

vie discendenti e sistema  
motorio

# Sistemi discendenti

Tre gruppi funzionali:

- Controllo motorio somatico
- Controllo del sistema somatosensitivo
- Controllo motorio viscerale

# Sistemi discendenti

1. Controllo motorio somatico. Determina il controllo dei movimenti volontari e automatici. Origina dalla corteccia cerebrale o dal tronco encefalico e termina su neuroni motori o su interneuroni

# Sistemi discendenti

2. Controllo del sistema somatosensitivo.  
Interviene sul flusso di informazioni somatosensitive che vengono inoltrate al SNC. Origina dalla corteccia cerebrale e dal tronco encefalico e termina su neuroni del corno posteriore e su nuclei sensitivi del tronco encefalico

# Sistemi discendenti

3. Controllo motorio viscerale. Agisce sui motoneuroni viscerali pregangliari del tronco encefalico e del midollo spinale. Origina dalla corteccia cerebrale, dall'amigdala, dall'ipotalamo, dal tronco encefalico

# Controllo integrato del movimento

Il movimento richiede una corretta sequenza temporale

Aggiustamento della posizione corporea per compensare la differenza tra il movimento programmato e quello effettuato

## Classificazione dei movimenti

### Movimento riflesso

I riflessi posturali ci aiutano a mantenere la posizione corporea mentre siamo in piedi o camminiamo – sono integrati dal tronco encefalico – richiedono continue informazioni sensoriali da: sistema visivo, vestibolare e muscoli stessi

### Movimento volontario

Corrisponde al tipo più complesso di movimento – richiede integrazione corticale – può essere iniziato anche in assenza di stimoli esterni – può anche diventare involontario come i riflessi (ad es. andare in bicicletta)

### Movimento ritmico

È una combinazione di movimenti riflessi e volontari (ad es. camminare, correre) – deve essere innescato da comandi corticali ma, una volta iniziato può continuare senza ulteriori influssi cerebrali

# Organizzazione gerarchica dei sistemi motori

- **1° livello: midollo spinale**

Responsabile dei comportamenti automatici e stereotipati: riflessi spinali.

- **2° livello: tronco dell'encefalo, formazione reticolare e cervelletto**

Responsabile:

- o dell'integrazione dei comandi motori discendenti dai livelli superiori
- o dell'elaborazione dell'informazione proveniente dagli organi di senso e midollo spinale: elaborazione dei segnali per stabilizzare la postura

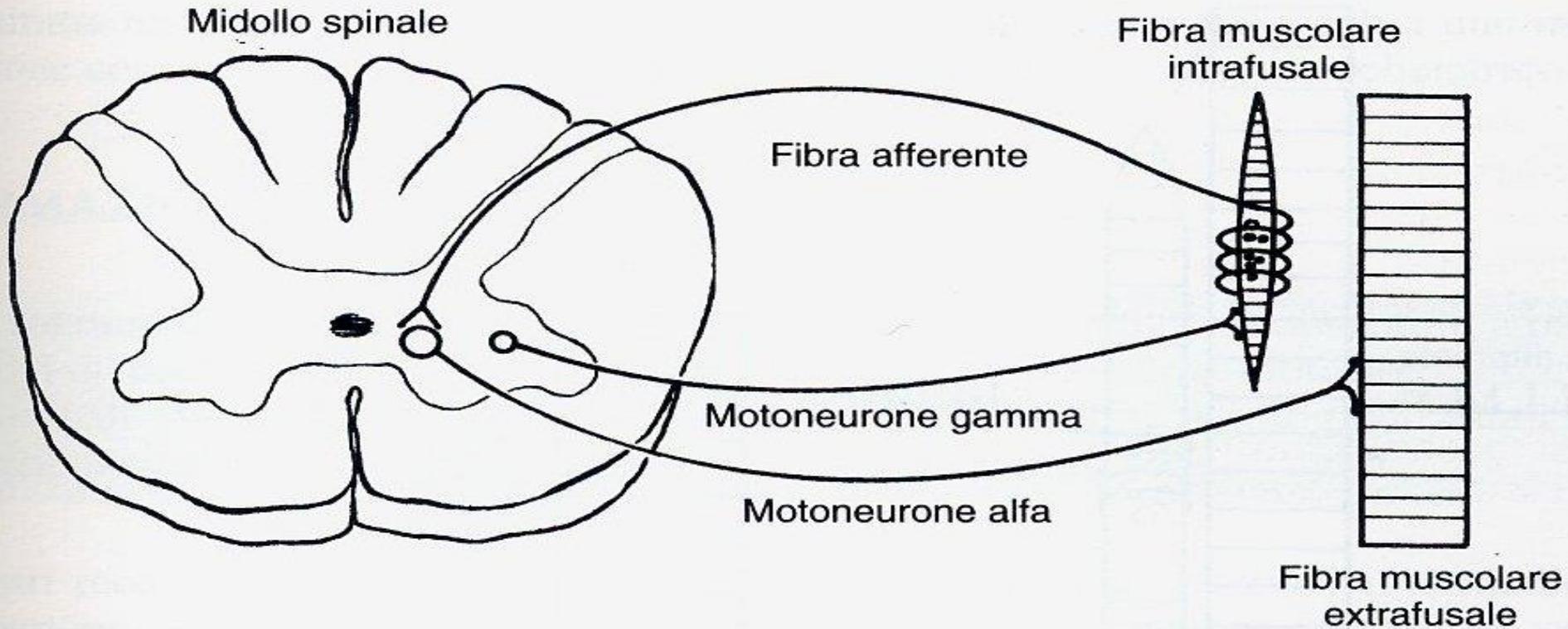
- **3° livello: corteccia motoria**

Responsabile del movimento volontario e del controllo dei centri motori del tronco e del midollo spinale

- **4° livello: aree corticali pre-motorie e supplementari, a cui si aggiungono nuclei della base e cervelletto**

Responsabili di:

- o Identificazione dei bersagli nello spazio
- o Scelta del decorso temporale dell'azione motoria
- o Programmazione del movimento



- Indipendentemente dalle afferenze, l'arco riflesso fa riferimento ad un motoneurone che dal corno anteriore manda una efferenza direttamente sul muscolo.
- Questo motoneurone è **l'elemento terminale, la via finale comune di tutte le vie di moto**

I riflessi possono dare anche origine a movimenti ritmici complessi che coinvolgono segmenti spinali diversi (ad esempio, riflesso di grattamento).



- I riflessi sono modulati da vie discendenti provenienti dai diversi livelli di controllo del sistema motorio per integrarli nella funzione motoria desiderata.

- Vedremo ora 2 esempi di funzione motoria:
- La postura e le vie che la regolano
- Il movimento volontario e relative vie

- Il tono posturale
- La postura è la posizione del corpo, sia a riposo che durante un movimento, volontario o imposto, mantenuta contro la forza di gravità.
- Il tono posturale è il mantenimento di una postura attraverso la contrazione di muscoli che sono principalmente assiali o prossimali.
- La conservazione di una postura antigravitaria è un processo attivo. Il tono posturale è mantenuto automaticamente attraverso circuiti neurali dedicati

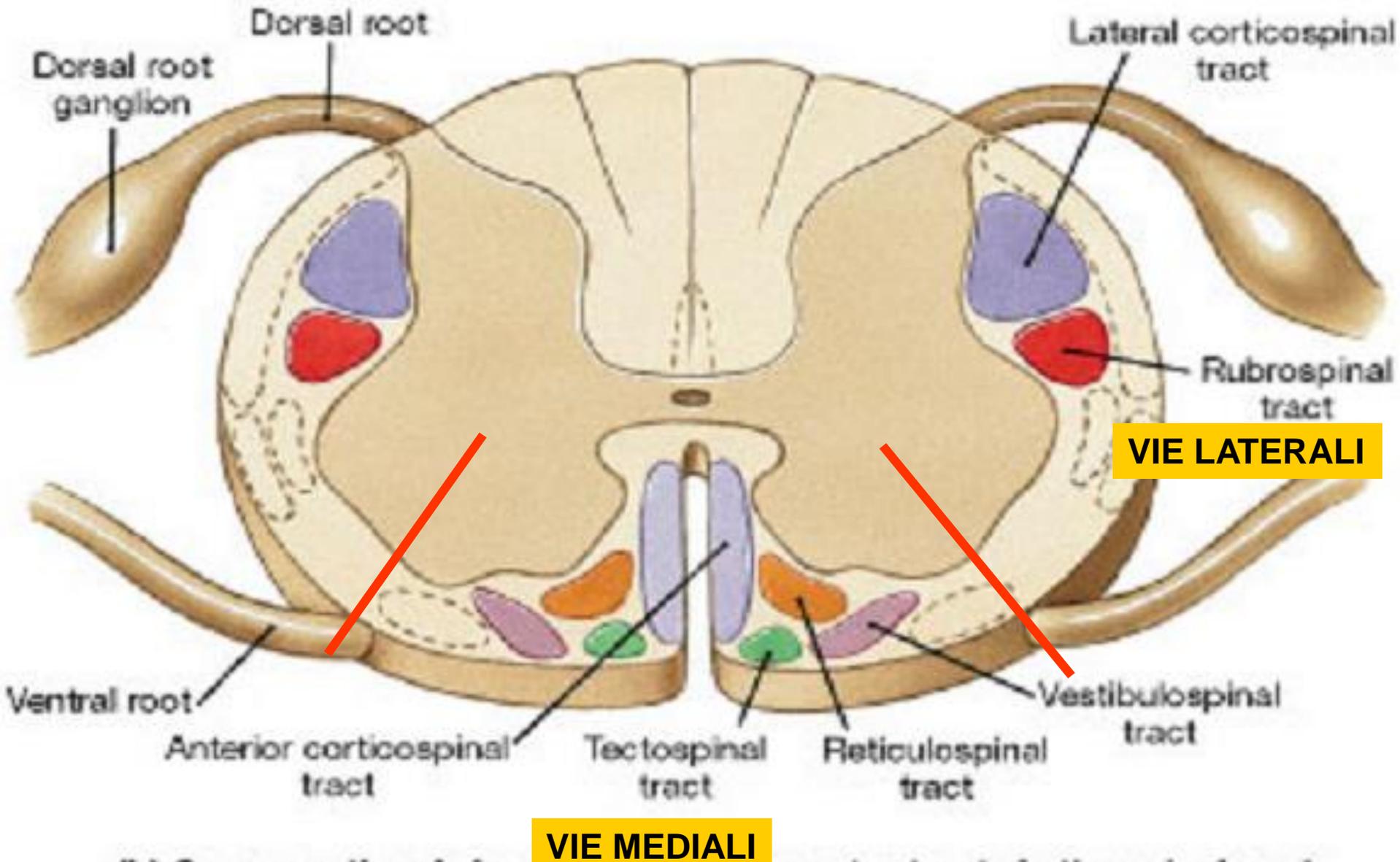
- Il tono posturale
- Abbiamo diverse vie di controllo per il mantenimento del tono posturale: queste vie utilizzano ingressi propriocettivi, visivi e vestibolari. Tali ingressi innescano risposte veloci ed accurate, utilizzando circuiti nervosi relativamente semplici.
  - Il principale riflesso spinale utilizzato per il mantenimento del tono posturale è il riflesso da stiramento (innervazione gamma).
- Vie di cruciale importanza per il controllo del tono posturale sono le vie **mediali** dal tronco dell'encefalo

# Vie motorie

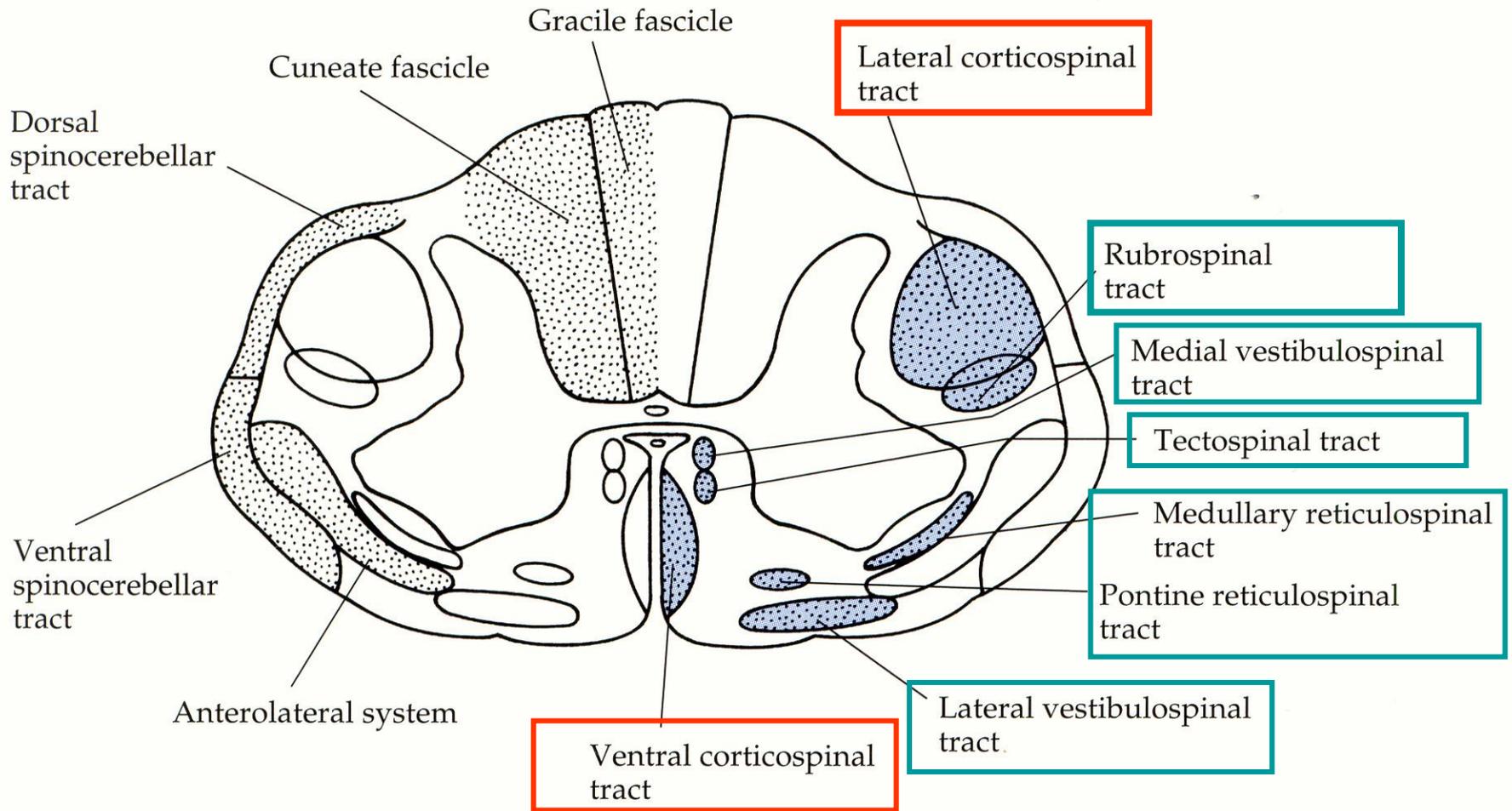
- Via Piramidale
- **Via Extrapiramidale**
  
- **Vie mediali**
- Vie laterali
  
- Via volontaria diretta
- **Via volontaria indiretta**
- **Via involontaria**

- *Via motoria volontaria diretta:*
- *Vie cortico nucleari e corticospinali (piramidali)*
- **Via motoria volontaria indiretta:**
- *Vie rubrospinali, reticolo spinali e vestibolooculari,*
- **Via motoria involontaria:**
- **Via vestibolospinale**

# FASCIO CPRTICOSPINALE LATERALE



(b) Cross-sectional view of descending motor tracts in the spinal cord



**Figure 10–5.** Schematic diagram of the spinal cord, indicating the locations of the ascending (*left*) and descending (*right*) pathways.

# Vie extrapiramidali

- Controllo bilaterale del tronco e delle radici degli arti

## 1) Fascio reticolospinale:

Controllo di movimenti automatici (mantenimento della postura, cammino, .....)

## 2) Fascio tettospinale:

Limitato al tratto cervicale del midollo. Controllo dei muscoli del collo, della spalla, della parte superiore del tronco per i movimenti della testa coordinati ai movimenti oculari

## 3) Fascio vestibolospinale:

Mantenimento dell'equilibrio con azione prevalente sui muscoli del collo, del tronco e dell'arto inferiore

# Vie motorie volontarie indirette

## Vie Extrapiramidali

- **Fascio Reticolospinale**
- Presenti 2 componenti: pontoreticolospinale (mediale) e bulboreticolospinale (laterale)
- Si tratta di una via + antica per il controllo delle parti prossimali degli arti e del tronco
- Ha una forte influenza sul tono muscolare e sulle caratteristiche dei riflessi
- La parte **pontina** ha un'azione facilitatoria sul tono e l'attività dei muscoli **antigravitari**, quella **bulbare** **inibitoria**
- Principalmente controlla il tono degli estensori
- non decussa
- Controlla riflessi ipsilaterali

# Vie motorie involontarie

## Vie Extrapiramidali

- **Fascio Vestibolospinale**

- Non soggetta a controllo cerebrale, bensì **cerebellare** (vestibolocerebello); reca al corpo le elaborazioni di informazioni nate nell'apparato vestibolare, quindi regola la posizione del corpo in funzione degli spostamenti nello spazio
- Componente **mediale** per il controllo dei movimenti di testa e collo (e quelli oculari via FLM)
- componente **laterale** per regolare il tono dei muscoli antigravitari.
- Controlla la muscolatura ipsilaterale in risposta all'informazione vestibolare

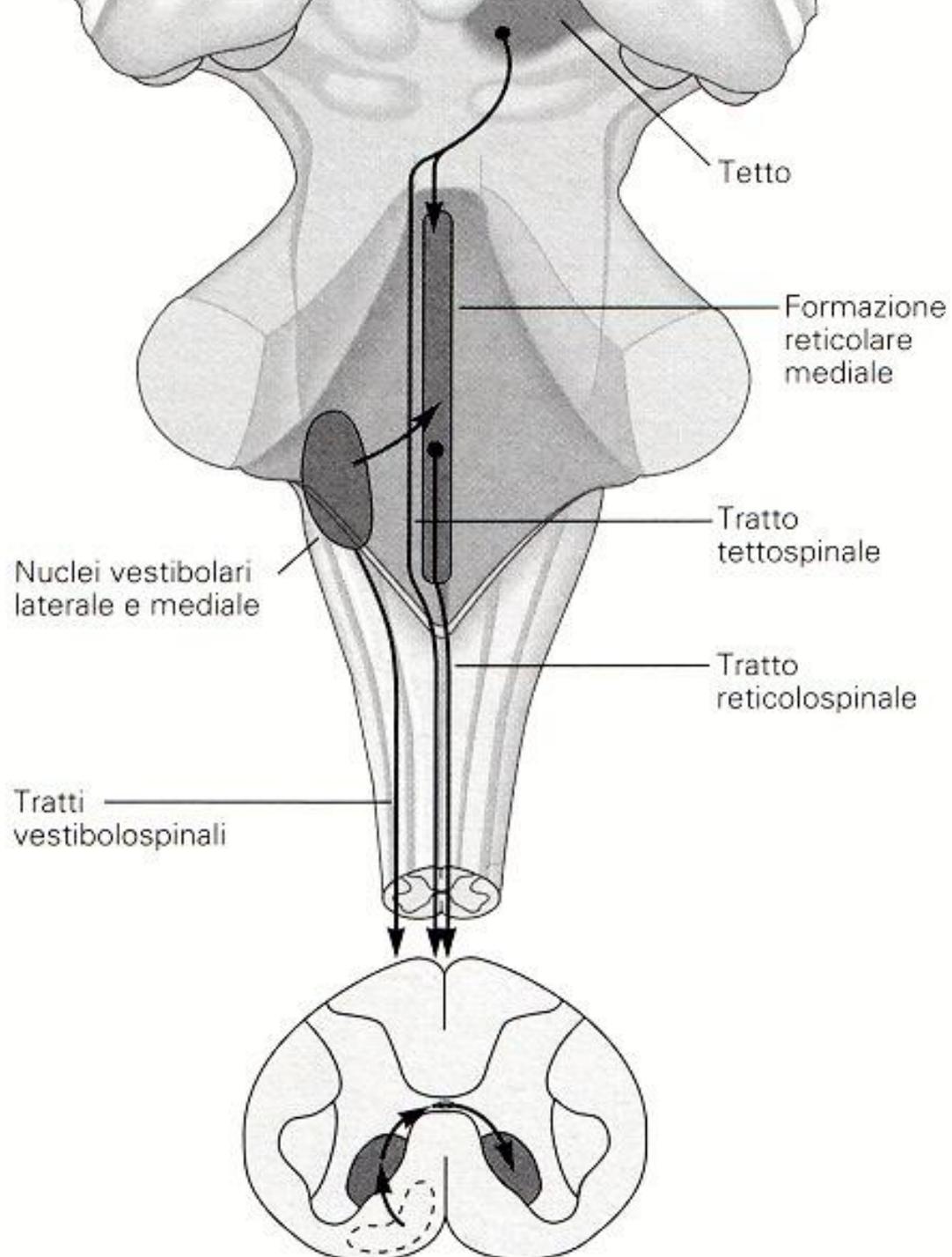
# Vie motorie volontarie indirette

## Vie Extrapiramidali

- **Fascio Tettospinale**

Limitato al tratto cervicale del midollo.

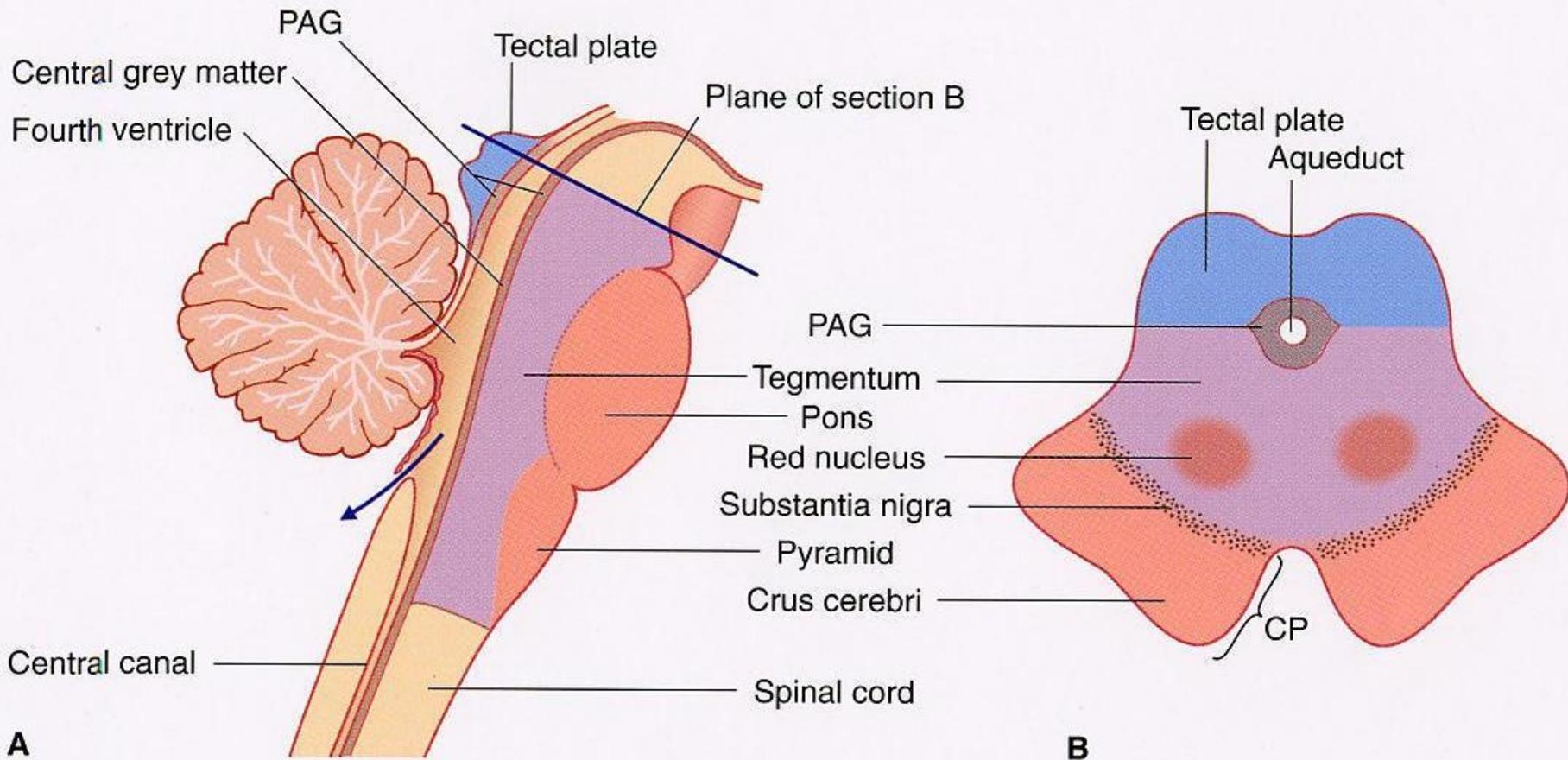
Controllo dei muscoli del collo, della spalla, della parte superiore del tronco per i movimenti della testa coordinati ai movimenti oculari, in risposta a stimoli visivi ed acustici (collicolo sup ed inf)

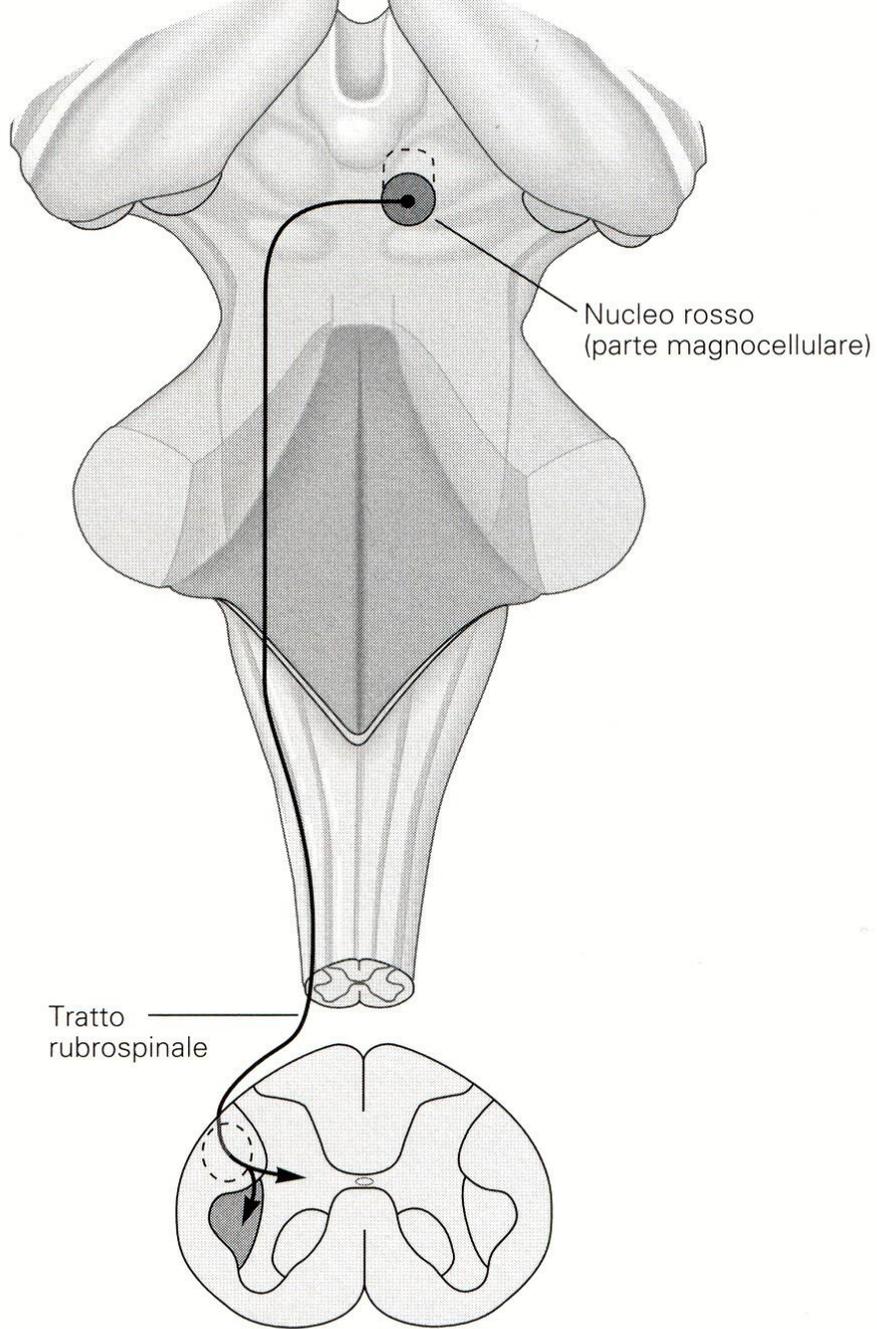


# **Vie motorie volontarie indirette**

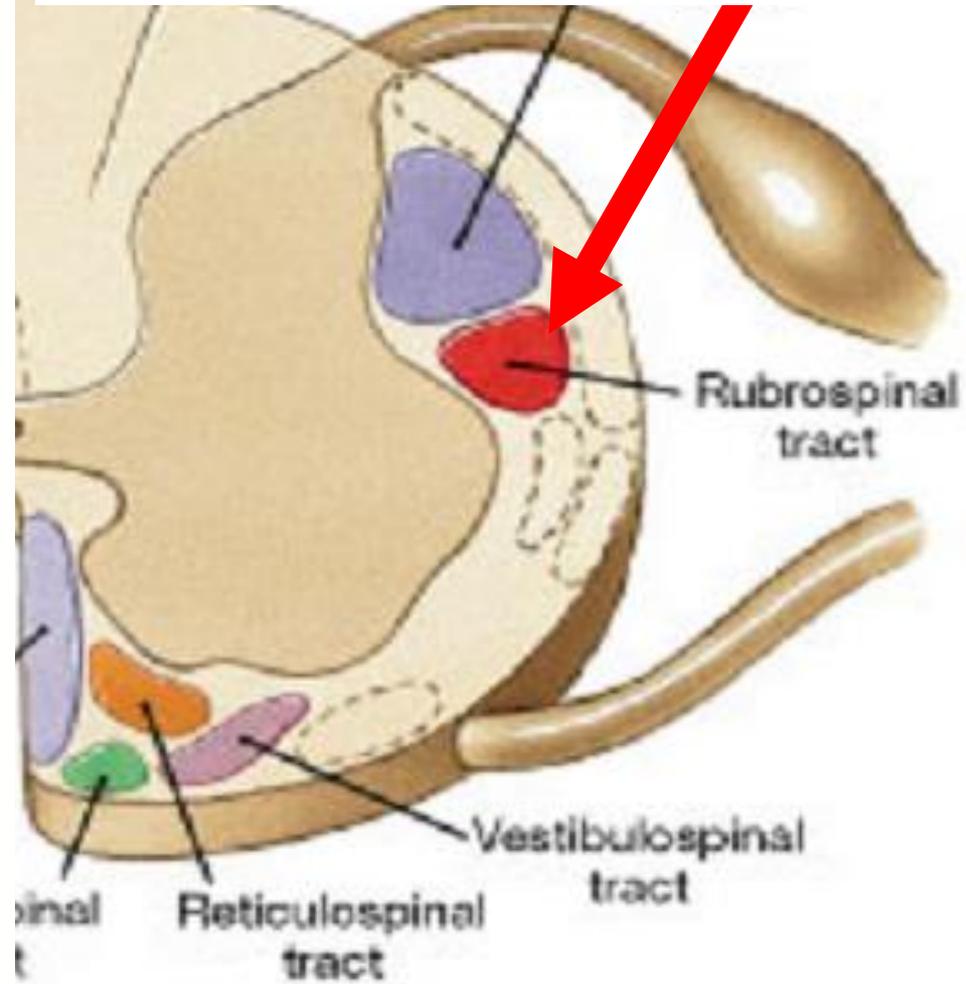
## **Vie Extrapiramidali**

- **Fascio Rubrospinale (vie laterali)**
  - Controlla probabilmente arto superiore fino al polso, importante per la regolazione dei movimenti di flessione, in opposizione all'apparato vestibolare
  - decussa





# FASCIO RUBROSPINALE



descending motor tracts in the spinal cord

della sostanza grigia del midollo spinale.

# Fasci discendenti laterali del tronco encefalico e della corteccia cerebrale

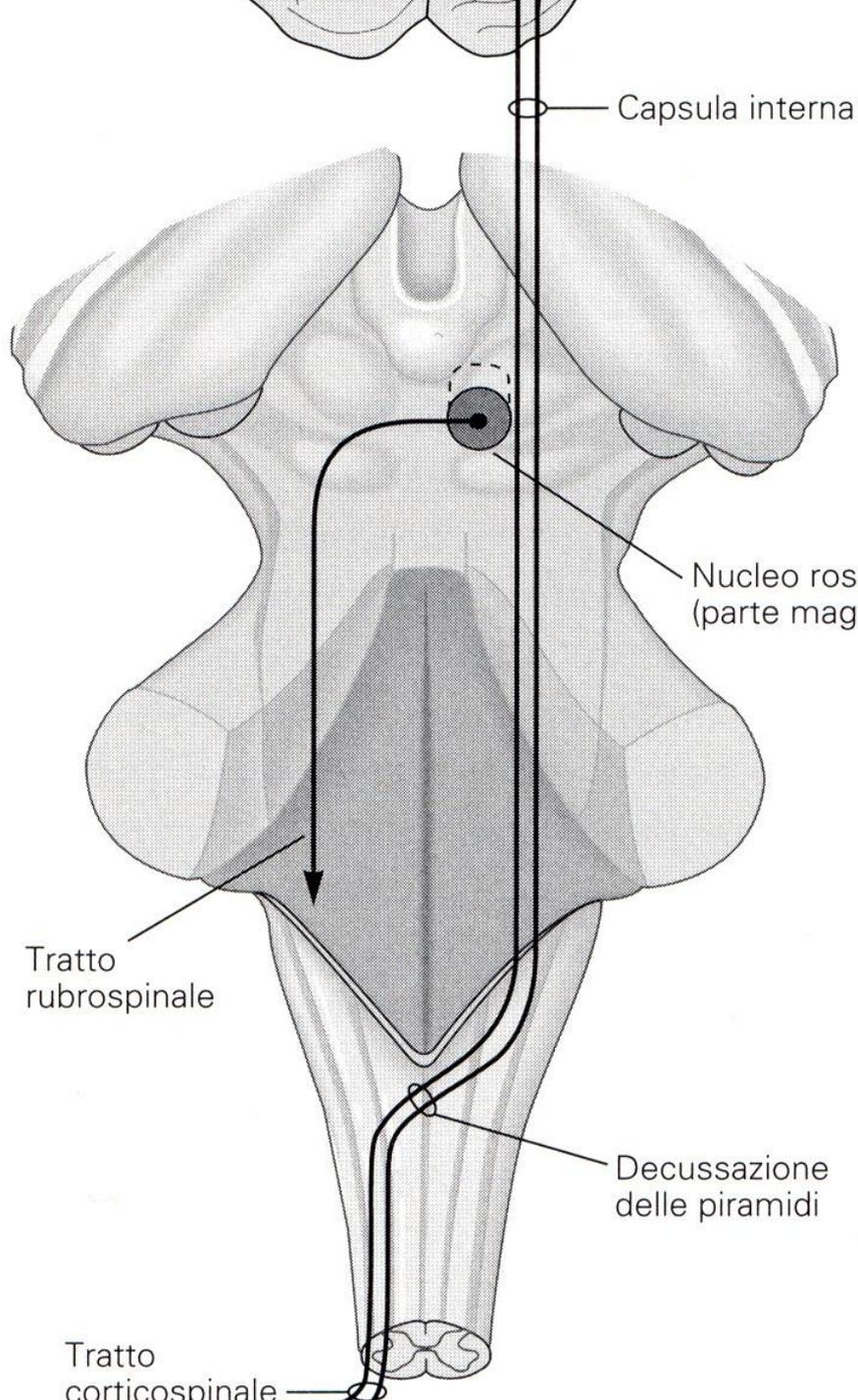
- Organizzazione somatotopica
- Decussazione (innervazione della muscolatura controlaterale)

## 1. Fascio corticospinale laterale:

- Decussazione nel bulbo
- Controllo dei muscoli delle porzioni distali degli arti

## 2. Fascio rubrospinale:

- Decussazione nel mesencefalo
- Limitato al midollo cervicale, termina nella porzione dorsolaterale del corno anteriore. Controllo dei muscoli dell'arto superiore



Vie discendenti laterali della corteccia cerebrale

1 fascio

- Fascio corticospinale laterale

Vie discendenti laterali del tronco dell'encefalo

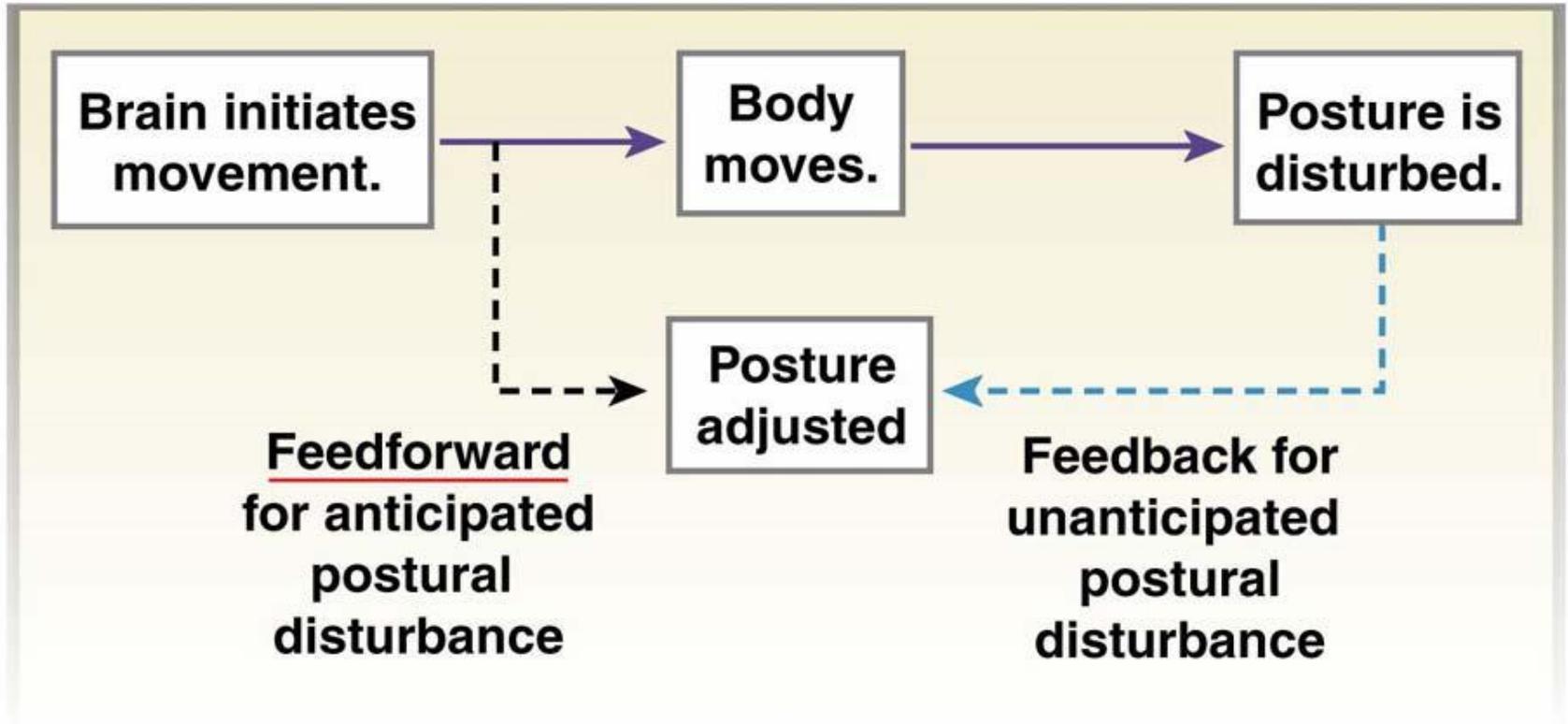
1 fascio

- Rubrospinale

# Il movimento volontario

- Il movimento volontario richiede la funzione della corteccia motoria e delle vie corticospinali. Il movimento volontario ha un piano motorio, una elaborazione interna del movimento che può essere eseguito anche con muscoli diversi.

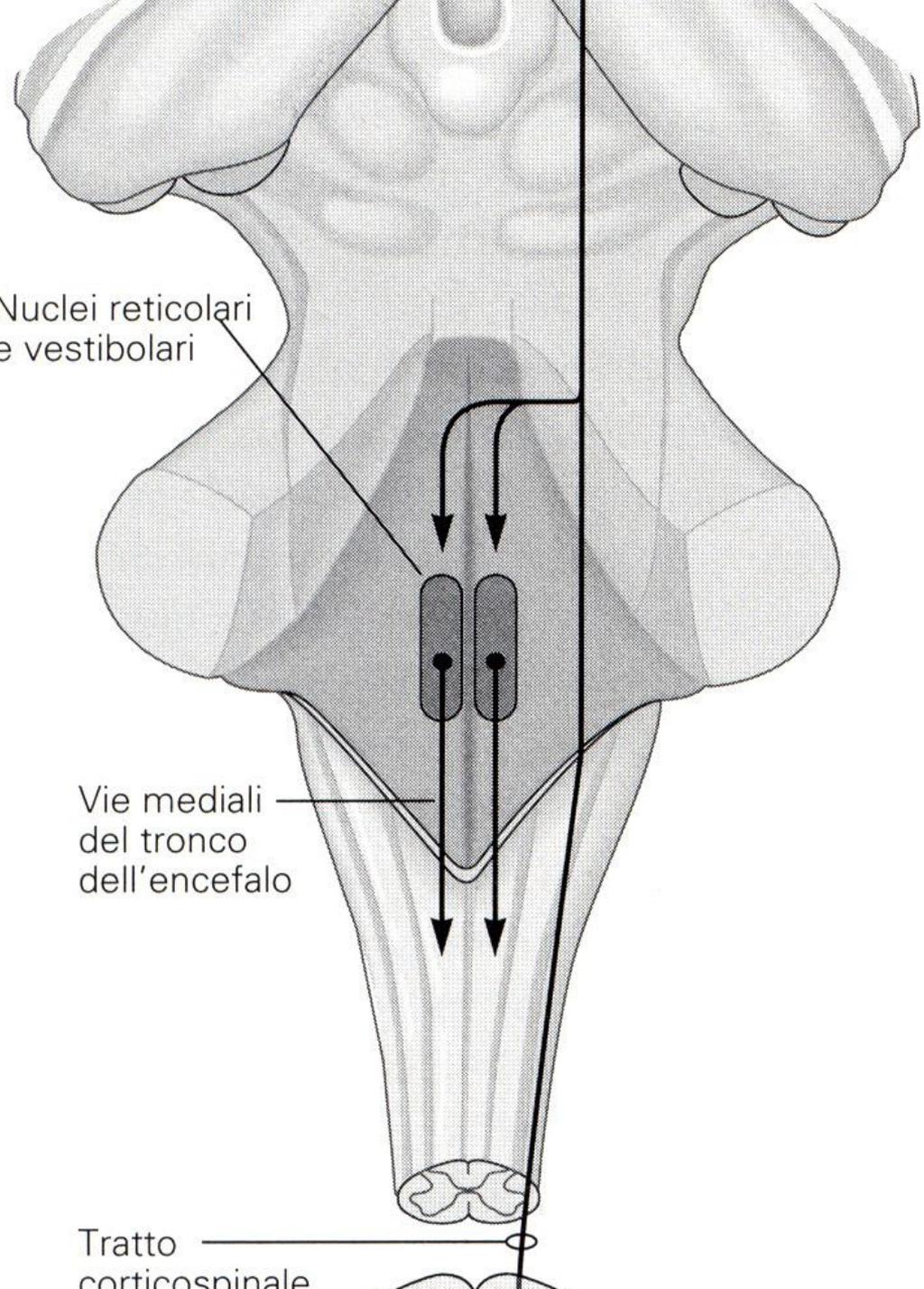
- Il comando alle vie corticospinali verso la muscolatura distale si accompagna al comando verso i sistemi posturali, per l'aggiustamento della postura necessario a mantenere l'equilibrio durante un movimento (feedforward control).
- Cambiamenti inattesi della postura sono compensati dai sistemi posturali(feedback control)



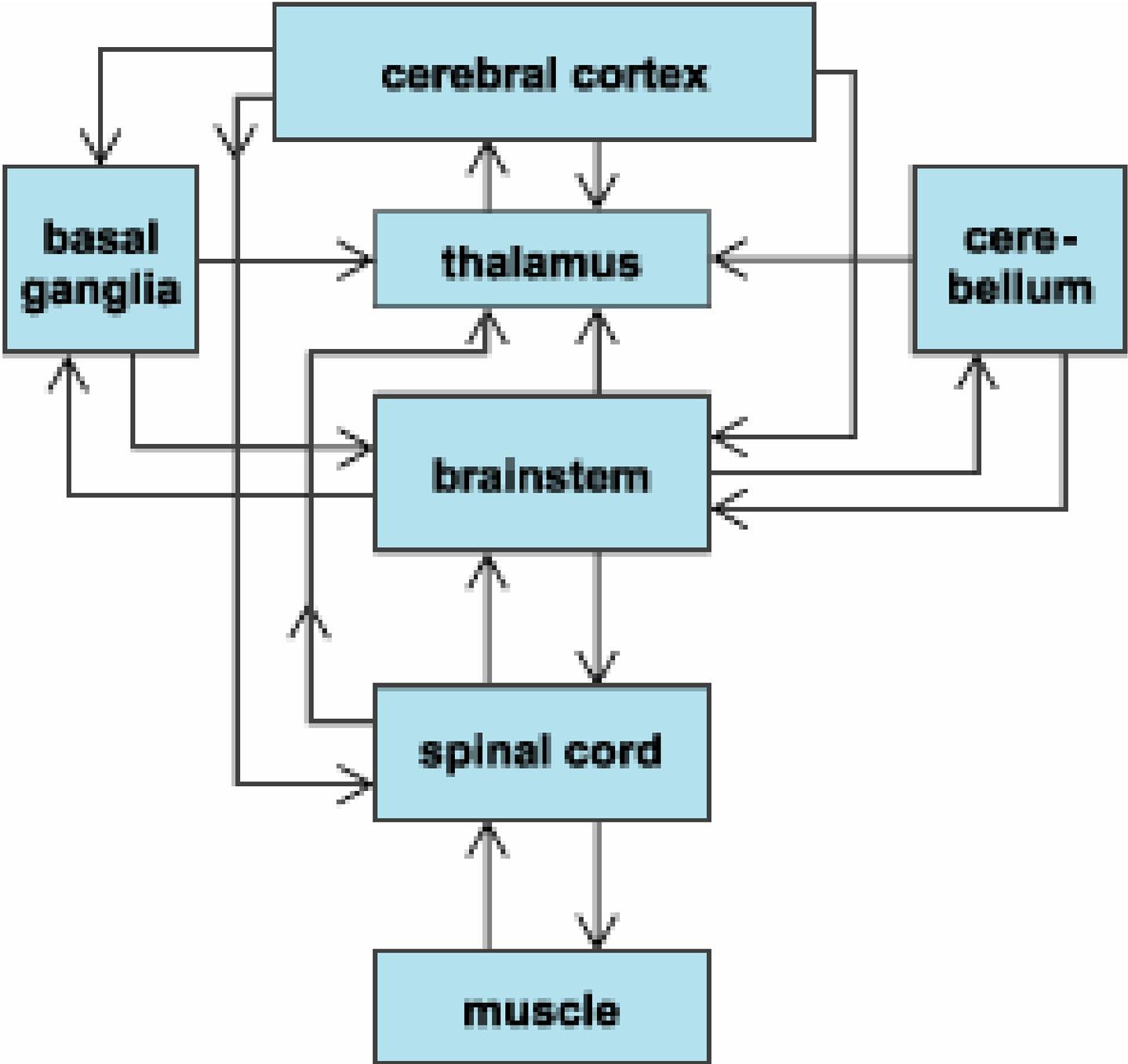
Nuclei reticolari e vestibolari

Vie mediali del tronco dell'encefalo

Tratto corticospinale



- Il sistema motorio comprende diverse vie parallele con organizzazione gerarchica.
- La “via finale comune” è costituita dai motoneuroni spinali.
- Il primo livello di controllo è costituito dai riflessi nel midollo spinale stesso
- Il secondo dai nuclei del tronco dell'encefalo
- Il terzo dalla corteccia motoria primaria
- Il quarto alle altre aree motorie corticali
- A questi controlli si aggiungono quelli esercitati dal cervelletto e dai nuclei della base

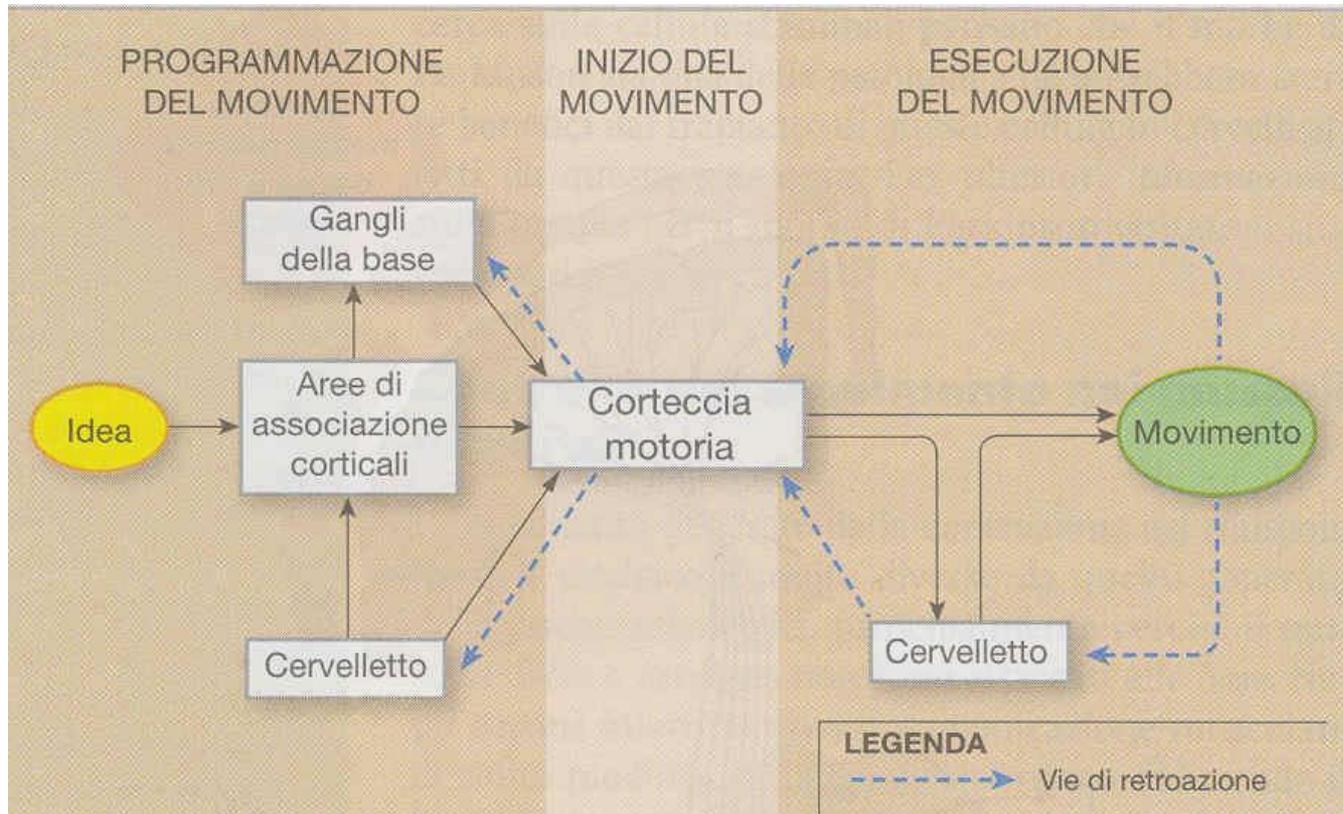


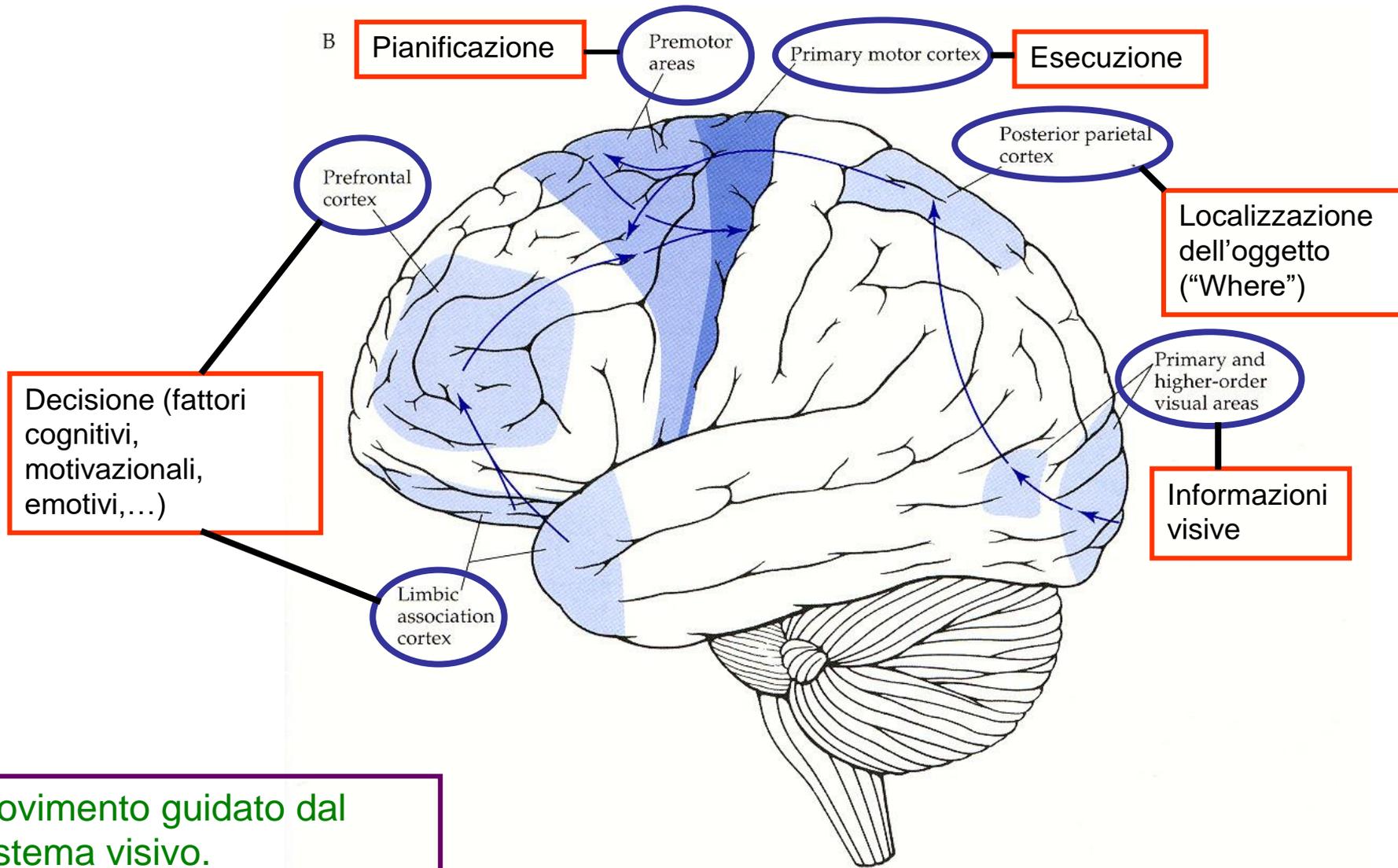
# Movimenti volontari

Richiedono una coordinazione tra corteccia cerebrale, cervelletto e gangli della base

Si distinguono tre tappe:

- 1) Decidere e progettare il tipo di movimento
- 2) Iniziare il movimento (corteccia cerebrale)
- 3) Eseguire il movimento





Movimento guidato dal sistema visivo.  
 Esempio: afferrare un oggetto

Figure 10-1 (continued). B. Key cortical regions for controlling movement. The limbic and prefrontal association areas are involved in the initial decision to move, in relation to motivational and emotional factors. In reaching to grasp an object, the visual areas process information about the location and shape of the object. This information is transmitted, via the posterior parietal lobe, to the premotor areas, which are important in movement planning. From there, information is transmitted to the primary motor cortex, from which descending control signals are sent to the motor neurons.

- **Via motoria volontaria diretta:**
- **Vie corticonucleari e corticospinali (piramidali)**

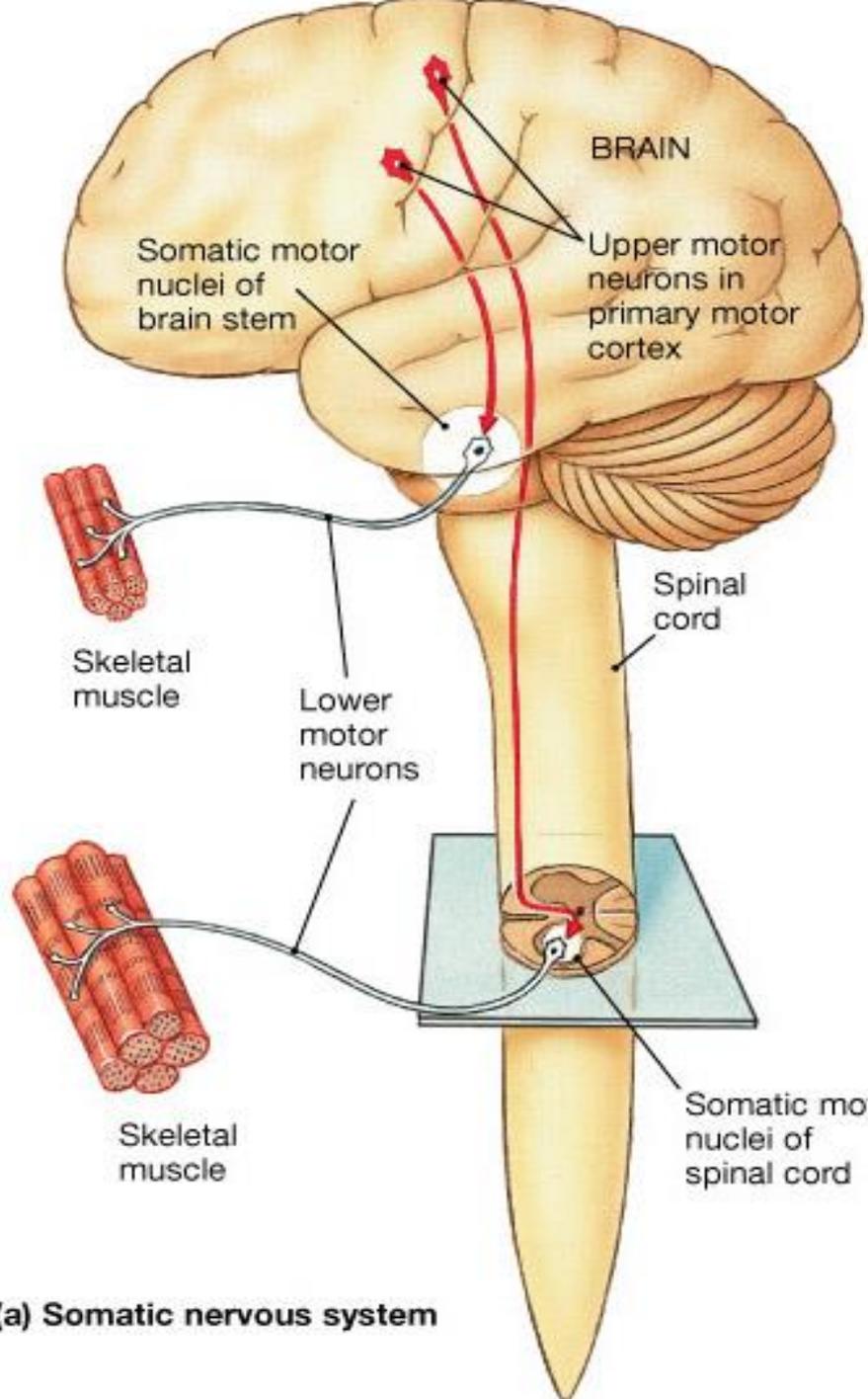
# Via motoria volontaria diretta

- **Tratto Corticonucleare**

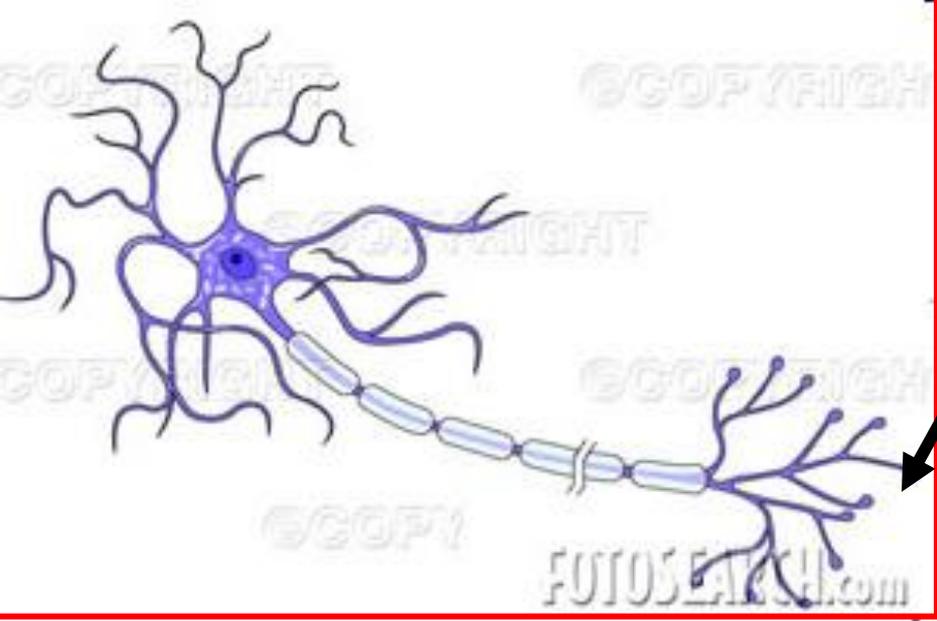
- Coinvolge N III, IV, V, VI, VII, X, XI, XII
- Occhio, faccia, masticazione collo, fonazione deglutizione movimenti della lingua

- **Tratto Corticospinale**

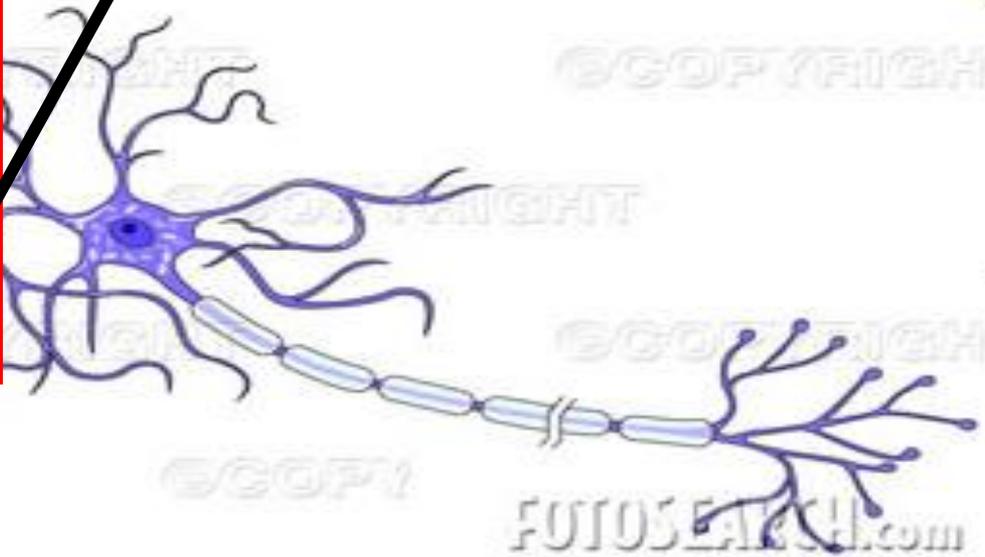
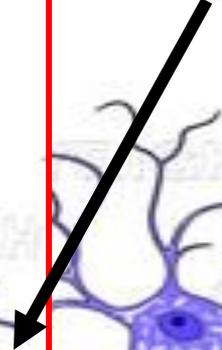
- **corticospinale Laterale**
  - Controlla **movimenti degli arti**
- **corticospinale Anteriore**
  - Controlla **movimenti del tronco**



(a) Somatic nervous system

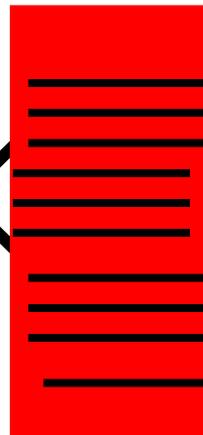
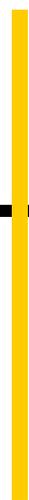
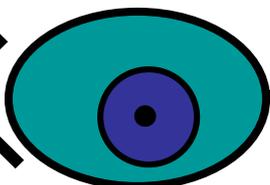
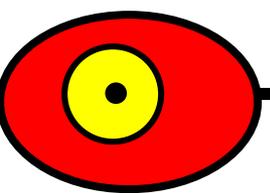


**SINAPSI**



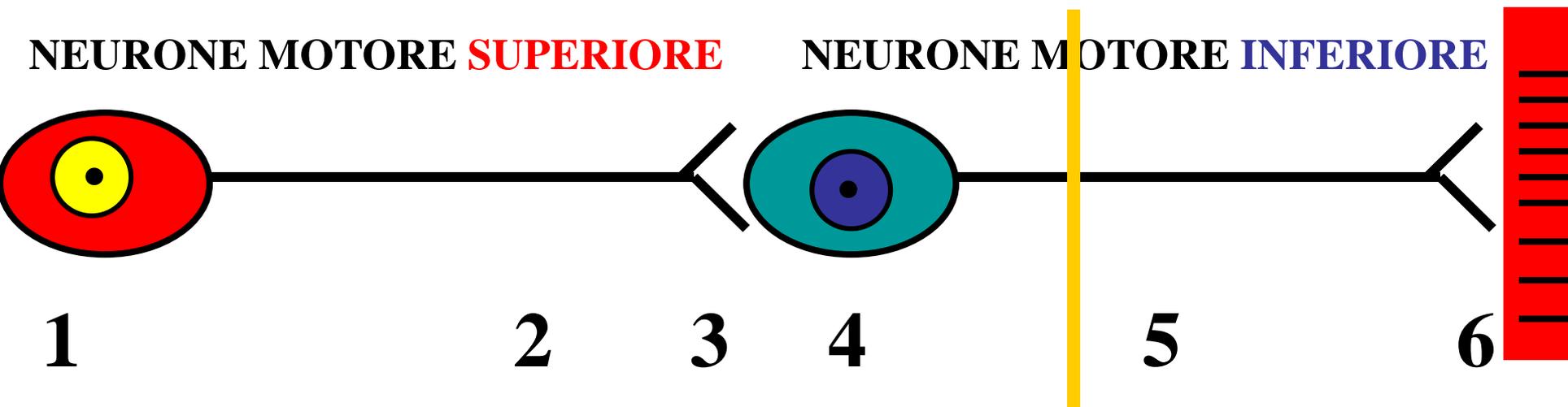
**NEURONE MOTORE SUPERIORE**

**NEURONE MOTORE INFERIORE**

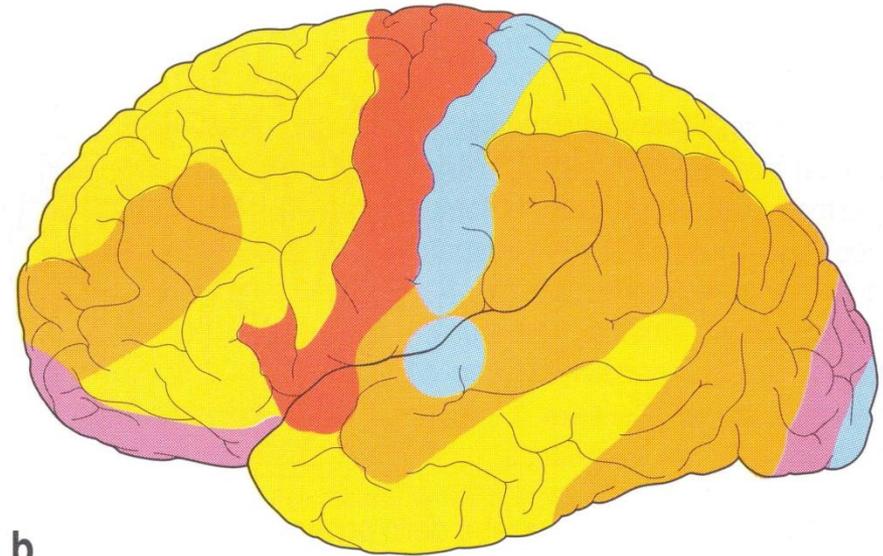
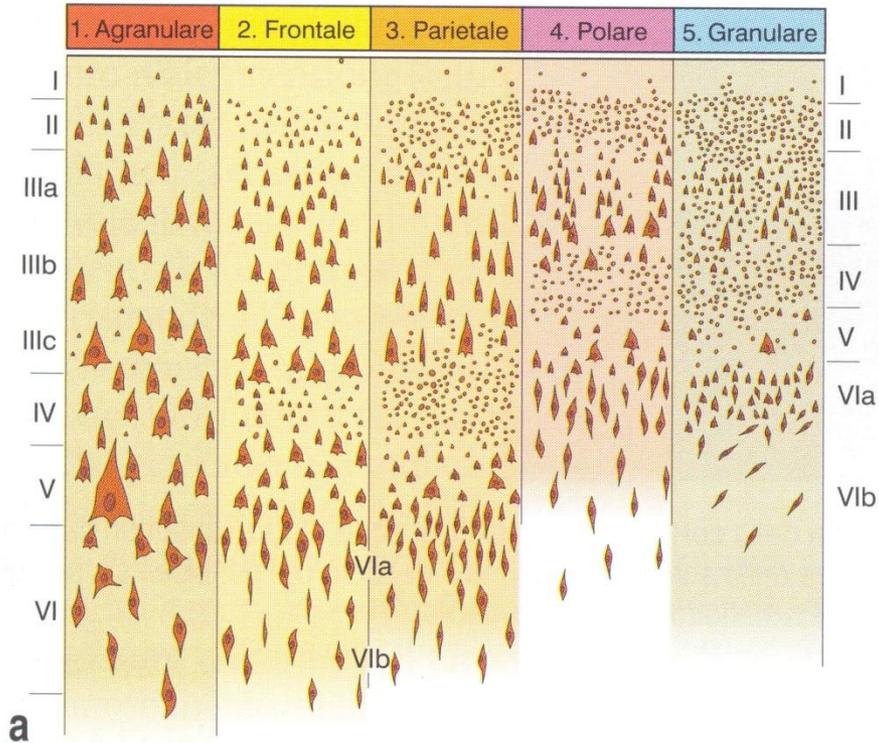


**DOVE CI TROVIAMO?**

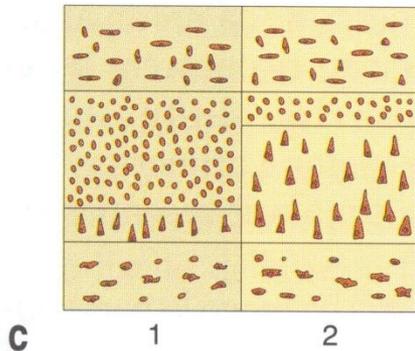
- 1 Corteccia cerebrale (AM 1°)
- 2 Decorso dell'assone
- 3 sinapsi sul 4 corpo cellulare nel MS o tronco encefalico
- 5 decorso dell'assone
- 6 unità motoria e giunzione neuromuscolare



Isocorteccia

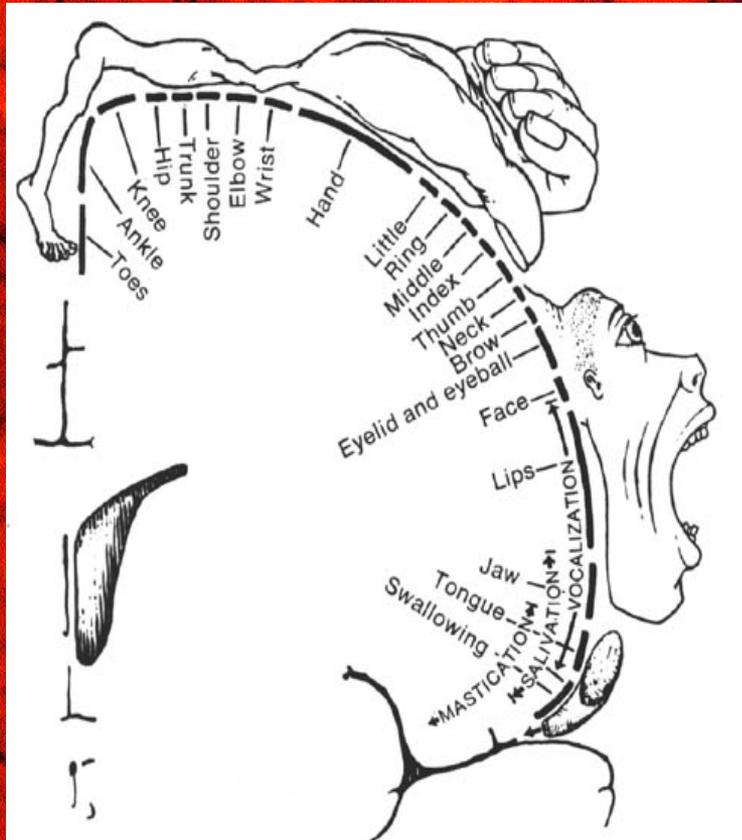


Allocorteccia



**Fig. 14.38** - Principali tipi di isocorteccia e allocorteccia e la loro distribuzione. Nella figura **a** sono illustrati i cinque principali tipi di neocorteccia: agranulare (1), tipo frontale (2), tipo parietale (3), tipo polare (4) e granulare (5). Nella figura **b** è invece rappresentata la distribuzione dei cinque tipi. Nella allocorteccia (**c**) le cellule piramidali e quelle a struttura granulare sono distribuite in regioni diverse. **1**, Giro dentato (con prevalenza di granuli); **2**, ippocampo ventrale (con prevalenza di cellule piramidali).

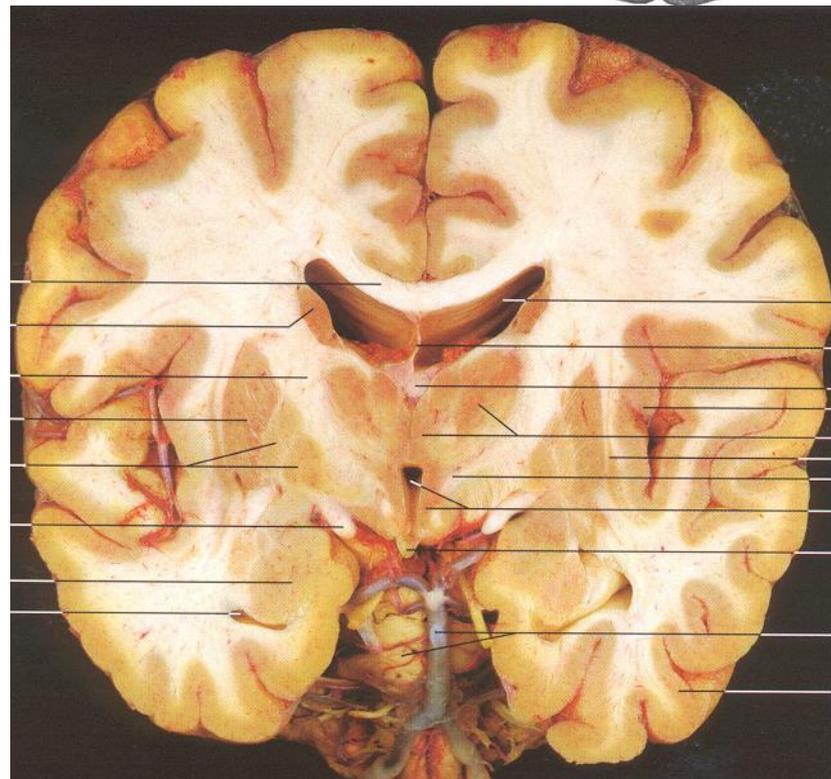
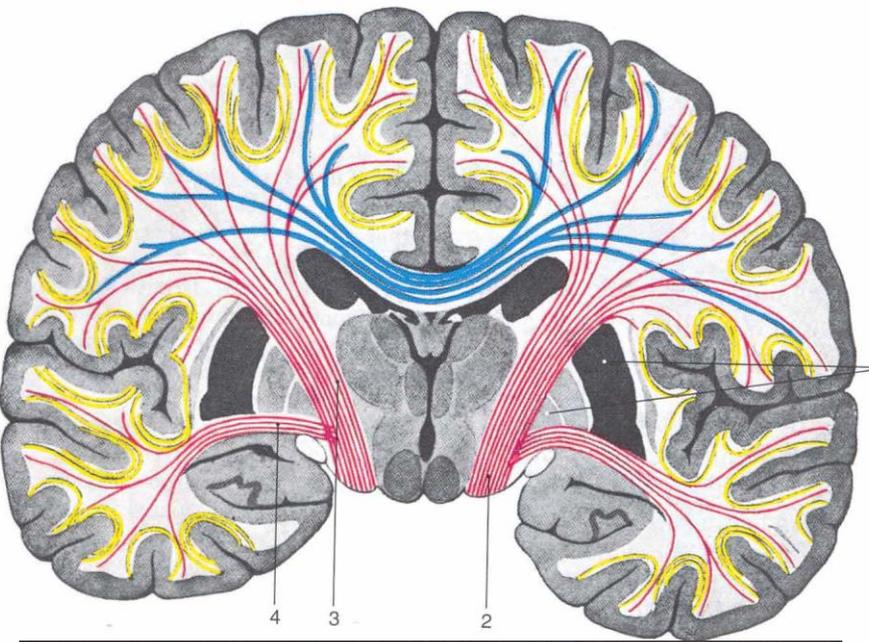
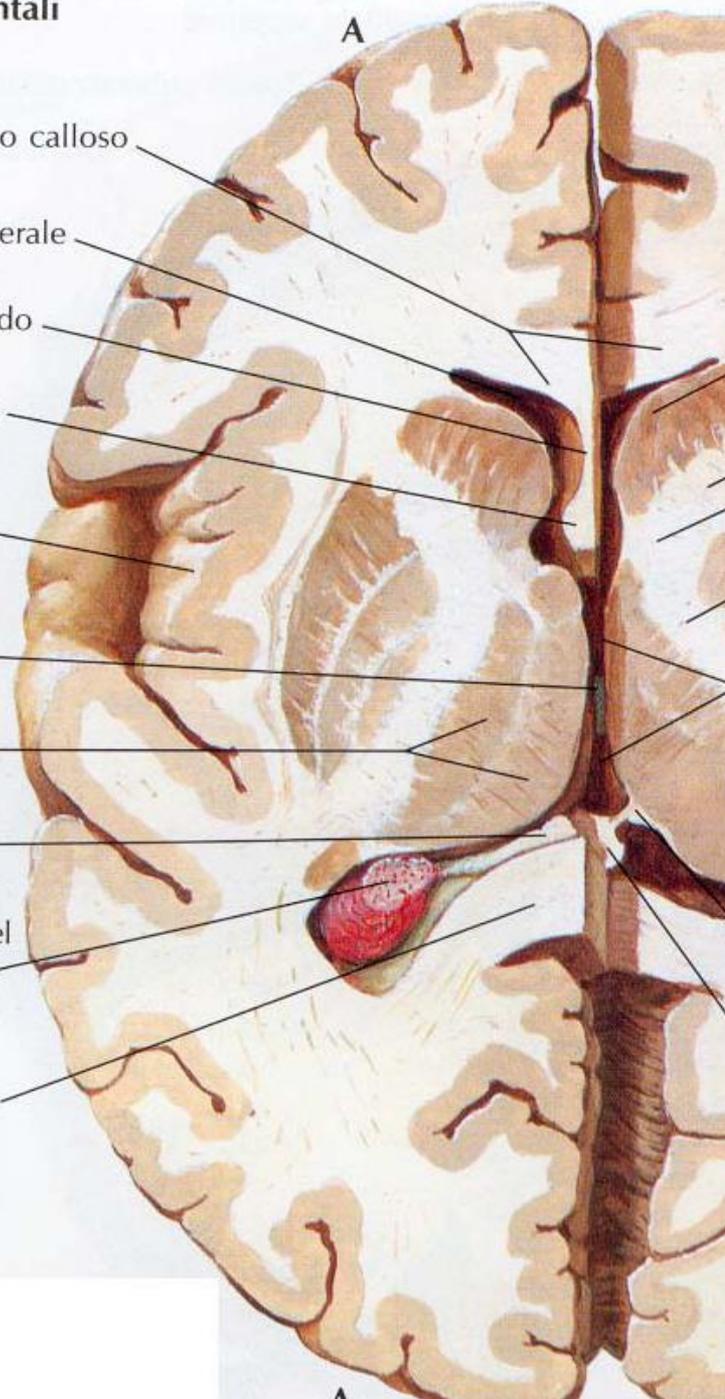
# Motor Homunculus

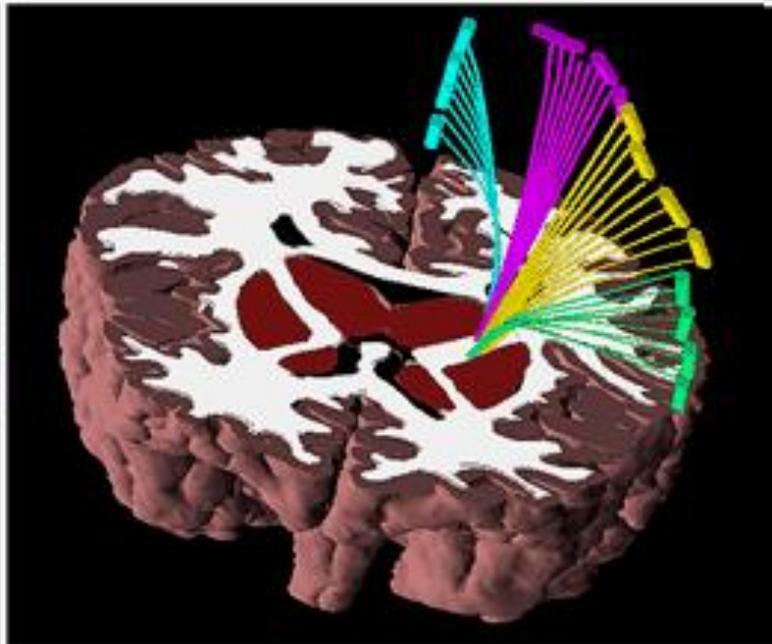
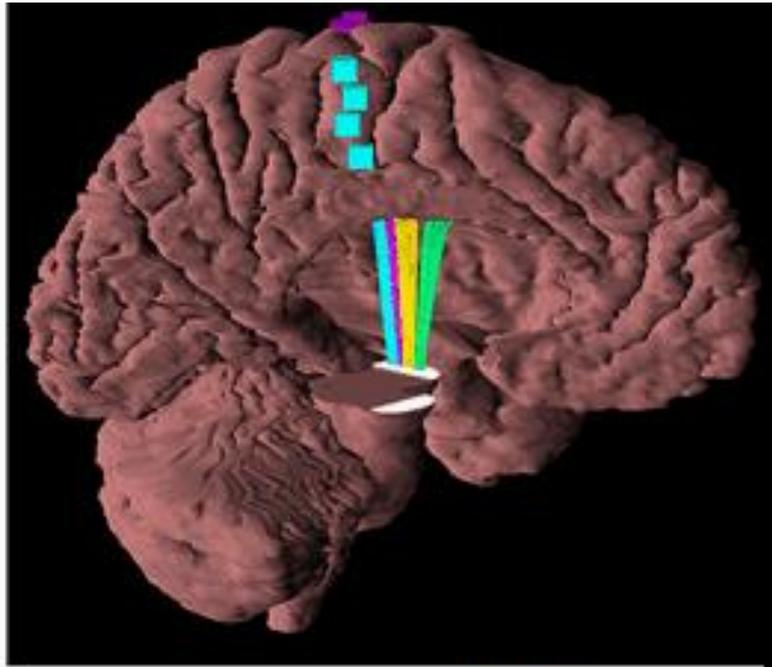
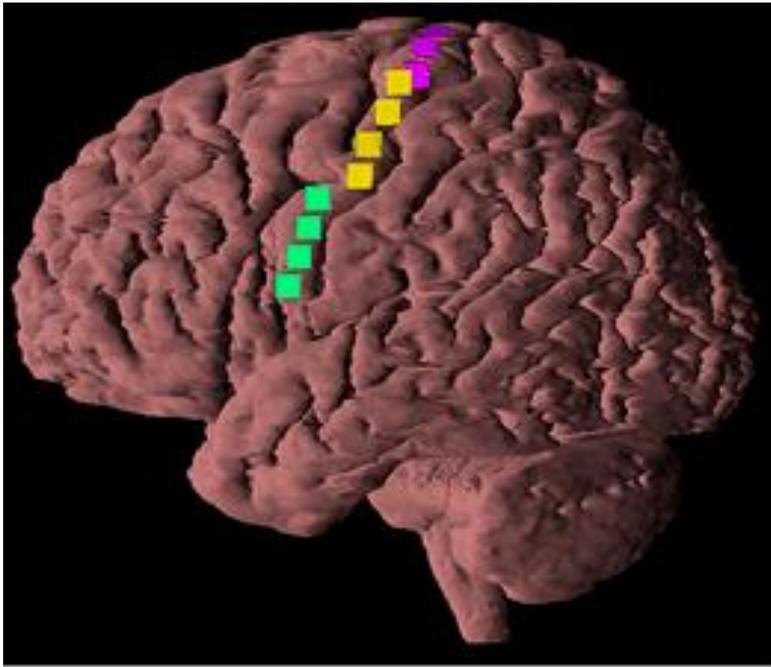


# Sezioni orizzontali del cervello

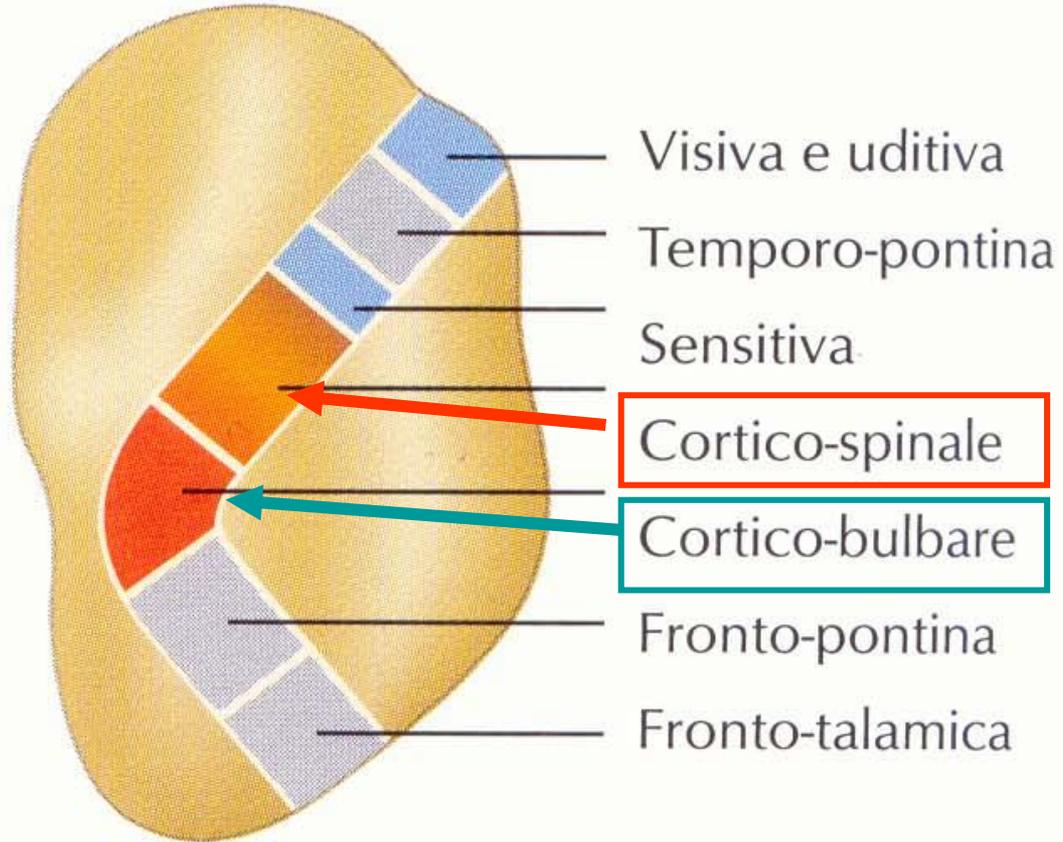
A

- Ginocchio del corpo calloso
- Ventricolo laterale
- Setto pellucido
- Colonna del fornice
- Lobo dell'insula (o isola del Reil)
- Aderenza intertalamica
- Talamo
- Gamba del fornice
- Plesso corioideo del ventricolo laterale
- Splenio del corpo calloso





Posteriore



Visiva e uditiva

Temporo-pontina

Sensitiva

Cortico-spinale

Cortico-bulbare

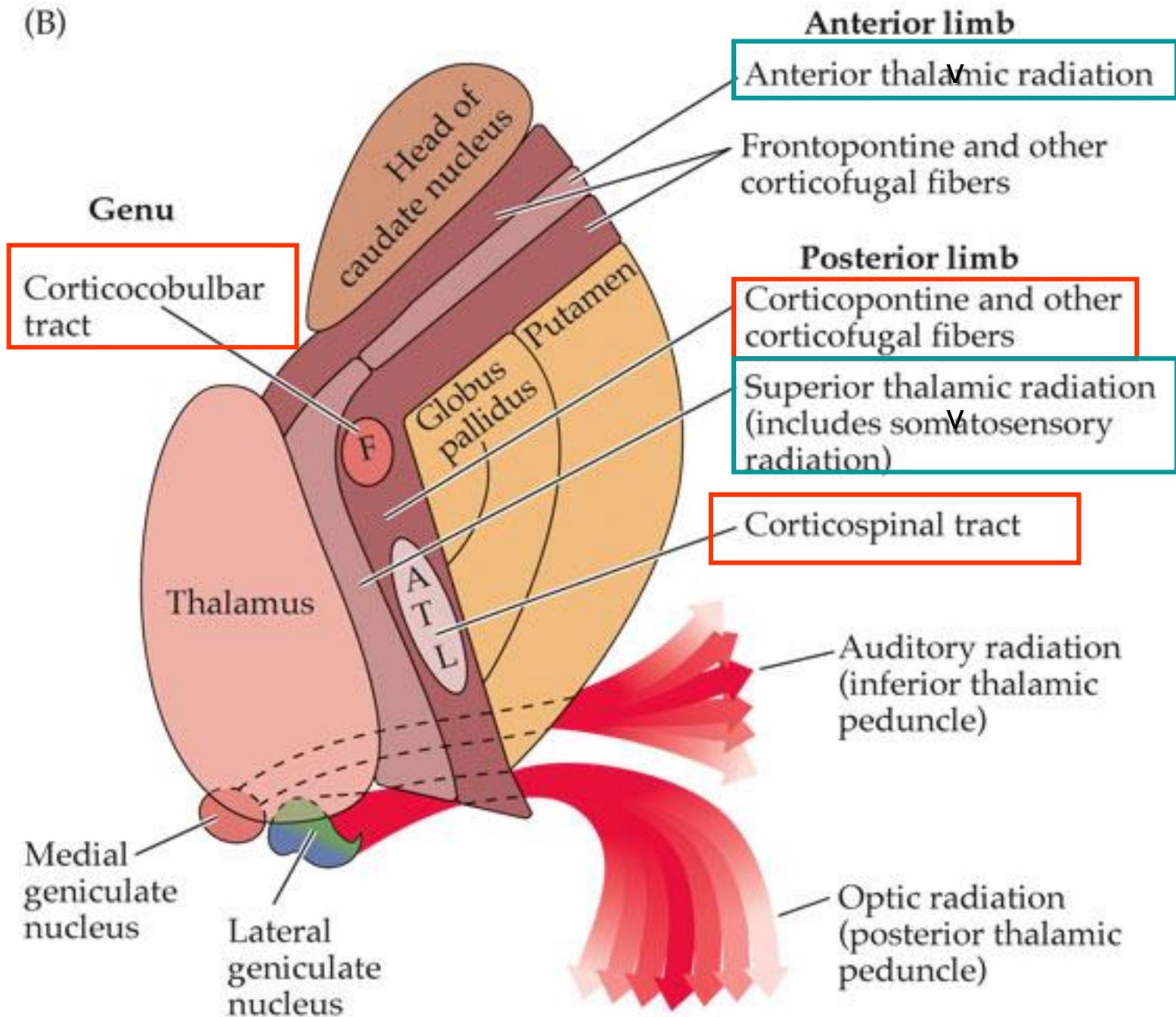
Fronto-pontina

Fronto-talamica

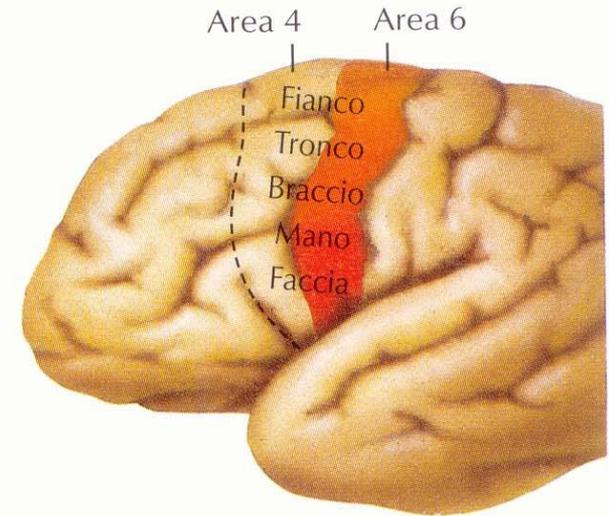
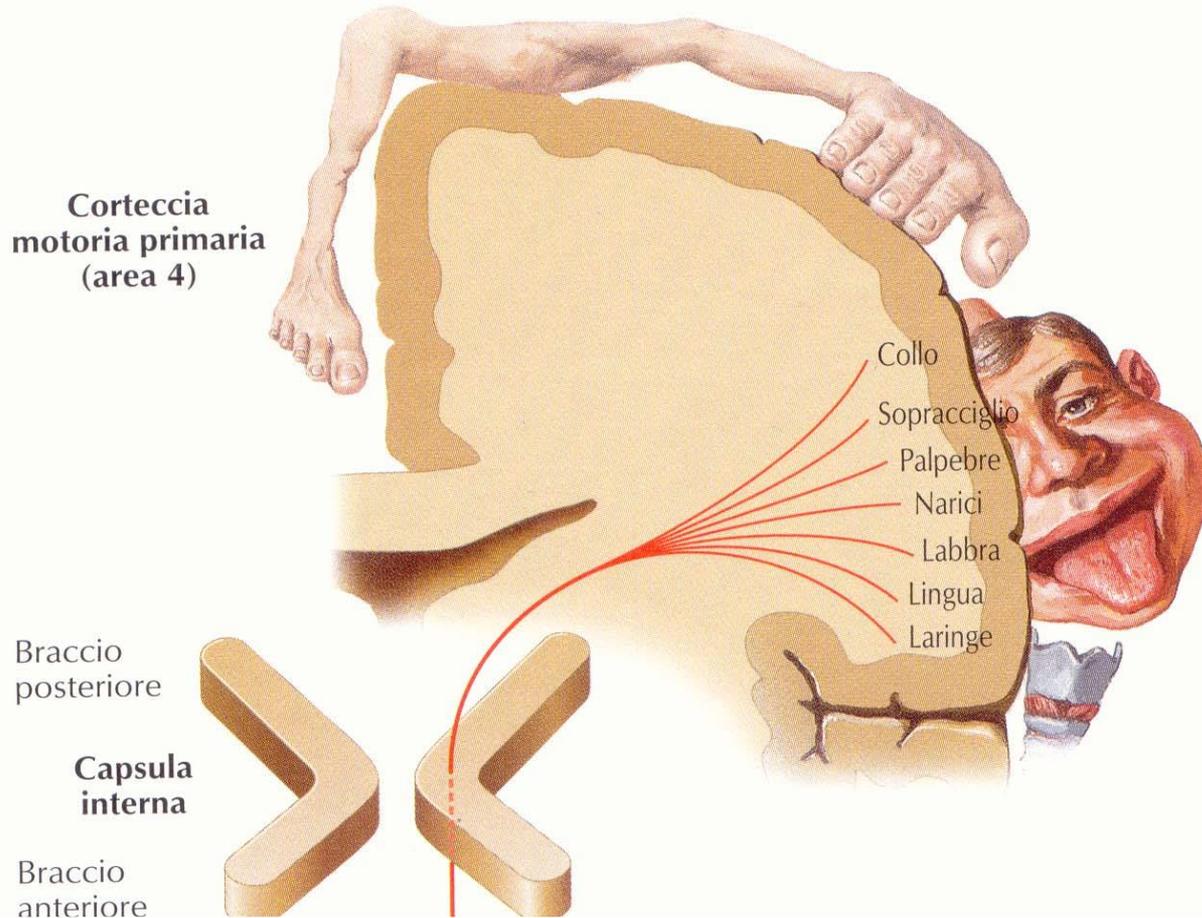
Anteriore

Sezione trasversale  
attraverso la capsula  
interna, che mostra  
la localizzazione  
delle vie principali

(B)



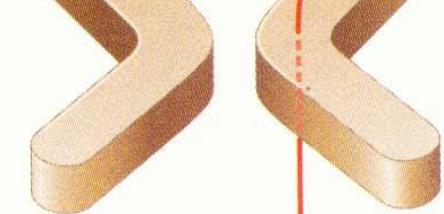
# Componente cortico nucleare



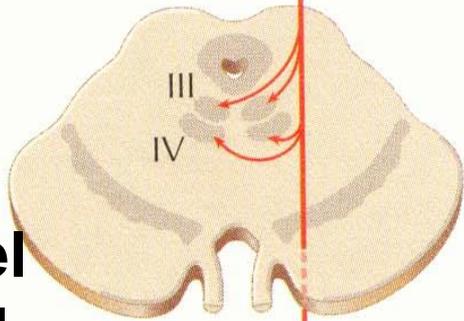
Veduta laterale della corteccia cerebrale che mostra le proiezioni topografiche dei centri motori sul giro precentrale e sulle cortecce premotoria e accessoria

Capsula interna

Braccio anteriore

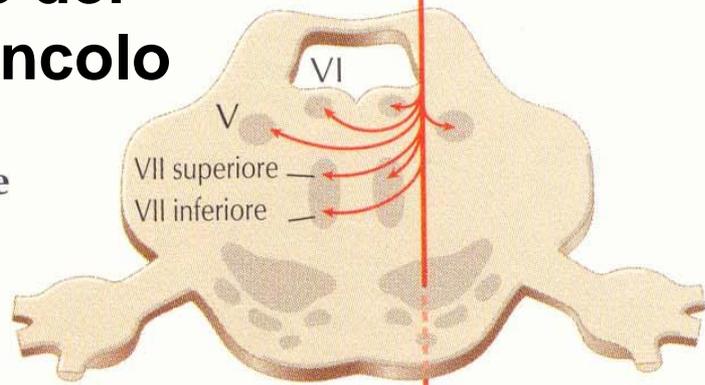


Mesencefalo

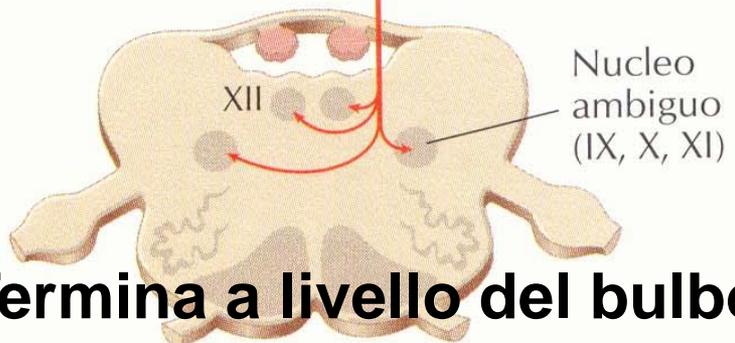


**Passa nel piede del peduncolo**

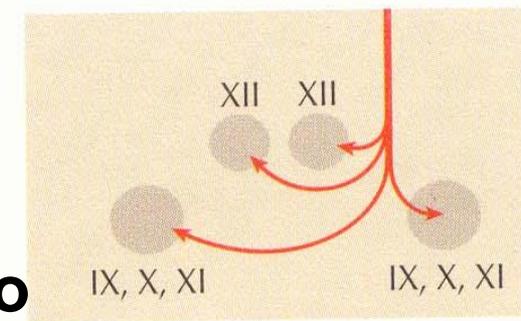
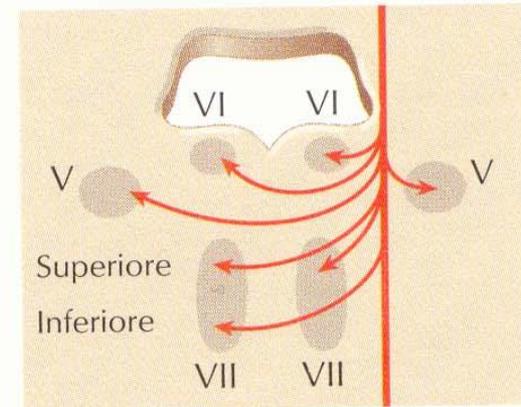
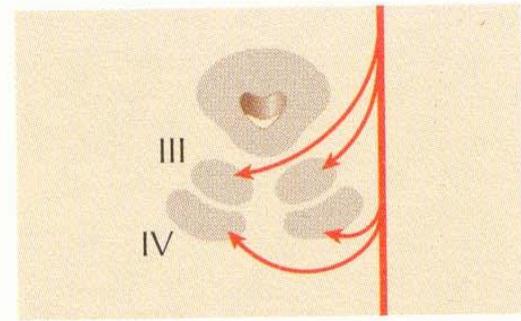
Ponte



Bulbo



**Termina a livello del bulbo**



III (omolaterale e controlaterale)

IV (omolaterale e controlaterale)

VI (omolaterale e controlaterale)

V (omolaterale e controlaterale)

VII alla parte superiore del ponte (omolaterale e controlaterale)

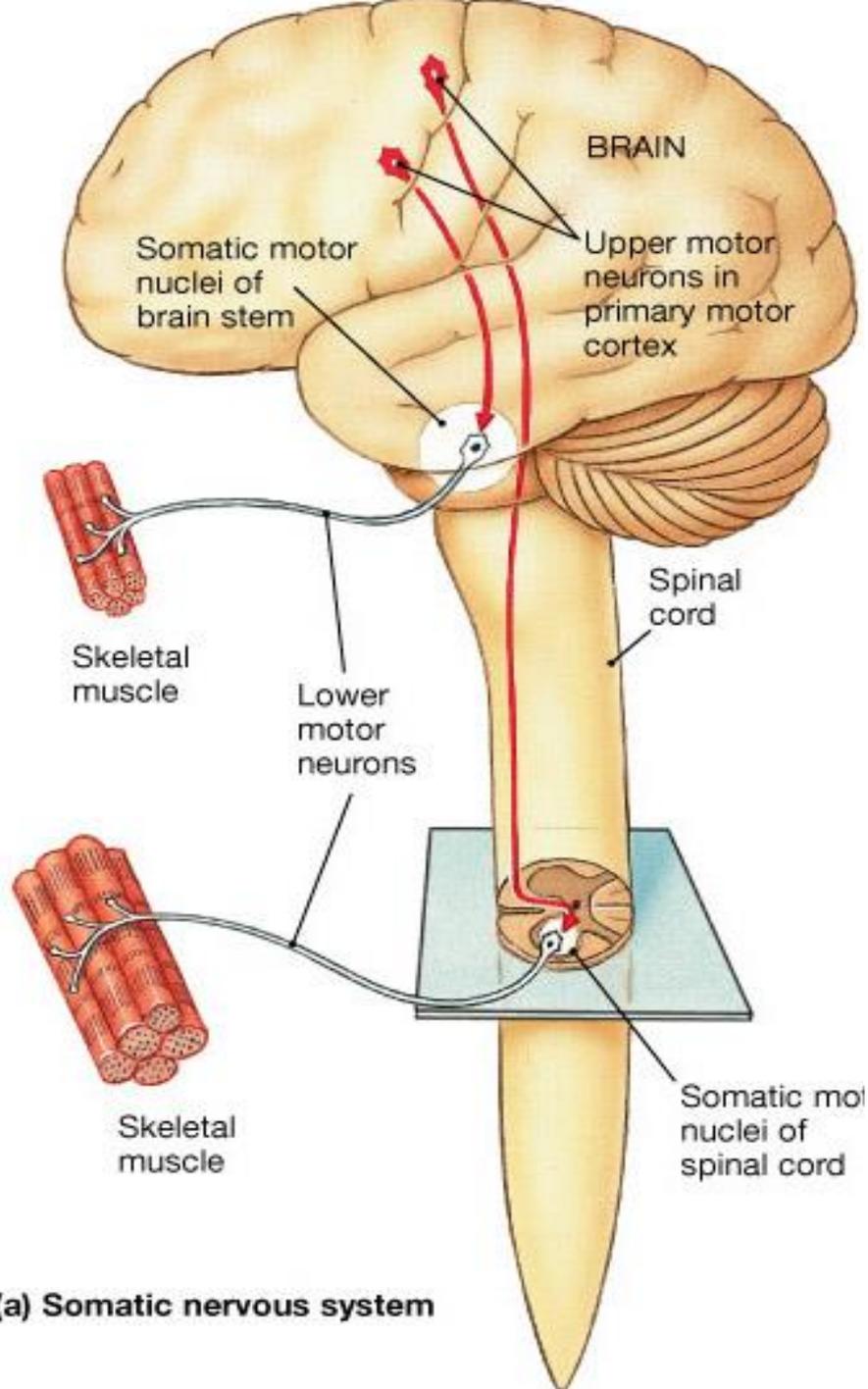
VII alla parte inferiore del ponte (solo controlaterale)

XII (omolaterale e controlaterale)

IX, X e XI (omolaterale e controlaterale)

# Componente cortico spinale

# Via motoria volontaria diretta



- *Tratto Corticonucleare*

- *Coinvolge N III, IV, V, VI, VII, X, XI, XII*
- *Occhio, faccia, masticazione collo, fonazione deglutizione movimenti della lingua*

- **Tratto Corticospinale**

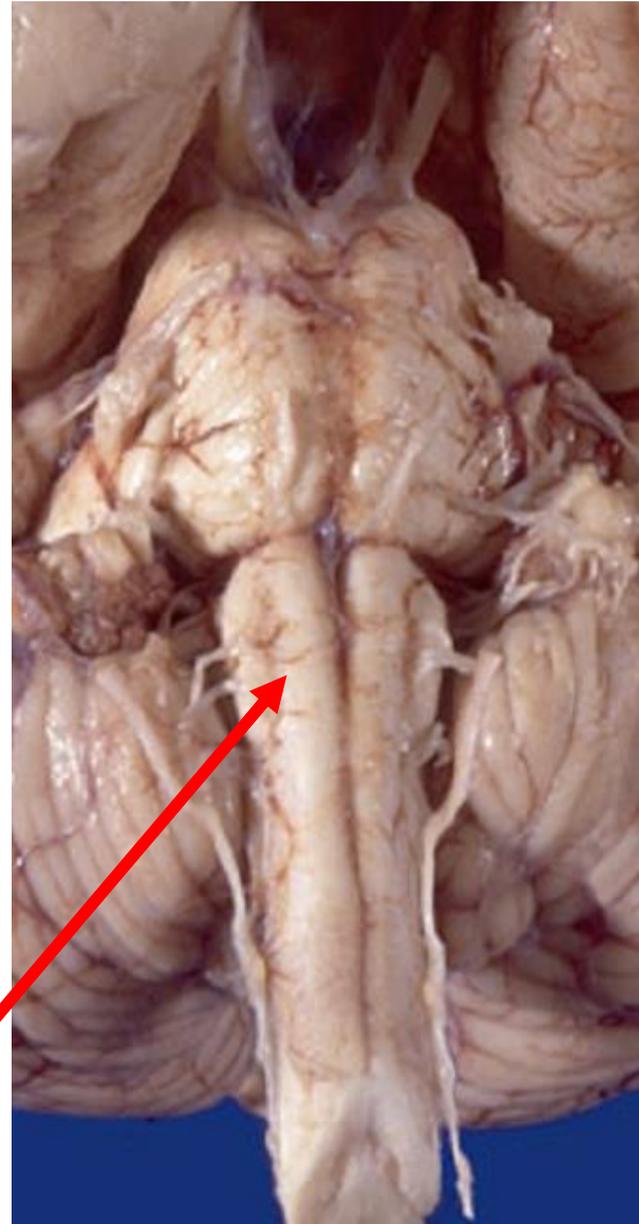
- **corticospinale Laterale**
  - Controlla **movimenti degli arti**
- **corticospinale Anteriore**
  - Controlla **movimenti del tronco**

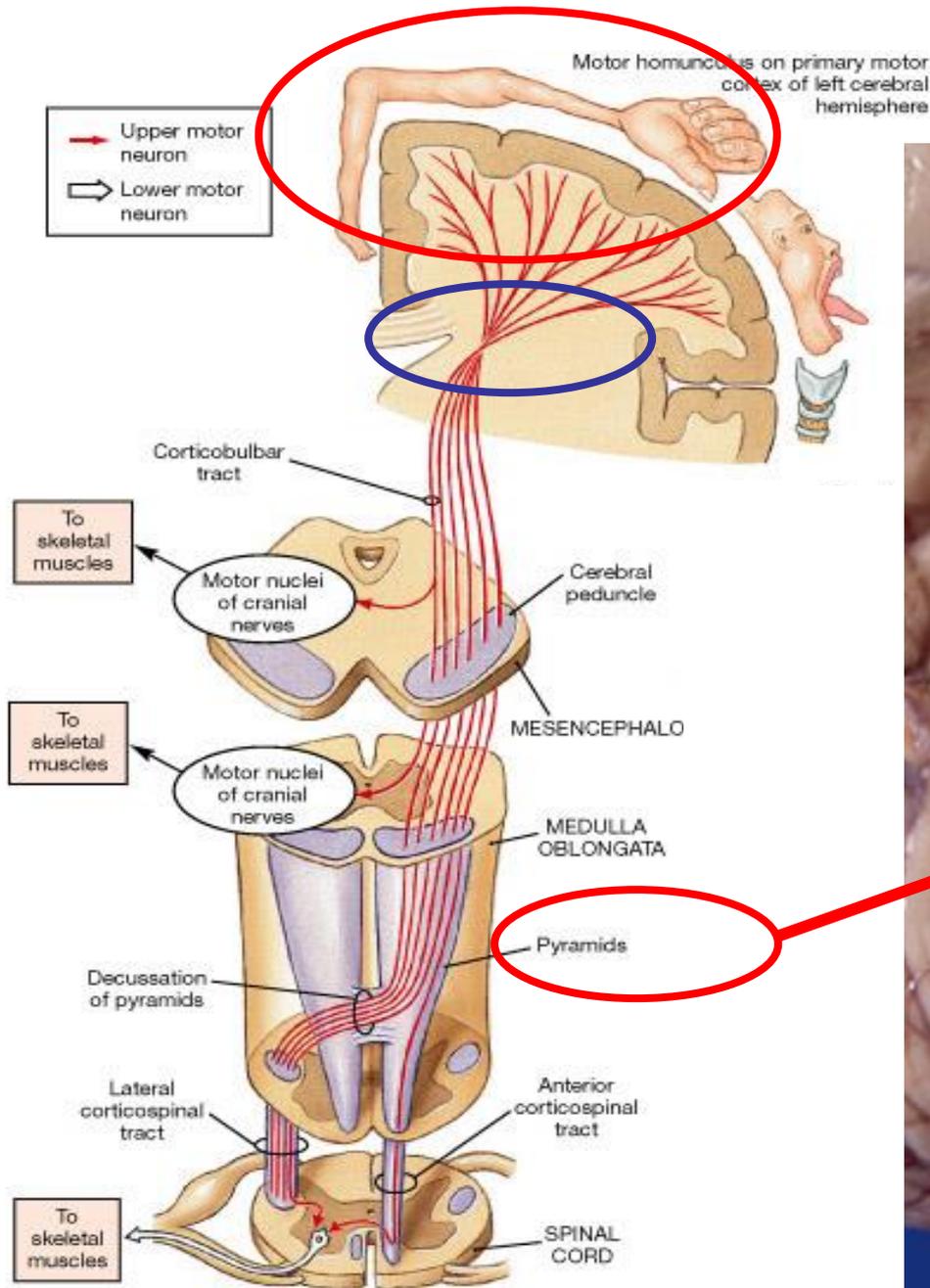
# Via Piramidale



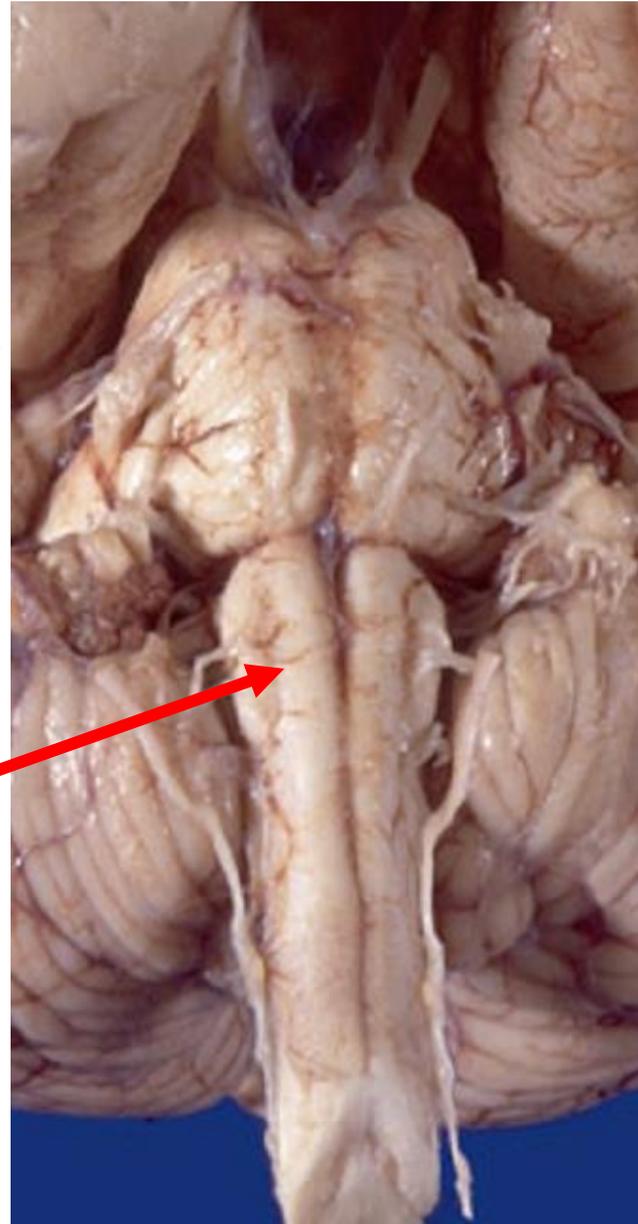
Il termine "via piramidale" si riferisce, anche se impropriamente, sia al tratto cortico-nucleare che a quello corticospinale. SOLO QUET'ULTIMO PASSA ATTRAVERSO LE PIRAMIDI BULBARI

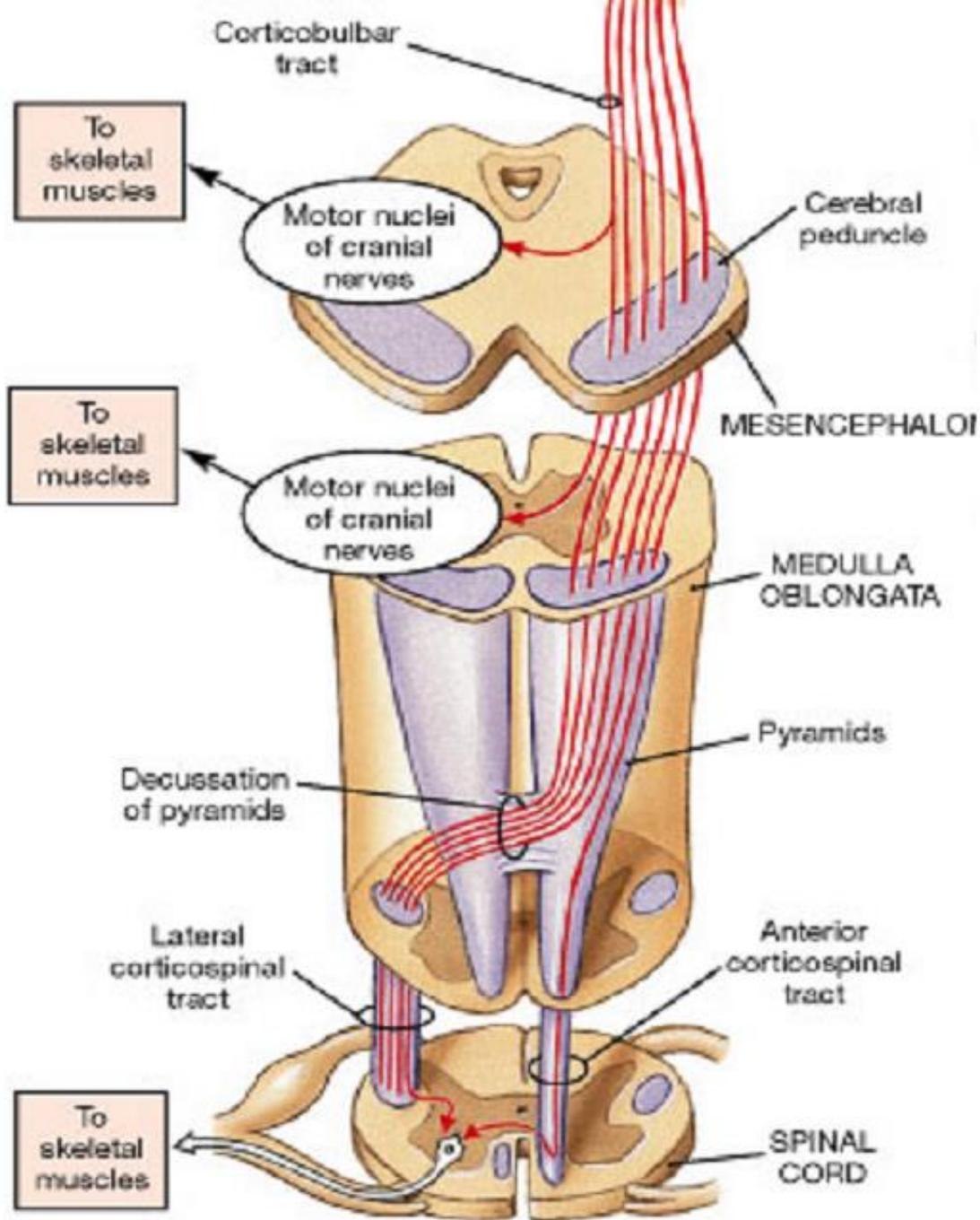
**PIRAMIDI BULBARI**

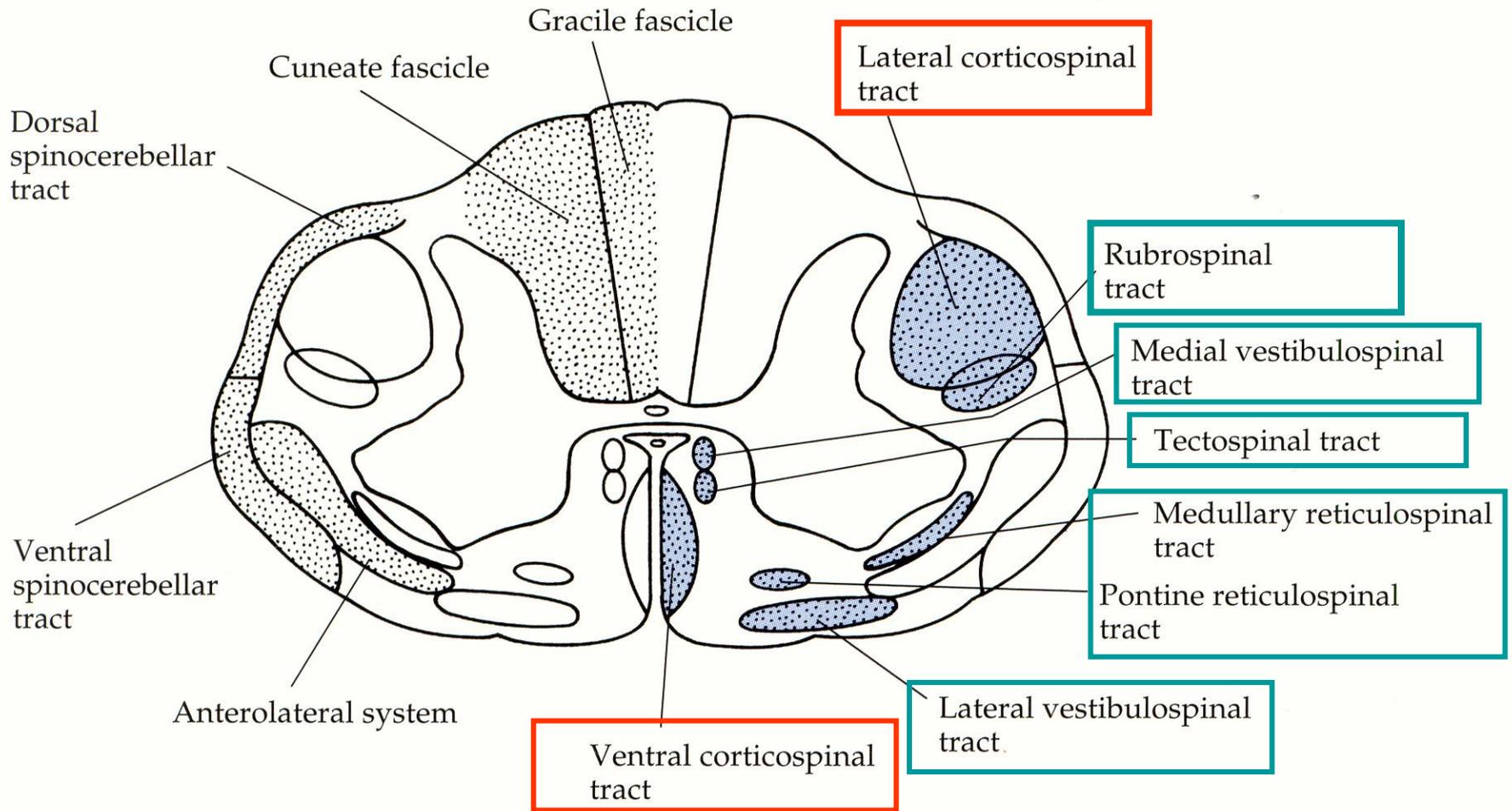




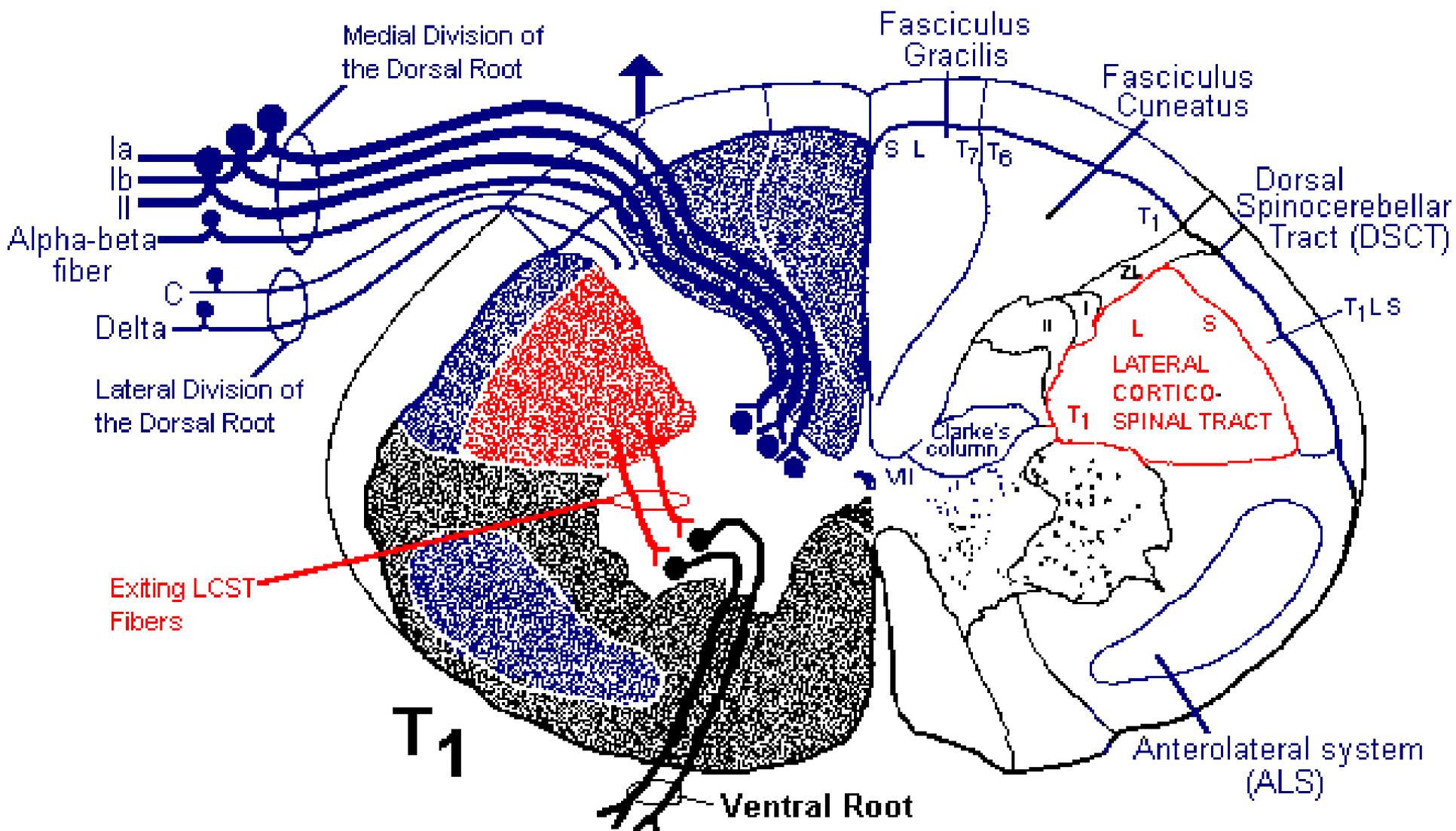
(a) Corticospinal pathway

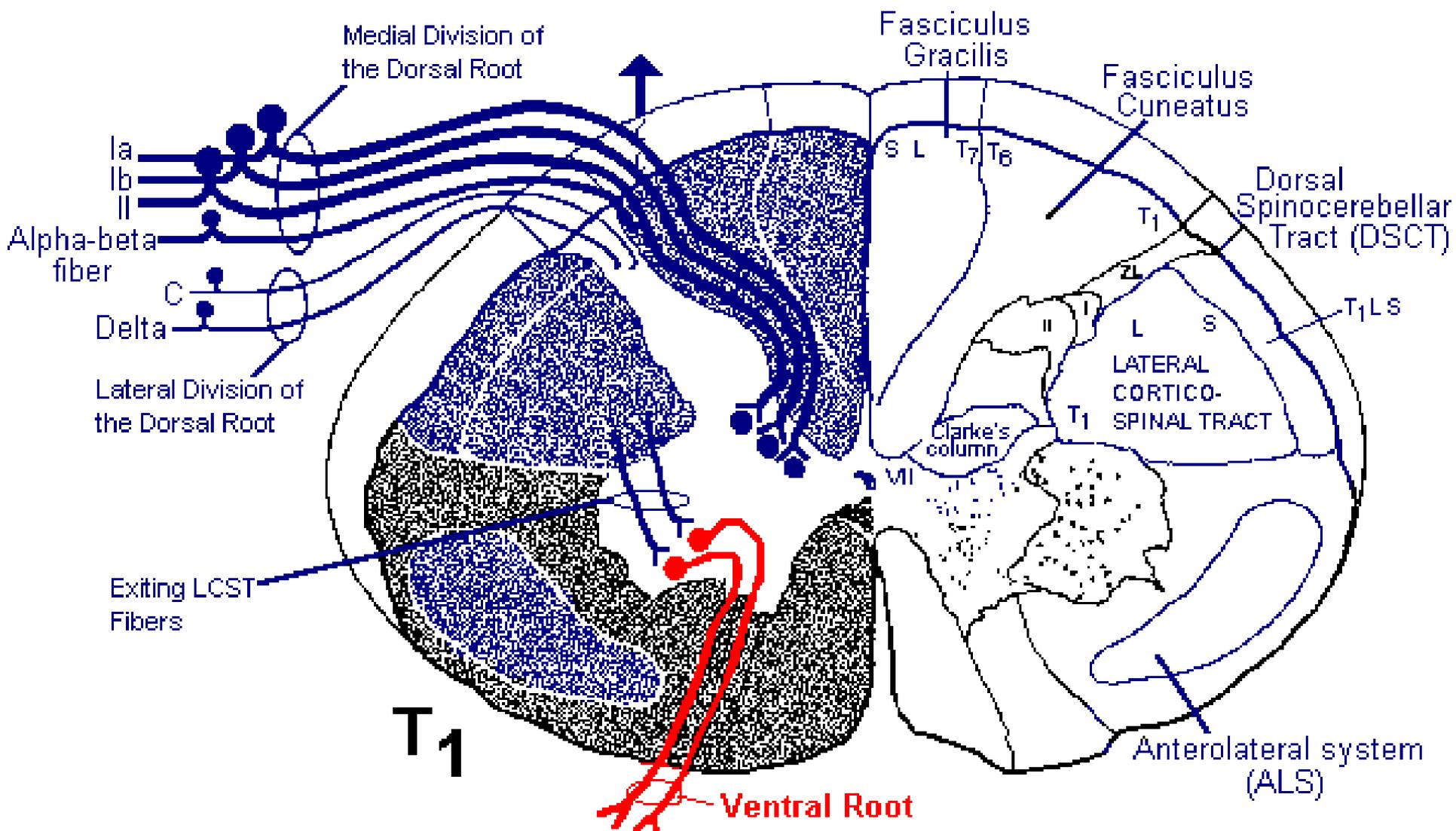






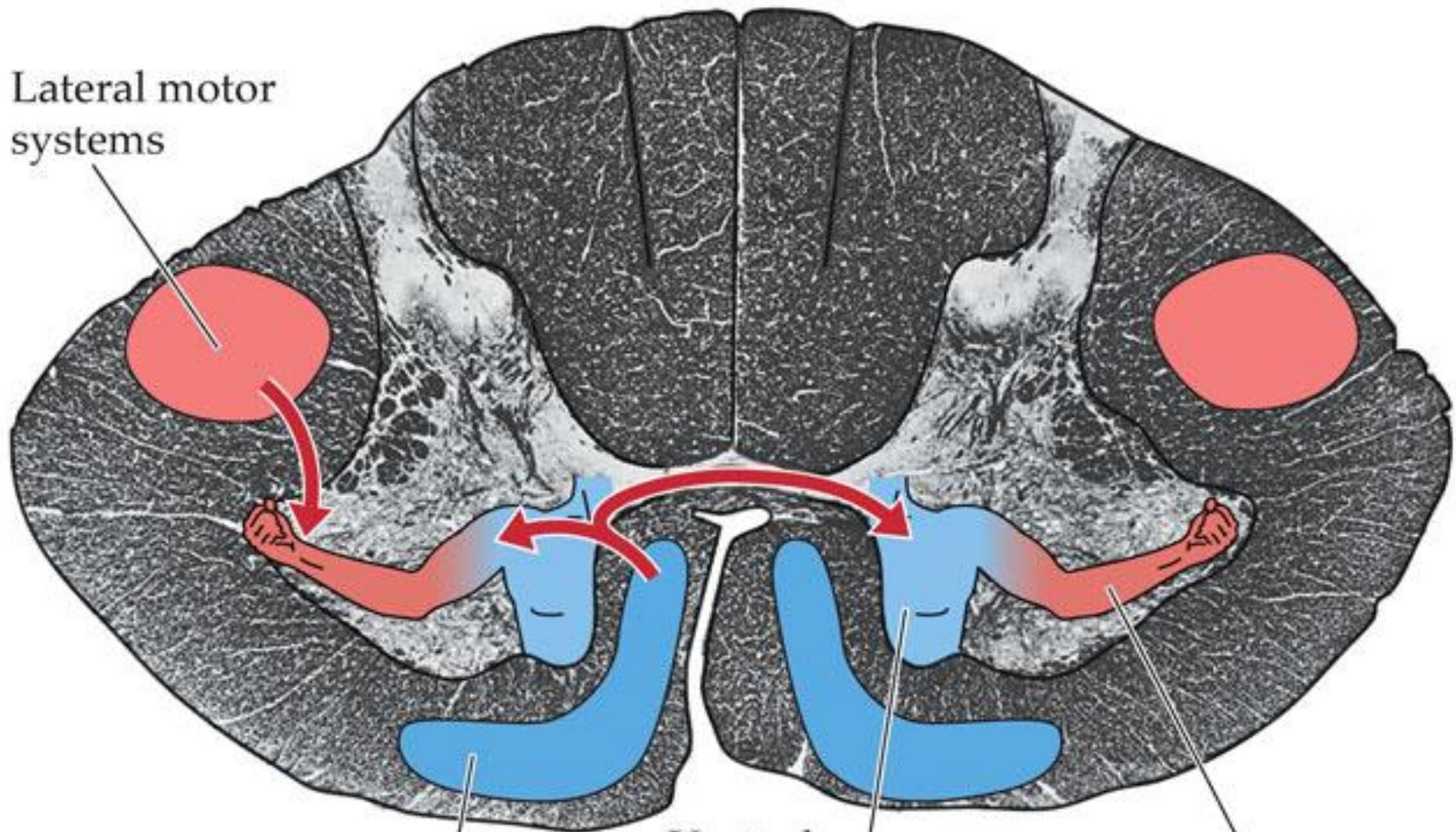
**Figure 10–5.** Schematic diagram of the spinal cord, indicating the locations of the ascending (*left*) and descending (*right*) pathways.





Dorsal

Lateral motor systems



Ventral

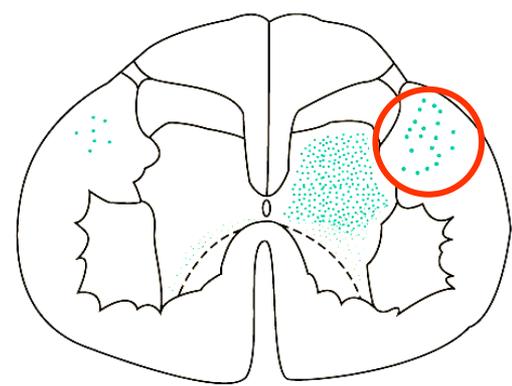
Medial motor systems

Anterior horn cells for proximal muscles

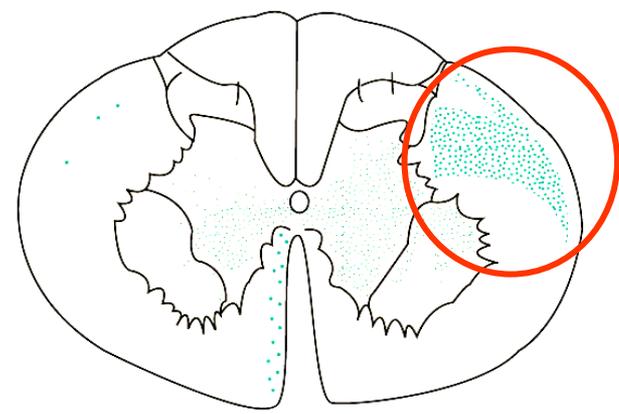
Anterior horn cells for distal muscles

Dorsale

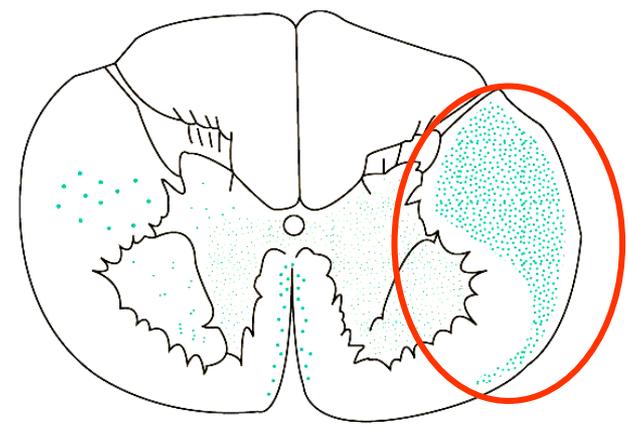
Gatto  
(c8)



Macaca  
Rhesus  
(c8)



Scimpanzé  
(c6)



Ventrale

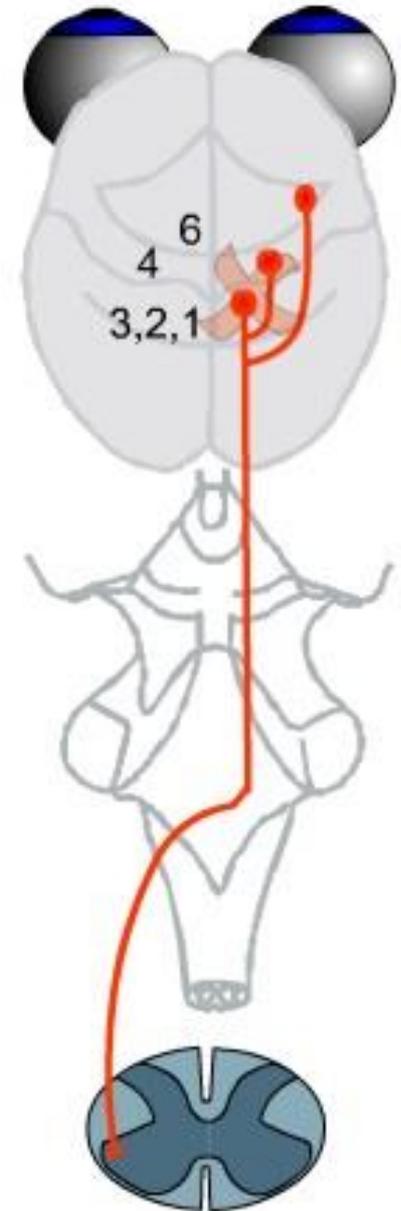
I termini CORTICO SPINALE LATERALE E MEDIALE si riferiscono a tratti nel MIDOLLO SPINALE, AL DI SOTTO DELLA DECUSAZIONE

Una lesione unilaterale delle vie nervose SOPRA alla decussazione originerà un deficit CONTROLATERALE

Una lesione delle vie nervose SOTTO alla decussazione originerà un deficit OMOLATERALE

## Lesione dei neuroni corticali o dei loro assoni

Se la lesione è piccola, l'unico effetto duraturo può essere la perdita del movimento fine; ad es. incapacità a compiere movimenti indipendenti delle dita.



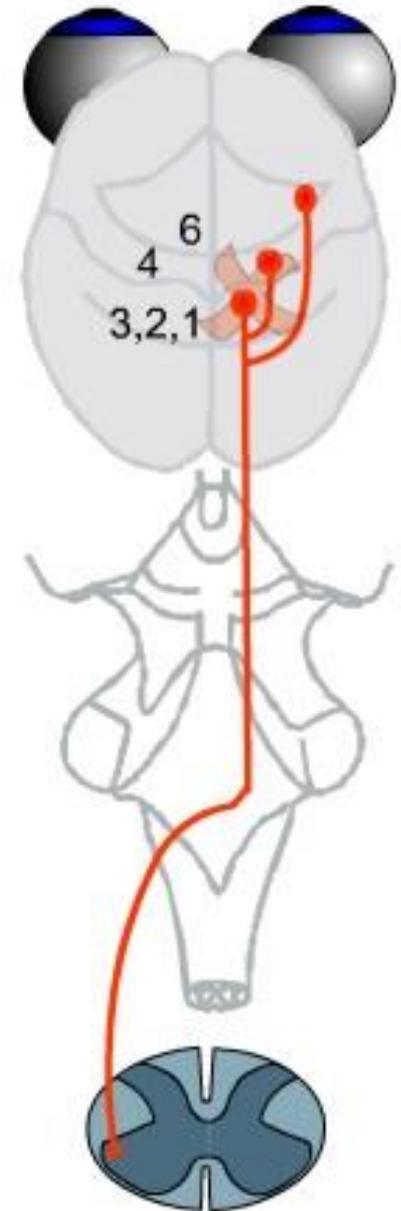
# Lesione dei neuroni corticali o dei loro assoni

Se la lesione è estesa:

- inizialmente* > paralisi flaccida (e perdita di tono muscolare)
- più tardi* > a causa di un aumento della sensibilità ai restanti inputs (ad es. riflessi spinali) si osserva spasticità.

I sintomi includono:

- 1) ipertonicità (muscoli antigravitari)
- 2) iper-riflessia (sensazione di rigidità negli spostamenti rapidi) e clono
- 3) segno di Babinski (estensione dell'alluce)
- 4) niente fascicolazione
- 5) niente atrofia

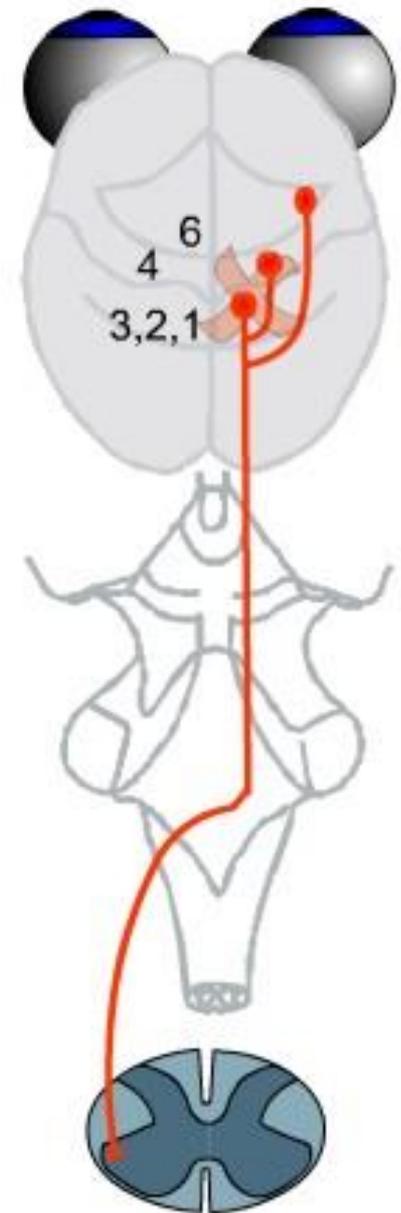


## Lesione dei motoneuroni o dei loro assoni come nella poliomielite

I sintomi includono debolezza o paralisi di muscoli isolati che diventano flaccidi.

Altri sintomi sono:

- 1) ipotonia
- 2) iporiflessia
- 3) Nessun segno di Babinski
- 4) Dopo irritazione dei motoneuroni, si osservano fascicolazioni che sono scariche spontanee dei motoneuroni. Dopo la morte, si possono registrare fibrillazioni che sono contrazioni spontanee delle fibre muscolari.
- 5) atrofia (perdita di massa)



Immediatamente dopo ad una lesione a vie motorie, segue un periodo di shock caratterizzato da paralisi flaccida

Se la lesione ha interessato il neurone motore SUPERIORE, dopo un certo periodo, variabile tra giorni e settimane, ritorneranno il tono muscolare ed i riflessi spinali

La lesione del motoneurone **superiore** non porta ATROFIA della fibra muscolare, se non in uno stadio iniziale: paralisi **spastica**

La lesione del motoneurone **inferiore** porta ad ATROFIA della fibra muscolare: paralisi flaccida