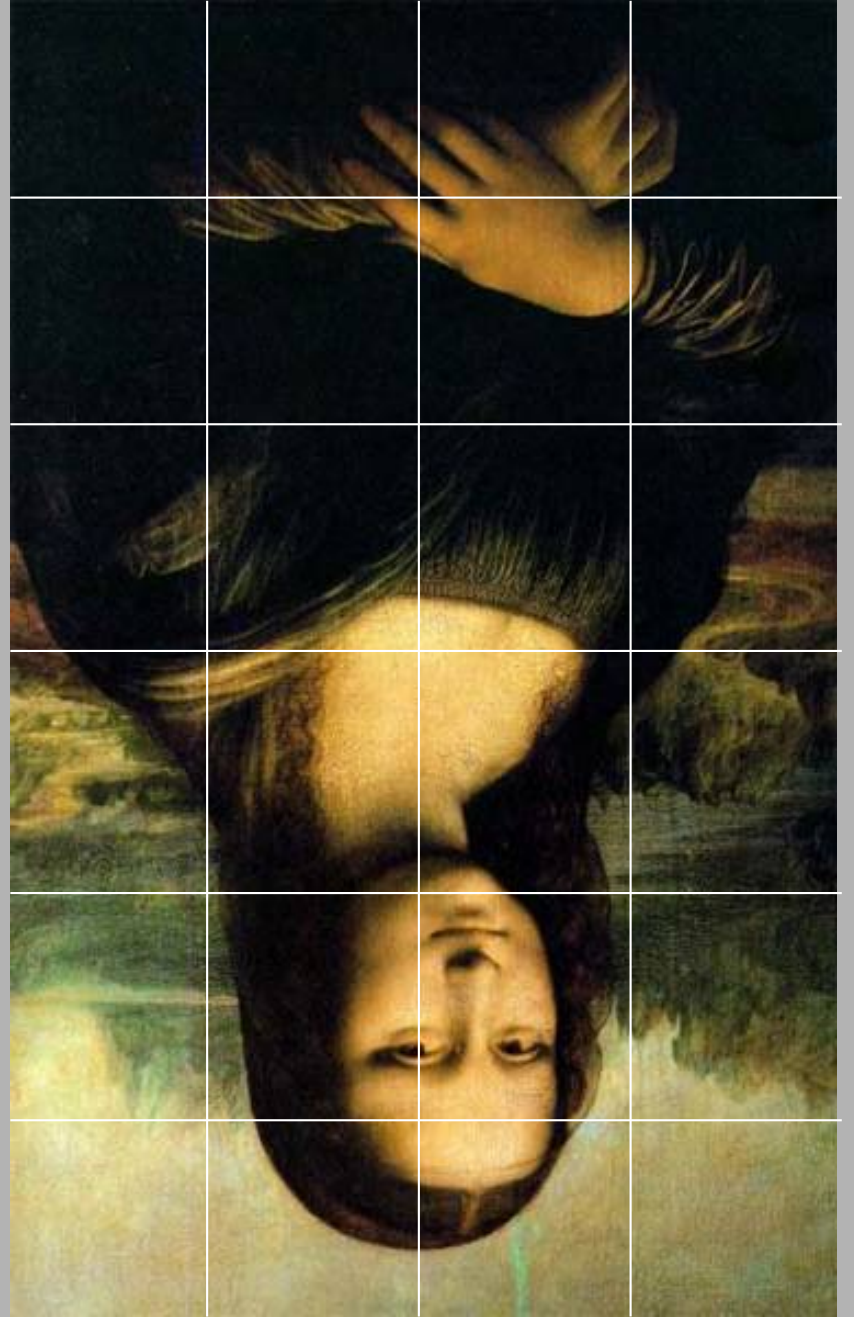
predominante nelle funzioni del linguaggio, lettura, matematica, nel controllo di determinati movimenti delle mani, di agilità gestuali.

## Emisfero destro (+ creativo - rappresentativo)

percezione degli stimoli acustici, suoni che non hanno a che fare con il linguaggio ma con la melodia, la tosse, il pianto, il riso. La percezione tattile, la percezione delle relazioni visive e spaziali (tecniche del disegno).

[esercizio del disegno rovesciato o fatto con la mano sinistra per stimolare l'emisfero dx]





# Esercizio di stimolazione dell'emisfero destro

Pronunciate AD ALTA VOCE I COLORI

( NON LE PAROLE ...!!! )

ROSSO GIALLO MARRONE

VERDE BIANCO

BLU FUCSIA VIOLA

ARANCIO BIANCO



SI FA UN PO' DI FATICA A PRONUNCIARE I  
COLORI PERCHE' TENDE A PREVALERE  
L'EMISFERO SINISTRO (QUELLO RAZIONALE,  
dove si trovano i centri del linguaggio, che  
interpretano quei particolari segni come parole)  
SUL DESTRO (QUELLO CREATIVO)

狗

DOG

龍

DRAGON

羊

GOAT

馬

HORSE

猴

MONKEY

牛

OX

豬

PIG

兔

RABBIT

鼠

RAT

雞

ROOSTER

蛇

SNAKE

虎

TIGER

LEGGETE AD ALTA VOCE . . . .



SECNODO UN PFROSSEORE DI LELL' UNVIESRITA'  
DI CMABDRIGE NON IMORPTA IN CHE ORIDNE  
ARAPAINO LE LETETRE INUNA PAORLA, L'UINCA  
CSOA IMNOPRTATE è CHE LA PIMRA E L'ULIMTA  
LETETRA SINAO NEL PTOSO GITUSO. IL  
RIUSTLATO PUO' SERBMARE MLOTO CNOFSUO, MA  
NOOSTATNE TTUTO SI PUO' LEGERGE SEZNA  
MLOTI PRLEOBMI.

**Esercizio della scrittura del numero 3,  
ruotando la gamba e il piede destro in senso  
antiorario**

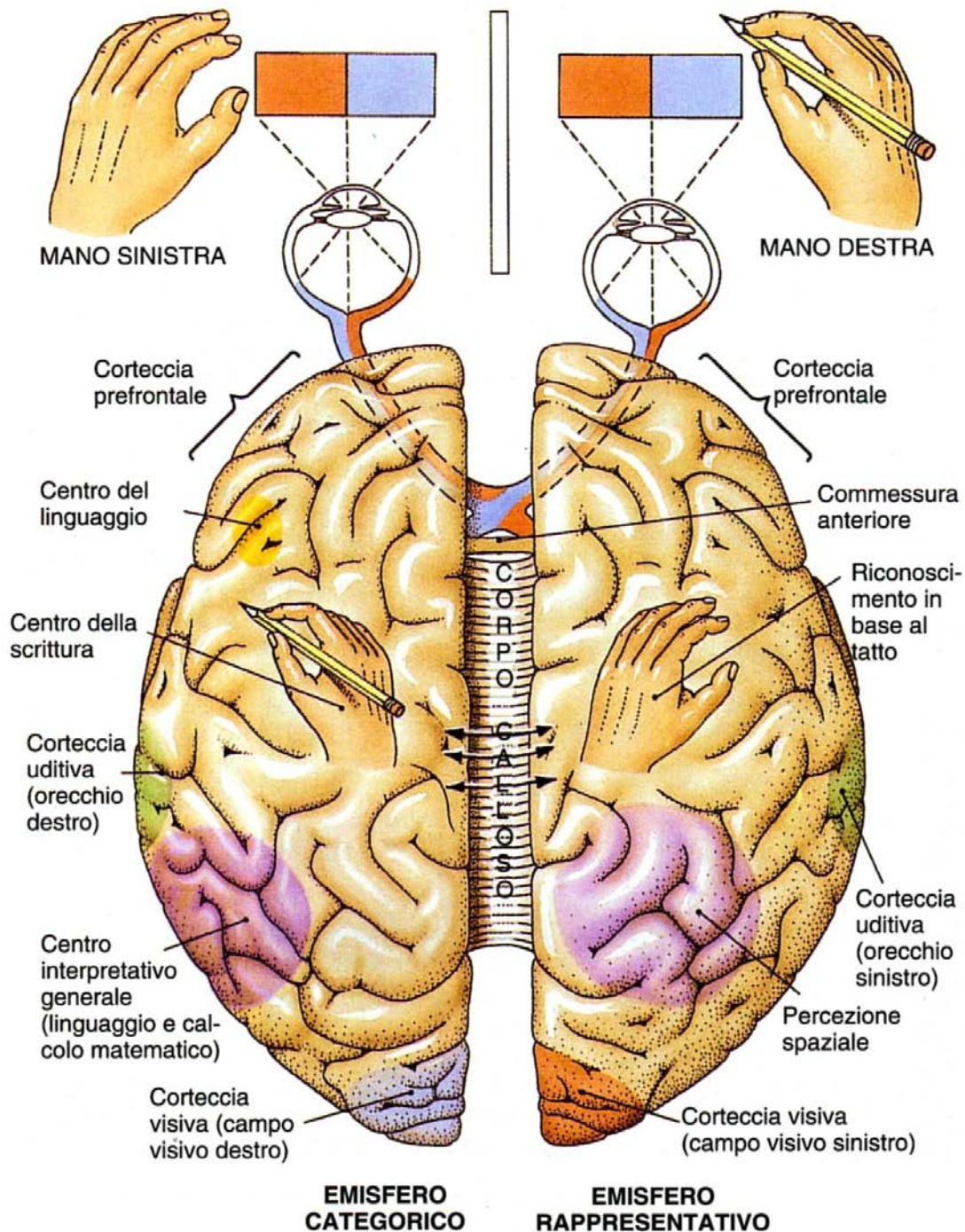
## FUNZIONI DELL'EMISFERO SINISTRO

- usa la logica
- è orientato a percepire i dettagli
- prevalgono i fatti
- parole e linguaggio
- presente e passato
- matematica e scienza
- riesce a comprendere
- sapere
- riconoscere
- percezione di ordine e schema
- conosce i nomi delle cose
- si basa sulla realtà
- crea strategie
- pratico
- ama la sicurezza

## FUNZIONI DELL'EMISFERO DESTRO

- usa i sentimenti
- è orientato a percepire il quadro generale
- prevale l'immaginazione
- simboli ed immagini
- presente e futuro
- filosofia e religione
- riesce ad arrivarci
- credere
- apprezzare
- percezione spaziale
- conosce la funzione delle cose
- si basa sulla fantasia
- possibilità del momento
- impetuoso
- corre rischi

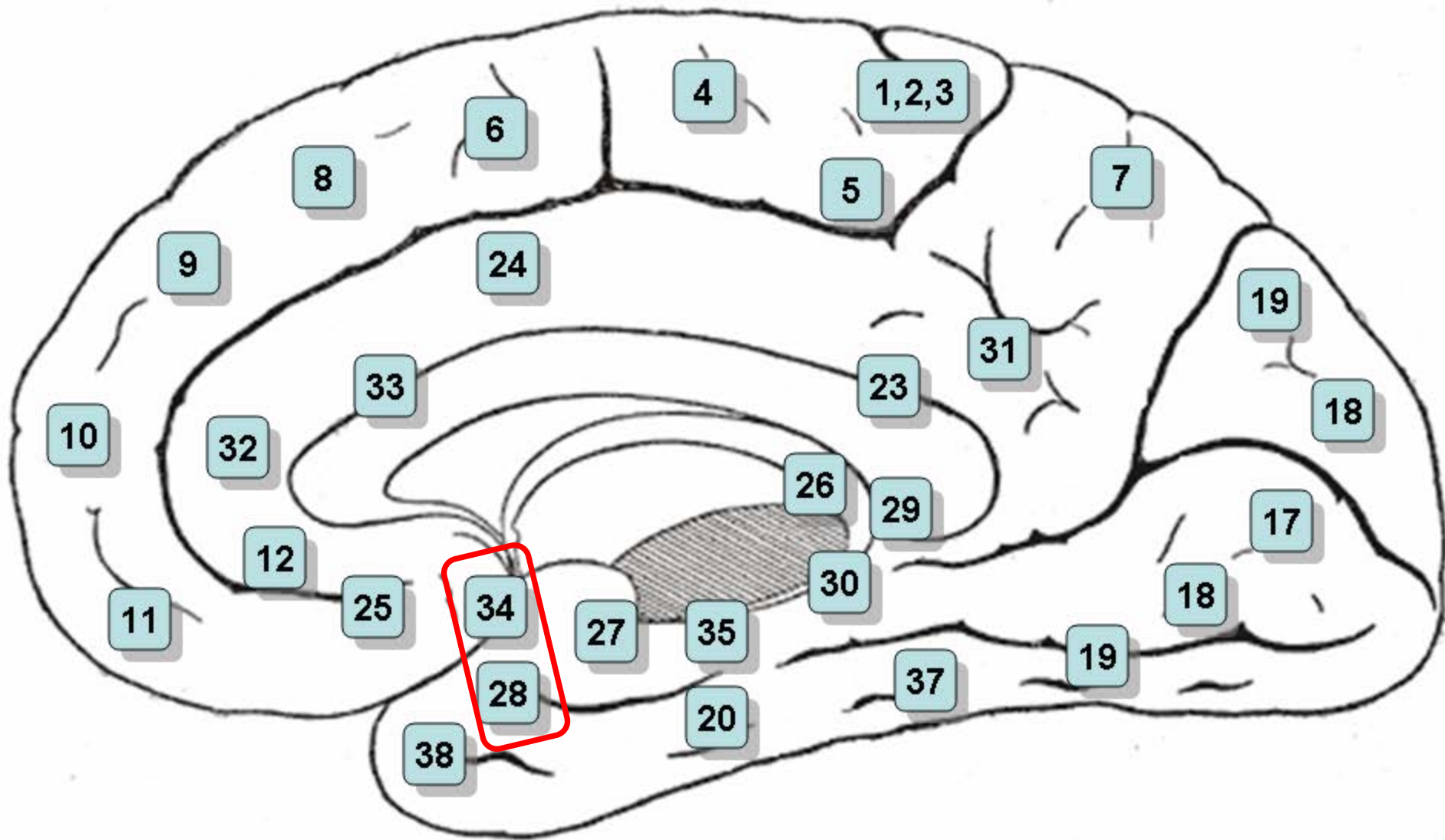




Differenze funzionali tra emisfero dx e sx: notare che l'informazione sensitiva speciale è trasferita all'emisfero cerebrale sul lato opposto (decussazione delle vie)

# MEMORIA

- una delle principali attività mentali, coinvolge interazioni tra corteccia e altre regioni dell'encefalo
- Per "memoria" si intende la capacità di richiamare frammenti di informazioni acquisite con l'esperienza, sia in maniera volontaria che inconscia
- la corteccia è capace di conservare e richiamare sia la memoria a **breve termine** (alcuni secondi o minuti)[**Amigdala**] sia quella a **lungo termine** (giorni o anni), [**Giro del Cingolo e Corteccia Entorinale [28] e [34] di Brodmann**], sia di convertire la 1<sup>a</sup> nella 2<sup>a</sup> (memoria **consolidata**), che coinvolgono zone diverse della corteccia (lobi temporale, parietale e occipitale )
- essenziali per il consolidamento della memoria sono **l'ippocampo e l'amigdala** (del sistema limbico), mentre i **nuclei della base** a loro connessi svolgono un ruolo non chiarito nel richiamare e immagazzinare i ricordi
- **le memorie sensitive e motoria sono riferite alle corrispondenti aree associative** (ad es. la memoria visiva nell'area di associazione visiva, quella motoria nella corteccia premotoria
- **aree specializzate dei lobi occipitale e temporale conservano la memoria di volti, voci, suoni e parole, oggetti**



Corteccia Entorinale – Aree 28 e 34 di Brodmann



- La memoria a lungo termine consisterebbe in TRACCE STRUTTURALI (**Engrammi**) nella corteccia cerebrale (*modificazioni permanenti nelle sinapsi di uno specifico circuito di neuroni, aumento numerico delle terminazioni presinaptiche e dei recettori postsinaptici, dei dendriti e dei neuroni coinvolti, forse degli acidi nucleici*)
- Variazioni dovute all'età: si perde la memoria a breve termine
- Variazioni dovute a malattie (per es. Alzheimer: perdita dei ricordi sia a breve che lungo termine)

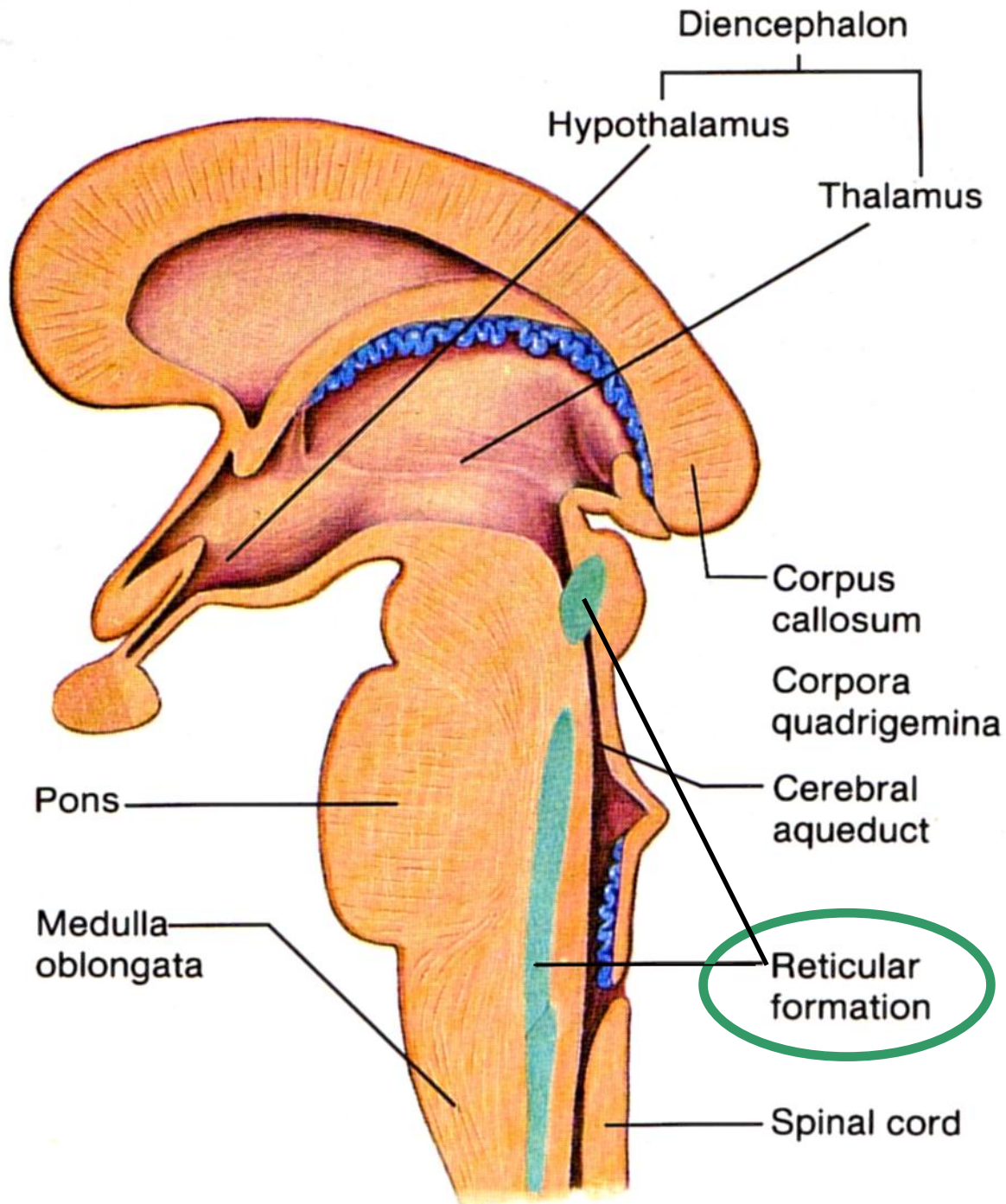
**Engramma** Traccia mnemonica che si forma nel sistema nervoso in seguito all'esperienza e all'apprendimento. La natura organica dell'engramma si fonda su due ipotesi complementari, che implicano: **a) la formazione di circuiti nervosi specifici (circuiti riverberanti)**, per cui l'informazione viene codificata come scarica di potenziale d'azione; **b) una attivazione e facilitazione della trasmissione sinaptica**, per cui l'informazione viene codificata dapprima a livello dei **mediatori chimici**, quindi con **modificazioni morfologiche dei neuroni** (aumento delle superfici di contatto, del numero di dendriti ecc.). La prima ipotesi appare valida per la memoria a breve termine, mentre la seconda si applica alla memoria a lungo termine. *Una terza ipotesi, non validata sperimentalmente, implicherebbe una codificazione dell'informazione attraverso una **modificazione delle molecole di acidi nucleici, RNA o DNA** dei neuroni*

# COSCIENZA

Coscienza: stato della consapevolezza di sè, del proprio ambiente e degli altri esseri viventi

- dipende dall'eccitamento dei neuroni corticali ad opera di impulsi provenienti da neuroni noti come Sistema Attivatore Reticolare
- il sistema attivatore reticolare comprende centri della Formazione Reticolare del tronco cerebrale (specialmente nella sua porzione mesencefalica) che ricevono impulsi dai nervi sensitivi encefalici e spinali, che vanno al Talamo e da questo (che focalizza l'attenzione su processi mentali specifici) vengono diffusi a tutta la Corteccia Cerebrale
- senza una eccitazione continua della corteccia da parte degli impulsi attivatori reticolari l'individuo è in stato di incoscienza e non può essere risvegliato.

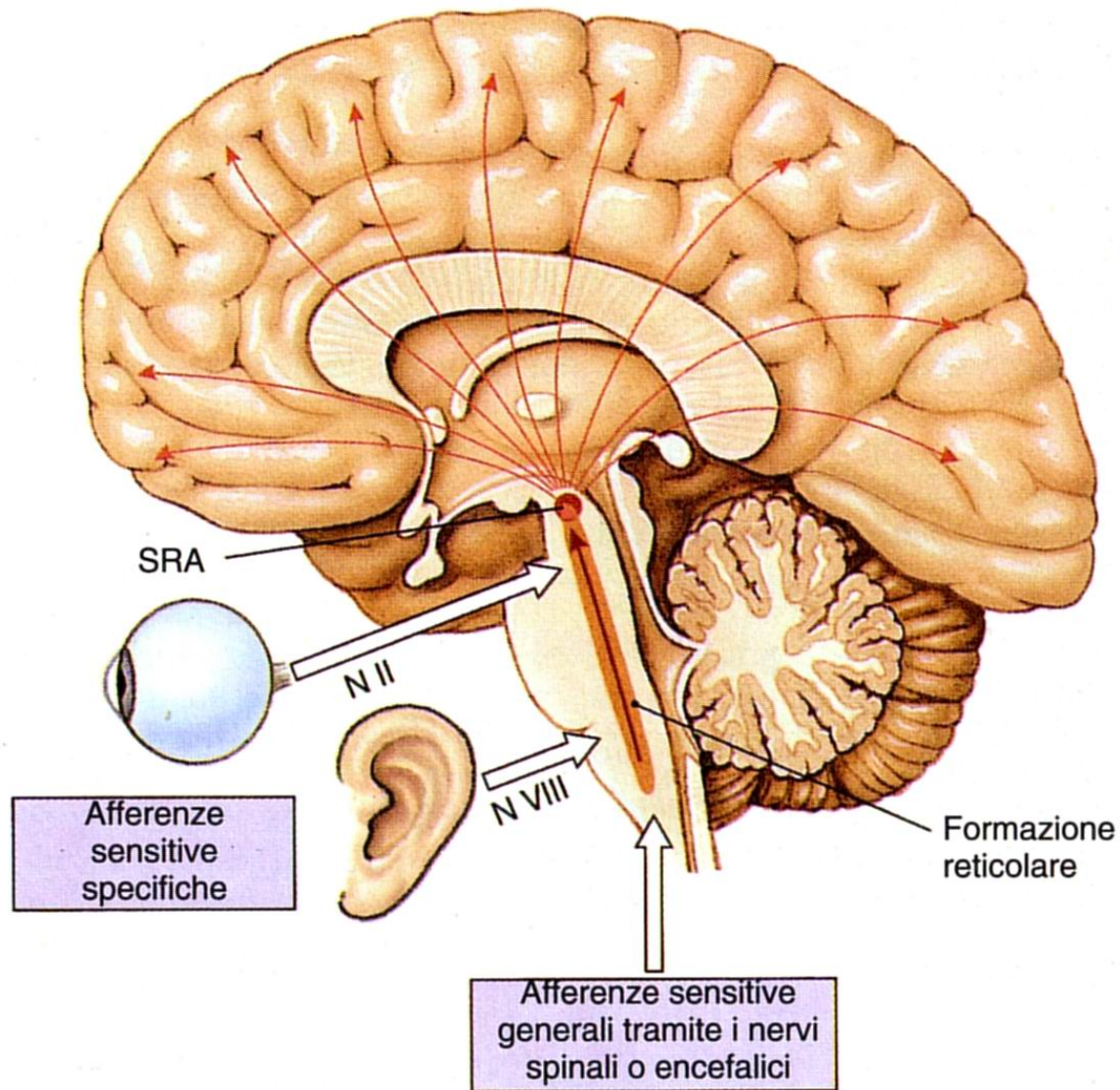
**N.B. distinguere da Sonno-Veglia**



**Formazione  
reticolare**



Forti luci e forti rumori durante il sonno ci svegliano...



### FIGURA 16.9 SISTEMA RETICOLARE ATTIVANTE

Il centro mesencefalico della formazione reticolare consiste nel sistema reticolare attivante (SRA), che riceve impulsi da diverse vie sensitive. La stimolazione di questa regione provoca il risveglio e il potenziamento dello stato di attenzione.

## Osservazioni:

### Il sistema attivatore reticolare:

1. è necessario per mantenere lo stato di **veglia** e di **allerta** della corteccia cerebrale
2. è essenziale per mantenere lo **stato di coscienza**

^ I **barbiturici** deprimono l'attività del sistema attivatore reticolare e inducono sonno.

^^ Le **anfetamine** stimolano e rafforzano lo stato di allerta e procurano insonnia.

- Variazioni del livello dello stato di coscienza sono normali (stato di notevole allerta o di rilassatezza o distrazione)

- In determinate condizioni si possono avere **stati alterati di coscienza** (**anestesia** e **coma**)

- Popoli di varia cultura hanno familiarità con **stati alterati di coscienza** noti come **MEDITAZIONE** (livello più alto o più espanso di coscienza accompagnato paradossalmente da un alto grado di rilassamento e di allerta), anche indotti dalla assunzione di **sostanze psicotrope**

# LINGUAGGIO

- funzioni del linguaggio: abilità di parlare, scrivere e comprendere le parole scritte e parlate (area di Broca)
- aree speciali dei lobi frontale, parietale e temporale funzionano come centri del linguaggio
- **nel 90% delle persone sono localizzati nell'emisfero sinistro, nel restante 10 % in entrambi gli emisferi cerebrali (se lesioni → afasie).**



# EMOZIONI

Si consiglia di seguire un Corso di Psicologia ..!!!

# Lezione 16

## Sistema Nervoso Periferico

# IL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO ( S.N.P. )

Il S.N.P. è composto da

- 12 paia di nervi cranici
- 31 coppie di nervi spinali già citati...

- Molti sono nervi misti le cui fibre efferenti possono appartenere al sistema nervoso somatico (muscoli scheletrici) o al sistema nervoso vegetativo (muscolatura liscia e cardiaca, ghiandole).



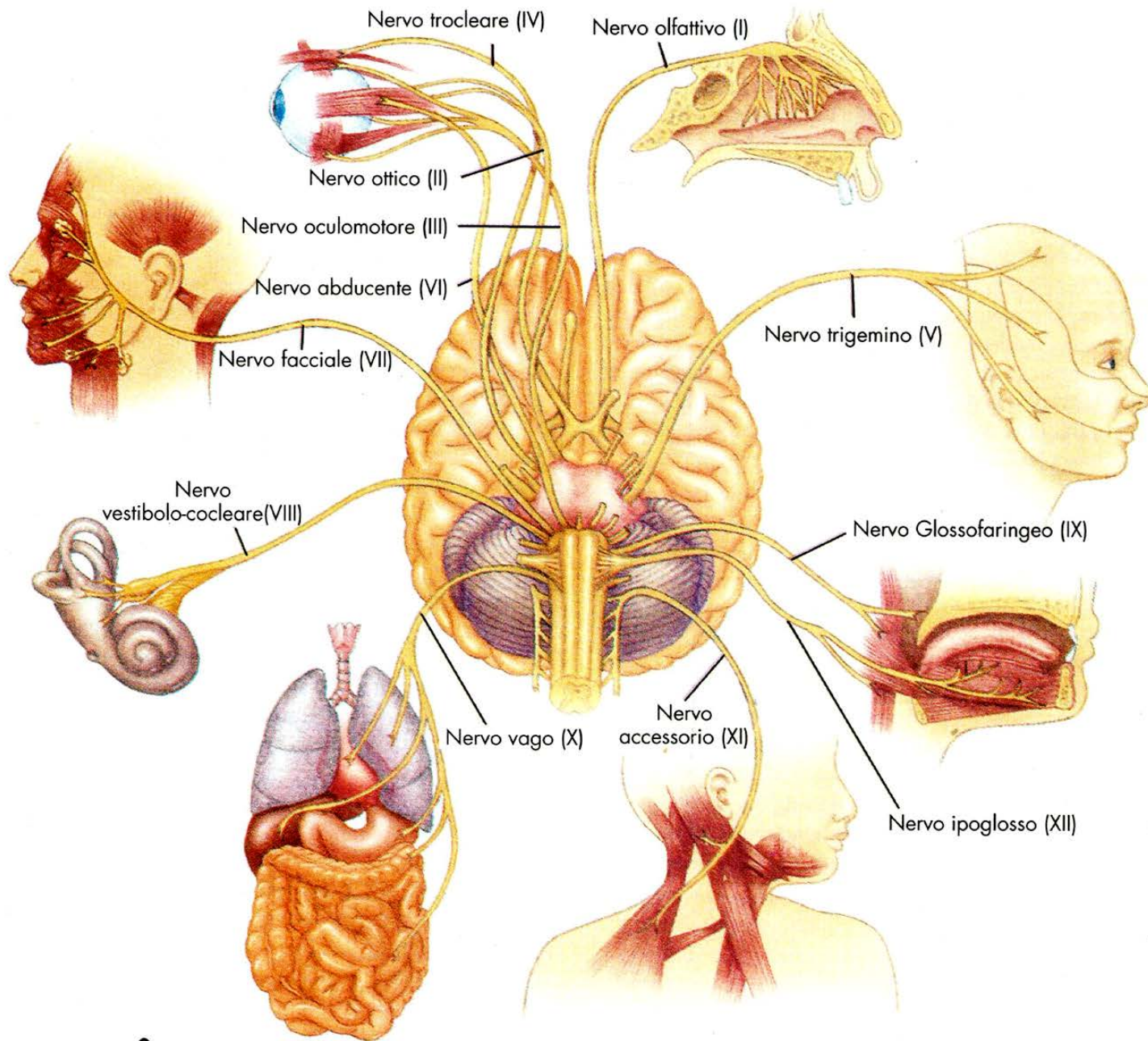
# NERVI CRANICI

Emergono dalla superficie dell'encefalo, per la maggior parte dal tronco encefalico (10 su 12).

Sono numerati, e il n° indica l'ordine secondo il quale emergono lungo l'asse longitudinale dell'encefalo; il nome ne indica la funzione.

Ogni nervo cranico si stacca dall'encefalo in corrispondenza del nucleo sensoriale e/o motorio a cui è associato

- **nervi cranici sensitivi:** solo assoni di neuroni sensitivi
- **nervi cranici motori:** principalmente assoni motori e un minimo di sensitivi (monitoraggio stato di tensione dei muscoli).
- **nervi cranici misti:** assoni di neuroni motori + neuroni sensitivi



**FIGURA 13-1** Nervi cranici. Superficie ventrale dell'encefalo che presenta l'origine apparente dei nervi cranici.

**Azzurro = Sensitivo**

**Nero = Misto**

**Rosso = Motore**

**Olf-Ott**

**Oculom-Tro-Abdu**

**Tri-Fac-**Stato**Acu**

**Glo-Vag-**Acc**-Ipo**

**1-2**

**3-4-6**

**5-7-8**

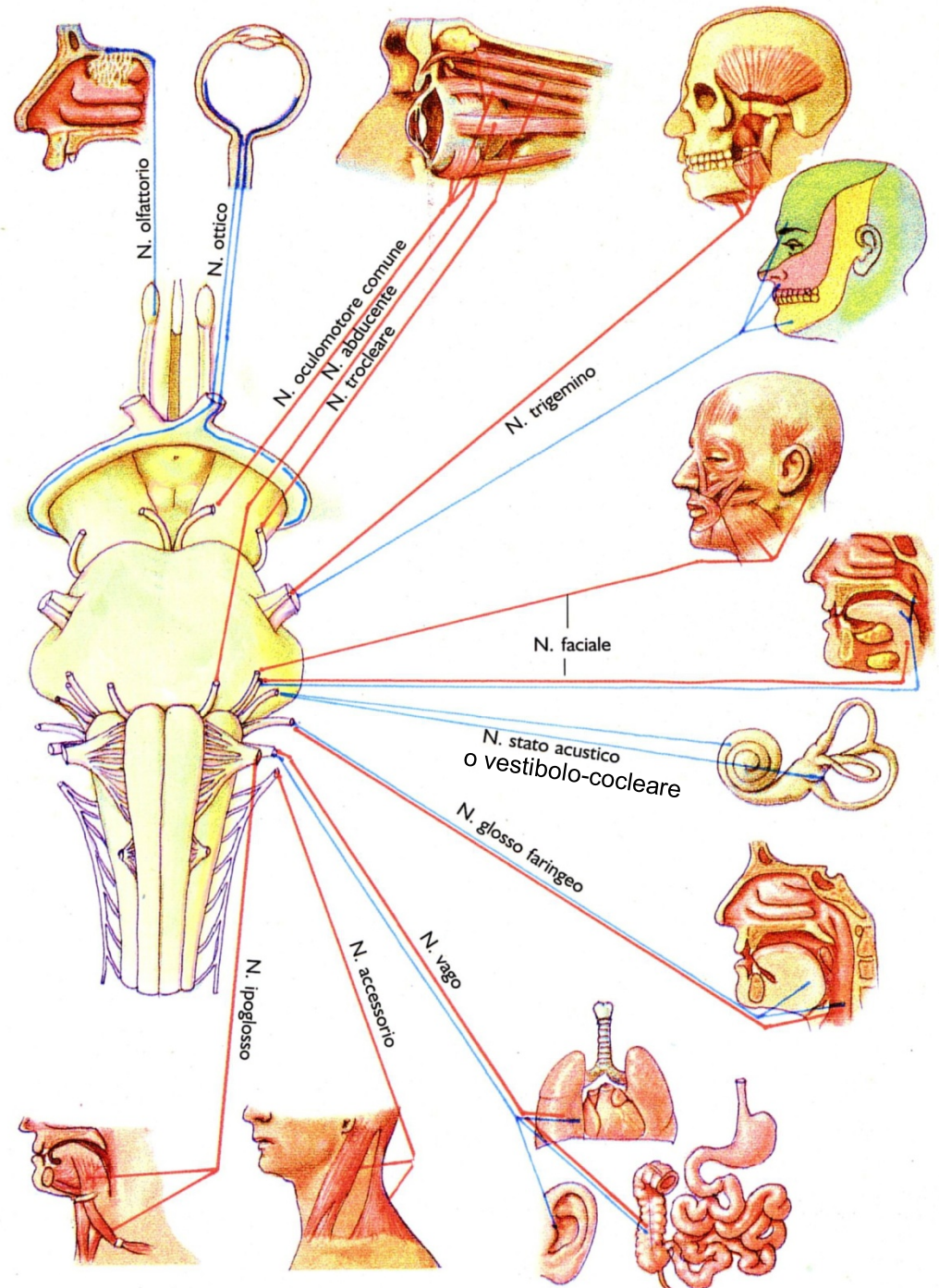
**9-10-11-12**

**I, II**

**II, IV, VI**

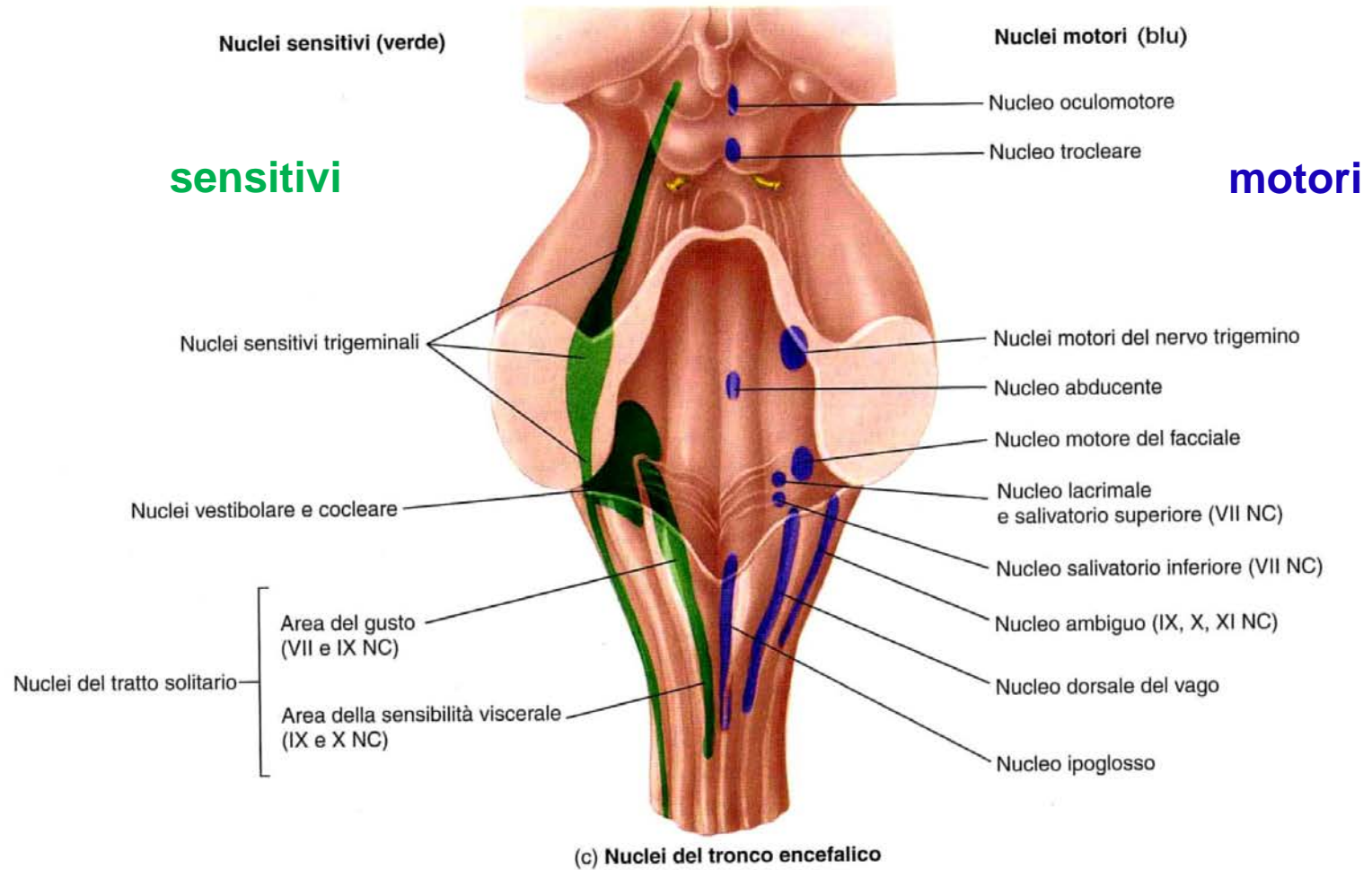
**V, VII, VIII**

**IX, X, XI, XII**





# Nuclei dei nervi encefalici (solo di un lato)



**Figura 11.2 Tronco encefalico e diencefalo**

(a) Visione anteriore. (b) Visione postero-laterale. (c) Nuclei del tronco encefalico. Sulla sinistra sono schematizzati i nuclei sensitivi (*verde*), mentre sulla destra sono schematizzati i nuclei motori (*viola*). Anche se lo schema è relativo ad un solo lato, entrambe le porzioni del tronco cerebrale (destra e sinistra) hanno sia nuclei motori che sensitivi. Nell'inserito è evidenziata la localizzazione del diencefalo (*rosso*) e del tronco encefalico (*blu*).

## I N. OLFATTIVO (sensitivo)

I pericari si trovano nella mucosa della volta delle fosse nasali, i fascetti di assoni attraversano la lamina cribrosa dell'etmoide e terminano nel Bulbo Olfattivo (rinencefalo). Da qui partono i **Tratti Olfattivi** x altre parti della corteccia

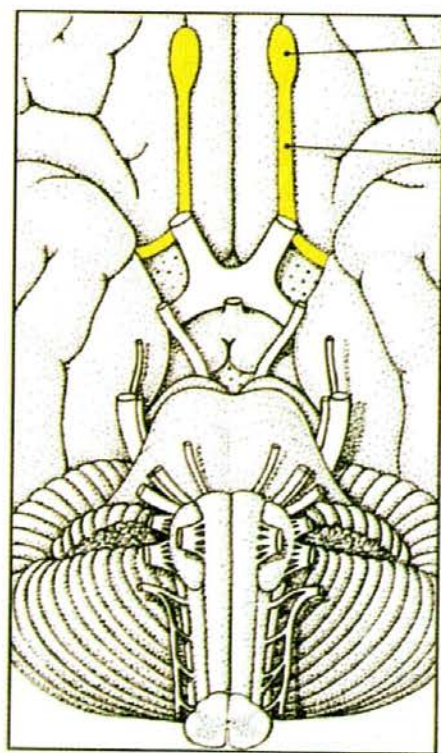
## II N. OTTICO (sensitivo)

Gli assoni dai neuroni sensitivi della retina formano i **nervi ottici** (nel nervo ottico → fibre dello stesso lato)

Questi passano dai forami ottici delle orbite, formano il chiasma ottico (decussazione) che si continua nei Tratti Ottici (fibre da entrambi gli occhi) ← → [sovrapposizione dei campi visivi nella corteccia associativa ottica].

Il **tratto ottico** → fibre che terminano nei **Nuclei Genicolati del talamo (diencefalici)**.

Da qui tramite le Radiazioni Ottiche (fibre di proiezione ottica) raggiungono l'area visiva della corteccia del lobo occipitale (area 17 Brodmann)



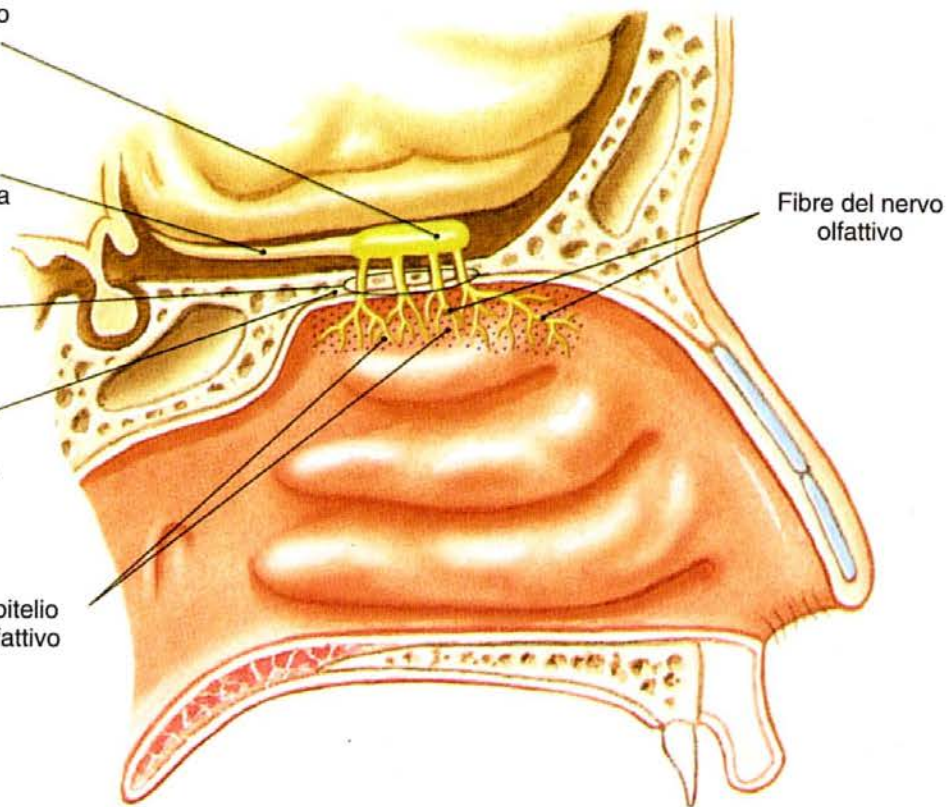
Bulbo olfattivo sinistro  
(terminazione del  
nervo olfattivo)

Tratto olfattivo  
(alla corteccia olfattiva  
del cervello)

NERVO  
OLFATTIVO (N I)

Lamina  
cribrosa  
dell'etmoide

Epitelio  
olfattivo



Fibre del nervo  
olfattivo

FIGURA 15.22 IL NERVO OLFATTIVO.



**OKKIO:  
Vista da  
Sotto...**

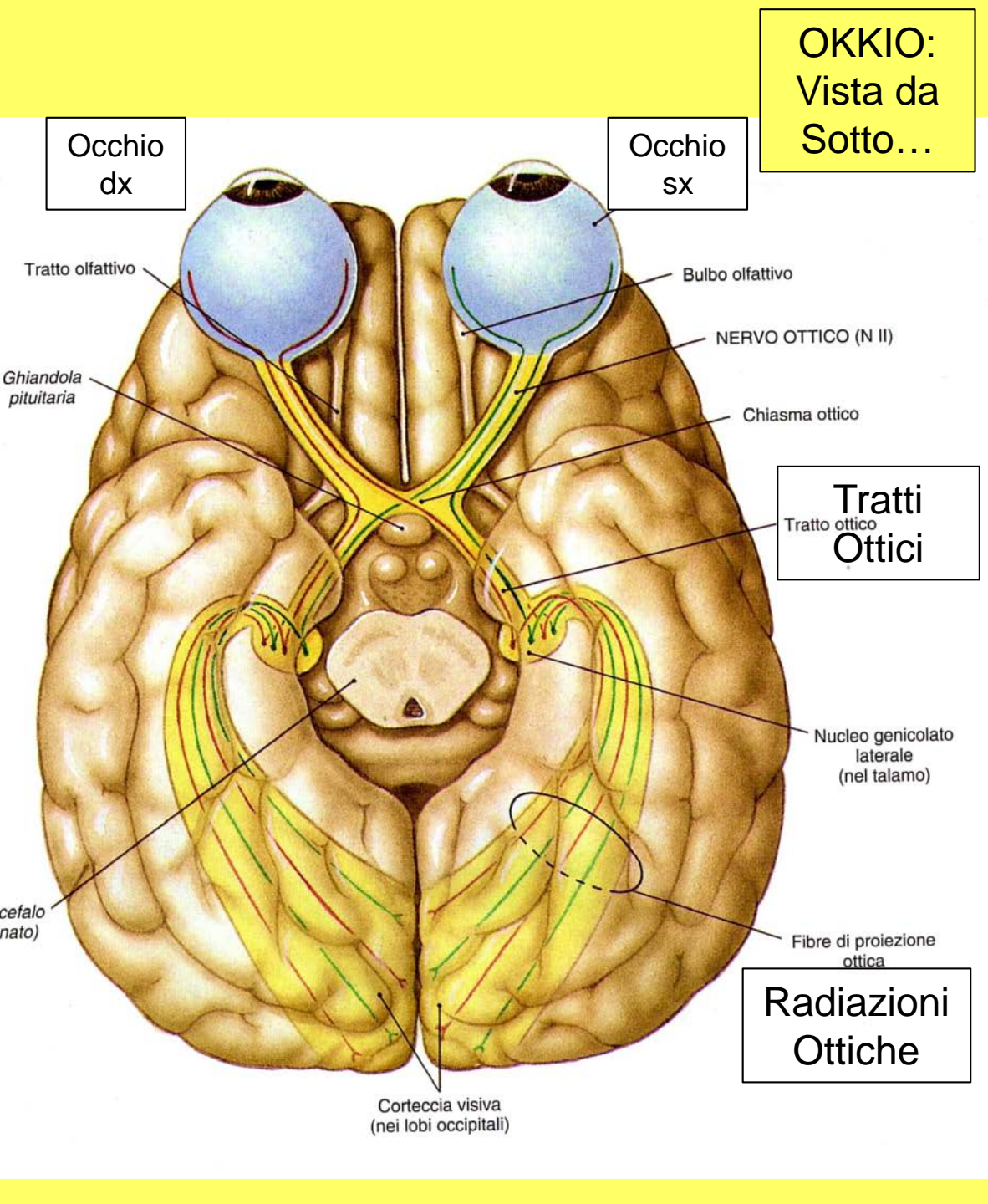
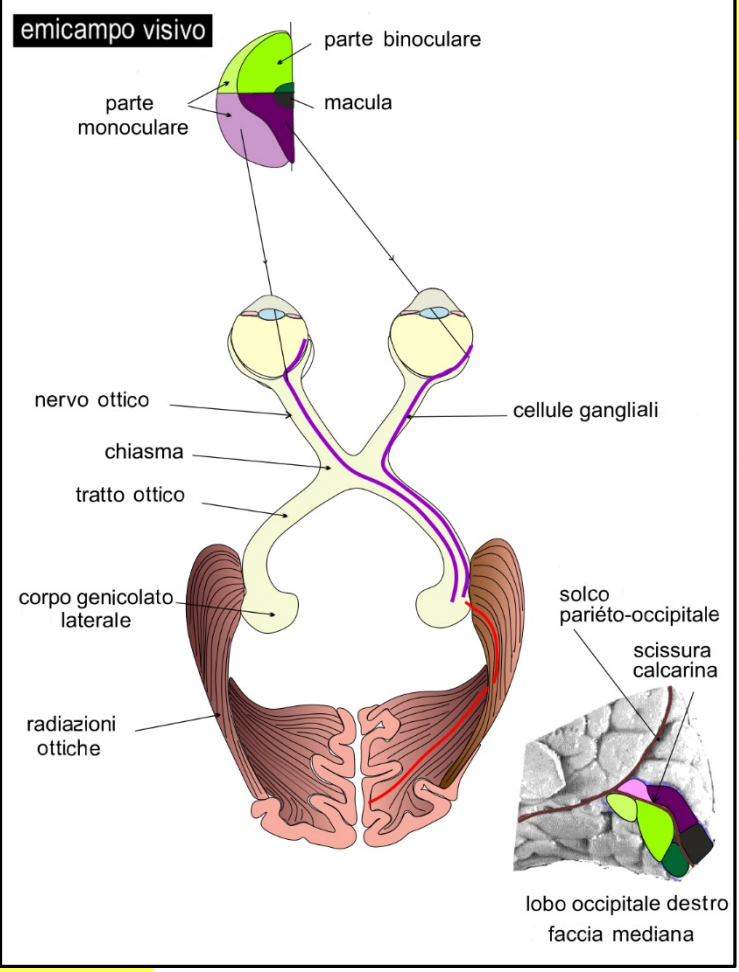
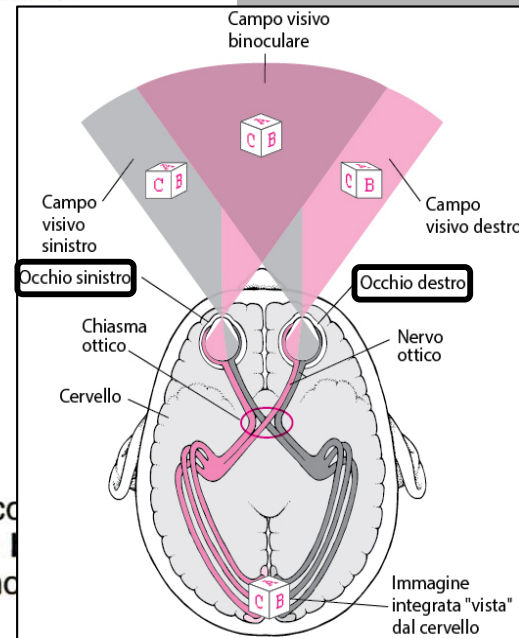
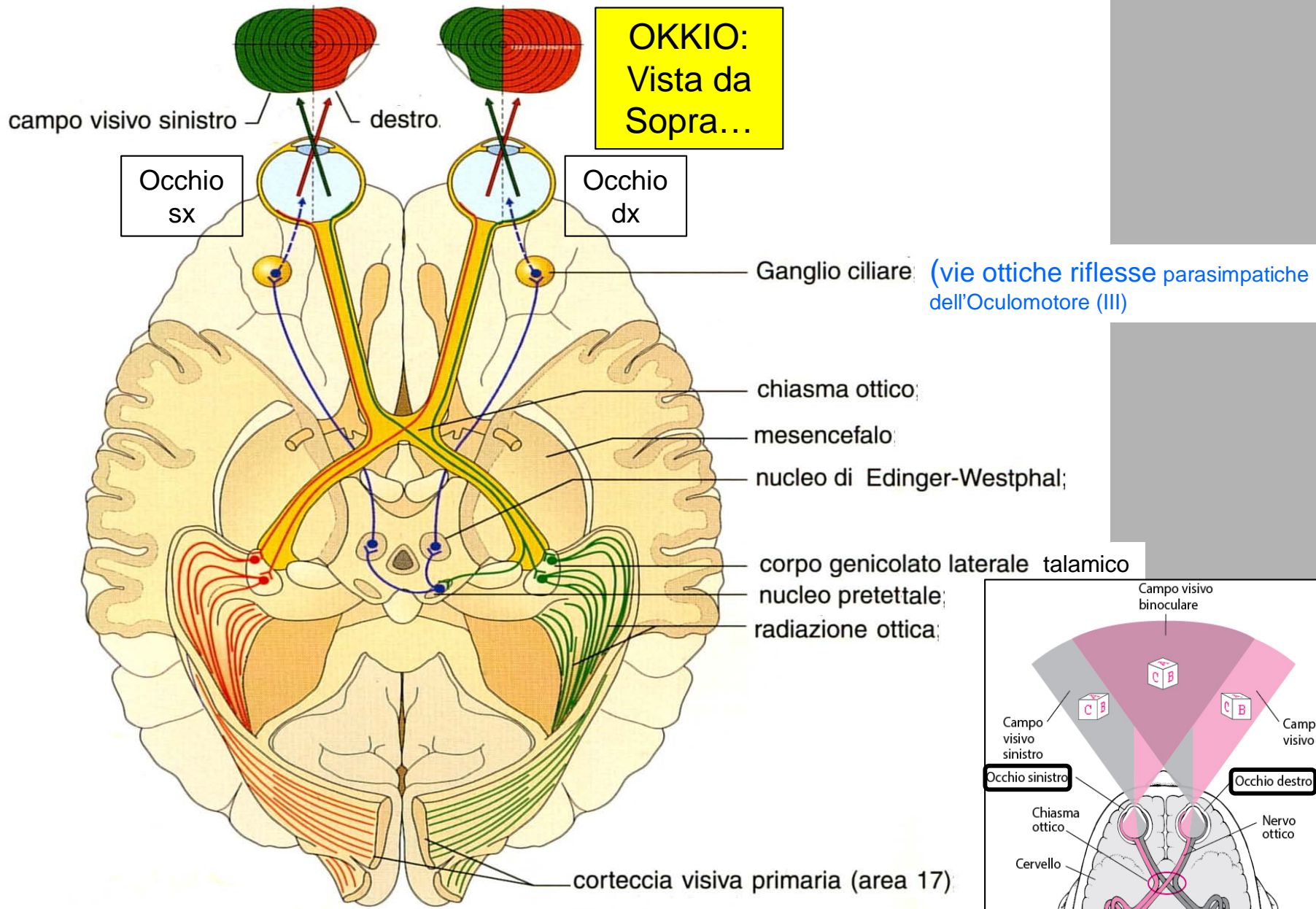


FIGURA 15.23 IL NERVO OTTICO.



**Fig. 15.10** - Rappresentazione schematica del nervo ottico, del chiasma ottico, dei tratti ottici e delle vie ottiche riflesse. In alto a sinistra è riportata la componente parasimpatica del nervo oculomotore (III).



### III N. OCULOMOTORE (motore)

Origina nel mesencefalo e innerva i muscoli oculari estrinseci (RettoSup, Sollev.Sup.Palpeb, Obl.Inf, RettoInf, RettoMed)

- Sono presenti **fibre del sistema parasimpatico (Ganglio ciliare)** che agiscono: sui **muscoli costrittori delle pupille** (per adattarsi alle diverse condizioni di luminosità) sui **muscoli ciliari del cristallino** (per l'accomodazione (messa a fuoco vicino e lontano) → modifica della curvatura del cristallino)

### IV N. TROCLEARE (motore)

Origina nel mesencefalo, per i muscoli obliqui superiori degli occhi.

### V N. TRIGEMINO (misto)

Si divide in tre branche: 

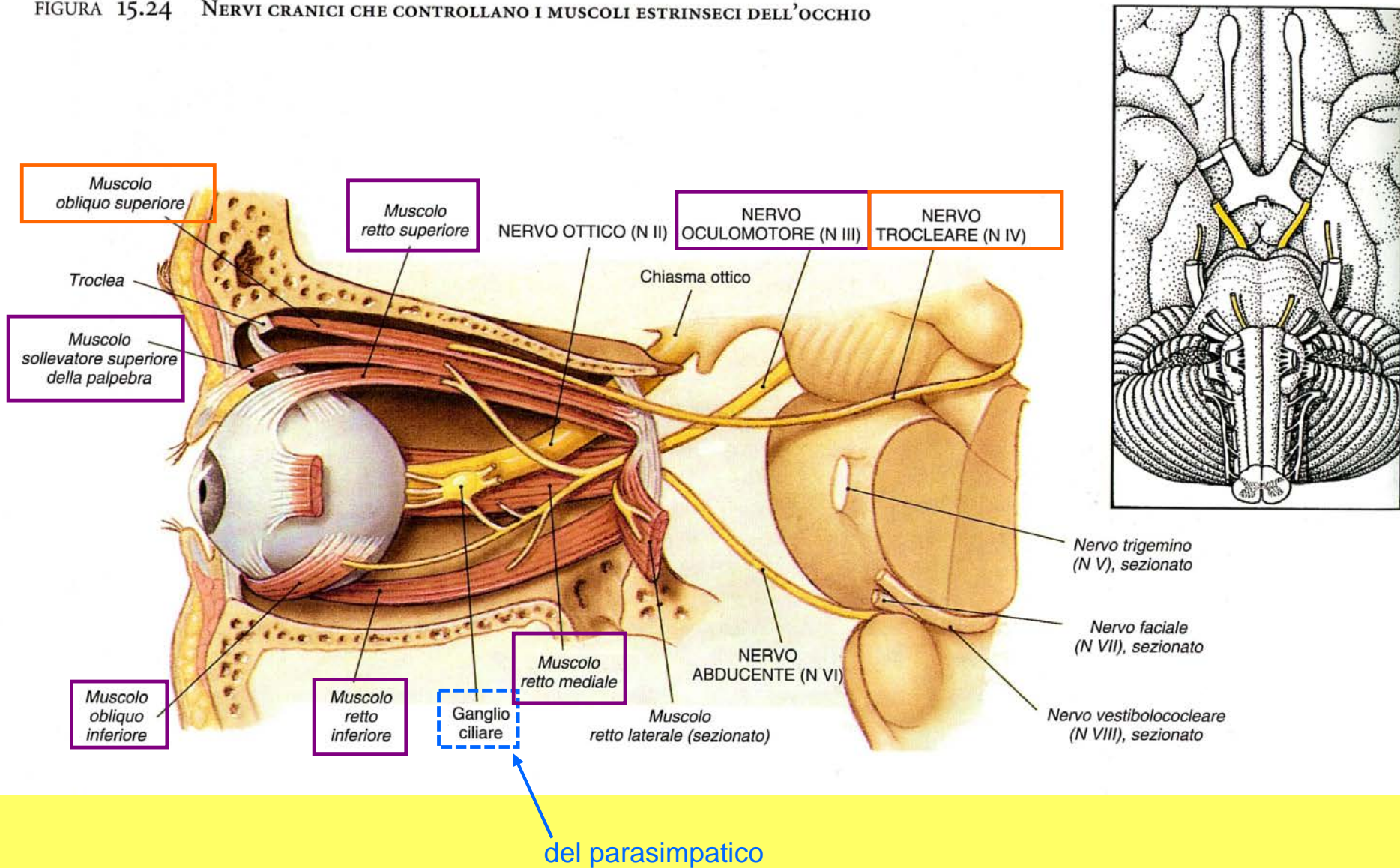
{	oftalmica	con 14 ulteriori derivati
	mascellare	
	mandibolare	

- I **neuroni sensitivi** trasportano impulsi afferenti dalla pelle, dalle mucose della testa e dai denti.

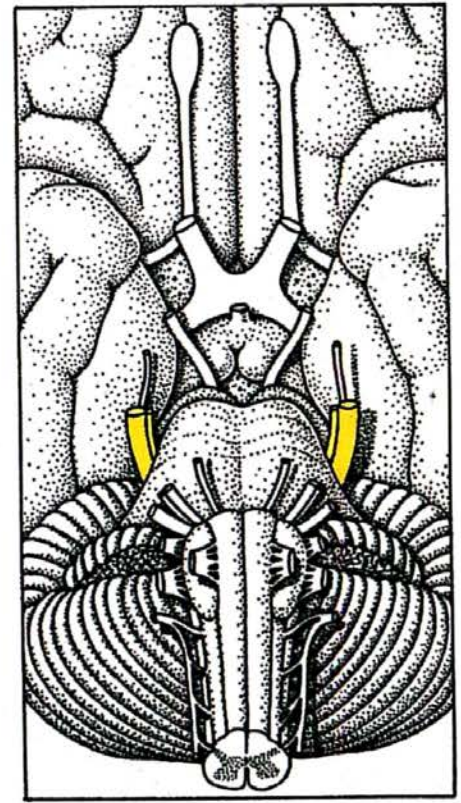
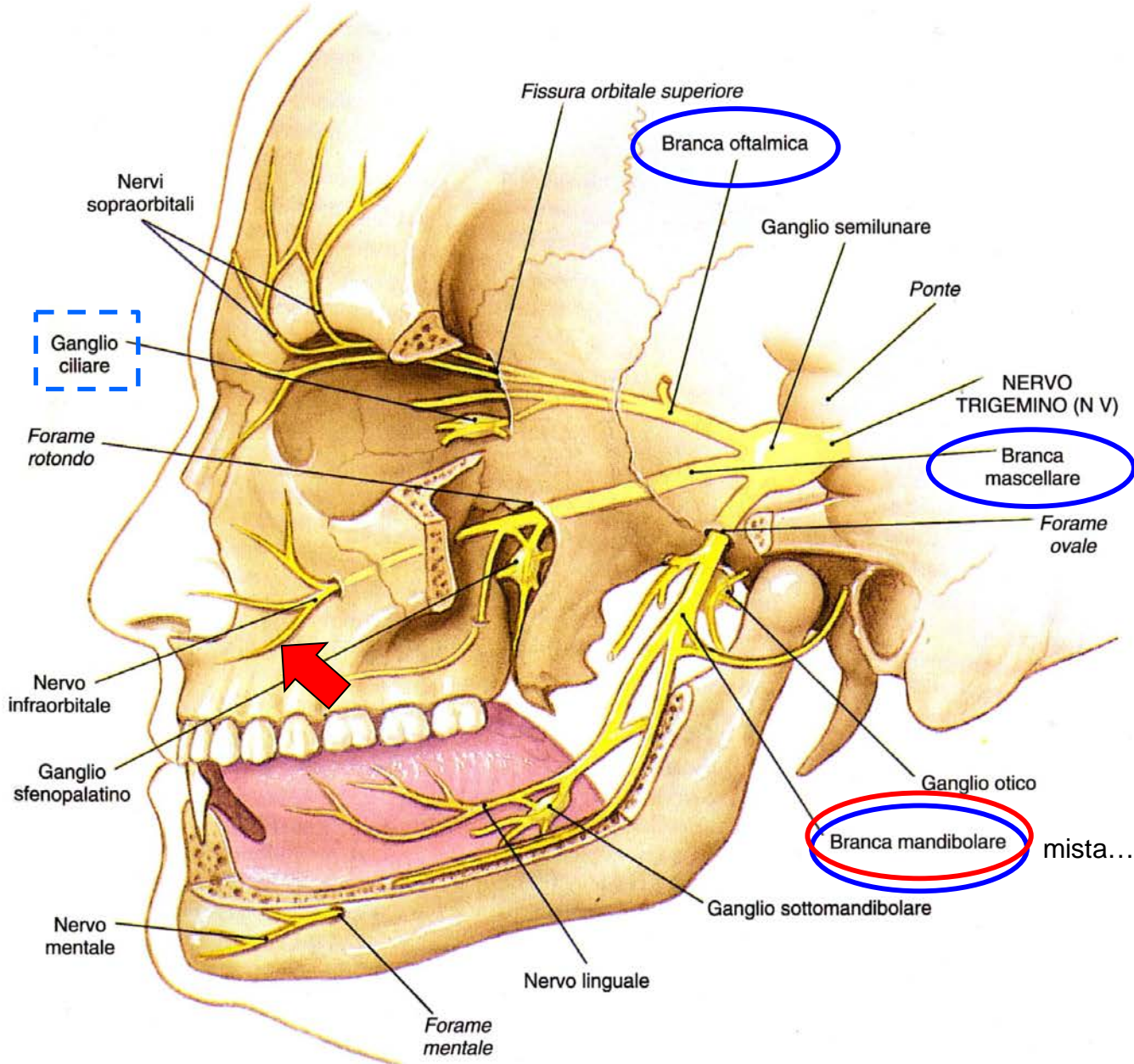
- **Le fibre motrici** → ai muscoli masticatori (massetere) attraverso il nervo mandibolare (unico sub-nervo misto).



FIGURA 15.24 NERVI CRANICI CHE CONTROLLANO I MUSCOLI ESTRINSECI DELL'OCCHIO







Branca mandibolare mista...

FIGURA 15.25 IL NERVO TRIGEMINO.

## VI N. ABDUCENTE (motore)

Origina dal ponte → ai muscoli retti laterali dell'occhio (con fibre propriocettive).

## VII N. FA(C)CIALE (misto) Origina dal ponte

Determina l'atteggiamento e l'espressione del volto (caratteristico in determinate malattie - es. paralisi facciali post-traumatiche, tumorali, infettive, schizofrenia ecc).

Origina dal ponte e **va ai muscoli mimici e pellicciai.**

Contiene anche fibre parasimpatiche per le ghiandole sottomascellari, sottolinguali e lacrimali e fibre per la sensibilità gustativa dei 2/3 anteriori della lingua.

## VIII N. VESTIBOLO-COCLEARE (o STATOACUSTICO) (sensitivo)

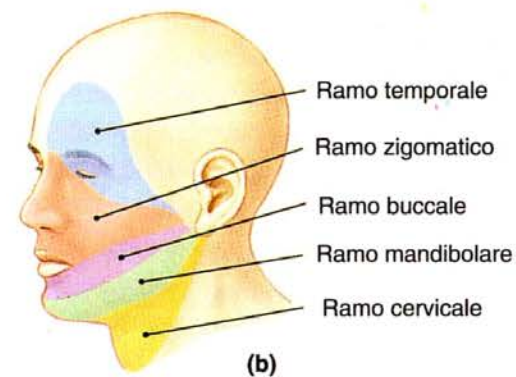
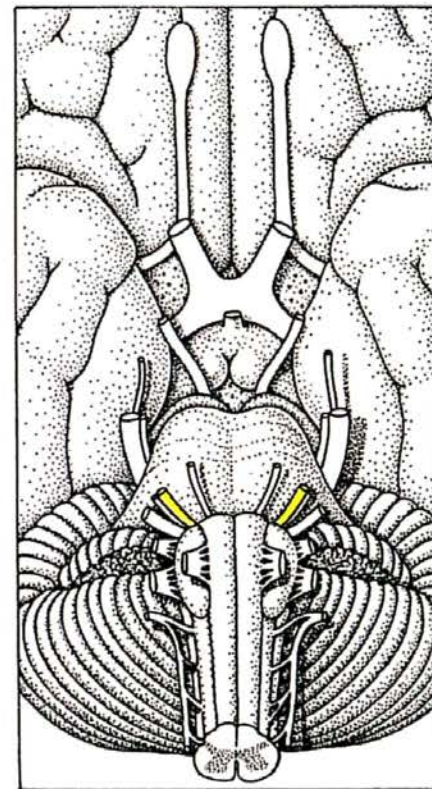
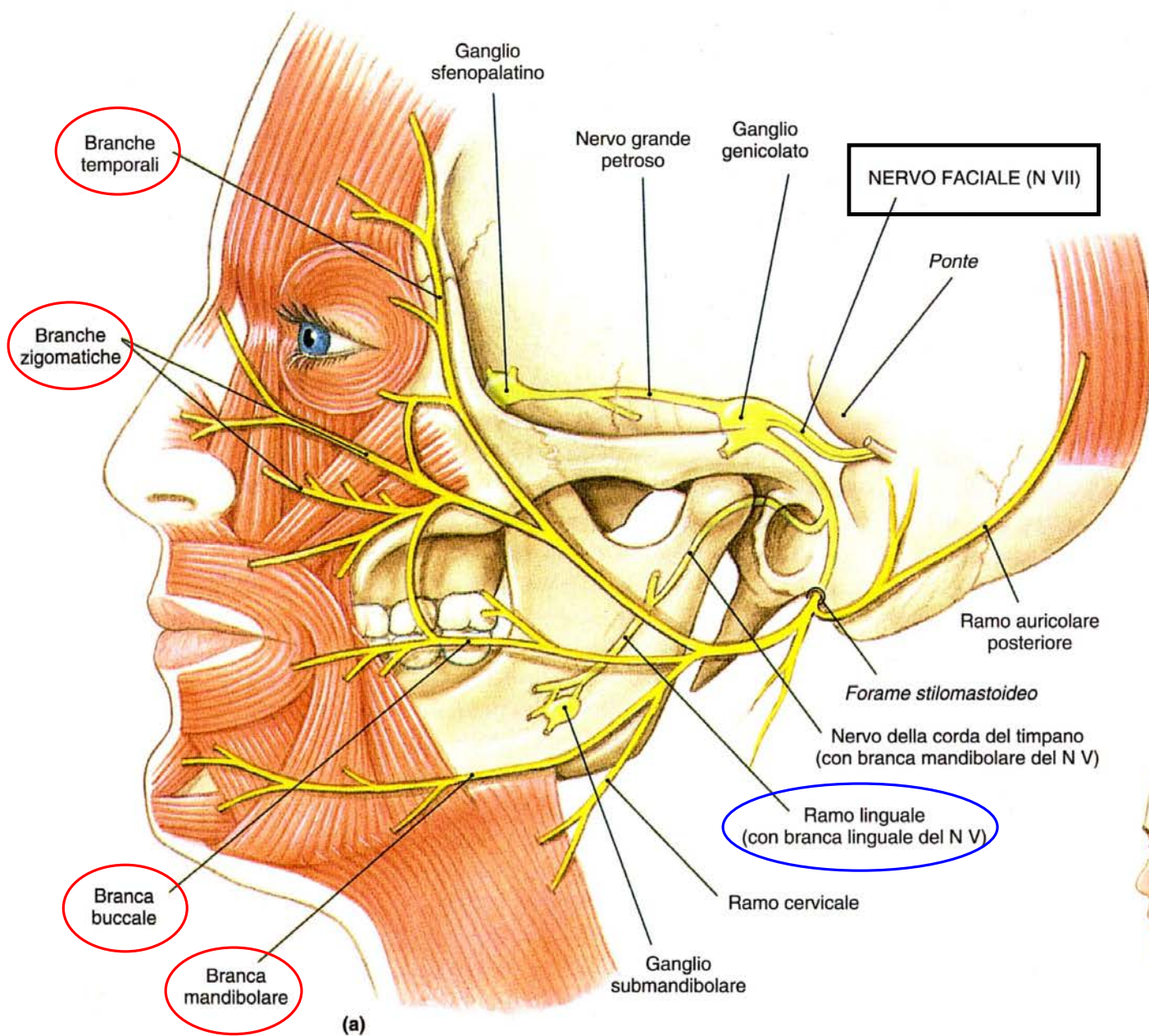
origina dai nuclei vestibolari + nuclei cocleari (sensitivi)

- N. Vestibolare: fibre dai canali semicircolari dell'orecchio interno, da utricolo e sacculo, che portano al bulbo e al cervelletto.

segnala l'**accelerazione angolare** del capo (canali semic.) e l'**accelerazione lineare** (utricolo e sacculo) applicata in qualsiasi direzione.

- N. Cocleare: origina nel modiolo della coclea → sinapsi con le cellule acustiche dell'Organo del Corti della coclea → termina nel ponte. Responsabile dell'udito.





**FIGURA 15.26 IL NERVO FACIALE**

(a) Origine e ramificazioni del nervo faciale. (b) Distribuzione superficiale delle cinque principali branche del nervo faciale.



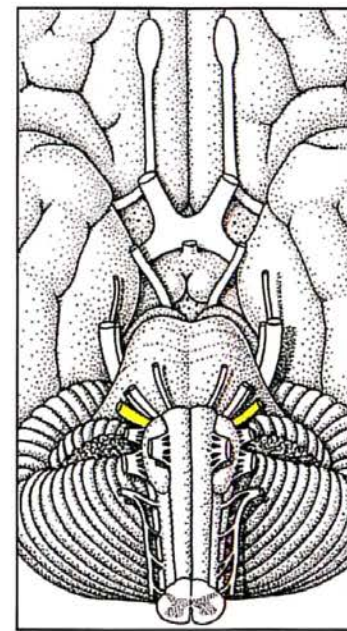
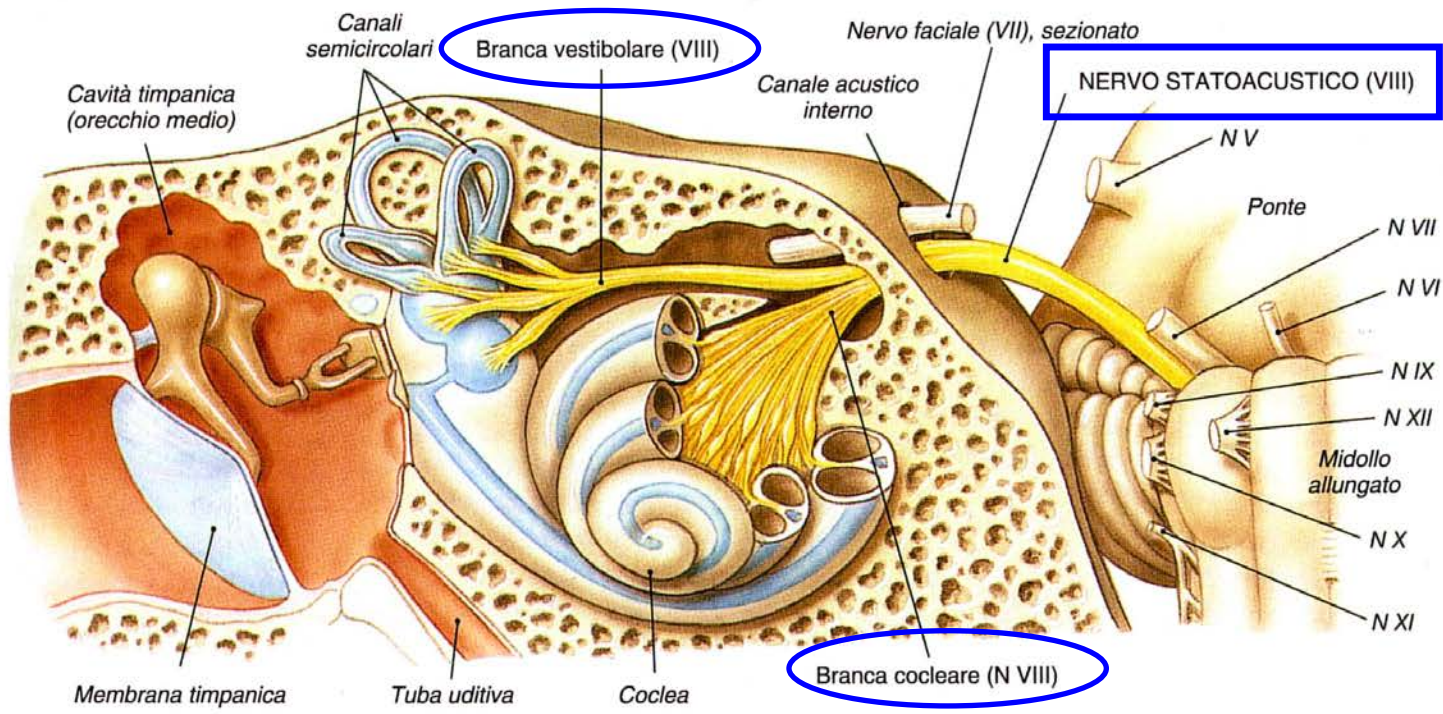


FIGURA 15.27 IL NERVO STATOACUSTICO o vestibolo-cocleare

## IX N. GLOSSOFARINGEO (Misto)

Origina dal bulbo

- **Fibre destinate alla lingua e alla faringe**, ma anche al **seno carotideo** per il controllo della pressione arteriosa; arrivano al bulbo.
- Le **fibre motrici** dal bulbo si portano alla muscolatura della faringe x la **deglutizione**.
- **Fibre del parasimpatico si portano alla ghiandola parotide (salivare).**

## X N. VAGO (Misto)

Origina dal bulbo. Forma diversi **plexi** (celiaco, ipogastrico...)

Considerevole estensione del territorio di innervazione periferica.

La **componente sensitiva** innerva: faringe, laringe, trachea, cuore, **glomero carotideo** (tess. Vascolare + Nervoso), bronchi, polmoni, esofago, stomaco, intestino (fino alla flessura sinistra del colon), cistifellea e vie extraepatiche.

Le **fibre motrici** → **muscoli della faringe** (controllo della **deglutizione**) e della **laringe**.



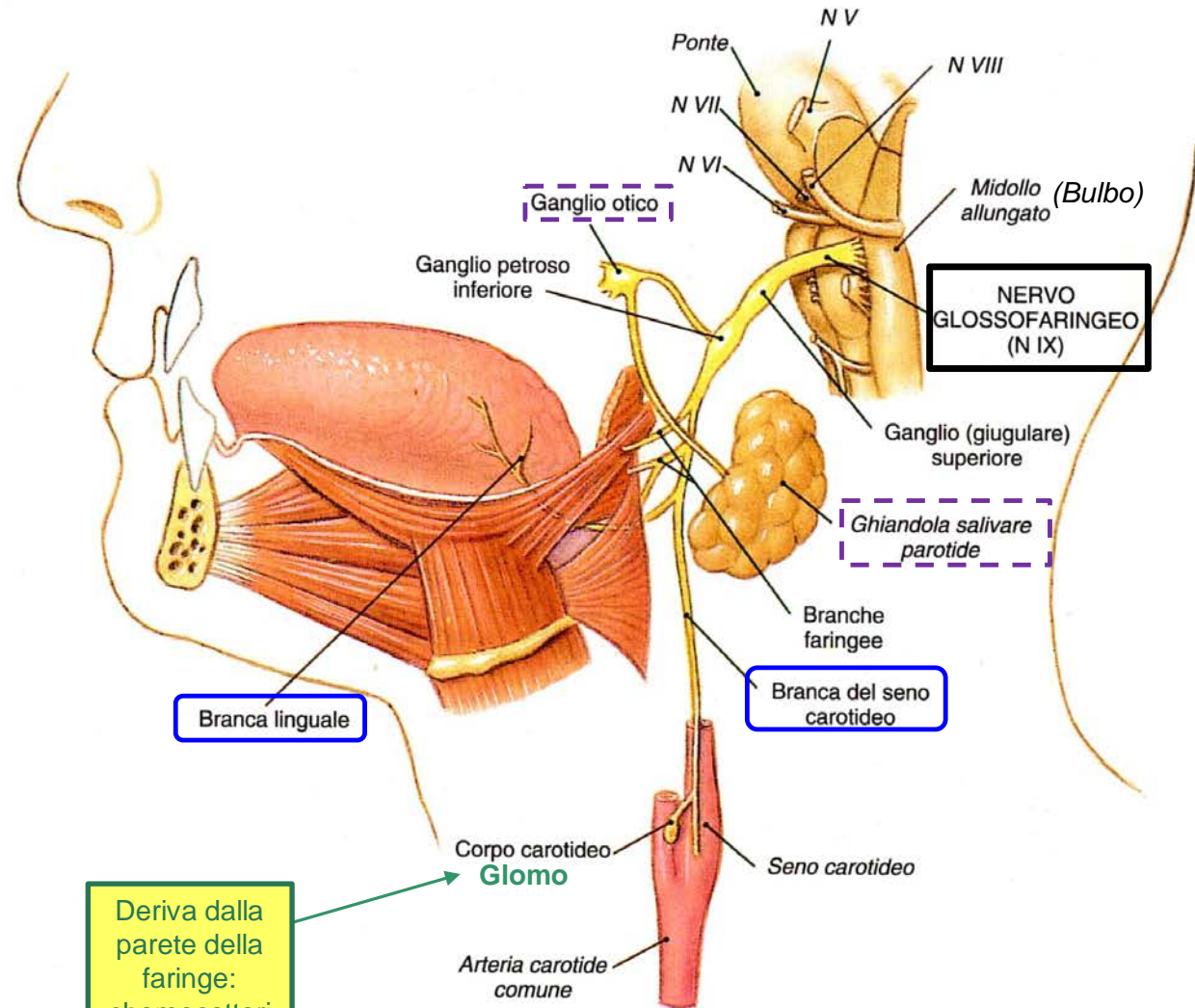
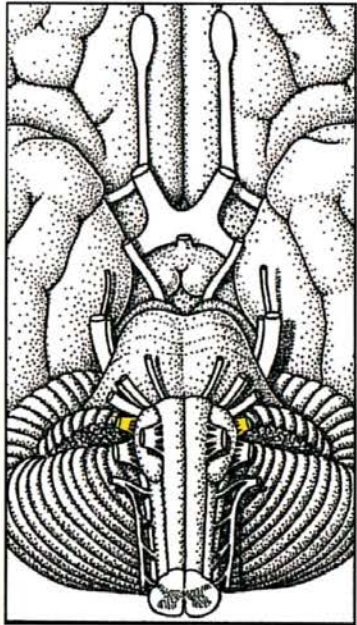


FIGURA 15.28 IL NERVO GLOSSOFARINGEO

Deriva dalla  
 parete della  
 faringe:  
 chemocettori  
 x regolare la  
 respirazione

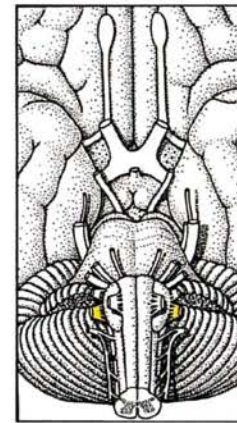
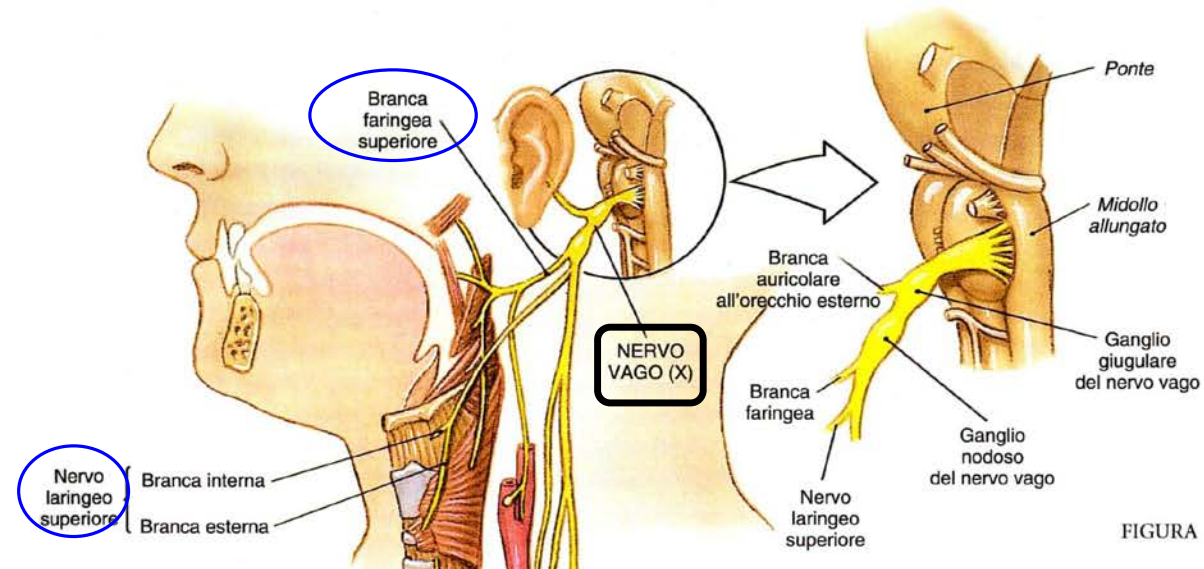
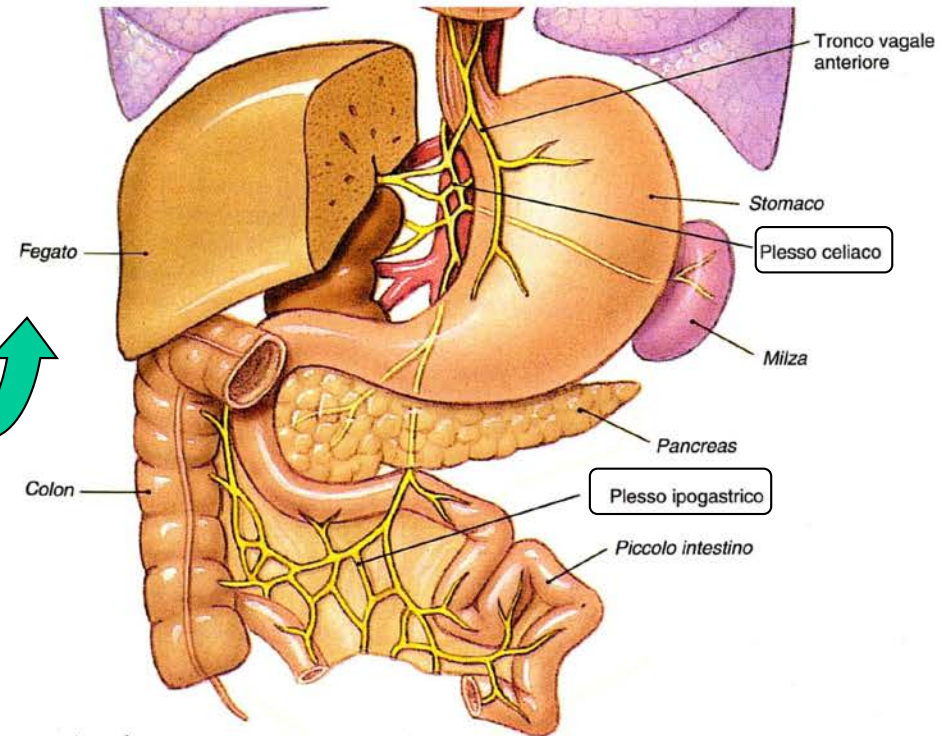
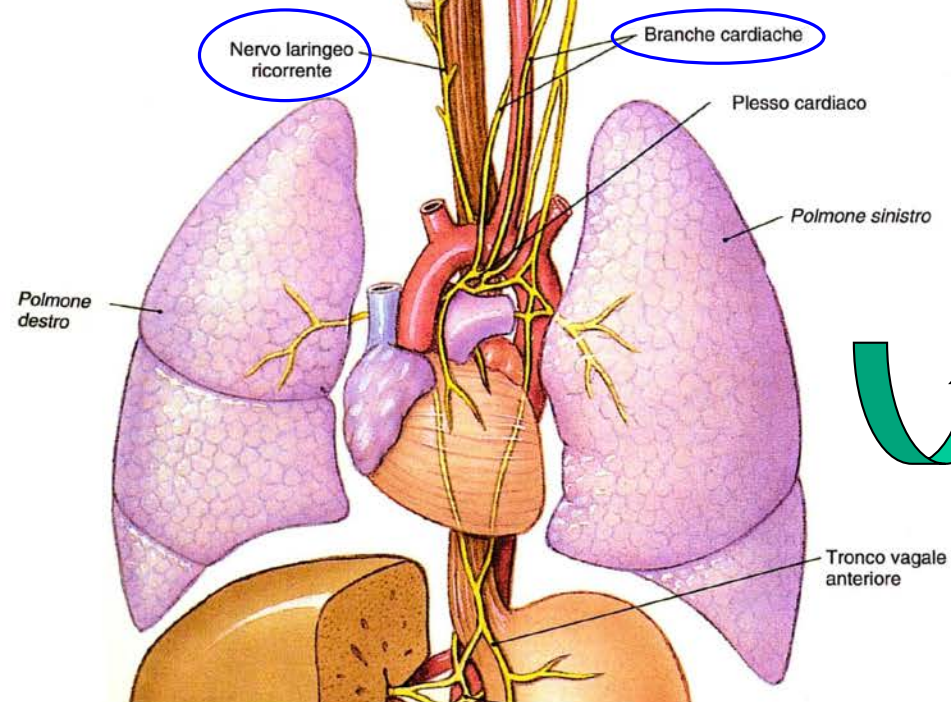


FIGURA 15.29 IL NERVO VAGO.



## XI N. ACCESSORIO (motore)

- In parte origina nel bulbo → n. accessorio bulbare del vago (parte integrante del vago)
- In parte origina dalla colonna grigia dei segmenti C1 → C6 del midollo spinale. Risale nella cavità cranica attraverso il foro occipitale e fuoriesce dal foro giugulare.

Innerva i muscoli trapezio e sternocleidomastoideo.

## XII N. IPOGLOSSO (motore)

Le sue fibre motrici originano nel bulbo → ai **muscoli della lingua**.

Sono presenti **fibre propriocettive dei muscoli linguali** (x monitorare i suoi movimenti).



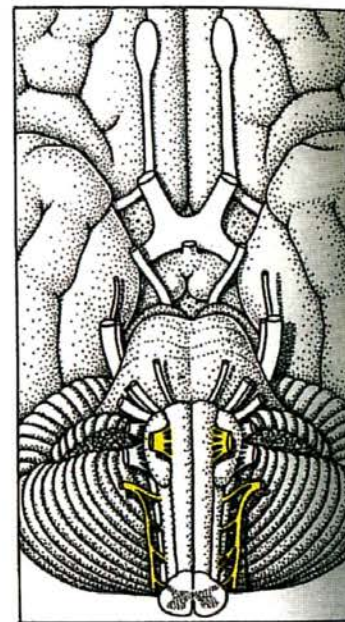
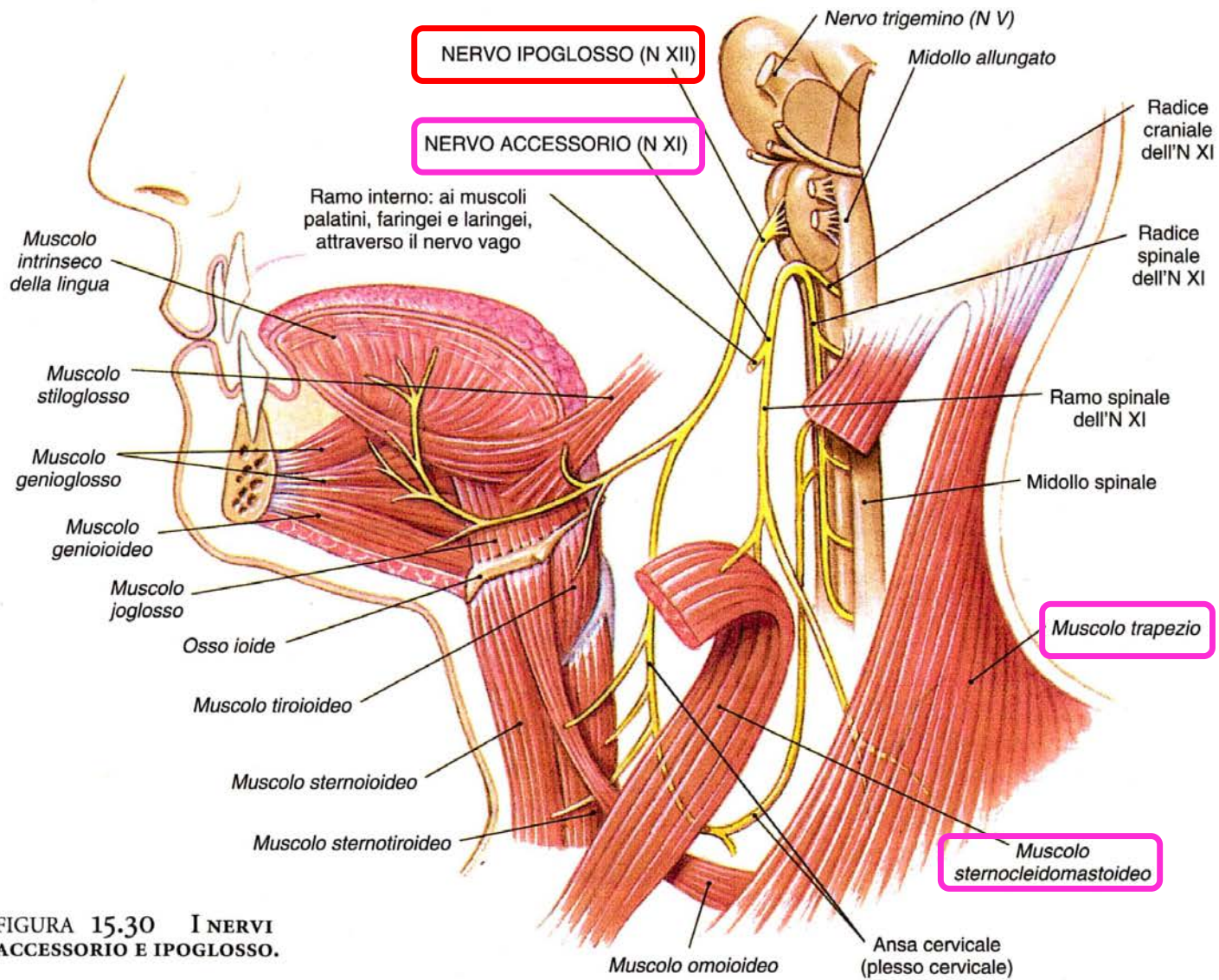


FIGURA 15.30 I NERVI ACCESSORIO E IPOGLOSSO.

# NERVI SPINALI (breve ricapitolazione)

31 (33) paia di nervi spinali sono connessi al midollo spinale.

Sono numerati secondo il livello del forame intervertebrale dal quale emergono.

8 paia di n. cervicali ( il 1° tra occipitale e atlante )

12 paia di n. toracici ( l'8° tra la 7° cervicale e la 1° toracica )

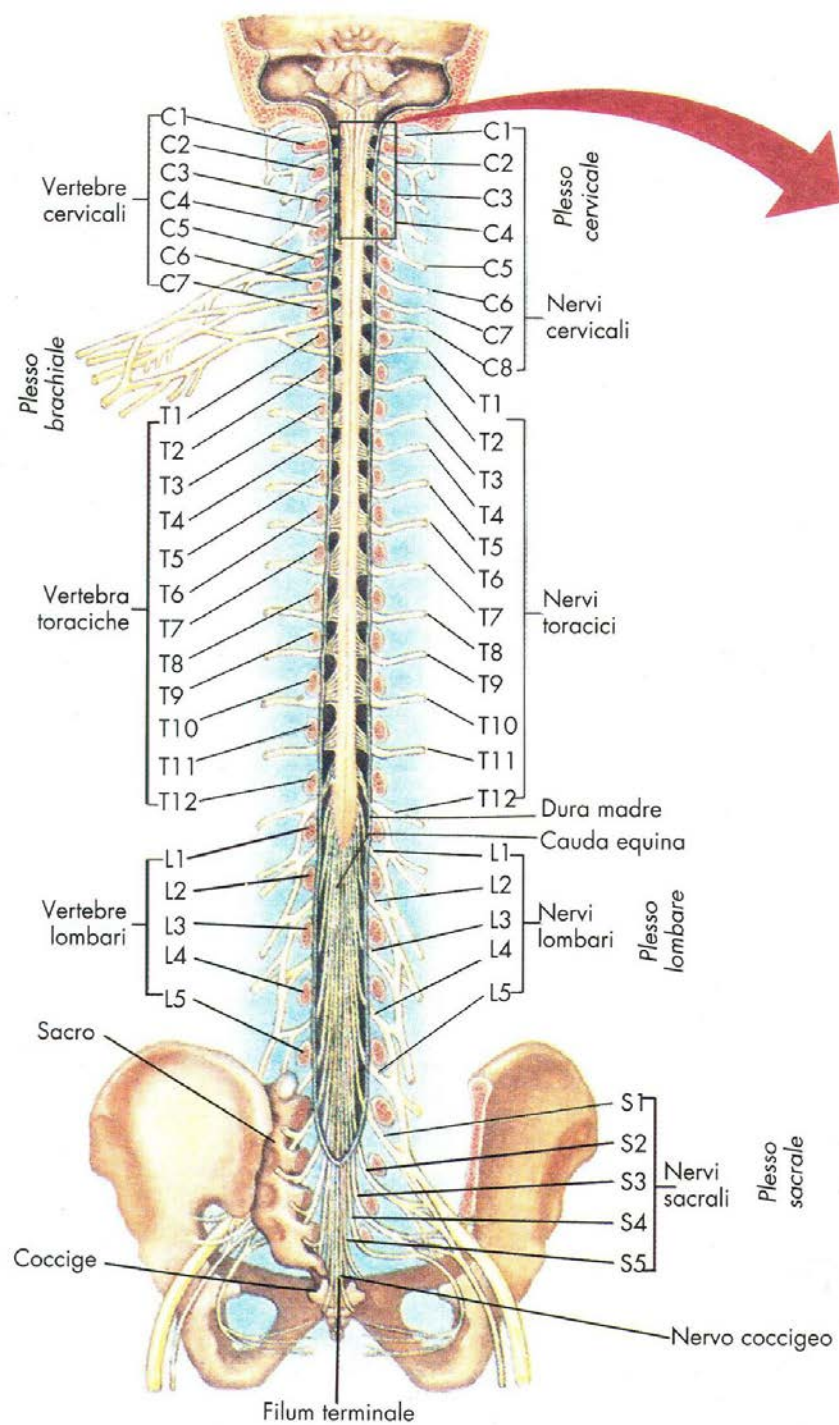
5 paia di n. lombari

5 paia di n. sacrali

1 (3) paio di n. coccigei

Le radici lombari, sacrali e coccigee dal loro punto di emergenza dal midollo scendono con i relativi nervi ad un livello più basso prima di raggiungere il forame intervertebrale delle rispettive vertebre (il midollo spinale termina alla 1° vertebra lombare): ciò determina l'aspetto di CAUDA EQUINA.





Solco mediano  
posteriore  
del midollo spinale

Radici dorsali  
dei nervi  
C2, C3 e C4



Forame  
intervertebrale

Processi  
trasversali  
delle vertebre  
(sezionati)

### KEY

**Figura 13-7 Nervi spinali.** Ciascuna delle 31 paia di nervi spinali esce dal canale vertebrale per mezzo dei fori intervertebrali. L'indicazione delle vertebre è scritta a sinistra della figura e l'indicazione dei corrispondenti nervi spinali è sulla destra. Notare che, dopo aver lasciato il canale vertebrale, diversi dei nervi spinali s'interconnettono tra loro per formare plessi. L'inserito presenta una dissezione della regione cervicale coi nervi spinali visti da dietro mentre escono dal lato destro del canale vertebrale.



# STRUTTURA DEI NERVI SPINALI

Ciascun nervo spinale è collegato al midollo spinale tramite due radici brevi:

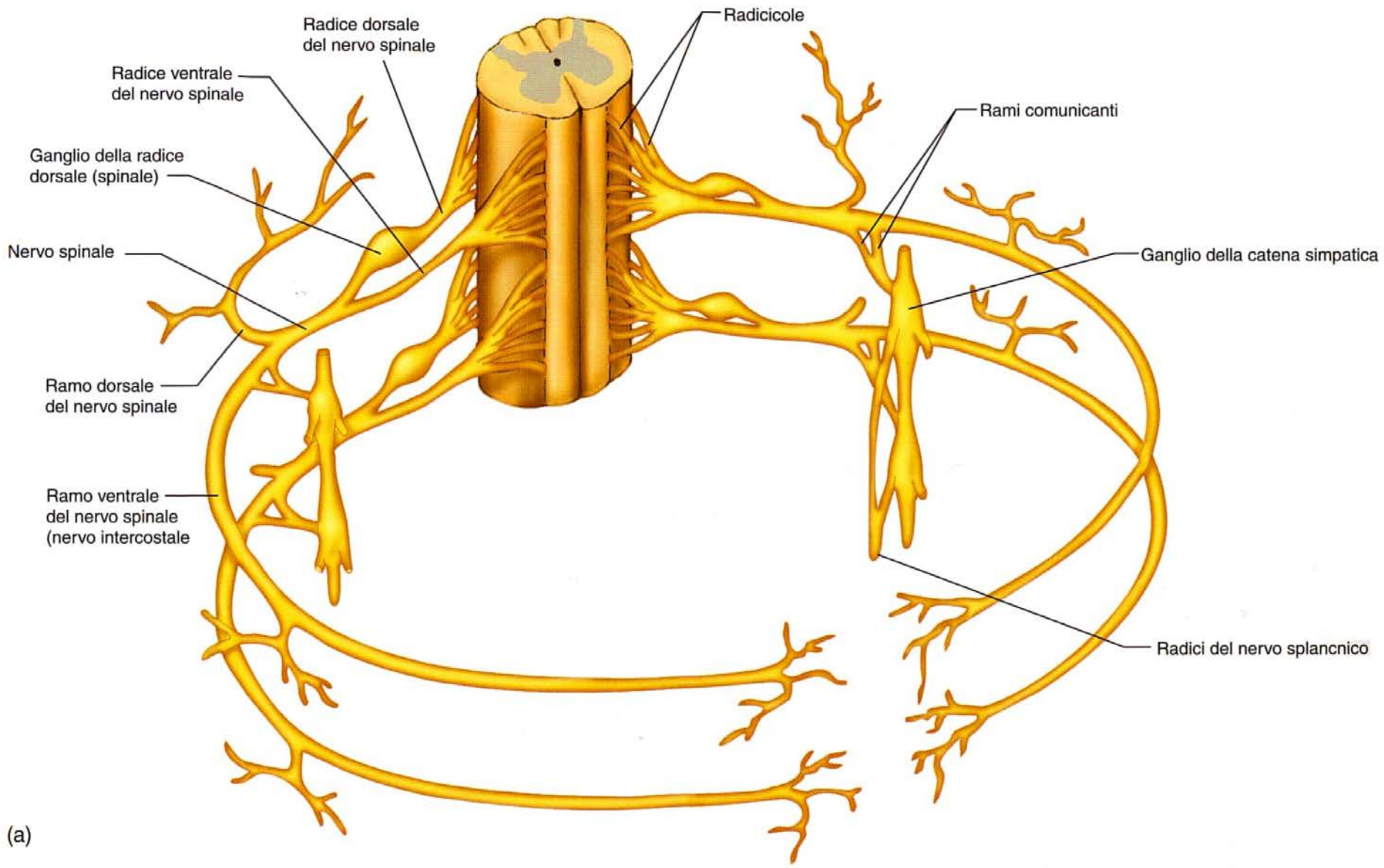
- **una radice ventrale** (anteriore)
- **una radice dorsale** (posteriore), riconoscibile per la presenza del ganglio spinale.

Le radici ventrali sono formate dagli assoni dei neuroni motori inferiori (per muscoli e ghiandole).

Da C8 a L2 passano anche le fibre vegetative pregangliari del simpatico che vanno poi alla catena lateroventrale (.....effettori viscerali del sistema Toracolombare ).

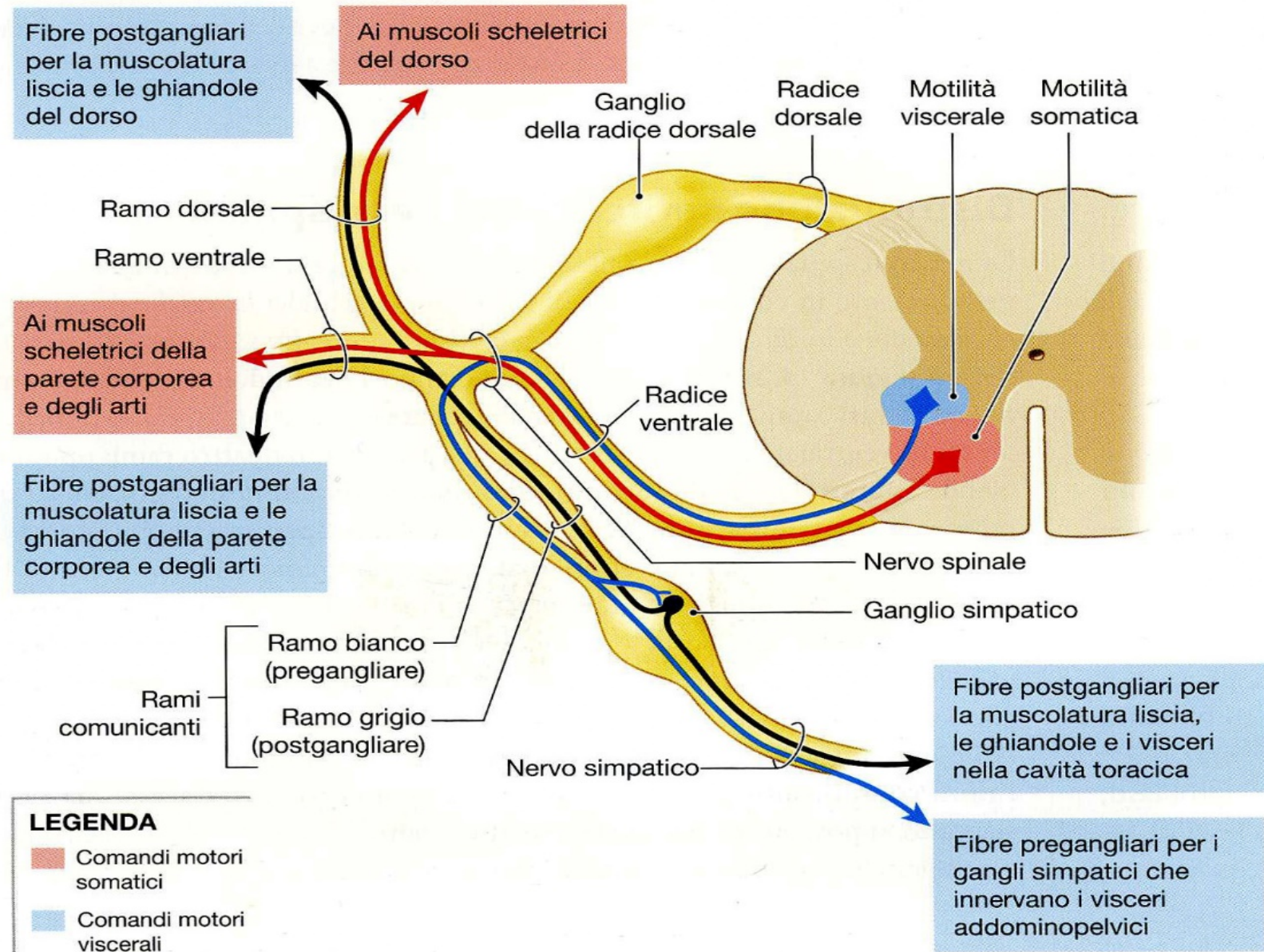
# Distribuzione periferica dei nervi spinali

- Ogni nervo si forma dall'unione di una radice dorsale e una ventrale nel punto in cui entrano in un foro intervertebrale per poi uscirne, eccetto il primo paio e i 5 sacrali
- allontanandosi dal midollo il nervo si suddivide in **un ramo dorsale e uno ventrale**
- nelle regioni toracica e lombare dei rami addizionali detti **rami comunicanti (grigio e bianco)** portano assoni associati al Sistema Nervoso Vegetativo (gangli) . Il ramo grigio (postgangliare) innerva ghiandole e fibre muscolari lisce
- I **rami dorsali** innervano i muscoli profondi dorsali del tronco, il connettivo e la cute vicini alla colonna vertebrale
- I **rami ventrali** sono distribuiti in due modi: a) nella regione toracica formano i nervi intercostali [servono la parte ventro-laterale del corpo]; b) nelle altre zone essi formano 5 plessi (intrecci) che ricevono segnali da piu' nervi spinali e da diverse zone del midollo [servono le strutture della parete del corpo e degli arti]





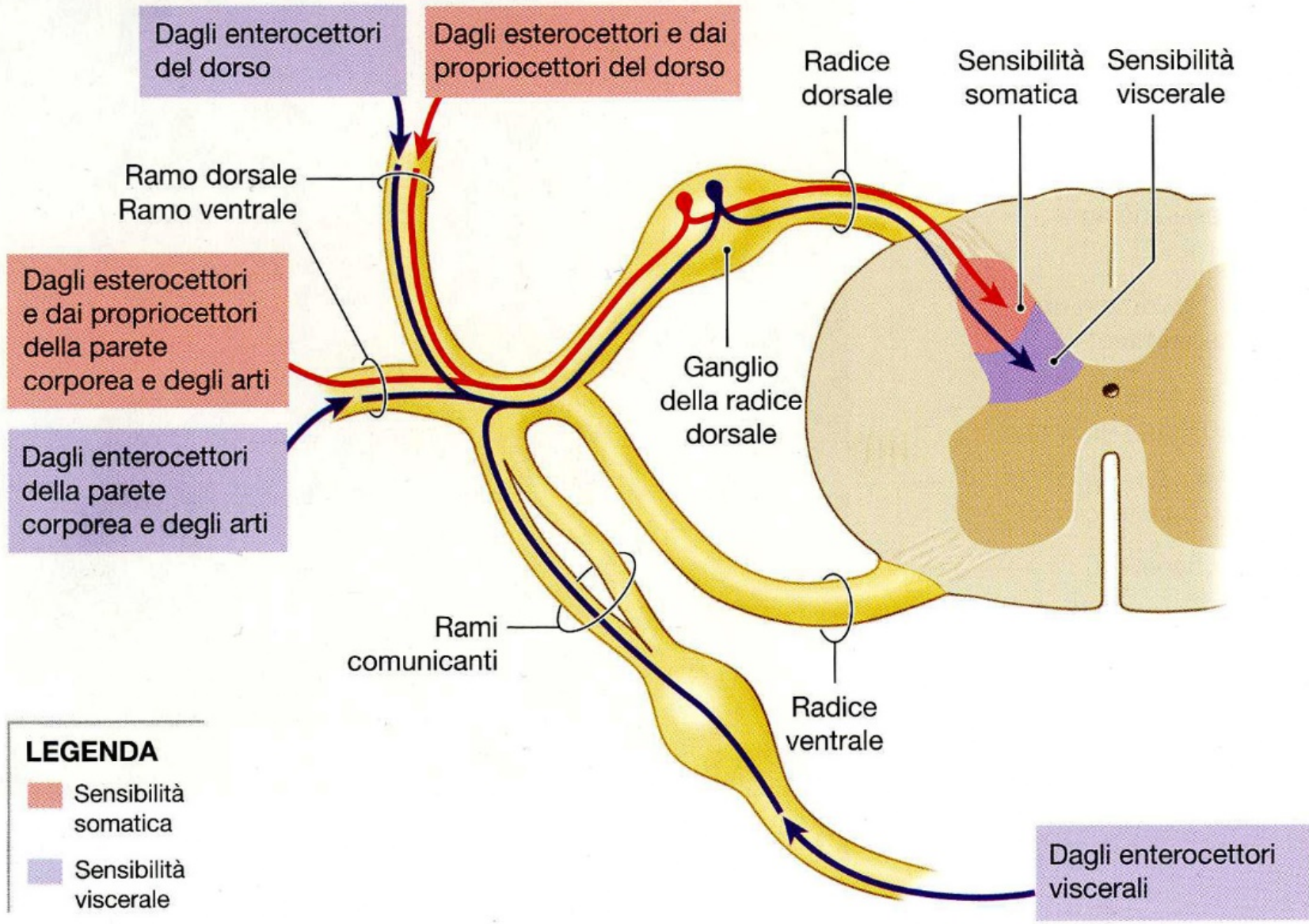
## Fibre motorie



**a** Distribuzione dei motoneuroni nel midollo spinale e delle fibre motorie all'interno del nervo spinale e relative ramificazioni.



## Fibre sensitive



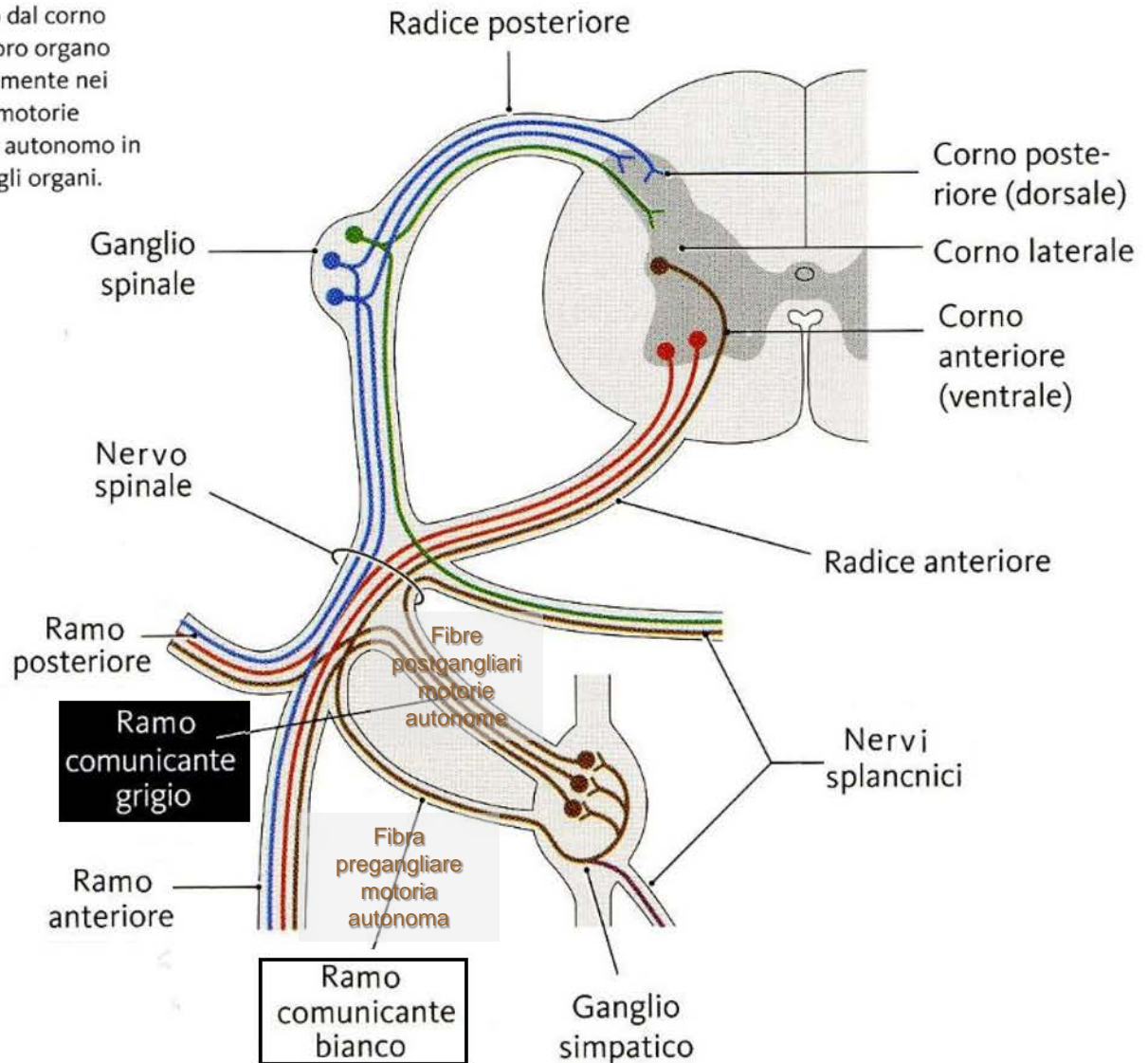
**b** Distribuzione dei neuroni e delle fibre sensitive.

**Fig. 1.23 ► Organizzazione topografica e funzionale di un segmento spinale (mielomero)**

Fibre sensitive somatiche (blu) e viscerali (verde) passano nella radice posteriore per entrare nel midollo spinale e terminare nel corno posteriore. Fibre motorie somatiche (rosso) che originano dal corno anteriore e fibre motorie viscerali (marrone) che originano dal corno laterale passano nella radice anteriore per raggiungere il loro organo bersaglio. Le fibre motorie somatiche fanno sinapsi direttamente nei loro organi bersaglio (muscoli scheletrici), mentre le fibre motorie viscerali fanno sinapsi su altri neuroni del sistema nervoso autonomo in specifici gangli simpatici o in gangli inclusi nella parete degli organi.

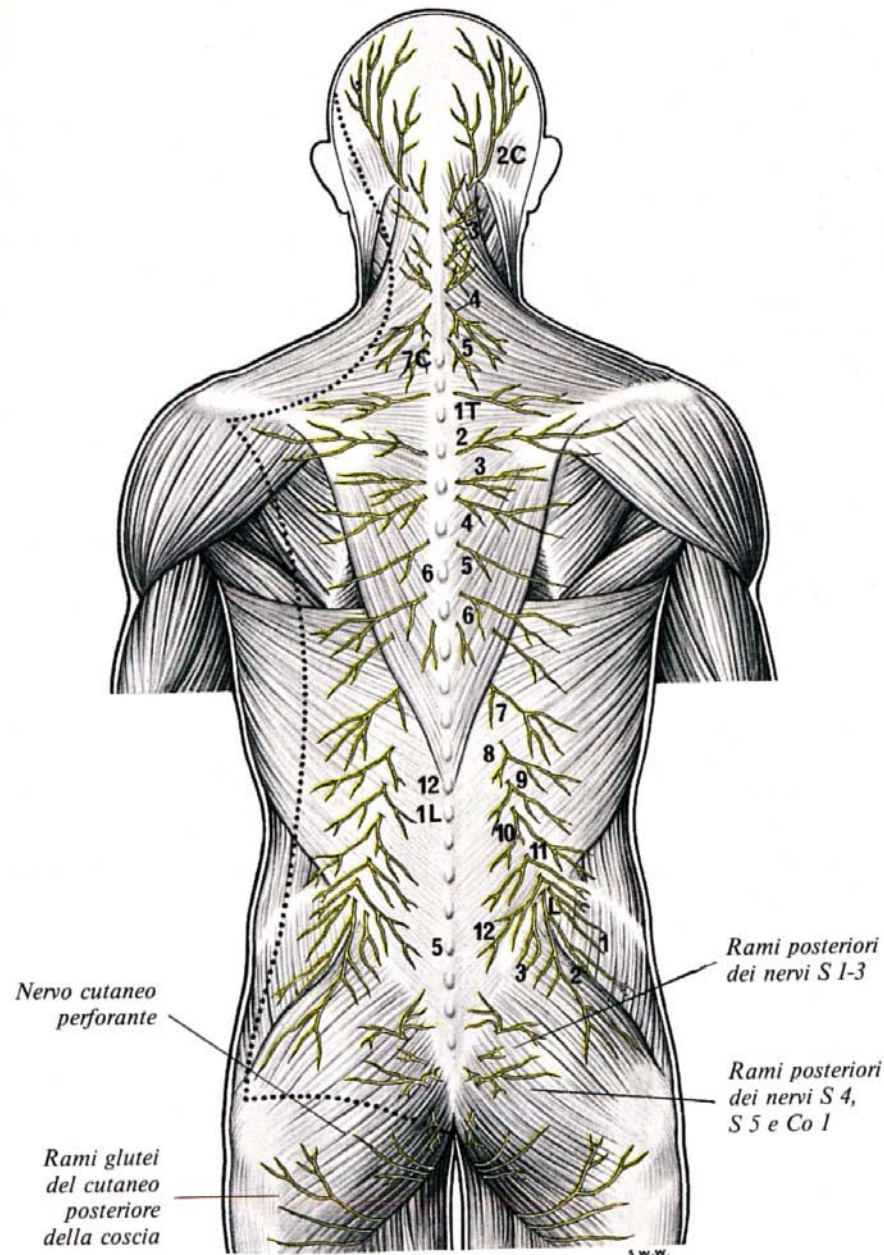
(da Gilroy: Elementi di Anatomia Umana)

- Fibre sensitive somatiche
- Fibre sensitive viscerali
- Fibre motorie somatiche
- Fibre motorie viscerali





## Distribuzione dei rami posteriori dei nervi spinali



7.196 Distribuzione cutanea dei rami posteriori dei nervi spinali, che qui appaiono applicati sui muscoli superficiali; a sinistra, la linea punteggiata indica il confine del territorio cutaneo di distribuzione di questi nervi. I numeri a destra si riferiscono ai nervi, quelli a sinistra ai processi spinosi della settima vertebra cervicale, della sesta e dodicesima toracica, della prima e quinta lombare.

# I NERVI SPINALI SONO NERVI MISTI

Usciti dal canale vertebrale, si risolvono in diverse ramificazioni.

Ciascun nervo spinale si divide in 2 rami:

uno dorsale



fibre motrici e sensitive  
per muscoli e pelle della  
superficie dorsale della  
testa, collo e tronco .

uno ventrale



diramazioni più  
complesse; alla periferia  
come n. splancnici di vasi,  
gh. sebacee e gh.  
sudoripare del corpo.

# PLESSI NERVOSI

i **rami ventrali** di molti n. spinali si suddividono a formare reti di nervi che prendono il nome di **plessi** (tranne i rami ventrali dei nervi da T2 a T12 che formano i nervi intercostali).

4 principali coppie di plessi:

- 1 plesso cervicale
- 2 brachiale
- 3 lombare.
- 4 sacrale

+ 5 Plesso pudendo + 6 Plesso coccigeo

Il termine " **plesso** " indica una struttura in cui fibre motrici e sensitive di determinate radici spinali si diramano, si scambiano le fibre per formare un nuovo nervo che contiene assoni provenienti da più radici.

Innervano determinate regioni del corpo (il danno a uno dei n. spinali di origine non comporta la perdita completa della mobilità).



**1-PLESSO CERVICALE:** situato profondamente nel collo.

· muscoli della pelle del collo, della parte superiore della spalla e di parte della testa. Emerge il nervo frenico → muscolo diaframma.

**2-PLESSO BRACHIALE:** forma **tre tronchi** nel cavo ascellare, attorno all'arteria ascellare.

· Innerva la parte inferiore della spalla e tutto l'arto superiore.

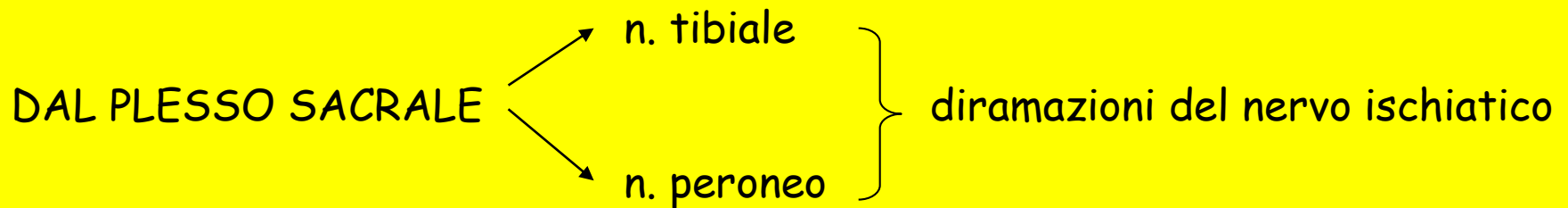
-- **Nervi intercostali:** nervi misti che innervano la cute della parete toraco-addominale e la muscolatura intrinseca del torace mantenendo la loro disposizione metamERICA

**3-PLESSO LOMBARE:** (primi 4 n. lombari) nella regione lombare del bacino. Innerva la parte inferiore del tronco e gli arti inferiori

Es. nervo femorale → alla coscia e alla gamba.

**4-PLESSO SACRALE:** (dal 4° lombare al 4° sacrale) situato nella cavità pelvica.

Per la loro vicinanza e per il fitto scambio di fibre, il plesso lombare + il sacrale sono considerati come un **unico PLESSO LOMBOSACRALE**.



Il nervo ischiatico è il più lungo del corpo e innerva tutta la pelle della gamba, i muscoli della coscia, i muscoli della gamba e del piede; **infiammazione del nervo = sciatica**.

**5-PLESSO PUDENDO:** innerva gli organi genitali, la porzione terminale del canale alimentare e delle vie urinarie, dei muscoli e della cute del perineo

Gli assoni dei due ultimi nervi sacrali si uniscono all'unico nervo coccigeo →

**6-PLESSO COCCIGEO:** (innervazione sensitiva ) piccolo plesso che innerva i visceri pelvici, i muscoli e la cute perineali

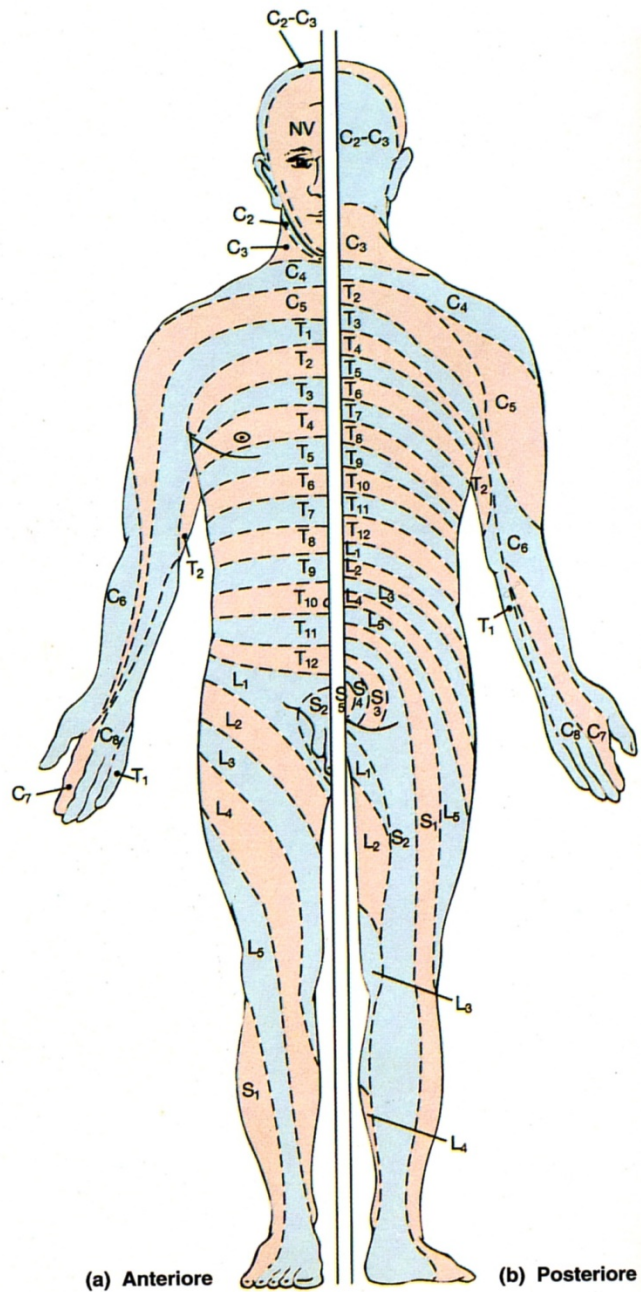


# DERMATÒMERI

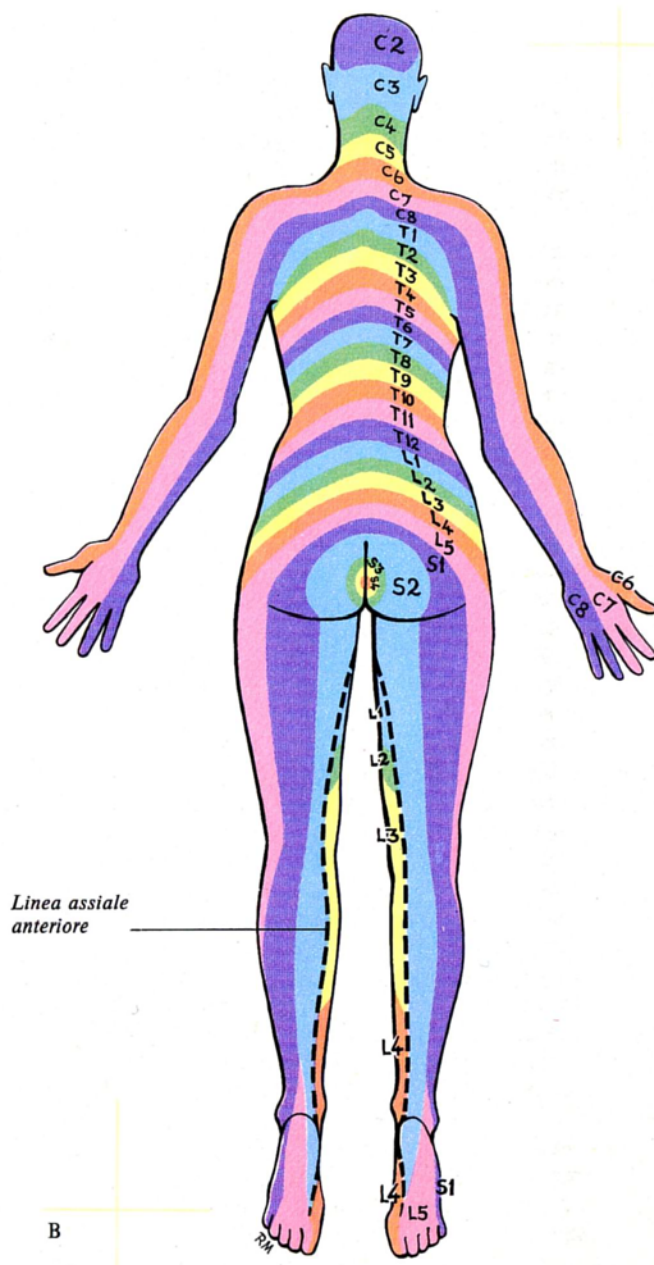
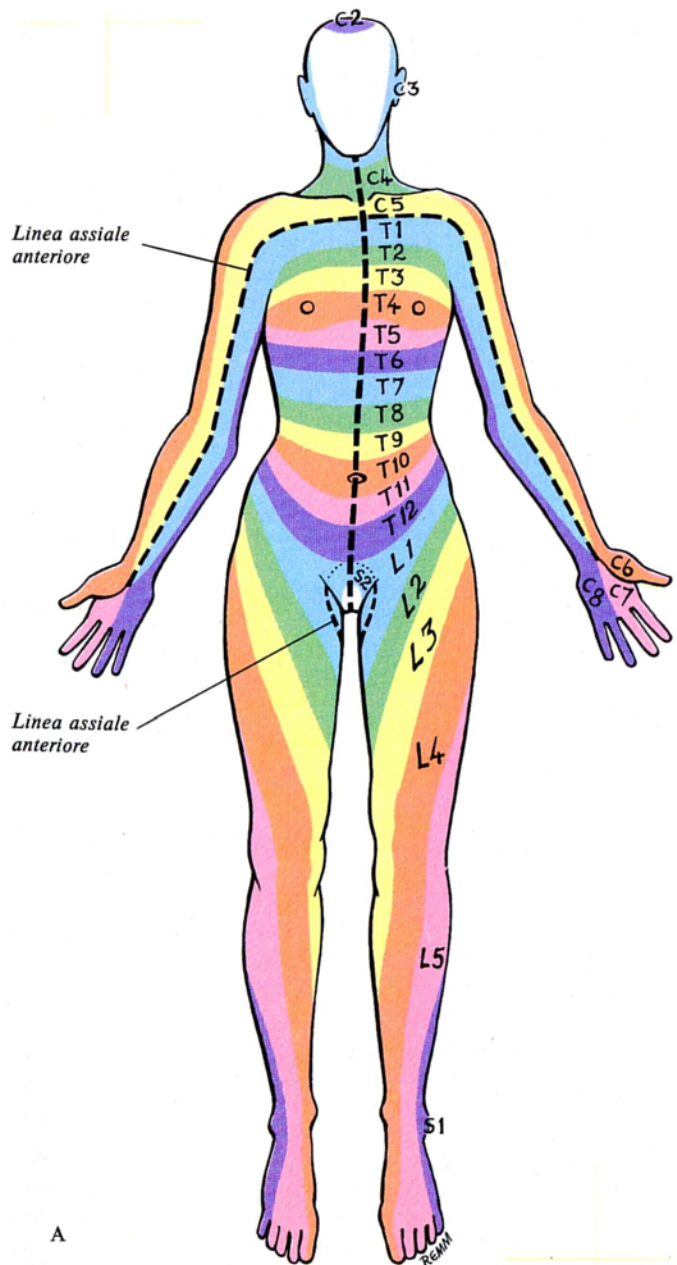
La **mappa** dettagliata della superficie della pelle mette in evidenza la stretta **correlazione** esistente tra l'origine dei nervi spinali dai vari **livelli segmentali del midollo** (neuromeri) e i livelli di innervazione cutanea.

Ciascuna area della superficie corporea innervata da un singolo nervo spinale si definisce:

**dermatomero (settore di epidermide).**



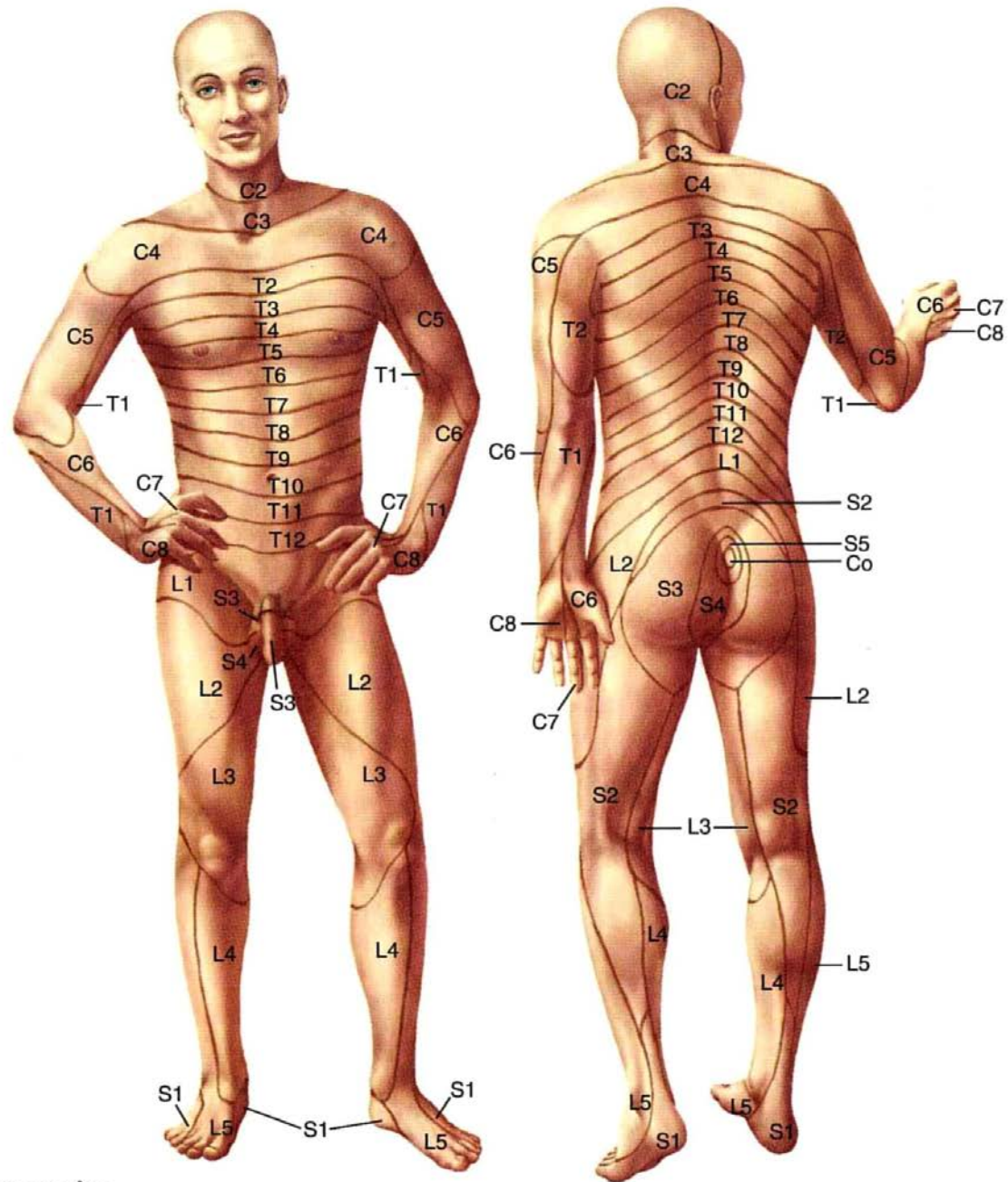
**FIGURA 14.8 DERMATOMERI**  
 Distribuzione anteriore e posteriore dei dermatomeri  
 con indicati i relativi nervi spinali.



7.223 A e B Topografia dei dermatomeri sulla superficie ventrale (A) e dorsale (B) del corpo; da Keegan e Garrett (1948), modificata. Schemi di questo tipo non sono del tutto precisi, anche perché non indicano chiaramente il grado di sovrapposizione. Ad es., non è mostrata la sovrapposizione

tra i nervi sovraclavicolari (C<sub>4</sub> e C<sub>5</sub>) nella parte alta della regione pettorale, e la parte di questa stessa regione attribuita al primo nervo toracico è forse più ampia che in realtà.





**Figura 10.14 Mappa dermatomerica**

Le lettere e i numeri indicano i nervi spinali che innervano una particolare regione di cute.

Lezione \_\_\_\_

Tratti o Vie nervose  
somatiche **sensitive** e **motrici**

(sostanza bianca)

La comunicazione tra SNC, SNP e organi periferici avviene tramite "vie" che permettono di correlare le informazioni sensitive e motorie tra la periferia e i centri superiori del cervello

Ogni via (*sensitiva ascendente* o *motoria discendente*) consiste di una serie di fasci e di nuclei associati

**Il processamento del segnale avviene lungo la via, a livello delle sinapsi**

Il numero delle sinapsi varia da via a via.

Questa può essere:

- a 2 neuroni (1 sinapsi) per le vie che terminano nel cervelletto
- a 3 neuroni (2 sinapsi) per quelle che terminano nel cervello



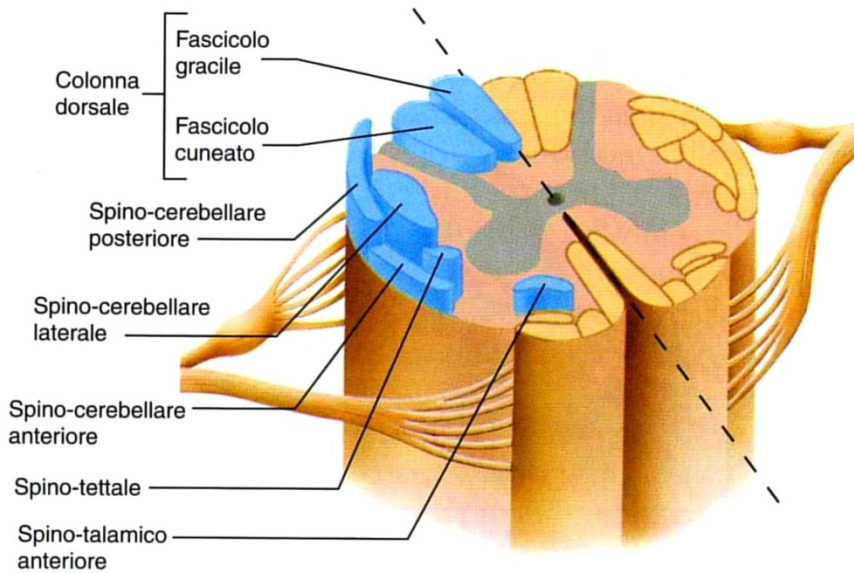
I fasci **sensitivi (ascendenti)** e **motori (discendenti)** hanno le seguenti caratteristiche:

1. Sono pari e simmetrici rispetto al midollo
2. Vengono denominati sulla base del loro **inizio** (1<sup>a</sup> parte del nome) e **termine** (2<sup>a</sup> parte del nome)

{ES.1: **fascio spinocerebellare**: inizia nel midollo (spino) e termina nel cervelletto (è ascendente, quindi **sensitivo**)

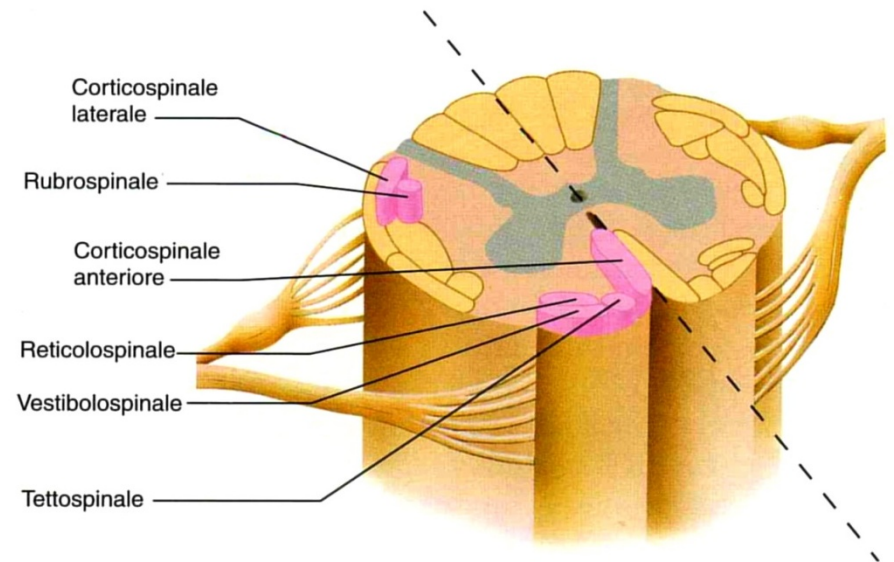
ES. 2: **fascio vestibolospinale**: inizia nel nucleo vestibolare e termina nel midollo (è discendente, **quindi motore**)

Eccezione: fascicoli gracile e cuneato, prendono il nome dai nuclei nervosi in cui terminano (nel bulbo) (di Goll e Burdach)



**Figura 12.5 Sezione trasversale del midollo spinale a livello cervicale che illustra i tratti ascendenti**

I tratti ascendenti sono marcati (in azzurro) sul lato sinistro della figura, anche se sono presenti su entrambi i lati.



**Figura 12.12 Sezione trasversale del midollo spinale a livello cervicale che illustra i tratti discendenti**

I tratti discendenti sono marcati (in rosa) sul lato sinistro della figura, anche se sono presenti su entrambi i lati.

VIE o TRATTI  
ASCENDENTI  
SENSITIVE/I

VIE o TRATTI  
DISCENDENTI  
MOTORIE/I

# VIE DELLA SENSIBILITA' SOMATICA

I recettori sensoriali **raccolgono** le "sensazioni" e le **trasmettono** sotto forma di potenziali d'azione ai centri superiori dove vengono **ELABORATE** dal midollo spinale e dal tronco cerebrale per poter **modulare le risposte** che altrimenti sarebbero **stereotipate**

La **maggior parte degli impulsi** che raggiungono la **corteccia** hanno viaggiato almeno attraverso un pool di **tre neuroni sensoriali** di I, II e III ordine

I neurone: raccoglie la sensazione e la manda al SNC (midollo o tronco) (in genere: pirenoforo nel ganglio delle radici dorsali)

II neurone: interneurone, dal midollo o dal tronco → al talamo

III neurone: dal talamo alla circonvoluzione postcentrale (area sensitiva somatica) mediante i tratti talamo-corticali, che viaggiano attraverso la capsula interna

- Sono **vie che si incrociano (decussate)**: ciascun lato del cervello registra sensazioni provenienti dal lato opposto del corpo.

*(Solitamente a decussare sono i neuroni di II ordine a vari livelli)*



Ricordiamo solo 3 coppie di Vie o Tratti Ascendenti (sensitivi)

**1 - Via spino-bulbo-talamica** (o del cordone posteriore o dei fascicoli gracile e cuneato di Goll e Burdach): sensibilità tattile discriminata e sensazioni coscienti della posizione e del movimento del corpo (sensibilità propriocettiva cosciente )

**2a - Vie spino-talamiche anteriori**: sensibilità tattile protopatica e di pressione

**2b - Vie spino-talamiche laterali**: sensibilità tattile *protopatica* (non discriminata), dolorifica e termica

**3 - Vie spino-cerebellari**: sensibilità propriocettiva incosciente

# Le 3 principali vie sensitive sono:

- 1) **Via spino-bulbo-talamica (o del cordone posteriore)** (o sistema del lemnisco mediale (*nastro appiattito*)) (o di Goll & Burdach)

sostanza bianca delle colonne posteriori (**fascicolo gracile e cuneato**) del Midollo S. → ai nuclei omonimi del bulbo → ponte e mesencefalo. Decussano nel bulbo e terminano nei nuclei talamici controlaterali. (*gracile: sensibilità da sotto mediotorace, cuneato da sopra*)

- Sensibilità coscienti: proprioceettiva (di posizione); Sensibilità tattile epicritica (finemente discriminata), pressoria, vibratoria e proprioceettiva cosciente; Stereognosi (capacità di riconoscere grandezza, forma, peso e tessitura di un oggetto tenuto in mano); Cinestesi (senso di movimento e posizione per le varie parti del corpo).

- 2) **Via spino-talamica (a-anteriore e b-laterale)**: sensazioni coscienti "crude" (protopatiche o non discriminate, scarsam. localizzate) **tattili superficiali, pressorie, prurito e solletico + termiche e dolorifiche** (esempio: avere coscienza che la pelle è stata toccata ma non del punto preciso).

- 3) **Via spino-cerebellare**: laterale, sensibilità proprioceettiva incosciente (posizione di muscoli, tendini e articolazioni)

### La via spino-bulbo-talamica.

La via **spino-bulbo-talamica** è una via sensitiva formata da tre neuroni. Il primo neurone (protoneurone) entra nel corno posteriore della sostanza grigia midollare e fa sinapsi con il secondo neurone (deutoneurone). Quest'ultimo corre lungo il bulbo e si incrocia, mediante una sinapsi, con il neurone di terzo livello il quale decussa e si allunga fino al talamo dove, mediante una terza sinapsi, incontra un ulteriore neurone che sfocia nell'area sensitiva di riferimento. La via è tipica di alcune sensibilità propriocettive ovvero di posizione, di pressione e di vibrazione.

### La via spino-talamica.

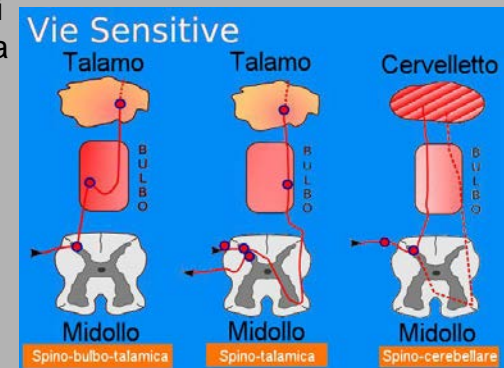
La via **spino-talamica** è simile a quella spino-bulbo-talamica in quanto anch'essa è formata da tre neuroni. La prima sinapsi avviene nel **ganglio nervoso**, ovvero in quella formazione che si apprezza nel fascicolo posteriore nervoso che fuoriesce dal neuromero spinale. Il neurone entra nel corno posteriore dove fa due sinapsi: la prima esce nuovamente dalla sostanza grigia e forma un arco riflesso, ovvero un sistema formato da un neurone sensitivo e da un neurone motorio, mentre la seconda ascende fino ad arrivare al bulbo dove forma una *seconda* sinapsi. La sinapsi è definita "seconda", e non come potrebbe apparire "terza", perché l'arco riflesso e la via spino-talamica propria possono essere considerate come due percorsi differenti della stessa via. Dal bulbo il neurone finisce al talamo dove forma una terza sinapsi che sfocia nell'area sensitiva di riferimento. La via spino-talamica è simile, per qualità di informazione trasportata, alla via spino-bulbo-talamica in quanto porta alcune sensazioni tattili tra le quali figura il dolore.

### La via spino-cerebellare.

La via **spino-cerebellare**, invece, non è una via sensitiva di tipo cosciente. Le informazioni che questa trasporta, infatti, non vengono recepite dalla coscienza né come dolore né come stimoli tattili ma semplicemente serve a definire la posizione anatomica di alcuni elementi come i muscoli ed i tendini. Dal punto di vista strettamente neuronale è una via formata da due neuroni: il primo fa sinapsi nel ganglio, proprio come nella via spino-talamica, e il neurone entra nella sostanza grigia attraverso il corno posteriore. Dentro di questa forma una seconda sinapsi ed il neurone, trapassando il bulbo, si porta fino al cervelletto.

Da: LACELLULA.net

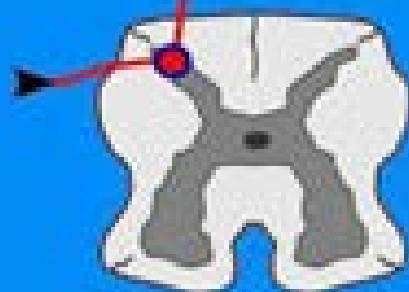
[http://www.lacellula.net/appunti/neurologia/le\\_vie\\_sensive.html](http://www.lacellula.net/appunti/neurologia/le_vie_sensive.html)





# Vie Sensitive

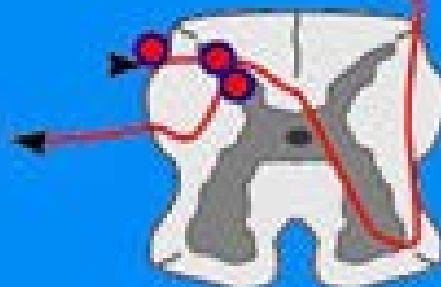
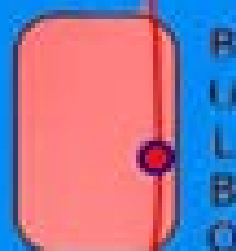
Talamo



Midollo

Spino-bulbo-talamica

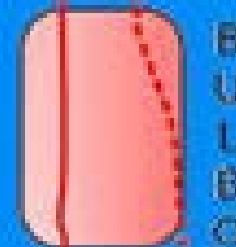
Talamo



Midollo

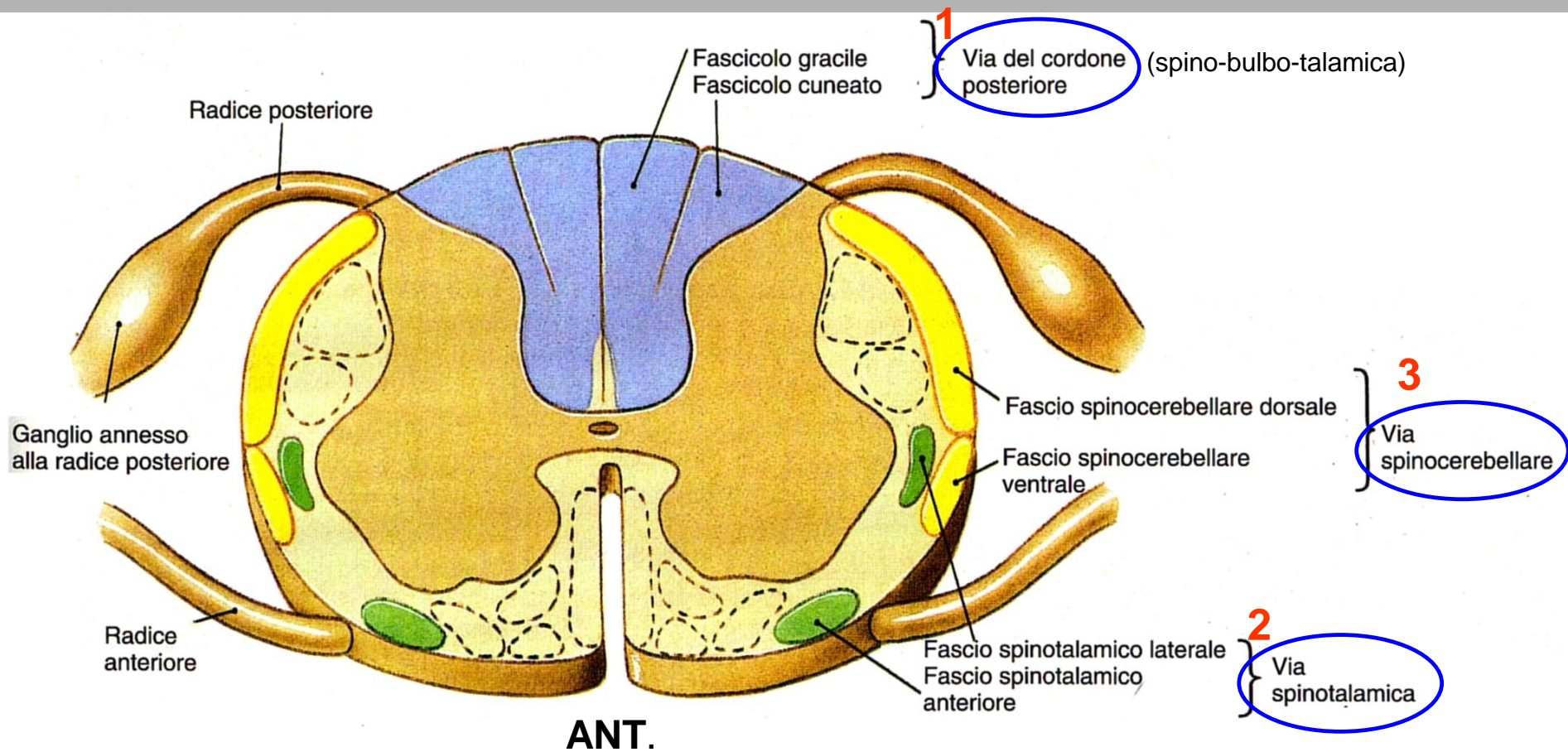
Spino-talamica

Cervelletto



Midollo

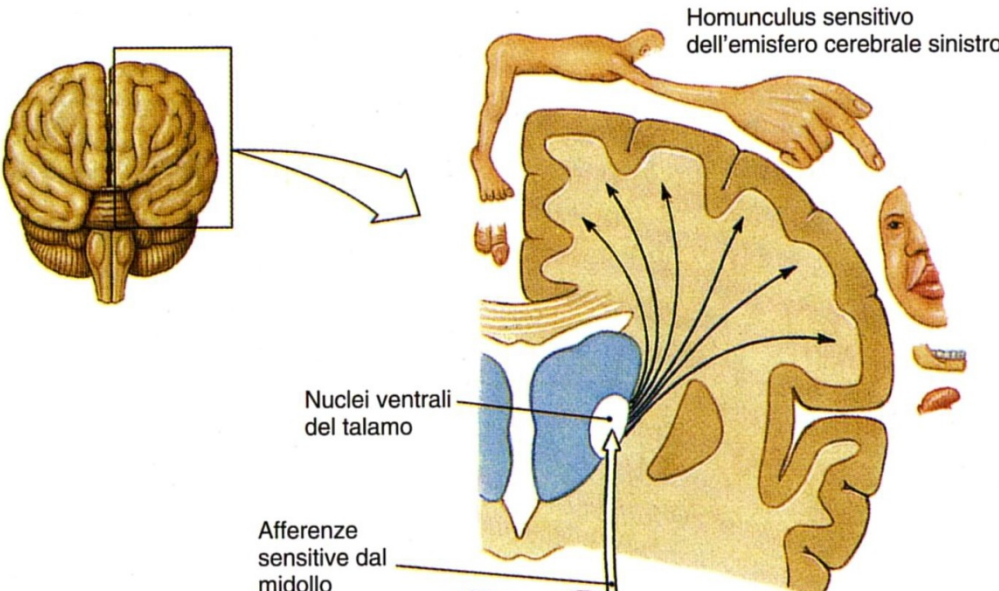
Spino-cerebellare



**FIGURA 16.1**  
**PRINCIPALI FASCI ASCENDENTI DEL MIDOLLO**  
**SPINALE**

Sezione trasversale che indica la localizzazione dei principali fasci sensitivi ascendenti nel midollo spinale. Per informazioni riguardo questi fasci, *vedi Tabella 16.1*. I fasci motori discendenti sono indicati con la linea tratteggiata; questi fasci sono identificati nella *Figura 16.4*.





Nuclei ventrali del talamo

Afferenze sensitive dal midollo spinale

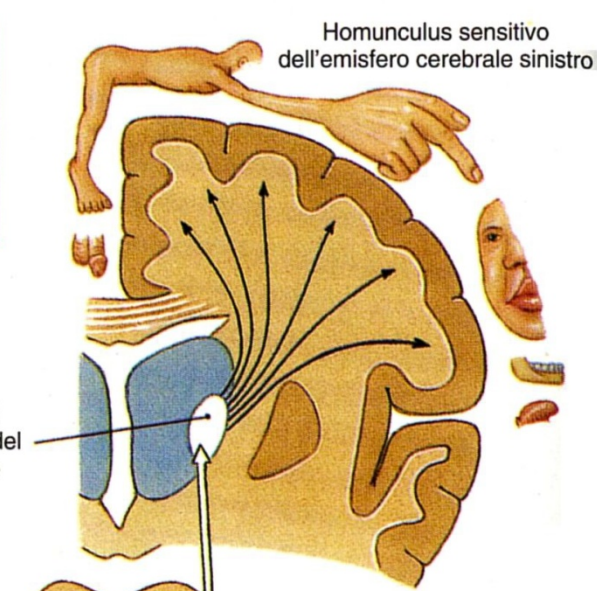
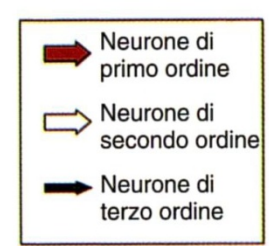
Nucleo gracile e nucleo cuneato nel midollo allungato

Fascicolo gracile e fascicolo cuneato

Homunculus sensitivo dell'emisfero cerebrale sinistro

Sensibilità tattile epicritica, vibratoria, pressoria e propriocettiva cosciente dal lato destro del corpo

(a) Via del cordone posteriore 1



Nuclei ventrali del talamo

MESENCEFALO

Homunculus sensitivo dell'emisfero cerebrale sinistro

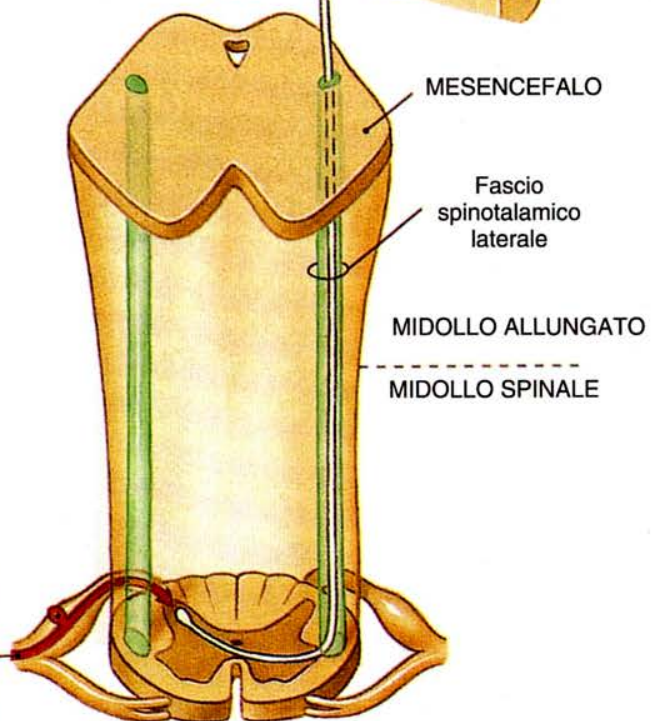
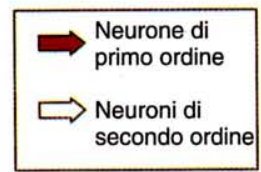
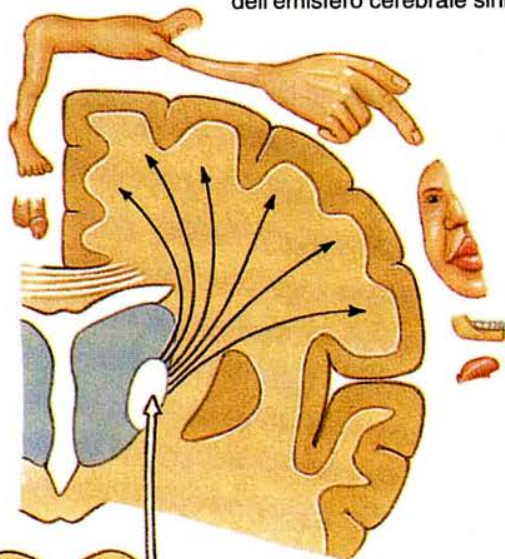
Fascio spino-talamico anteriore

Sensibilità pressoria e tattile protopatica dalla parte destra del corpo

(b) Fasci spinothalamici anteriori 2a  
tattili superficiali, pressorie, prurito e solletico



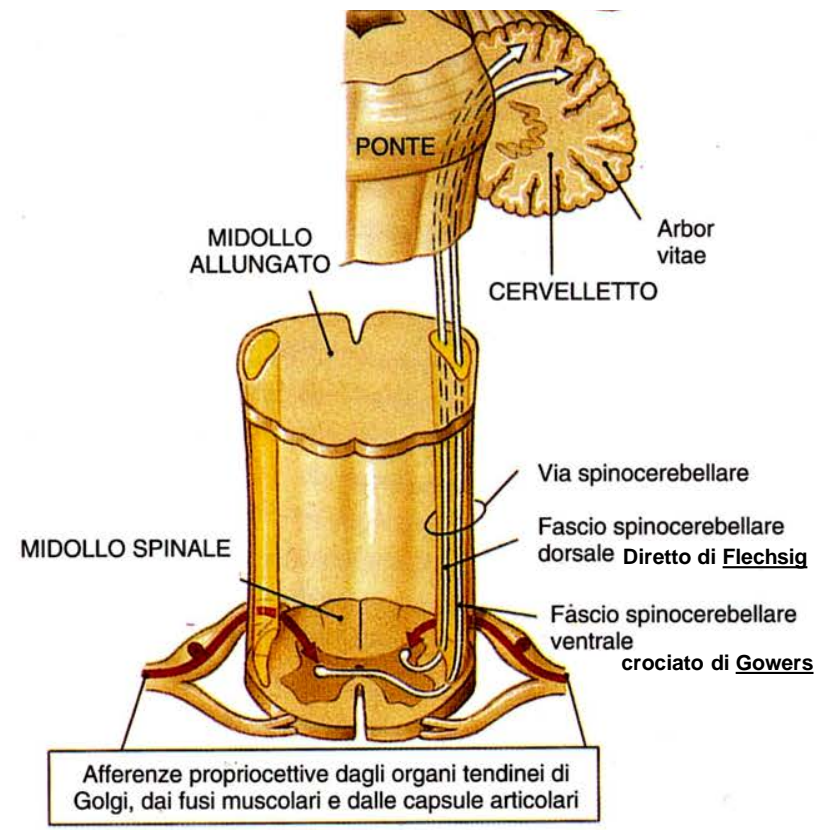
Homunculus sensitivo  
dell'emisfero cerebrale sinistro



Sensibilità termica e dolorifica dalla parte destra del corpo

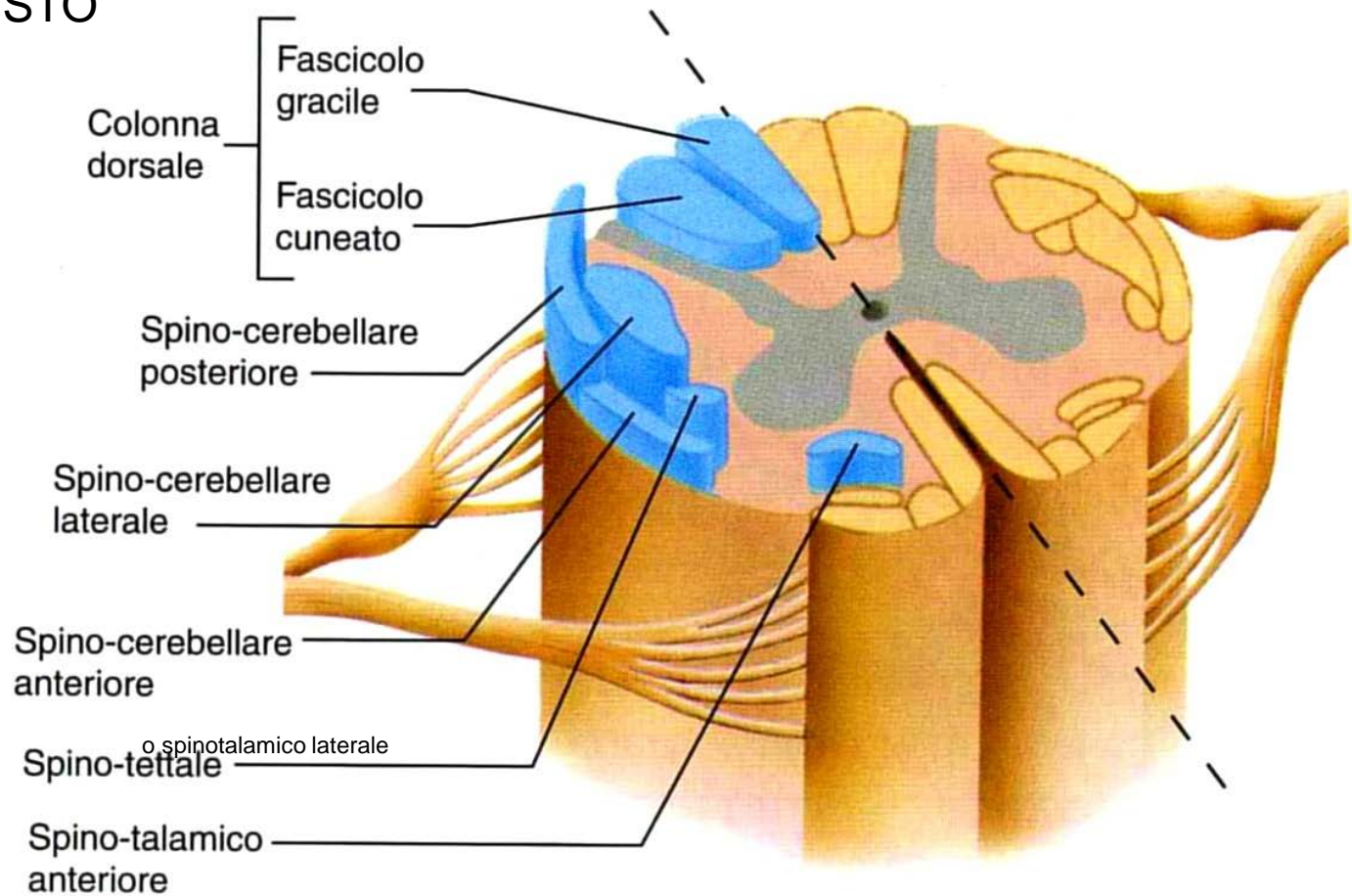
termiche e dolorifiche  
2b

(c) Fasci spinothalamici laterali



Afferenze propriocettive dagli organi tendinei di Golgi, dai fusi muscolari e dalle capsule articolari

(d) Via spinocerebellare 3  
sensibilità propriocettiva incosciente



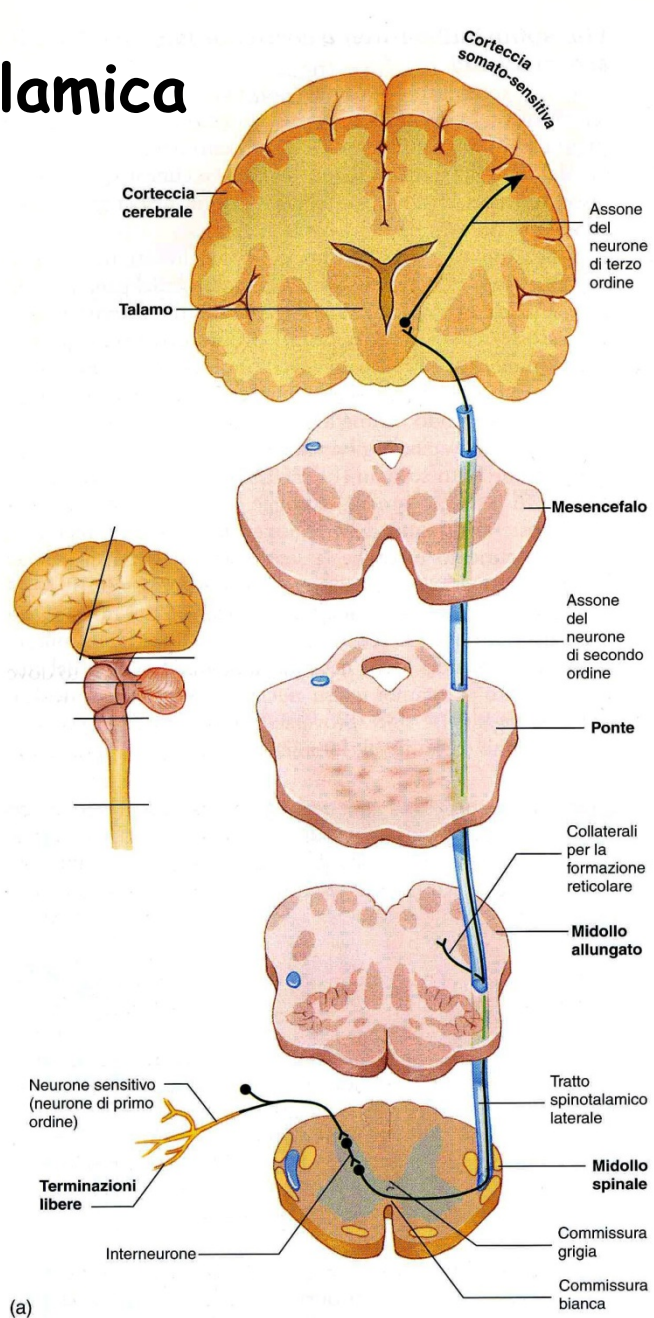
**Figura 12.5 Sezione trasversale del midollo spinale a livello cervicale che illustra i tratti ascendenti**

I tratti ascendenti sono marcati (in azzurro) sul lato sinistro della figura, anche se sono presenti su entrambi i lati.

# VIE ASCENDENTI SENSITIVE

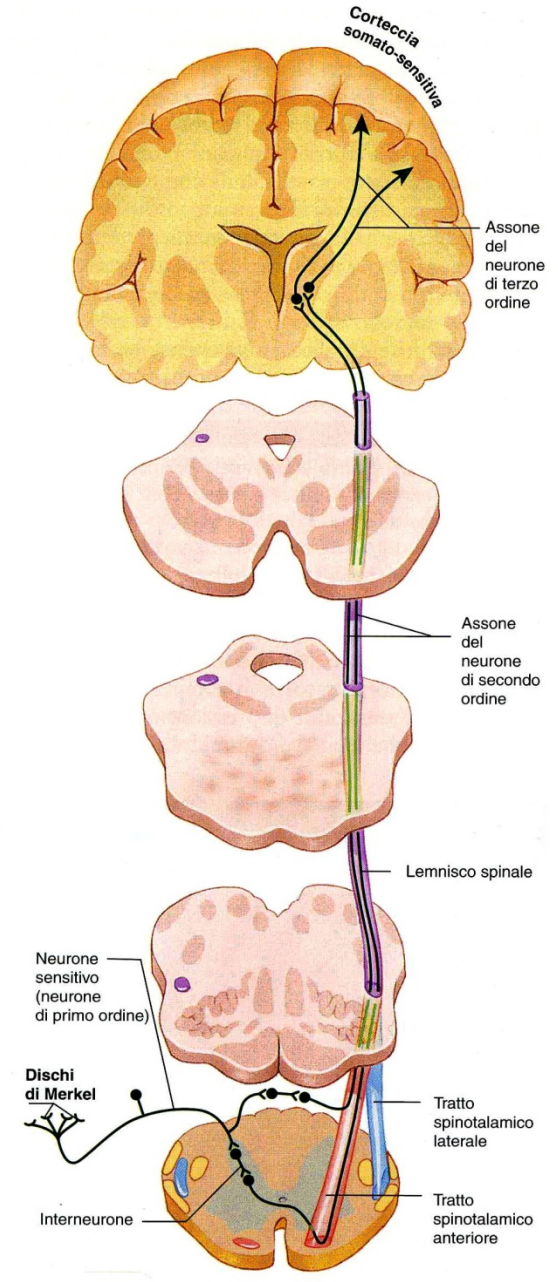


# La via spino-talamica



(a)

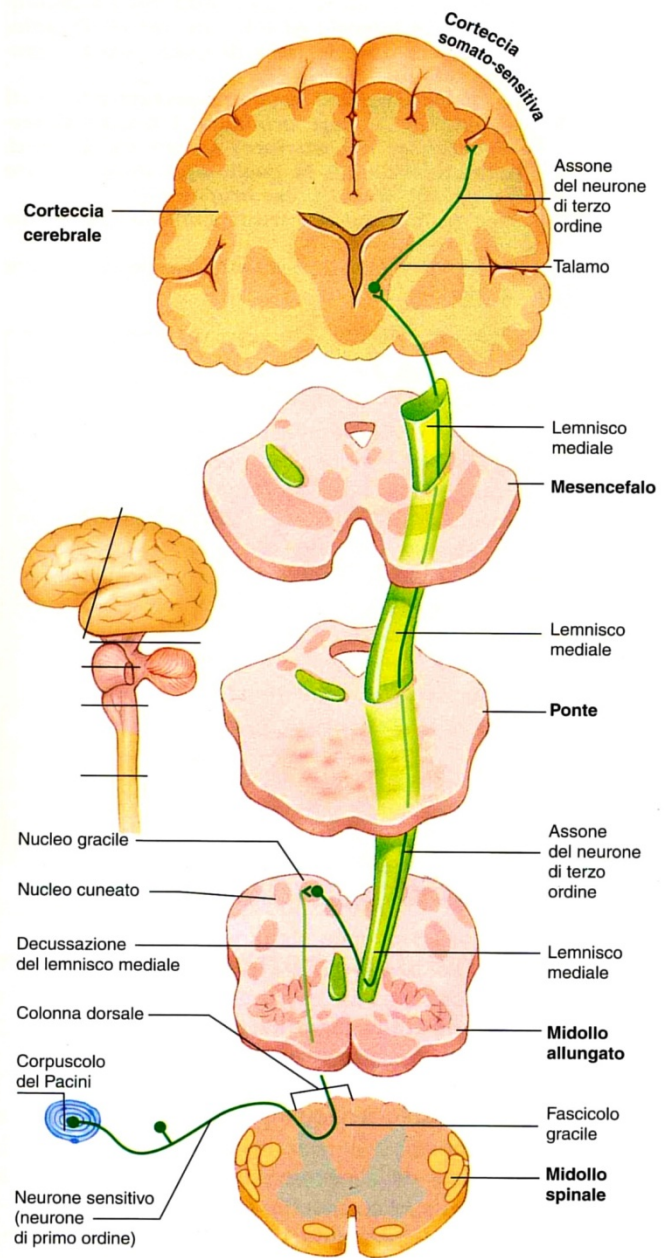
(a) Tratto spino-talamico laterale, che trasmette la sensibilità dolorifica e termica.



(b) Tratto spino-talamico anteriore, che trasporta la sensibilità per il tatto superficiale.



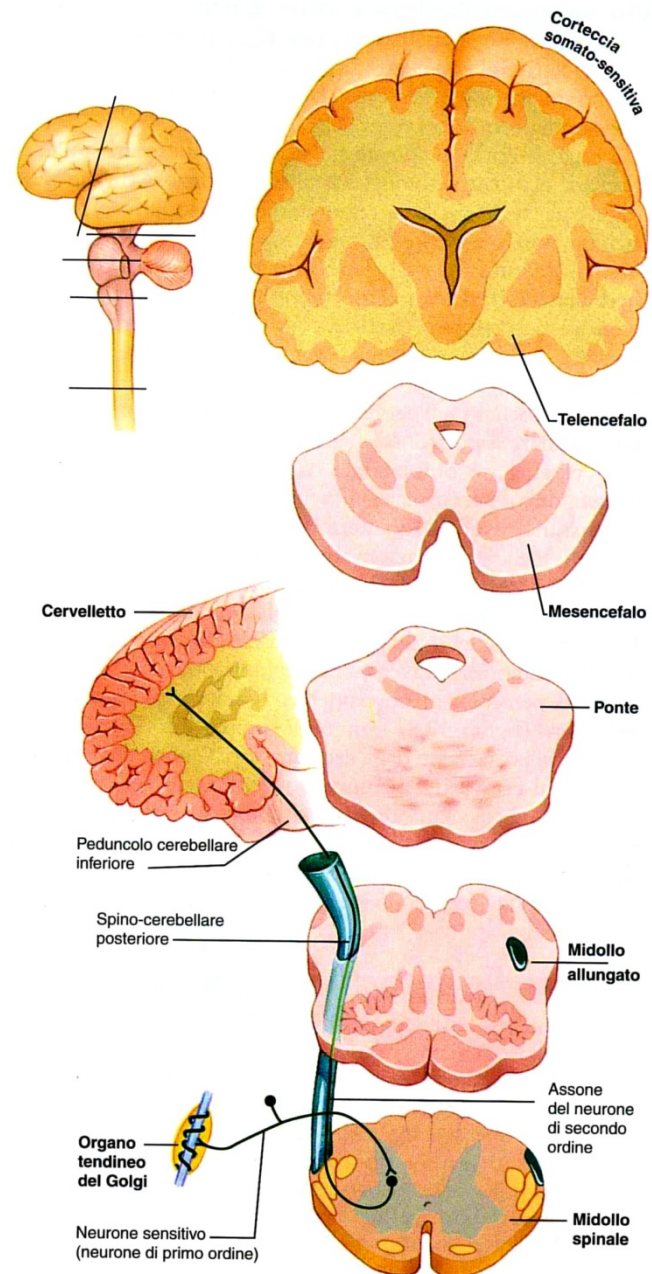
# La via spino-bulbo-talamica



**Figura 12.7 Via spino-bulbo-talamica**

Il fascicolo gracile e cuneato portano la sensibilità discriminativa e la propriocezione. Nella figura è messo in evidenza solo il decorso del fascicolo gracile. Le linee nel piccolo inserto corrispondono ai livelli delle sezioni.

# Tratto spino-cerebellare posteriore



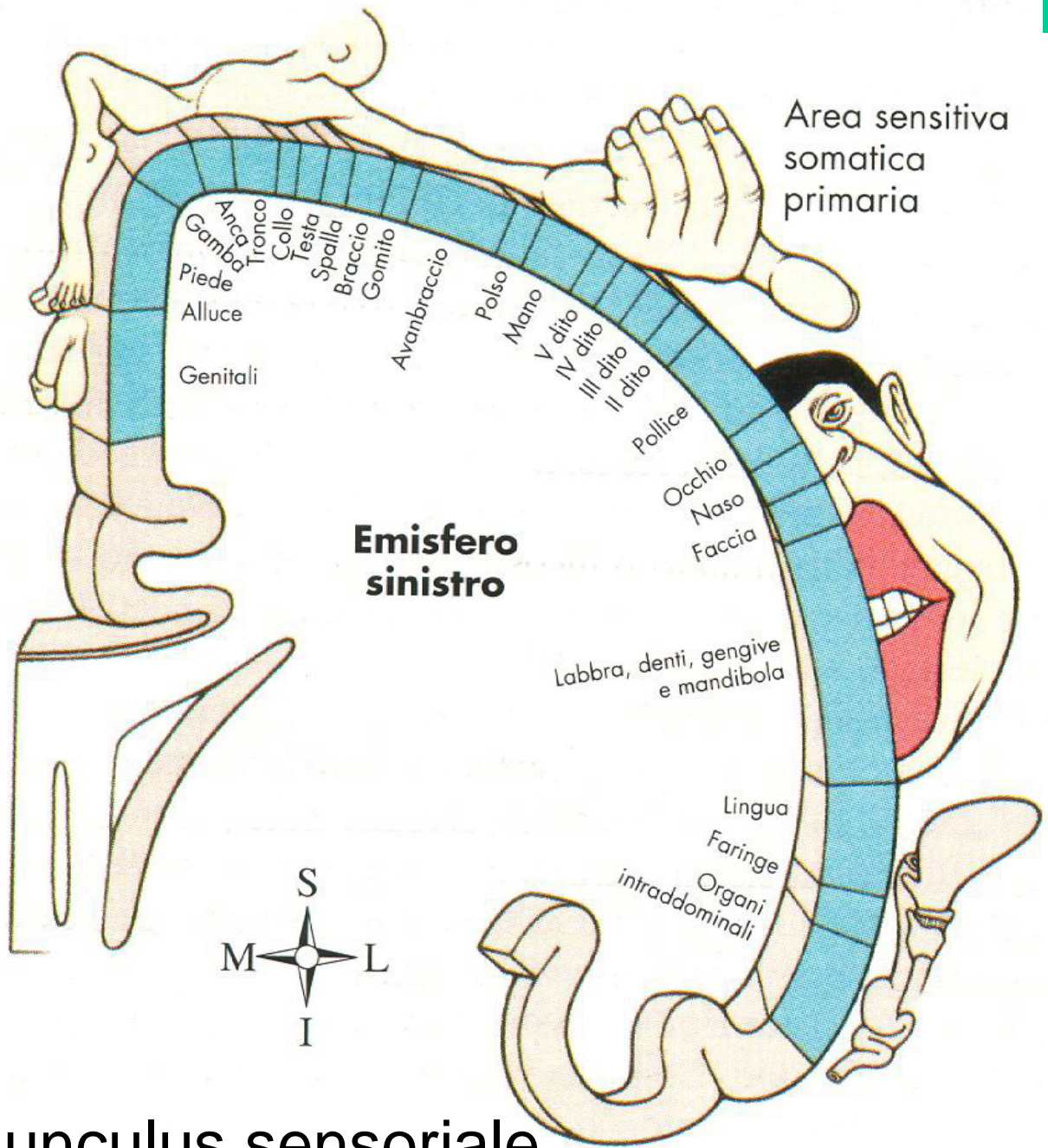
**Figura 12.8 Tratto spino-cerebellare posteriore**

Questa via porta informazioni propriocettive dal torace, arto superiore e regione lombare superiore al cervelletto. Le linee nel piccolo inserto corrispondono ai livelli delle sezioni.



La quantità di corteccia sensitiva a cui arrivano le sensazioni è proporzionale alla estensione dei territori da cui provengono tali sensazioni o alla densità delle varie unità sensitive

A



homunculus sensoriale



# VIE MOTRICI SOMATICHE

**Il Sistema Nervoso Centrale invia impulsi motori in risposta agli stimoli sensoriali attraverso DUE VIE:**

- a. **Tramite le Vie Motrici Somatiche (SNC "Telencefalico):** innerva i muscoli scheletrici (Sistemi **PIRAMIDALE** ed **EXTRAPIRAMIDALE**)
- b. **Tramite il Sistema Nervoso Vegetativo (o Autonomo o Viscerale (SNP):** innerva gli "effettori viscerali", cioè la muscolatura liscia dei visceri, il cuore, le ghiandole e gli adipociti → → lo vedremo DOPO...!!!

Queste due vie sono organizzate diversamente:

- **Articolate su almeno 2 neuroni**, un motoneurone superiore nel SNC) + un motoneurone inferiore (con pirenoforo nel tronco o nel midollo spinale)
- Articolato su un neurone pregangliare (nel SNC - "NON TELEENCEFALICO") + un neurone gangliare (sempre periferico, vicino all'effettore)

Origine:  
corteccia  
motoria

CERVELLO  
Nuclei motori somatici del tronco encefalico  
Motoneuroni superiori nella corteccia motrice primaria

Muscolo scheletrico  
Midollo spinale

Azione eccitatoria

Motoneuroni inferiori

Muscolo scheletrico

Nuclei motori somatici del midollo spinale

## Sist. Nervoso Motore Somatico

CERVELLO  
Nuclei di controllo viscerale nel tronco encefalico

Origine:  
tronco  
cerebrale  
e midollo  
spinale

Neurone pregangliare  
Muscolo liscio  
Ganglio autonomo  
Midollo spinale

Neurone gangliare

Ghiandole

Ganglio autonomo

Neurone pregangliare

Nuclei di controllo viscerale nel midollo spinale

Azione eccitatoria (orto-) o inibitoria (para-)

Adipociti

Muscolo cardiaco

## Sist. Nervoso Motore Vegetativo (o Viscerale o Autonomo)

FIGURA 16.3 VIE MOTORIE DEL SNC E DEL SNP

Organizzazione del sistema nervoso somatico e del sistema nervoso autonomo. (a) Nel SNS un motoneurone posto a livello della corteccia cerebrale controlla motoneuroni posti nel tronco encefalico o nel midollo spinale, i cui assoni (che formano la radice anteriore del nervo spinale) esercitano un effetto eccitatorio diretto sulle fibre muscolari scheletriche. (b) Nel SNA gli assoni di neuroni pregangliari posti nel SNC controllano neuroni gangliari situati in periferia, la cui stimolazione si traduce in effetti eccitatori o inibitori sugli effettori viscerali innervati.





**Gli impulsi motori somatici** inviati dal cervello arrivano agli effettori (i muscoli scheletrici) attraverso

**3 principali vie** integrate tra loro:

**a1. Via Corticospinale (o Sistema Piramidale)**

a2. Via Mediale }  
a3. Via Laterale } **(o Sistema Extrapiramidale)**

tutte controllate dai Nuclei della Base e monitorate dal Cervelletto

Le **vie motorie Piramidali (Via Corticospinale)**,  
che controllano i movimenti volontari "fini",

prevalgono

sulle **vie Extrapiramidali**

- La **Via Mediale** coadiuva i movimenti grossolani del tronco e della parte prossimale degli arti (→ equilibrio)
- La **Via Laterale** controlla i muscoli della parte distale degli arti che eseguono movimenti un po' meno grezzi

che controllano i movimenti macroscopici e più  
"grezzi"

# VIE PIRAMIDALI (Vie CorticoSpinali)

Sono proiezioni di assoni che dalla **CORTECCIA CEREBRALE** arrivano ad eccitare i **MOTONEURONI spinali**

Si chiamano così perché le fibre che partono dalla corteccia scendono formando fasci di apparenza appunto piramidale e si riuniscono sulla superficie anteriore del PONTE, decussano a vari livelli (85% nel bulbo e 15% nel midollo), proseguendo quindi per il MIDOLLO SPINALE controlaterale, facendo sinapsi con i motoneuroni delle corna anteriori

Il ruolo delle vie piramidali è quello di dare un **esito motorio** all'esercizio della **attività cerebrale VOLONTARIA**

Sono importanti soprattutto **nell'avvio di un'attività motoria semplice** (camminare, correre) **e nell'attuazione di attività motorie complesse** (esercizi appresi, sequenze motorie della caccia, ricerca e scelta del cibo)



## a1. Via Corticospinale (o Sistema Piramidale)

- Deputata al **controllo volontario della muscolatura scheletrica**
- Origina dalle **cellule piramidali** della corteccia motoria primaria
- La via è in genere diretta: gli assoni di questi motoneuroni primari scendono al tronco e poi al midollo dove fanno sinapsi con i motoneuroni secondari che innervano i muscoli, ma può essere anche indiretta, innervando altri centri motori del sist. Extrapiramidale
- l'85% delle fibre decussa nel bulbo, mentre il 15% di esse decussa nel **midollo spinale** [segmento spinale (mielomero) per segmento spinale, a livello della commessura bianca anteriore]

# La Via Corticospinale (o Sistema Piramidale) è costituita da 3 coppie di fasci indipendenti:

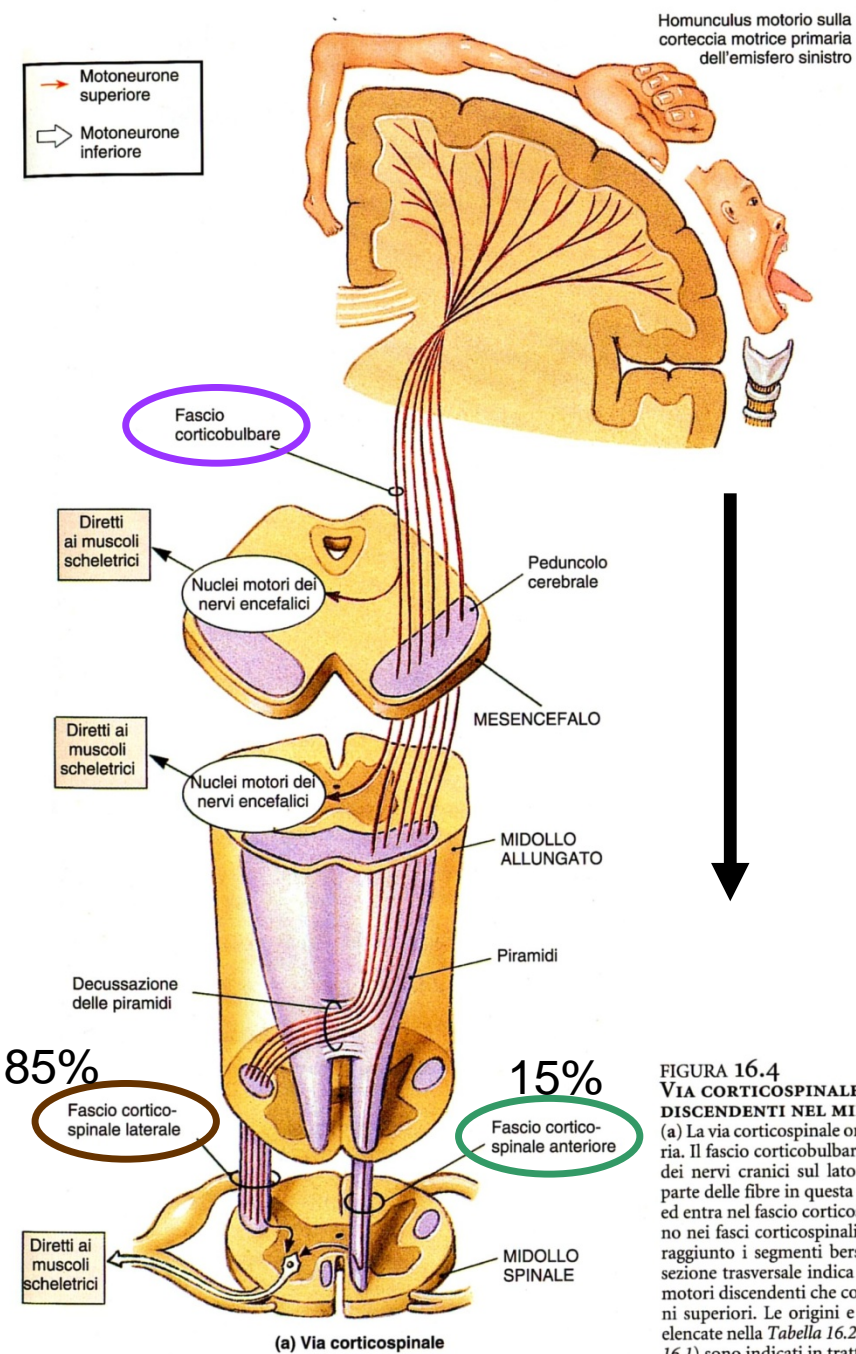
**a1.1 i fasci Corticobulbari o Corticonucleari** (→ alla muscolatura della testa, facendo sinapsi con i nuclei dei nervi cranici III, IV, V, VI, VII, IX, XI e XII) assicurando il controllo volontario del movimento dei muscoli oculari, masticatori e mimici, e di alcuni muscoli di collo e faringe. Alcuni fasci innervano anche centri motori coinvolti nel controllo involontario della muscolatura scheletrica)

## a1.2 i fasci Corticospinali Laterali

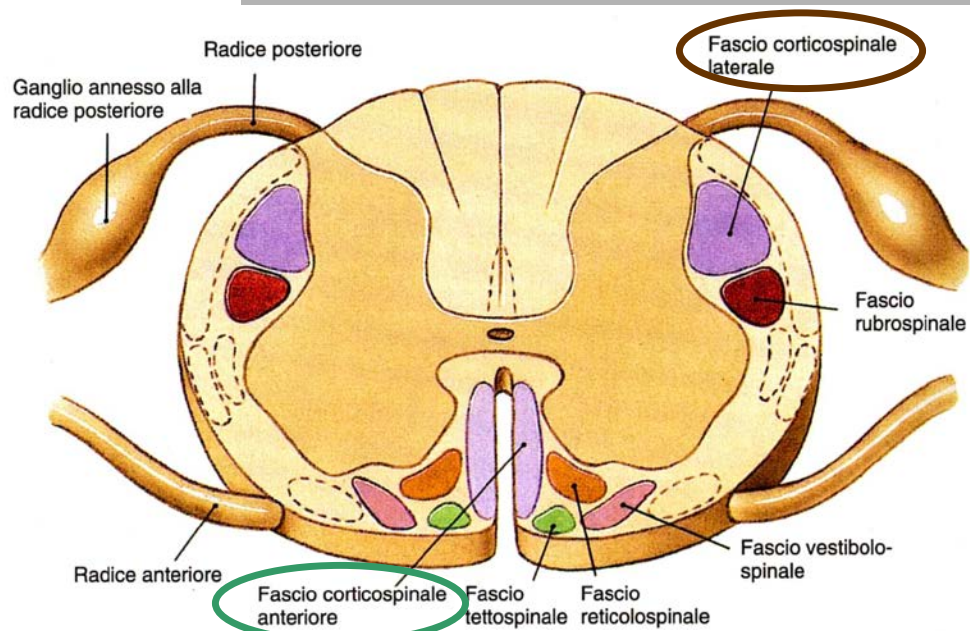
## a1.3 i fasci Corticospinali Anteriori

Entrambi vanno a fare sinapsi con i motoneuroni delle corna anteriori midollari. Scendono all'interno dei peduncoli cerebrali e a livello del bulbo appaiono sotto forma di due evidenti rigonfiamenti ventrali, le PIRAMIDI. L'85% di tali fasci decussa formando i **Fasci Corticospinali Laterali** che arrivano, tramite interneuroni, ai motoneuroni di tutto il midollo spinale, e da qui alla muscolatura scheletrica corporea. Il 15% di tali fasci non decussa e prosegue come **Fasci Corticospinali Anteriori**, i quali decussano solo all'interno dei singoli mielomeri, passando per la commessura bianca anteriore midollare, fermandosi però alla zona alta del midollo, quella che serve i muscoli della zona cervicale e toracica superiore

- La stimolazione dei neuroni motori inferiori per opera di impulsi di questa via comporta stimolazione di gruppi muscolari (per es. mani e piedi).



(a) Via corticospinale



(b) Sezione trasversale dei fasci motori discendenti nel midollo spinale

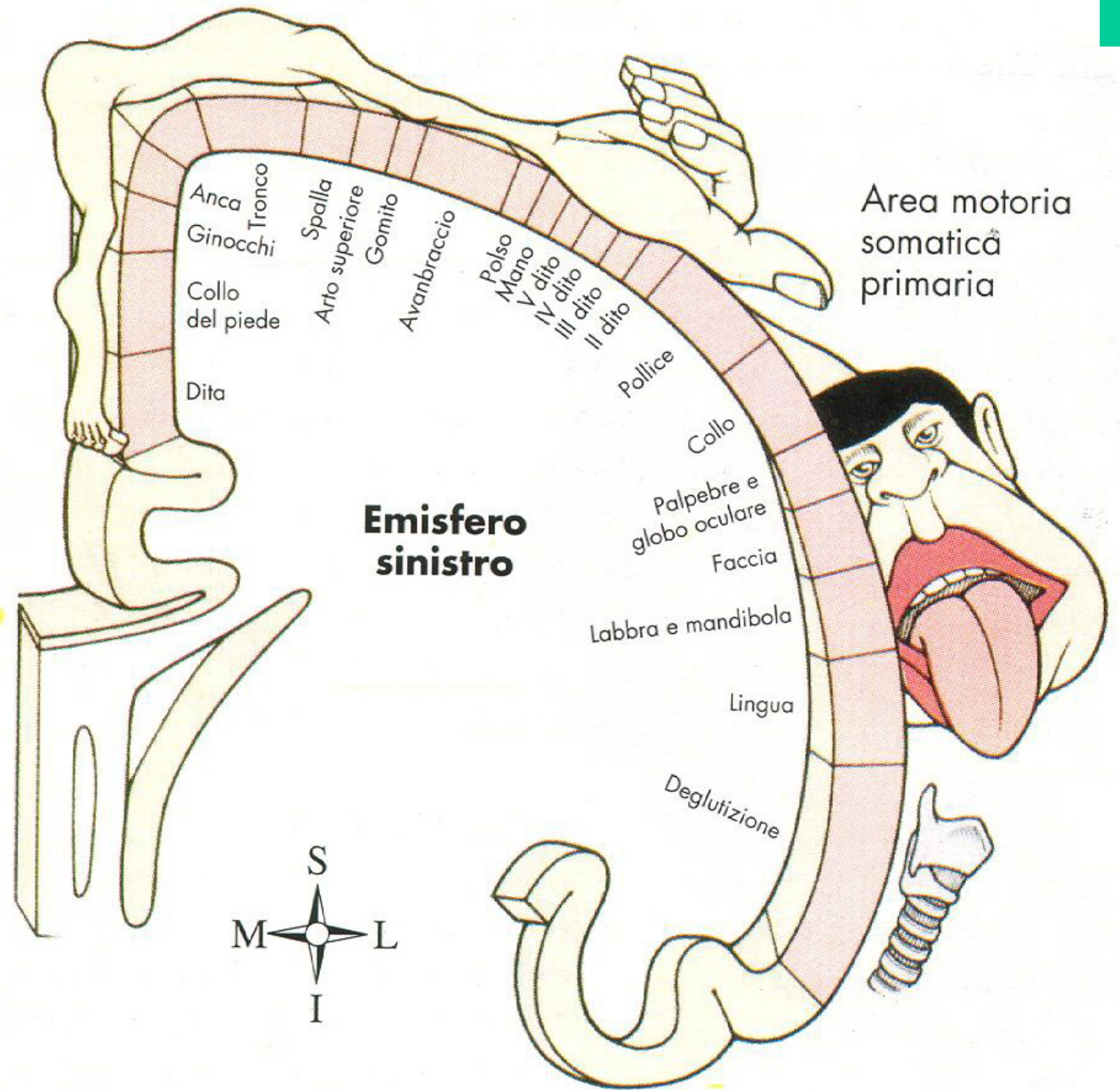
**FIGURA 16.4  
VIA CORTICOSPINALE E FASCI MOTORI DISCENDENTI NEL MIDOLLO SPINALE**

(a) La via corticospinale origina dalla corteccia motoria primaria. Il fascio corticobulbare termina a livello dei nuclei motori dei nervi cranici sul lato opposto dell'encefalo. La maggior parte delle fibre in questa via si incrocia nel midollo allungato ed entra nel fascio corticospinale laterale; le restanti discendono nei fasci corticospinali anteriori e si incrociano dopo aver raggiunto i segmenti bersaglio nel midollo spinale. (b) Una sezione trasversale indica la localizzazione dei principali fasci motori discendenti che contengono gli assoni dei motoneuroni superiori. Le origini e le destinazioni di questi fasci sono elencate nella *Tabella 16.2*. I fasci sensoriali (mostrati in *Figura 16.1*) sono indicati in tratteggiato.

**Via Corticospinale (Sistema Piramidale)** con i suoi fasci motori discendenti del midollo



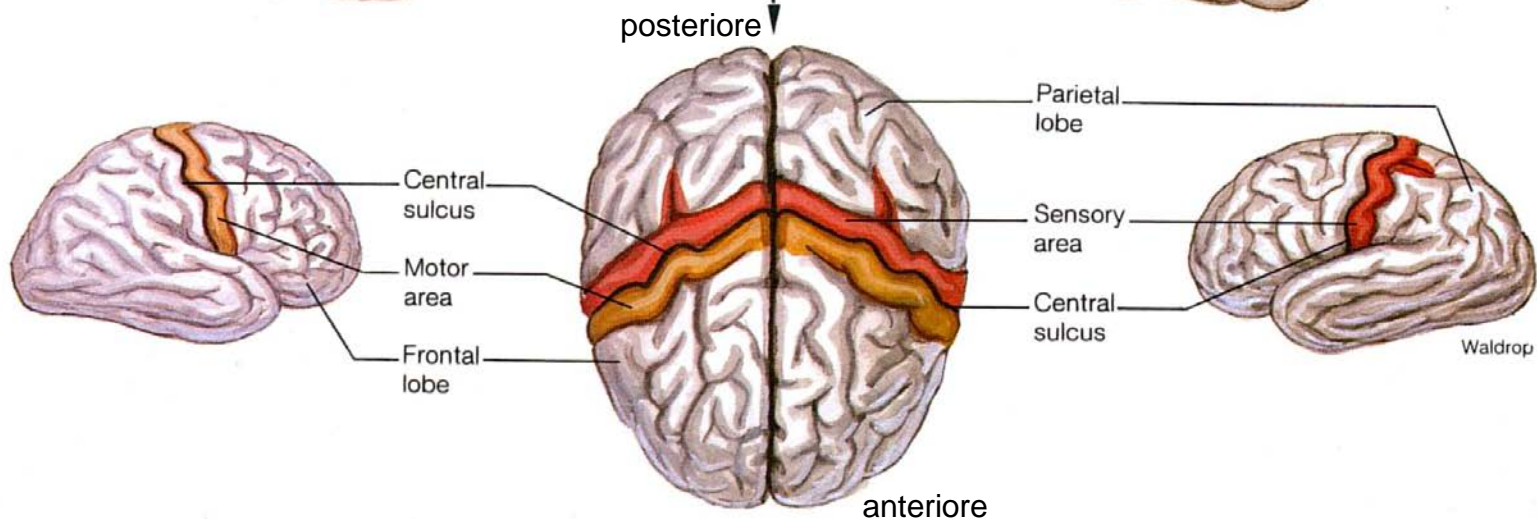
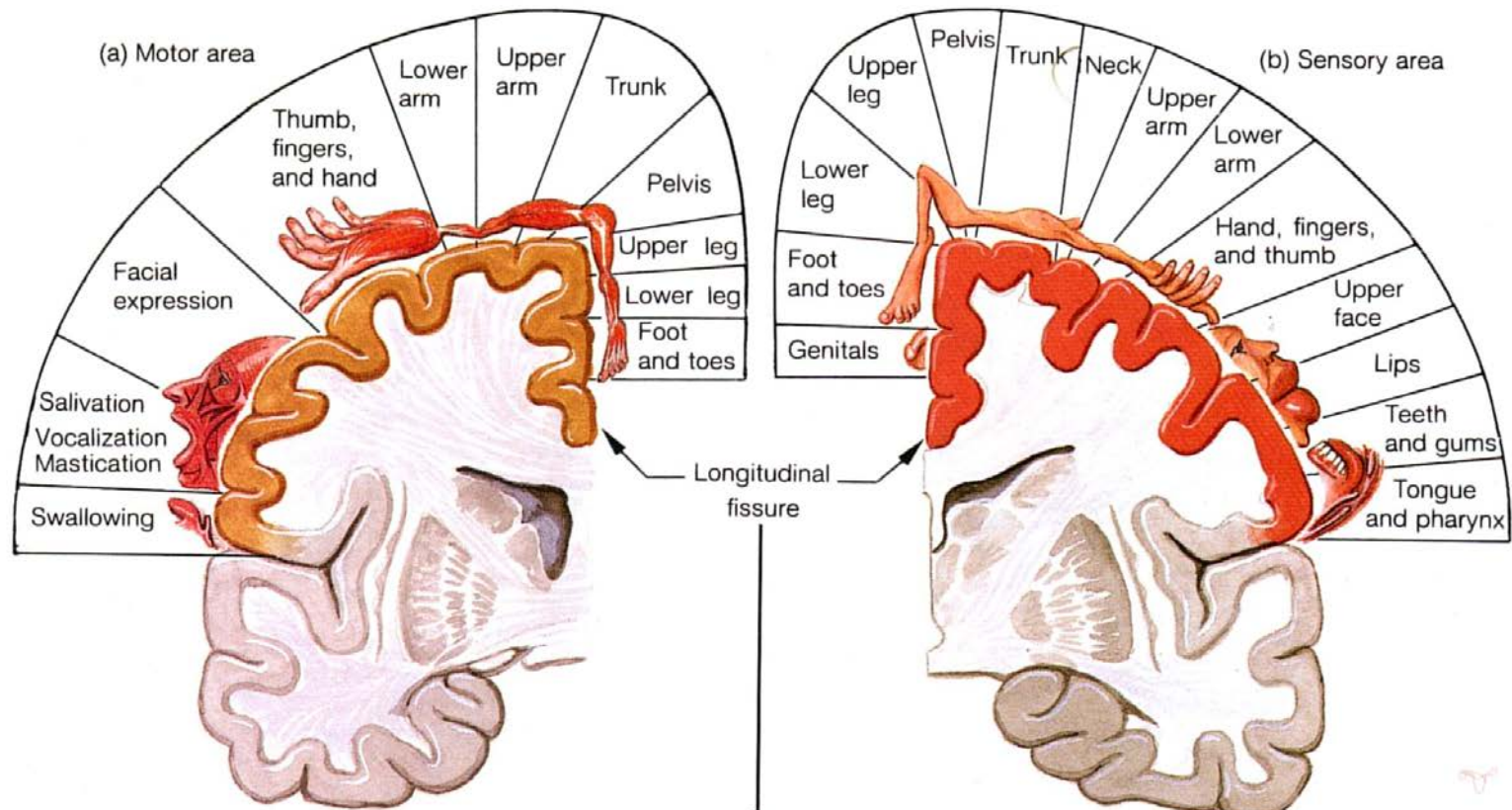
La quantità di corteccia motoria che governa i diversi muscoli è proporzionale all'utilizzo che di quei muscoli viene fatto, cioè alla numerosità delle varie unità motorie



homunculus motorio

# Aree motorie

# Aree sensoriali

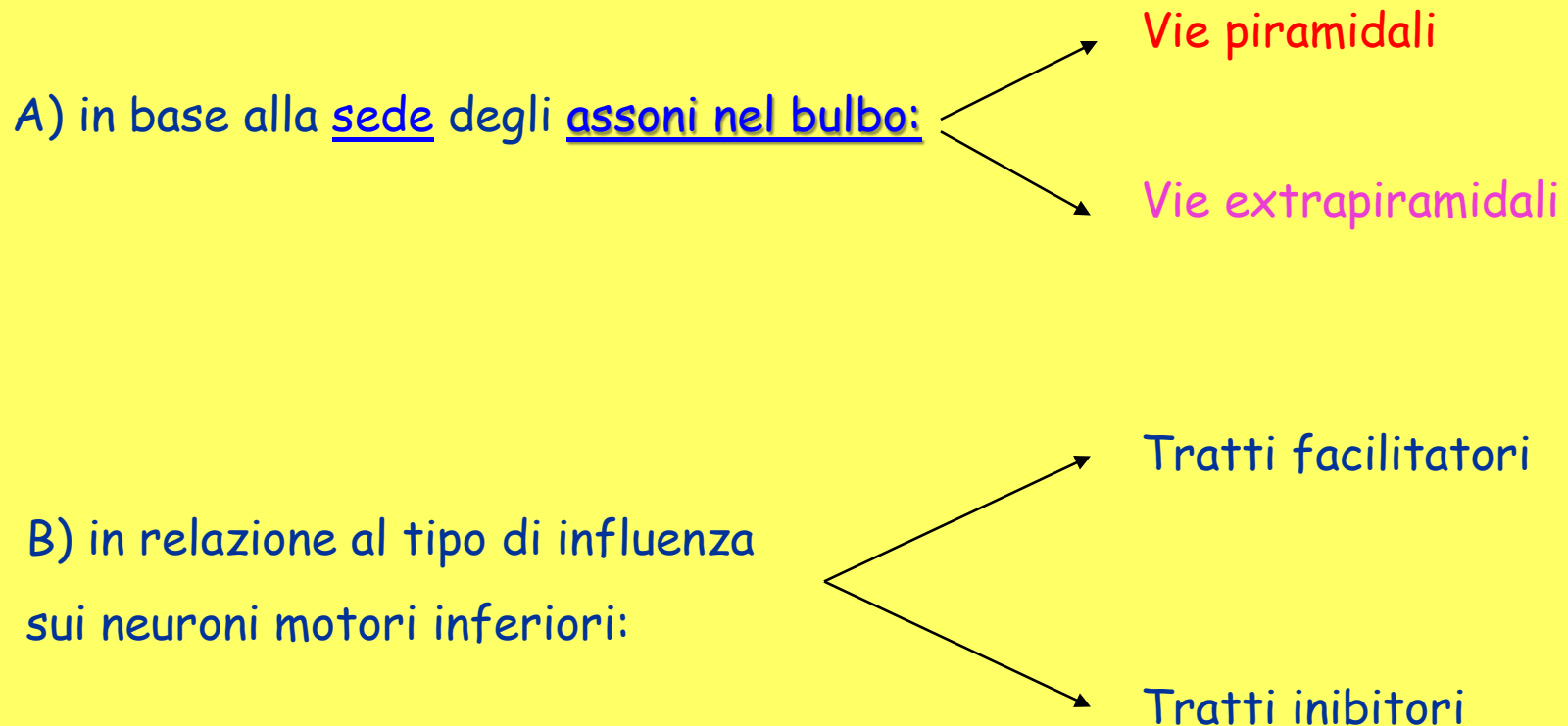


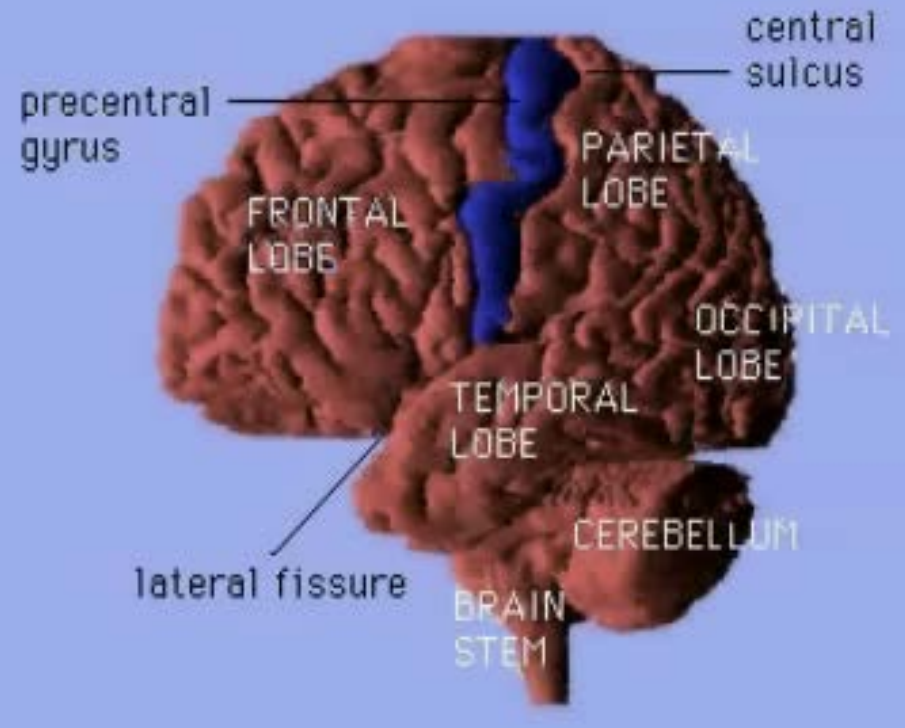
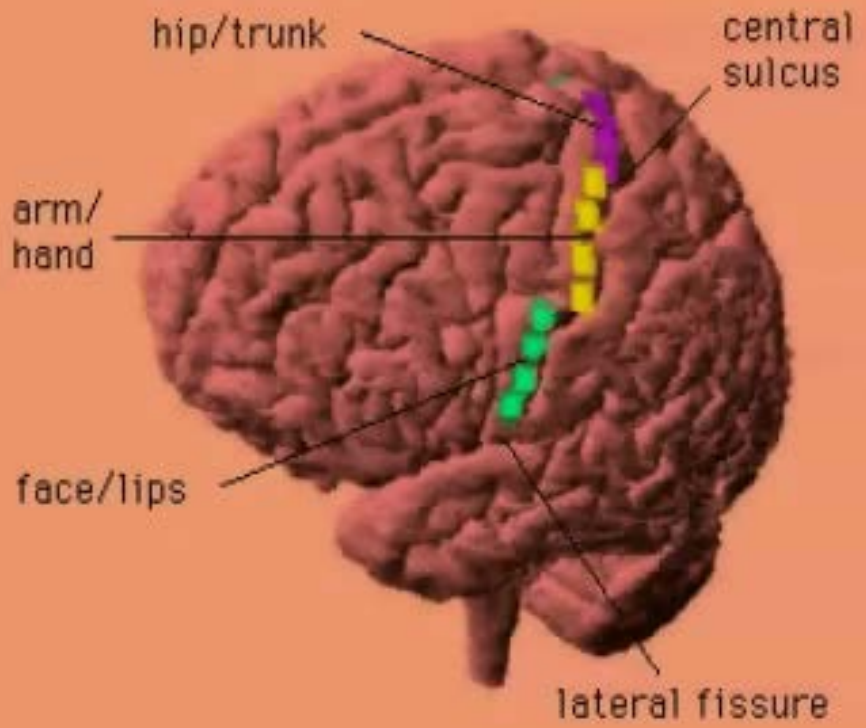
## Osservazioni cliniche

- Se viene interrotta la conduzione lungo i tratti corticospinali vi sarà **paralisi**.
- Un ictus (ischemia cerebrale) a livello della corteccia motoria determina paralisi da lesione dei neuroni motori superiori.
- La lesione dei neuroni motori inferiori impedisce l'invio di impulsi ai muscoli innervati da questi neuroni che quindi non si contrarranno né volontariamente né per via riflessa → paralisi. (per es. **poliomielite**)



# LE VIE MOTRICI SOMATICHE si possono classificare:





## Tratti piramidali

Della corteccia: <http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/primarmotor.mov>

Del tronco: <http://da.biostr.washington.edu/DA-ATLASES/Neuroanatomy/DAmovies/pyramstem.mov>

Gli impulsi motori somatici inviati dal cervello arrivano agli effettori (i muscoli scheletrici) attraverso 3 vie integrate tra loro:

a1. Via Corticospinale (o Sistema Piramidale)

a2. Via Mediale }  
a3. Via Laterale } (o Sistema Extrapiramidale)





# VIE EXTRAPIRAMIDALI

Sono proiezioni di assoni che da strutture encefaliche **NON CORTICALI (non telencefaliche)** (Nucleo Rosso, Nucleo Vestibolare, Sostanza Reticolare) arrivano ad eccitare in maniera inconscia i **MOTONEURONI** midollari

NON decussano a livello del ponte, ma possono variamente incrociare o inviare collaterali nel loro decorso

In generale il ruolo delle vie extrapiramidali è quello di:

1. coordinare attività automatiche e ripetitive come la deambulazione, il salto, il nuoto, DOPO che sono state avviate da impulsi corticali (attraverso le **vie piramidali**)
2. provvedere al mantenimento del corretto **tono muscolare**
3. regolare e mantenere la **postura** (riflessi posturali e di raddrizzamento)

## a2 + a3. Vie Extrapiramidali (Via Mediale + Via Laterale)

Diversi centri del telencefalo, mesencefalo, diencefalo e tronco cerebrale (Nuclei Vestibolari (4), Tubercoli Quadrigemini (Tetto del Mesencefalo), Sostanza Reticolare, Nucleo Rosso ) possono inviare controlli motori somatici come risultato di elaborazione inconscia

- Questi centri (NV, TQ, SR e NR) e i loro fasci associati sono indicati come **SISTEMA EXTRAPIRAMIDALE**. In passato sono stati ritenuti operare in modo indipendente ma parallelo al Sist. Piramidale, **MA: In realtà il controllo motorio è integrato a tutti i livelli tramite estesi circuiti a feedback e interconnessioni.**

- La Via Mediale (che origina da NV, TQ(tetto), e SR). coadiuva i movimenti grossolani del tronco e della parte prossimale degli arti (→ equilibrio)
- La Via Laterale (che origina dal NR) controlla i muscoli della parte distale degli arti che eseguono movimenti un po' meno grezzi

## a2. Via Mediale

Controlla il tono muscolare e i movimenti grossolani di collo, tronco, muscoli degli arti prossimali

I motoneuroni superiori sono situati:



a) nei Nuclei Vestibolari (ricevono impulsi dall'orecchio interno e presiedono ai movimenti che mantengono l'equilibrio del corpo)

→ fascio vestibolo-spinale

a) nei Tubercoli Quadrigemini sup. e inf (Tetto Mesencefalo).  
(ricevono sensazioni visive e uditive, dirigendo cambiamenti riflessi di posizione in seguito a luci, movimenti e rumori forti ed improvvisi)

→ fascio tetto-spinale

c) nella Sostanza Reticolare (riceve moltissimi stimoli sia ascendenti che discendenti e ha connessioni con tronco e cervelletto presiedendo a diversi movimenti, come quello degli occhi e dei muscoli respiratori)

(attenzione e coscienza) [ruolo nei meccanismi anticipatori capacità di mantenere e regolare il TONO MUSCOLARE (attiva sui gamma motoneuroni) ma anche da funzioni riguardanti in particolare i cosiddetti "MECCANISMI ANTICIPATORI" che sono essenziali al mantenimento di una postura corretta quando l'uomo svolge sforzi o movimenti che implicano una variazione del suo equilibrio statico]

→ fascio reticolo-spinale

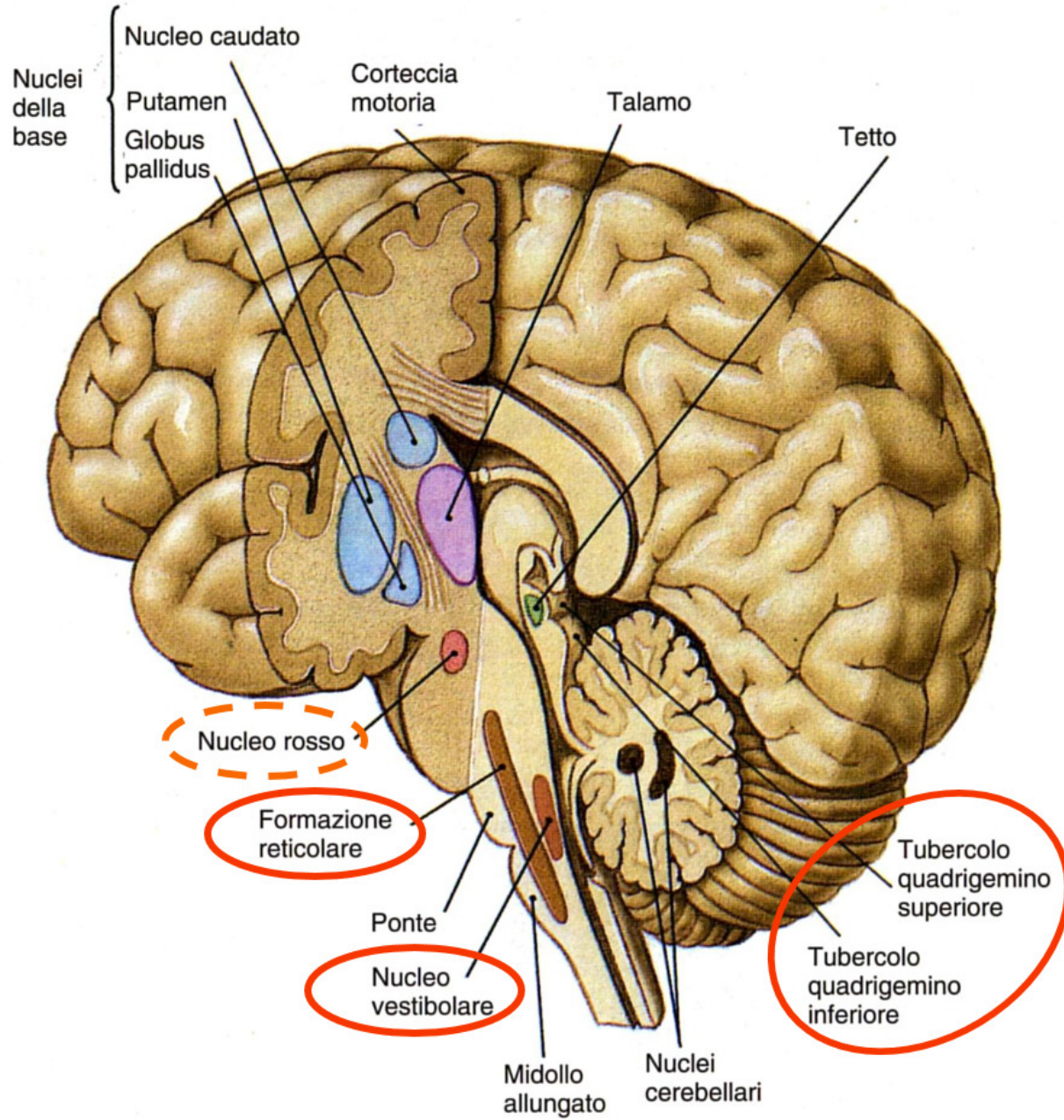


### a3. Via Laterale

I suoi motoneuroni superiori sono situati nel **Nucleo Rosso** del mesencefalo, *incrociano nell'encefalo*, e scendono nel midollo organizzati nei → **fasci rubro-spinali** 

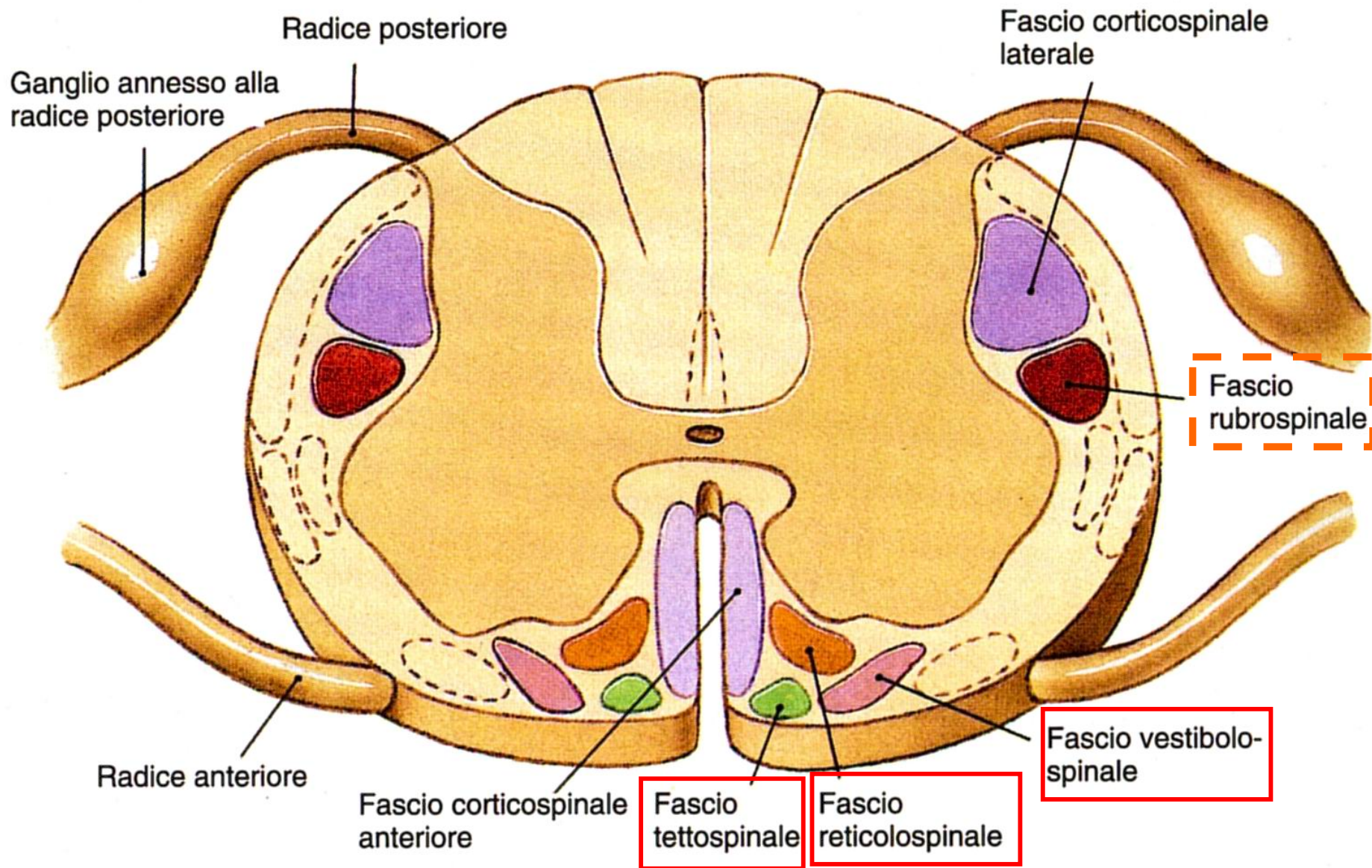
E' coinvolta nel controllo del tono e dei movimenti dei muscoli delle porzioni distali degli arti, che attuano movimenti fini e precisi

Costituiscono una sorta di via **ridondante** della via mediale, pur con specifiche funzioni **più fini** (in caso di lesione suppliscono parzialmente)



**FIGURA 16.5 NUCLEI DELLE VIE LATERALE E MEDIALE**  
 Spaccato che mostra la localizzazione dei principali nuclei la cui efferenza motoria è portata dalle vie mediale e laterale. Vedi anche Figura 15.11.





**(b) Sezione trasversale dei fasci motori discendenti nel midollo spinale**



## Osservazioni

La contrazione dei gruppi di diversi muscoli avviene **in sequenza** oppure **simultaneamente** (per es. camminare, nuotare)

Questo controllo ha una parte importante nell'espressione della emotività (sorridere automaticamente o corrugare la fronte per ciò che ci irrita).

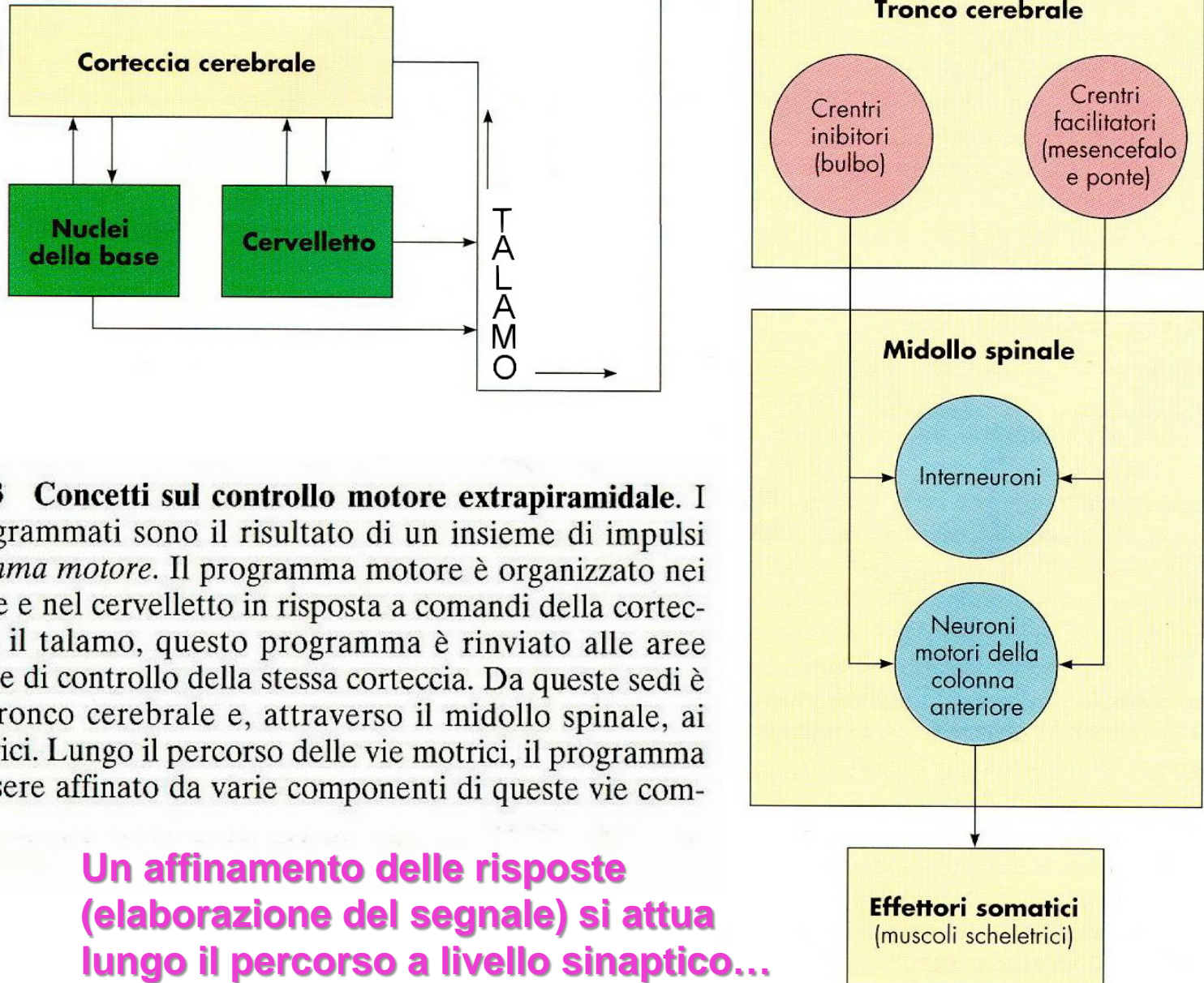
La via finale comune per i muscoli scheletrici è **continuamente sollecitata** da impulsi (sia inibitori sia facilitatori) provenienti da diverse sorgenti.

Il totale della somma di queste influenze opposte determina il funzionamento dei neuroni motori inferiori.

L'insieme dei comandi coordinati che controllano l'attività muscolare programmata e mediata dalle vie extrapiramidali si definisce:

Controllo (o Programma) Motore Extrapiramidale

## Controllo Motore Extrapiramidale



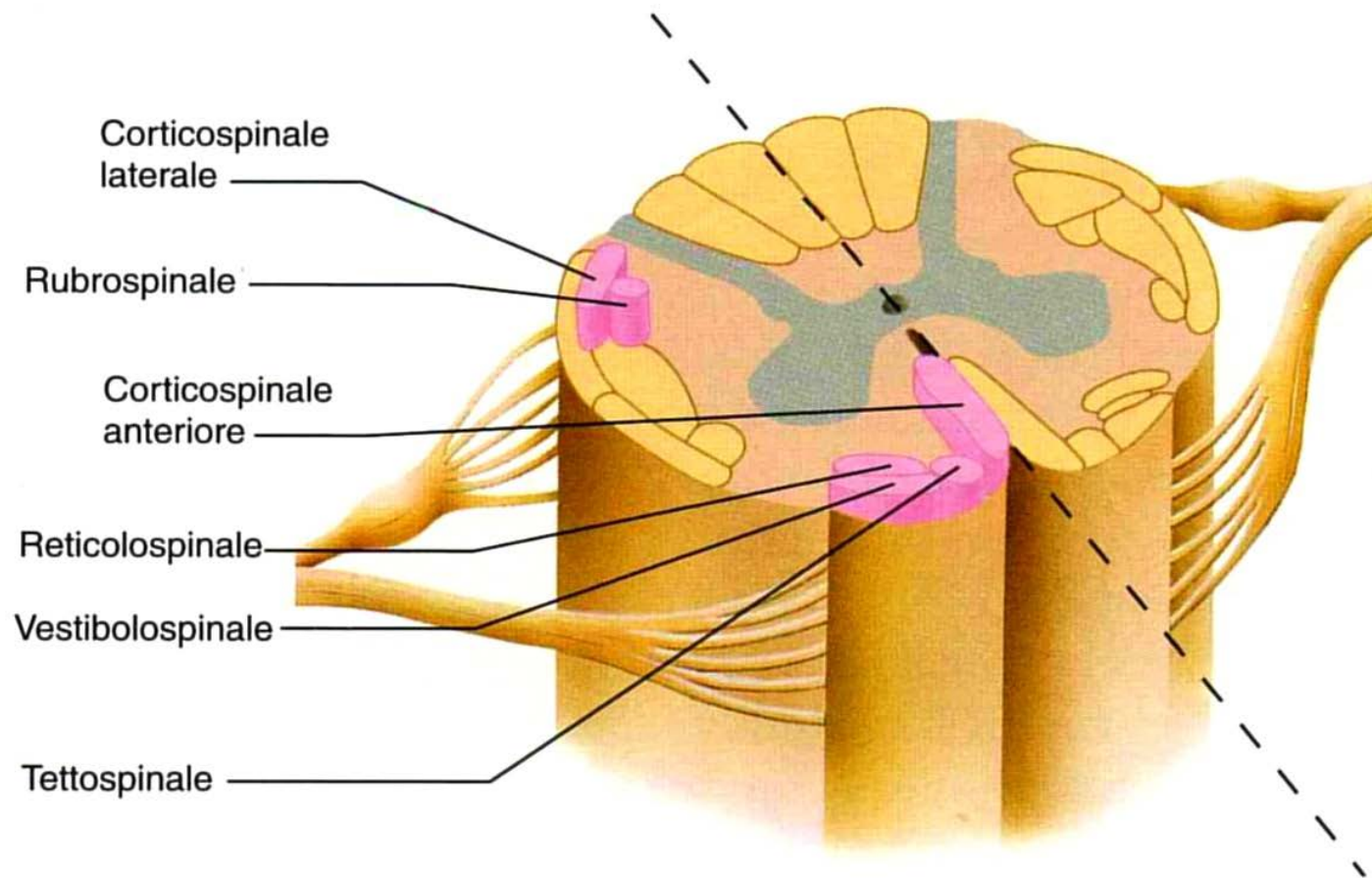
**FIGURA 12-23 Concetti sul controllo motore extrapiramidale.** I movimenti programmati sono il risultato di un insieme di impulsi definiti *programma motore*. Il programma motore è organizzato nei nuclei della base e nel cervelletto in risposta a comandi della corteccia. Attraverso il talamo, questo programma è rinviato alle aree motorie primarie di controllo della stessa corteccia. Da queste sedi è inviato poi al tronco cerebrale e, attraverso il midollo spinale, ai muscoli scheletrici. Lungo il percorso delle vie motrici, il programma motorio può essere affinato da varie componenti di queste vie complesse.

**Un affinamento delle risposte (elaborazione del segnale) si attua lungo il percorso a livello sinaptico...**



Figure da altri testi...



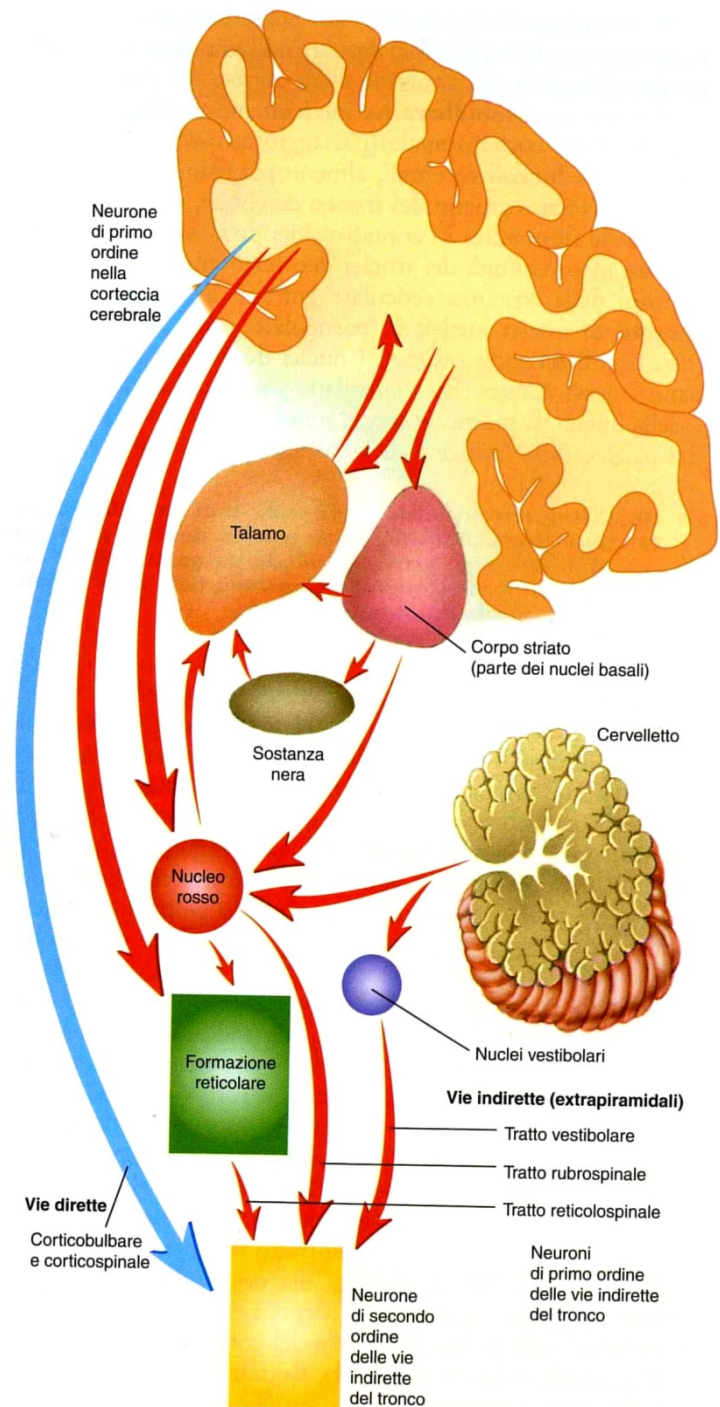


**Figura 12.12 Sezione trasversale del midollo spinale a livello cervicale che illustra i tratti discendenti**

I tratti discendenti sono marcati (*in rosa*) sul lato sinistro della figura, anche se sono presenti su entrambi i lati.

**VIE DISCENDENTI MOTORIE**

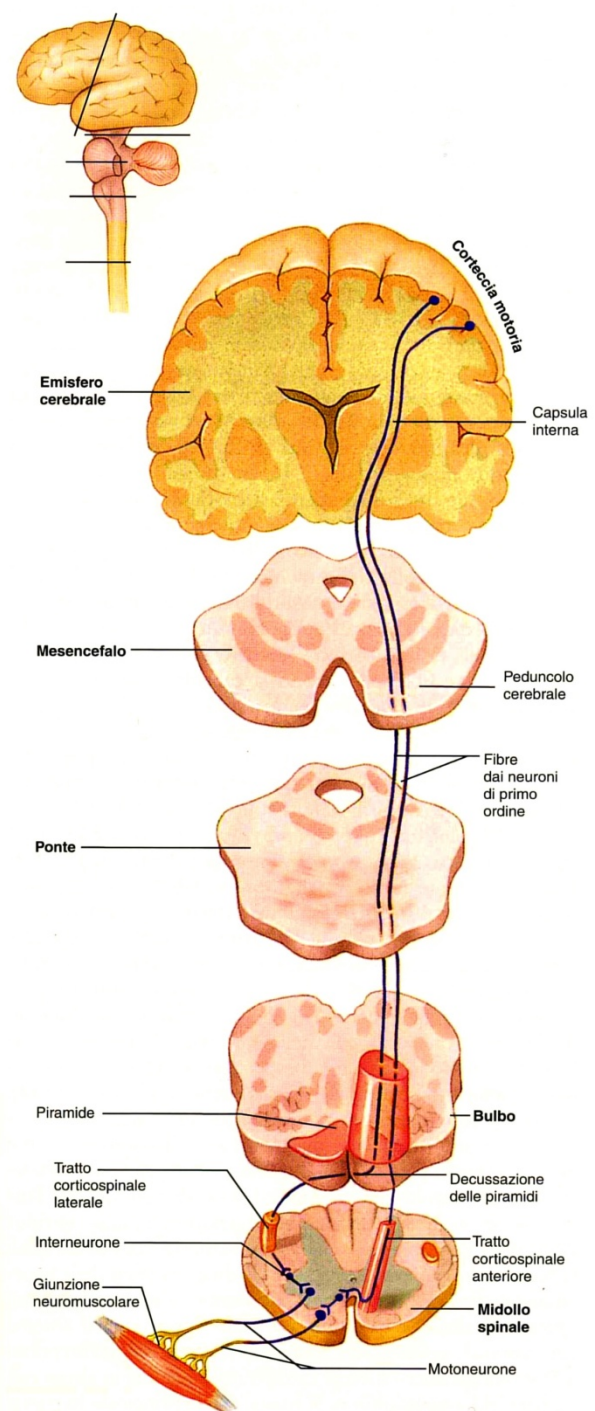
# Le vie discendenti motorie



**Figura 12.13 Vie discendenti**

Le vie dirette (corticobulbare e corticospinale o piramidale) sono indicate dalla *freccia azzurra*. Le vie indirette (extrapiramidali) ed i loro collegamenti sono indicati da *freccie rosse*.

# Le vie motorie dirette (piramidali)

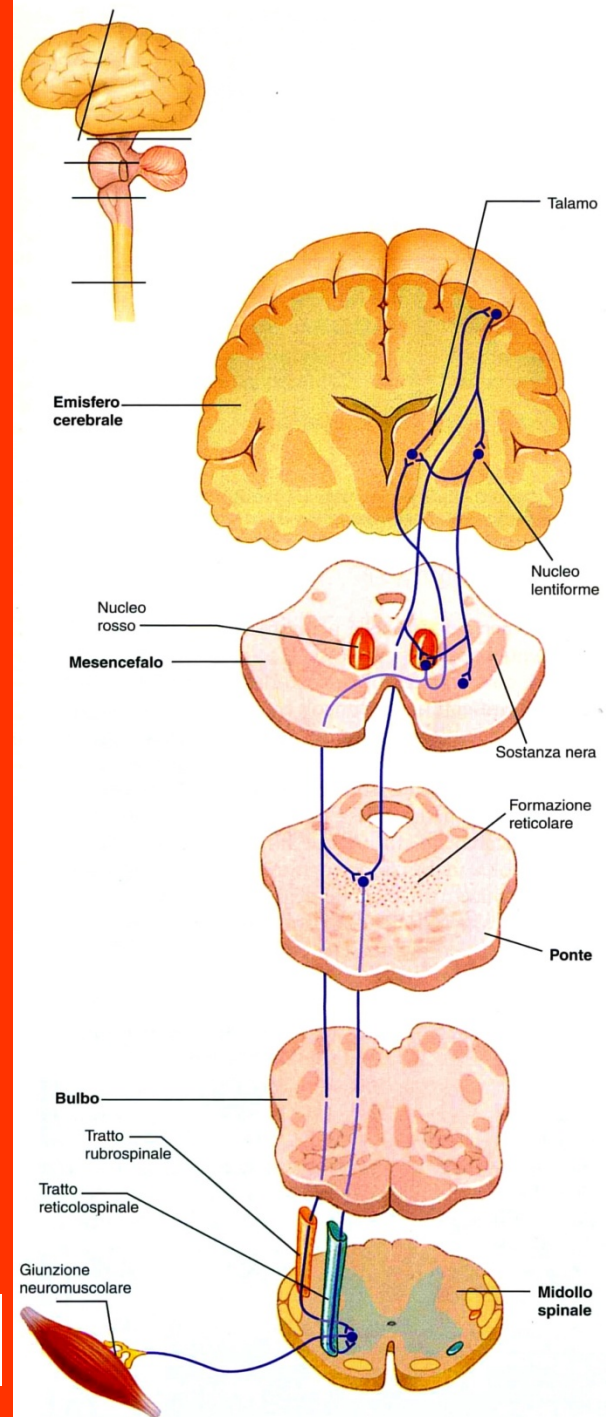


**Figura 12.14 Vie motorie dirette (piramidali)**

Tratto corticospinale laterale (crociato) e anteriore (diritto). Essi sono responsabili dei movimenti al di sotto della testa.

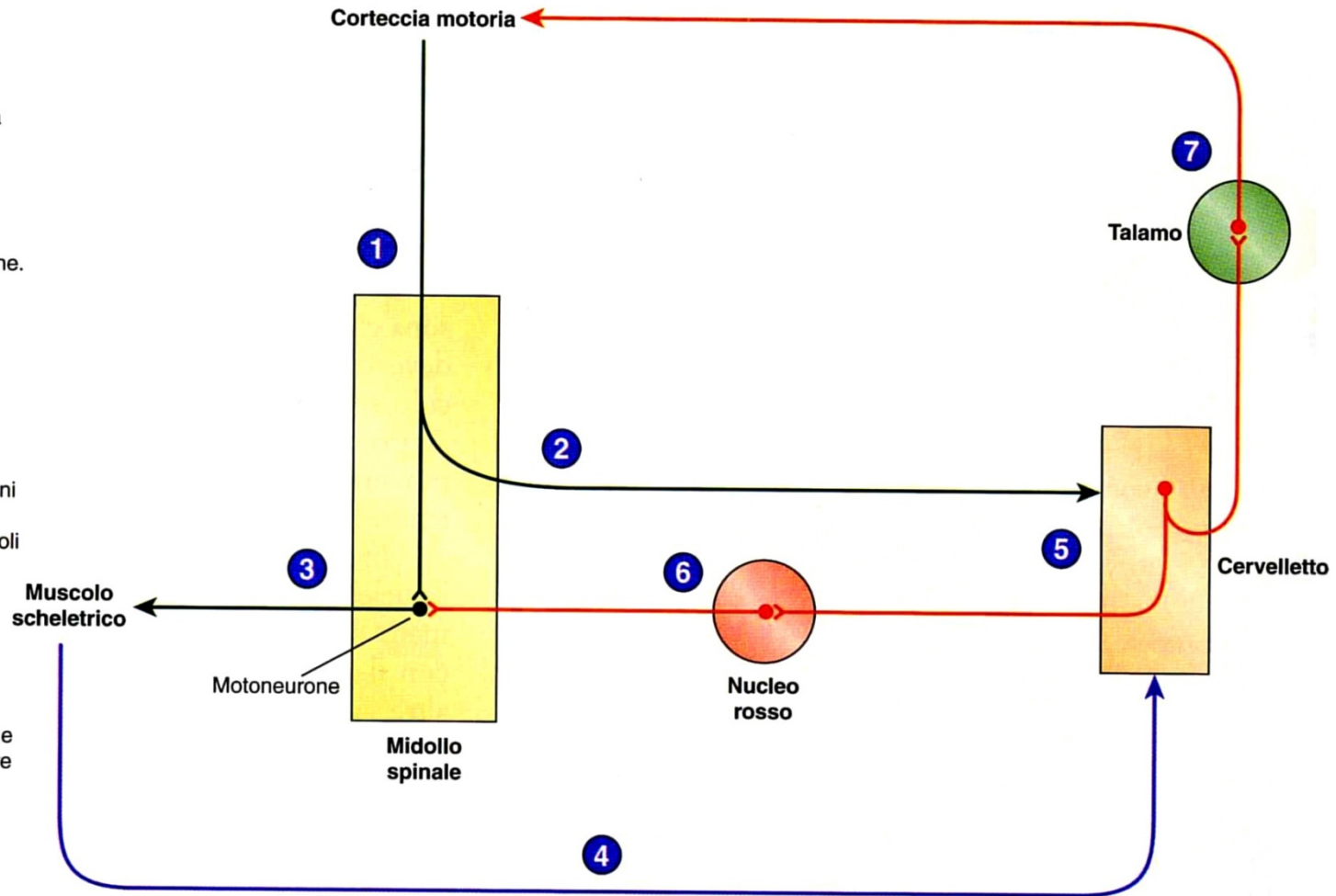


# Le vie motorie indirette (extrapiramidali)



**Figura 12.15 Vie motorie indirette (extrapiramidali)**  
Esempi di vie indirette: tratti reticolo-spinale e rubrospinale.

1. La corteccia motoria manda potenziali d'azione ai motoneuroni del midollo spinale.
2. I potenziali d'azione dalla corteccia motoria informano il cervelletto dei movimenti previsti.
3. Il motoneurone del midollo spinale manda potenziali al muscolo scheletrico inducendo la contrazione.
4. Segnali propriocettivi dai muscoli scheletrici e dalle articolazioni portano al cervelletto informazioni sullo stato del muscolo e delle strutture che si devono muovere durante il movimento.
5. Il cervelletto compara le informazioni dalla corteccia motoria con quelle propriocettive provenienti dai muscoli e dalle articolazioni.
6. I potenziali d'azione inviati dal cervelletto al midollo spinale modificano la stimolazione inviata dalla corteccia motoria.
7. Il cervelletto invia potenziali d'azione alla corteccia motoria per modificare la sua attività motoria.



**Figura 12.16 Funzione di comparatore del cervelletto**

Propriocezione

## Funzione di comparatore del Cervelletto

# Contributi dei Nuclei della Base e del Cervelletto

I **Nuclei cerebrali della Base**, insieme al **Cervelletto** sono responsabili della coordinazione e del controllo a feedback della contrazione muscolare, sia volontaria che involontaria

- I **Nuclei della Base** in particolare forniscono modelli di movimento volontario come camminare, correre, nuotare, mediante due diverse popolazioni di **neuroni** (**eccitatori**, che rilasciano Acetilcolina, ed **inibitori**, che rilasciano GABA (acido Gamma aminobutirrico))

Morbo di Parkinson: i neuroni eccitatori diventano più attivi

- Il **Cervelletto** riceve le sensazioni propriocettive (posizione), visive e vestibolari (equilibrio), interagendo poi con i motoneuroni superiori delle vie corticospinale, mediale e laterale; quindi **controlla che le sensazioni che arrivano a movimento iniziato siano coerenti con quelle memorizzate in precedenza, eventualmente modulando la sua interazione coi motoneuroni**. Inoltre ne mantengono memoria.



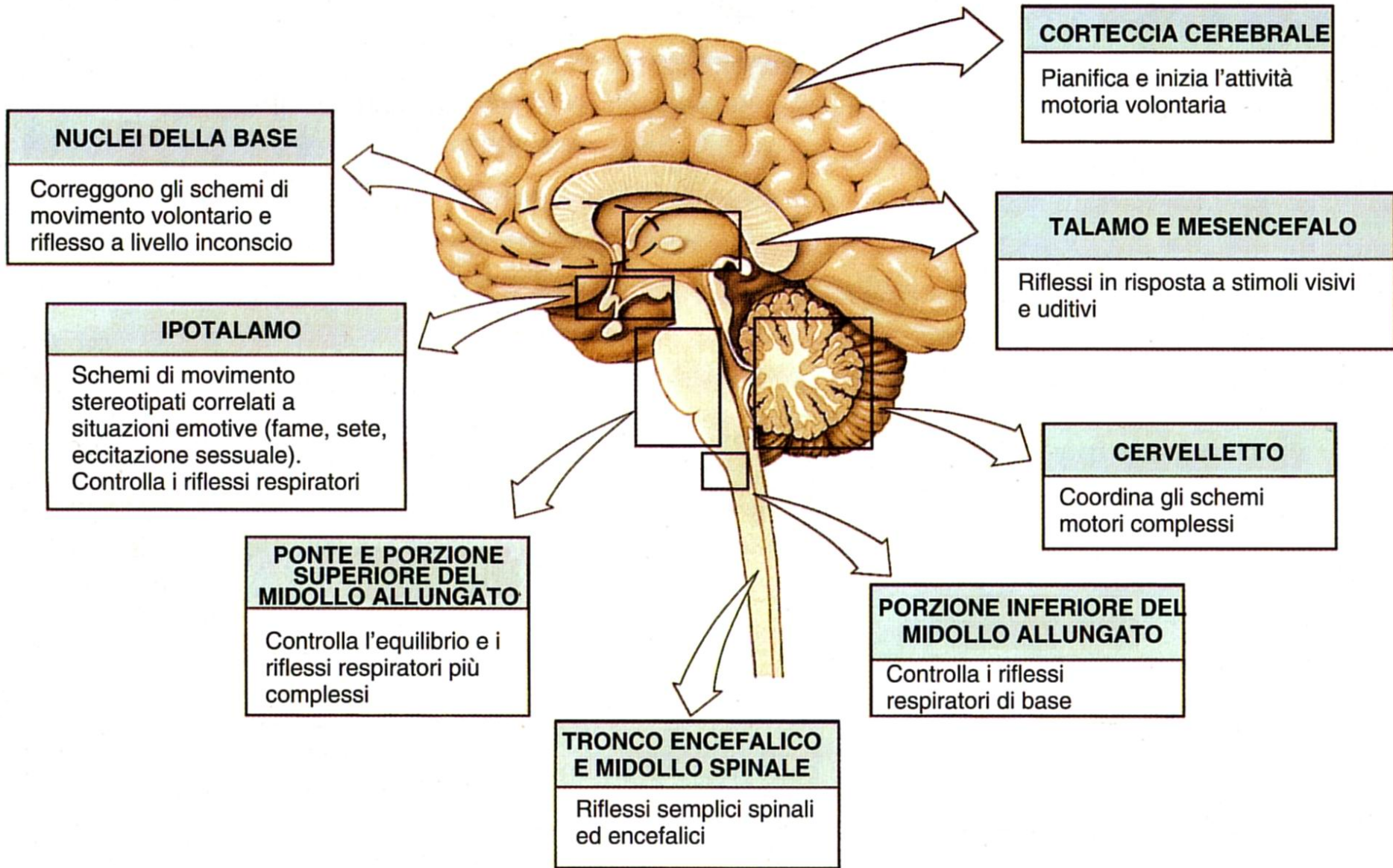
# Livelli di Controllo dell'attività motoria somatica

Le informazioni sensitive che arrivano al cervello in realtà passano da una **serie di tappe** (midollo, bulbo, talamo, corteccia sensitiva) **che introducono però un certo RITARDO** (diversi millisecondi) nella loro trasmissione, che potrebbe essere pericoloso prima che si attivi la risposta da parte della corteccia motoria

L'elaborazione delle informazioni si attua ad ogni tappa del passaggio del segnale , e ciò può modificare in vario modo la percezione cosciente dello stimolo (bloccandolo, riducendolo o amplificandolo)

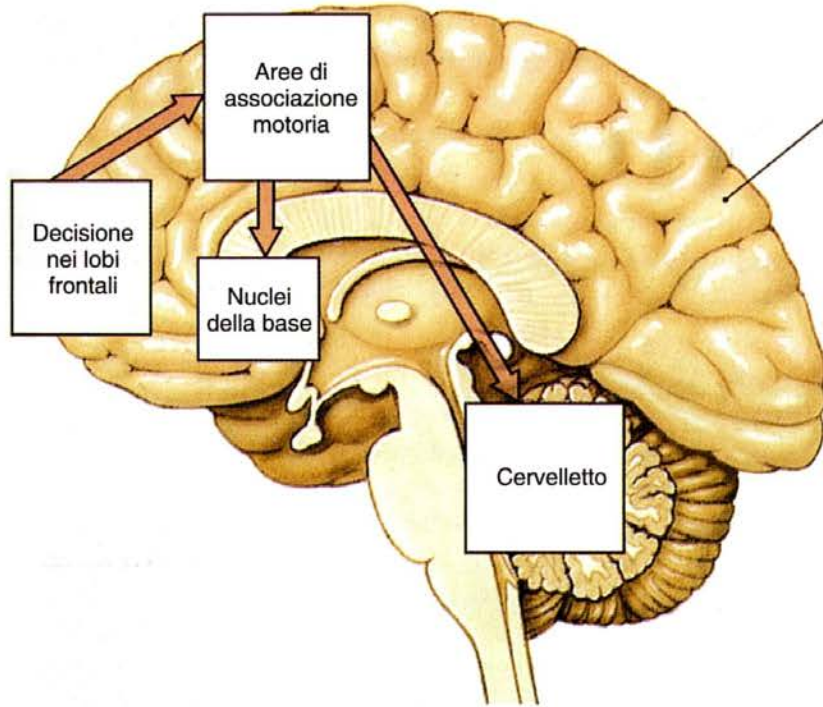
In realtà, mentre la coscienza sta ancora elaborando le sensazioni in arrivo, si produce una **risposta riflessa immediata** ad opera **del midollo spinale** che viene **successivamente finemente modulata** **dopo** che è avvenuta la elaborazione cosciente

Diversi nuclei del tronco cerebrale sono implicati in una varietà di riflessi (FIG 15.7 pag. 405 Martini 6° edizione (2018) → →



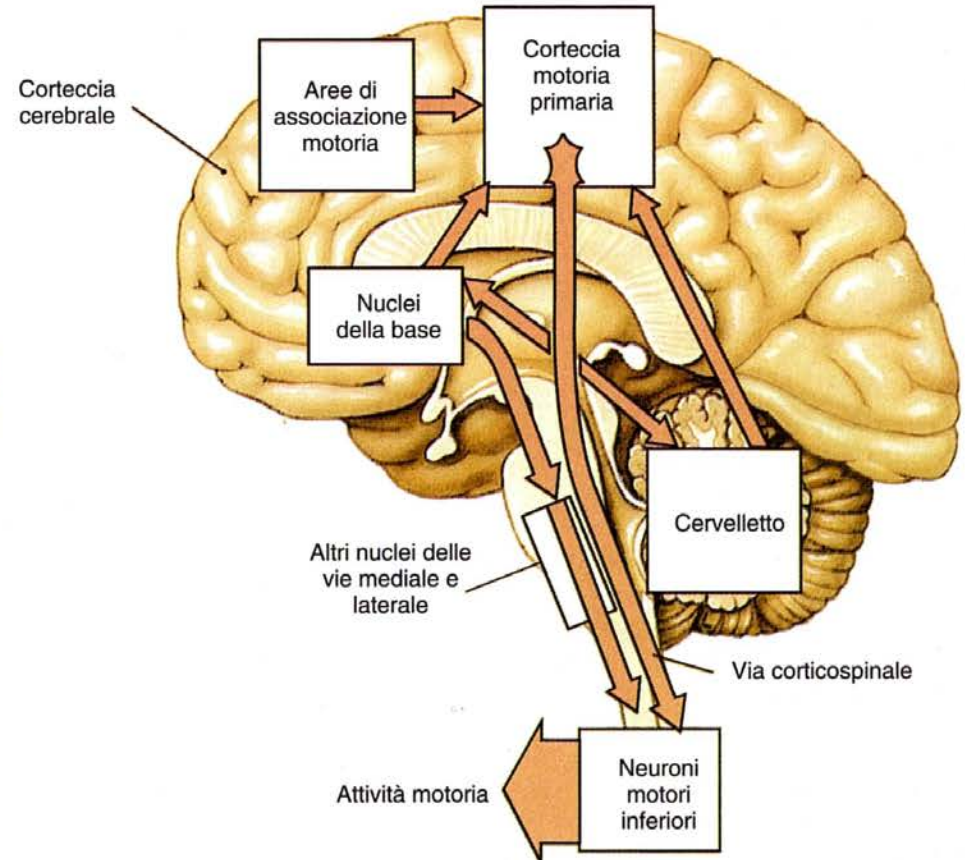
(a) Livelli di controllo della motilità somatica

## Pianificazione del movimento



(b) Stadio di pianificazione

## Realizzazione del movimento



(c) Movimento

### FIGURA 16.6 CONTROLLO MOTORIO SOMATICO

(a) Il controllo della motilità somatica si articola su diversi livelli, che vanno da semplici riflessi spinali ed encefalici (livello inferiore) agli schemi di movimento volontario (livello superiore). (b) Pianificazione del movimento: quando viene presa la decisione cosciente di effettuare un movimento specifico, l'informazione parte dalla corteccia del lobo frontale e raggiunge le aree associative motorie, che a turno la inviano al cervelletto e ai nuclei cerebrali. (c) Effettuazione del movimento: come inizia il movimento, le aree associative motorie mandano impulsi alla corteccia dell'area motoria primaria. Il feedback proveniente dal cervelletto e dai nuclei cerebrali modifica il comando, e le efferenze extrapiramidali effettuano assestamenti automatici della posizione corporea e del tono muscolare; le efferenze lungo le vie laterale e mediale dirigono aggiustamenti involontari nella posizione e nel tono muscolare.





Lezione \_\_\_\_  
Sistema Nervoso Vegetativo  
(o Autonomo o Viscerale)

**Il Sistema Nervoso Vegetativo (o Autonomo o Viscerale) è parte del compartimento efferente motore del SN Periferico**

## **CONTROLLA LE FUNZIONI VITALI VEGETATIVE**

(con stimoli effettori e regolatori) :

- la temperatura corporea
- i sistemi cardiovascolare, respiratorio, digerente, escretore e riproduttivo
- i livelli di acqua, elettroliti, sostanze nutritive e gas disciolti
- regola l'attività secretiva delle ghiandole, la contrazione della muscolatura liscia (dei visceri e dei vasi), gli adipociti

## **AL DI FUORI DEL CONTROLLO COSCIENTE !!**

- Regola l'omeostasi dell'organismo

-- E' un sistema neuromotorio non influenzabile dalla volontà, che opera con meccanismi appunto "autonomi", relativi a riflessi periferici, sottoposti al controllo centrale



E' costituito da:

a) **CENTRI REGOLATORI GENERALI diencefalici** (x lo + ipotalamici) con funzione di integrazione e proiezione

b) **CENTRI EFFETTORI VISCERALI**, localizzati nel tronco encefalico e nel midollo spinale, i cui **neuroni motori emettono**:

b1) **fibre pregangliari** (mieliniche) che escono assieme ai nervi cranici e spinali, e che raggiungono i

b2) **gangli disseminati** che contengono i neuroni effettori viscerali, da cui partono

b3) **fibre postgangliari** (amieliniche) che innervano (sotto forma di *Nervi Splanchnici*) i muscoli lisci, il miocardio, le ghiandole e gli adipociti

Per meglio comprendere la struttura del SNA verrà fatto un paragone tra l'organizzazione del **SN Motore Somatico che innerva il soma** e quello del **SN Vegetativo che innerva i visceri**

A differenza del **SN motore somatico**, dove i motoneuroni emettono i loro assoni direttamente verso i muscoli scheletrici, nel **SN Motore Vegetativo** l'organizzazione è di tipo gangliare:

*N.B.: I gangli derivano dalle creste neurali.....*

- I neuroni motori (detti **neuroni pregangliari**) siti nei nuclei visceromotori inviano i loro assoni (detti **fibre pregangliari**, mieliniche) ai **neuroni gangliari** (siti nei gangli disseminati).

-- Da questi vengono emesse delle **fibre postgangliari** (piccole e amieliniche) che vanno a innervare gli effettori periferici (muscolo liscio, miocardio, ghiandole e tessuto adiposo), formando anche plessi viscerali (es. Auerbach e Meissner)

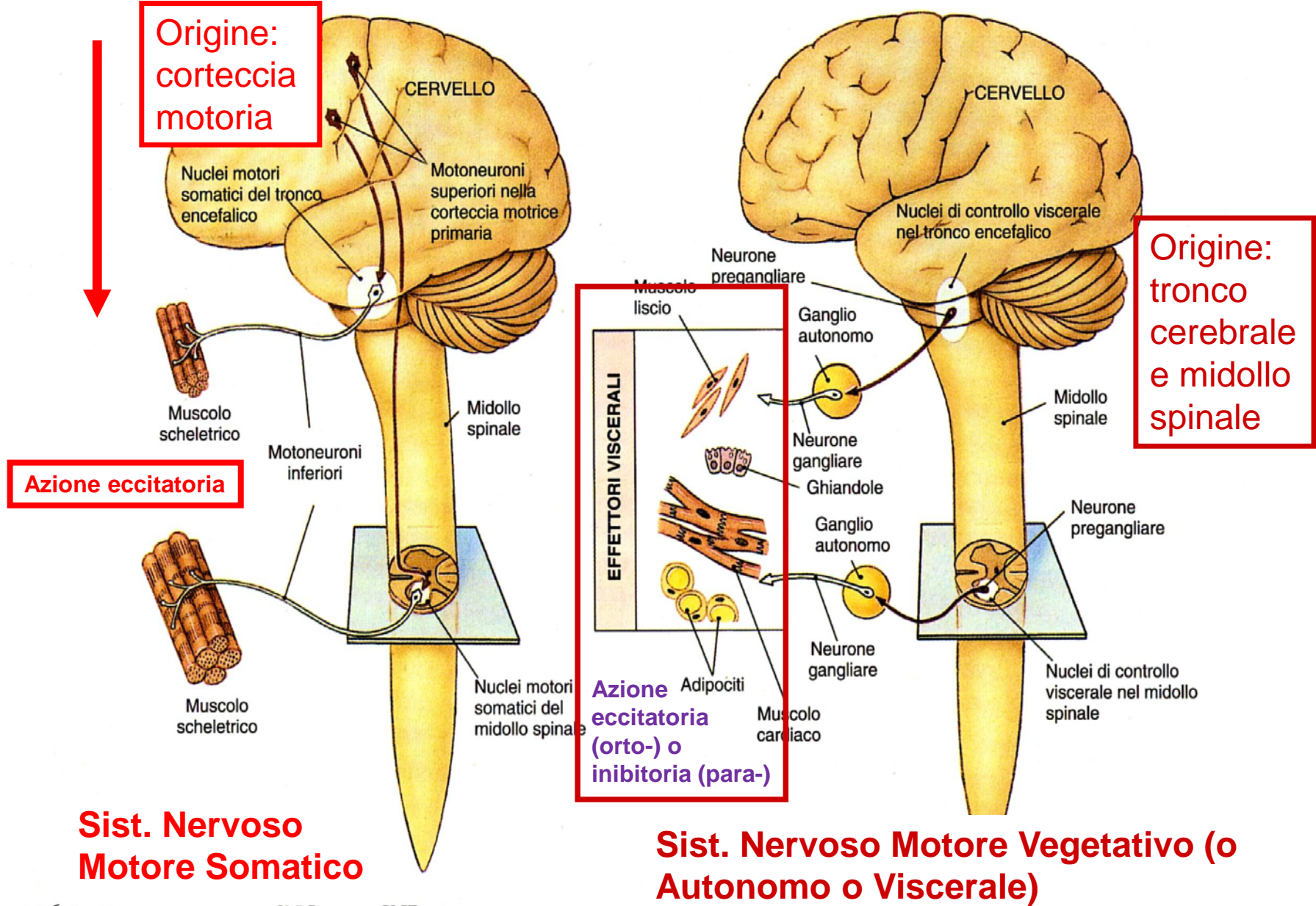
## Sistema Nervoso Motorio Somatico

- I comandi motori originano nella corteccia motoria primaria precentrale e dai nuclei di controllo extrapiramidali
- I segnali raggiungono il midollo rispettivamente tramite le vie **Piramidali** ed **Extrapiramidali**
- Gli assoni dei motoneuroni inferiori (midollari) agiscono direttamente sulla muscolatura scheletrica (con una azione facilitatrice o inibitrice)

## Sistema Nervoso Motorio Vegetativo

- I comandi motori originano nei nuclei di controllo vegetativo (motoneuroni superiori) siti nel tronco e del midollo (corni laterali)
- Gli assoni emessi dai nuclei di controllo (fibre pregangliari) raggiungono i **Gangli del SNA**
- Dai motoneuroni inferiori (siti nei gangli) partono fibre post-gangliari (piccole e amieliniche) che infine vanno a controllare gli effettori viscerali (muscolo liscio, miocardio, ghiandole, adipociti (*con una azione eccitatoria (orto-) o inibitoria (para-simpatica)*))





**FIGURA 16.3 VIE MOTORIE DEL SNC E DEL SNP**

Organizzazione del sistema nervoso somatico e del sistema nervoso autonomo. (a) Nel SNS un motoneurone posto a livello della corteccia cerebrale controlla motoneuroni posti nel tronco encefalico o nel midollo spinale, i cui assoni (che formano la radice anteriore del nervo spinale) esercitano un effetto eccitatorio diretto sulle fibre muscolari scheletriche. (b) Nel SNA gli assoni di neuroni pregangliari posti nel SNC controllano neuroni gangliari situati in periferia, la cui stimolazione si traduce in effetti eccitatori o inibitori sugli effettori viscerali innervati.

# SISTEMA NERVOSO VEGETATIVO (o Viscerale o Autonomo)

Il SNA si suddivide in:

1. **Divisione Parasimpatica**

2. **Divisione Ortosimpatica**

} con vie nervose separate tra loro...

**Quasi tutti gli *effettori viscerali*  
hanno una innervazione vegetativa duplice**

Gli effetti di questi 2 sistemi sono antagonisti:

Parasimpatico → **inibisce** gli effettori

(Orto)Simpatico → **stimola** gli effettori

(si attua in tal modo un controllo di precisione)

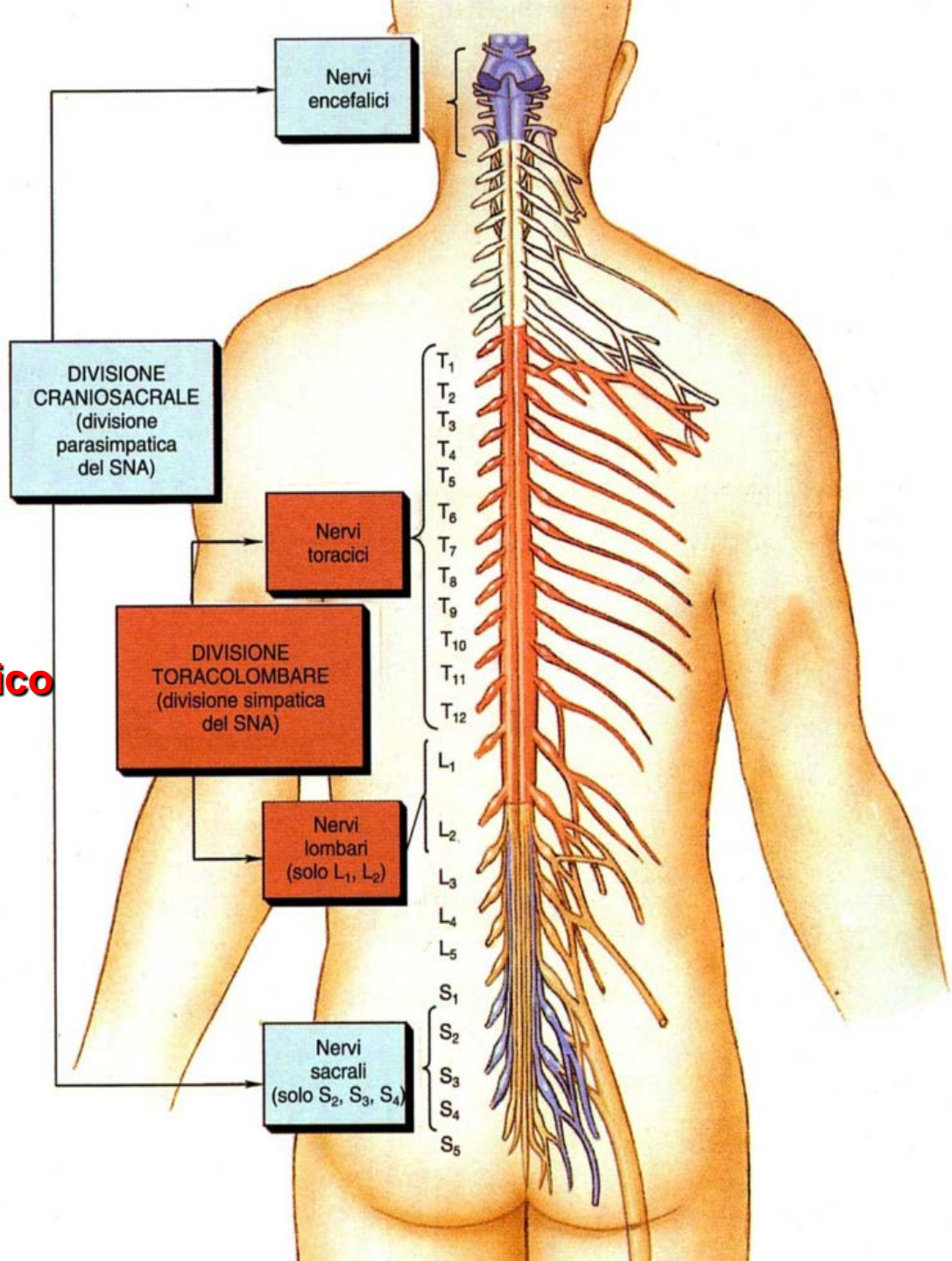
# Suddivisione del SNA

**Parasimpatico**  
**Cranio-sacrale**

**Ortosimpatico**  
**Toraco-lombare**

## Neurotrasmettitori :

- del Parasimpatico: acetilcolina
- dell'Ortosimpatico : adrenalina e noradrenalina





# Suddivisione del SN Vegetativo (o Viscerale o Autonomo)



**SN Vegetativo**

**Divisione Parasimpatica (o porzione craniosacrale):**

- Azione Inibitoria
- (Prevale in condizioni di riposo)

**Divisione Ortosimpatica (o porzione toracolombare):**

- Azione Eccitatoria
- (prevale in condiz. di esercizio fisico, stress o emergenza)

*I due sistemi spesso hanno effetto opposto, ma non sempre, in quanto ciascuno può agire indipendentemente e in alcuni casi alcuni effettori hanno solo innervazione di uno o dell'altro tipo*

**\* Sistema nervoso Enterico: Rete complessa di neuroni**

(circa 100 milioni) prevalentemente parasimpatici, localizzata nel tubo digerente

**Il Sistema Nervoso Vegetativo** (o viscerale o autonomo) **controlla le funzioni vitali**

dei sistemi **cardiovascolare, respiratorio, digerente, escretore e riproduttivo e la temperatura corporea,**

**al di fuori del controllo cosciente**

# STRUTTURA DEL SISTEMA NERVOSO VEGETATIVO

Sia le vie orto- che parasimpatica sono organizzate sulla base di:

Parasimpatico: Neuroni Craniali pregangliari del  
Tronco Cerebrale (associati ad alcuni nervi  
cranici: III, VII, IX e X)  
+ Neuroni del Midollo Spinale Sacrale  
da S2 a S4 (siti nelle corna laterali)

Ortosimpatico: nelle corna laterali della sost. Grigia  
del midollo da T1 a L2

→ Porzione Toraco-lombare

neuroni motori  
viscerali

- nervi (fibre pregangliari) mieliniche
- neuroni gangliari
- fibre postgangliari amieliniche (→ plessi viscerali) → effettori viscerali



# Anatomicamente quindi le differenze sono nella localizzazione dei Nuclei e Centri effettori

**Parasimpatico** → nuclei effettori dei nervi cranici  
oculomotore (III), facciale (VII), glossofaringeo (IX)  
e vago (X) (siti nel tronco encefalico)  
(parasimpatico craniale)

+ brevi colonne effettrici midollari sacrali (centri)  
da S2 a S4  
(parasimpatico sacrale)

**Ortosimpatico** → nelle colonne effettrici midollari da T1 a L2 (centri)  
(simpatico toraco-lombare)

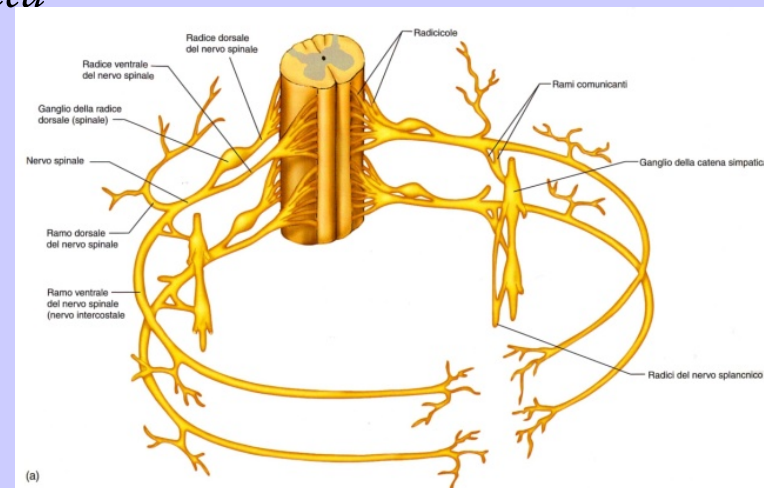
## Altre differenze sono nella localizzazione dei gangli:

- **Parasimpatico** → gangli a ridosso o nello spessore stesso dell'organo innervato (fibra pregangliare lunga e postgangliare corta)

### - **Ortosimpatico**

-→ **Gangli Paravertebrali**, ai lati della **Colonna Vertebrale** → **GANGLI DELLA CATENA SIMPATICA** (fibra pregangliare breve e postgangliare lunga, *che controllano gli effettori della parete corporea, testa, collo, arti e cavità toracica*)

-→ **Gangli Collaterali**, (o prevertebrali) davanti alla **CV**, *che controllano gli effettori della cavità addominopelvica*





Le informazioni in partenza per gli effettori viscerali (provenienti dai neuroni **parasimpatici** e **ortosimpatici** situati nel neurasse) passano lungo una **catena formata da 2 neuroni** del sistema vegetativo.

1. neurone pregangliare (situato a monte del ganglio) → impulsi a un ganglio SNA

nel ganglio gli assoni del neurone pregangliare fanno sinapsi con un 2° neurone efferente o

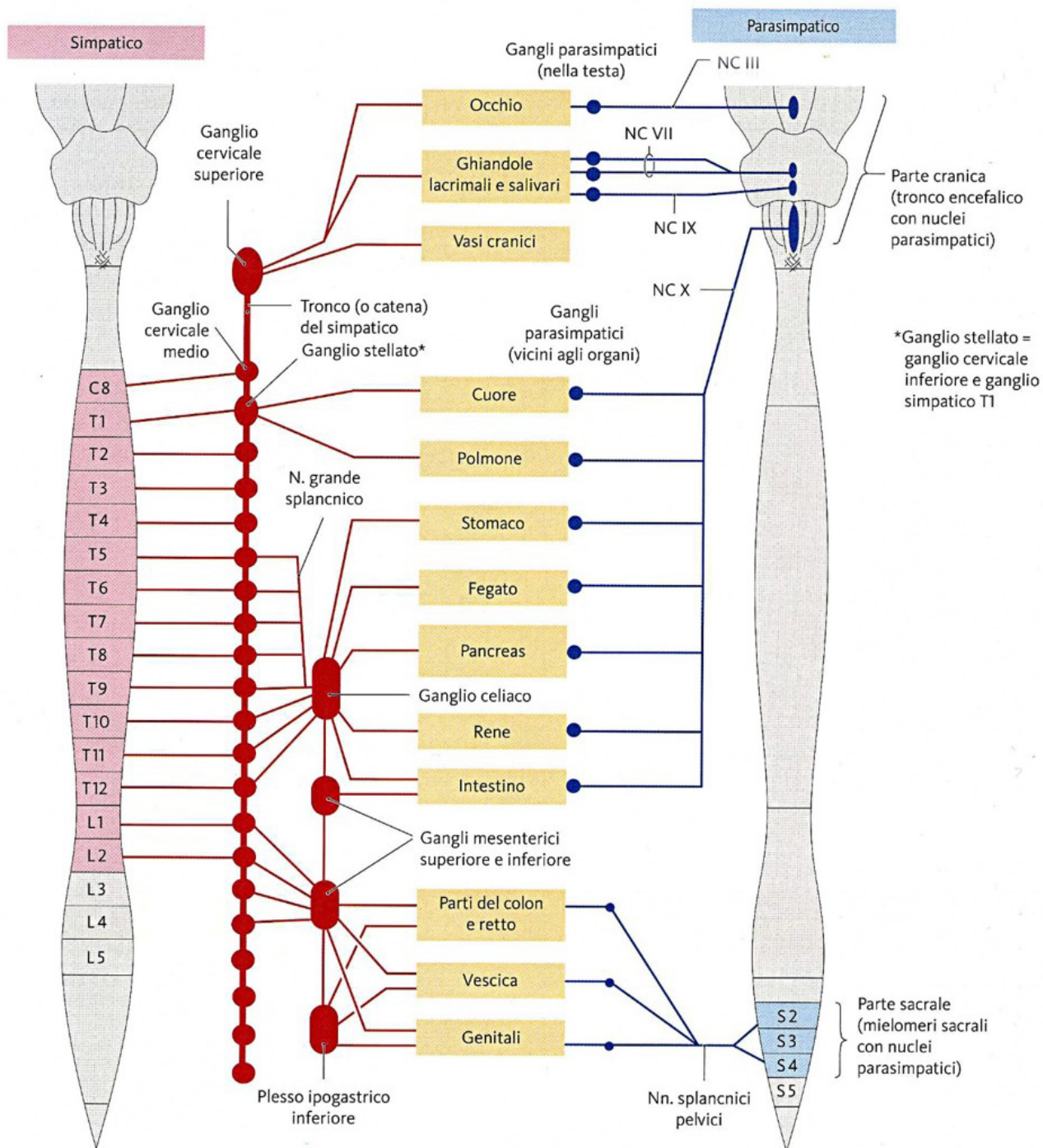
2. neurone postgangliare → manda fibre efferenti agli effettori viscerali

**N.B. i neuroni postgangliari sono di solito + numerosi, il che amplia la risposta viscerale**

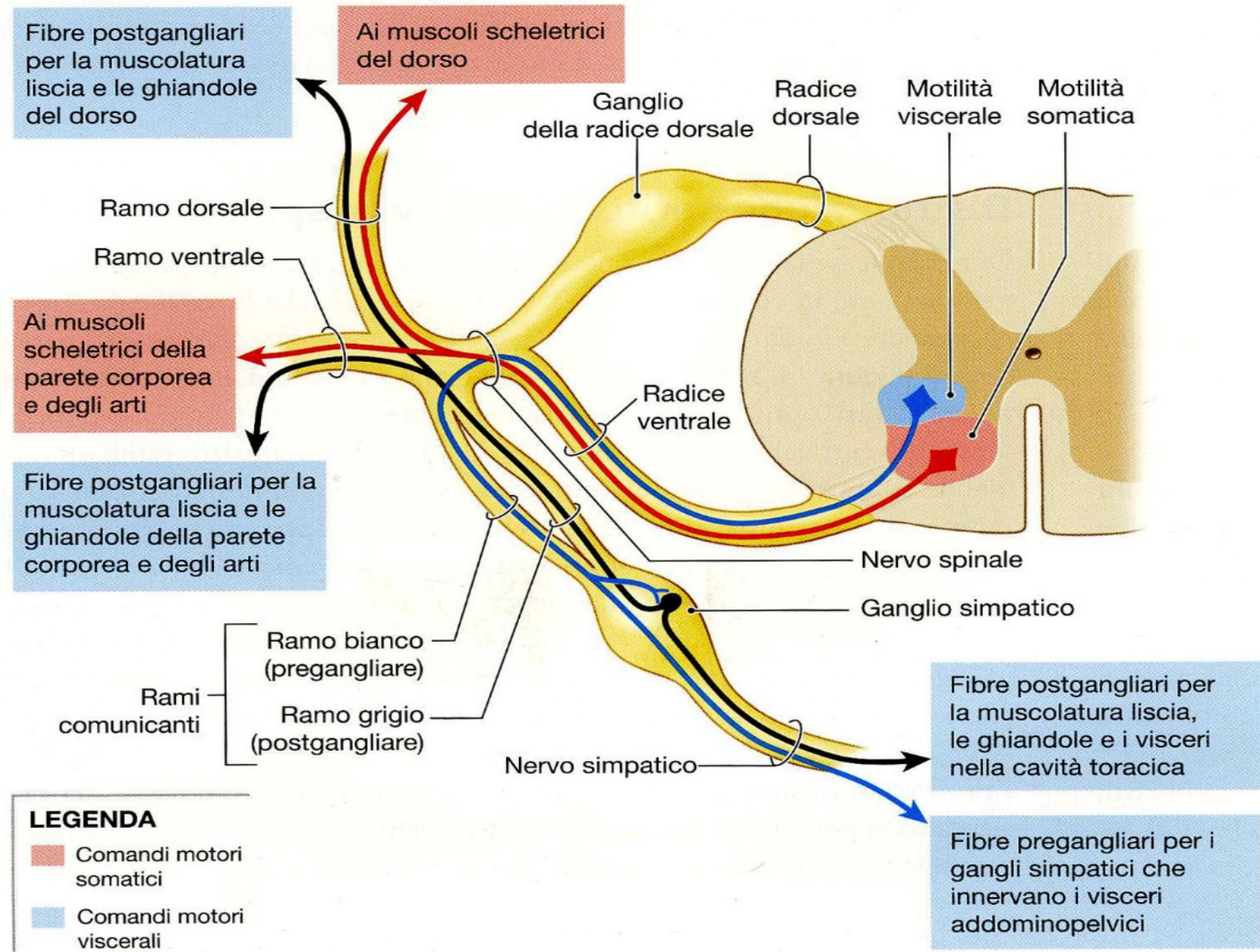
(circuito amplificatore)



Fig. 1.24 ► **Struttura del sistema nervoso autonomo** (da Gilroy, Elementi di Anatomia Umana)



# Fibre motorie



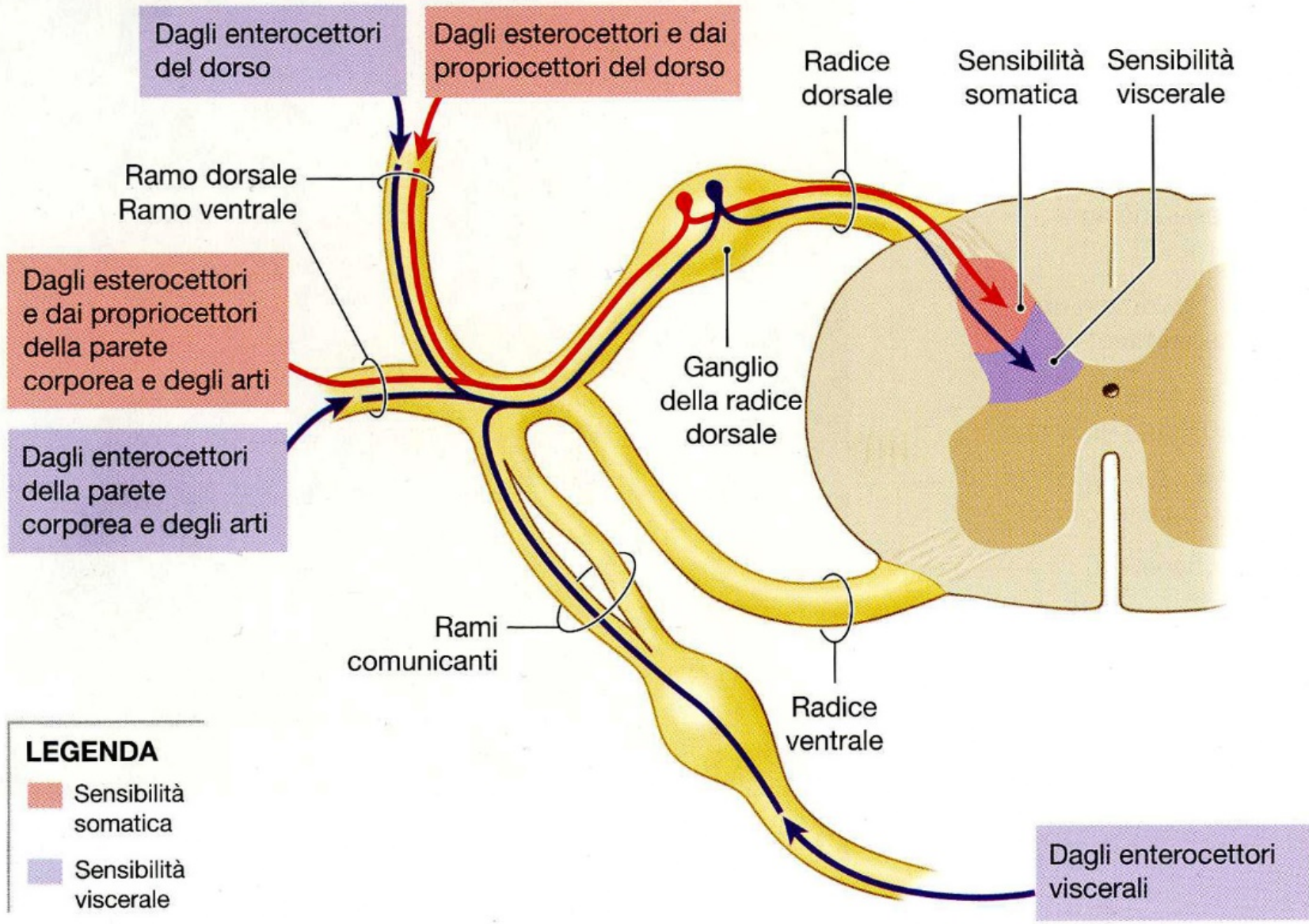
## LEGENDA

- Comandi motori somatici
- Comandi motori viscerali

**a** Distribuzione dei motoneuroni nel midollo spinale e delle fibre motorie all'interno del nervo spinale e relative ramificazioni.



## Fibre sensitive



**b** Distribuzione dei neuroni e delle fibre sensitive.

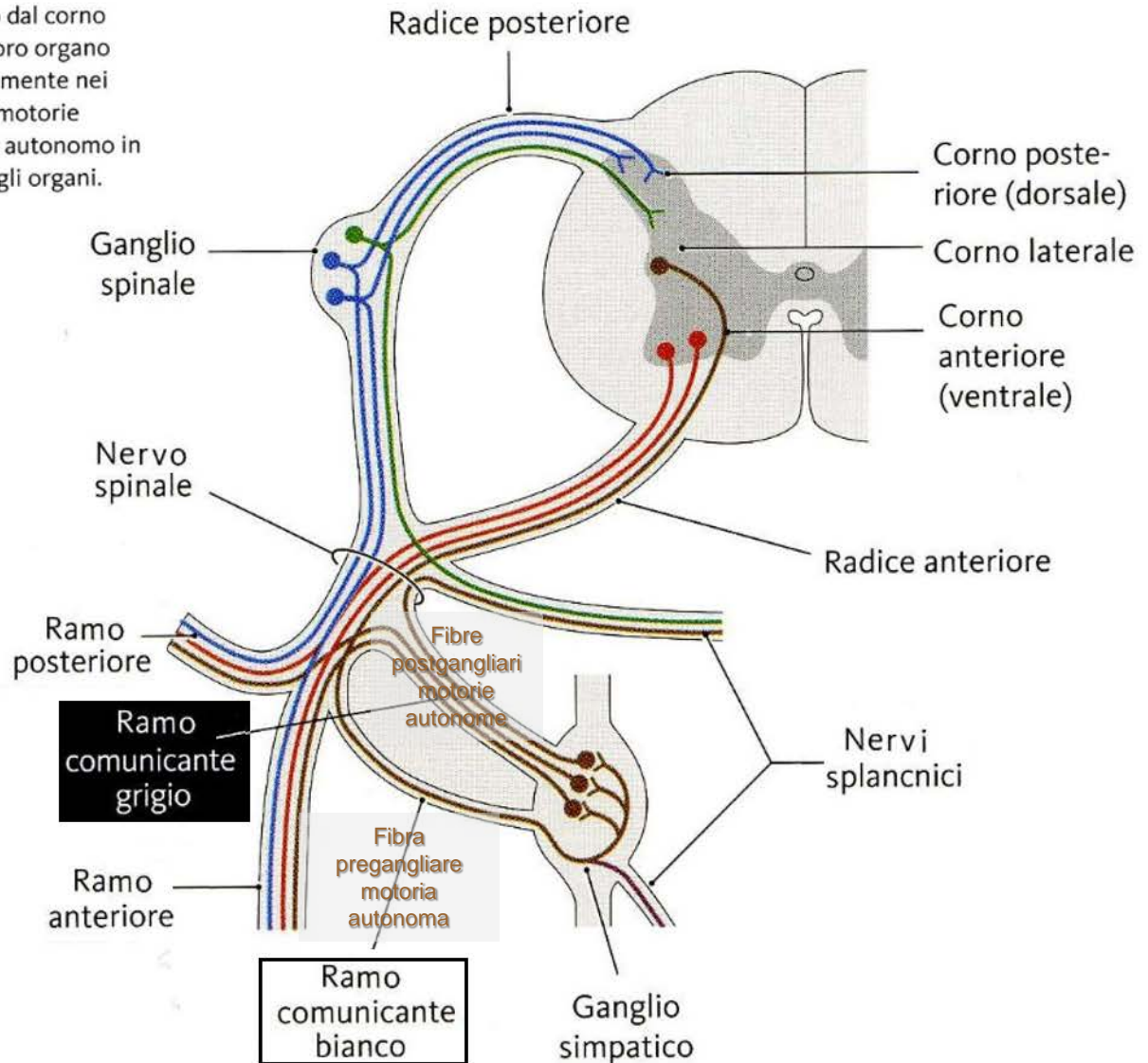


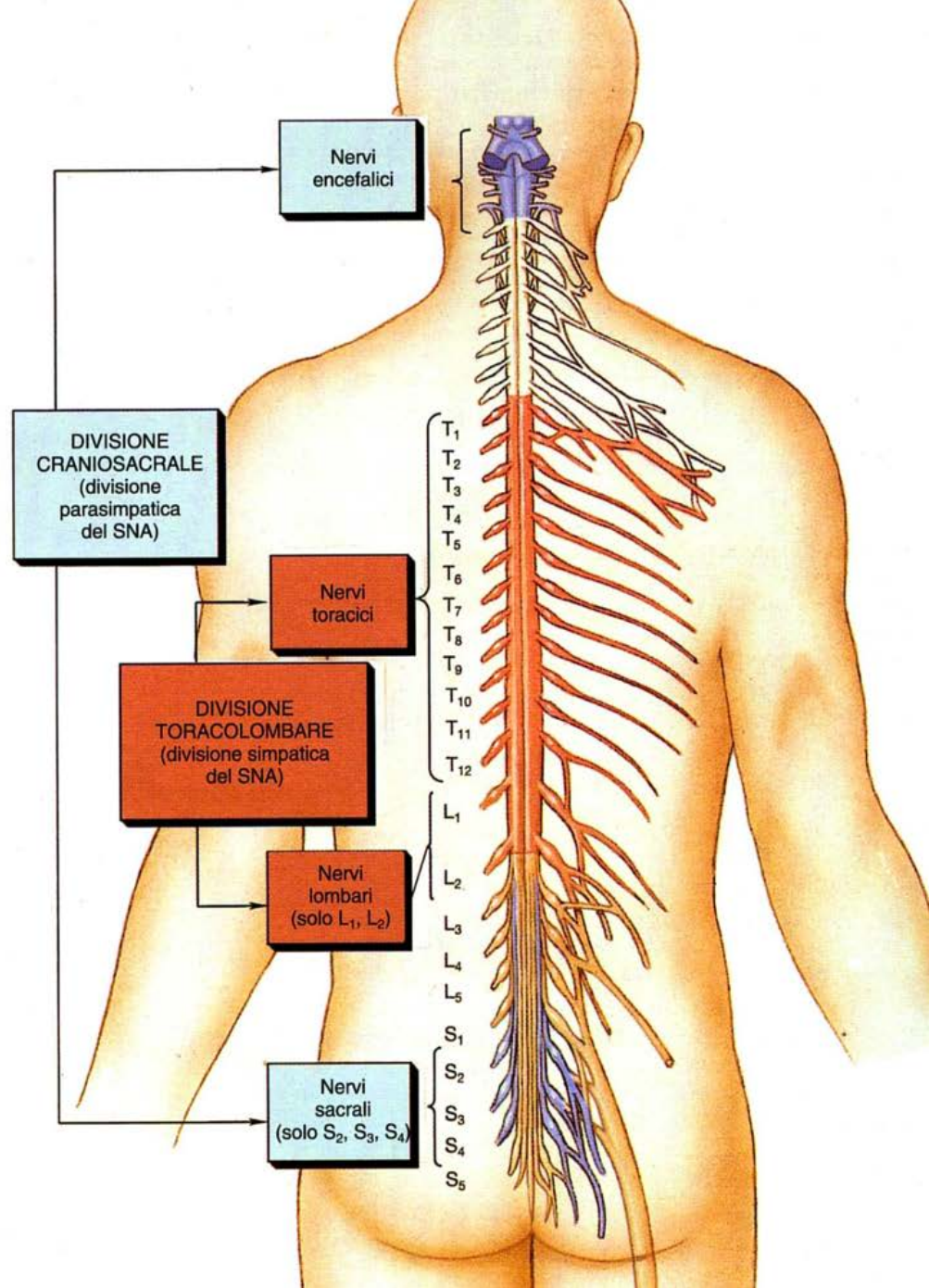
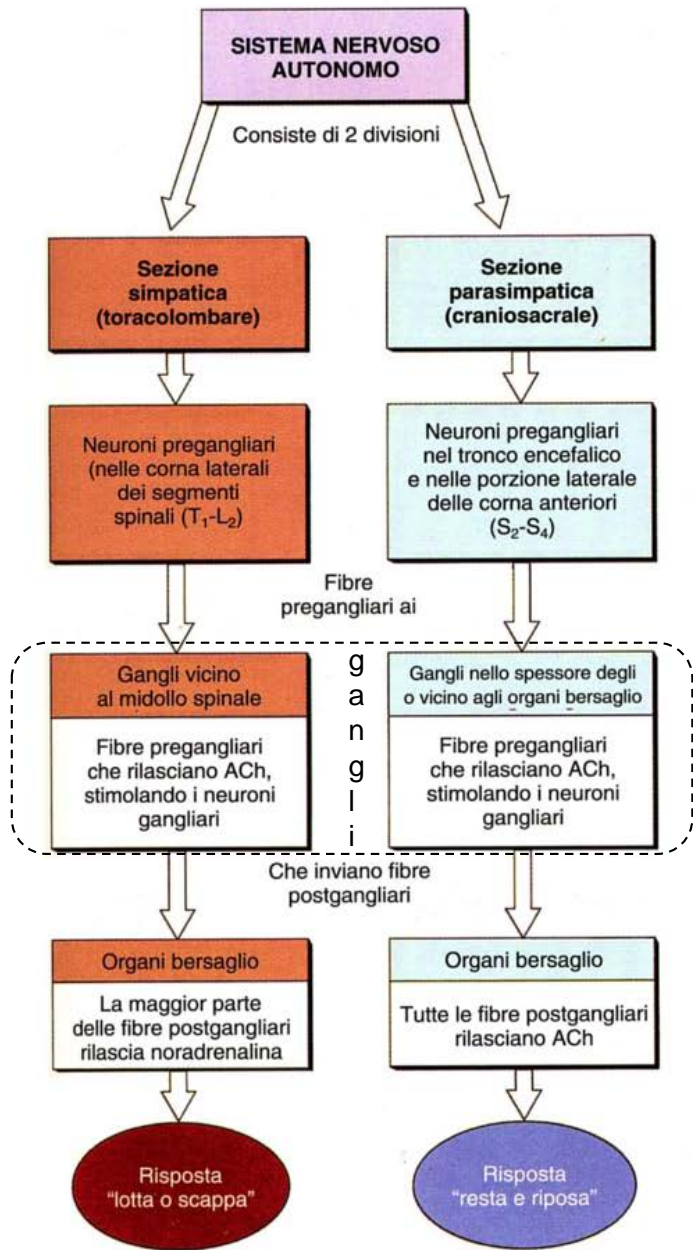
**Fig. 1.23 ► Organizzazione topografica e funzionale di un segmento spinale (mielomero)**

Fibre sensitive somatiche (blu) e viscerali (verde) passano nella radice posteriore per entrare nel midollo spinale e terminare nel corno posteriore. Fibre motorie somatiche (rosso) che originano dal corno anteriore e fibre motorie viscerali (marrone) che originano dal corno laterale passano nella radice anteriore per raggiungere il loro organo bersaglio. Le fibre motorie somatiche fanno sinapsi direttamente nei loro organi bersaglio (muscoli scheletrici), mentre le fibre motorie viscerali fanno sinapsi su altri neuroni del sistema nervoso autonomo in specifici gangli simpatici o in gangli inclusi nella parete degli organi.

(da Gilroy: Elementi di Anatomia Umana)

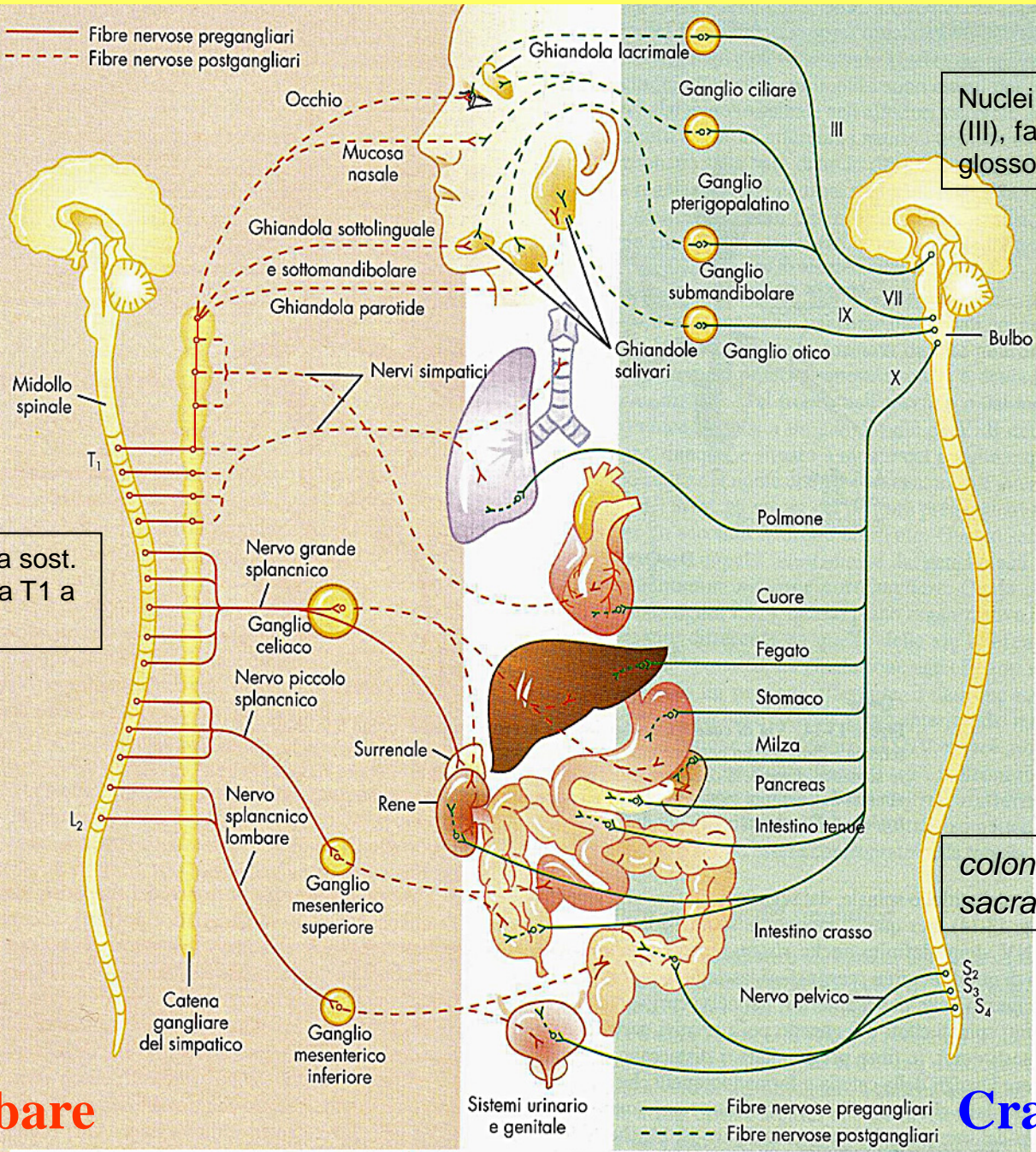
- Fibre sensitive somatiche
- Fibre sensitive viscerali
- Fibre motorie somatiche
- Fibre motorie viscerali







**In base alla localizzazione dei neuroni pregangliari:**



Nuclei dei nervi oculomotore (III), facciale(VII), glossofaringeo (IX) e vago (X)

corni laterali della sost. grigia midollare da T1 a L2

colonne effetttrici midollari sacrali da S2 a S4

**Ortosimpatico**

**Parasimpatico**

**Toraco-lombare**

**Cranio- sacrale**

**SIMPATICO (Toracolombare)**

**PARASIMPATICO (Craniosacrale)**



# SISTEMA NERVOSO PARASIMPATICO

- I centri effettori sono localizzati nel TRONCO ENCEFALICO e nel MIDOLLO SPINALE (S2-S4) → [ Regione Cranio-Sacrale]

Le fibre sono comprese all'interno dei Nervi:

- Oculomotore (III)
- Faciale (VII)
- Glossofaringeo (IX)
- Vago (X)
  
- Nelle fibre che partono dai plessi pudendo e coccigeo (S2-S4).

## PERCORSO:

- Arrivano al ganglio parasimpatico del nervo o intramurale dell'organo
- Dal ganglio partono le fibre post-gangliari
- Le fibre post-gangliari arrivano all'organo effettore
- Mediatore chimico: ACETILCOLINA

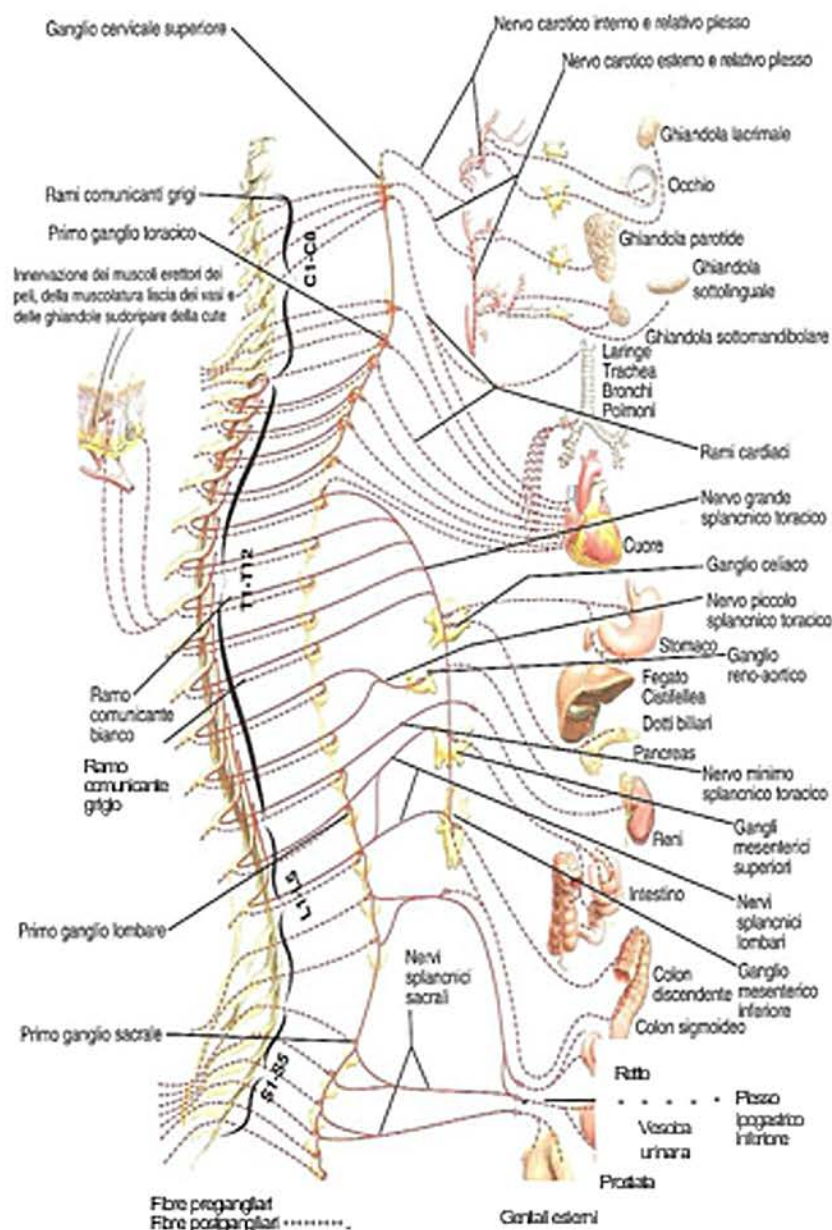


Figura 12.31 Rappresentazione schematica dell'innervazione simpatica  
(Da Netter H., *Atlas di Anatomia Umana* 4<sup>a</sup> ed., Milano, Elsevier 2011).

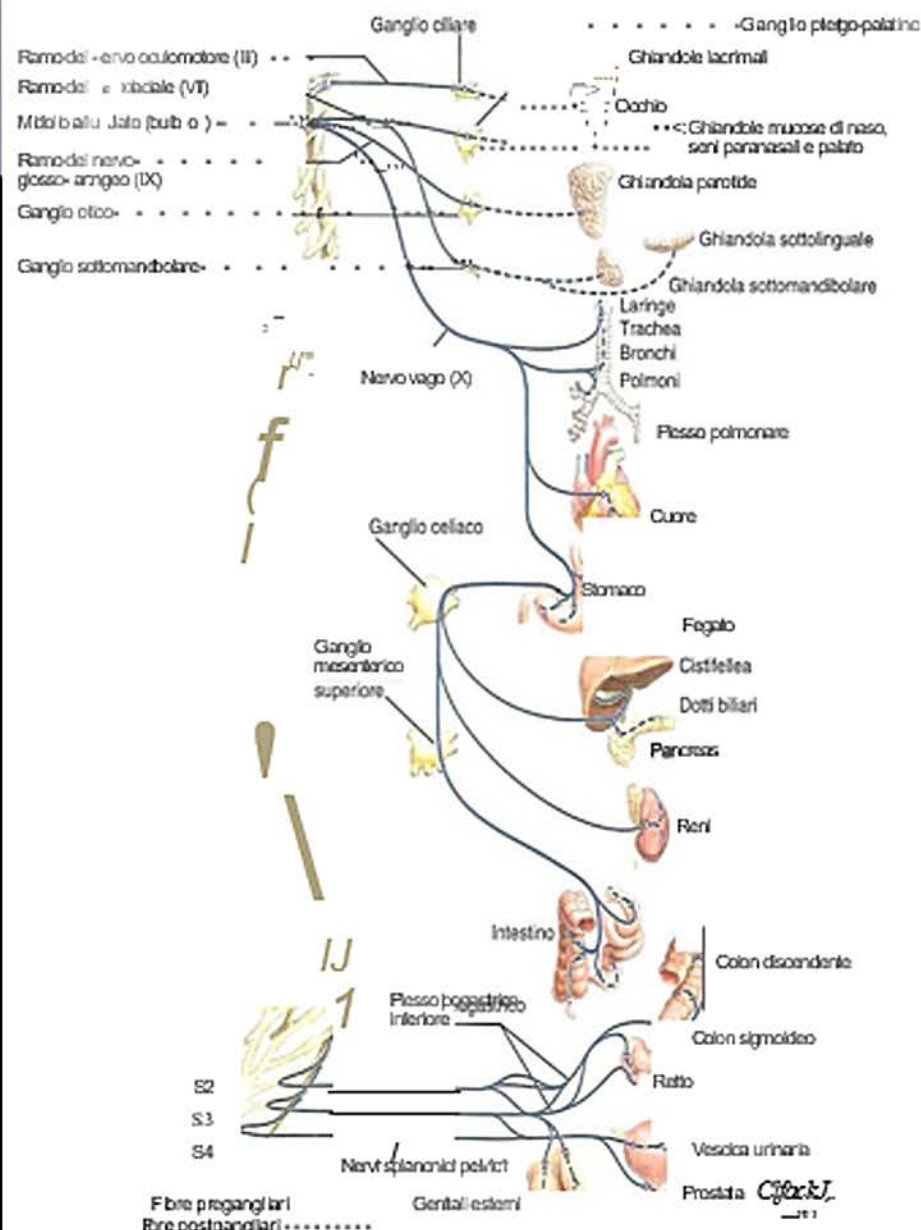


Figura 12.32 Rappresentazione schematica dell'innervazione parasimpatica  
(Da Netter H., *Atlas di Anatomia Umana* 4<sup>a</sup> ed., Milano, Elsevier 2011).

# SISTEMA NERVOSO ORTOSIMPATICO

- I centri effettori sono localizzati a livello del MIDOLLO SPINALE nella regione T1-L2 (toracolombare)

Le fibre provenienti da questi neuroni si portano ai GANGLI disposti ai lati delle vertebre, ovvero alla CATENA LATERO-VERTEBRALE DEL SIMPATICO

## PERCORSO:

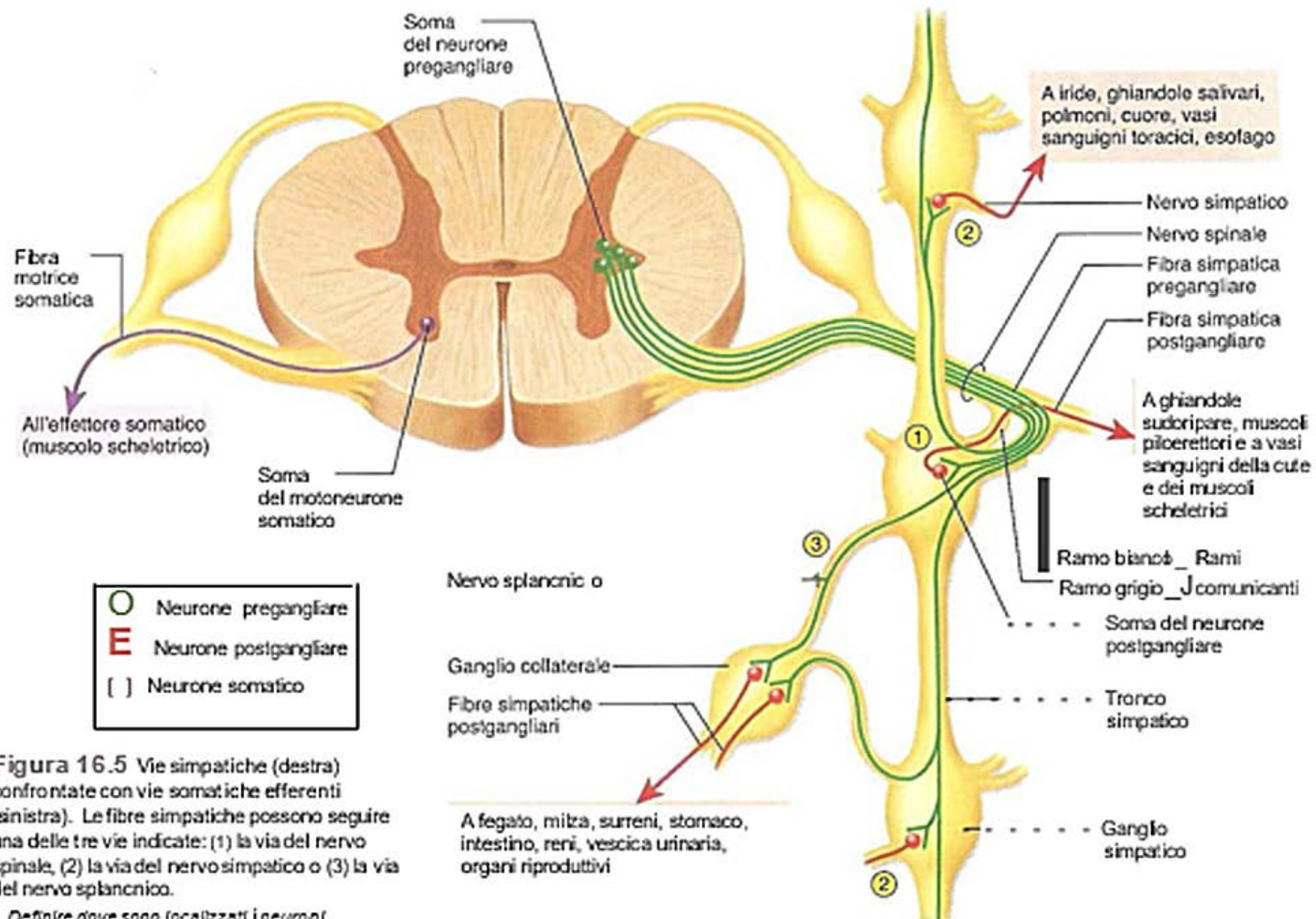
- Nuclei della regione T1-L2 (toraco-lombare)
- Fibre mieliniche Pregangliari
- NERVO SPINALE
- RAMO COMUNICANTE BIANCO
- GANGLIO DEL SIMPATICO (sinapsi con il neurone gangliare)
- Fibra amielinica POSTGANGLIARE (\*) → diversi destini →
- Mediatore chimico: NORADRENALINA



**La (\*) FIBRA POSTGANGLIARE può: →**

- 1. tornare nel nervo spinale corrispondente per cute e vasi (attraverso il RAMO COMUNICANTE GRIGIO)**
- 2. portarsi ai PLESSI NERVOSI da cui originano i nervi splancnici che raggiungono i visceri**
- 3. oltrepassare la catena dei gangli del simpatico e portarsi direttamente ai gangli dei rispettivi organi (per es. ganglio aortico). Da qui originano i nervi per l'organo.**

**LA SENSIBILITA' VISCERALE FA CAPO AI NEURONI SITUATI NEL GANGLIO SPINALE, e da qui torna al SNC (midollo)**



**Figura 16.5** Vie simpatiche (destra) confrontate con vie somatiche efferenti (sinistra). Le fibre simpatiche possono seguire una delle tre vie indicate: (1) la via del nervo spinale, (2) la via del nervo simpatico o (3) la via del nervo splanchnico.

• Definire dove sono localizzati i neuroni efferenti simpatichi e somatici a livello del midollo spinale.

Da altro testo le seguenti diapo:

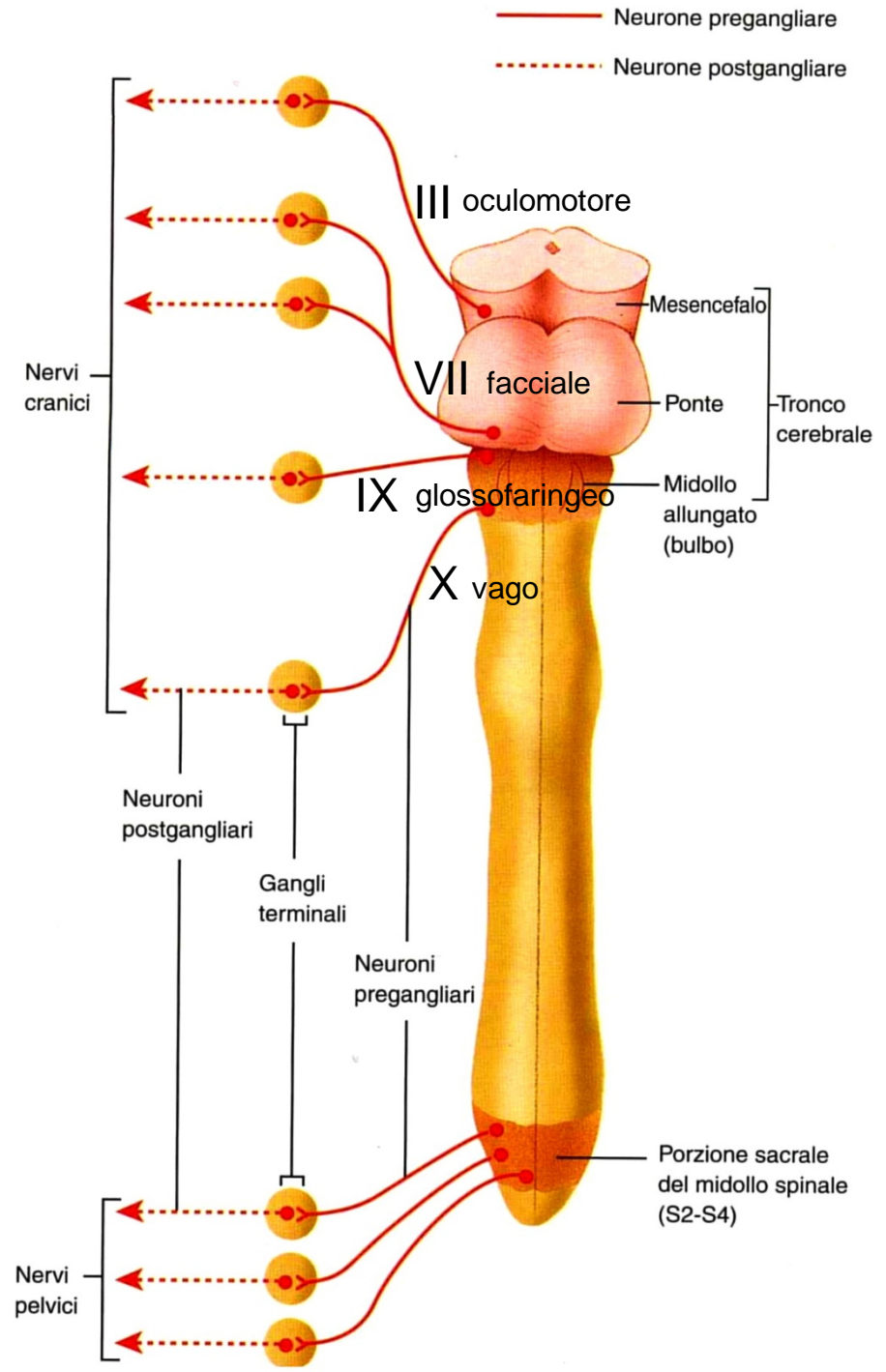


# Parasimpatico (Cranio-sacrale)

Localizzazione delle fibre nervose parasimpatiche pre-gangliari (rosso- tratto continuo) e post-gangliari (rosso tratteggiato).

I corpi cellulari dei neuroni pre-gangliari sono situati nel tronco cerebrale e nella porzione laterale della sostanza grigia della parte sacrale del midollo spinale.

I neuroni post-gangliari sono situati nei gangli terminali

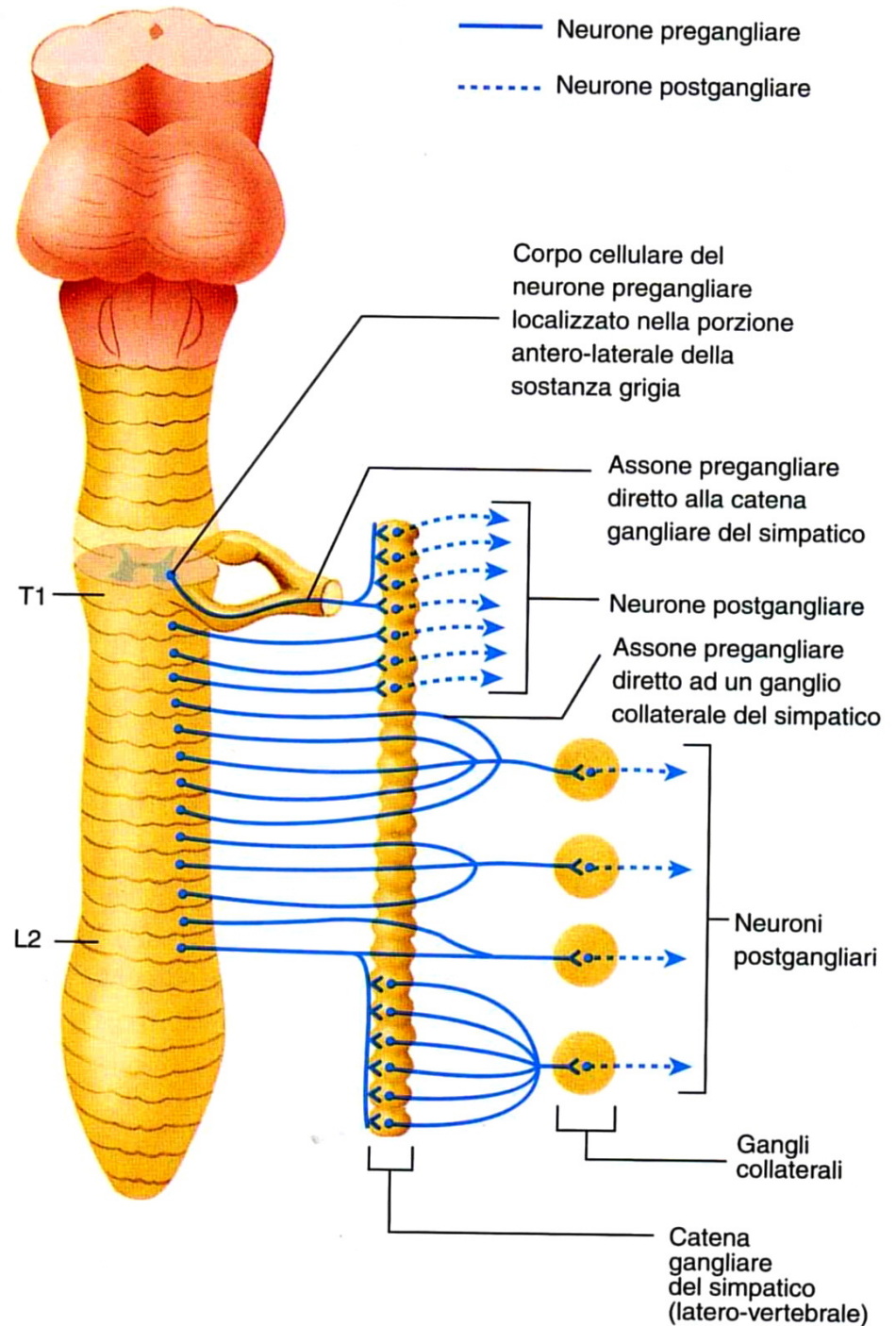


# Ortosimpatico (Toraco-lombare)

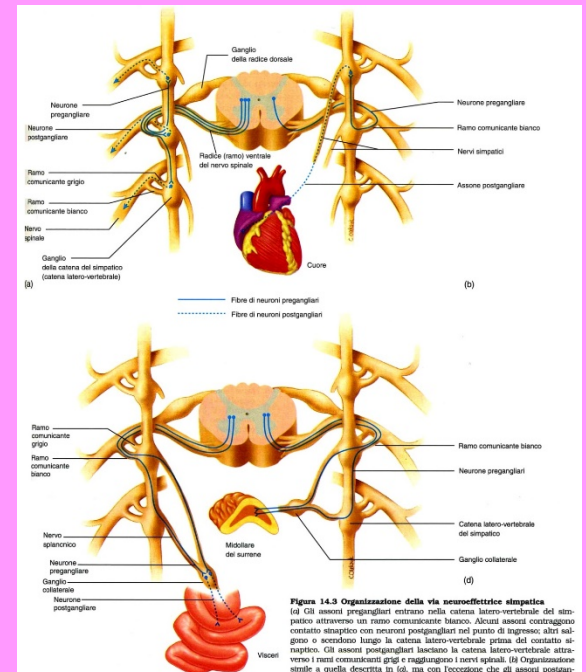
Localizzazione delle fibre nervose ortosimpatiche pre-gangliari (blu tratto continuo) e post-gangliari (blu tratteggiato).

I corpi cellulari dei neuroni pre-gangliari sono situati nella parte antero-laterale della sost. grigia della porzioni toracica e lombare del midollo spinale.

I corpi cellulari dei neuroni post-gangliari sono situati nei gangli della catena dell'ortosimpatico o nei gangli collaterali

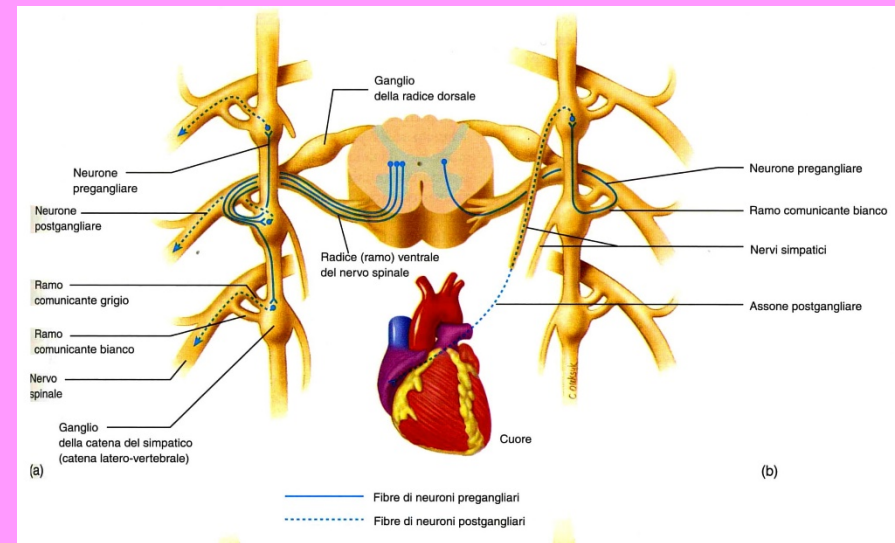


# Organizzazione della via neuroeffettrice simpatica

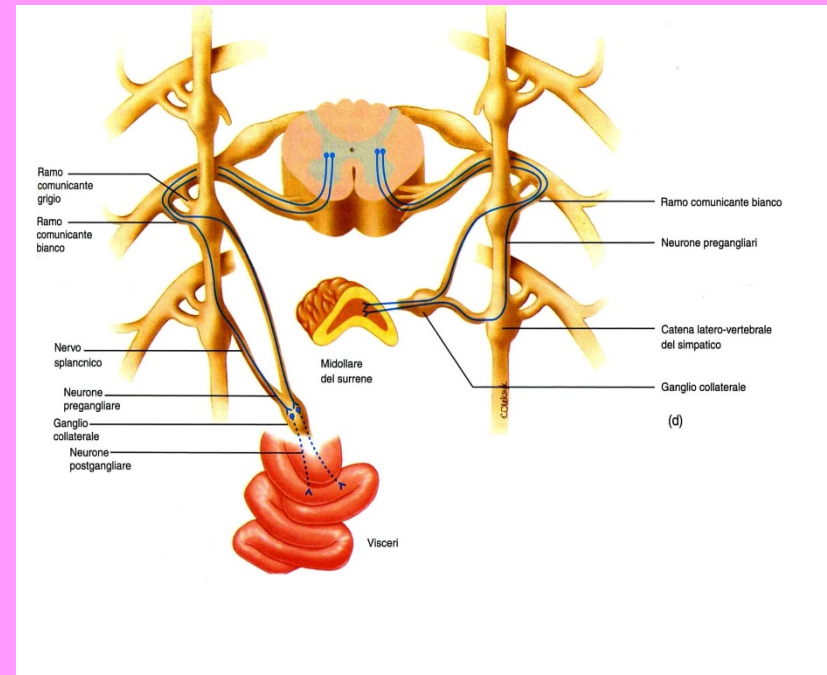


È rappresentato un unico nervo. (c) I neuroni pregangliari non contraggono alcun rapporto sinaptico a livello della catena latero-vertebrale, ma la attraversano ed abbandonano come nervi splancnici per raggiungere i gangli collaterali, dove contraggono sinapsi con neuroni postgangliari localizzati in tali gangli. (d) Organizzazione simile a quella descritta in (c), ma con l'eccezione che gli assoni pregangliari terminano nella midollare del surrene, dove terminano in contatto sinaptico con le cellule surrenali. Non sono presenti assoni postgangliari.





- (a) Gli assoni pre-gangliari entrano nella catena latero-ventrale del simpatico attraverso il ramo comunicante bianco. Alcuni assoni fanno sinapsi con neuroni post-gangliari nel punto di ingresso; altri salgono o scendono lungo la catena latero-vertebrale prima della sinapsi. Gli assoni post-gangliari lasciano la catena latero-vertebrale attraverso i rami comunicanti grigi e raggiungono i nervi spinali
- (b) organizzazione simile a quella descritta in (a), ma con l'eccezione che gli assoni post-gangliari lasciano la catena latero-vertebrale come nervi simpatici (nella fig. è rappresentato un unico nervo).



- c) I neuroni pre-gangliari non fanno alcuna sinapsi a livello della catena latero-vertebrale, ma la attraversano e la abbandonano come nervi splancnici per raggiungere i gangli collaterali, dove faranno sinapsi con neuroni post-gangliari localizzati in tali gangli.

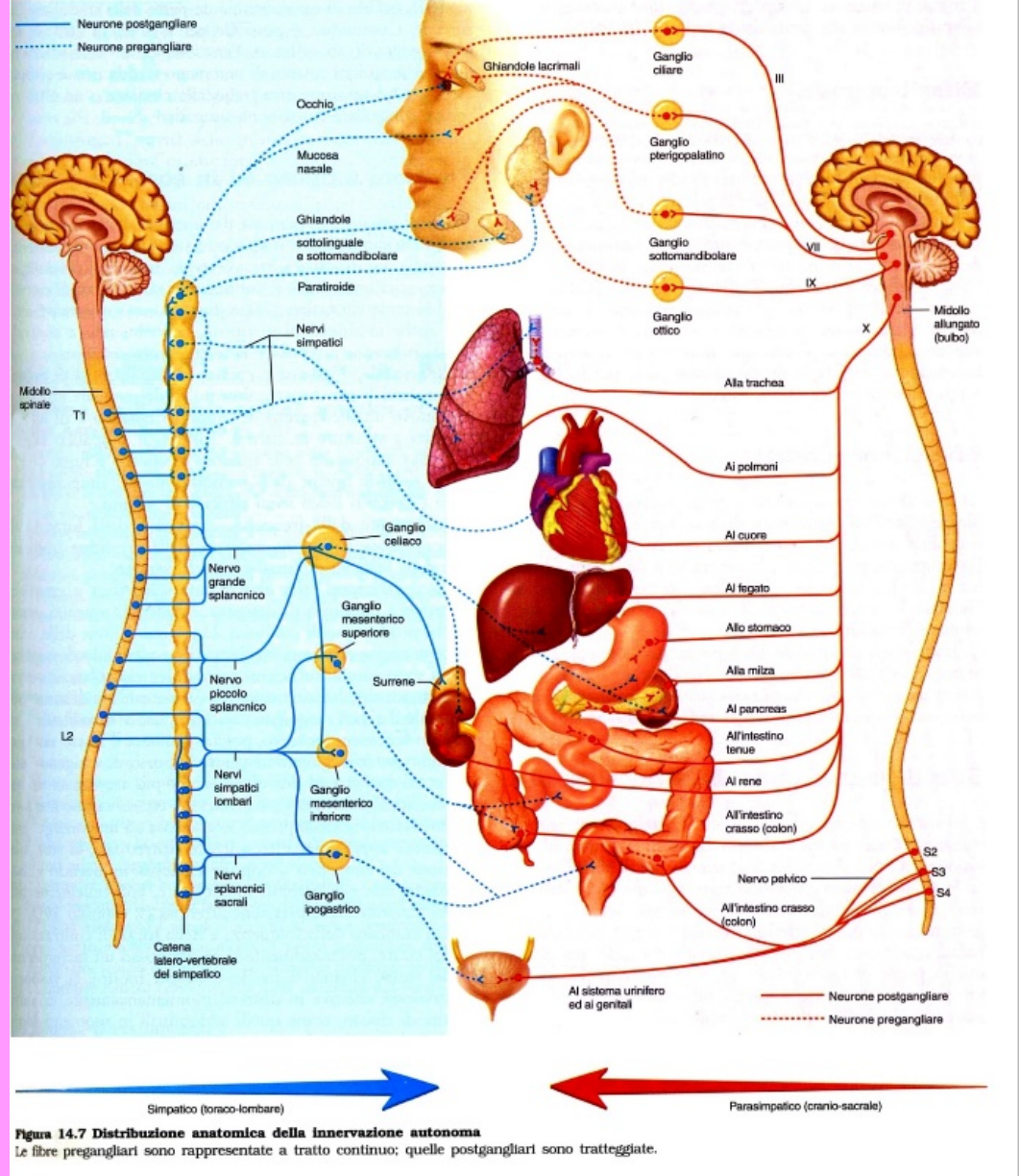
- (d) Organizzazione simile a quella descritta in (c), ma con l'eccezione che gli assoni pre-gangliari terminano nella midollare del surrene, dove fanno sinapsi con le cellule surrenaliche. Non sono presenti assoni post-gangliari

# DISTRIBUZIONE ANATOMICA DELLA INNERVAZIONE AUTONOMA

Doppia innervazione  
 La maggior parte degli organi innervati dal SNA ricevono fibre nervose provenienti dal contingente parasimpatico e da quello ortosimpatico.

Tratto gastro-intestinale, cuore, vescica urinaria ed apparato riproduttivo ne sono esempi.

*Tuttavia non tutti gli organi ricevono una doppia innervazione orto- e parasimpatica ...*



TORACO-LOMBARE

CRANIO-SACRALE





# STRUTTURE DELLE VIE DEL PARASIMPATICO.

I neuroni pregangliari del parasimpatico hanno i **pericari** in nuclei del **tronco encefalico** e nelle **colonne grigie** del Midollo Spinale dei segmenti sacrali S2-S4

**Parasimpatico craniale** (gli assoni sono contenuti nei nervi cranici III oculomot, VII facciale, IX glossofaring, X vago)

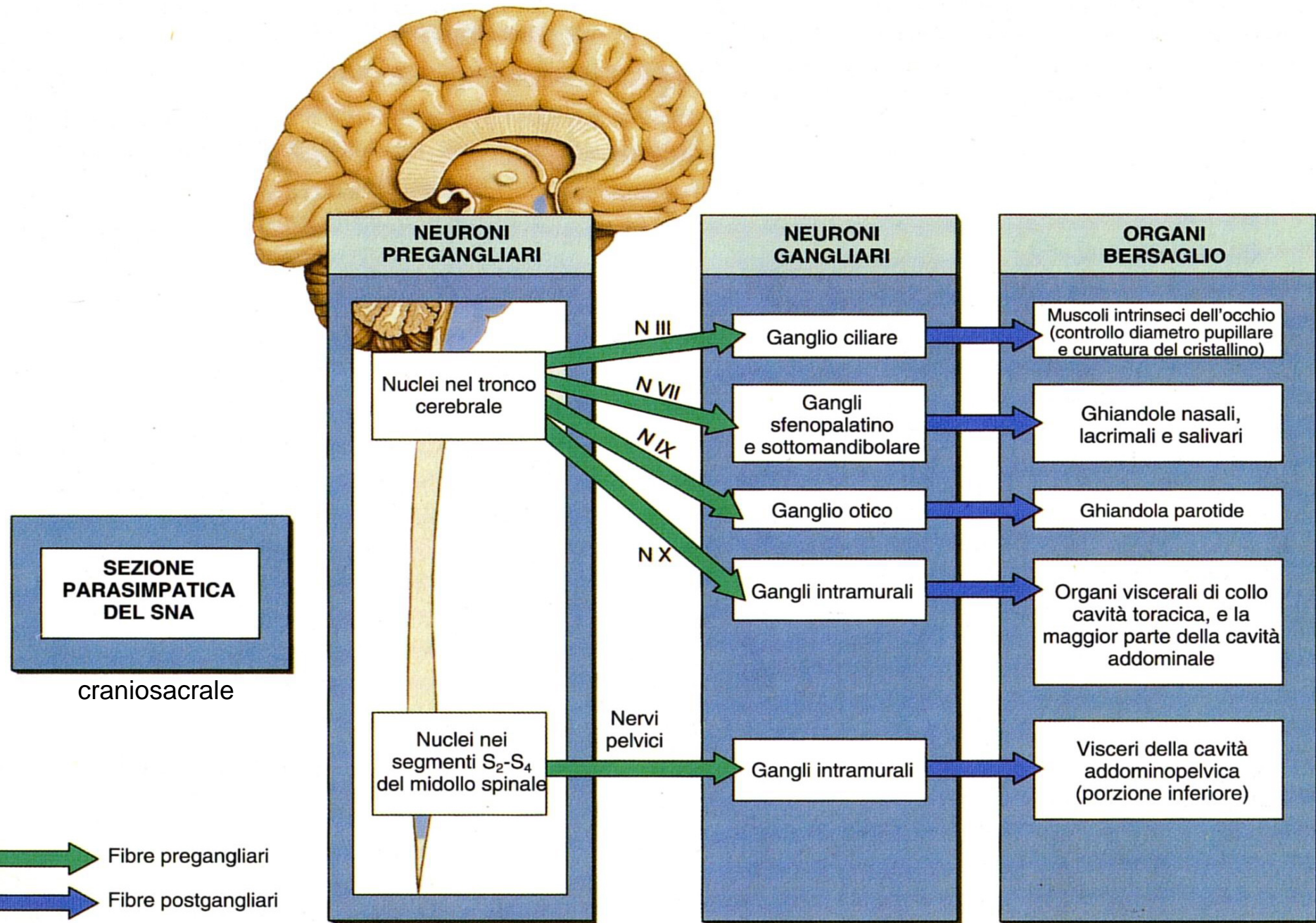
**Parasimpatico sacrale** (assoni in alcuni nervi pelvici)

percorrono considerevoli distanze prima di fare sinapsi con i neuroni postgangliari.

I neuroni del parasimpatico hanno sede in **gangli** del parasimpatico che si trovano **vicino** o dentro i distretti degli **effettori**.

>> Un neurone pregangliare fa sinapsi con i neuroni postgangliari di un **singolo effettore**.

***stimolo del parasimpatico → risposta di un solo organo***



**FIGURA 17.7 ORGANIZZAZIONE DELLA DIVISIONE PARASIMPATICA DEL SNA**

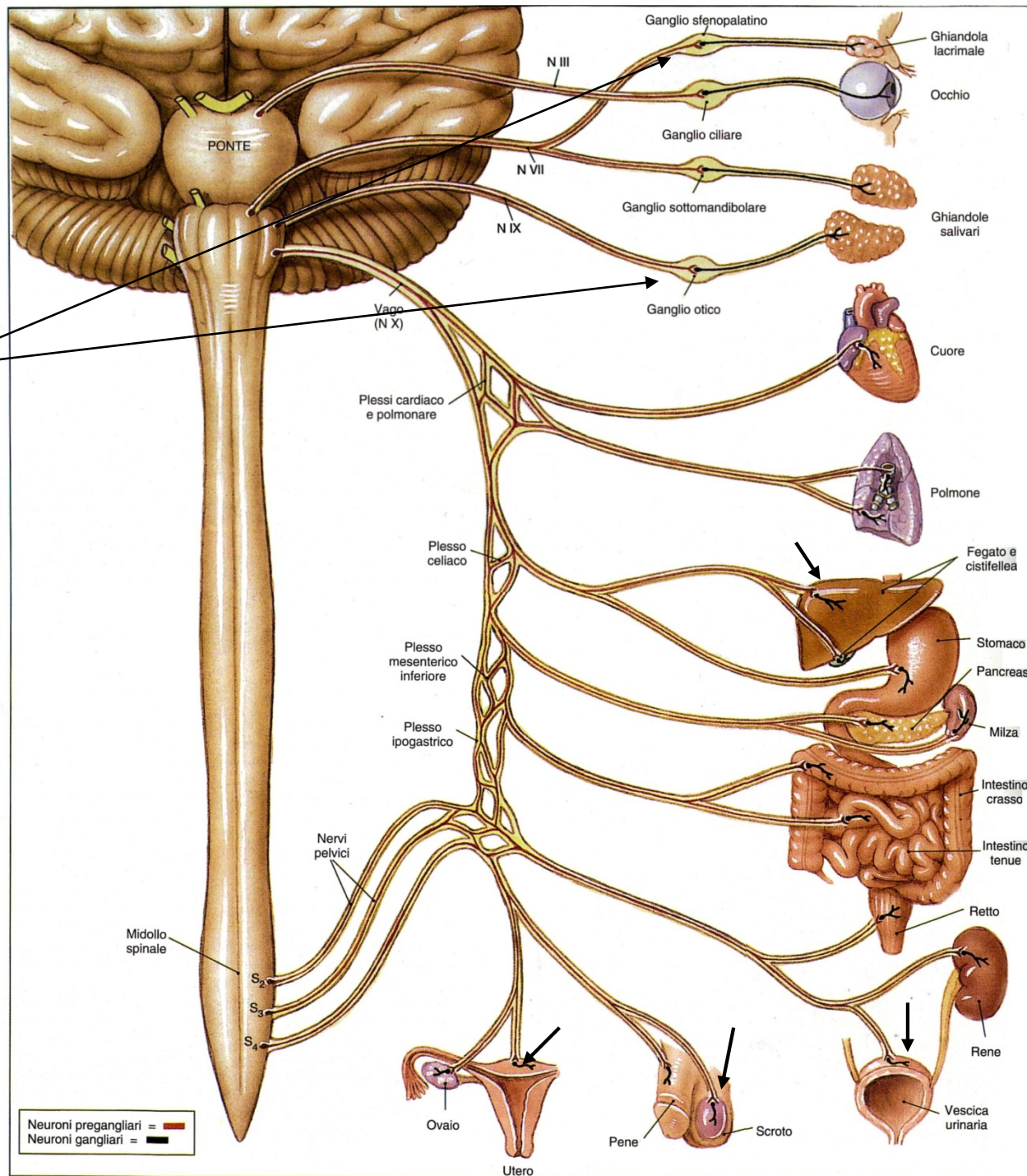
Osservare le correlazioni esistenti tra i neuroni pregangliari e gangliari, e tra i neuroni gangliari e gli organi bersaglio.



# Efferenze parasimpatiche

Gangli nei pressi dell'organo

Gangli intramurali



## Funzioni specifiche del Parasimpatico:

- Costrizione delle pupille
- Secrezione ghiandole app. digerente
- Secrezione ormoni che facilitano assorbimento dei nutrienti da parte dei tessuti periferici
- Aumento attività muscolatura liscia del digerente
- Stimolazione e coordinamento defecazione
- Contrazione vescica urinaria x la minzione
- Costrizione delle vie respiratorie
- Riduzione frequenza e forza contrattile del miocardio
- Controllo del desiderio sessuale e stimolazione (!!!)\* apparato genitale

\* Apparente contraddizione

# STRUTTURA DELLE VIE DELL'ORTOSIMPATICO

I pericari dei neuroni pregangliari hanno sede nelle colonne grigie laterali del midollo spinale, dai segmenti T1 fino a L2 (**sistema toracolombare**).

Gli assoni lasciano il midollo attraverso le radici anteriori e seguono i relativi nervi spinali da cui si staccano le fibre pregangliari per raggiungere i gangli della catena, formando i rami comunicanti bianchi dell'ortosimpatico.

Molti gangli dell'ortosimpatico si trovano ai lati della superficie anteriore della colonna vertebrale; ciascuna catena si estende dalla 2° vertebra cervicale fino al coccige.

22 coppie di gangli del simpatico: 3 cervicali

11 toracici

4 lombari

4 sacrali

Il ganglio coccigeo è impari e vi confluiscono entrambe le catene destra e sinistra.



Le radici anteriori dei nervi spinali che originano dai segmenti T1-L2 contengono fibre simpatiche pregangliari

Modalità di innervazione in fig. 17.2 → →

Ogni radice anteriore si unisce alla corrispondente radice posteriore per dare il nervo spinale, il quale passa attraverso il foro intervertebrale; quindi da qui si distacca il **ramo comunicante bianco (fibre pre-gangliari)** che va al ganglio paravertebrale vicino

**Queste fibre pregangliari, raggiunto un ganglio simpatico, possono:**

1. fare sinapsi con i neuroni del ganglio
2. dare diramazioni ascendenti o discendenti che percorrono tratti del tronco simpatico e fare poi sinapsi con i neuroni di gangli più craniali o più caudali
3. possono attraversare il tronco simpatico senza fare sinapsi e portarsi a gangli prevertebrali (fibre: nervi splancnici), o dirigersi verso la midollare del surrene (→ adrenalina e noradrenalina).

**Gangli prevertebrali** = coppie di gangli a breve distanza dalla colonna vertebrale.

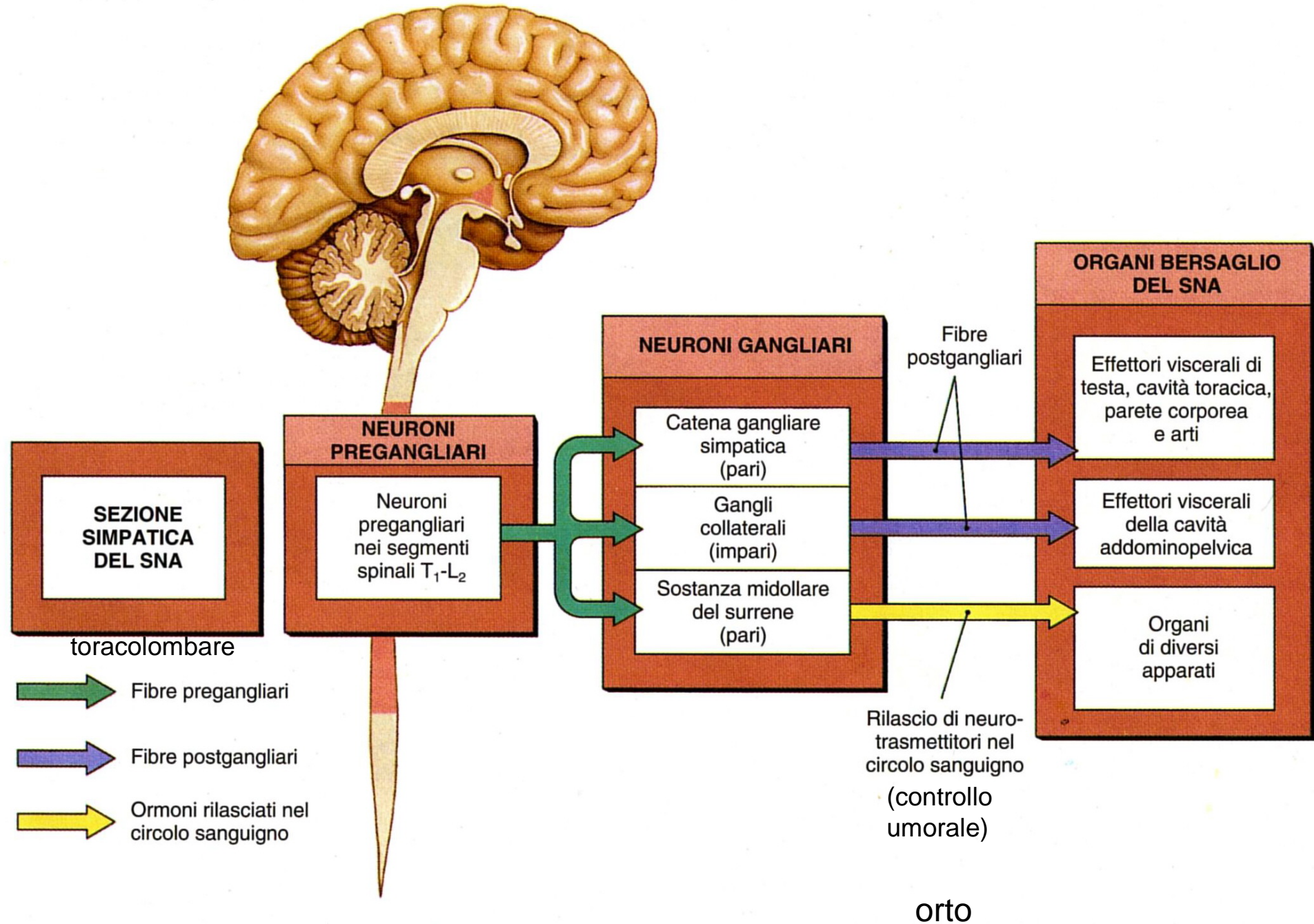
I neuroni postgangliari del simpatico hanno i pericari nei gangli della catena o nei gangli prevertebrali.

Alcuni assoni postgangliari tornano al neurone spinale corrispondente con il ramo comunicante grigio (fibre amieliniche) → innervano cute, ghiandole, musc. erettori del pelo, tess. adiposo)

Nel simpatico gli assoni pregangliari sono brevi,

mentre gli assoni postgangliari sono lunghi e terminano in organi molto distanti.

**stimolo dell'ortosimpatico → di solito ampiamente diffuso, coinvolge diversi organi.**



**FIGURA 17.2 ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA NERVOSO SIMPATICO**  
 Osservare la correlazione esistente tra neuroni pregangliari e gangliari, e tra neuroni gangliari e organi bersaglio.

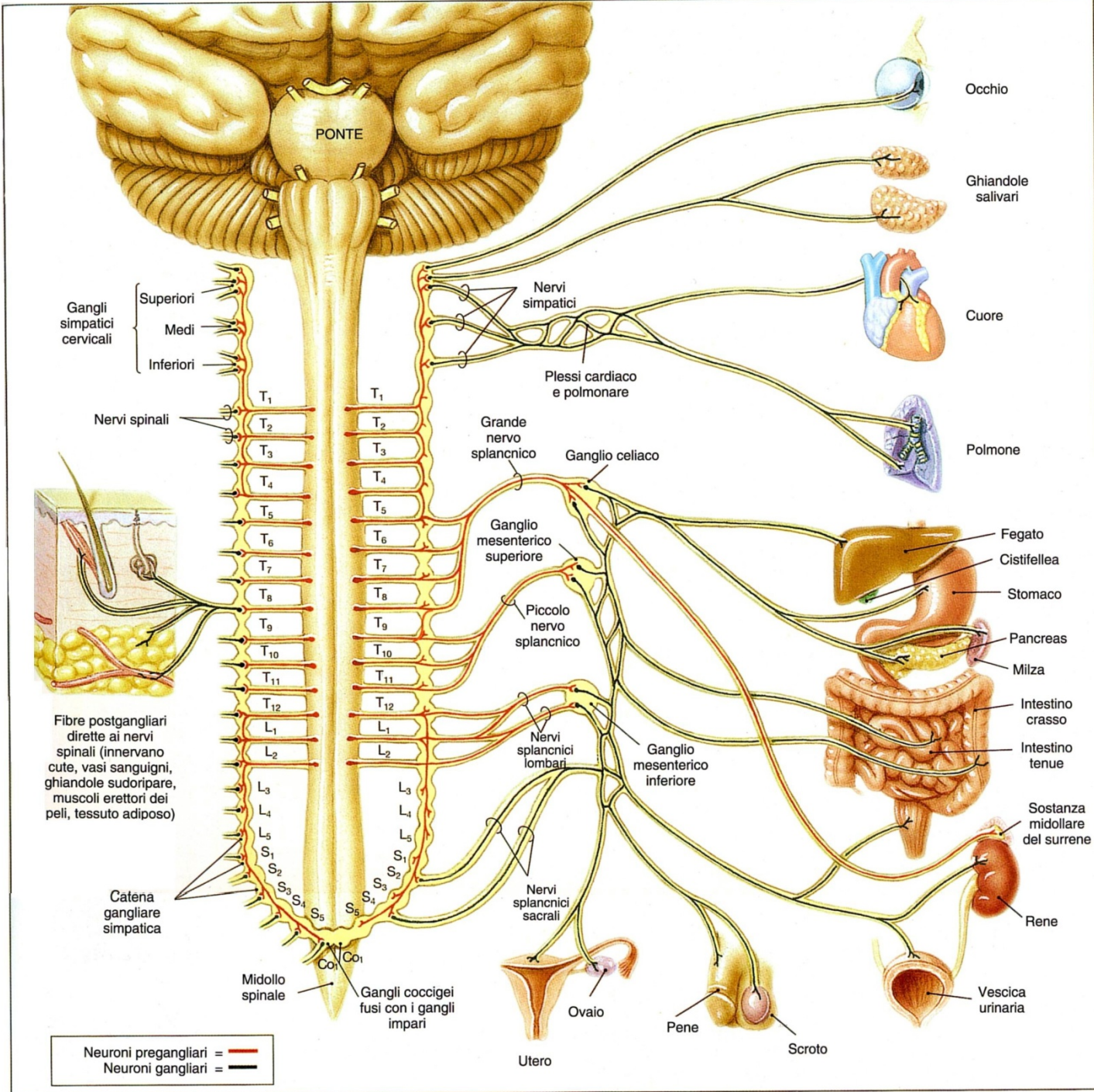


# Fibre postgangliari simpatiche

A sx le fibre post-gangliari attraverso i rami comunicanti grigi e i nervi spinali

A dx le fibre pre- e post-gangliari che innervano i visceri

N.B. : entrambi gli schemi si ritrovano su ciascun lato del corpo



## Funzioni specifiche dell'Ortosimpatico:

- Aumento livello di attenzione,
- Sensazione di energia ed euforia,
- Insensibilità temporanea al dolore,
- Aumento frequenza cardiaca e del respiro,
- Potenziamiento del tono muscolare,
- Mobilizzazione riserve energetiche dal glicogeno e dall'adipe



# Distribuzione delle fibre del sistema nervoso autonomo

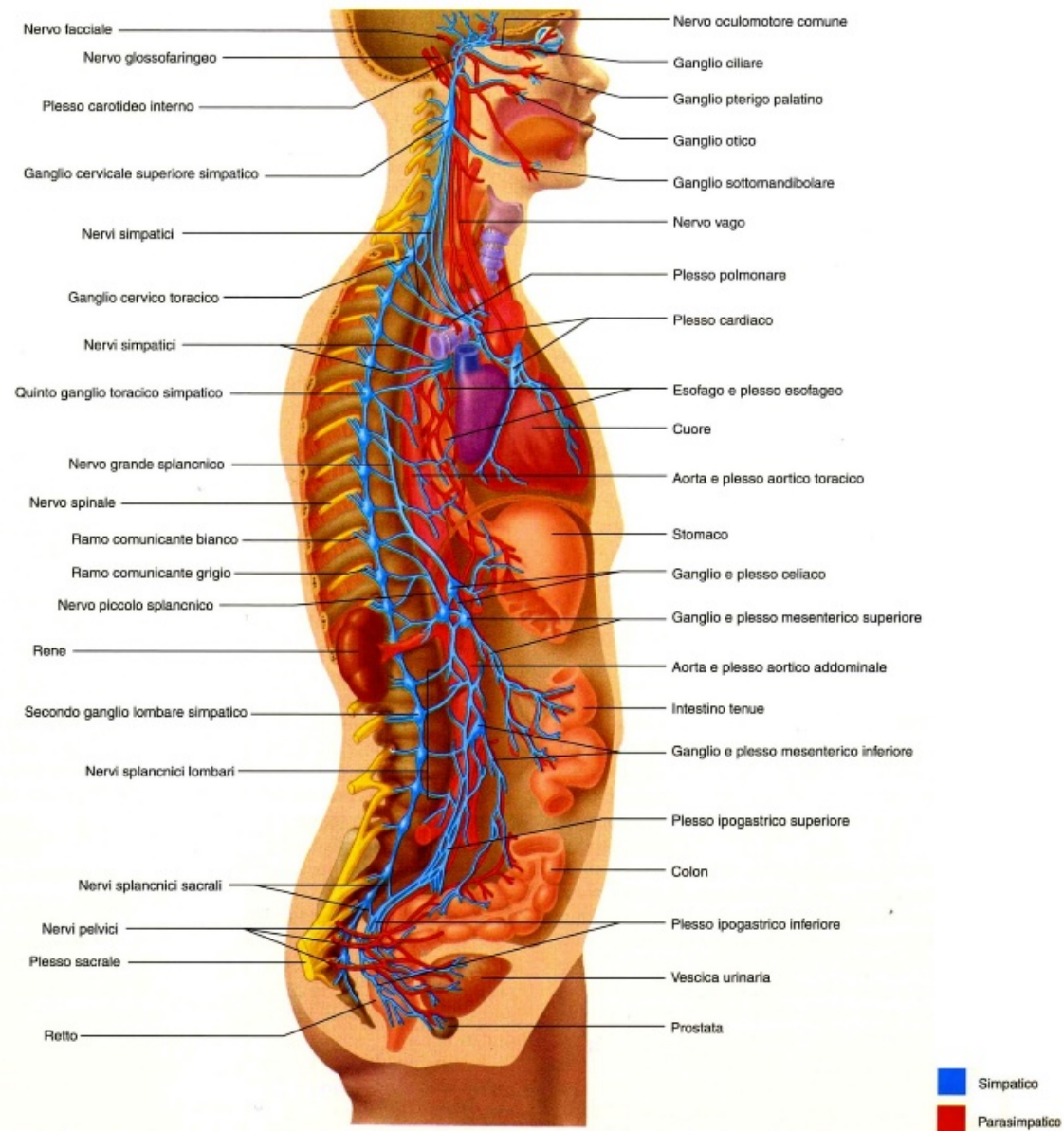


Figura 14.5 Distribuzione delle fibre del sistema nervoso autonomo

## Figura 14.5 Distribuzione delle fibre del sistema nervoso autonomo

Innervazione simpatica: nervi spinali contenenti fibre simpatiche si distribuiscono agli arti ed al corpo. Testa e collo sono per la maggior parte innervate dal ganglio cervicale superiore. Gli organi toracici sono innervati da fibre nervose che originano dai gangli cervicali e dai primi gangli toracici (fino a T5) e che costituiscono, anastomizzandosi, i plessi nervosi toracici. I nervi addomino-pelvici costituiti dai nervi splanchnici derivano dai gangli al di sotto di T5. Innervazione parasimpatica. Testa e collo sono innervate dalla componente parasimpatica dei nervi cranici. Gli organi toracici sono innervati da fibre del nervo vago che contribuiscono alla costituzione dei plessi toracici. Gli organi addominali sono innervati da fibre del nervo vago che contribuiscono alla costituzione dei plessi addominali. Nervi pelvici originano dai mielomeri S2-S4.



# FUNZIONE DEL SISTEMA NERVOSO VEGETATIVO (o Viscerale o Autonomo )

- Il sistema nervoso vegetativo tende a regolare il funzionamento degli effettori per mantenere o restaurare rapidamente l'**omeostasi**.
- **Parasimpatico** e **Simpatico** sono **tonicamente attivi**, cioè inviano continuamente impulsi agli effettori viscerali.
- Quasi sempre esercitano una **azione antagonista**: il parasimpatico tende a inibire, mentre gli impulsi del simpatico tendono a stimolare (per gli effettori che hanno duplice innervazione viscerale ).
- L'effetto sommatorio degli impulsi contrastanti determina l'effetto dominante o controllatore.

es. sul cuore: parasimpatico → rallenta

simpatico → accelera il ritmo cardiaco

il ritmo attuale del cuore è determinato da quella delle influenze che è al momento dominante.

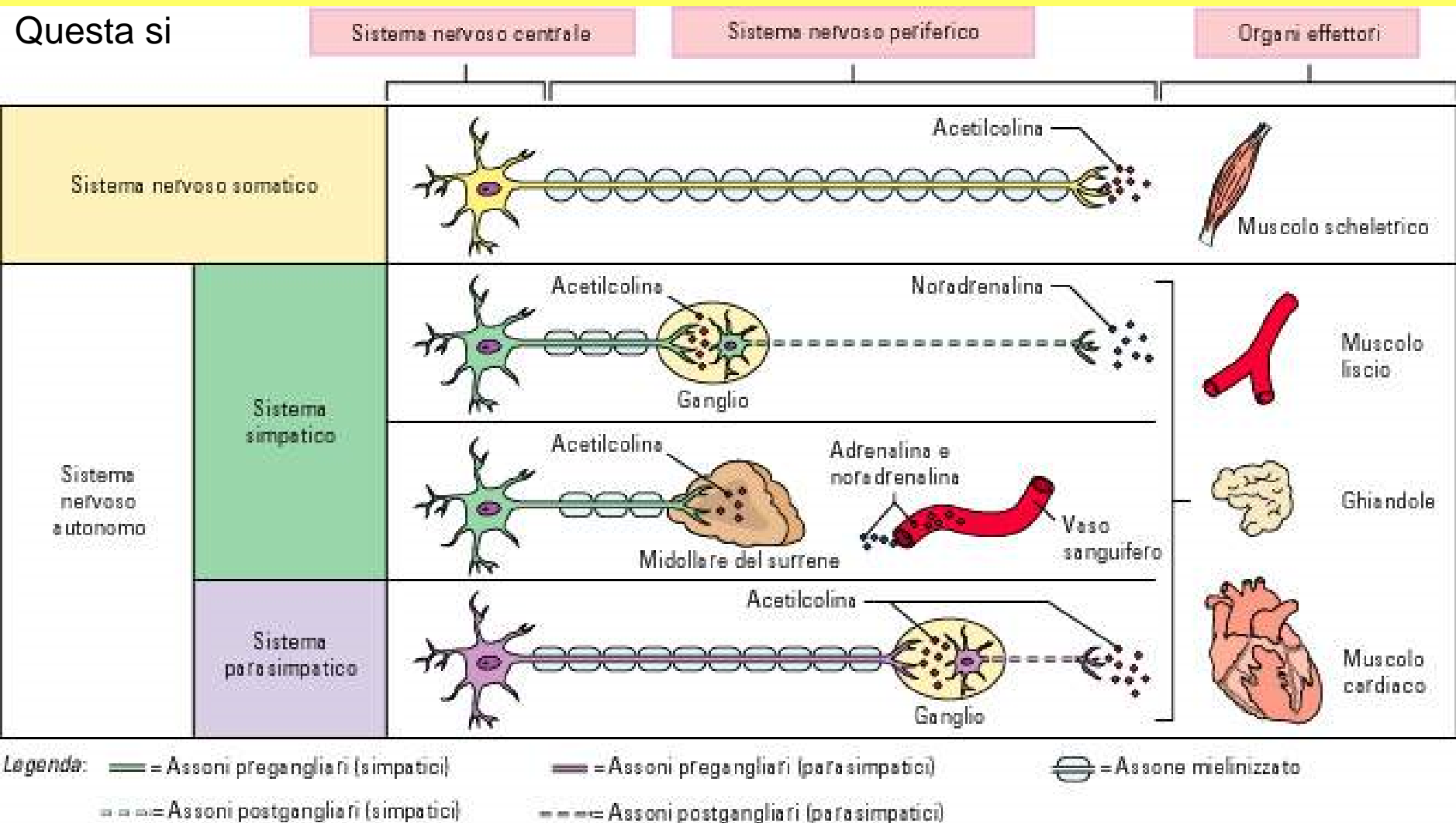
**Il sistema nervoso viscerale Vegetativo è definito impropriamente anche Sistema Autonomo, ma è continuamente sotto il controllo di impulsi provenienti da centri vegetativi del S.N.C. situati a vari livelli dell'encefalo (corteccia del lobo frontale, sistema limbico ecc).**

**Funzioni specifiche del Parasimpatico:** Costrizione delle pupille, secrezione ghiandole app. digerente, secrezione ormoni che facilitano assorbimento dei nutrienti da parte dei tessuti periferici, aumento attività muscolatura liscia del digerente, stimolazione e coordinamento defecazione, contrazione vescica urinaria x la minzione, costrizione delle vie respiratorie, riduzione frequenza e forza contrattile del miocardio, controllo del desiderio sessuale e stimolazione apparato genitale

**Funzioni specifiche dell'Ortosimpatico:** aumento livello di attenzione, sensazione di energia ed euforia con sottostima del pericolo, insensibilità temporanea al dolore, aumento frequenza cardiaca e del respiro, potenziamento del tono muscolare fino al tremore, mobilizzazione riserve energetiche dal glicogeno e dall'adipe

Rilascio di neurotrasmettitori: le **fibre pregangliari** rilasciano **acetilcolina** a livello delle sinapsi con i gangli (sinapsi colinergiche); spesso ciò comporta un rilascio di **noradrenalina** da parte delle **fibre postgangliari** a livello delle giunzioni con gli effettori (sinapsi adrenergiche), **ma con alcune eccezioni (parete corporea, cute (delle mani) e muscolatura scheletrica) che sono colinergiche**

Questa si



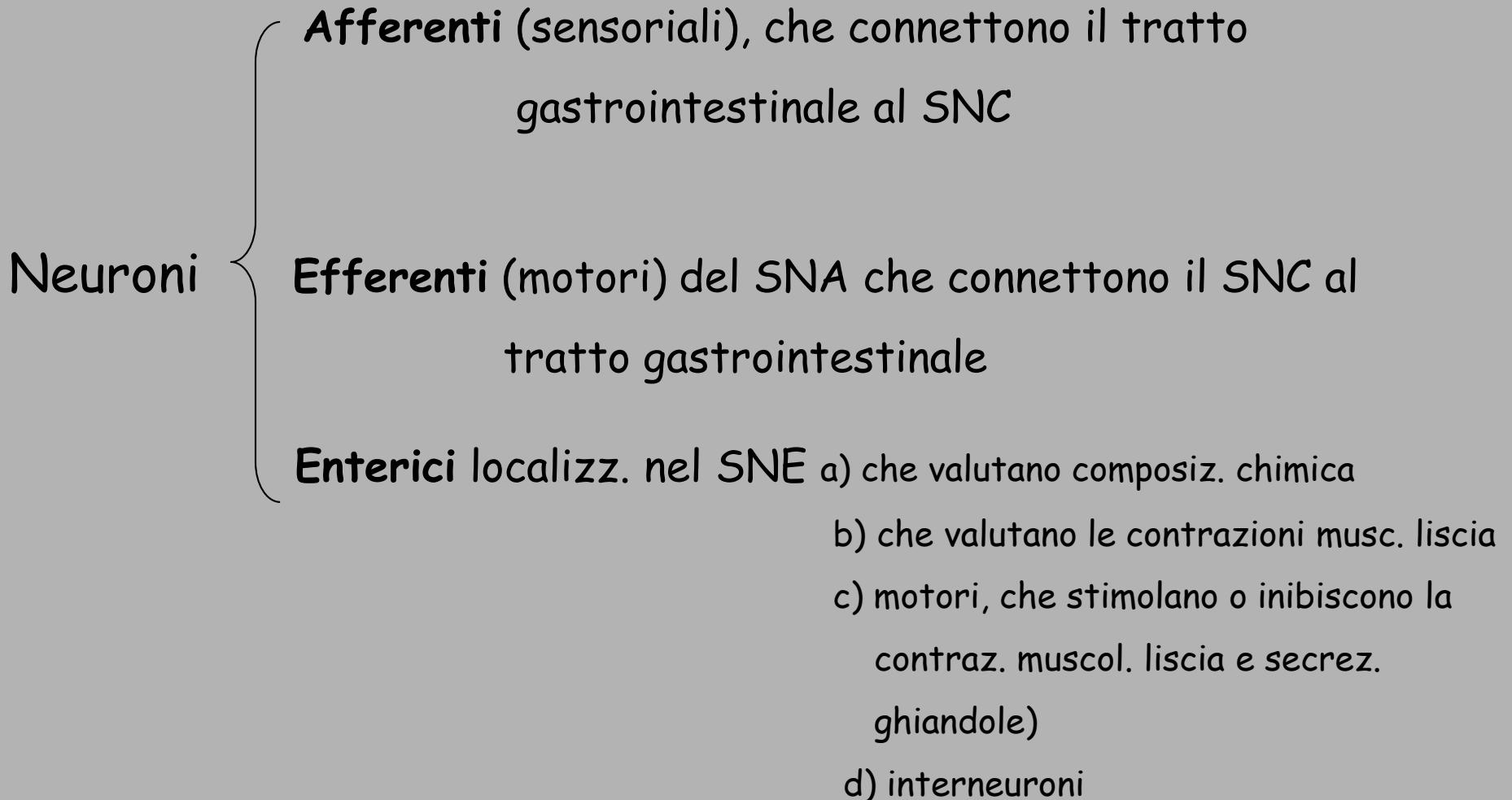
## Neurotrasmettitori terminali

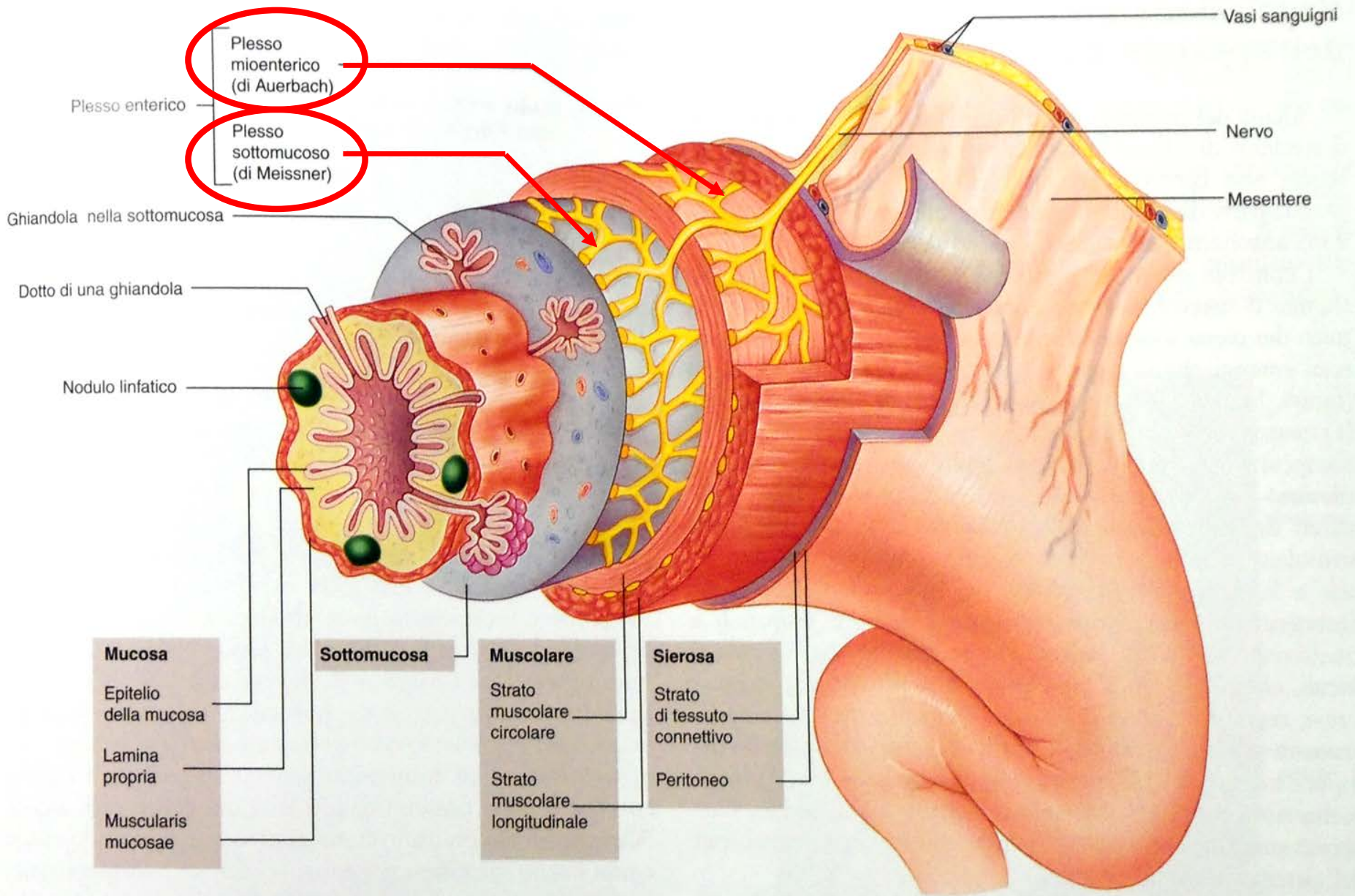
- del parasimpatico: acetilcolina
- dell'ortosimpatico: adrenalina e noradrenalina



# Sistema nervoso enterico

Consiste di **plexi nervosi** all'interno della parete del tubo digerente





**Figura 22.4 Istologia del tubo digerente**

Le quattro tonache sono la mucosa, la sottomucosa, la muscolare, e la sierosa o avventizia. Le ghiandole possono essere presenti lungo il tubo digerente immerse nello spessore dell'epitelio, nella sottomucosa, o come grandi ghiandole che si trovano all'esterno del tubo digerente.

**Fine**

**sist. nervoso**