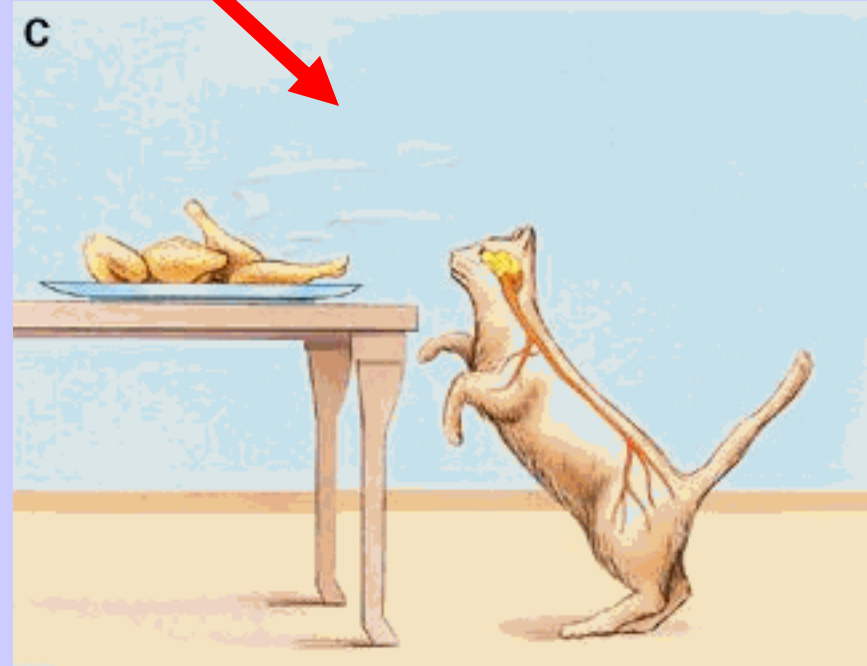
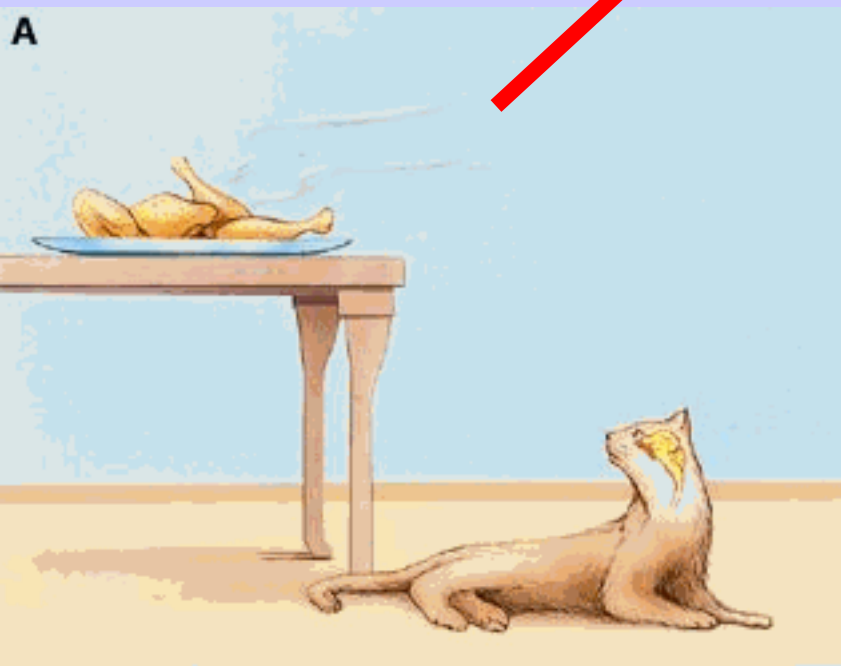
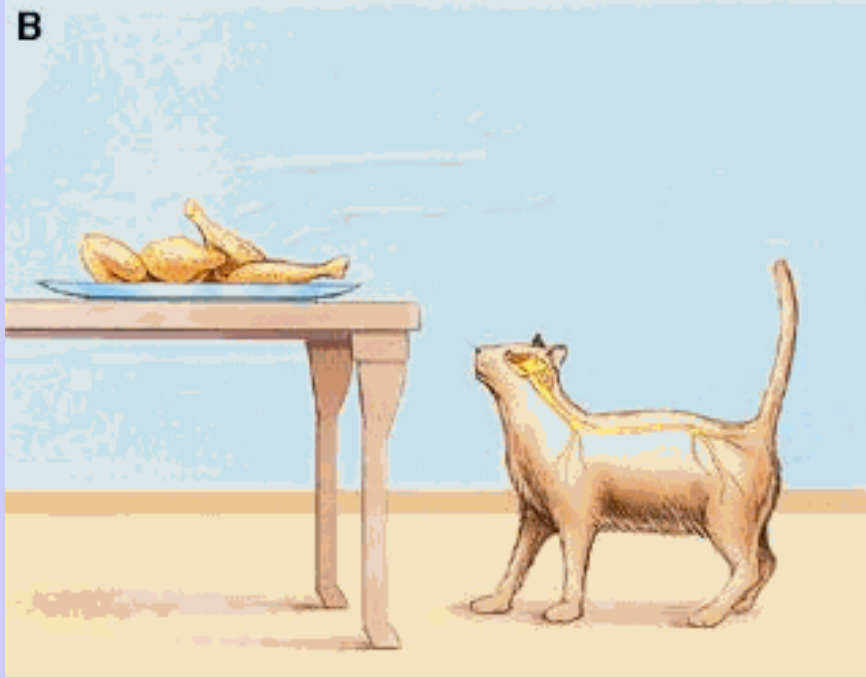


Corso integrato di Anatomia Umana ed Istologia

Insegnamento di Anatomia Speciale

il docente

- Docente : Maurizio Previati
- Tel: **0532-455851**
- e-mail:**maurizio.previati@unife.it**
- (nome.cognome@unife.it)
- Anatomia Umana, via fossato di Mortara, 70, c/o Cubo, terzo piano, stanza 268
- Ricevimento studenti previo appuntamto per email

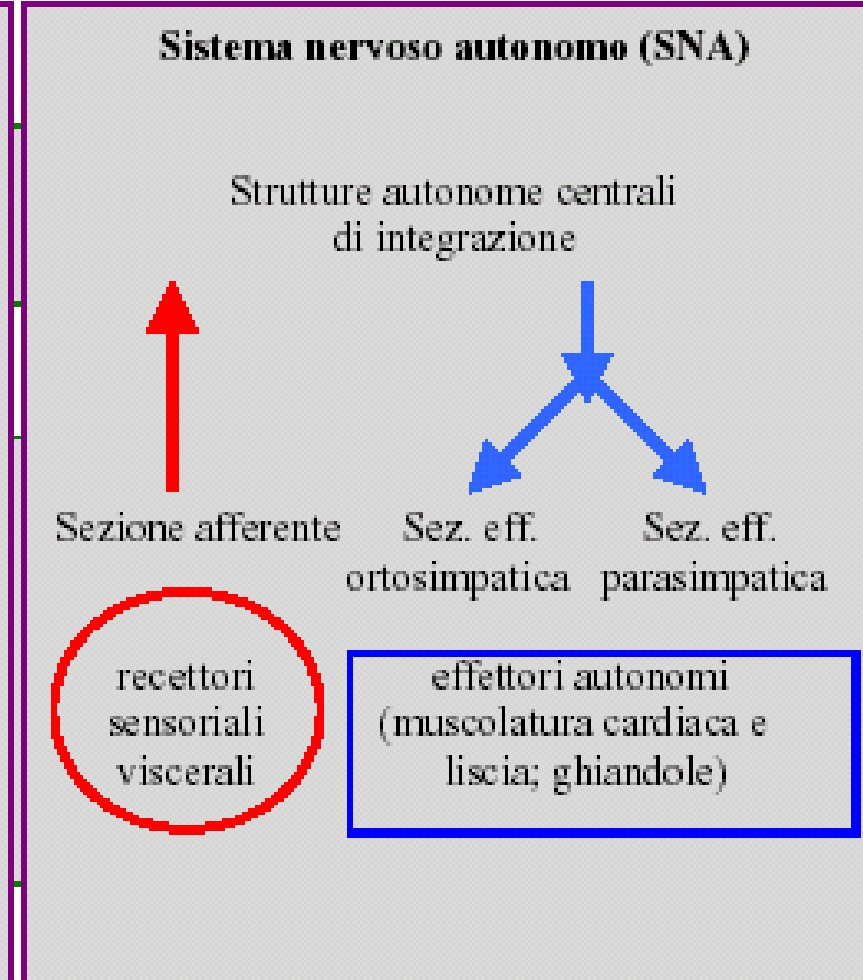
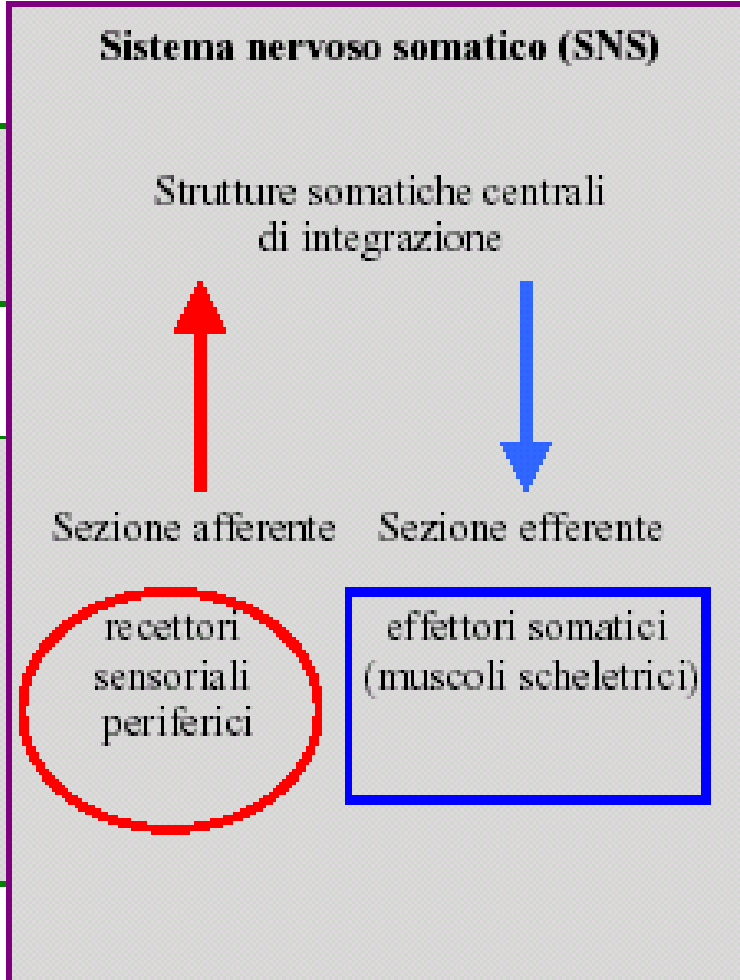


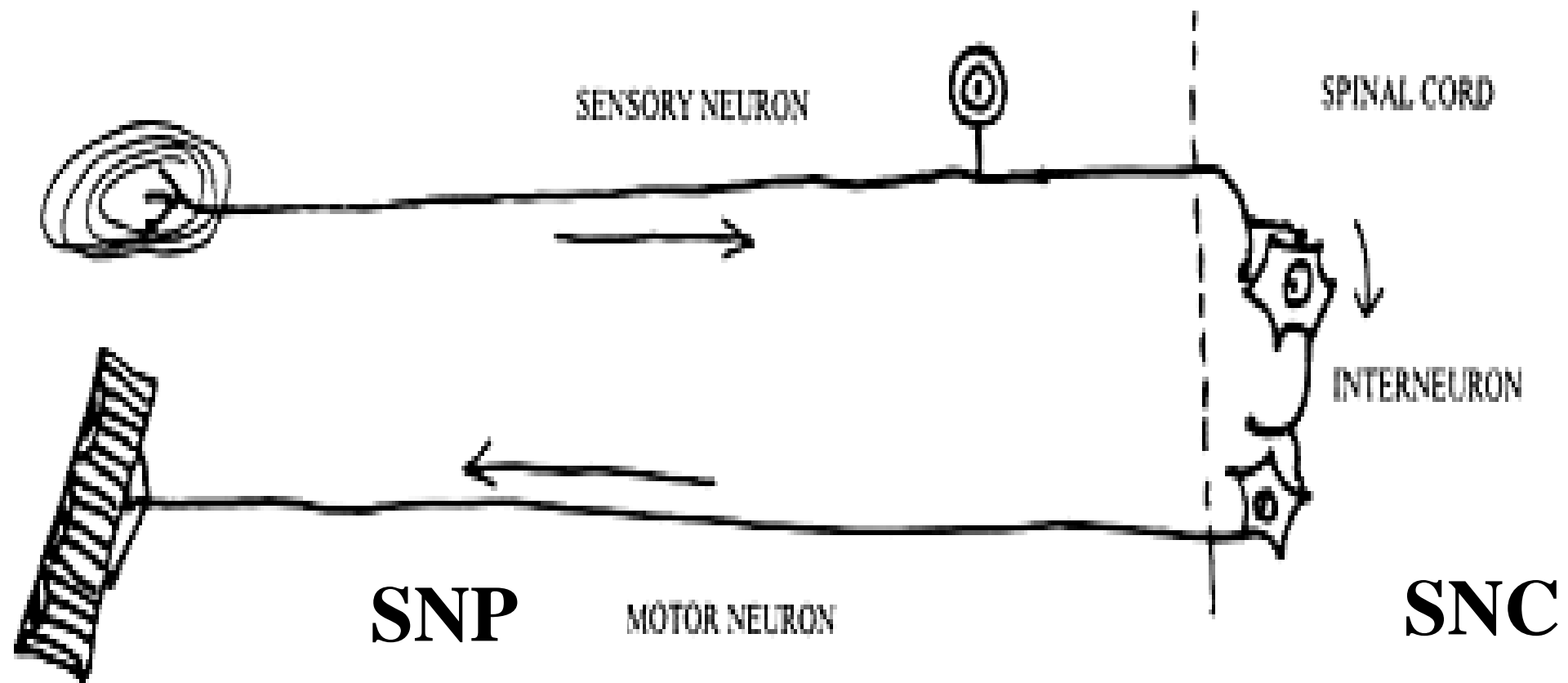
- Funzioni del sistema nervoso
- il sistema nervoso svolge tre importanti funzioni:
- riceve **stimoli** dall'ambiente **esterno** od **interno**
- **integra** questi stimoli
- reagisce a questi stimoli mediante una risposta di tipo **motorio somatico** o **motorio viscerale** o endocrino

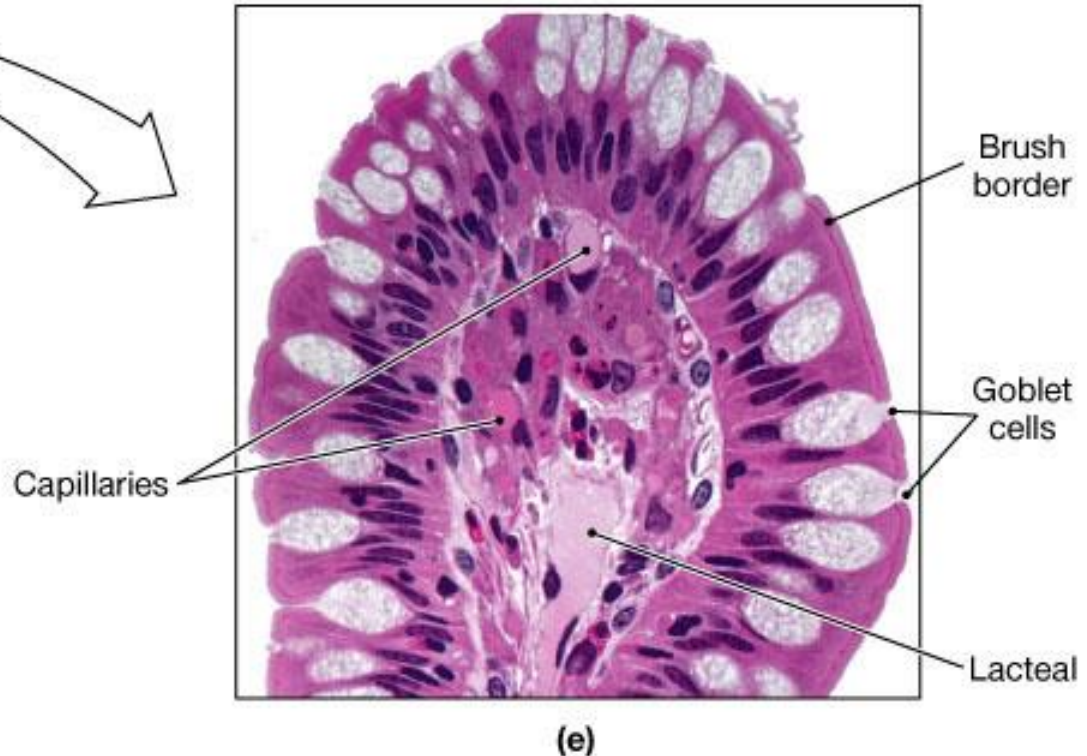
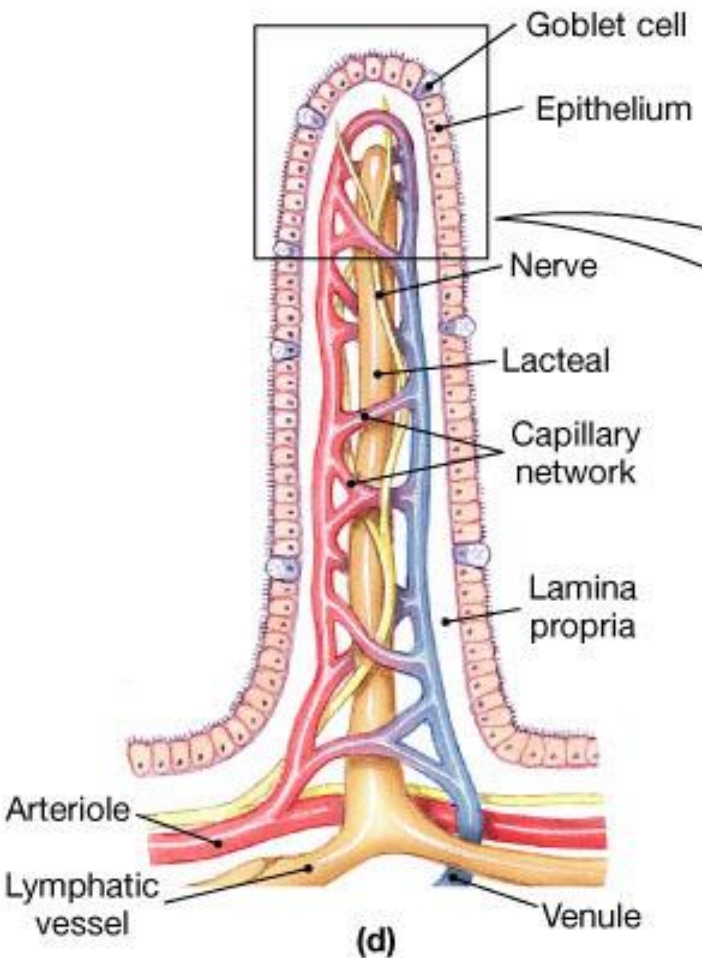
Fig.1 Il sistema nervoso

Sist. nervoso Centrale (SNC)

Sist. nervoso Periferico (SNP)
(Nervi cranici e spinali)







Parti del neurone

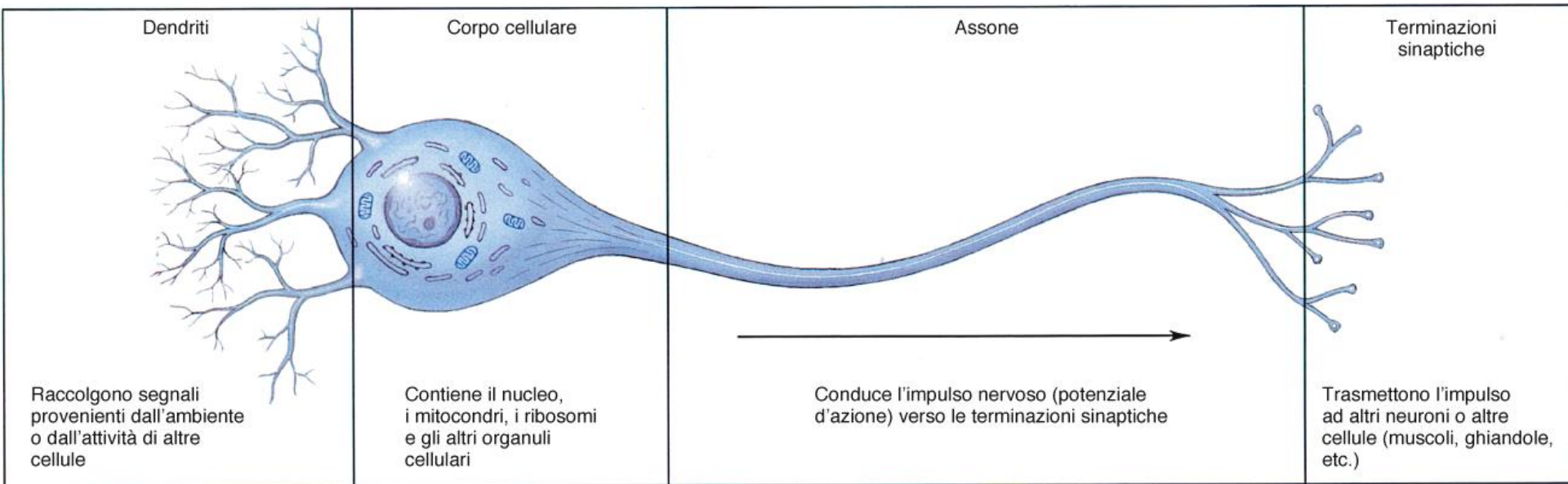
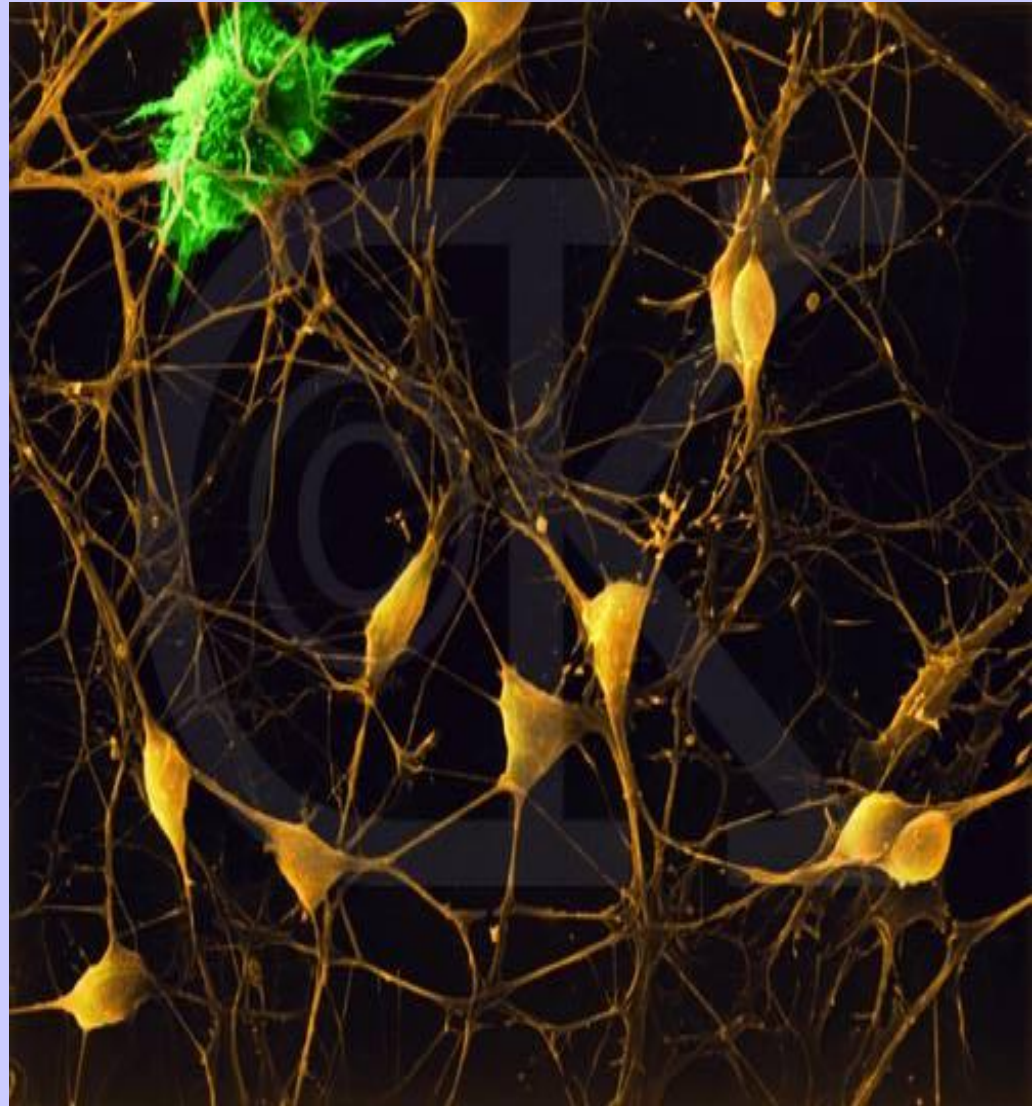


FIGURA 13-3

Riassunto della struttura del neurone. Rapporti tra le quattro componenti di un neurone (dendrite, pirenoforo, assone e terminazione sinaptica). Sono indicate le attività funzionali di ogni singola componente e la direzione normale del potenziale d'azione.

- Il sistema nervoso è composto da due tipi di cellule:
- **NEURONI**
- **cellule della GLIA**

- **i neuroni**
TRASMETTONO il messaggio nervoso
- le **cellule della glia** hanno funzioni di **SUPPORTO**



CELLULE GLIALI

MICROGLIA

fagociti di derivazione
macrofagica

•

• MACROGLIA

dal neuroepitelio del tubo
neurale. suddivisa in:

•

OLIGODENDROCITI

1 cellula 15 assoni

(SNC)

•

C SCHWANN

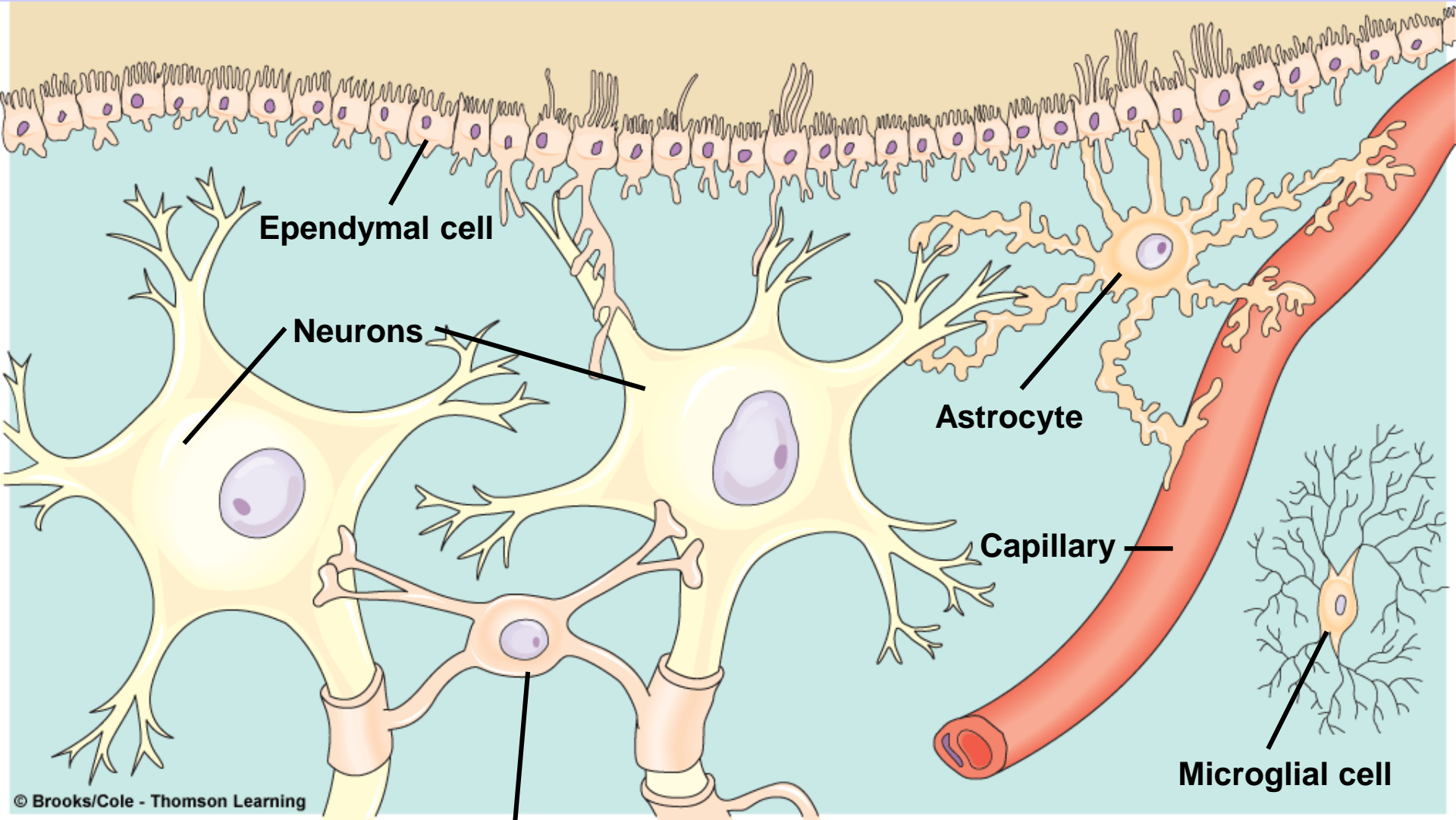
1 cellula 1 assone

(SNP)

•

ASTROCITI barriera ematoencefalica omeostasi K^+
fz nutritizia inibiscono /CNS) o promuovono (PNS) la
rigenerazione assonale possono intervenire nella
trasmissione sinaptica recuperando glutamato e
producendo ATP guidano migrazione neuroni durante
embriogenesi

Space containing cerebrospinal fluid



Ependymal cell

Neurons

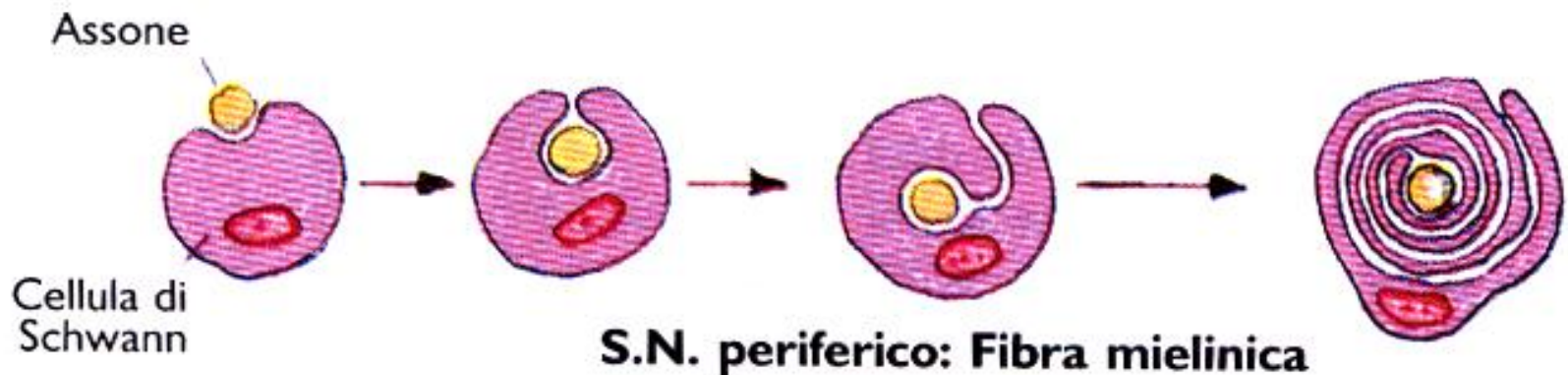
Astrocyte

Capillary

Microglial cell

Oligodendrocyte

- Alcuni assoni sono avvolti da una **GUAINA MIELINICA** formata da più giri della membrana cellulare di una cellula specializzata, la cellula di **SCHWANN**



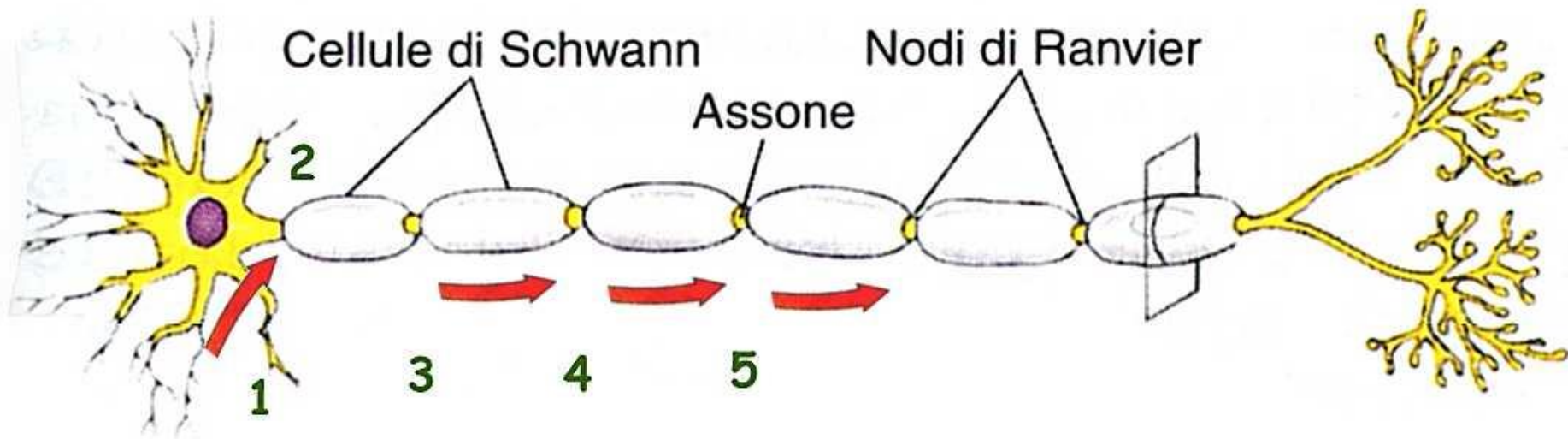


**Avvolgimenti del
citoplasma della c. di
Schwann**

Assone

**nucleo della cellula
di Schwann**

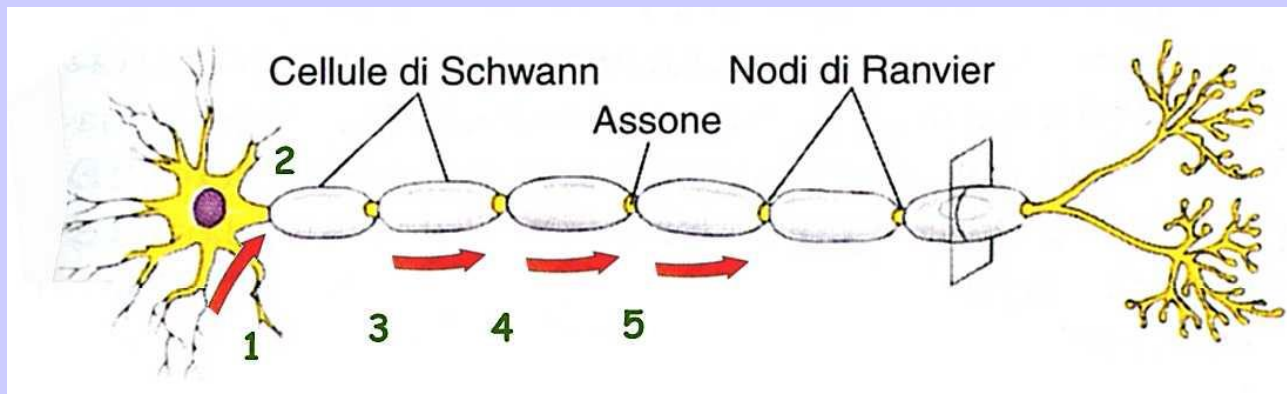
- ci vogliono molte cellule di **Schwann** per coprire l'intera lunghezza di un assone
- gli spazi tra una cellula di Schwann e l'altra prendono il nome di nodi di Ranvier, e sono sede della **conduzione saltatoria**



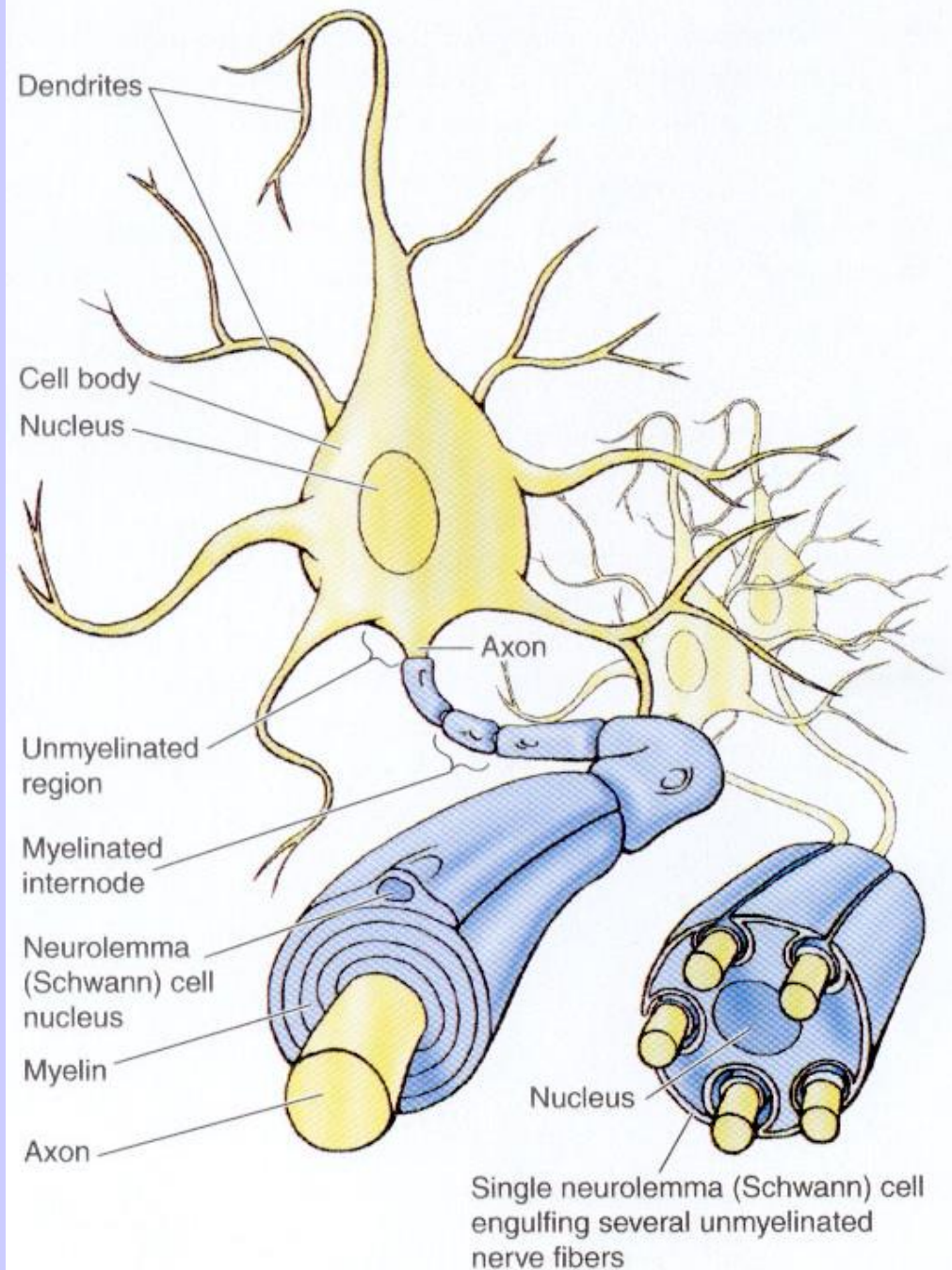
- La mielinizzazione rende la conduzione del potenziale d'azione estremamente **veloce**

- Le fibre mieliniche sono utilizzate quindi per mandare:

- segnali **motori** ai muscoli (efferenti)
- Segnali **sensitivi “urgenti”** al SNC (afferenti)



- Esistono assoni definiti “non mielinizzati”; essi sono parzialmente avvolti da una cellula di Schwann **in comune per più assoni**
- Hanno una più **bassa velocità di conduzione** rispetto ai mielinizzati



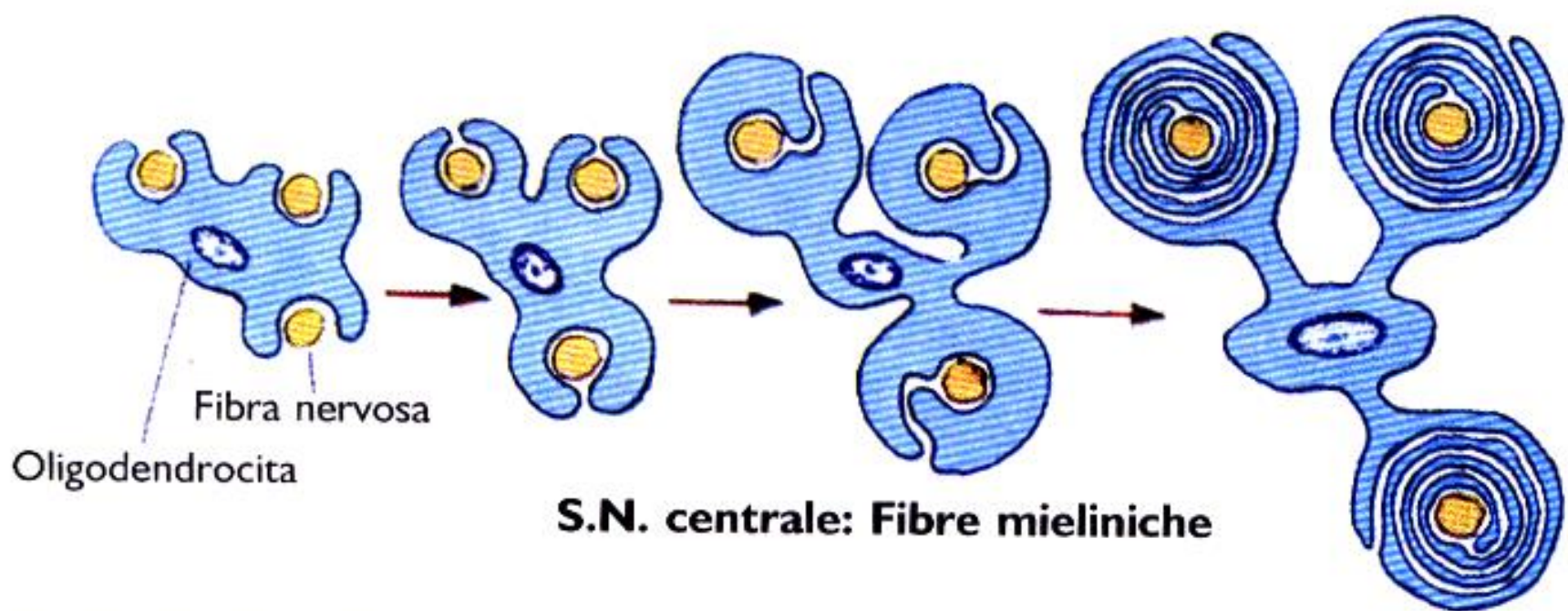
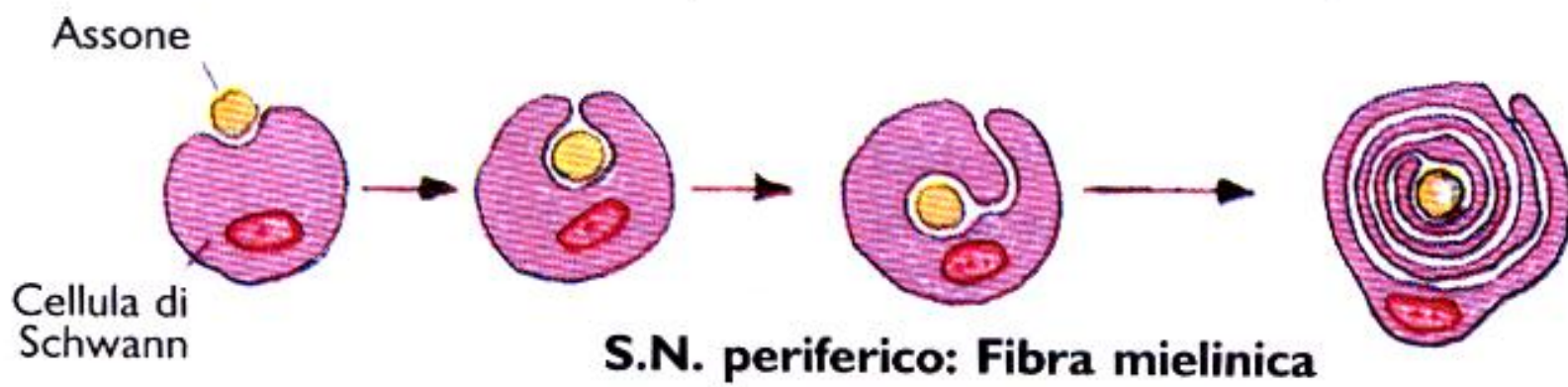
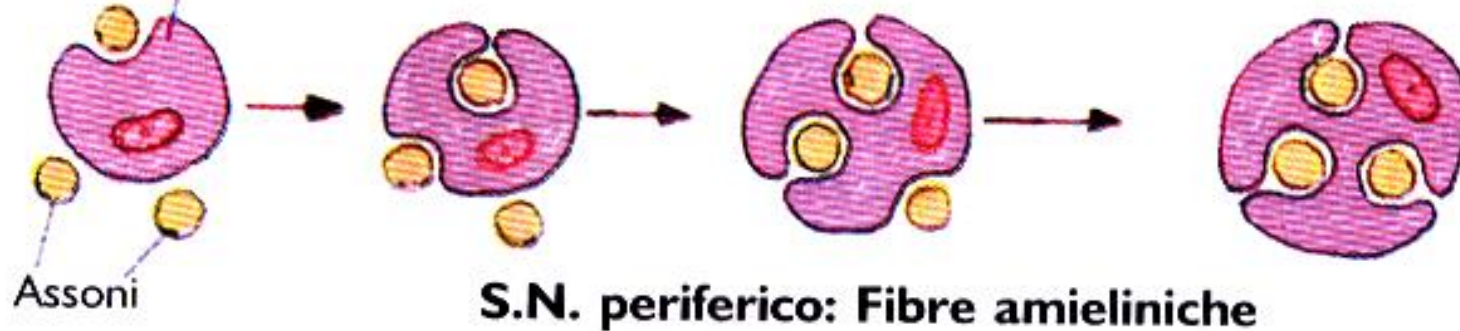
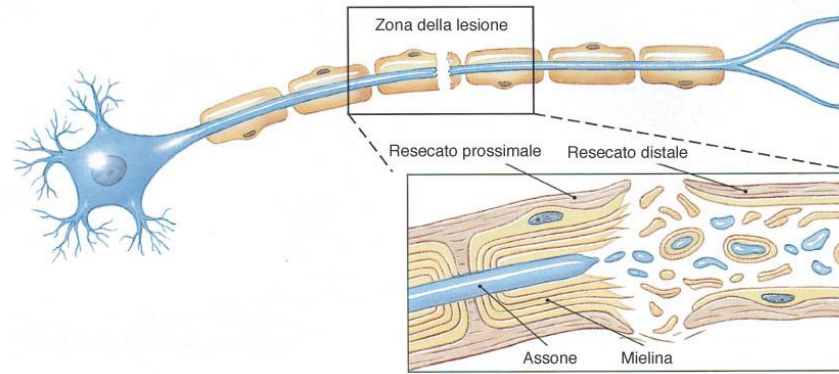
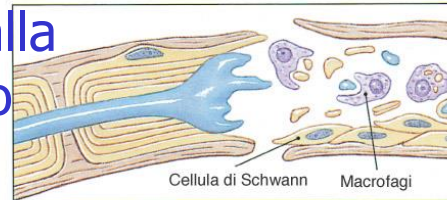


FIGURA 13-13

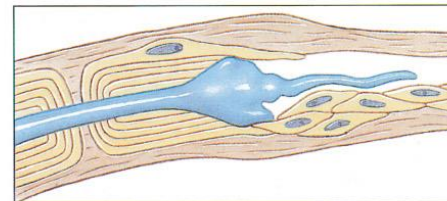
Rigenerazione nervosa dopo un danno. Tappe della riparazione di un nervo periferico in seguito a degenerazione di tipo Walleriano.



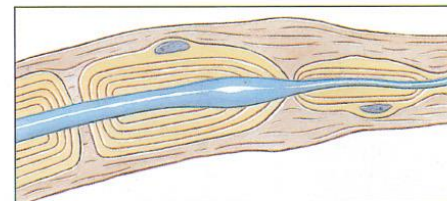
1 FASE:
La parte di assone e di mielina distale alla lesione si frammenta.



2 FASE:
Le cellule di Schwann proliferano e crescono sulla zona resecata, ricoprendola e ripristinando la continuità. I macrofagi fagocitano i detriti della degenerazione assonale.



3 FASE:
L'assone invia un bottone tra le cellule di Schwann e inizia a crescere lungo la corda delle cellule di Schwann.



4 FASE:
L'assone continua a crescere e nel resecato distale viene ricoperto dalle cellule di Schwann.

Le cellule di Schwann partecipano alla riparazione di un nervo danneggiato

- **NEURONI (classificazione morfologica)**

- Unipolari

- *1 assone* *invertebrati c propriocettive ganglio trigemino*
-

- **Bipolari**

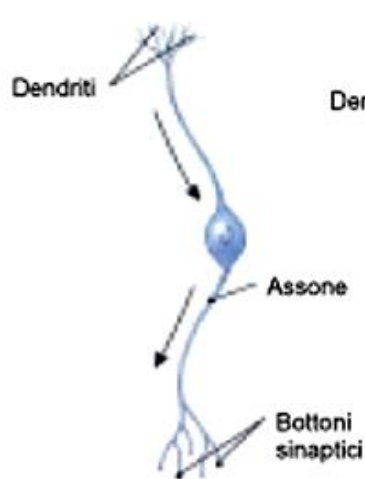
- **1 dendrite 1 assone c bipolarari della retina, epitelio olfattivo, ganglio uditivo e vestibolare**
-

- **Pseudounipolari**

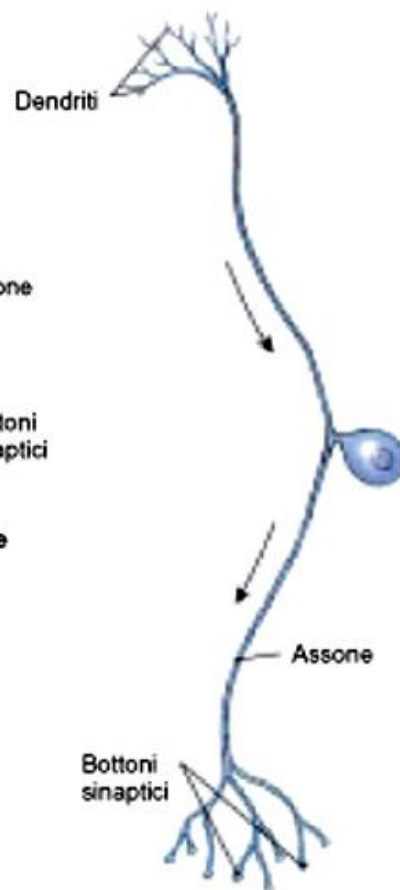
- **ramo periferico, ramo centrale**
- **n sensitivi somatici e viscerali**
-

- **Multipolari**

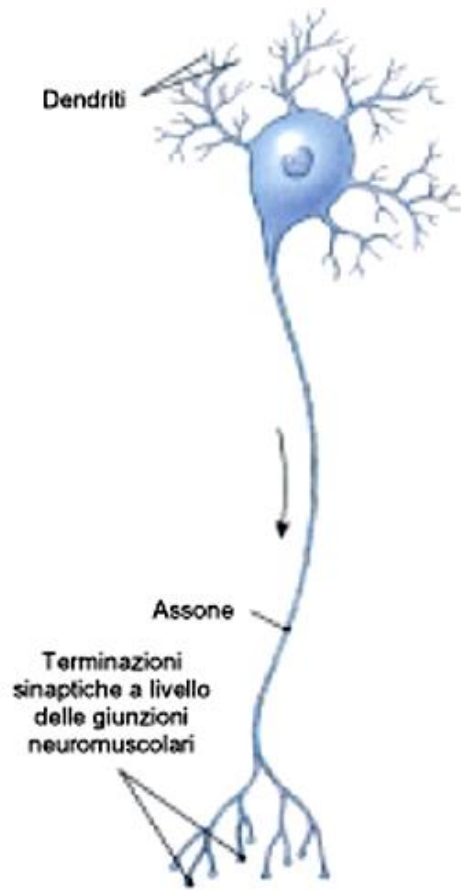
- **molti dendriti 1 assone motoneurone**
- **c piramidale c Purkinje**



(b) Neurone bipolare



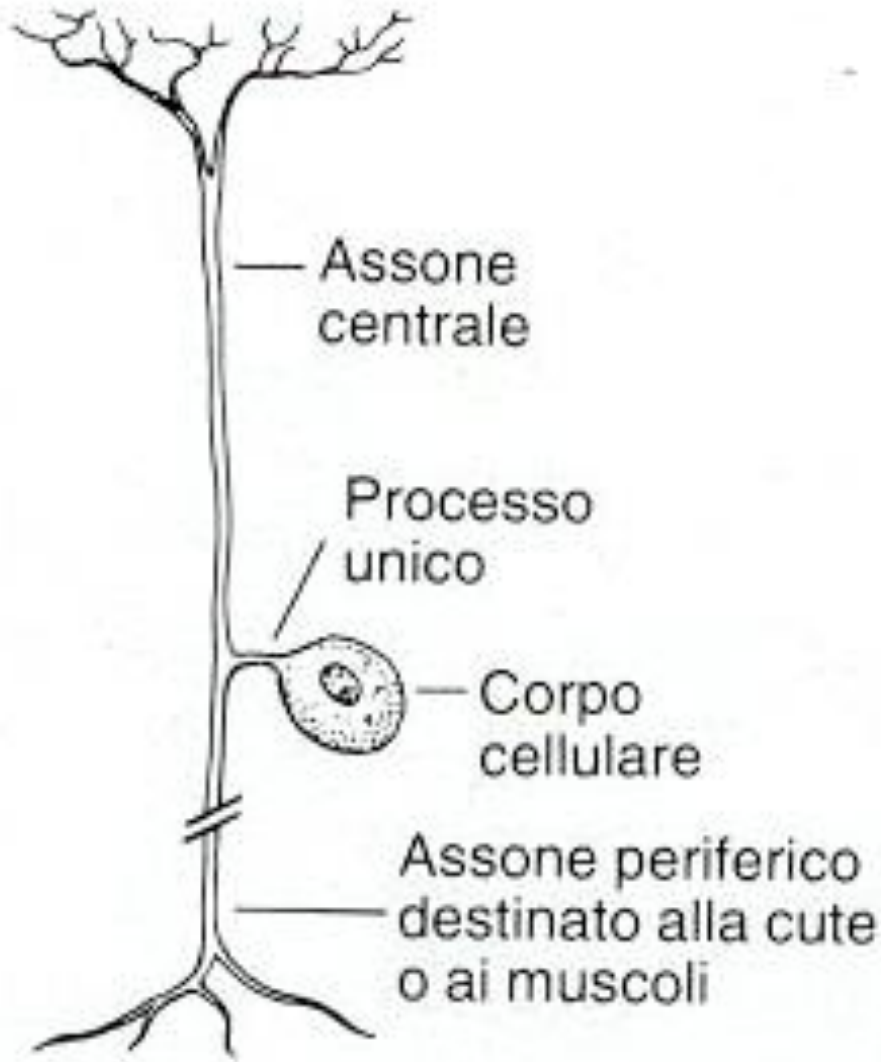
(c) Neurone unipolare



(d) Neurone multipolare

- La cellula che veicola l'informazione sensitiva (termica tattile e dolorifica) dalla periferia (cute, apparato locomotore o visceri)
è il neurone **sensitivo** o **pseudounipolare**

B Cellula pseudo-unipolare



Cellula di un ganglio delle radici dorsali

- Neurone **sensitivo**: detto pseudounipolare, presenta un prolungamento **periferico** ed un prolungamento **centrale** su cui viaggia l'informazione nervosa dalla periferia (cute) verso il centro (SNC)

Sensibilità

Sensibilità speciale

Sensi specifici (vista, udito, equilibrio, olfatto, gusto)

Sensibilità generale

Esterocettiva

Introceettiva

Propriocettiva

Superficie corpo

Nocicettivi (dolorifici)

Termici

Tattili

Pressori (barestetici)

Interno dei visceri

Protopatica, incosciente

**Interno muscoli,
tendini, articolazioni**

Protopatica, incosciente

Epicritica, cosciente

Protopatica, spesso incosciente

Epicritica, cosciente

Attraverso il sistema somato-sensoriale avvengono i processi della ricezione sensoriale. Gli stimoli provenienti dal mondo esterno vengono percepiti grazie a delle strutture specializzate: i **recettori**

Il termine recettore ha 2 significati diversi, in biochimica ed in neuroanatomia

- Funzione del recettore è quella di trasformare l'input, che può essere **meccanico** (tatto, temperatura suoni) **chimico** (odori e sapori) **elettromagnetico** (luce) in un *potenziale d'azione* che percorre il neurone sensitivo dalla periferia al centro

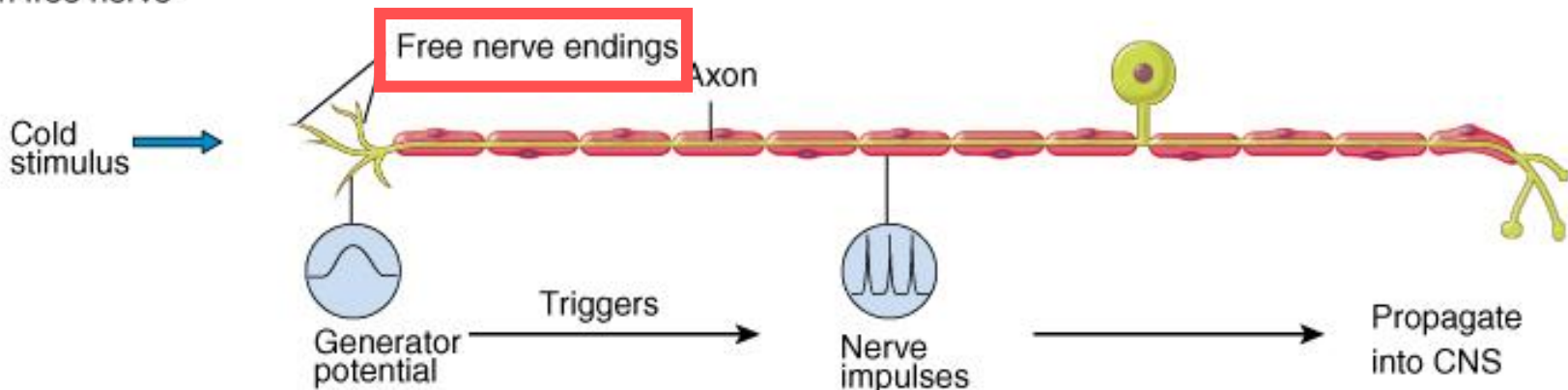
I recettori possono essere distinti da un punto di vista morfologico in:

- **terminazione nervosa (libera o rivestita)**
- **cellula specializzata e distinta dalla fibra afferente.**

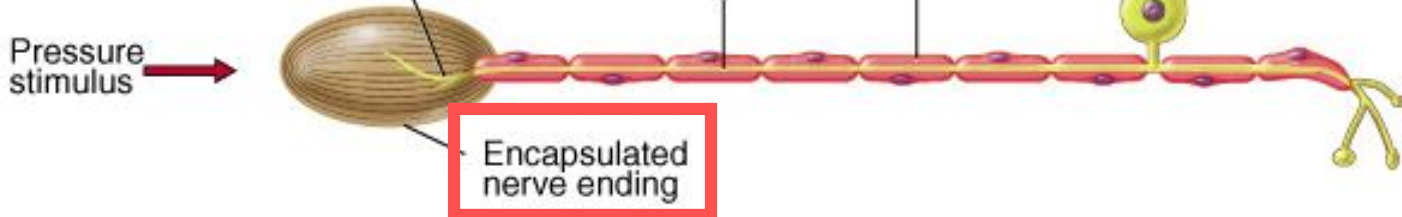
La **terminazione nervosa** è la porzione terminale non mielinizzata di un neurone sensitivo, che può presentare delle strutture accessorie specializzate

La **cellula specializzata**, genera un potenziale di recettore ed entra in sinapsi con una fibra afferente sensitiva. Esiste poi un particolare tipo di recettore, definito che è collegato alla fibra afferente tramite un interneurone (fotorecettori).

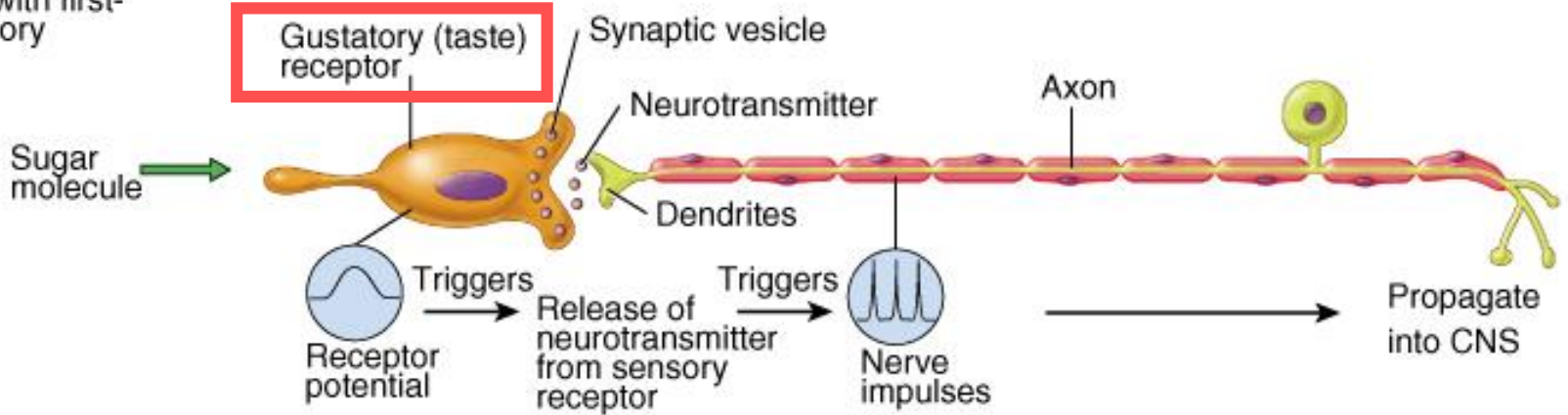
(a) First-order sensory neuron with free nerve endings



(b) First-order sensory neuron with encapsulated nerve endings



(c) Sensory receptor synapses with first-order sensory neuron



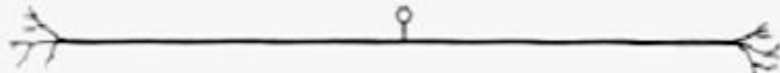


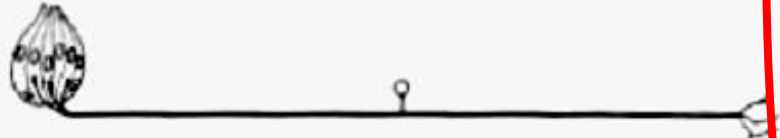
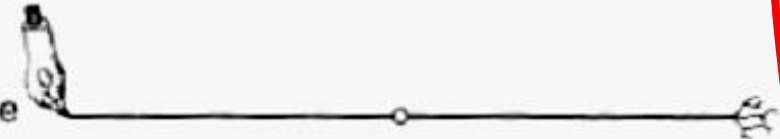

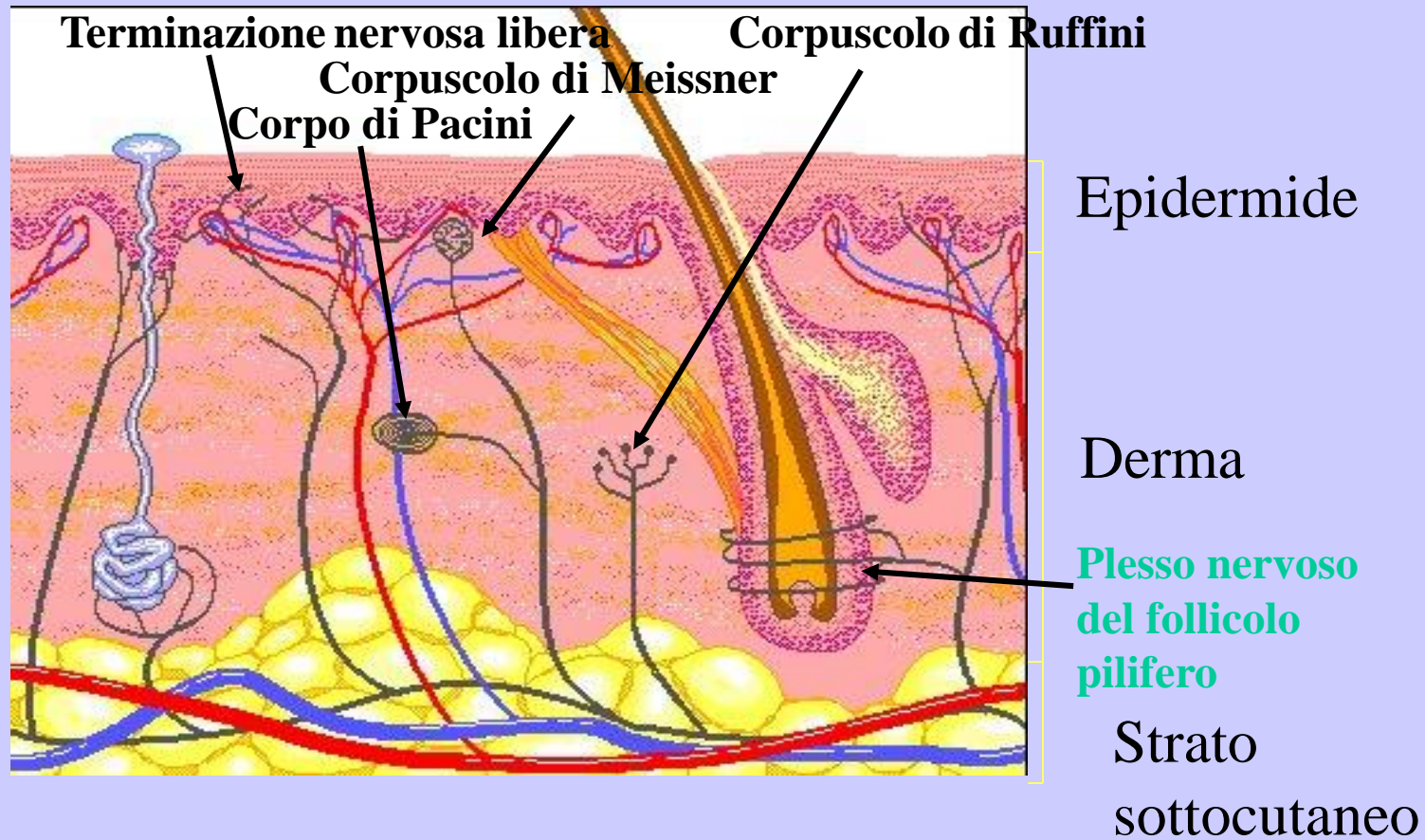
Modalità	Recettore	Nervo periferico	SNC	Lunghezza
Meccanocezione, dolore, temperatura, propriocezione (arti e tronco)				>1000 mm
Propriocezione (mandibola)				100 mm
Olfatto				1 mm
Gusto				100 mm
Udito Labirinto vestibolare				100 mm
Visione				100 mm

FIGURA 23-5

I diversi tipi di recettori sensoriali possiedono caratteristiche morfologiche ed organizzative differenti. (Modificata, da Martin, 1989).

Recettori cutanei



I recettori cutanei possono essere distinti in:
meccanocettori, termocettori e nocicettori.

Propriocezione

- Si basa su recettori presenti nei muscoli e nei tendini, sensibili alla posizione ed al movimento di questi, che prendono il nome rispettivamente di:
 - **Fusi neuromuscolari**
 - **Organi tendinei del Golgi**
 - **Recettori articolari**

Fusi neuromuscolari

- Il fuso neuromuscolare è costituito da un fascetto (8-12) di fibrocellule muscolari striate, dette **intrafusali**, avvolte da una capsula connettivale. E' disposto **in parallelo** rispetto alle altre fibrocellule del muscolo che vengono dette, per questo motivo, **extrafusali**

Motor end plate on nuclear chain muscle fiber

Fusimotor fibers

1b fiber

1a fiber

Nuclear bag

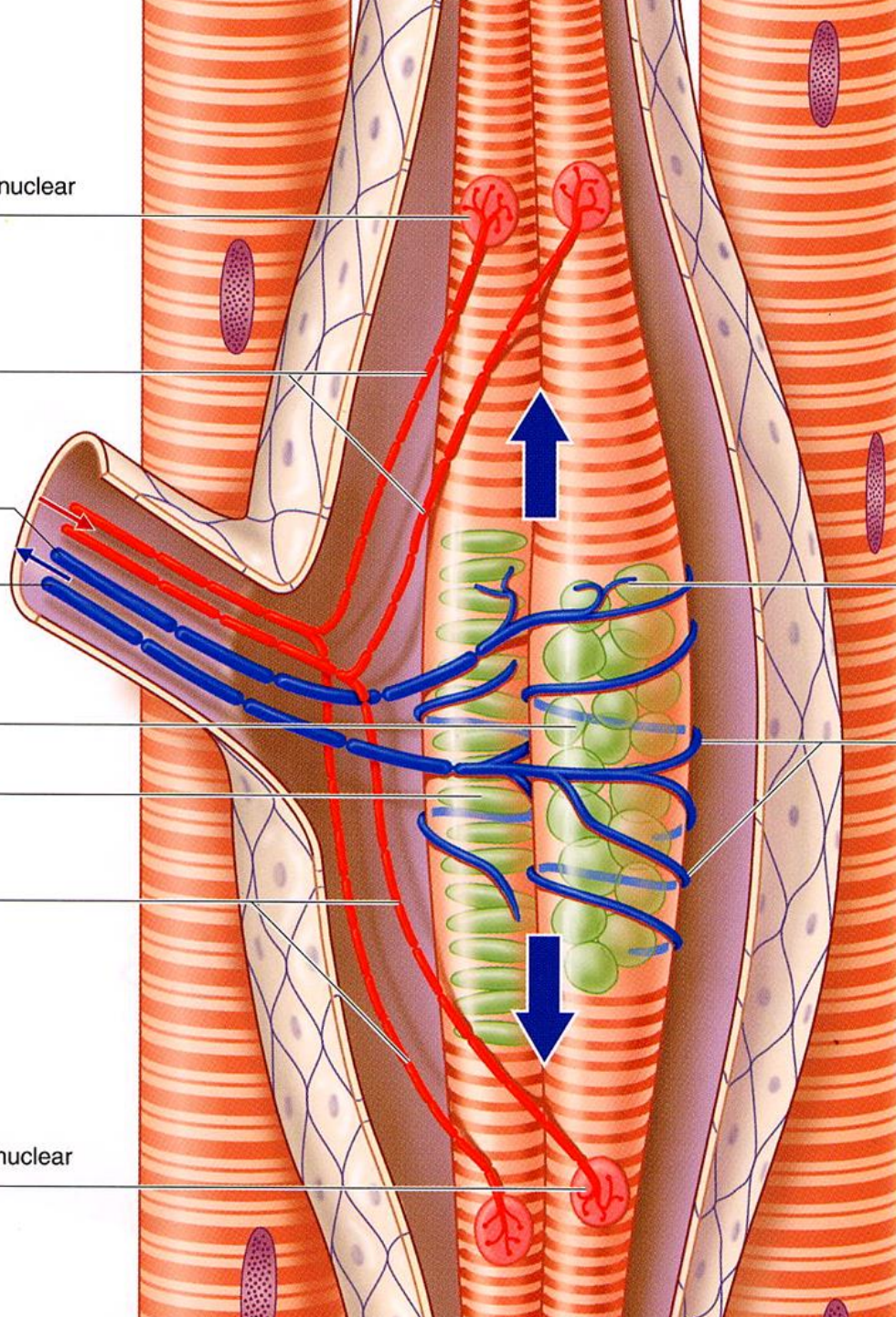
Nuclear chain

Fusimotor fibers

Motor end plate on nuclear bag muscle fiber

Flower spray nerve endings

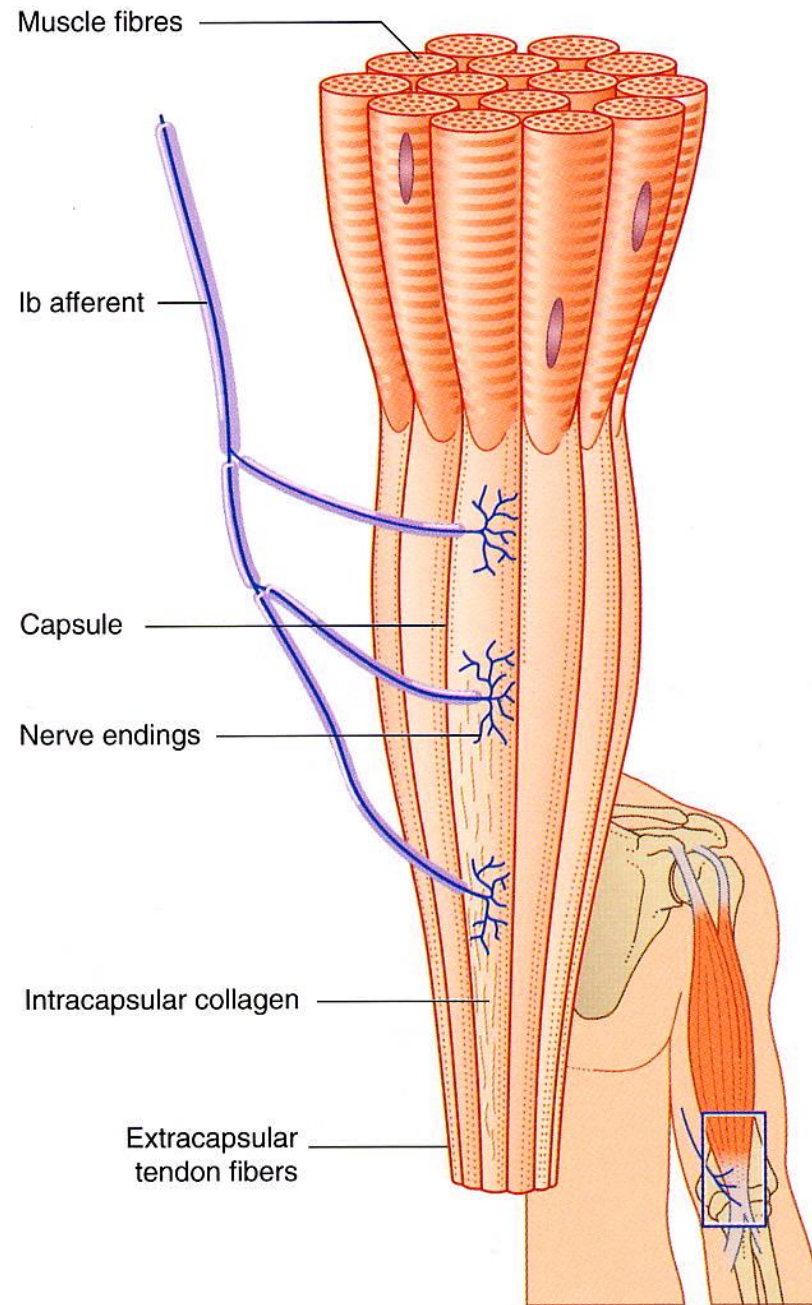
Annulospiral nerve endings



Organi muscolo-tendinei di Golgi

-- recettori di tensione: l'estremità nervosa libera si ramifica tra le fibre connettivali del tendine

- lo stiramento del tendine induce il segnale



Terminazioni nervose sensitive enterocettive

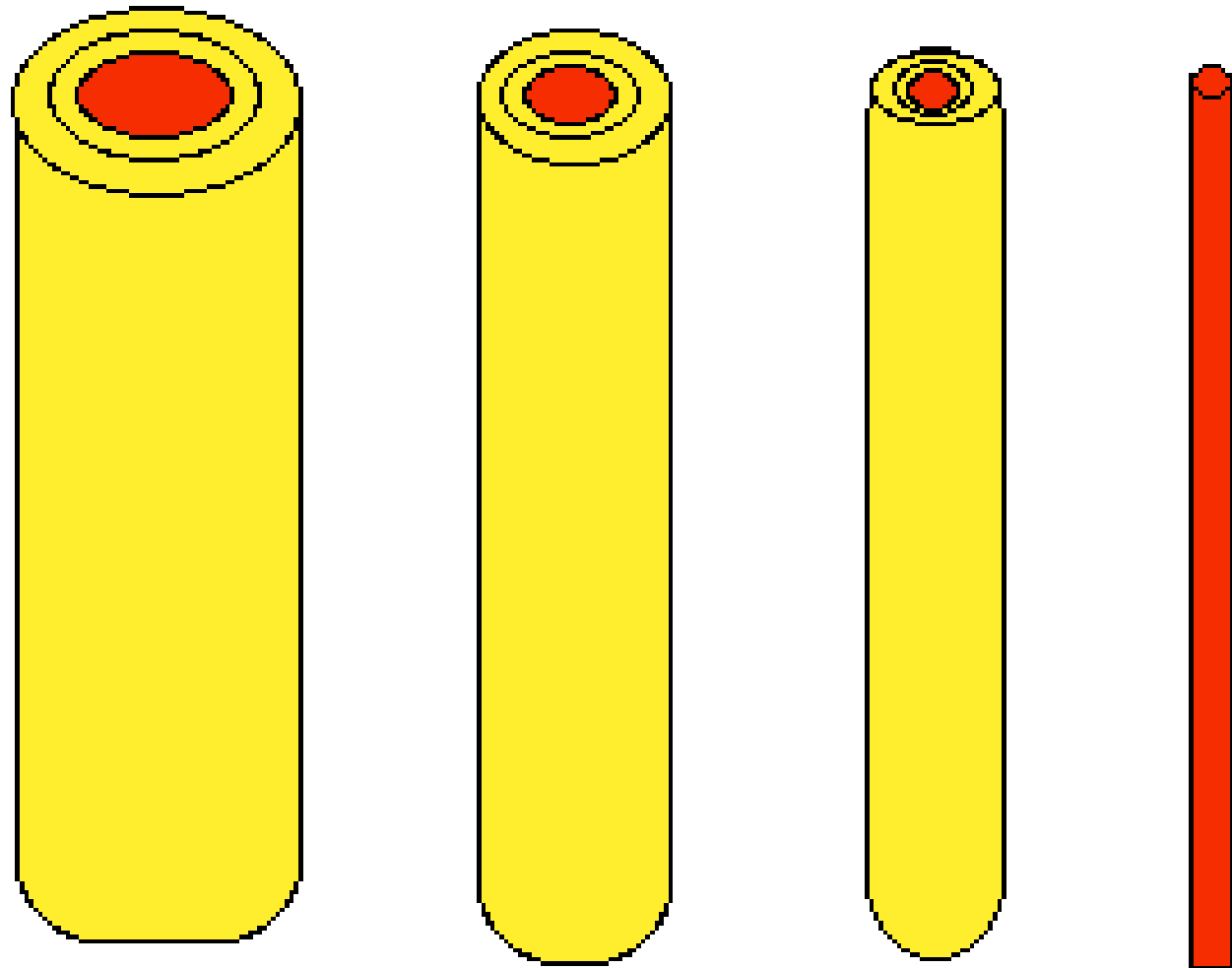
All'interno dei visceri

- **ricchi plessi nella tonaca sottomucosa di organi cavi o parenchima di organi pieni**
- **terminazioni libere (meccanocettive o nocicettive)**
- **corpuscoli del Pacini**
- **glomi (chemiocettori)**
- **osmocettori**

Velocità di conduzione del segnale

- La velocità di conduzione del segnale dipende dal diametro dell'assone e dal grado di mielinizzazione delle fibre

Primary Afferent Axons



Axon Type	Aα	Aβ	Aδ	C
Diameter (μm)	13-20	6-12	1-5	.2-1.5
Speed (m/s)	80-120	35-75	5-35	.5-2.0

Le fibre afferenti primarie possono essere distinte anche in base al **diametro** ed alla **mielinizzazione**.

In base alle loro caratteristiche si modifica la velocità di conduzione degli impulsi.

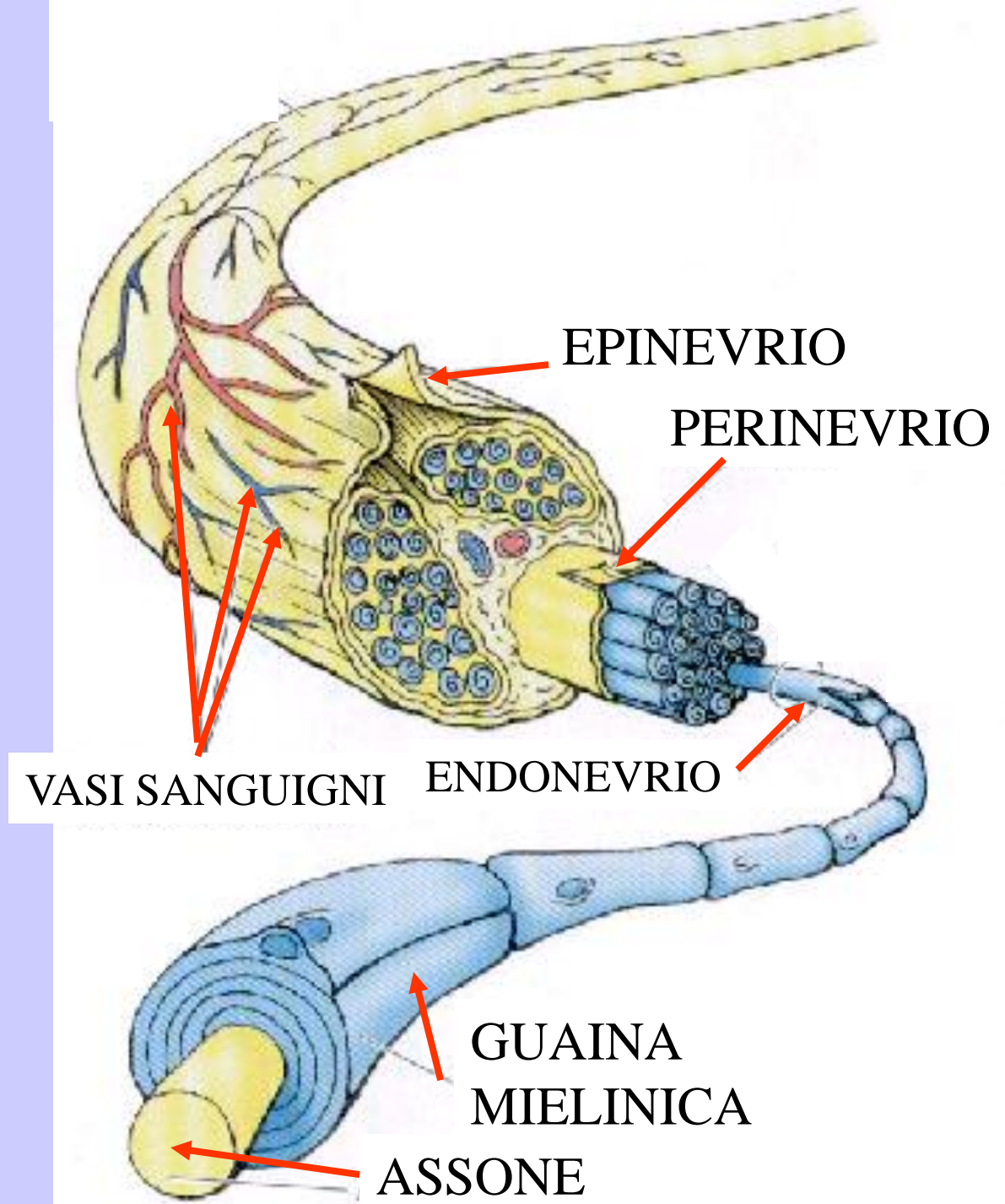
A- α trasportano informazioni relative alla **propriocezione**

A- β trasportano informazioni relative al **tatto**

A- δ trasportano informazioni relative **dolore** ed alla **temperatura**

C trasportano informazioni relative al **dolore**, alla temperatura ed al prurito

IL NERVO



myelin
sheaths



- **NEURONI (classificazione morfologica)**

- **Unipolari**

- *1 assone invertebrati c propriocettive ganglio trigemino*

-

- **Bipolari**

- **1 dendrite 1 assone c bipolarari della retina, epitelio olfattivo, ganglio uditivo e vestibolare**

-

- **Pseudounipolari**

- **ramo periferico, ramo centrale**
- **n sensitivi somatici e viscerali**

-

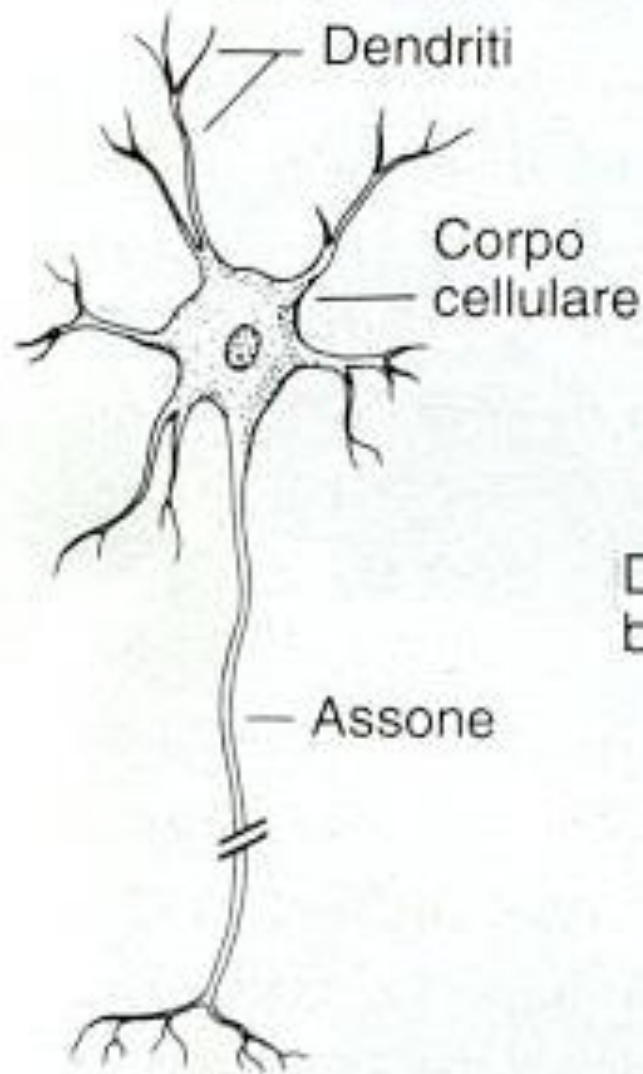
- **Multipolari**

- **molti dendriti 1 assone motoneurone**
- **c piramidale c Purkinje**

- I neuroni motori si distinguono in
 - Somatici
 - Viscerali

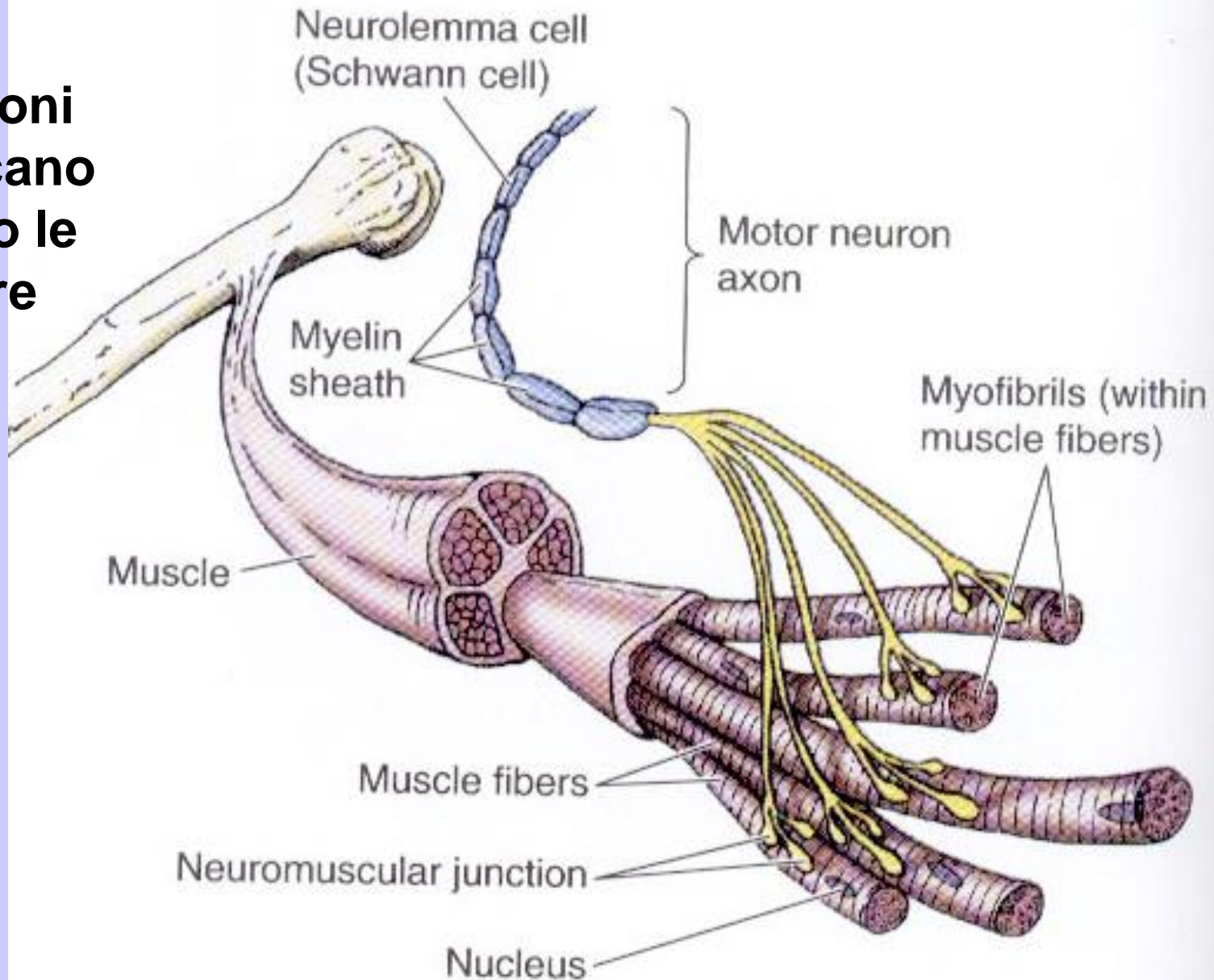
A loro volto, i mn somatici si distinguono in alfa e gamma

- Neurone **motore** somatico
- Il corpo cellulare è contenuto nel corno anteriore del midollo spinale o in alcuni nuclei del tronco e dell'encefalo
- L'assone è molto lungo, esce dal midollo (o dal cranio) e raggiunge un muscolo posto in periferia, anche molto distante



Motoneurone spinale

I motoneuroni α si ramificano e innervano le singole fibre muscolari (placche motrici)



Placca motrice

Membrana presinaptica: membrana assone

Membrana postsinaptica: sarcolemma

Neurotrasmettitore: acetilcolina

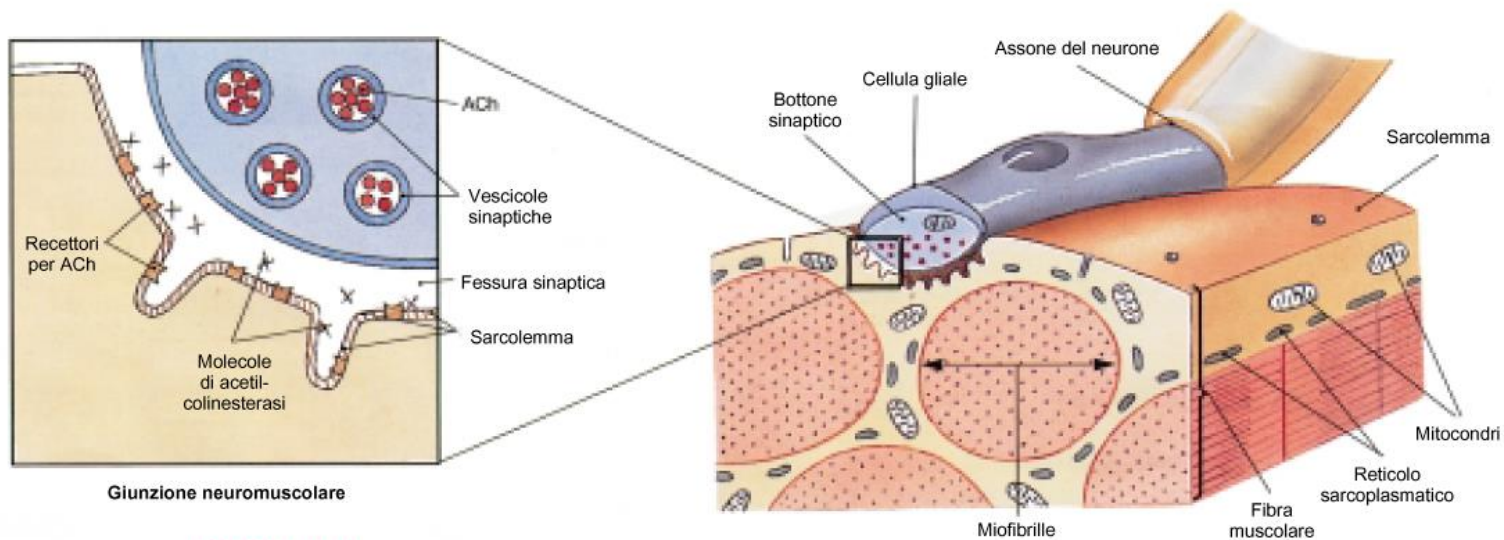
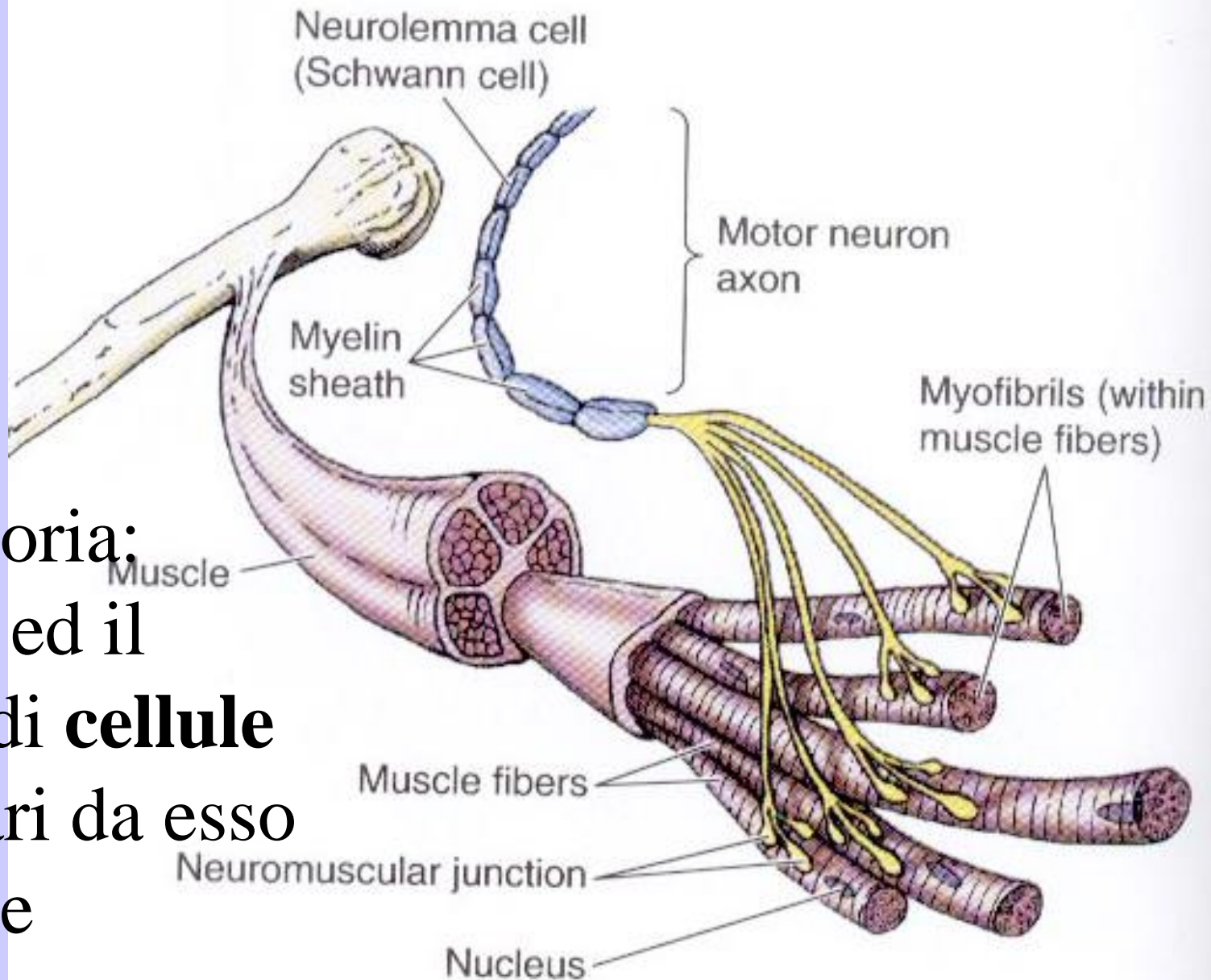


FIGURA 9-11

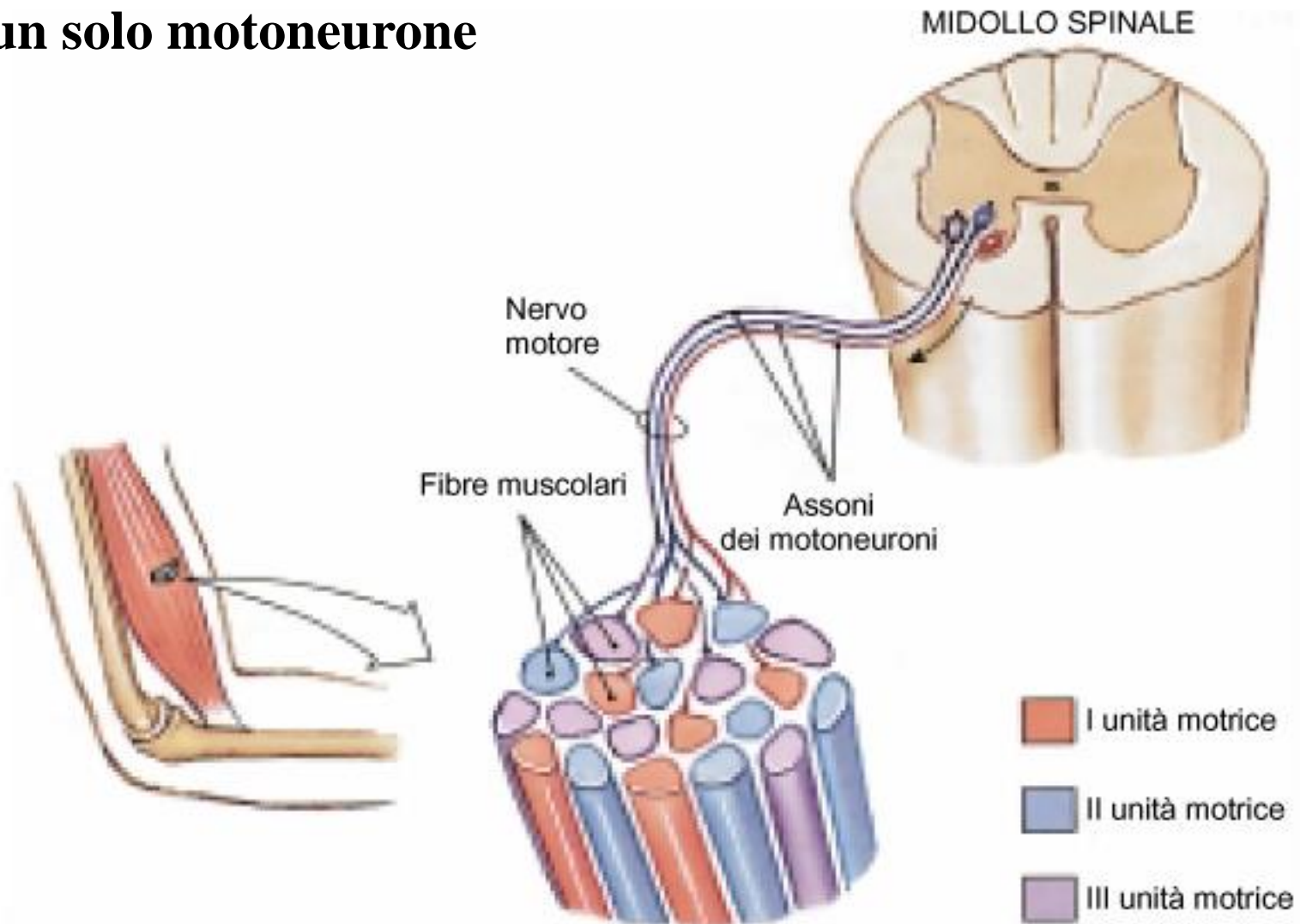
Giunzione neuromuscolare. Relazioni anatomiche tra un bottone sinaptico e la membrana della fibra muscolare scheletrica. Vedi anche Fig. 9-2.

Unità motoria:
un assone ed il
gruppo di **cellule**
muscolari da esso
innervate

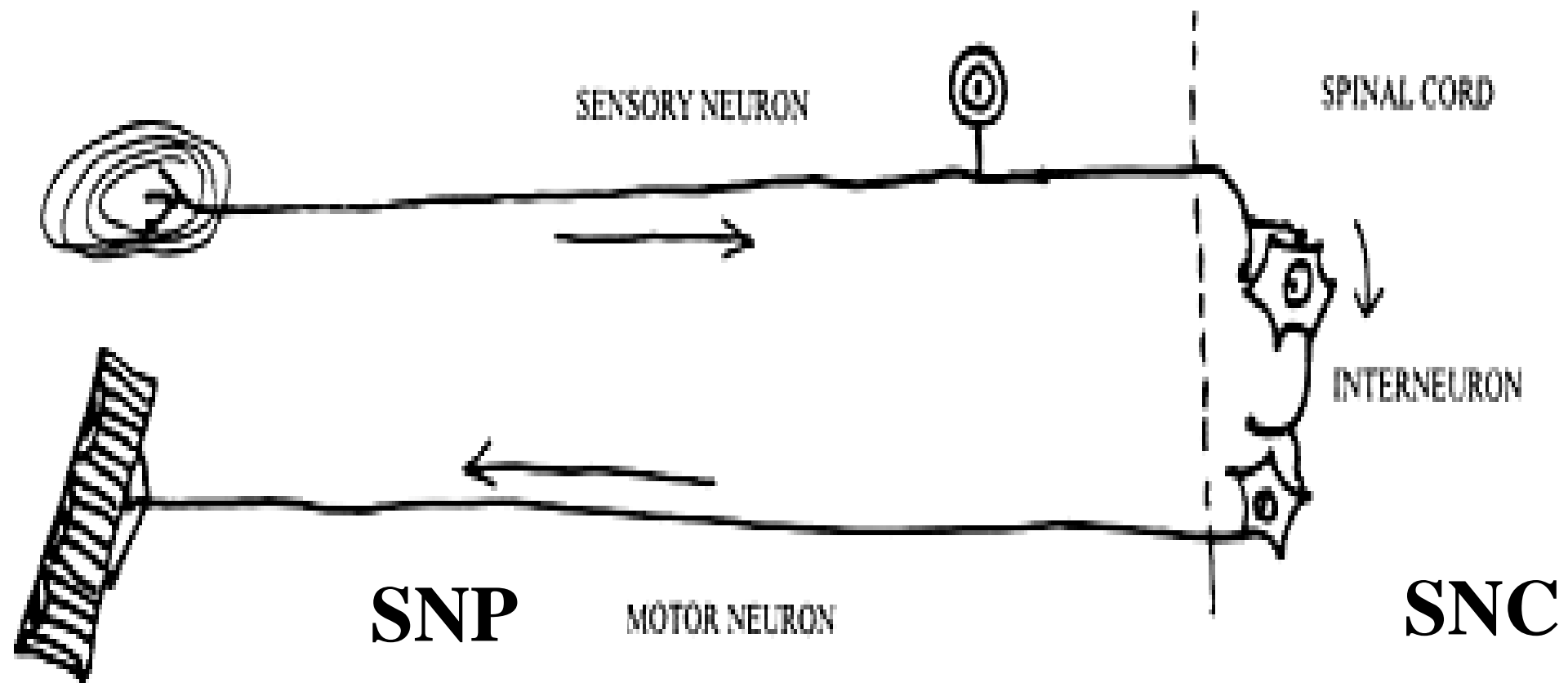


Un muscolo è composta da numerose unità motorie

Rapporto d'innervazione: numero delle fibre innervate da un solo motoneurone



- Da un punto di vista funzionale, i sono fondamentalmente 3 tipi di neuroni:
- SENSITIVI
- MOTORI
- INTERNEURONI (di collegamento)



Gruppo neuronale:

insieme di neuroni connessi fra loro con specifiche funzioni

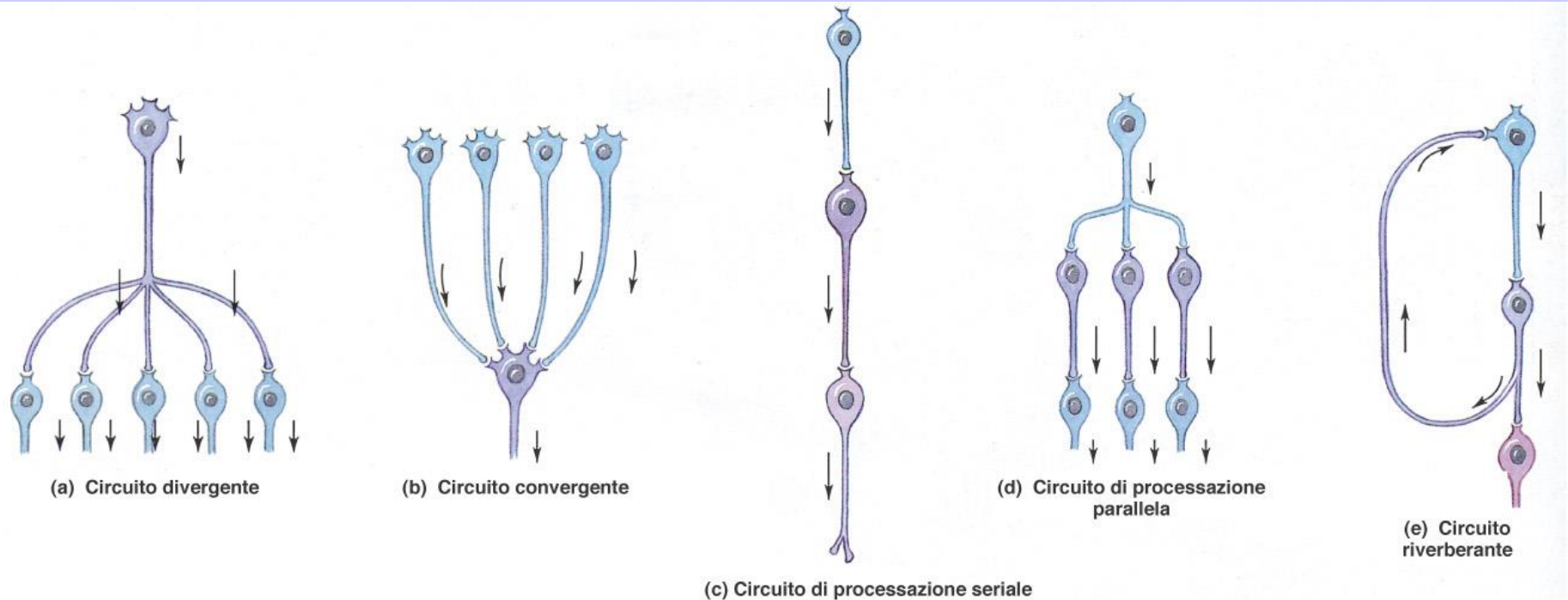


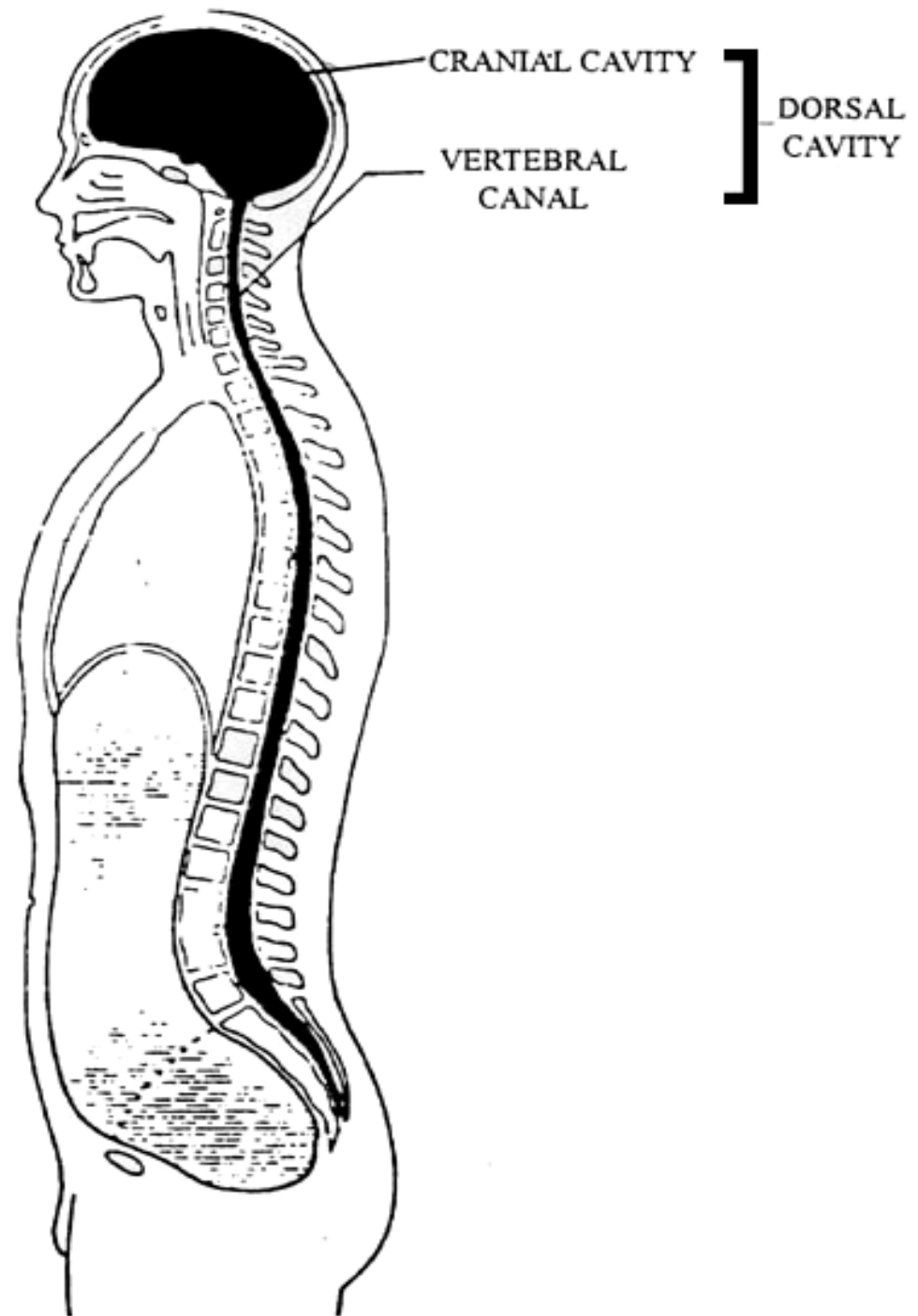
FIGURA 13-14

Organizzazione di gruppi di neuroni. (a) Divergenza, un meccanismo per la stimolazione diffusa di multipli neuroni o di un gruppo di neuroni nel SNC. (b) Convergenza, un meccanismo che conduce impulsi a un singolo neurone da sorgenti multiple. (c) Processazione seriale, in cui un singolo neurone o un gruppo di esso lavorano in maniera sequenziale. (d) Processazione parallela, in cui singoli neuroni o un gruppo di essi processano informazioni simultaneamente. (e) Riverberazione, un meccanismo a feedback che può essere di tipo eccitatorio o inibitorio.

Struttura del sistema nervoso

- Il sistema nervoso si divide in
- centrale (SNC)
- Periferico (SNP)
- Viscerale (SNV)

IL SISTEMA
NERVOSO
CENTRALE è
contenuto
all'interno del
cranio e della
colonna
vertebrale



e si compone di:

ENCEFALO

e

MIDOLLO SPINALE

MIDOLLO SPINALE

Porzione **caudale** del neurasse

Si continua cranialmente con il bulbo (tronco encefalico)

Aspetto di uno stelo cilindrico leggermente appiattito

È rivestito dalle **meningi spinali**

E' diviso in segmenti midollari (**neuromeri**)

È connesso alla periferia da 33 paia di nervi spinali

Lunghezza media in un adulto circa 45 cm (NB: diversamente da colonna vertebrale 71cm)

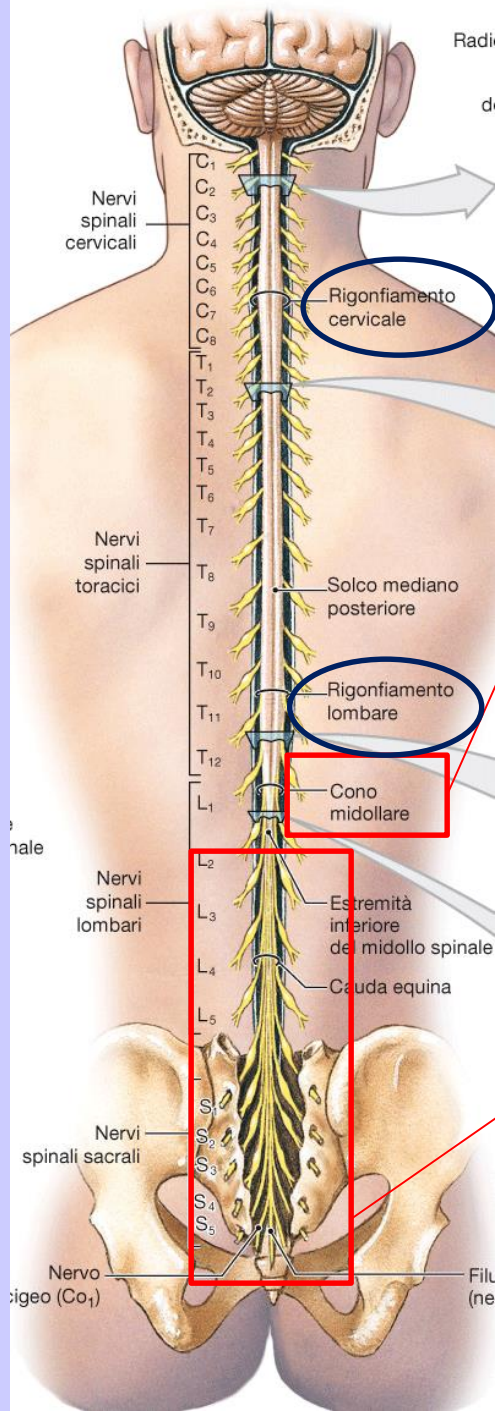
Flessibile, elastico, di colore bianco

Segue la colonna vertebrale nei suoi movimenti (no contatto con ossa)

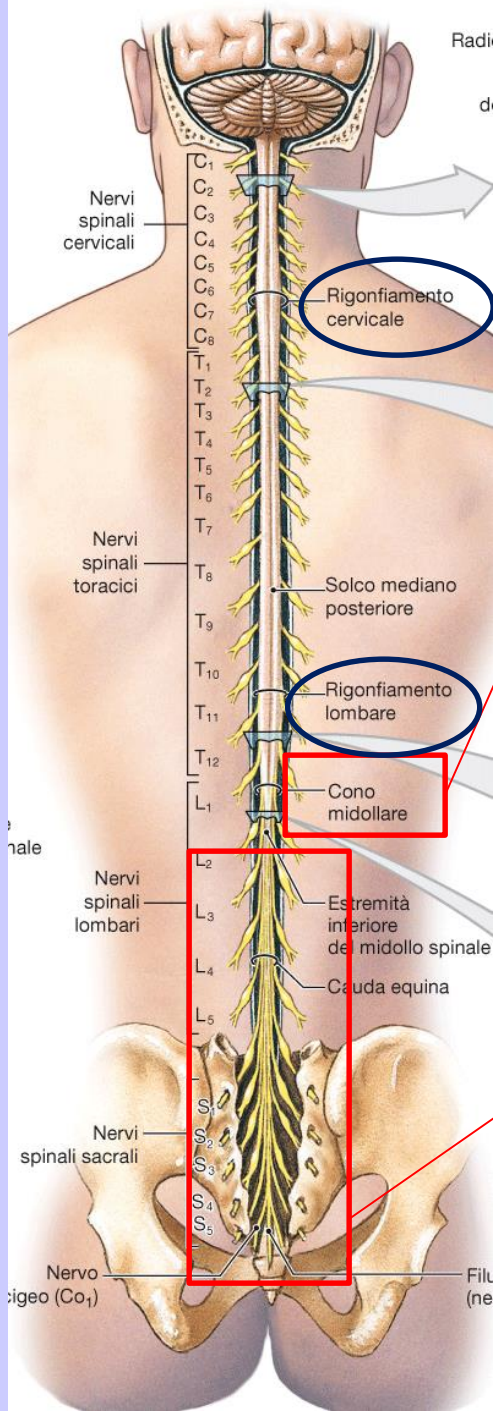
MACROANATOMIA DEL MS

A livello lombare il MS si restringe nel **cono midollare** e continua con un lungo e sottile filamento fibroso (**filamento terminale**) che si inserisce sulla faccia dorsale del coccige.

Ai lati del filamento terminale decorrono le radici degli ultimi nervi spinali (**cauda equina**) che fuoriescono dai fori vertebrali delle vertebre da L2 a S5.



MACROANATOMIA DEL MS

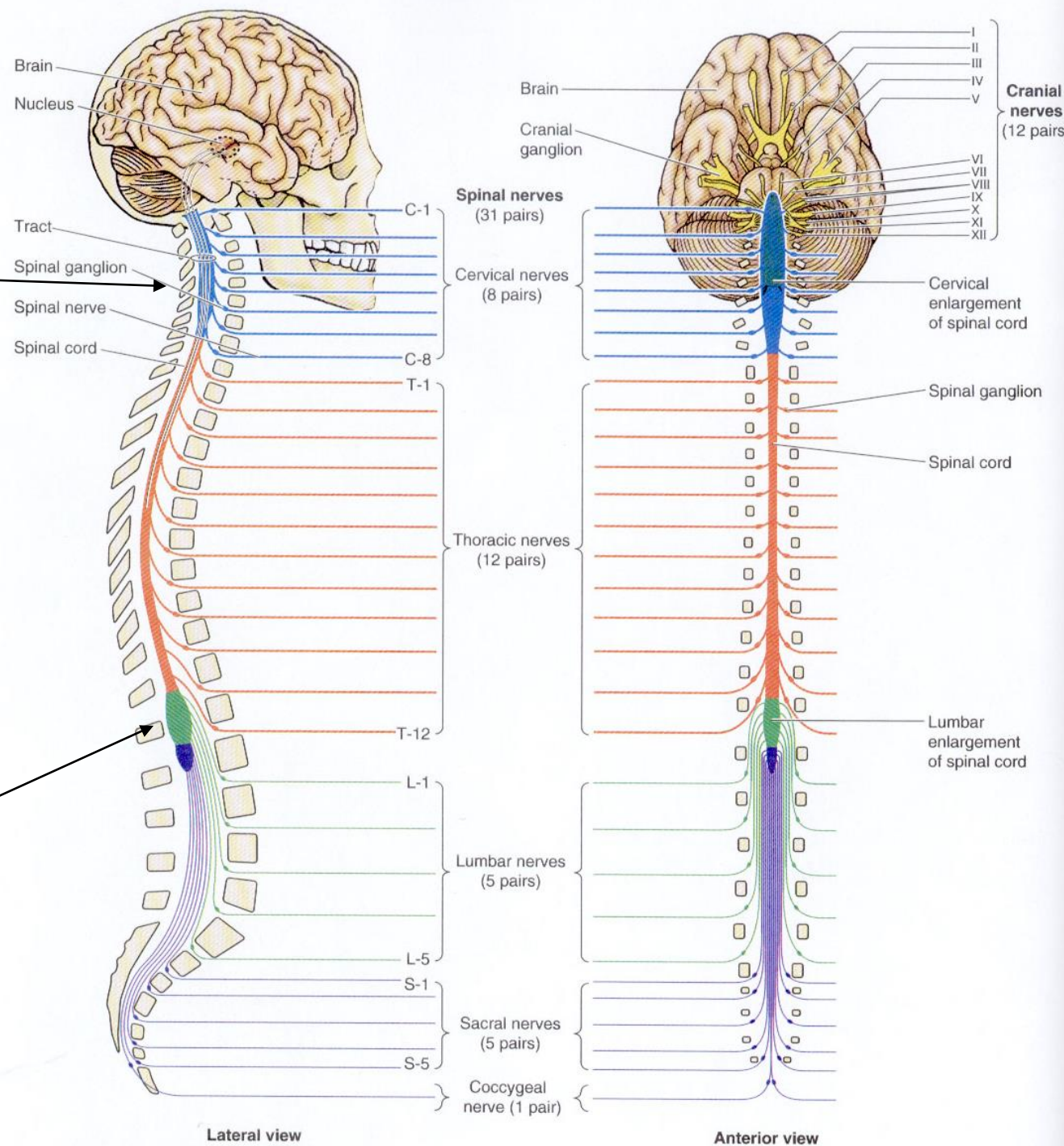


Curvature sagittali che seguono la colonna vertebrale gli conferiscono un profilo ad **S** (curvatura più accentuata a livello cervicale).

Il MS non ha calibro uniforme: presenta due rigonfiamenti dove emergono i nervi spinali destinati ai plessi degli arti superiori (**rigonfiamento cervicale**) e degli arti inferiori (**rigonfiamento lombare**).

Ingrossamento cervicale

Ingrossamento lombosacrale



- **termina tra L1 ed L2**
- lo spazio sottostante è occupato dalla CAUDA EQUINA (formata dalle **radici anteriori e posteriori dei nervi spinali**, che si dirigono verso il proprio foro di uscita)

RAMO ANTERIORE

1

2

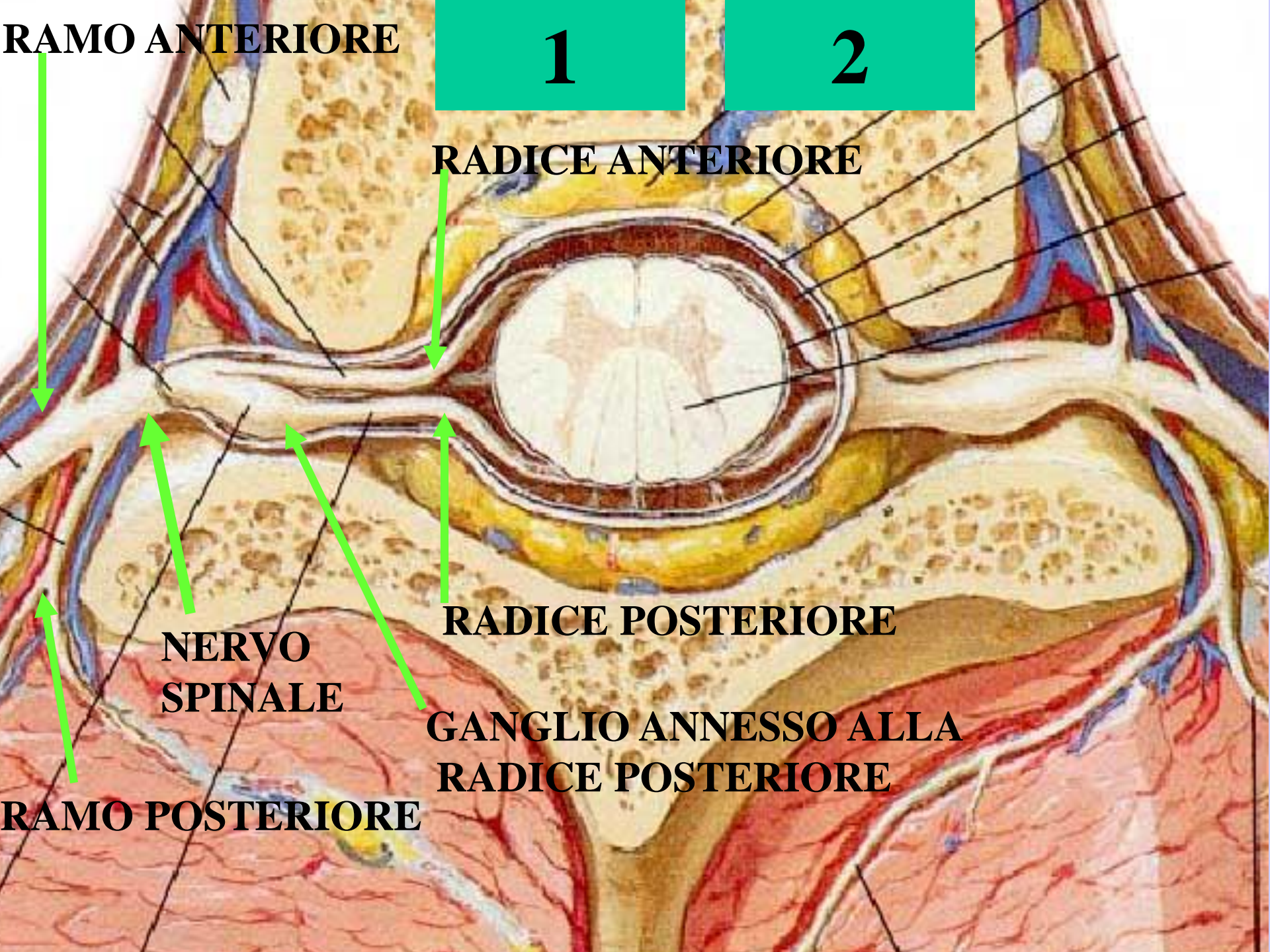
RADICE ANTERIORE

**NERVO
SPINALE**

RADICE POSTERIORE

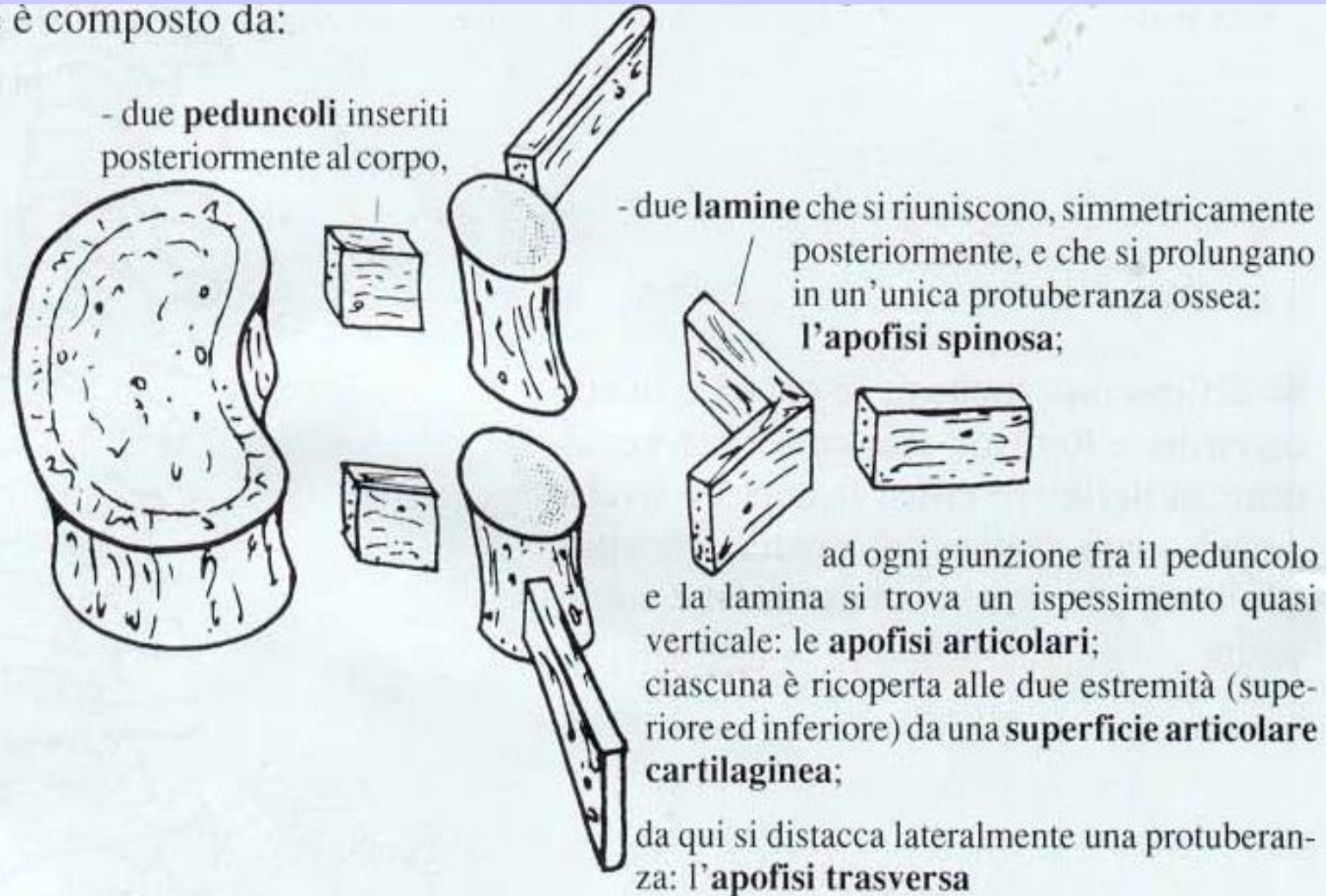
**GANGLIO ANNESSO ALLA
RADICE POSTERIORE**

RAMO POSTERIORE



Corpo. Peduncoli. Apofisi articolari. Lamine.
Processi trasversi. Processo spinoso.

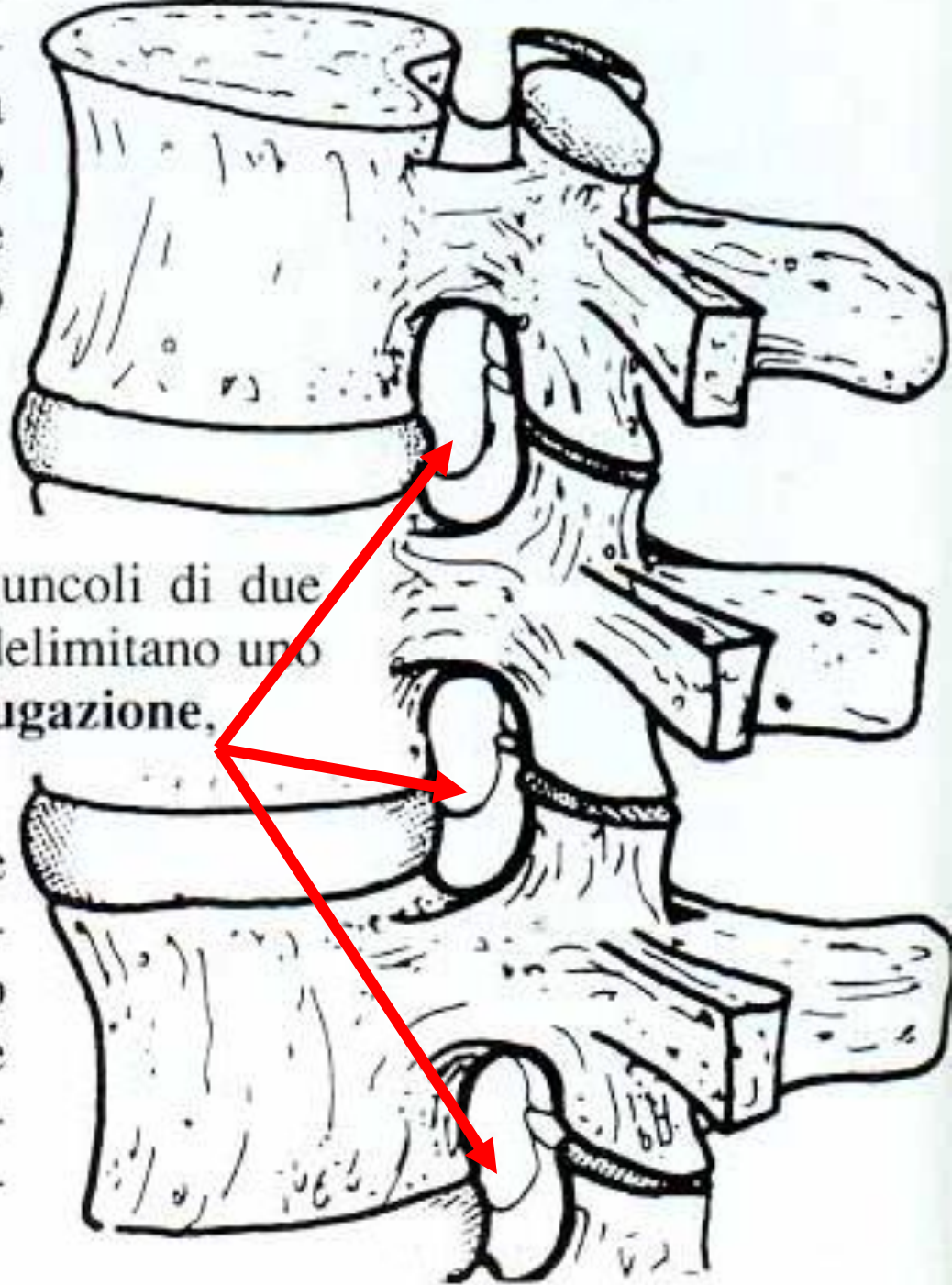
L'arco posteriore è composto da:



Il sovrapporsi dei forami vertebrali forma una specie di canale osseo detto **canale spinale** che contiene il **midollo spinale**,

visti di profilo, i peduncoli di due vertebre sovrapposte delimitano uno spazio: il **foro di coniugazione**,

attraverso il quale fuoriescono, simmetricamente da ciascun lato dell'arco vertebrale, le **radici nervose** che originano a livello midollare

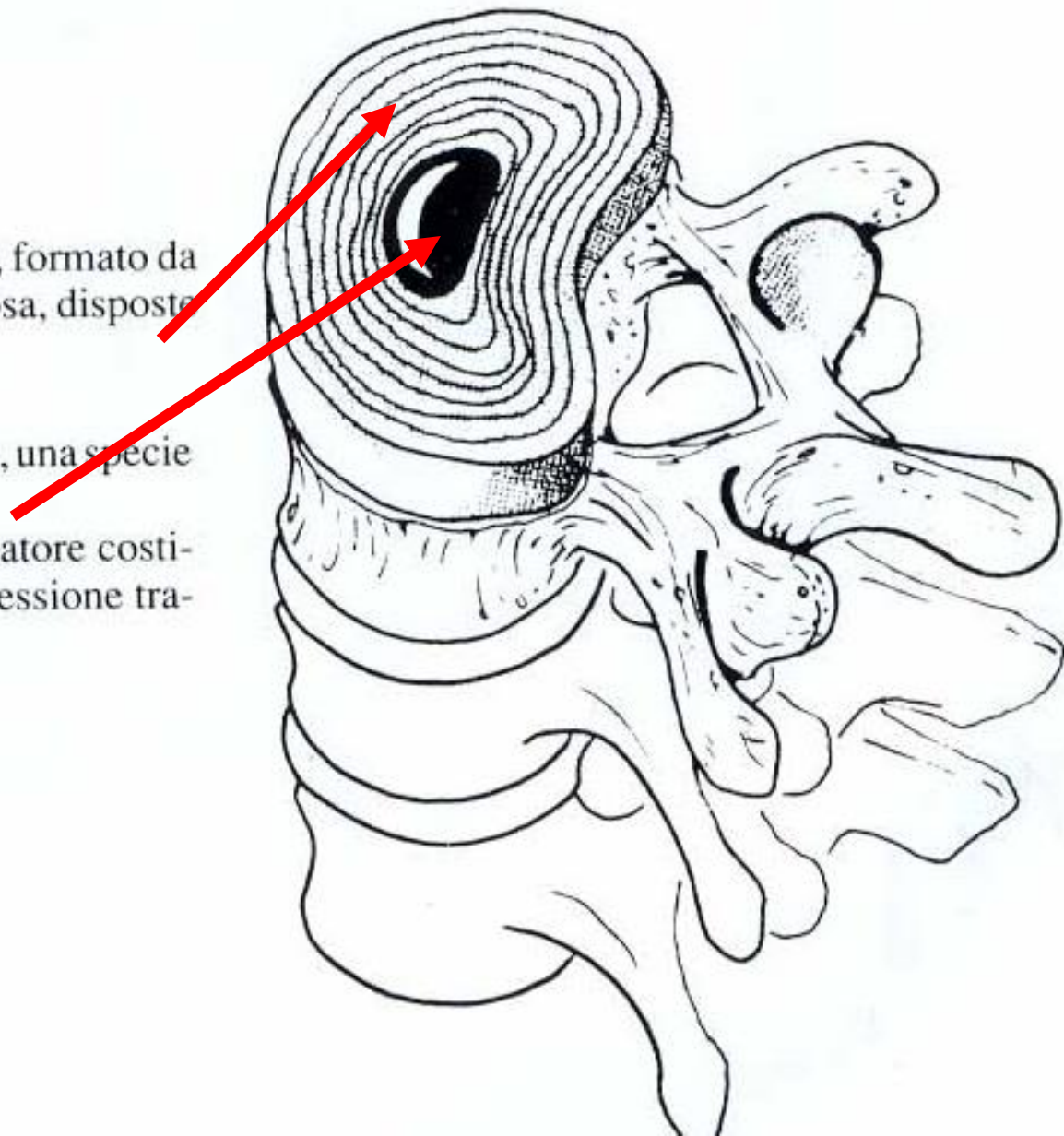


Visto dal di sopra il disco risulta formato da due parti:

- una parte periferica: l'**anulus** o anello, formato da lamelle concentriche di cartilagine fibrosa, disposte come in una fetta di cipolla

- una parte centrale: il **nucleo** o nocciolo, una specie di biglia ripiena di liquido gelatinoso; l'insieme forma una sorta di ammortizzatore costituito per sopportare il massimo della pressione trasmessa dalle vertebre (vedi p 42)

dischi intervertebrali



MENINGI SPINALI

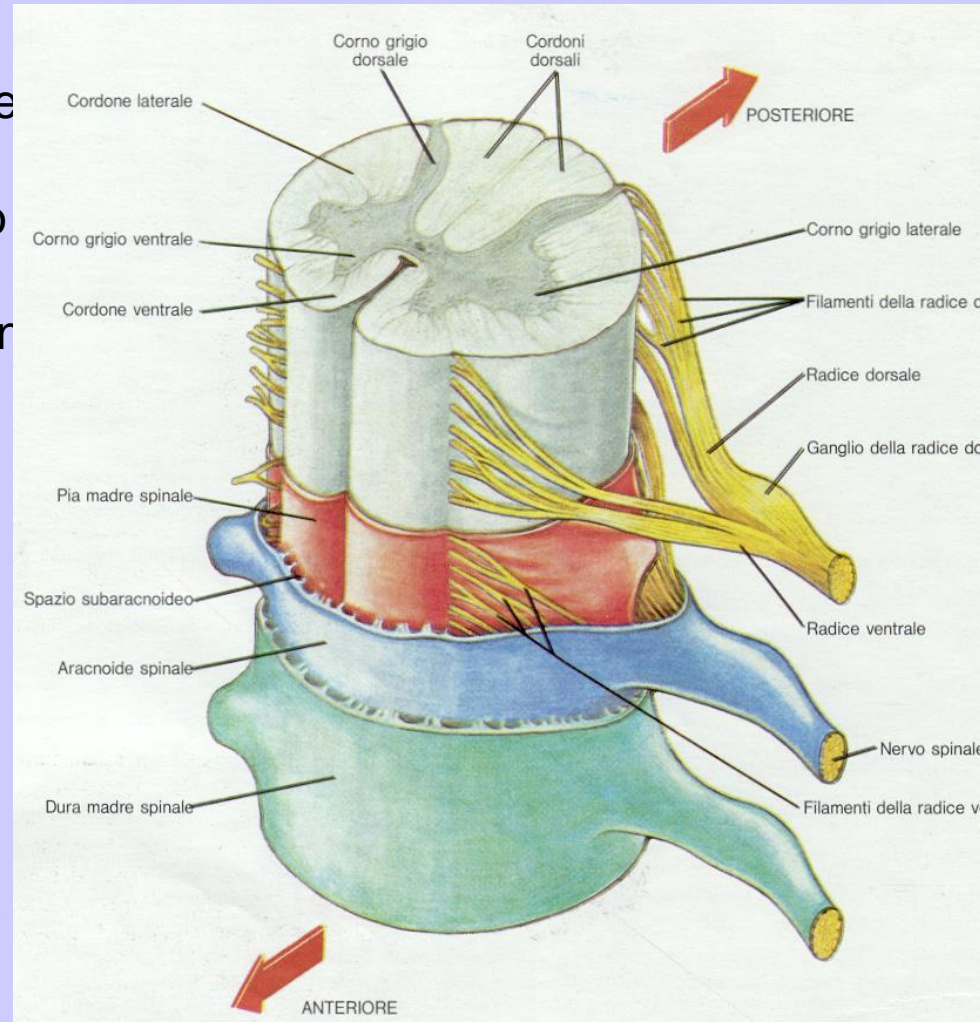
Le meningi sono membrane specializzate che offrono **stabilità fisica** e **protezione** dagli urti. Coprono il MS e le radici dei nervi spinali. A livello del forame magno le meningi spinali si proseguono con le meningi encefaliche.

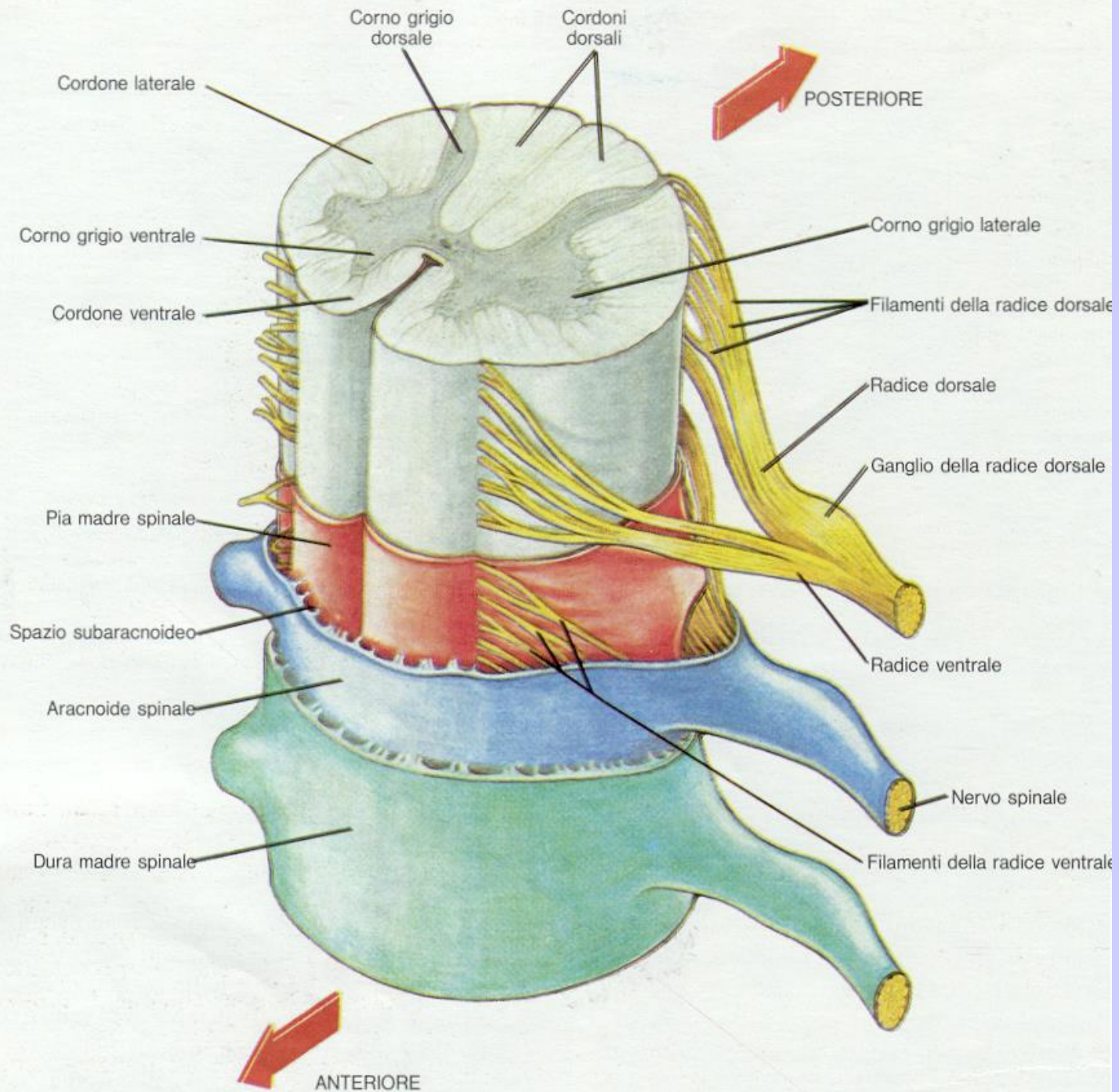
DURA MADRE è la più esterna, robusta e fibrosa. E' uno strato di tessuto connettivo denso le cui sup sono ricoperte da epitelio pavimentoso.

Dà stabilità al MS grazie alle inserzioni con il forame magno, le vertebre c2 e c3, e il sacro. Si unisce al filamento terminale a formare il **legamento coccigeo**.

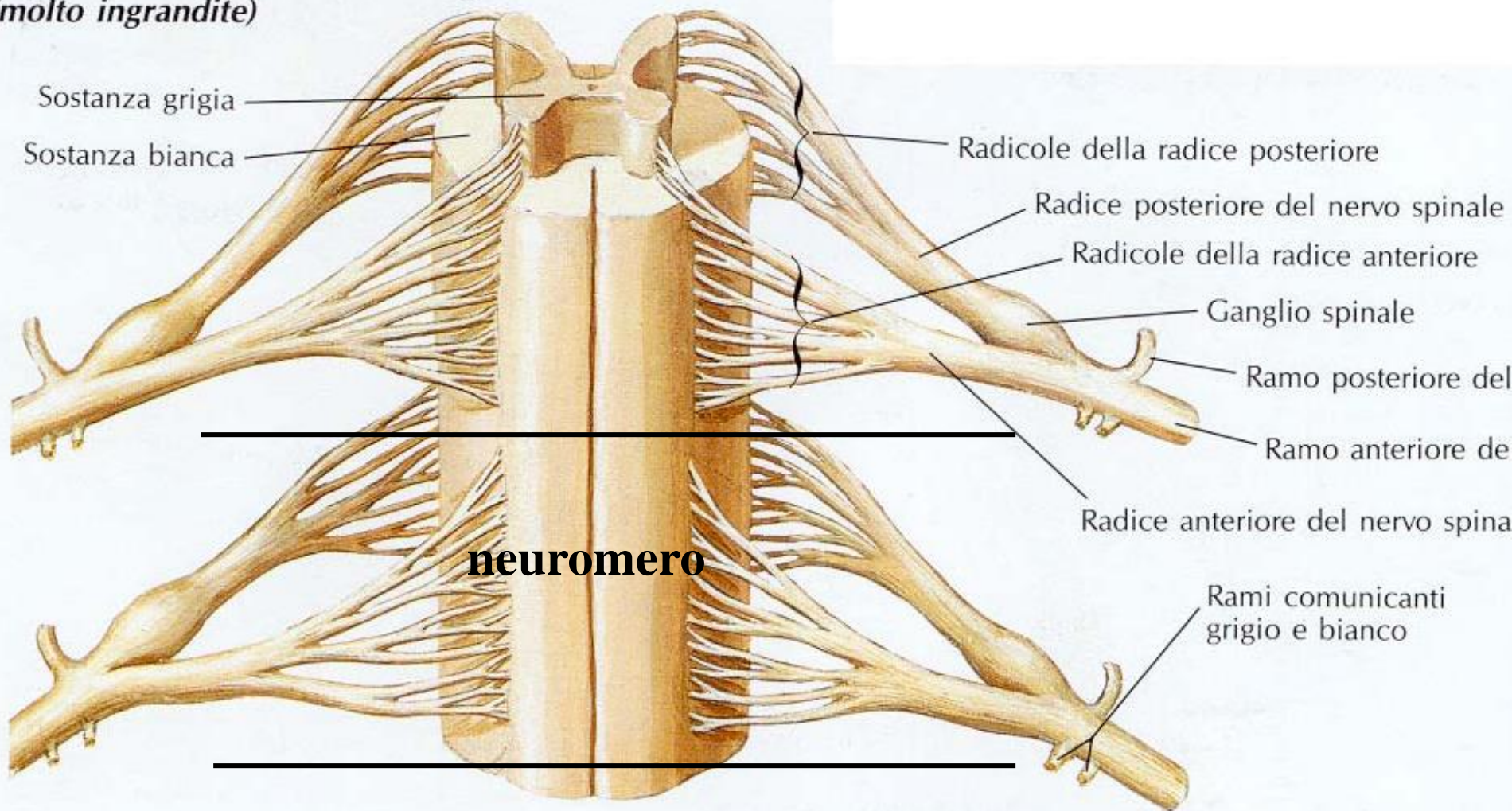
ARACNOIDE è lo strato meningeo intermedio composto da epitelio pavimentoso semplice.

PIA MADRE è lo strato meningeo più interno. Strettamente adesa al sottostante tessuto nervoso. Al suo interno scorrono i vasi sanguigni che irrorano il MS.

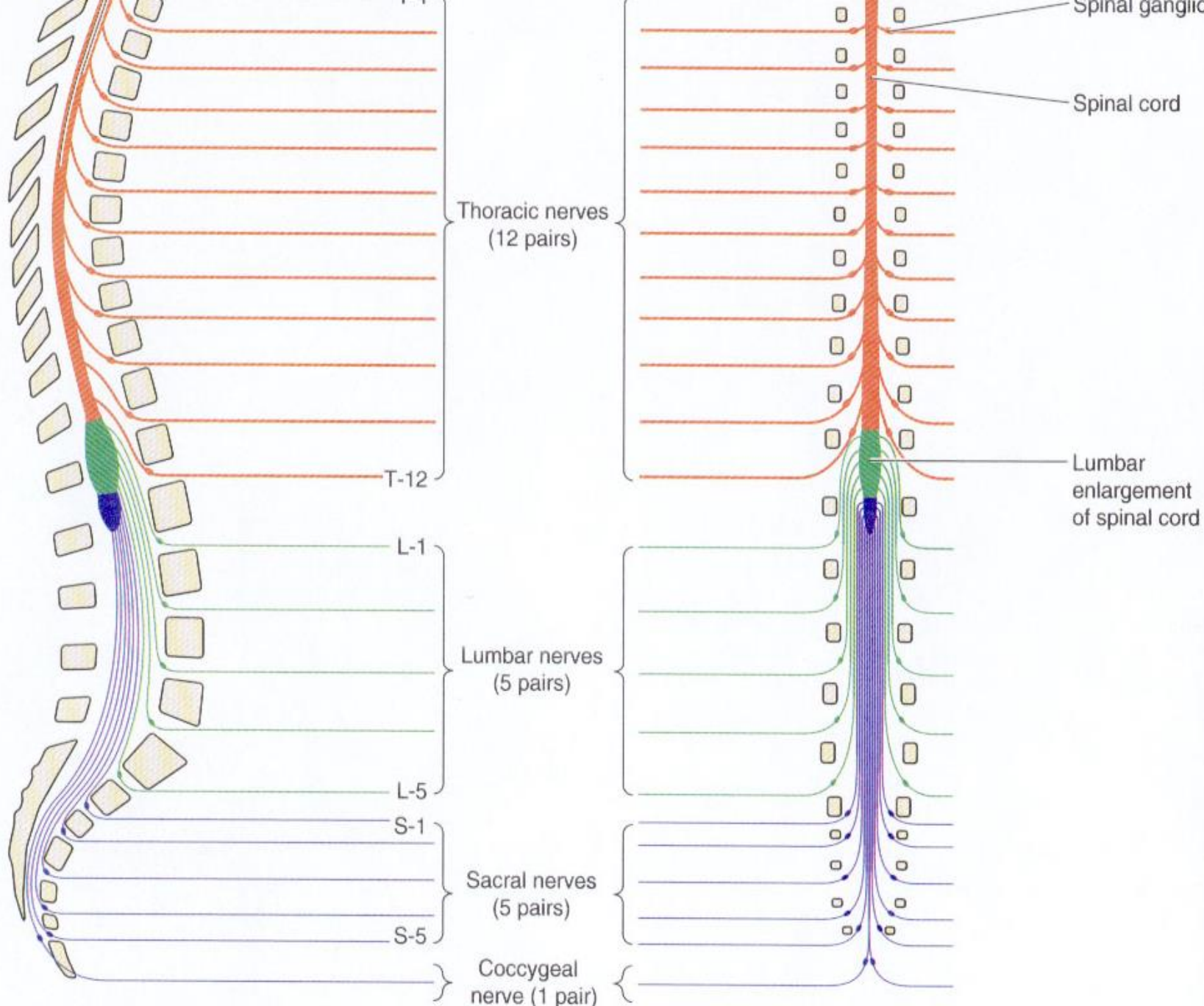




Radici nervose, viste anteriormente
dopo asportazione delle meningi
(molto ingrandite)



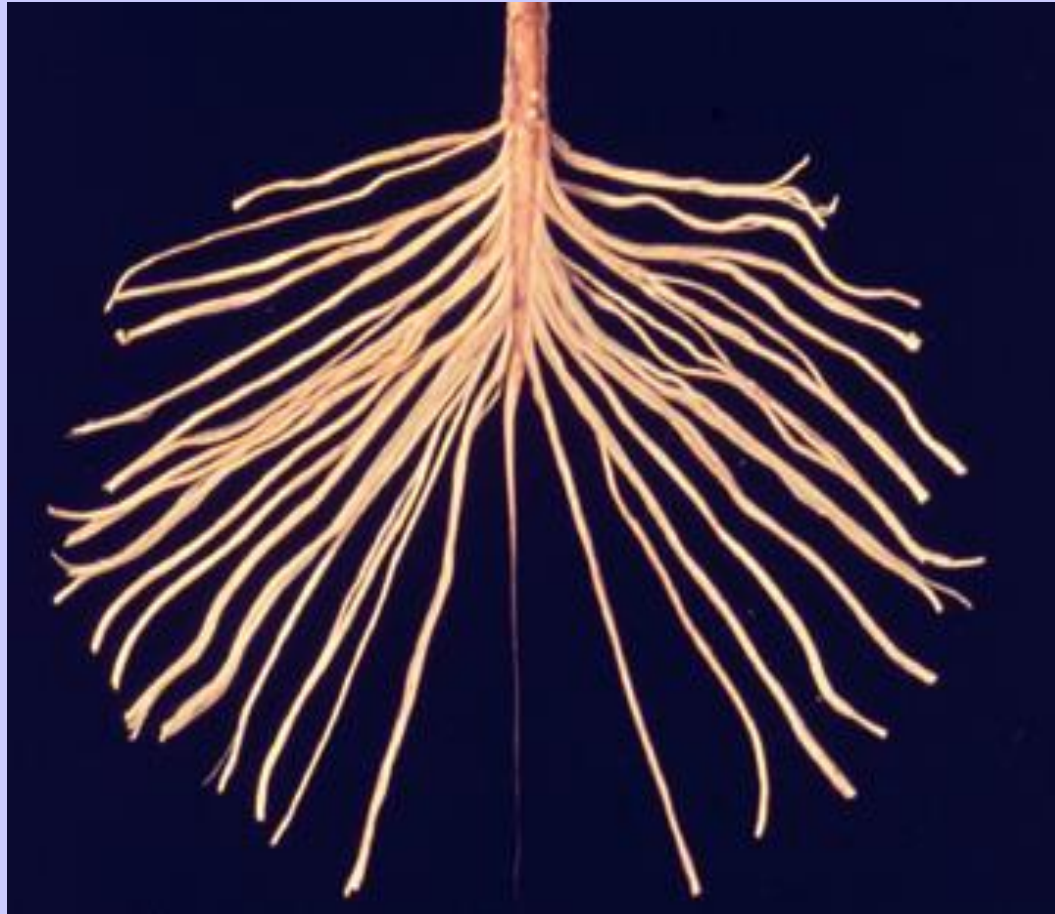
• un **neuromero** è quella porzione di midollo spinale che dà origine alle radici di un nervo spinale

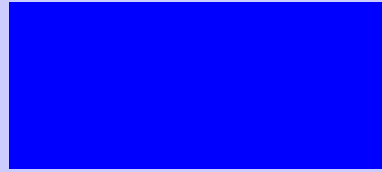


Lateral view

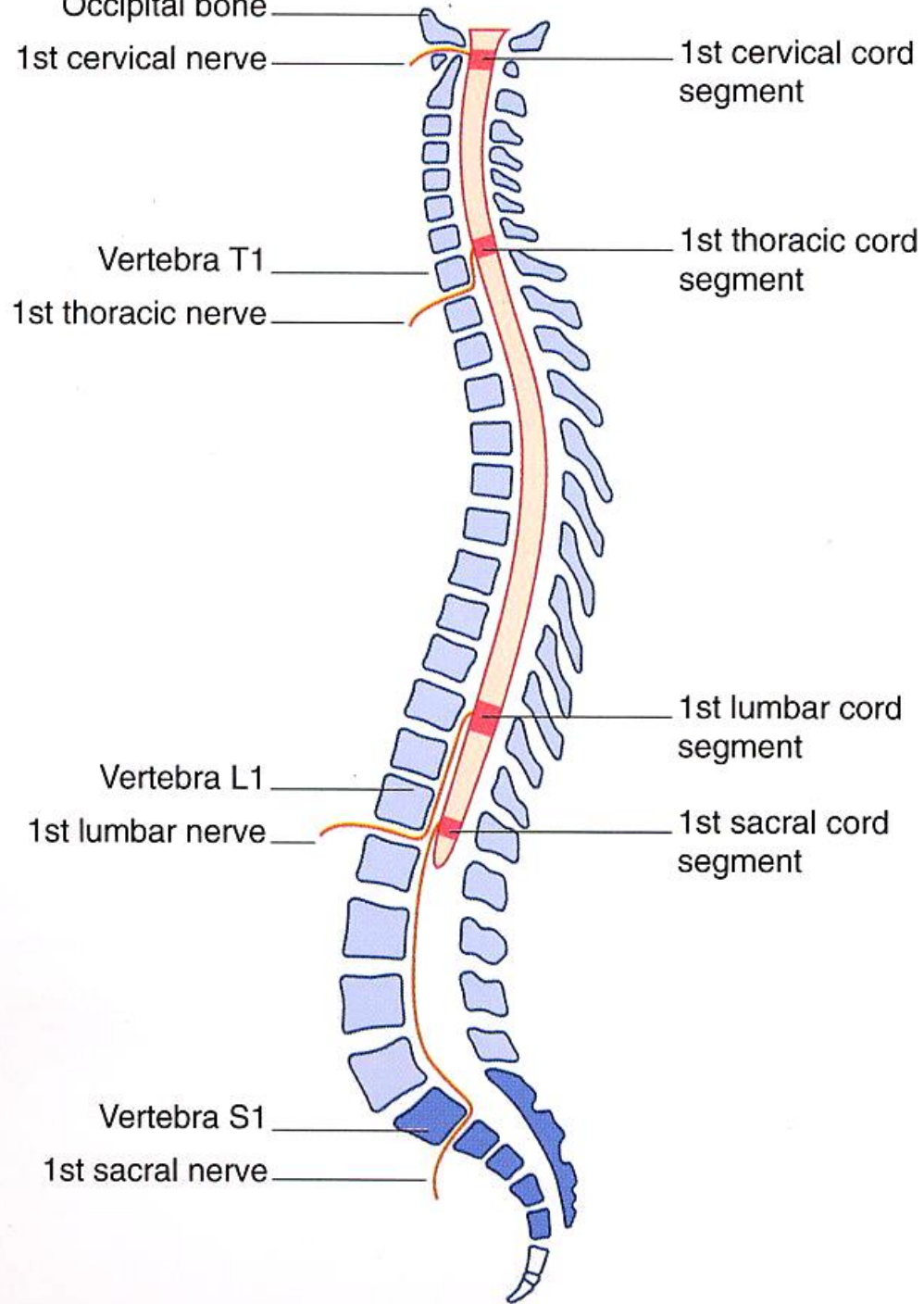
Anterior view

CAUDA EQUINA





- **Il midollo spinale termina tra L1 ed L2**
- lo spazio sottostante è occupato dalla CAUDA EQUINA
- CAUDA EQUINA:
- formata dalle **radici** anteriori e posteriori dei nervi spinali, che si dirigono verso il proprio foro di uscita)



IL MS pre e post nascita

VITA INTRAUTERINA

- Nei **primi 3 mesi** il MS cresce alla stessa velocità della colonna vertebrale e occupa l'intera lunghezza del canale vertebrale. Tutti i nervi spinali emergono ad angolo retto.
- Dal **4 mese** lo sviluppo della colonna vertebrale T e C è più veloce del MS e apparentemente sembra che il MS risalga lungo il canale (**ascesa del MS**). Nei tratti T, L ed S le radici dei nervi spinali devono percorrere un tragitto obliquo in basso o verticale. Le ultime radici nervose formano la cauda equina.
- Il filamento terminale si forma in seguito all'ascesa del MS e si fissa al coccige
- Al **6° mese** il cono midollare si trova a livello dei primi segmenti sacrali

ALLA NASCITA

- L'ascesa del midollo è quasi completa

1 ANNO DI ETA'

- Colonna misura 27cm; il MS misura 20cm

ADULTO

- MS ha limite inf vertebra L1 e limite sup margine sup dell'atlante

Pia madre che ricopre il midollo spinale

L1

SI

Dura madre

Aracnoide

Ganglio della radice dorsale

Spazio subaracnoideo

3 MESI

L1

SI

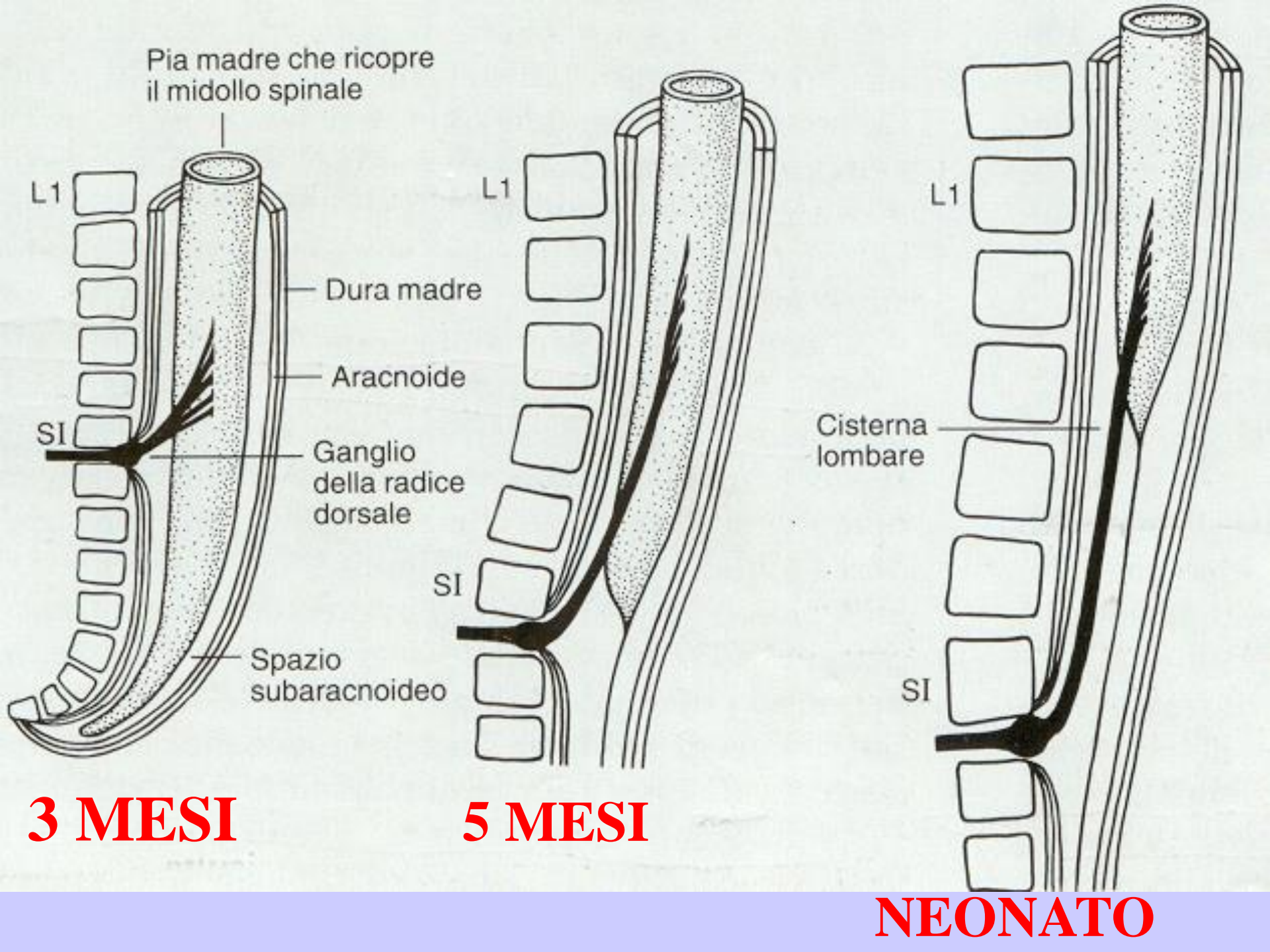
5 MESI

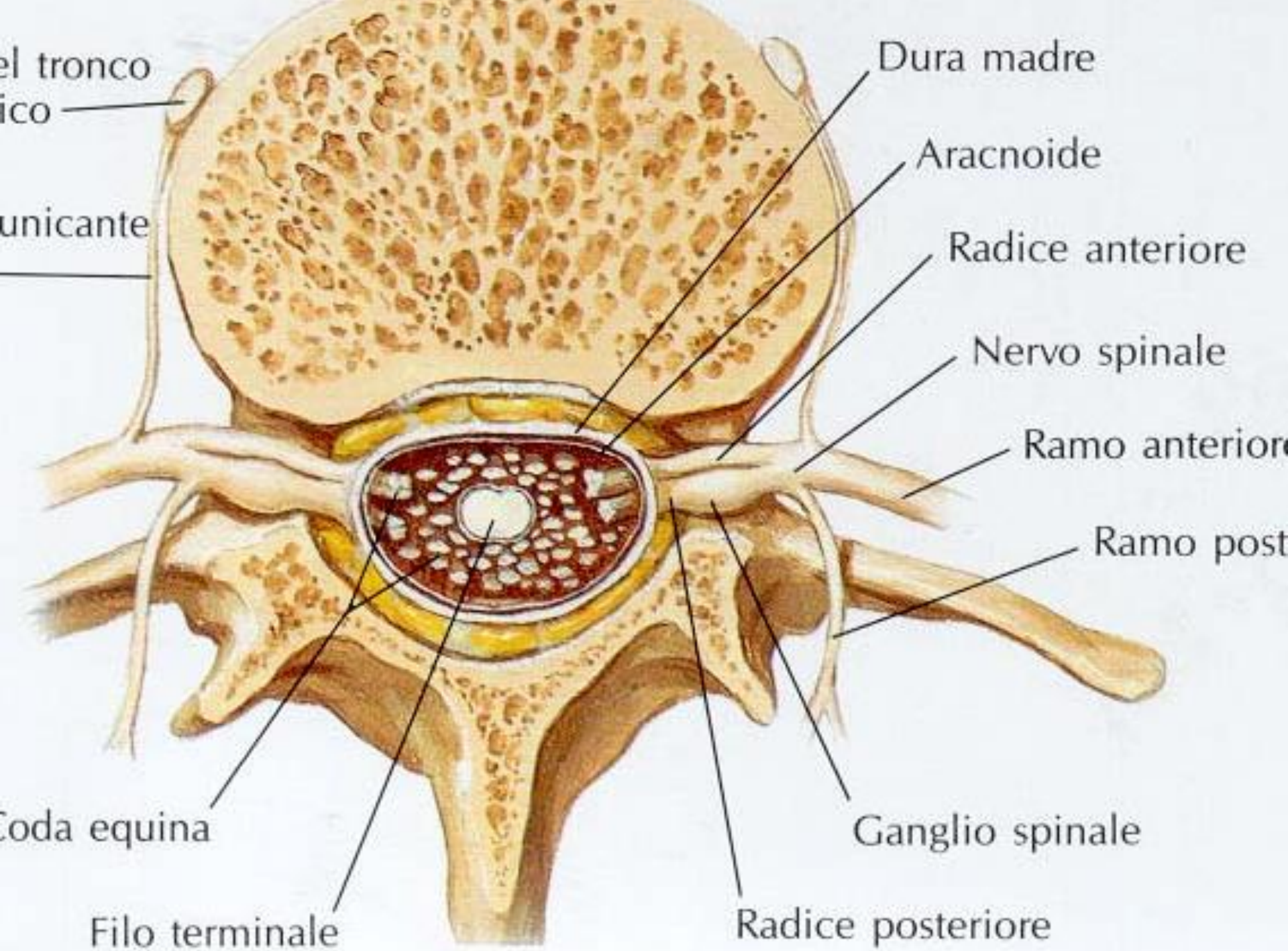
L1

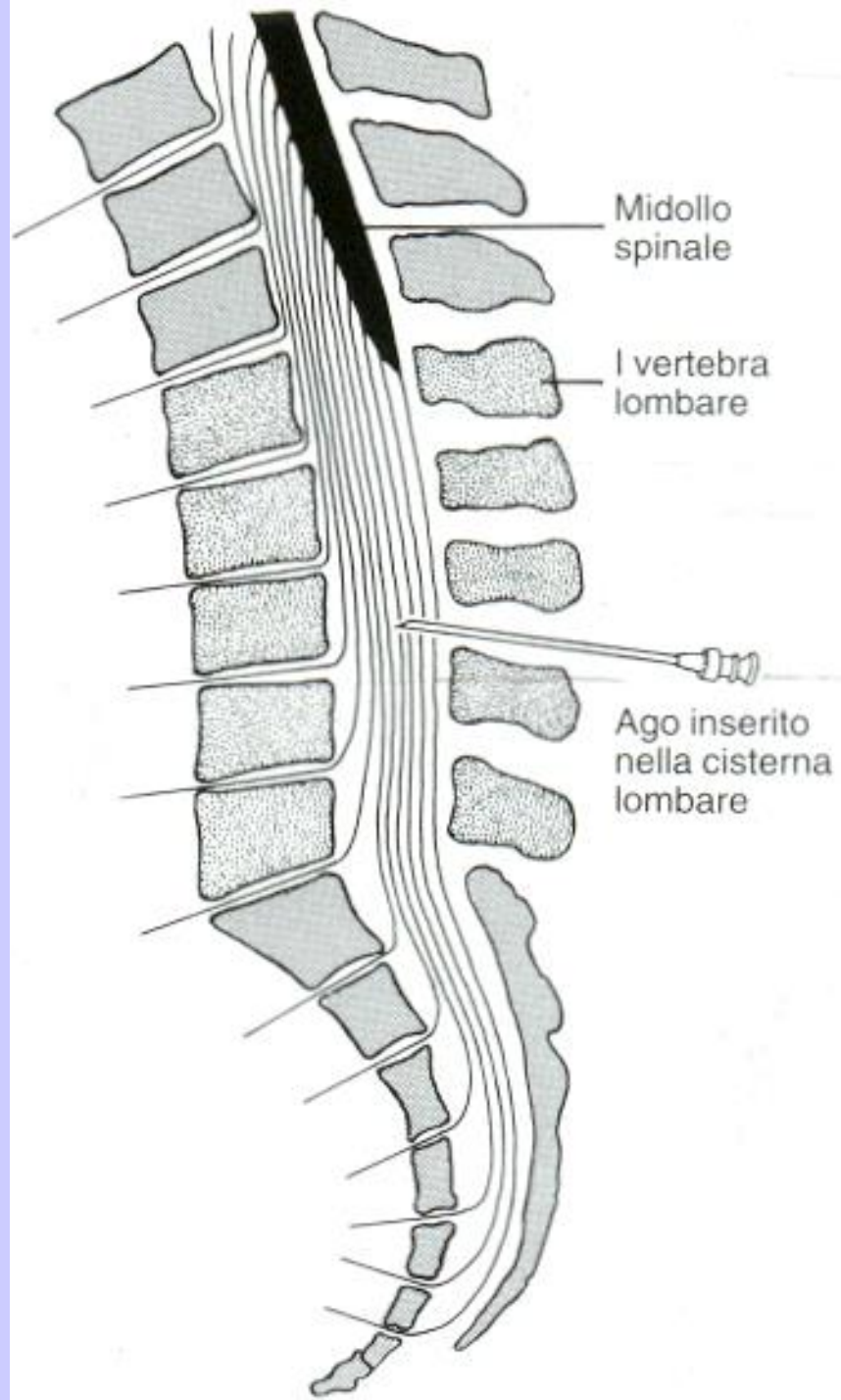
Cisterna lombare

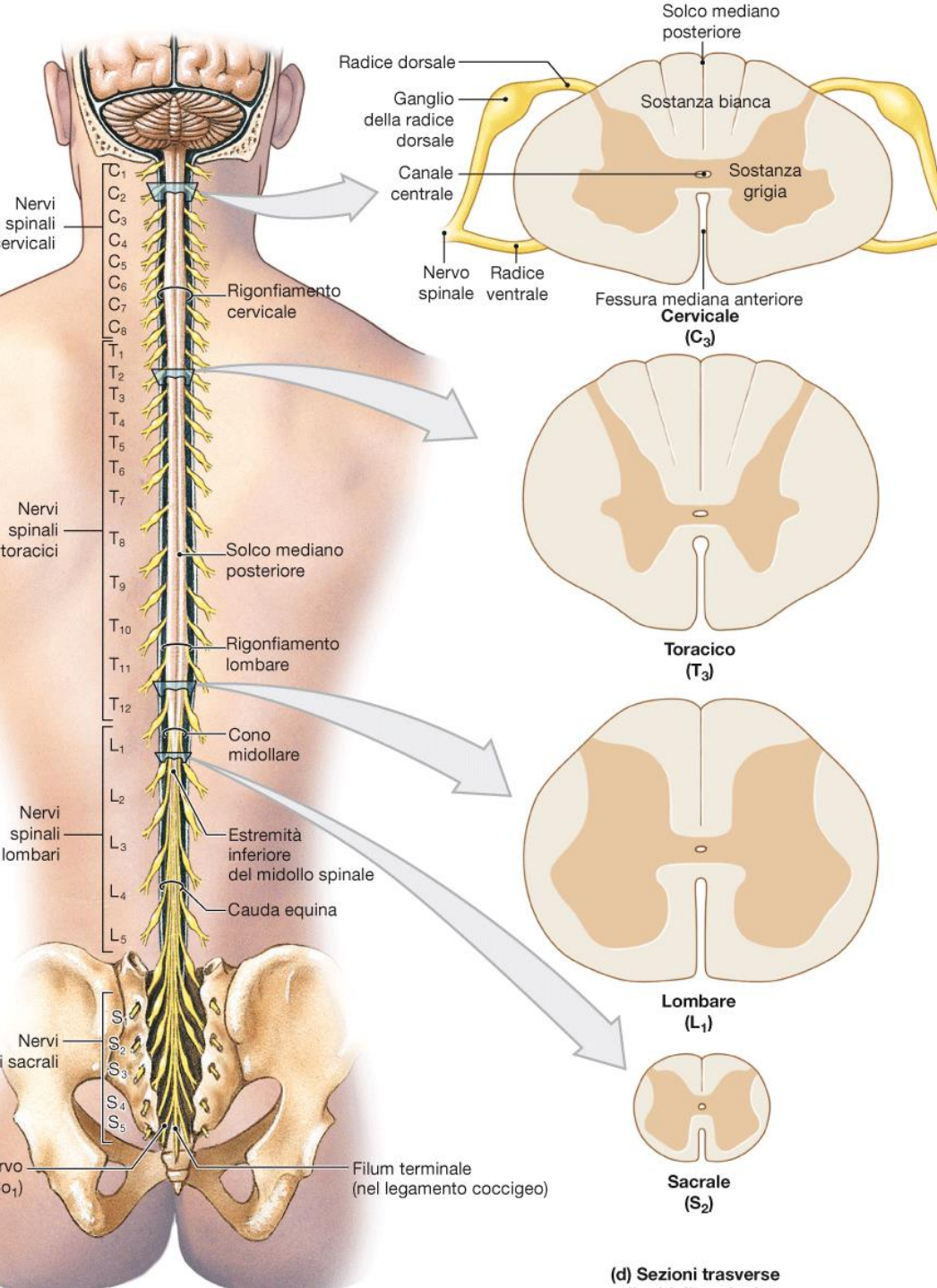
SI

NEONATO









Struttura interna del MS:

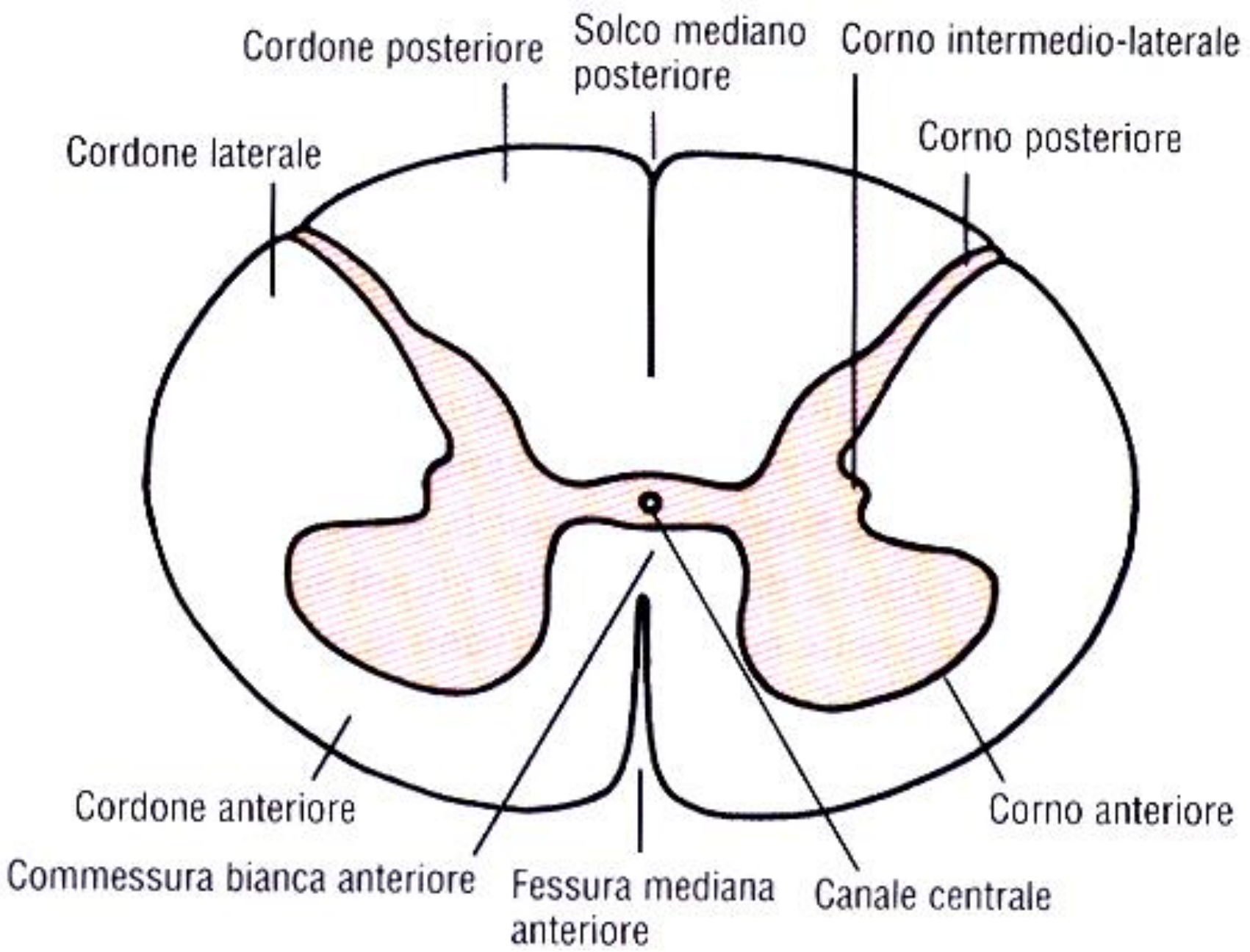
In sezione trasversa si riconoscono la **sostanza grigia** che occupa la parte interna dell'organo e la **sostanza bianca** che occupa la periferia.

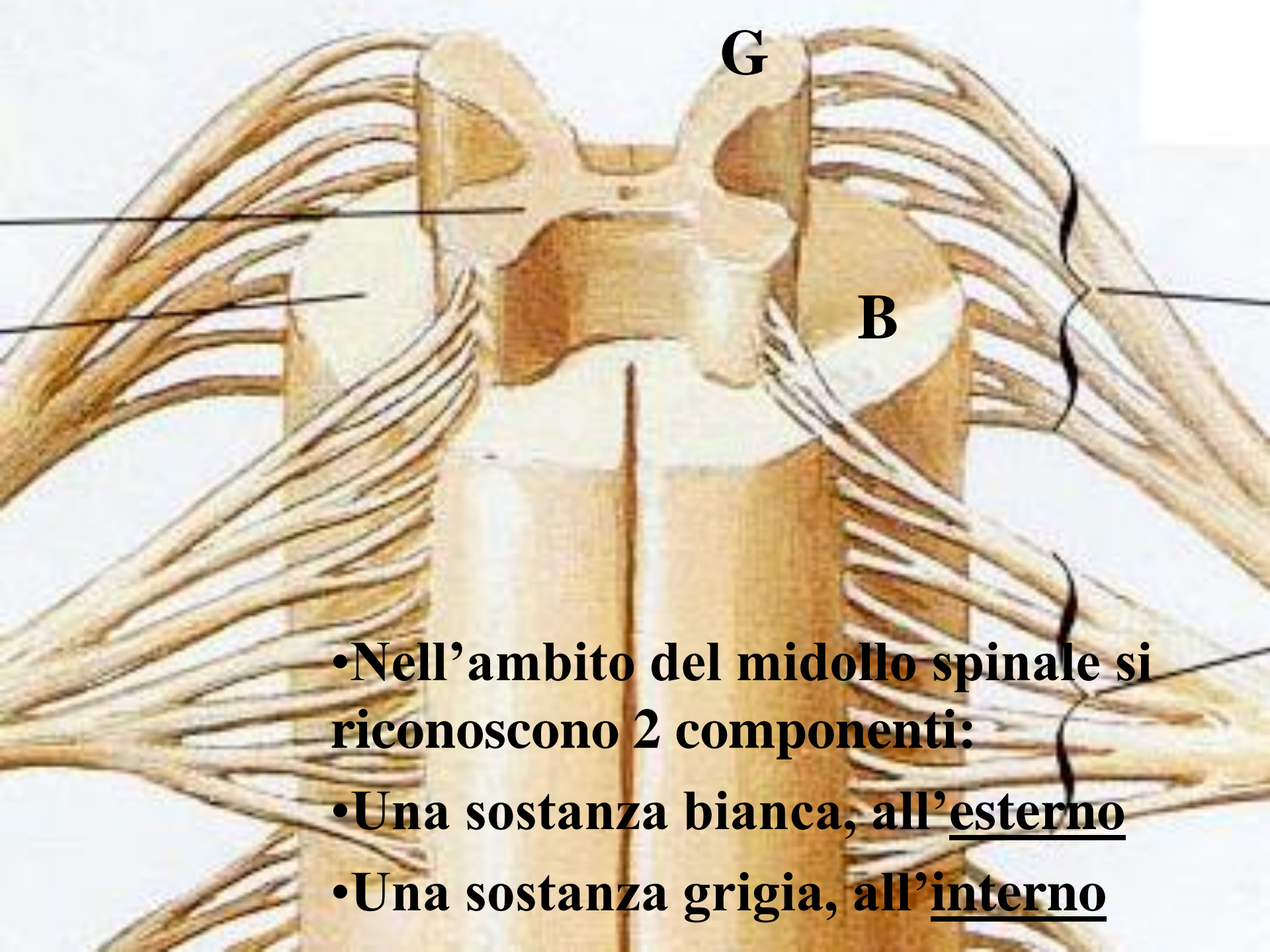
All'interno della sostanza grigia decorre il **canale centrale** per tutta la lunghezza del MS.

Il diametro e la conformazione del MS lungo la sua lunghezza cambiano a seconda delle regioni anatomiche.

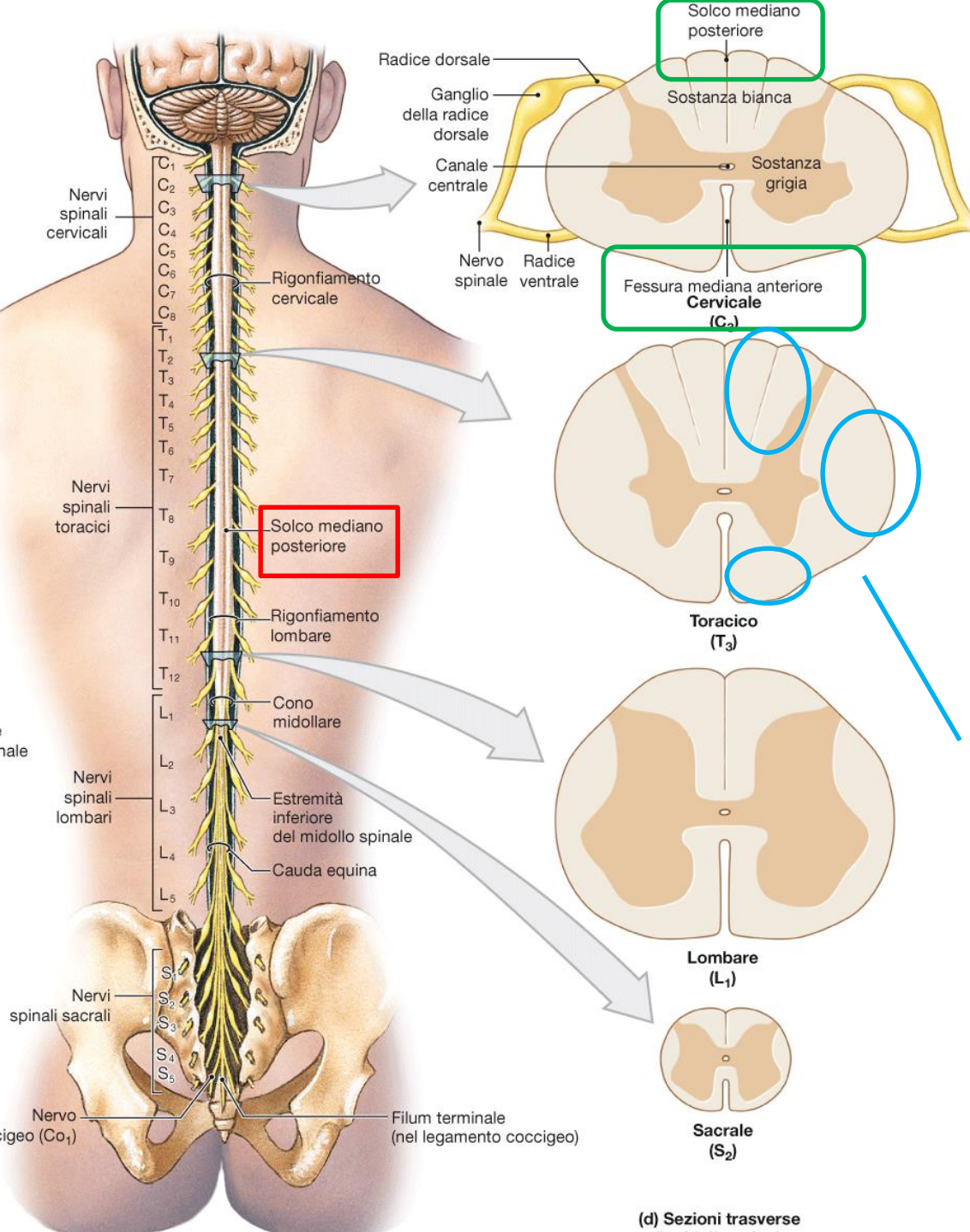
Il MS non occupa completamente il canale vertebrale: lo spazio perimidollare è max a livello cervicale. Lo spazio è occupato da plessi venosi, tessuto adiposo e liquido cefalorachidiano.

(d) Sezioni trasverse





- **Nell'ambito del midollo spinale si riconoscono 2 componenti:**
- **Una sostanza bianca, all'esterno**
- **Una sostanza grigia, all'interno**



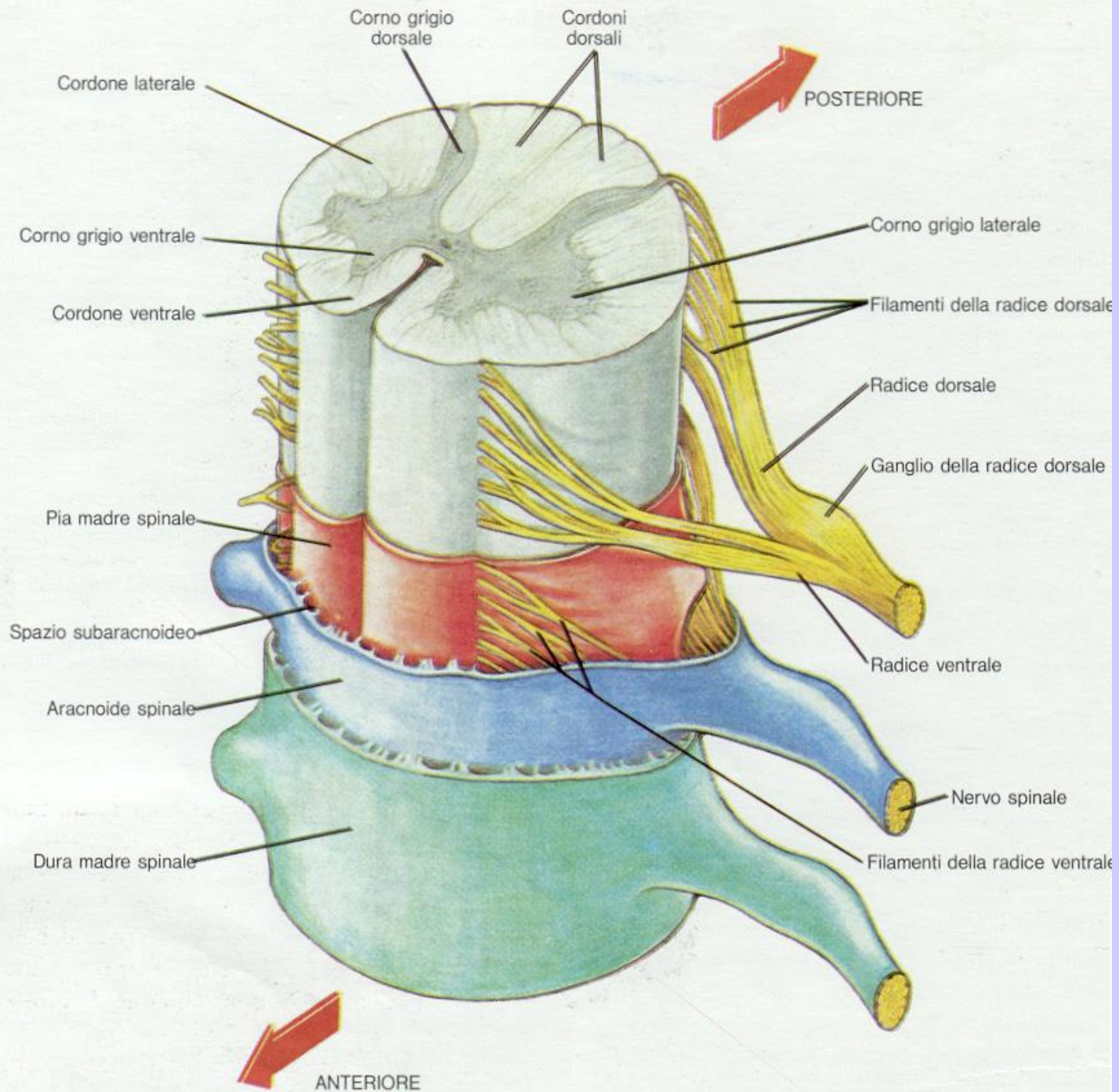
Analisi della superficie del MS:

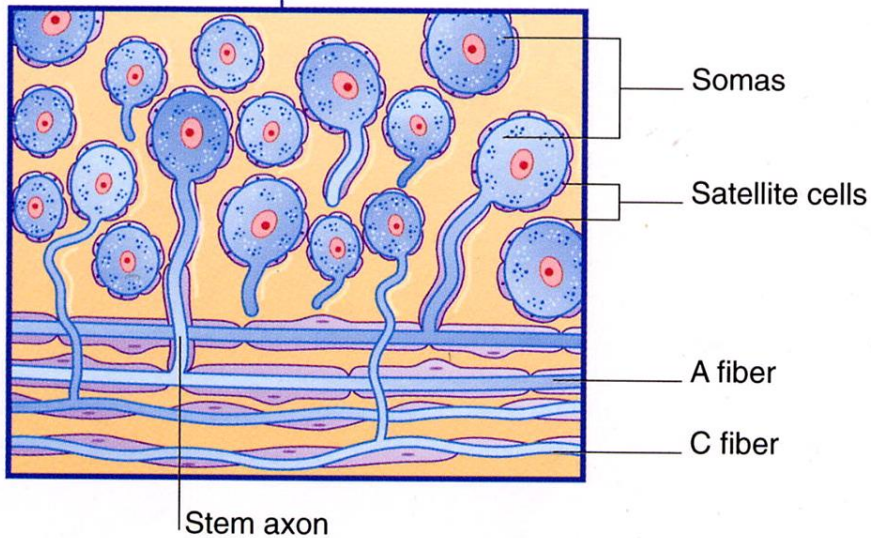
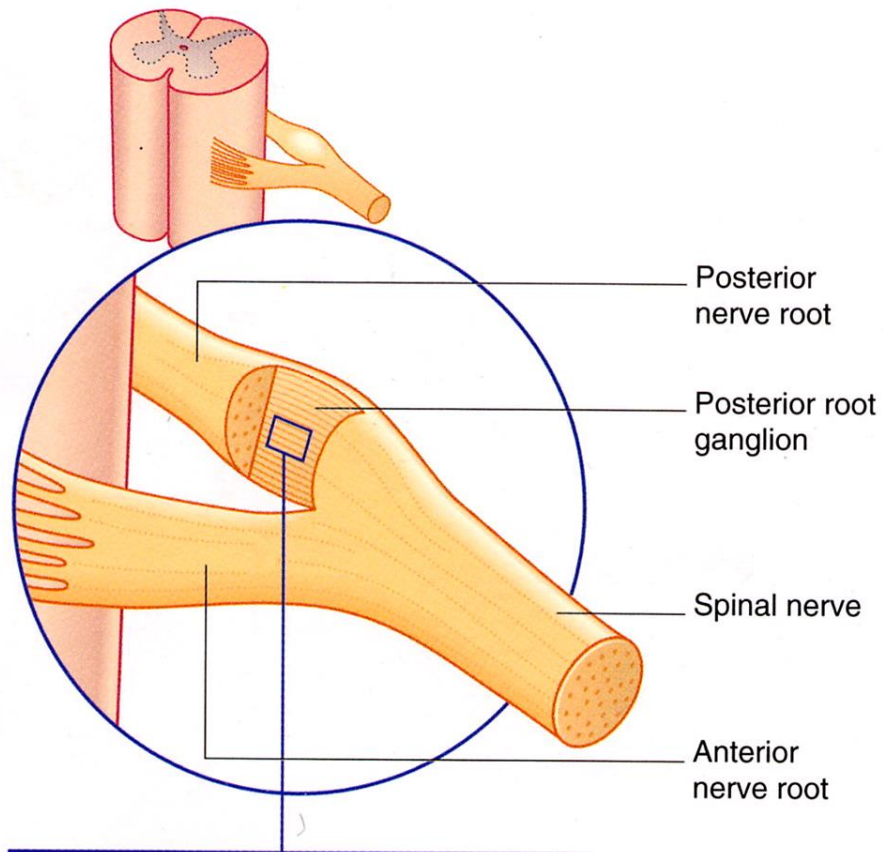
Si osservano **solchi longitudinali** e parti in rilievo denominate **cordoni**

Il **solco mediano posteriore** e la **fessura mediana anteriore** dividono il MS in due metà uguali e simmetriche (dx e sn) e si estendono lungo tutto il MS (dal bulbo al cono midollare)

I **cordoni** sono determinati dal raggruppamento di fibre mieliniche a decorso longitudinale; si parla di cordone anteriore, laterale (o antero-laterale) e posteriore.

(d) Sezioni trasverse





Neuroni sensitivi: raccolgono informazioni sensitive e le trasportano al midollo spinale

Neuroni pseudounipolari con pirenoforo situato nel ganglio spinale

Ganglio spinale situato nel decorso della radice dorsale del nervo spinale

- Ad un esame **macro**scopico, si identificano nel SNC due componenti, dette
- SOSTANZA **BIANCA**
- e
- SOSTANZA **GRIGIA**
- La sostanza **grigia** risulta costituita dai **corpi cellulari** di neuroni, ed asoni **non mielinizzati**
- La sostanza **bianca** da assoni **mielinizzati**

- La sostanza grigia è suddivisibile in:
- Un corno posteriore
- Un corno anteriore
- Una zona intermedia

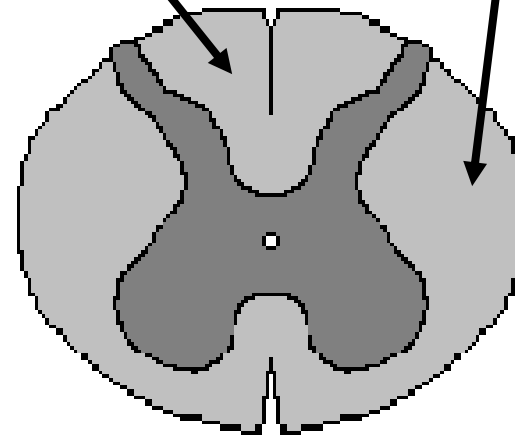
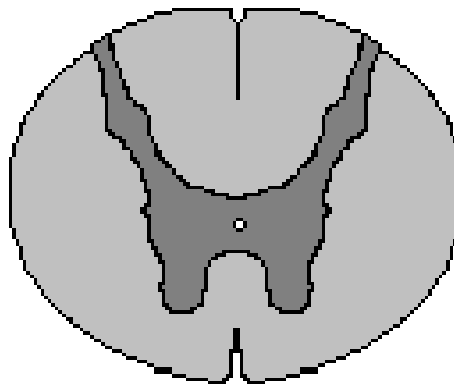
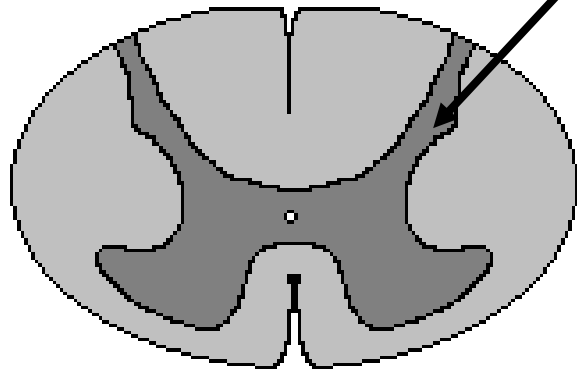
CORNA POSTERIORI

SOSTANZA BIANCA

Cervical 5

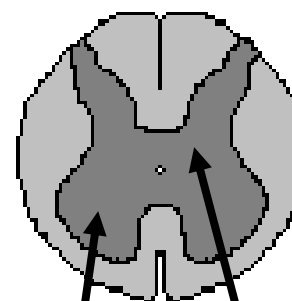
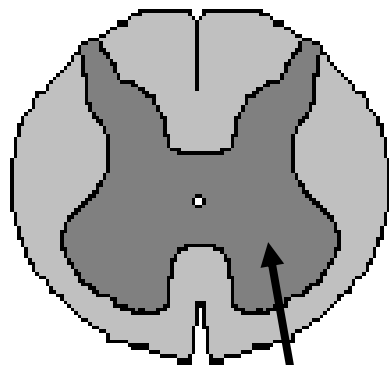
Thoracic 7

Lumbar 4



Sacral 3

Coccygeal 1



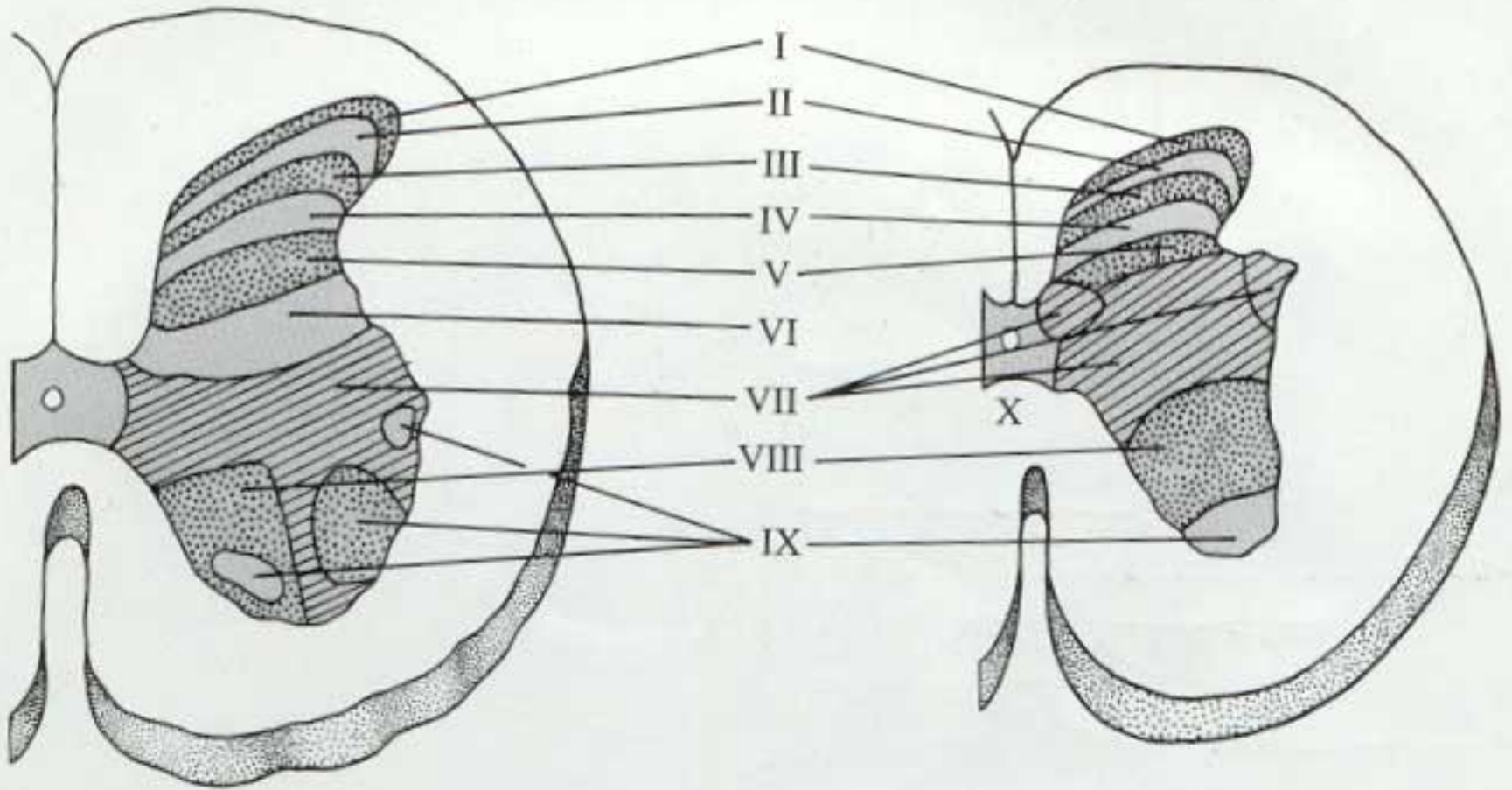
CORNA ANTERIORI

SOSTANZA GRIGIA

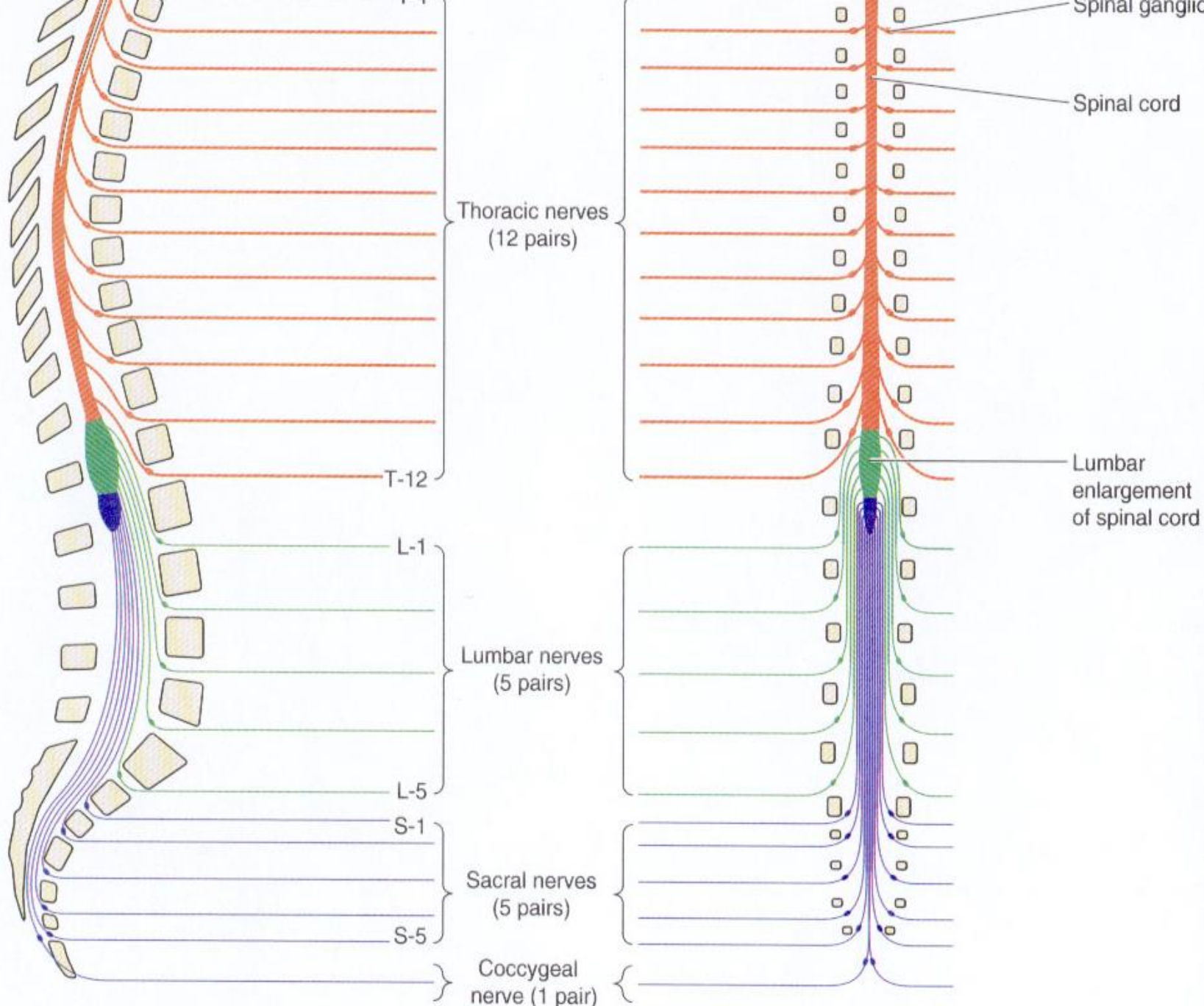
- La sostanza grigia è suddivisibile in 10 LAMINE (nuclei di neuroni che si estendono per tutta la lunghezza del midollo spinale) ed un certo numero di NUCLEI (gruppi di neuroni che occupano un numero limitato di neuromeri)

Segmento lombare basso

Segmento toracico



Fine



Lateral view

Anterior view