

# CONTROLLO MOTORIO SNC

*PRIMA*

**FGE aa.2016-17**

# OBIETTIVI

- Funzioni del tronco encefalico nel controllo della postura
- Vie del tronco encefalico
- **Formazione reticolare troncoencefalica, Ruolo dei nuclei tronco encefalici, Controllo del tono muscolare**
- Localizzazione, organizzazione somatotopica, cellulare e topografica della corteccia motoria
- Vie discendenti corticospinali e corticobulbari
- Organizzazione e funzione del feedback sensoriale alla corteccia motoria
- Le aree supplementari motorie e la programmazione del movimento
- La corteccia parietale posteriore e integrazione sensoriale durante movimenti intenzionali

# IL SNC NEL SISTEMA MOTORIO

- **Principali strutture implicate**

1. **Neocorteccia**

organizzazione ed interpretazione informazioni sensoriali  
programmazione dei movimenti

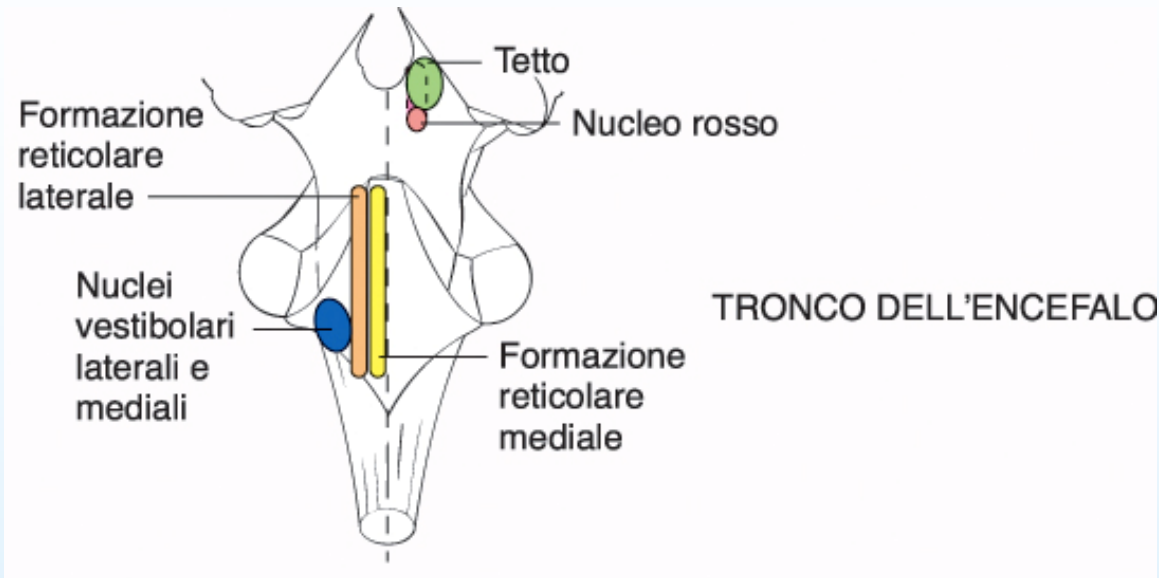
2. **Tronco dell'encefalo**

controllo di efferenze per il mantenimento di equilibrio e  
postura

1. **Gangli della base**

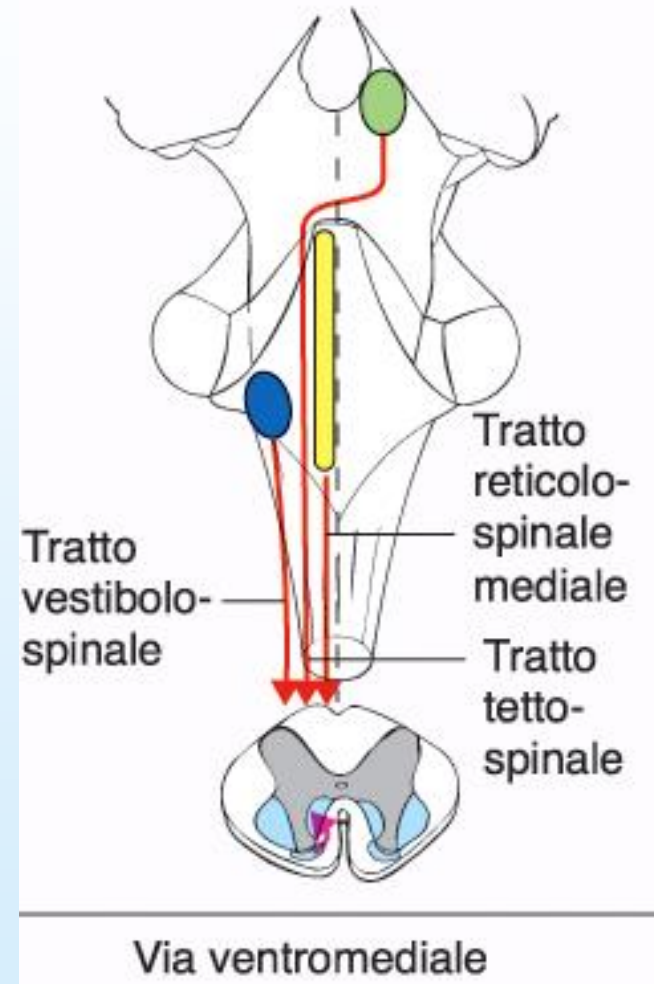
2. **Cervelletto**

# IL TRONCO DELL'ENCEFALO - VIE VM

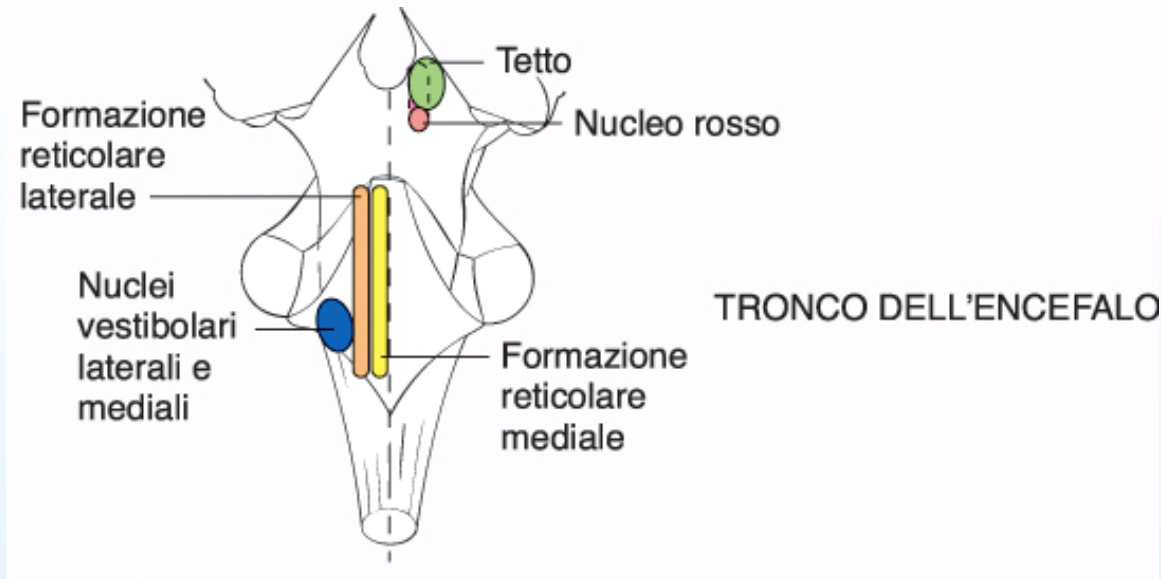


**Vie Ventromediali** discendenti ai MN spinali che controllano la muscolatura assiale

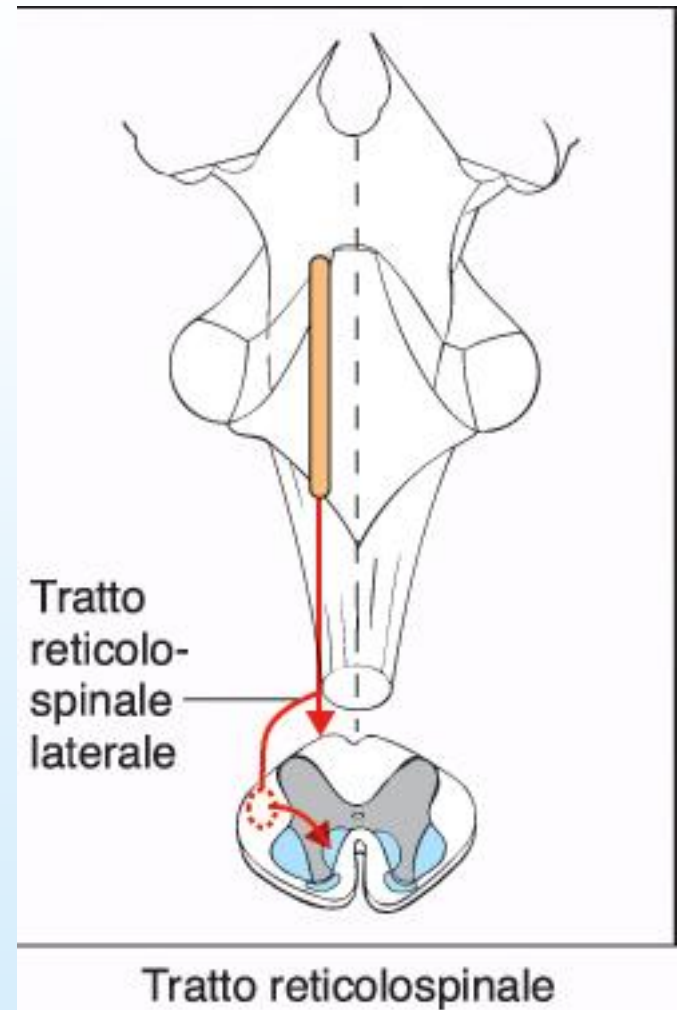
- 1. Tratto vestibolo spinale:** controllo dell'equilibrio
- 2. Tratto tettorale:** movimento coordinati testa ed occhi
- 3. Tratto reticolospinale mediale:** mantenimento postura, muscoli estensori, azione eccitatoria



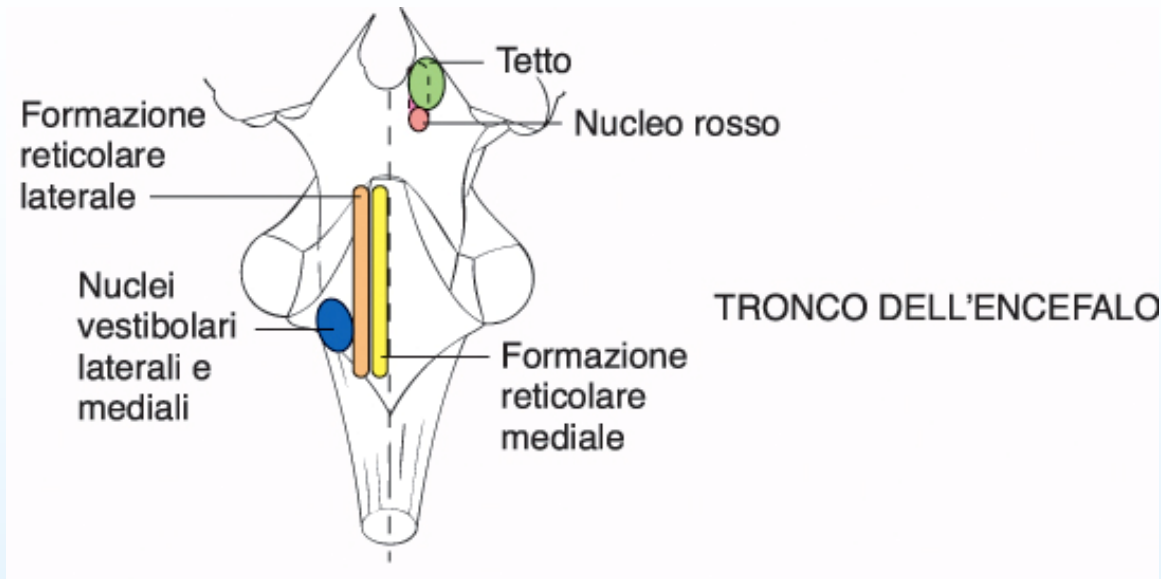
# IL TRONCO DELL'ENCEFALO - VIA LR



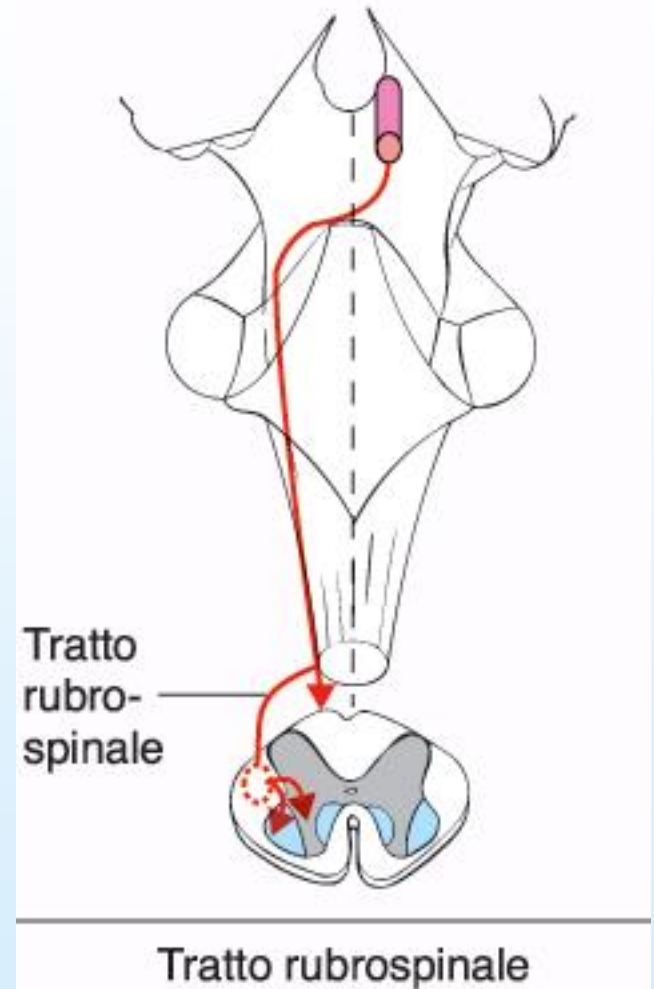
**Tratto reticolo spinale laterale:** controllo della postura, muscoli flessori, azione eccitatoria



# IL TRONCO DELL'ENCEFALO – TRATTO RS

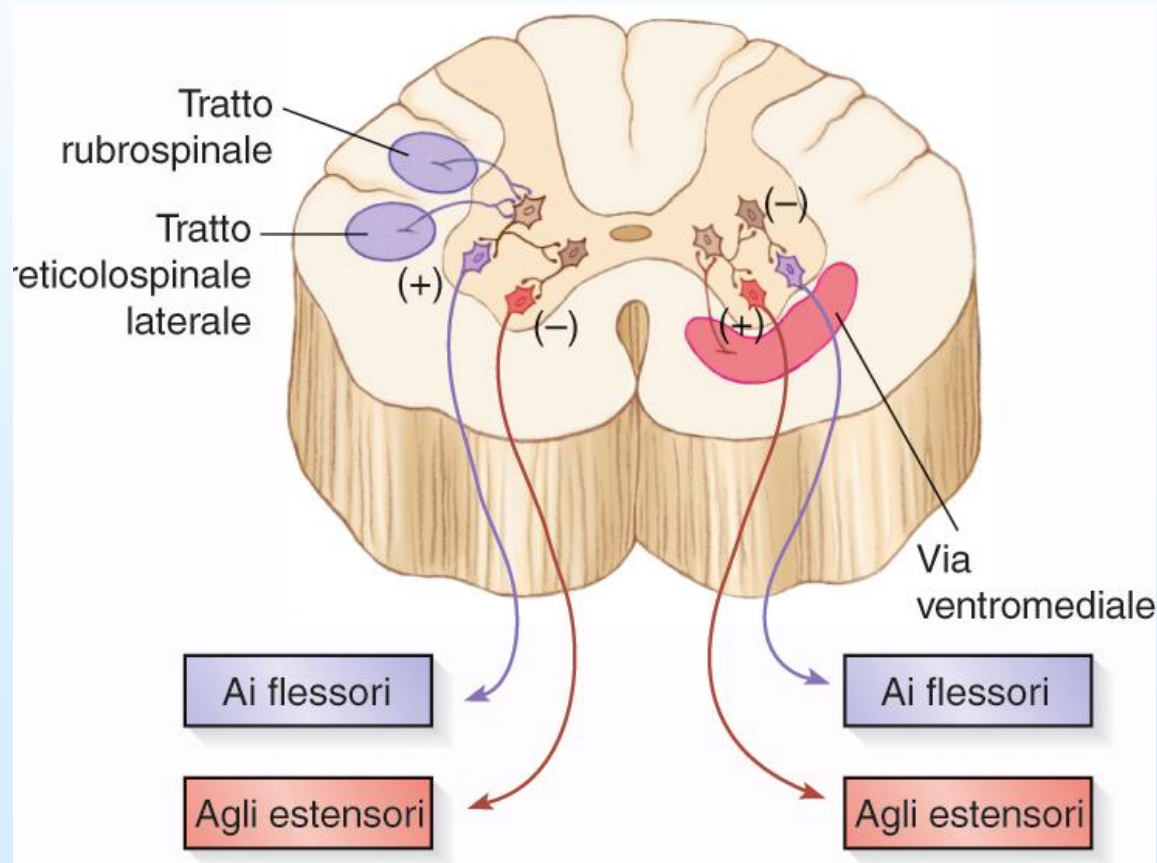


**Tratto rubro spinale:** dopo decussazione, MN flessori distali, azione eccitatoria



# IL TRONCO DELL'ENCEFALO (TE)

- Mantenimento di postura ed equilibrio



# FUNZIONI MOTORIE DEL TRONCO DELL'ENCEFALO E DELL'APPARATO VESTIBOLARE

# TRONCO DELL'ENCEFALO

## FORMAZIONE RETICOLARE

- **Definizione**

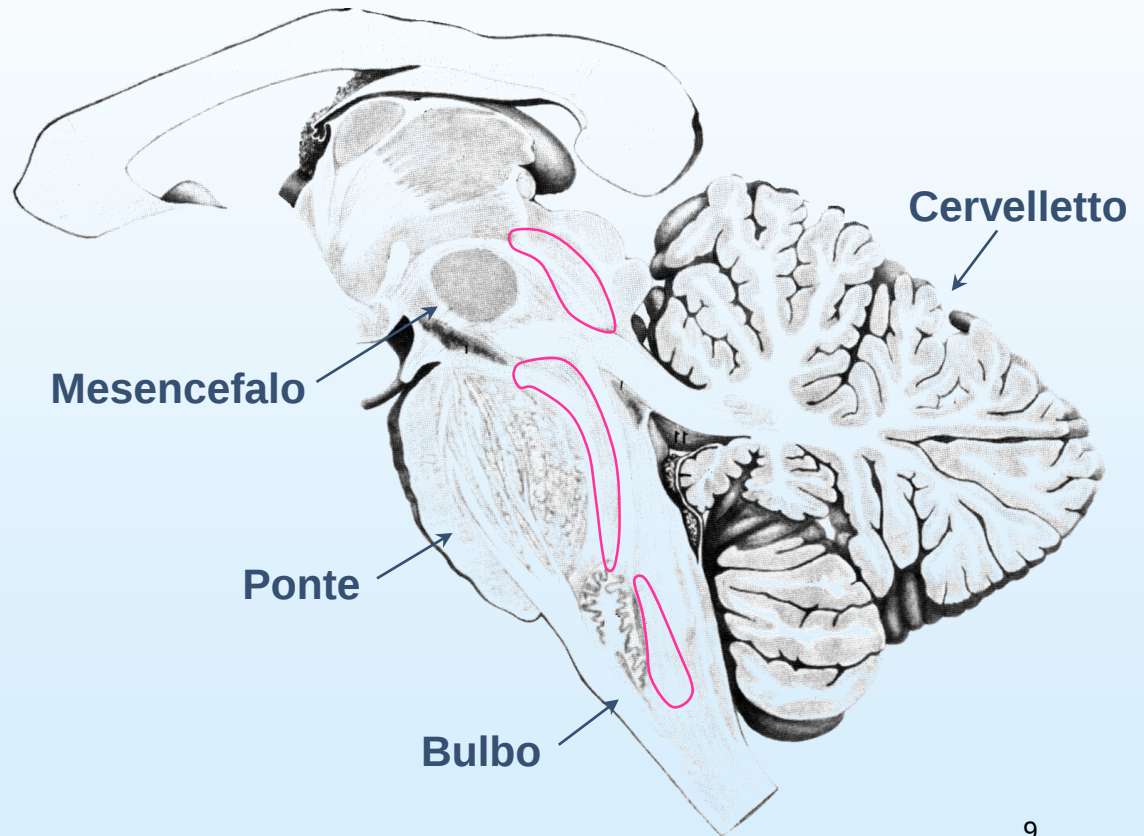
Area del tronco dell'encefalo costituita da piccoli gruppi di neuroni dispersi tra i grossi nuclei di sostanza grigia e tra una rete di fibre orizzontali e verticali

- **Suddivisione**

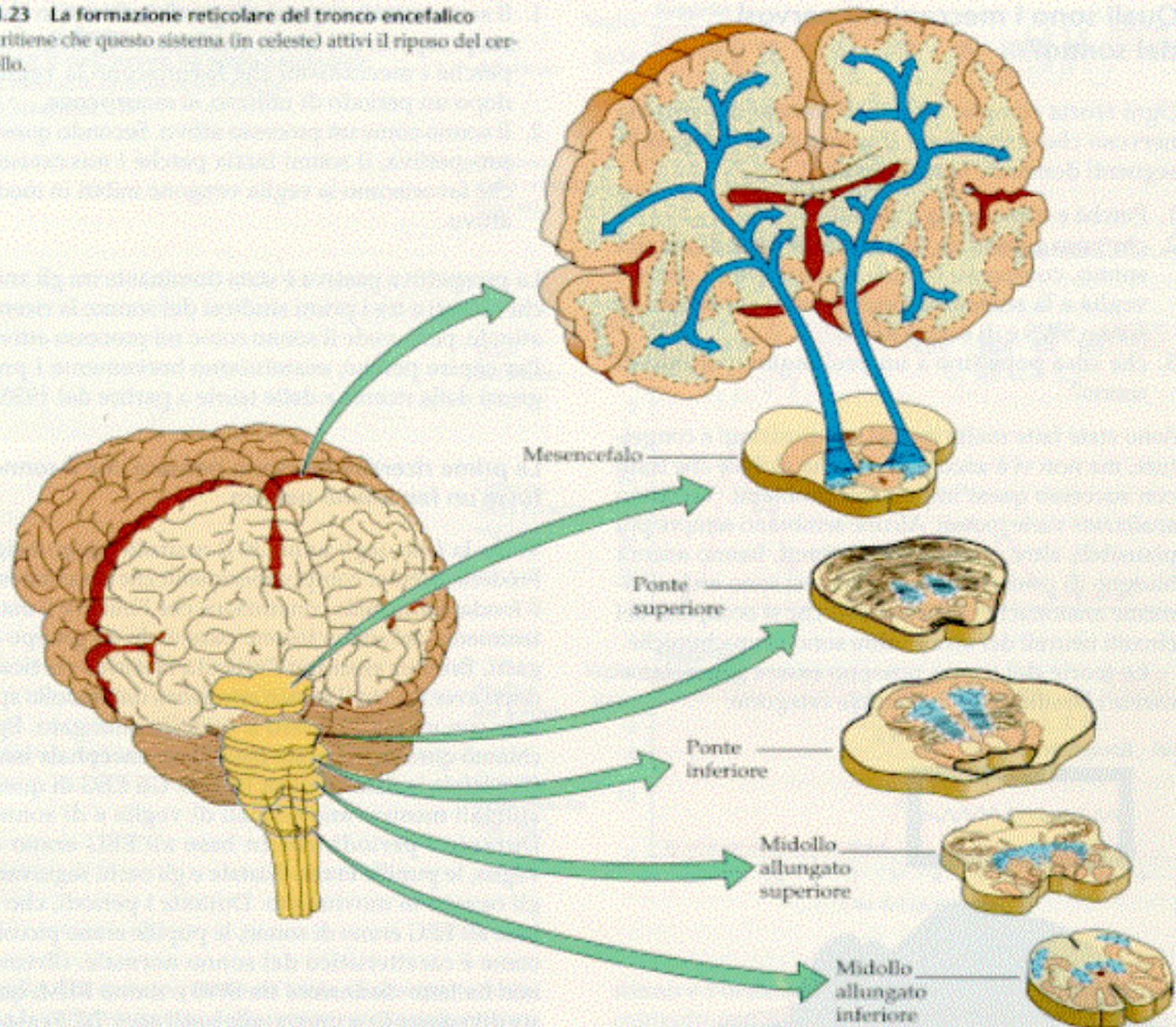
Mesencefalica

Pontina

Bulbare



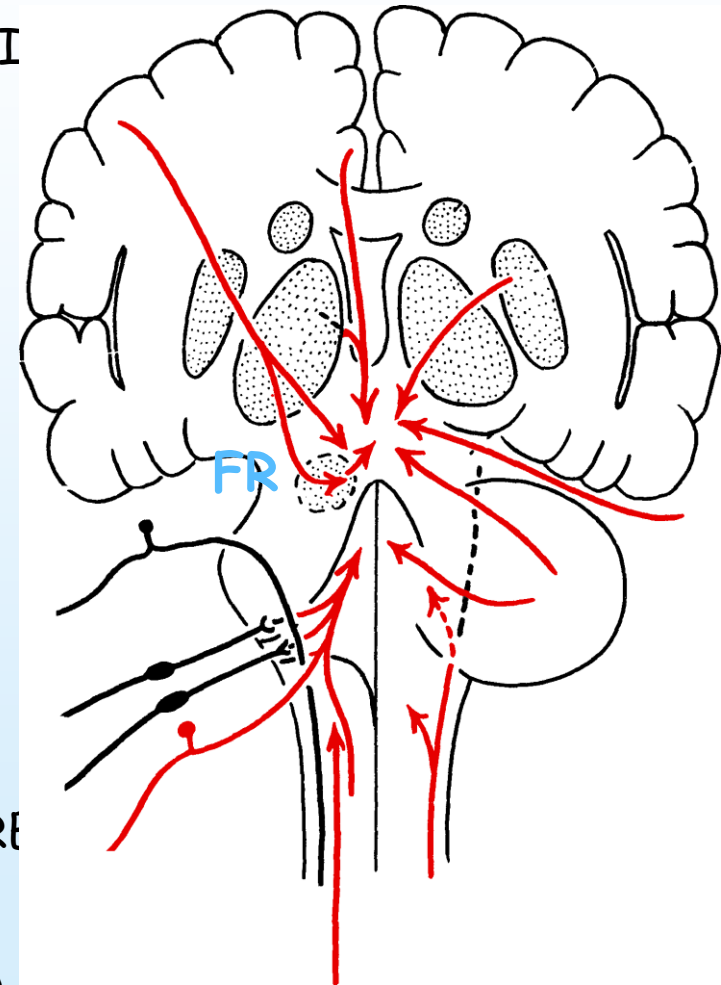
**14.23 La formazione reticolare del tronco encefalico**  
Si ritiene che questo sistema (in celeste) attivi il riposo del cervello.



# AFFERENZE ALLA FORMAZIONE RETICOLARE

- FIBRE DA:
  - MIDOLLO SPINALE
  - COLLATERALI DEI FASCI SPINO-TALAMICI
  - NERVI CRANICI
  - CERVELLETTO
  - IPOTALAMO
  - CORTECCIA CEREBRALE
- CARATTERISTICHE:
  - NON SOMATOTOPICHE
  - DIFFUSE
- EFFETTO

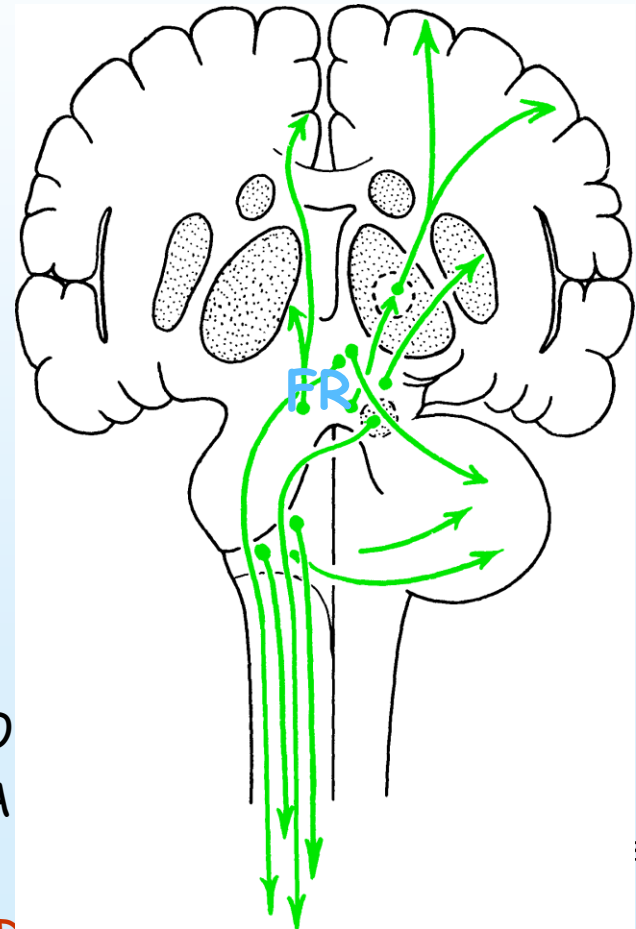
OGNI STIMOLAZIONE SENSORIALE, OLTRE AD INVIARE SEGNALI FASICI AI CENTRI SPECIFICI AUMENTA LA SCARICA TONICA DELLA FR



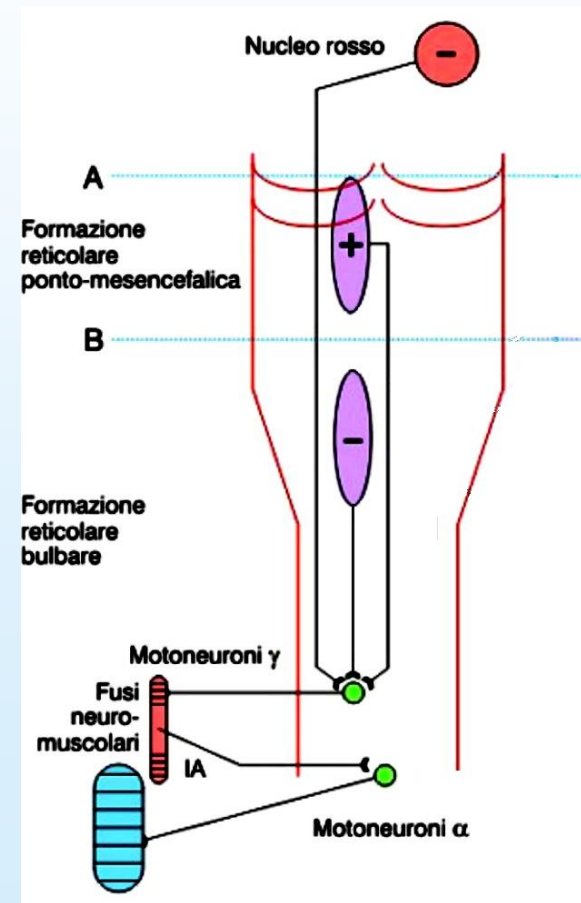
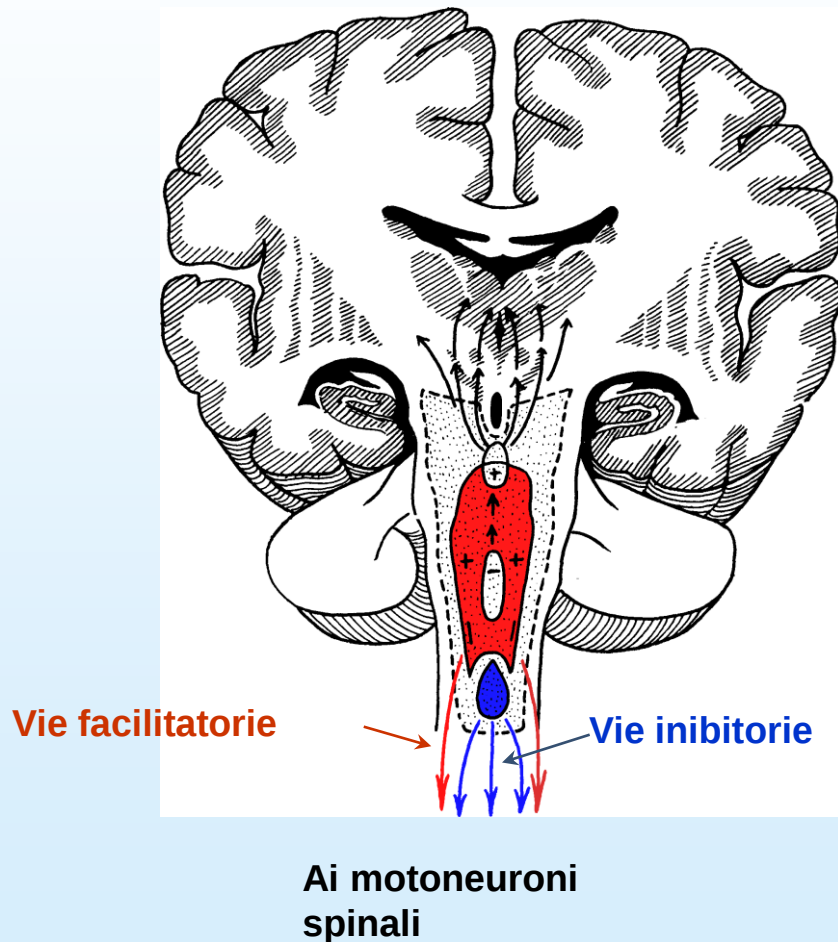
# EFFERENZE DALLA FORMAZIONE RETICOLARE

- FIBRE EFFERENTI PER:
  - CORTECCIA CEREBRALE
  - TALAMO
  - CERVELLETTO
  - MIDOLLO SPINALE
- CARATTERISTICHE
  - NON SOMATOTOPICHE
  - DIFFUSE
- EFFETTO

L'ATTIVITÀ TONICA DEI NEURONI RETICOLARI MANTIENE ATTIVATI I CENTRI SUPERIORI, DETERMINANDO STATO DI **VIGILANZA**, E CONTROLLA CENTRI MOTORI DEI MUSCOLI, DETERMINANDO IL **TONO MUSCOLARE**



# AZIONE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE SUI MUSCOLI



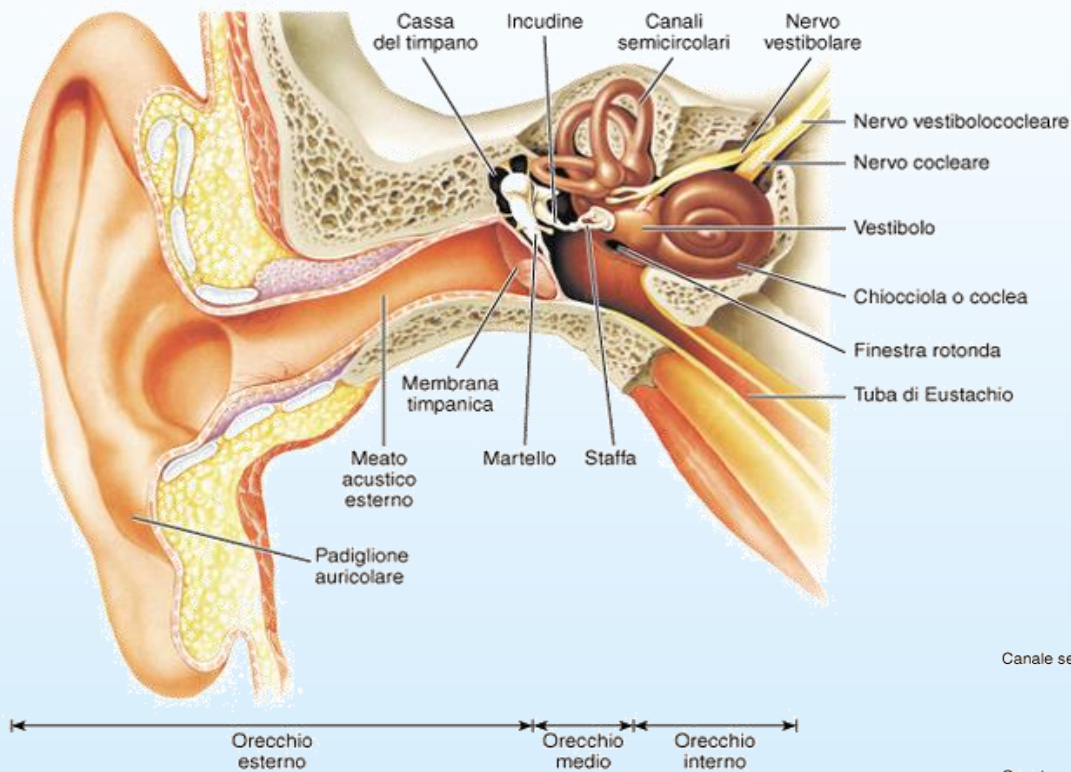


# NUCLEI VESTIBOLARI

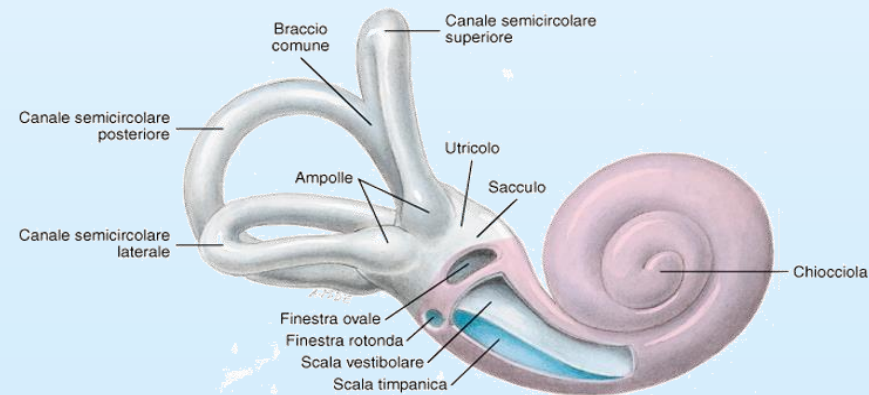


# ORECCHIO INTERNO

- COCLEA (UDITO)
- VESTIBOLO
  - UTRICULO
  - SACCULO
- CANALI SEMICIRCOLARI
  - SUPERIORE (P. SAGITTALE)
  - LATERALE (P. ORIZZONTALE)
  - POSTERIORE (P. FRONTALE)
- AMPOLLE



copyright edi.ermes milano

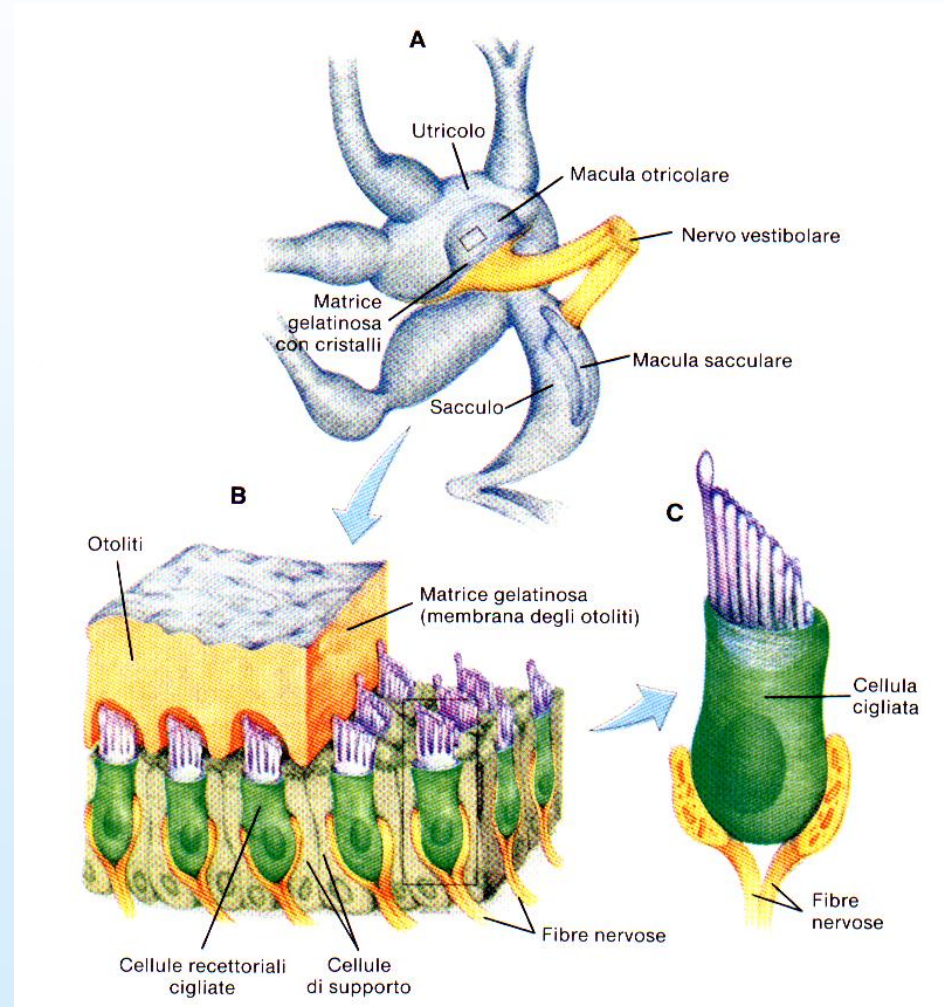


copyright edi.ermes milano

# RECETTORI VESTIBOLARI

## Utricolo e sacculo

- STRUTTURA DELLE MACULE
  - CELLULE CILIAE (RECETTORI)
  - CELLULE DI SOSTEGNO
  - FIBRE NERVOSE
  - MEMBRANA OTOLITICA
- STIMOLO ADEGUATO
  - FLESSIONE DELLE CIGLIA PER SPOSTAMENTI DELLA MEMBRANA OTOLITICA DOVUTI A:
    - AZIONE DELLA FORZA DI GRAVITÀ
    - ACCELERAZIONI LINEARI

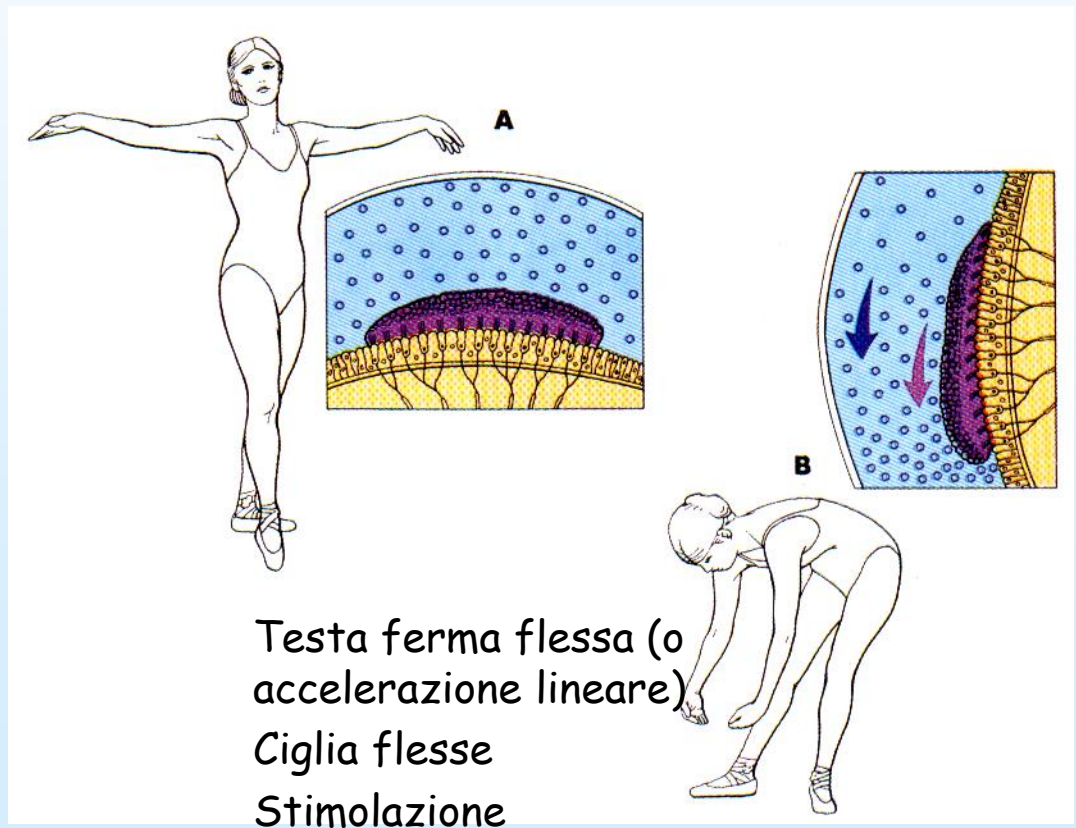


# FUNZIONE DELLA MACULA

TESTA FERMA IN POSIZIONE ERETTA  
CIGLIA DRITE  
NESSUNA STIMOLAZIONE

Funzione:

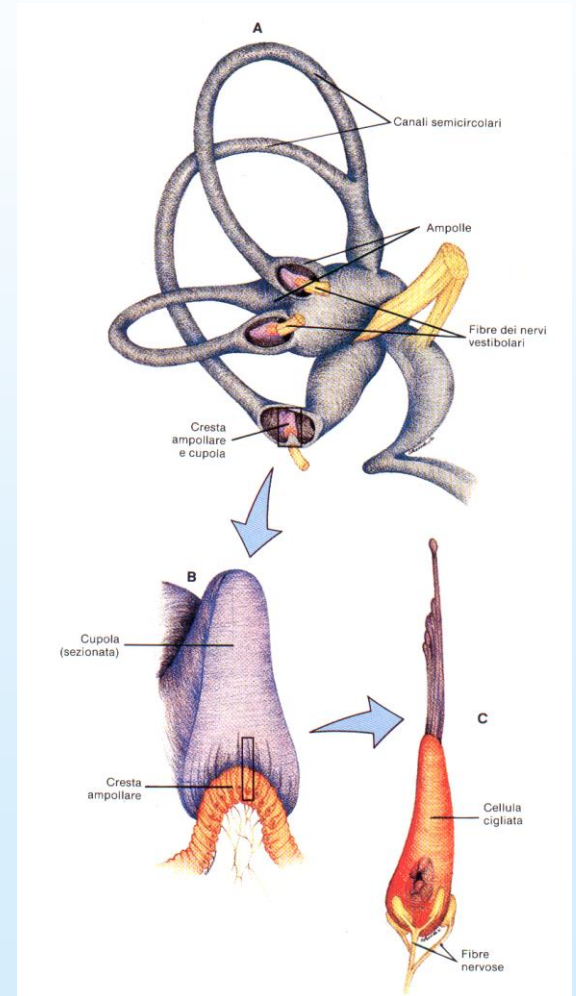
Segnalazione della  
posizione statica della  
testa nello spazio o  
delle accelerazioni  
lineari



# RECETTORI AMPELLARI

## CANALI SEMICIRCOLARI

- Creste ampollari
  - Cellule ciliate
  - Cupola
  - Fibre nervose
  - Endolinfa
- Stimolo adeguato
  - Flessione delle ciglia per movimento inerziale dell'endolinfa nel canale orientato sul piano del movimento



# FUNZIONE DELLE CRESTE AMPOLLARI

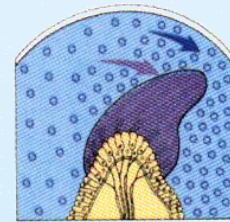
Funzione:

Segnalazione  
dell'accelerazione angolare  
della testa sui tre piani  
dello spazio

Testa in rotazione

Endolinfa in movimento  
relativo nella direzione  
opposta alla rotazione

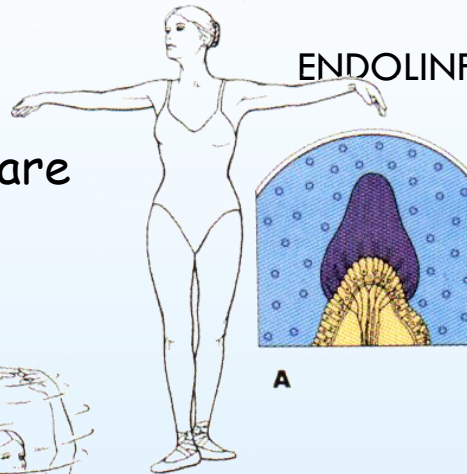
Cupola deformata nella  
direzione opposta alla  
rotazione



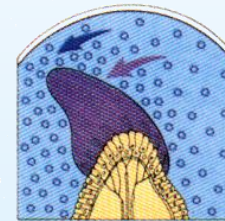
B

TESTA FERMA IN POSIZIONE ERETTA

ENDOLINFA FERMA



A



C

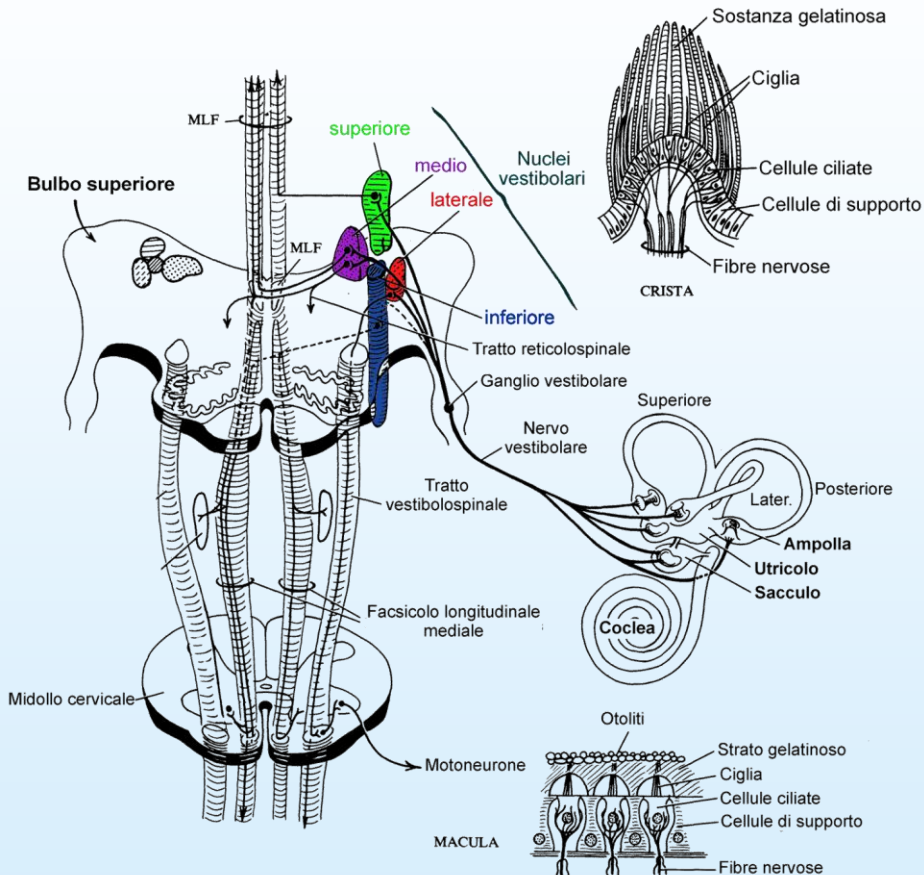
Arresto della testa

Endolinfa in movimento di  
rimbalzo nella direzione  
della precedente rotazione

Cupola deformata nella  
stessa direzione



# VIE VESTIBOLARI



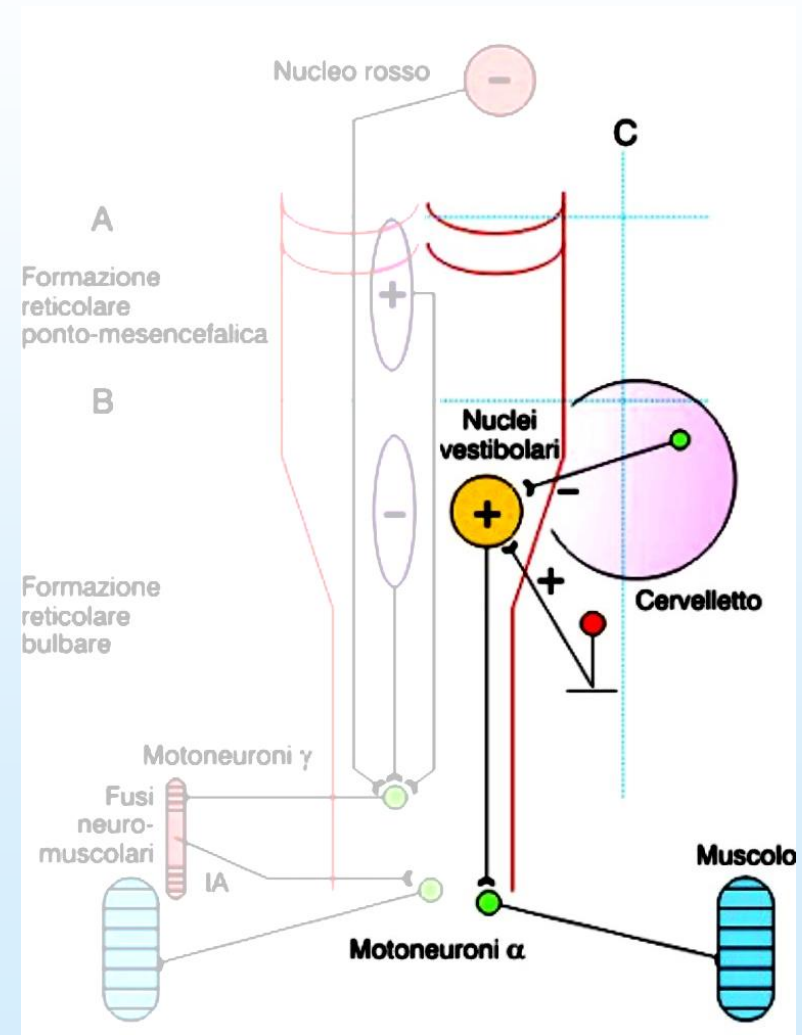
- NERVO VESTIBOLARE
- NUCLEI VESTIBOLARI
  - **SUPERIORE**
  - **MEDIO**
  - **LATERALE**
  - **INFERIORE**
- TRATTO VESTIBOLO-SPINALE
- VIE VESTIBOLO-OCULARI
- VIE VESTIBOLO-CEREBELLARI

# FUNZIONI DEL SISTEMA VESTIBOLARE

- CONTROLLO DEL TONO MUSCOLARE  
(MODULAZIONE TONICA DEI MOTONEURONI)
- MANTENIMENTO DELLA POSTURA (RIFLESSI VESTIBOLO-SPINALI)
- STABILIZZAZIONE DELLA TESTA DURANTE I MOVIMENTI DEL CORPO (RIFLESSI VESTIBOLO-CERVICALI)
- STABILIZZAZIONE DELLO SGUARDO DURANTE I MOVIMENTI DELLA TESTA (RIFLESSI VESTIBOLO-OCULARI)

# CONTROLLO DEL TONO MUSCOLARE

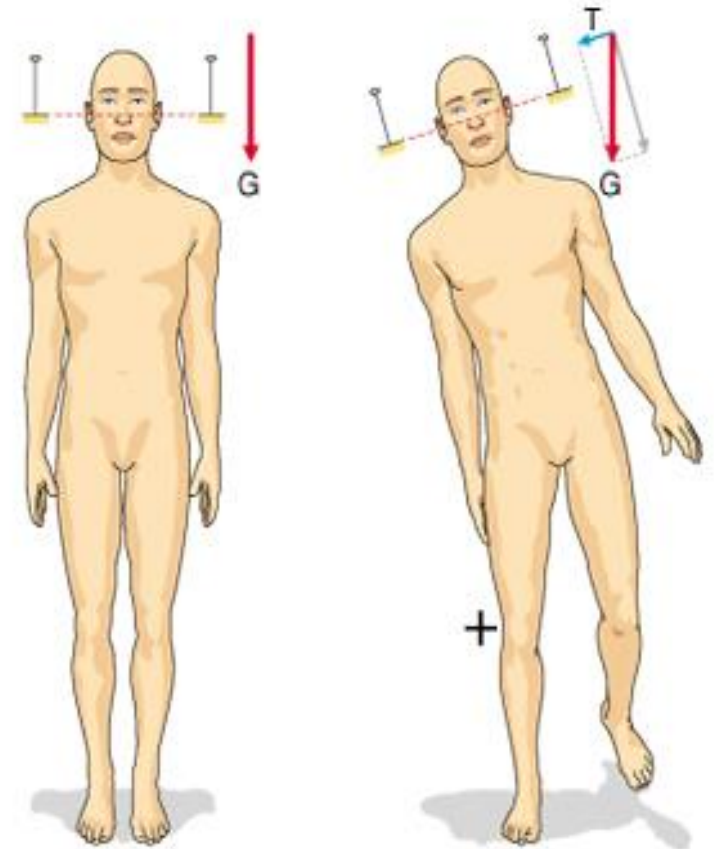
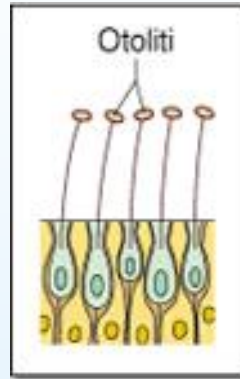
I NUCLEI VESTIBOLARI  
ESERCITANO UNA  
FACILITAZIONE TONICA  
SUI MOTONEURONI ALFA,  
CONTRIBUENDO AL TONO  
MUSCOLARE DI BASE



# RIFLESSI VESTIBOLO-SPINALI

- DESCRIZIONE:

L'INCLINAZIONE DELLA TESTA SU UN PIANO DELLO SPAZIO PROVOCA L'AUMENTO DEL TONO ESTENSORIO DEGLI **ARTI** DAL LATO DELL'INCLINAZIONE



- ORIGINE:

MACULE VESTIBOLARI

- FUNZIONE:

MANTENERE LA POSIZIONE ERETTA IN CASO DI FORZE LATERALI CHE TENDONO A SQUILIBRARE IL CORPO

# RIFLESSI VESTIBOLO-CERVICALI

- DESCRIZIONE:

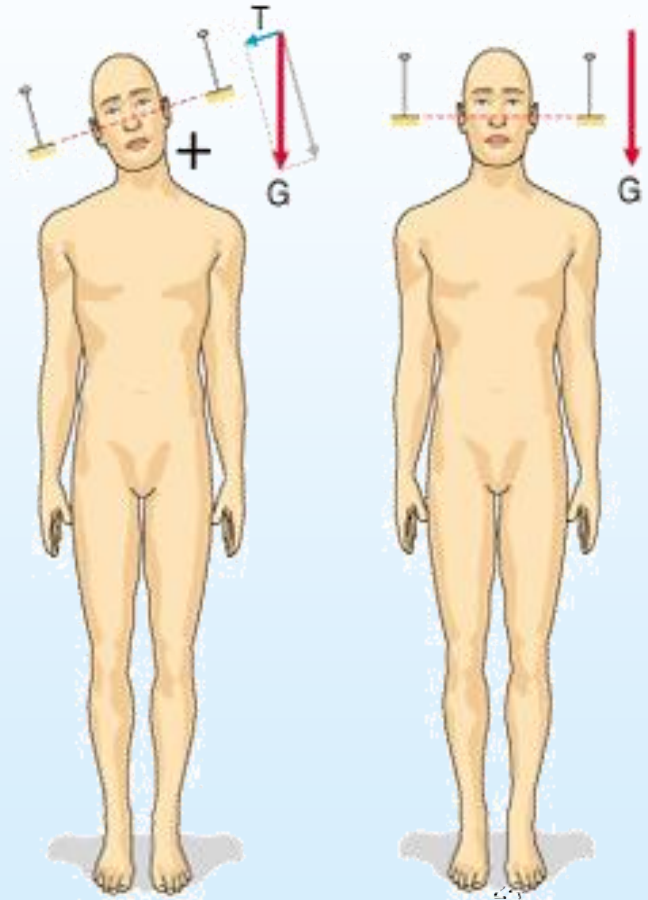
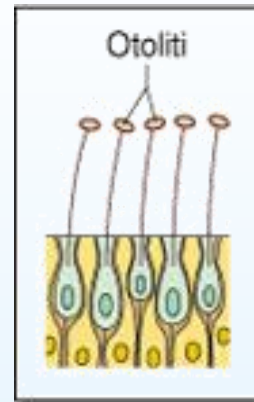
LA ROTAZIONE PASSIVA DELLA TESTA SUL PIANO ORIZZONTALE DETERMINA UN MOVIMENTO DEL **COLLO** NELLA DIREZIONE OPPOSTA

- ORIGINE:

MACULE VESTIBOLARI

- FUNZIONE:

MANTENIMENTO DELLA TESTA NELLA POSIZIONE ERETTA PER ASSICURARE LA VISIONE ORIZZONTALE



# RIFLESSI VESTIBOLO-OCULARI

- DESCRIZIONE:

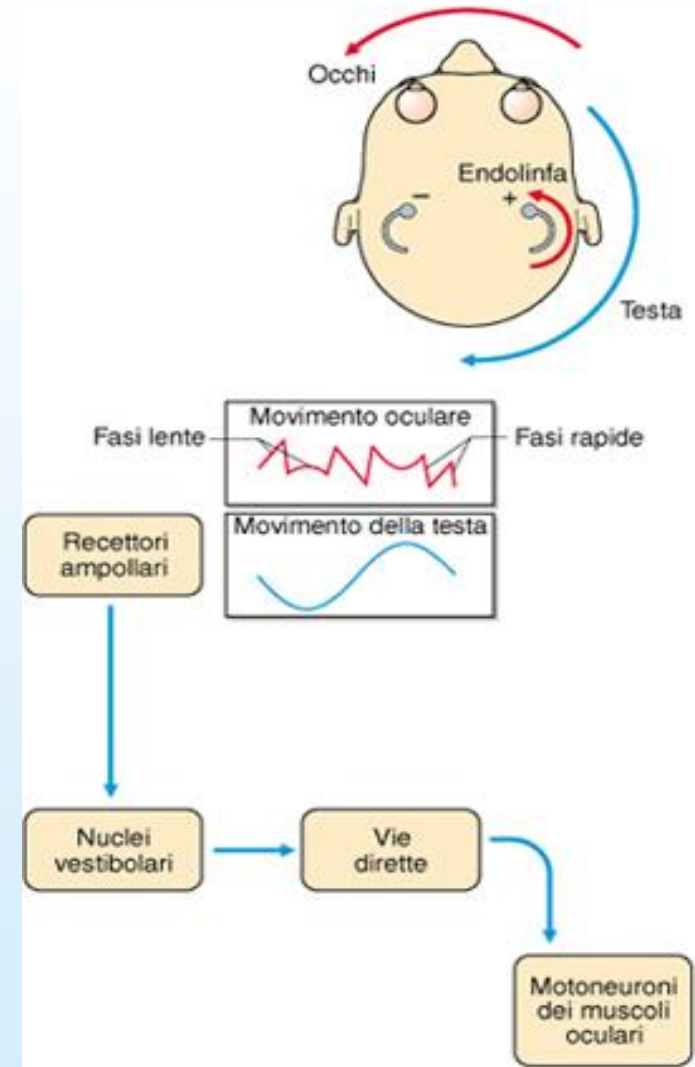
LA ROTAZIONE DELLA TESTA SUL PIANO ORIZZONTALE DETERMINA UN MOVIMENTO DEGLI OCCHI NELLA DIREZIONE OPPOSTA A QUELLA DELLA TESTA

- ORIGINE:

CRESTE AMPOLLARI

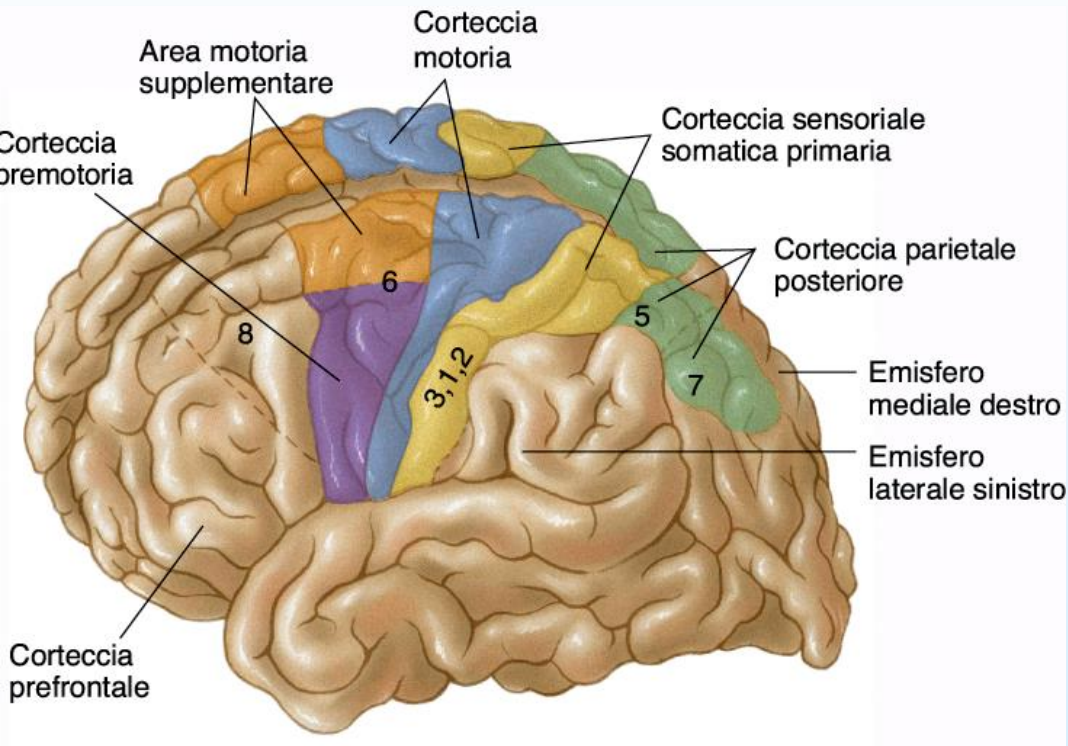
- FUNZIONE:

MANTENIMENTO DELLO SGUARDO FISSO SU UN PUNTO PER ASSICURARE LA VISIONE DURANTE I MOVIMENTI DELLA TESTA



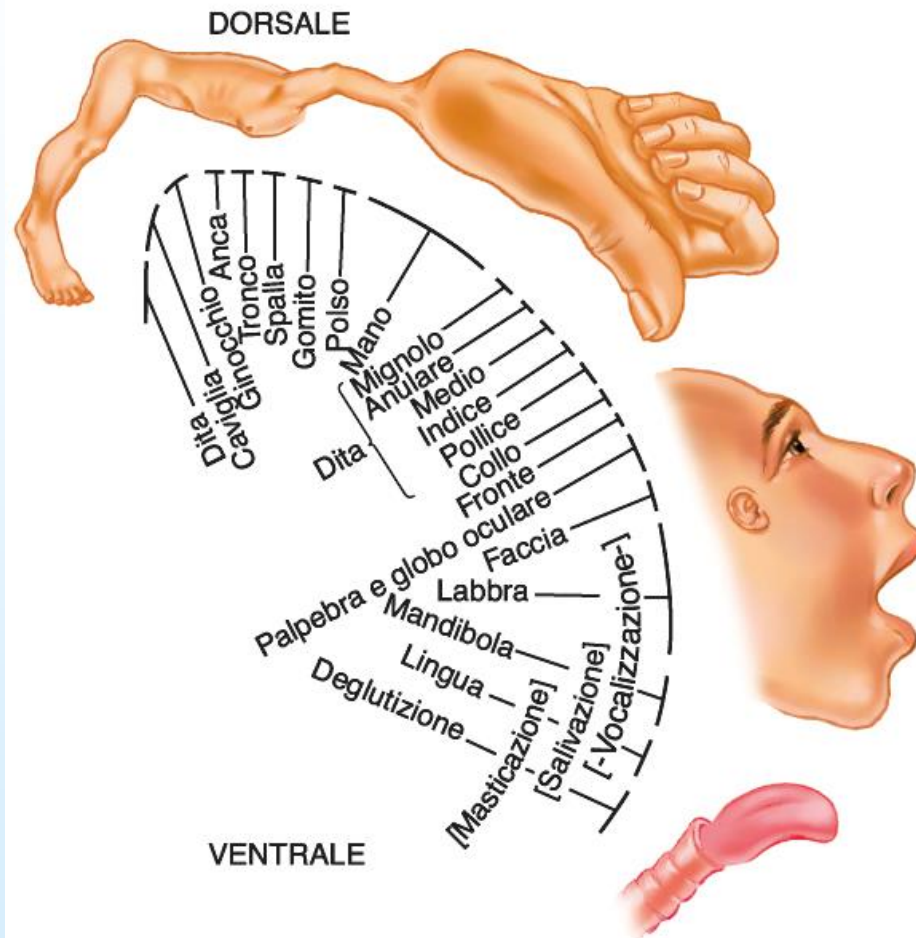
# LA CORTECCIA MOTORIA

- **CM** controlla i **movimenti di raggiungimento** e i **movimenti volontari fini**



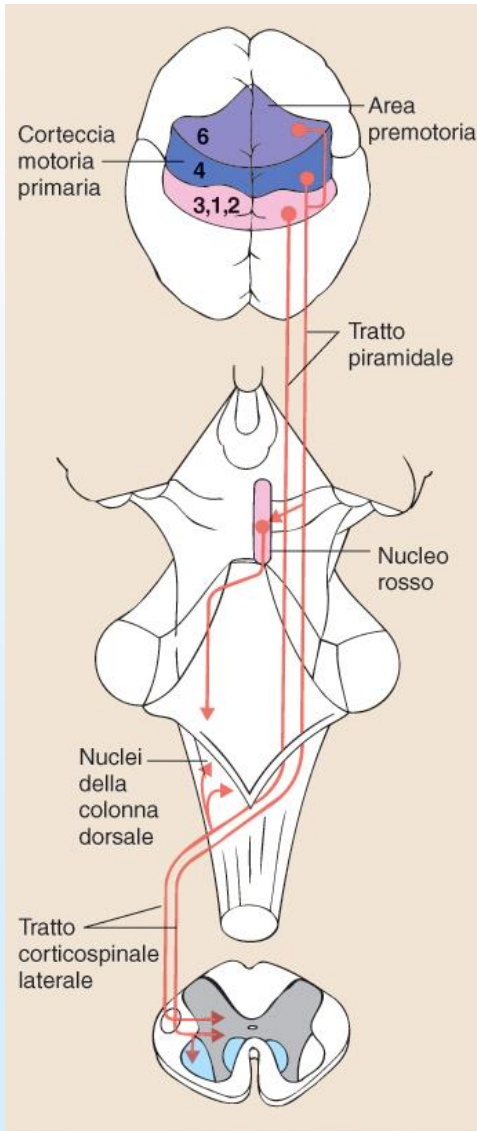
- Posizione **rostrale** rispetto a corteccia sensitiva somatica
- La regione di fondamentale importanza è il **giro precentrale**
- Organizzazione **somatotopica**

# GIRO PRECENTRALE



- Organizzazione **somatotopica** del giro precentrale
- **Homunculus motorio**: le parti del corpo che sono coinvolte nei **movimenti fini** occupano uno spazio corticale **maggiore**
- Parti *mediali*: muscoli gamba
- Parti *laterali*: muscoli tronco, mano, faccia, fonazione
- Le cellule della CM sono organizzate *orizzontalmente* in **sei** strati e *verticalmente* in **colonne funzionali**: **zone corticali efferenti** coinvolte nella **contrazione** di un **singolo muscolo**

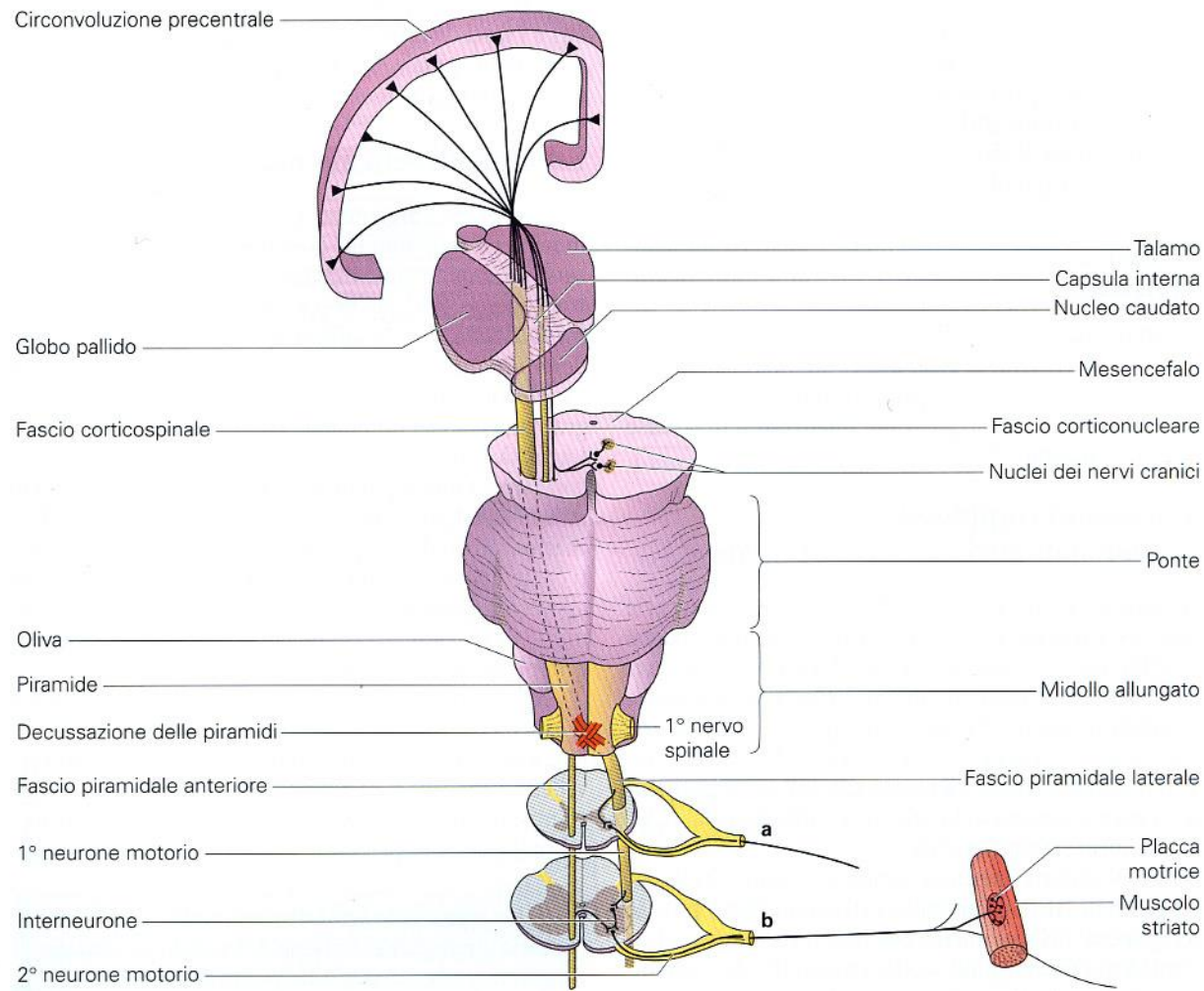
# VIE DISCENDENTI - VIE CSL



- Neuroni 5° strato: di forma piramidale, forniscono l'uscita dalla CM
- Questi neuroni corticali sono essenzialmente coinvolti nel controllo dei muscoli distali
- I loro assoni finiscono nel
  - i) MS per contrarre sinapsi con motoneuroni e interneuroni
  - Ii) nel TE
  - Il 30 % delle vie CS e CB deriva da neuroni area 4, altro 30 % dalla corteccia premotoria (area 6), il rimanente dalla corteccia sensoriale somatica
- Via corticospinale laterale: tratto piramidale, decussazione, tratto corticospinale laterale
- Le fibre nervose entrano a vari livelli nel MS per innervare direttamente i MN che controllano i muscoli degli arti.

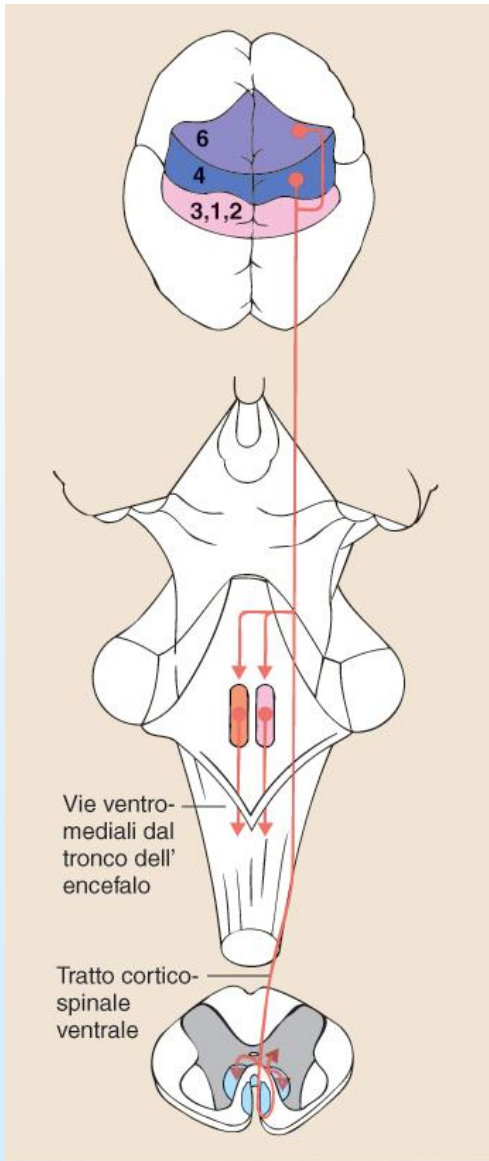
# VIE DISCENDENTI - VIE CSL

## Fascio piramidale

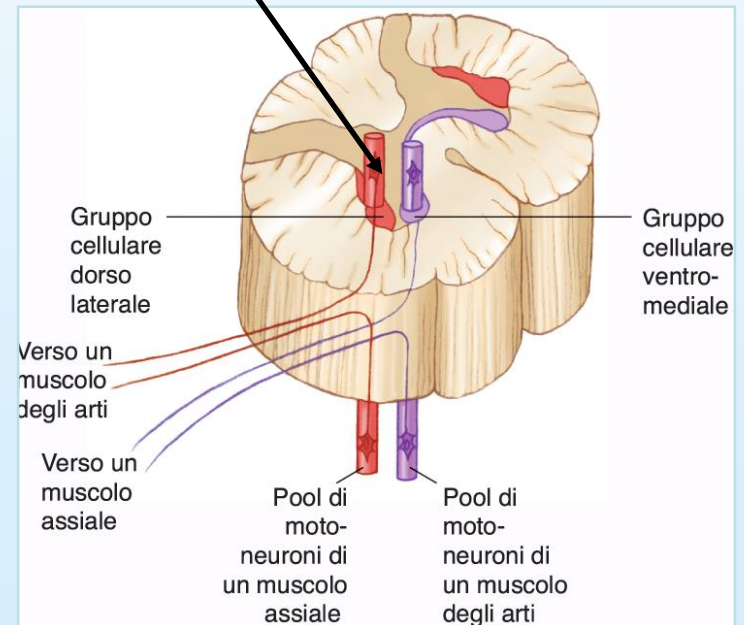


# VIE DISCENDENTI – VIA CSV

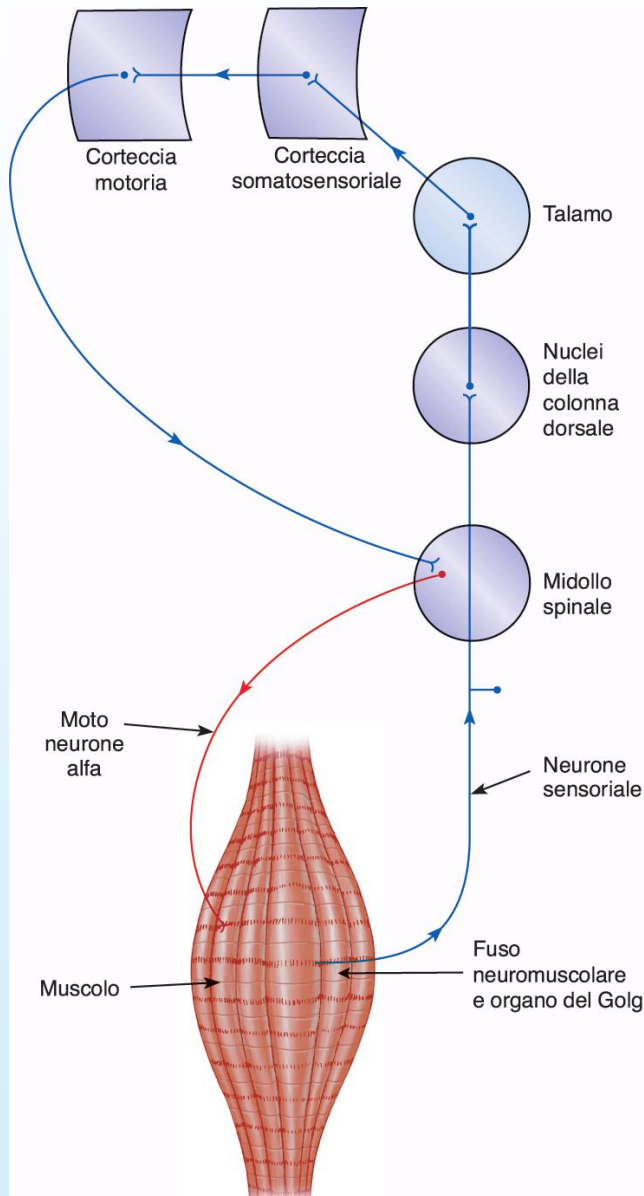
- Via **corticospinale ventrale**: una piccola parte di fibre discende senza incrociarsi e formano il **tratto corticospinale ventrale**
- Innervano i MN della regione *mediale del corno ventrale* associati ai muscoli *assiali*
- Le fibre CB vanno ai nervi motori dei nervi cranici



(b) Tratto corticospinale ventrale

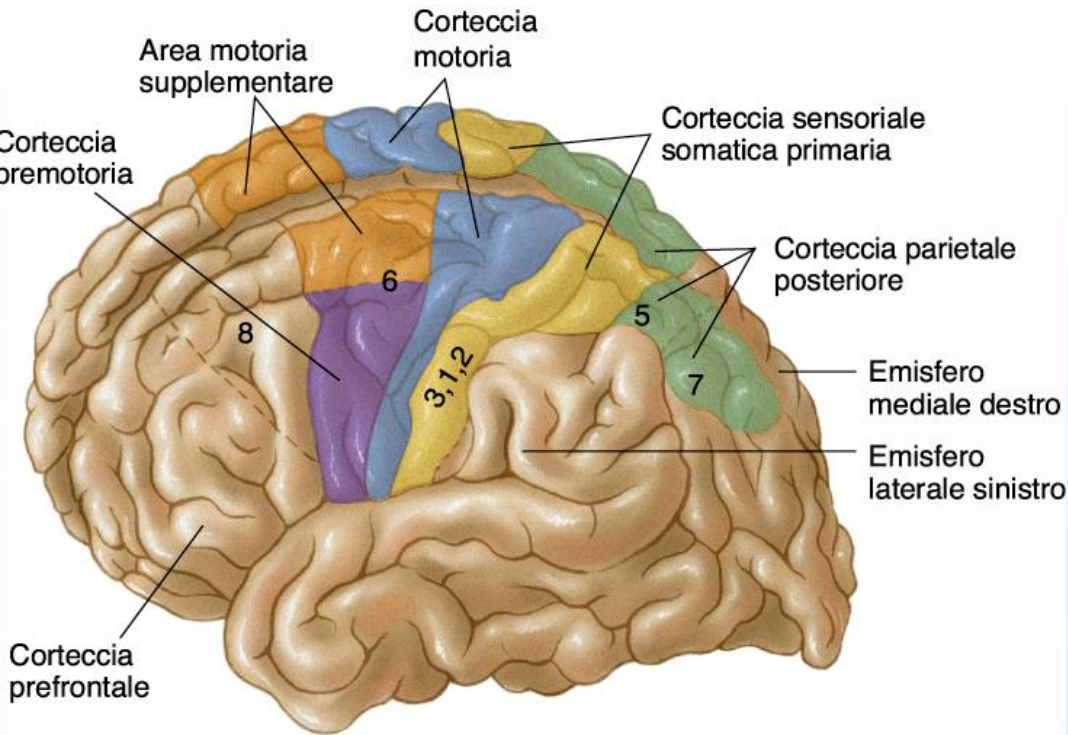


# FEEDBACK SENSORIALE ALLA CM



- La CM riceve informazioni dai muscoli o dalle **aree cutanee** circostanti i muscoli
- Si stabilisce un **lungo anello di feedback sensoriale** che determina gli input forniti al MS dalla CM
- In questo modo si possono **correggere le deviazioni** del movimento realizzato rispetto a quello programmato
- Il feedback si realizza attraverso l'intervento della corteccia sensoriale somatica e le **connessioni** sono organizzate **in modo topografico**

# AREE SUPPLEMENTARI MOTORIE

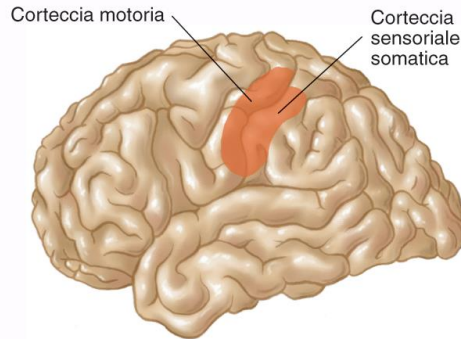


- Vi sono neuroni corticali che si attivano *prima delle cellule piramidali della CM* nel corso di movimenti
- La **corteccia motoria supplementare e premotoria**, la **corteccia parietale posteriore**, *cervelletto e gangli della base* sono coinvolti nella **pianificazione** e nella **programmazione** del movimento

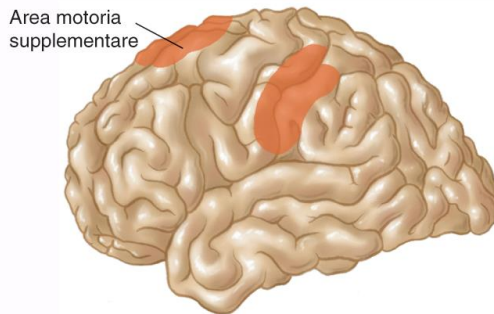
# CORTECCIA MOTORIA SUPPLEMENTARE E PREMOTORIA

1. La CMS ha connessioni dirette con la CM per il controllo dei muscoli degli arti e connessioni dirette con i MN spinali per il controllo dei muscoli assiali
2. I *fattori motivazionali* che inducono ad eseguire un movimento specifico e finalizzato traggono origine da aree sotto corticali (*ipotalamo*)
3. Queste aree trasmettono le informazioni a CMS che **programma i movimenti necessari per portare a termine il compito motorio complesso** (quali movimenti semplici eseguire, quali muscoli reclutare, quale sequenza di reclutamento eseguire etc. etc.)

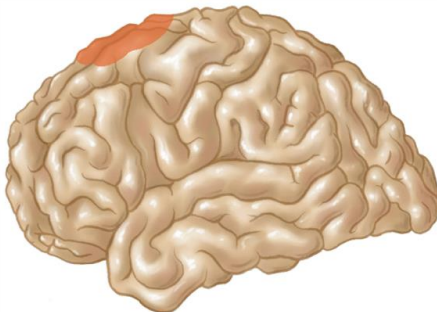
# CM, CMS E CPM - MOVIMENTO VOLONTARIO ED IMMAGINATO



(a) Flessione semplice delle dita (effettuata realmente)



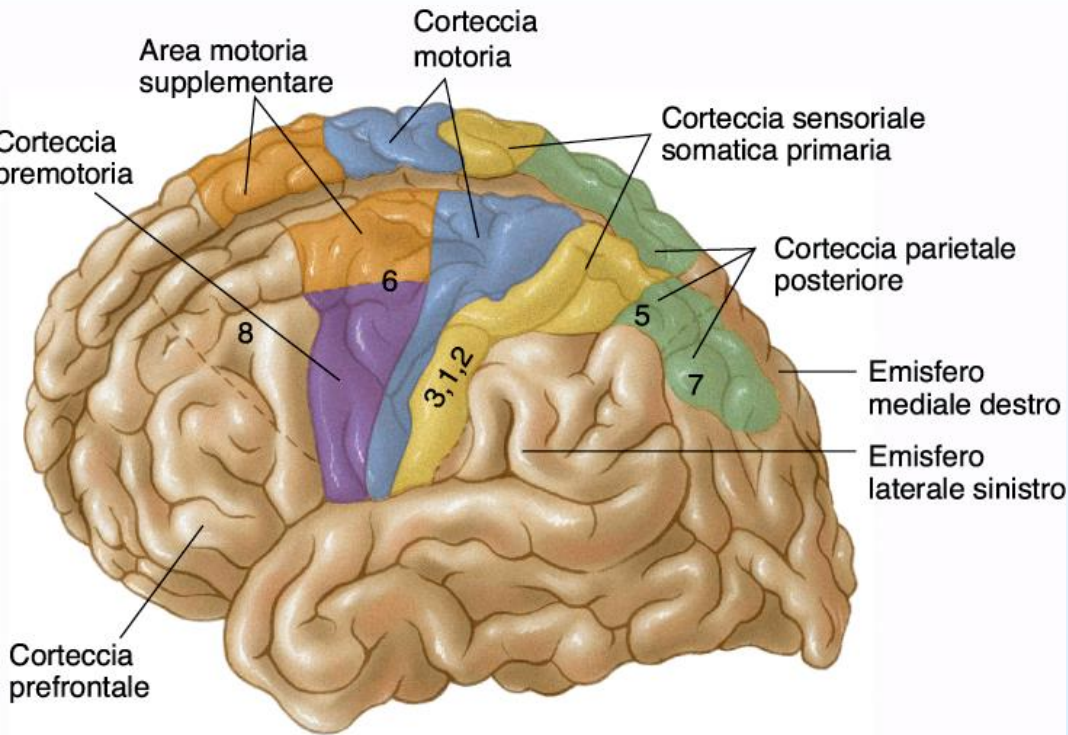
(b) Sequenza di movimenti delle dita (effettuata realmente)



(c) Sequenza di movimenti delle dita (riprodotta mentalmente)

- La stimolazione di **CMS** e **CPM** produce movimenti più complessi di quelli prodotti dalla stimolazione della **CM**
- Durante movimento immaginato, solo **CMS** si attiva
- Quindi è implicata nella **programmazione**

# LA CORTECCIA PARIETALE POSTERIORE (CPP)



- CPP riceve **informazioni somatiche e visive** e le trasmette a CMS e CP
- E' necessaria per l'elaborazione degli stimoli sensoriali che conducono a **movimenti intenzionali**
- **Tre** tipi di neuroni:
  - N. di **proiezione del braccio**, attivi quando il braccio raggiunge un oggetto
  - N. di **coordinazione mano-occhio**, attivi quando si fissa un oggetto che si sta toccando
  - N. di **manipolazione della mano**, attivi quando esploriamo con una mano un oggetto

# BIBLIOGRAFIA

- Fisiologia dell' Uomo, autori vari, Edi.Ermes, Milano
  - Capitolo 7: Controllo motorio
- Fisiologia Generale ed Umana, Rhoades-Pflanzer
  - Capitolo 9: Sistemi motori