

Controllo Motorio SNC

seconda

FGE aa.2016-17

OBIETTIVI

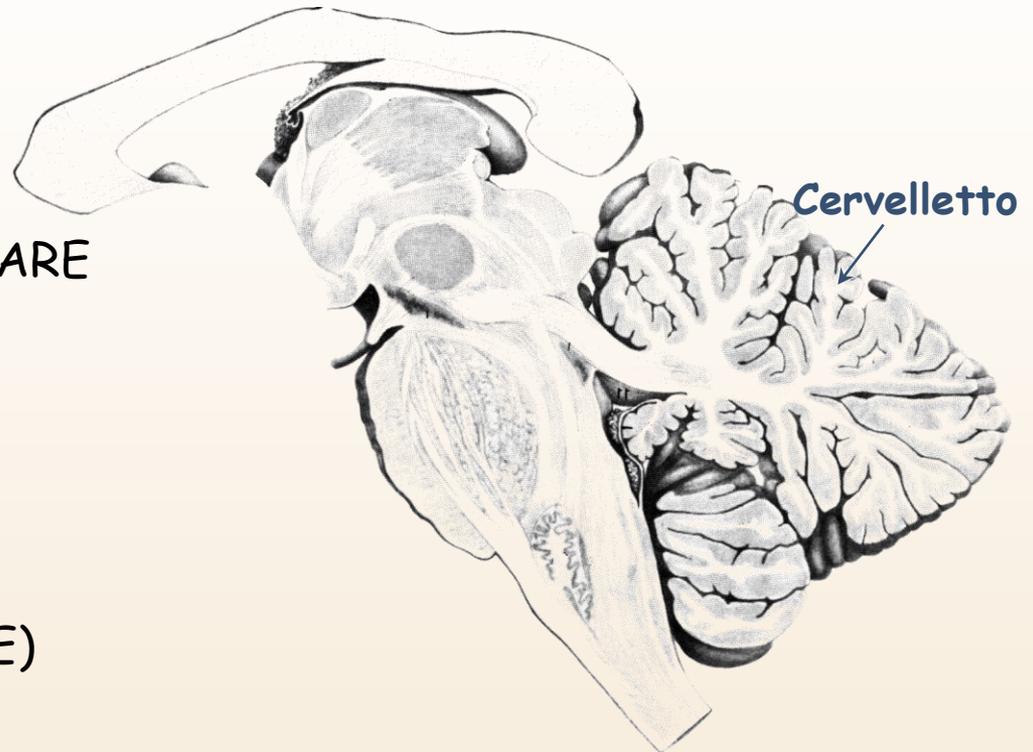
- Correlati anatomo funzionali del cervelletto: lobi cerebellari
localizzazione topografica delle funzioni cerebellari
- Nuclei profondi del cervelletto; afferenze e efferenze nucleari
- Principi generali di funzionamento dei circuiti cerebellari
- Corteccia cerebellare, cellule del Purkinje, fibre rampicanti e muscoidi
- I gangli della base

IL SNC NEL SISTEMA MOTORIO

- **Strutture sottocorticali**
 1. **Cervelletto (Cer)**
 2. **Gangli della base (GB)**
- Entrambi sono coinvolti nella coordinazione dei **movimenti (complessi, GB)** o di quelli che necessitano un continuo controllo tramite **feedback sensoriale (Cer)**

CERVELLETTO

- CORTECCIA CEREBELLARE
 - LOBO FLOCCULO-NODULARE
 - VERME
 - EMISFERI
- NUCLEI PROFONDI
 - DEL FASTIGIO (MEDIALE)
 - INTERPOSITO
 - DENTATO (LATERALE)



IL CERVELLETTO (CER)

1. Lobo anteriore
2. Lobo posteriore
3. Lobo flocculonodulare

- **Funzioni del cervelletto**

- Sono associate con localizzazioni anatomiche

1. **Pianificazione avvio del movimento**

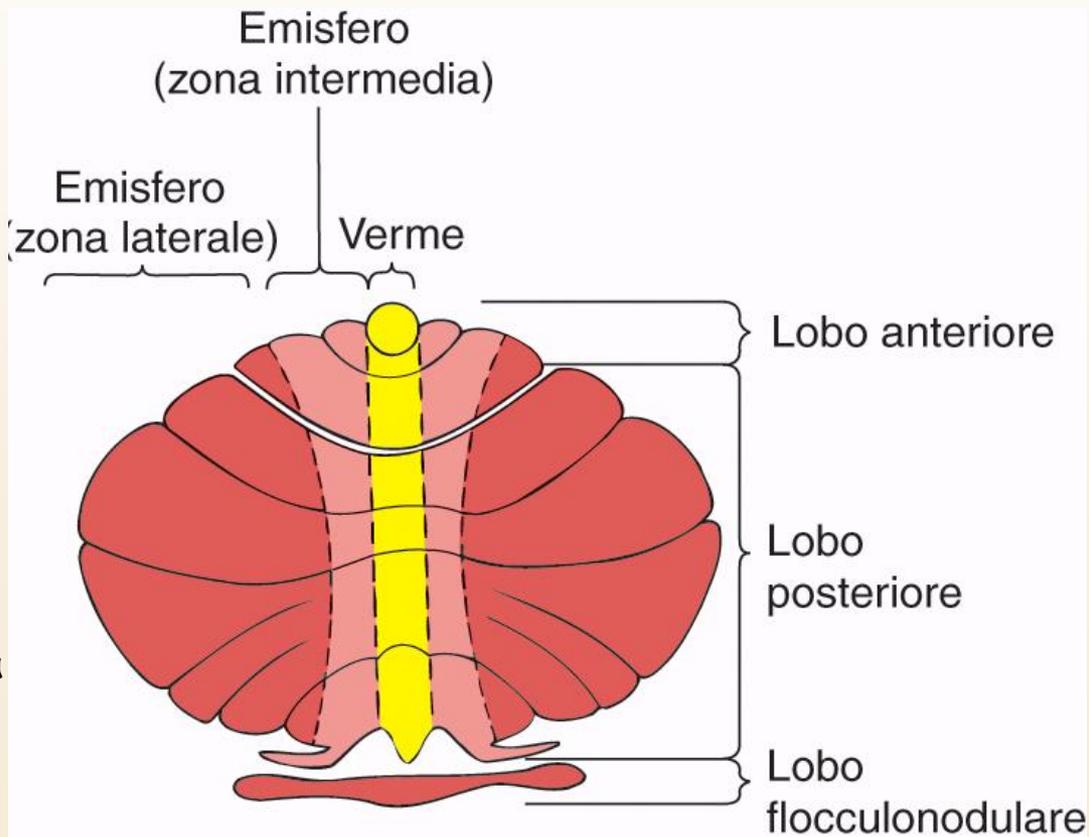
- Regione laterale lobi anteriore e posteriore

2. **Controllo equilibrio e postura**

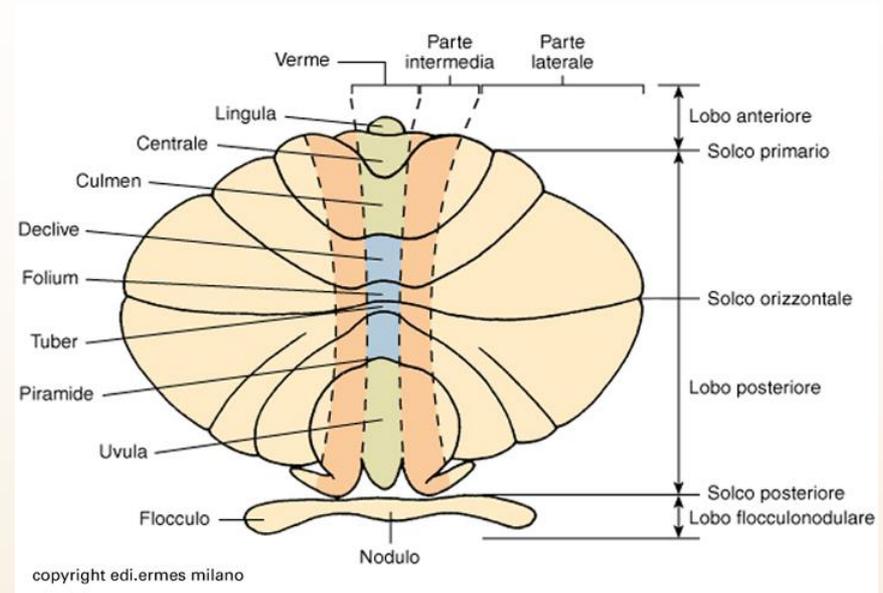
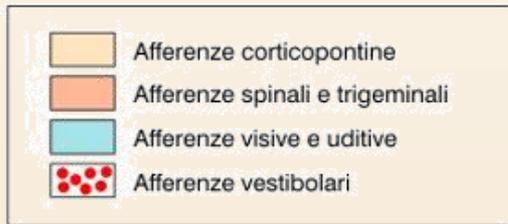
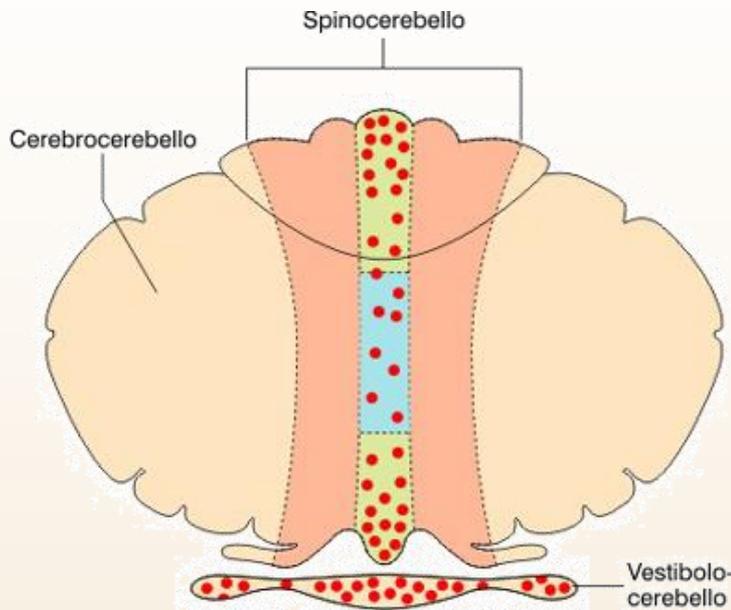
- Lobo flocculonodulare

3. **Controllo fluidità dei movimenti degli arti**

- Regioni centrale ed intermedia dei lobi anteriore e posteriore



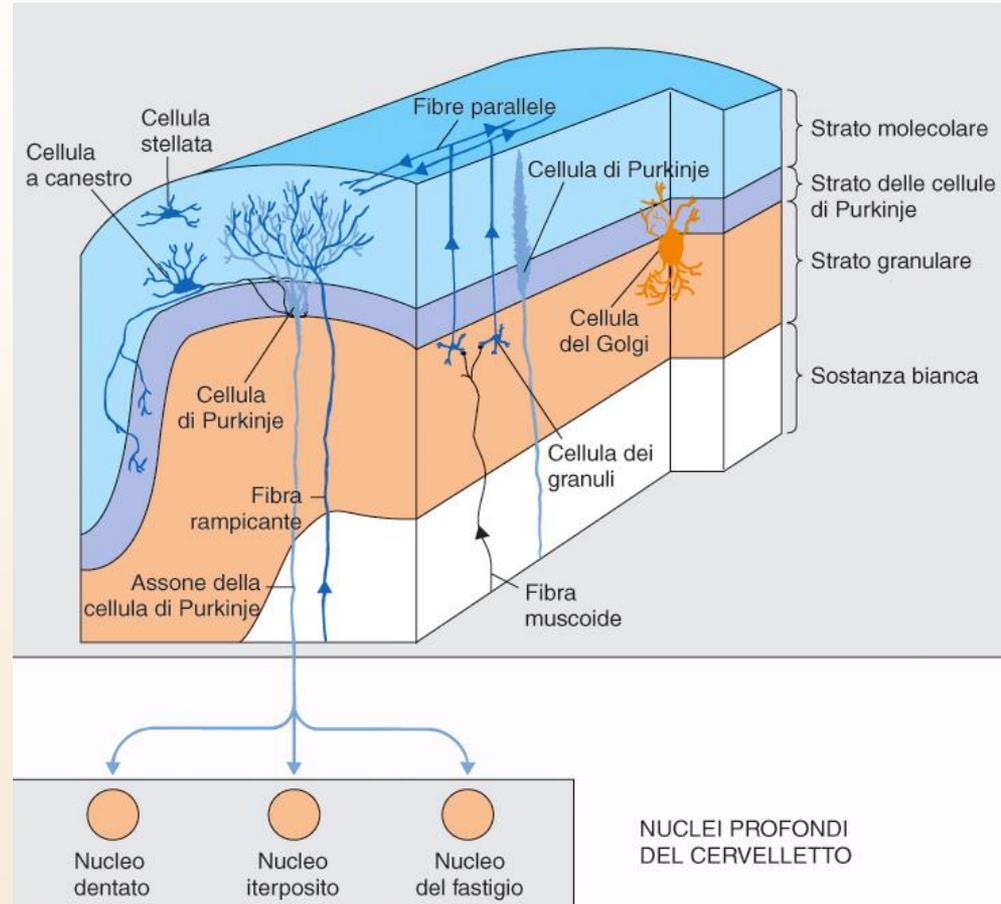
DIVISIONI DEL CERVELLETTO



- **VESTIBOLO-CEREBELLO** (ARCHICEREBELLO) LOBO FLOCCULO-NODULARE
- **SPINO-CEREBELLO** (PALEOCEREBELLO) VERME E PARTE INTERMEDIA
- **CORTICO-CEREBELLO** (NEOCEREBELLO) EMISFERI

NUCLEI CEREBELLARI E C. DEL PURKINJE

- **Cellule del Purkinje**
 - Disposte in un singolo strato
 - Gli assoni formano connessioni con i nuclei profondi
 - Sinapsi *GABA-ergiche inibitorie*
- I nuclei sono *l'uscita del cervelletto*
 1. **Nucleo dentato**
 2. **Nucleo interposito**
 3. **Nucleo del fastigio**



AFFERENZE ED EFFERENZE DEI NUCLEI CEREBELLARI

1. Nucleo dentato

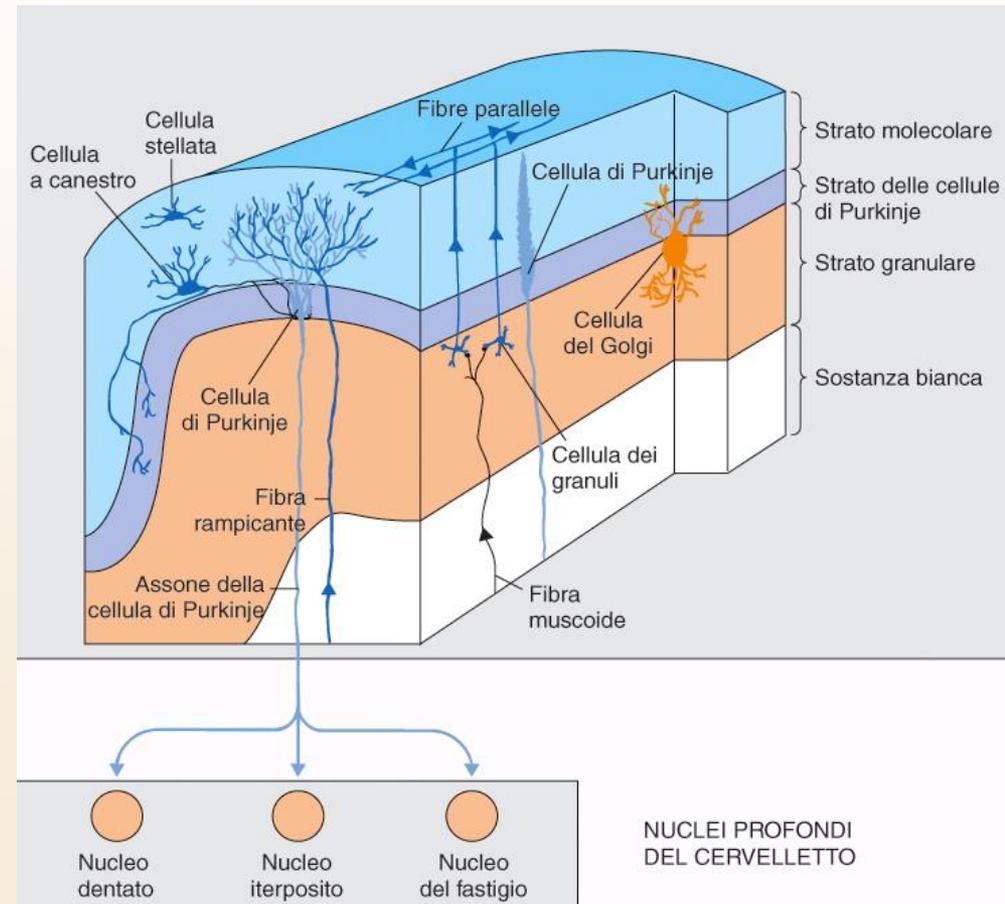
- Assoni da regione laterale lobi anteriore e posteriore
- Efferenze al talamo e dal talamo alla CM e C Premotoria
- Pianificazione ed avvio del movimento

2. Nucleo interposito

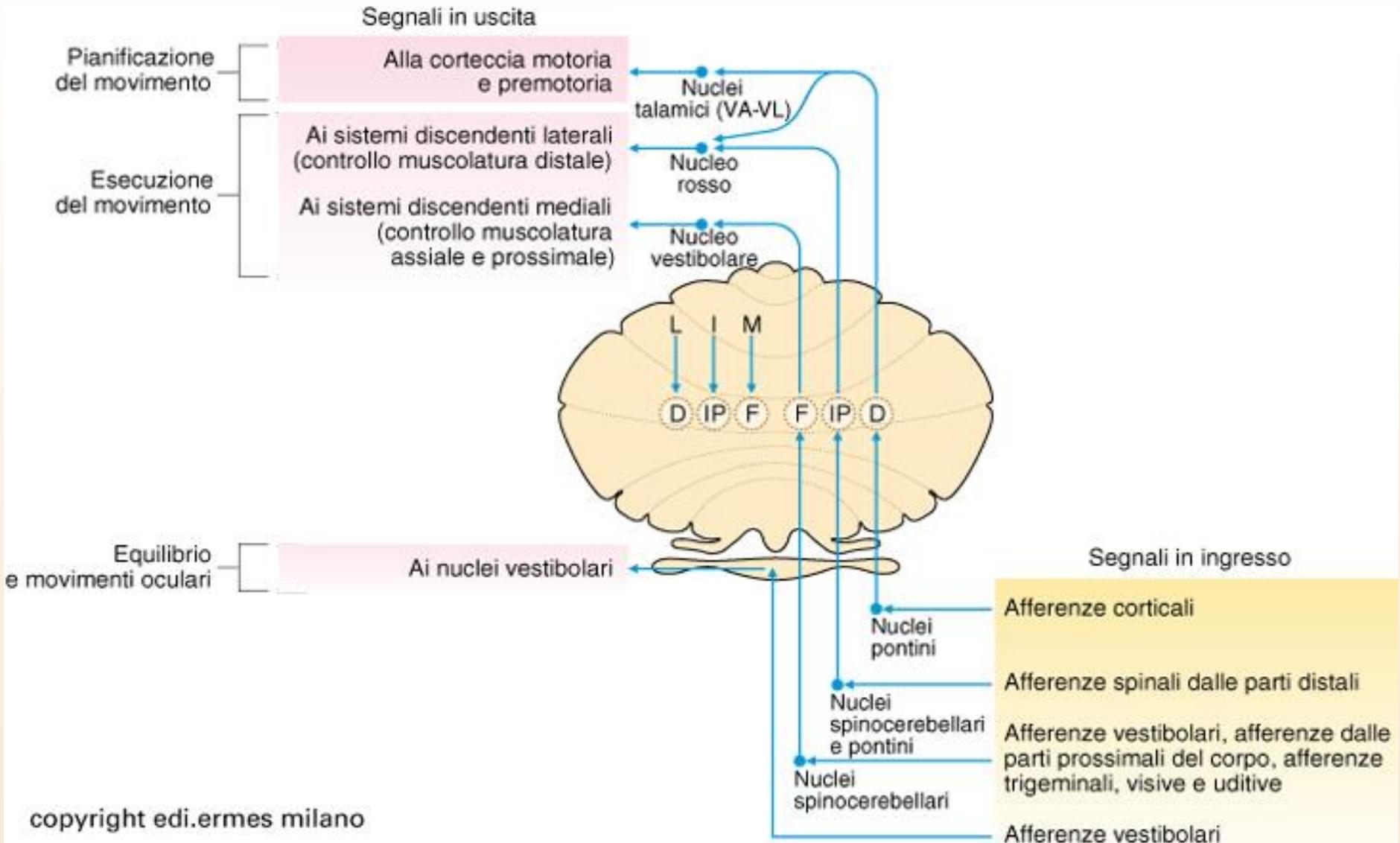
- Assoni da regioni centrale ed intermedia dei lobi anteriore e posteriore
- Efferenze al talamo e al nucleo rosso che controlla la muscolatura distale degli arti
- Controllo movimento degli arti

3. Nucleo del fastigio

- Assoni da lobo flocculonodulare
- Efferenze al nucleo vestibolare
- Mantenimento equilibrio e postura

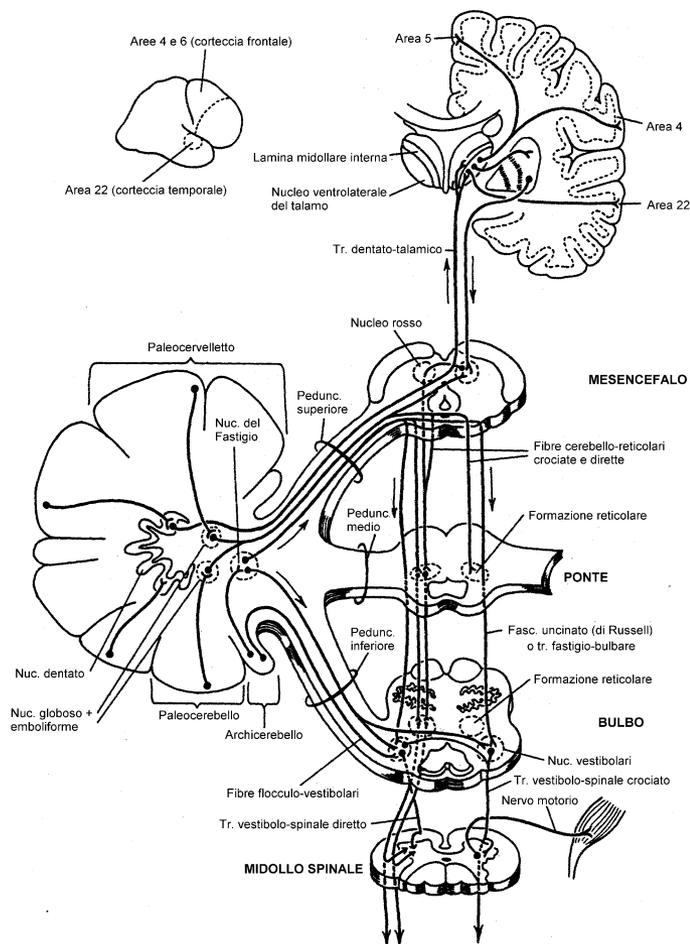


FUNZIONI SPECIFICHE DEL CERVELLETTO

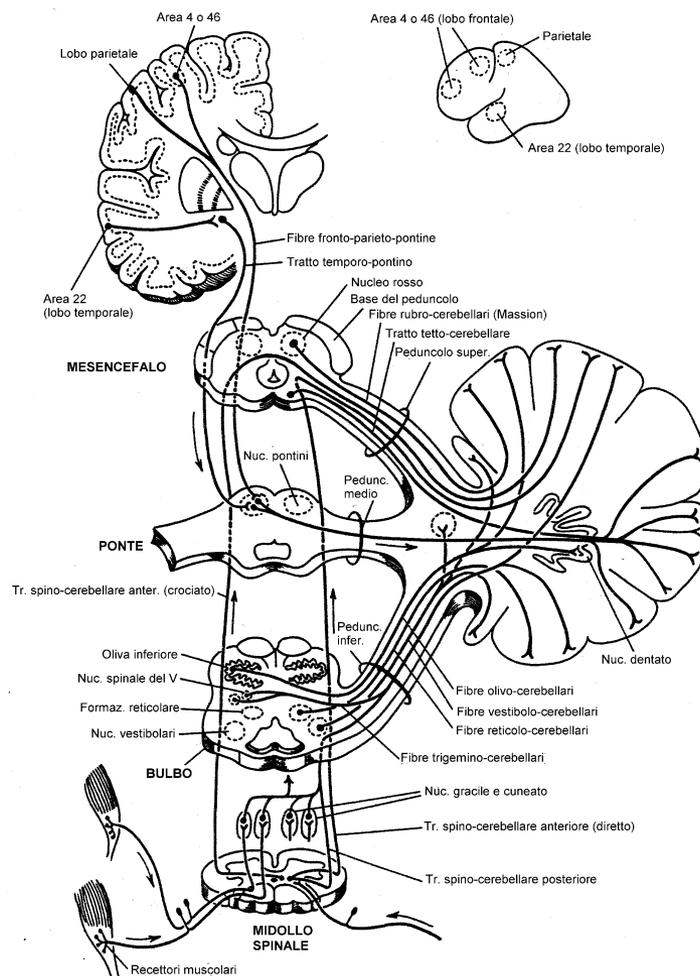


CONNESSIONI DEL CERVELLETTO

EFFERENZE CEREBELLARI



AFFERENZE CEREBELLARI

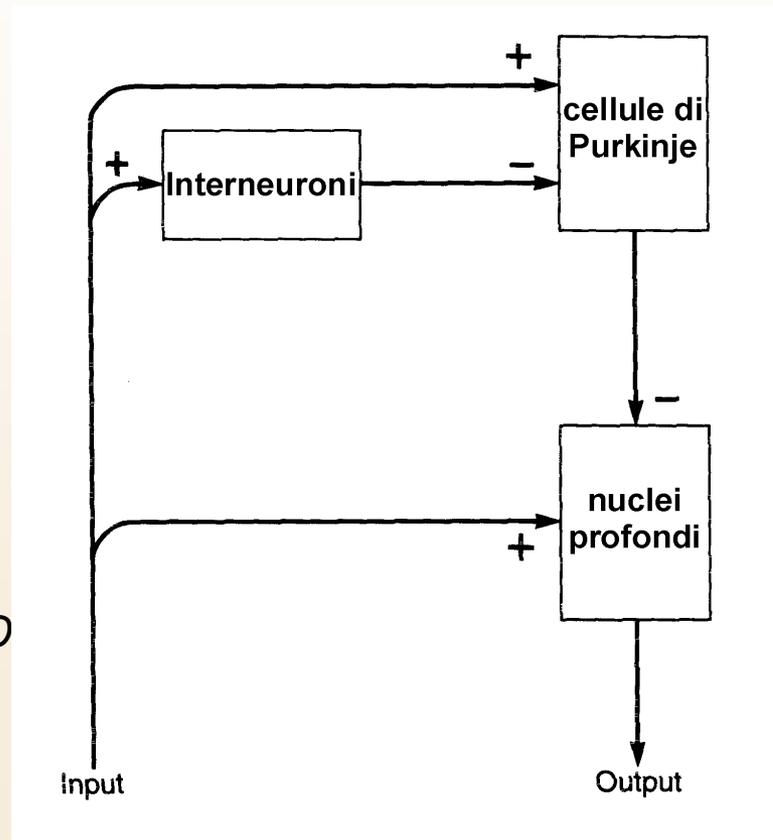


FUNZIONAMENTO DEL CERVELLETTO

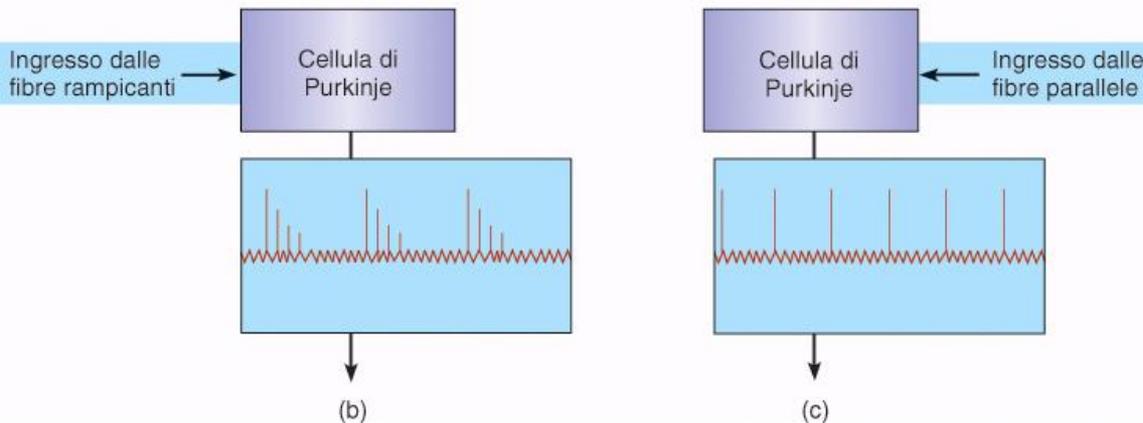
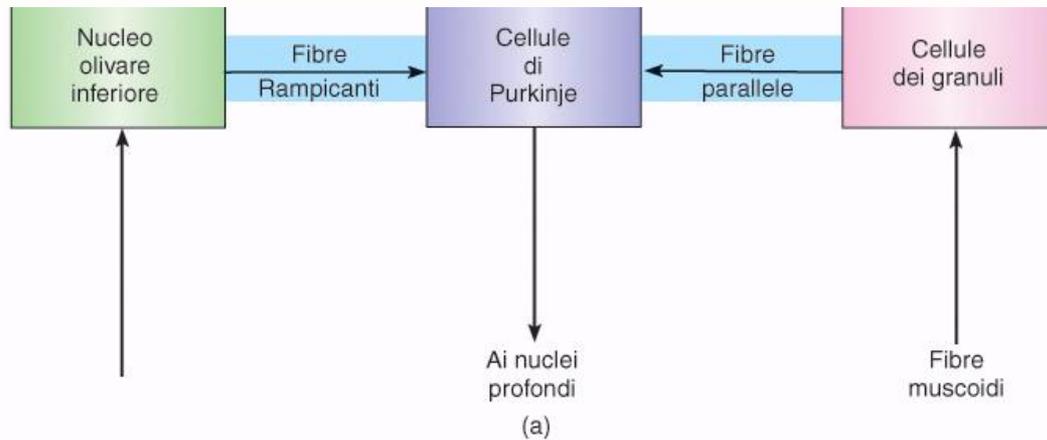
- **SEGNALI IN ENTRATA** (AI N. PROFONDI E ALLA CORTECCIA)
 - PROGRAMMA MOTORIO (DALLA CORTECCIA CEREBRALE)
 - QUADRO SENSORIALE (DAI PROPRIOCETTORI ED ESTEROCETTORI)
- **SEGNALI IN USCITA** (SOLO DAI N. PROFONDI)

NEI N. PROFONDI IL SEGNALE DELLE CELLULE DI PURKINJE VIENE "SOTTRATTO" DAL COMANDO MOTORIO ORIGINALE; NE RISULTANO COMANDI MOTORI COLLATERALI CHE RAFFORZANO O INIBISCONO L'ESECUZIONE DEL MOVIMENTO

Circuito cerebellare semplificato



NEUROFISIOLOGIA DELLE CELLULE DEL PURKINJE



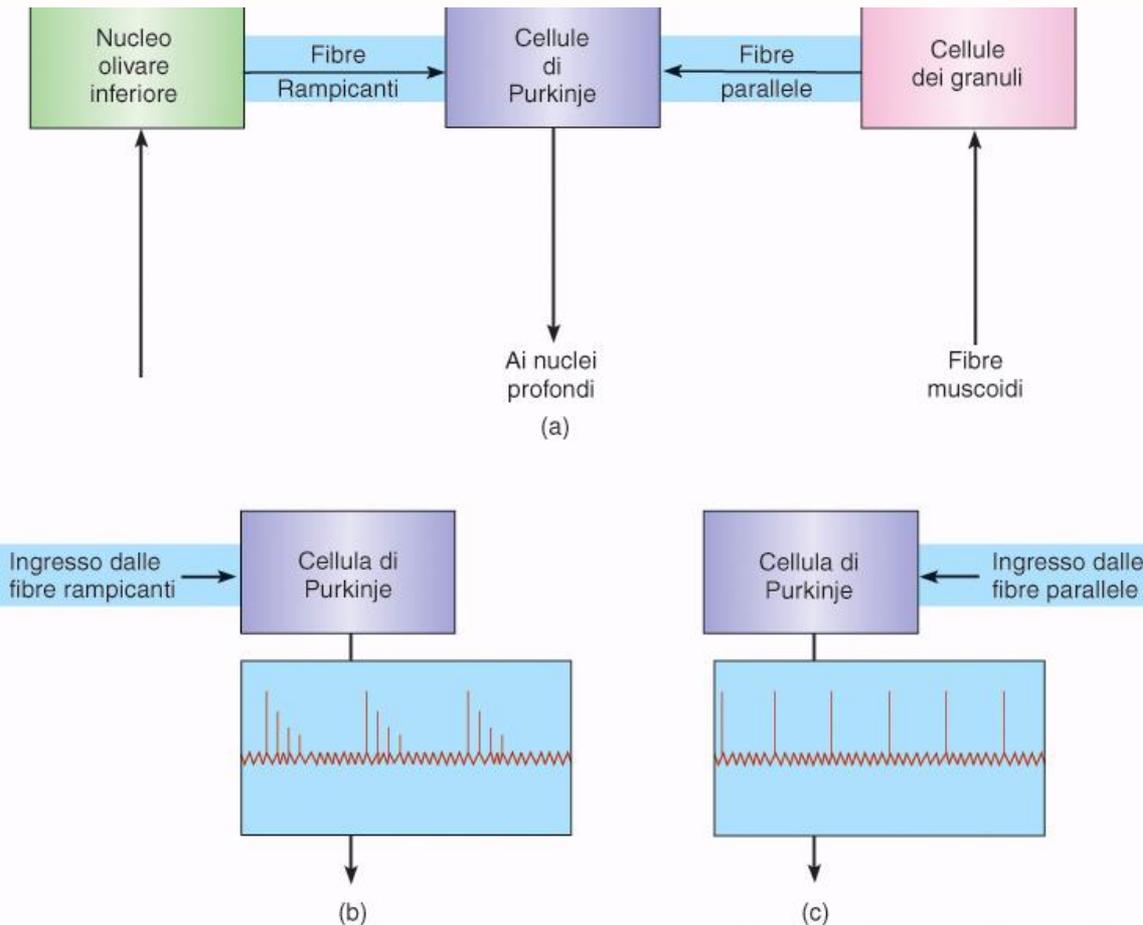
1. Fibre rampicanti

- Da *nucleo olivare inferiore (NOI)*
- *Un'unica fibra rampicante per ogni singola cellula del Purkinje*
- *Generazione di complesse sequenze di PA*

2. Fibre parallele

- Da *cellule dei granuli*
- *Ciascuna cellula del Purkinje riceve informazioni da numerose cellule dei granuli*
- *Generazione di semplici sequenze di PA*

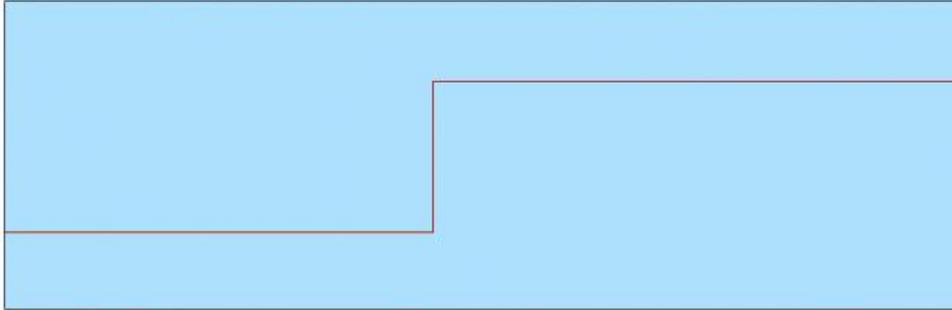
NEUROFISIOLOGIA DELLE CELLULE DEL PURKINJE



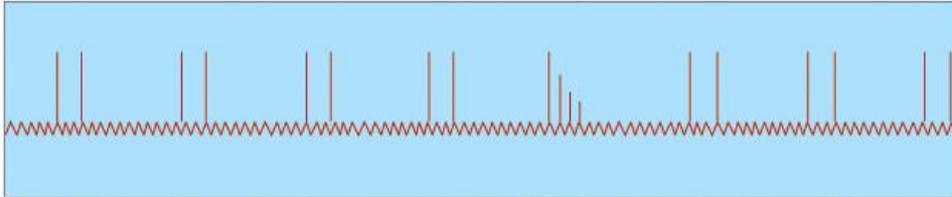
- NOI riceve informazioni da:
 - CMS e CPM, MS, Nucleo Rosso, Mesencefalo
- Alle cellule dei granuli giungono informazioni attraverso **le fibre muscoidi**
 - Le fibre muscoidi originano da neocorteccia e MS
- Gli stimoli sensoriali e i movimenti volontari esaltano l'attività delle fibre muscoidi, ma hanno scarso effetto sulle fibre rampicanti
- Si ritiene che le fibre rampicanti modulino la risposta delle cellule del Purkinje alle fibre muscoidi e, quindi, alle afferenze delle fibre parallele

CELLULE DEL PURKINJE E ADATTAMENTO

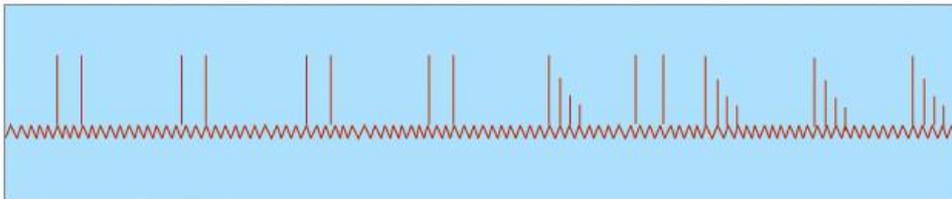
Movimento
del polso



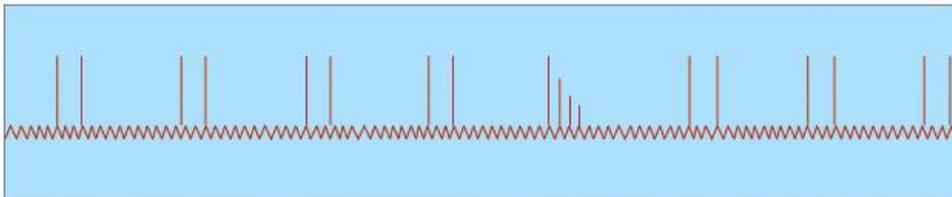
Risposta
della
cellula di
Purkinje



Risposta
della
cellula di
Purkinje
all'aumento
del peso



Adattamento
della risposta
della cellula
di Purkinje
all'aumento
del peso

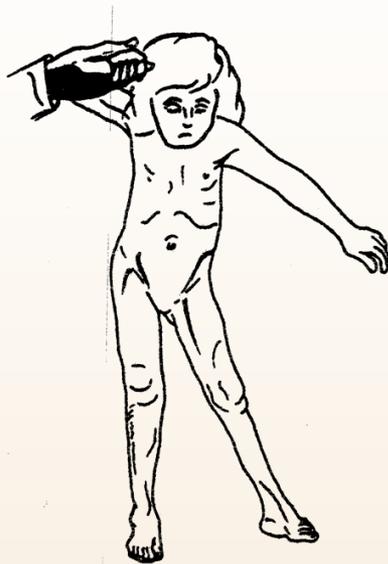


All'aggiunta del peso, le c. del Purkinje iniziano a scaricare con sequenze complesse di PA e l'animale compensa con un output maggiore di forza

- Ciò è dovuto all'attivazione delle f. rampicanti
- Con l'adattamento, le sequenze complesse diminuiscono

- In aggiunta il cervelletto può codificare anche la direzione del movimento di raggiungimento
- Singole cellule sono attivate quando è compiuto un movimento in una particolare direzione (codice neurale di *vettori cellulari unidirezionali e vettori di popolazione*)

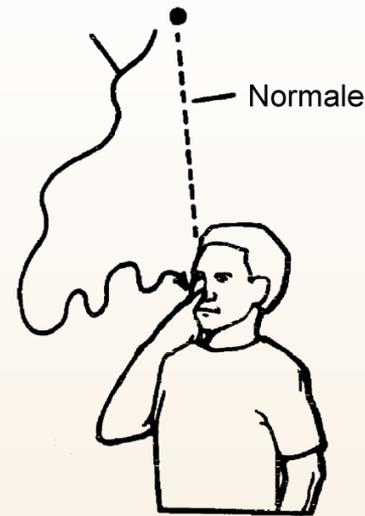
PRINCIPALI DISFUNZIONI CEREBELLARI



ATASSIA



IPOTONIA

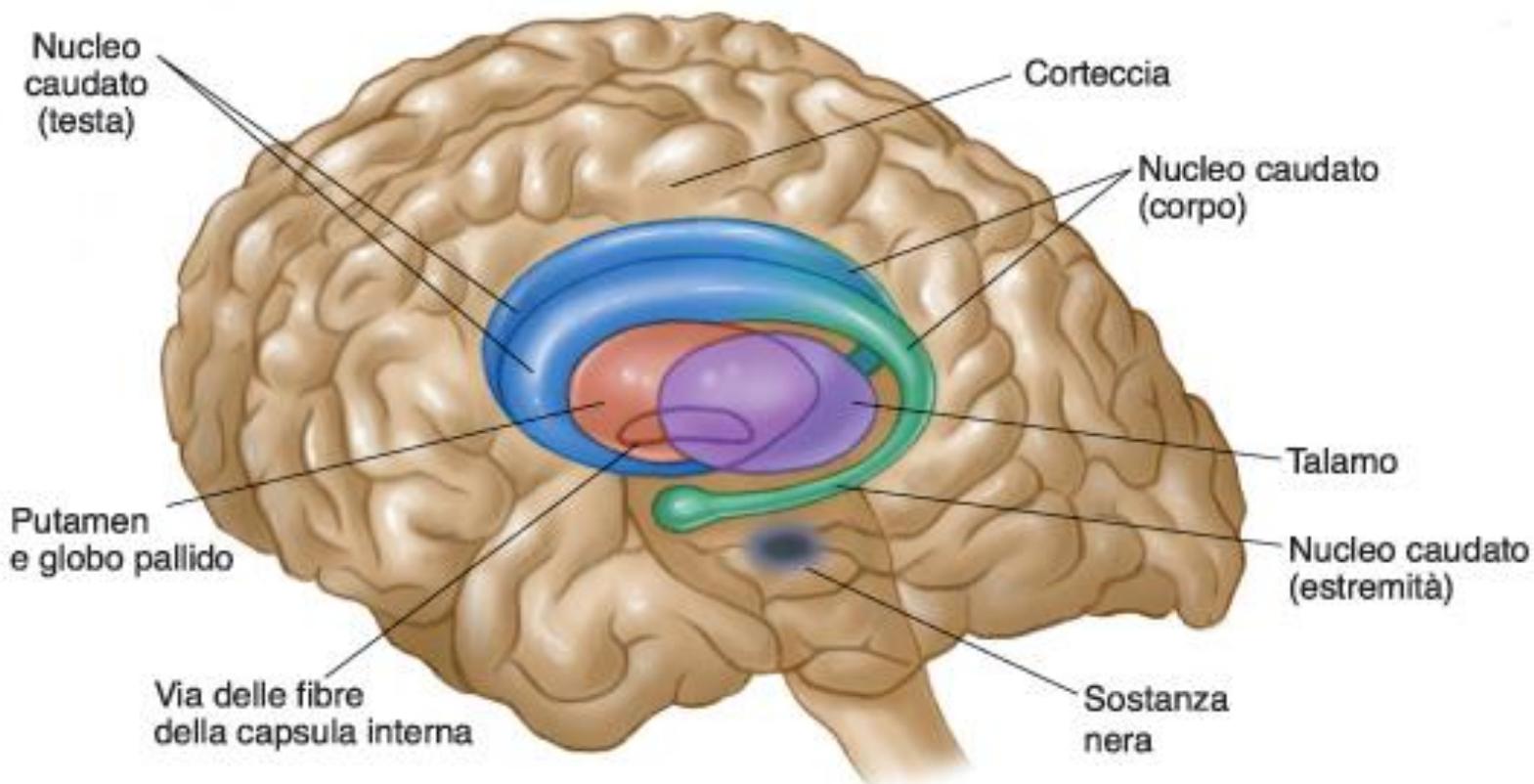


DISMETRIA

- ATASSIA: INCOORDINAMENTO DELLA DEAMBULAZIONE
- IPOTONIA: RIDUZIONE GENERALIZZATA DEL TONO MUSCOLARE
- DISMETRIA: ERRORI NELL'AMPIEZZA DEI MOVIMENTI

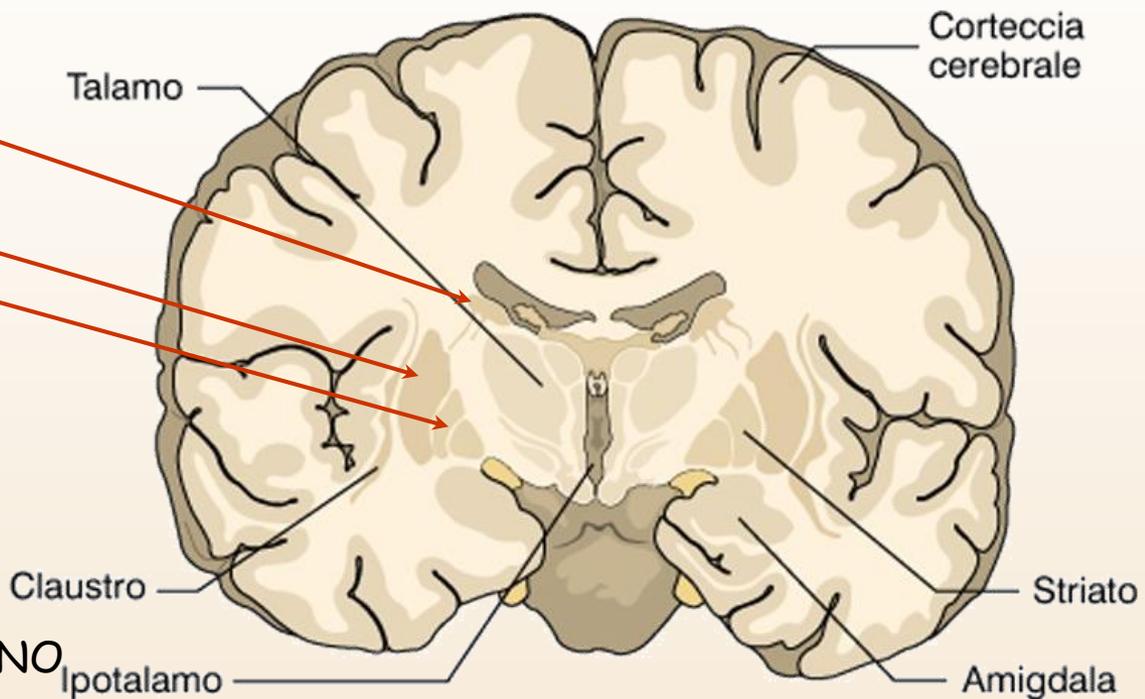
I GANGLI DELLA BASE

- **Nucleo Caudato, putamen: segnali in ingresso**
- **Globo pallido: segnali in uscita**



NUCLEI DELLA BASE

- NUCLEO CAUDATO
- PUTAMEN
- GLOBO PALLIDO
- SOSTANZA NERA
- NUCLEO SUBTALAMICO
- NUCLEO PEDUNCOLOPONTINO



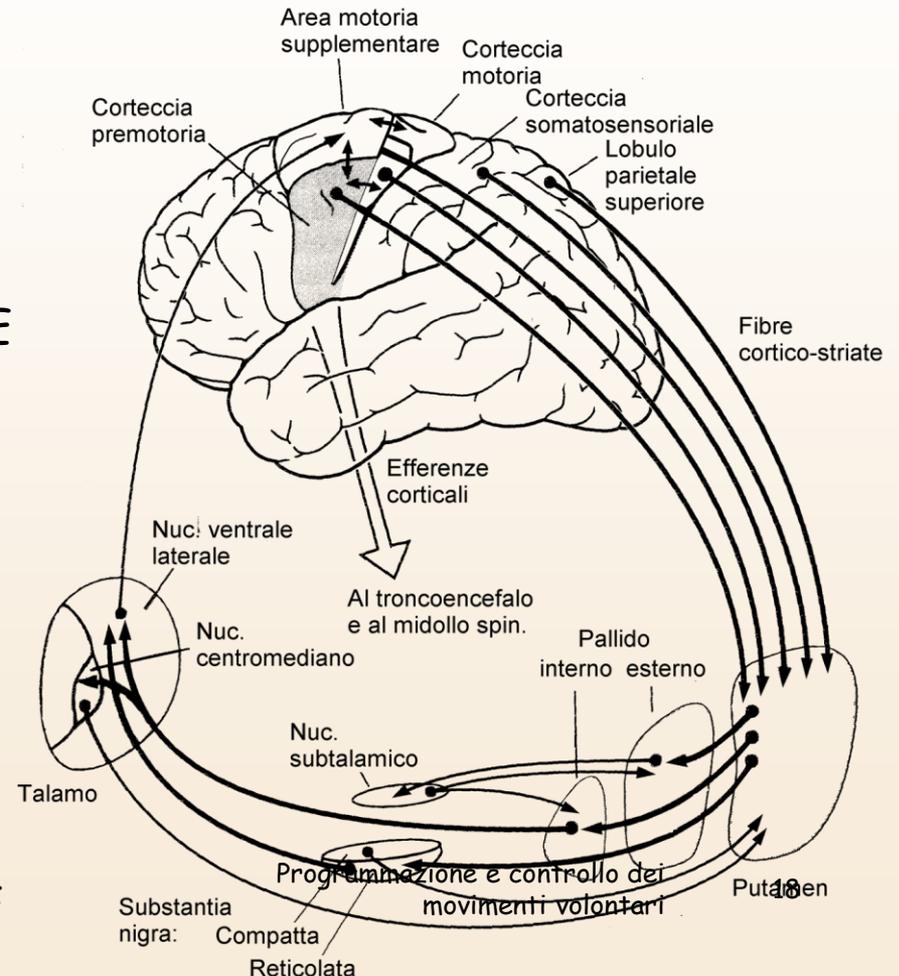
CONNESSIONI DEI NUCLEI DELLA BASE

• PRINCIPALI AFFERENZE

- DALLA CORTECCIA CEREBRALE
 - AREE SENSORIALI
 - AREE MOTORIE E PREMOTORIE
- DAL TALAMO

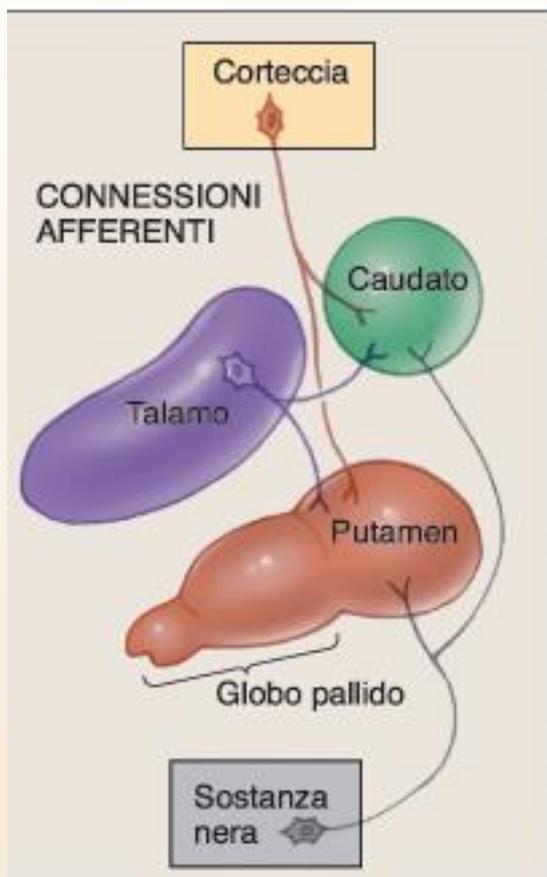
• PRINCIPALI EFFERENZE

- ALLA CORTECCIA CEREBRALE MOTORIA E PREMOTORIA
- AL TALAMO
- ALLA FORMAZIONE RETICOLARE



I GANGLI DELLA BASE

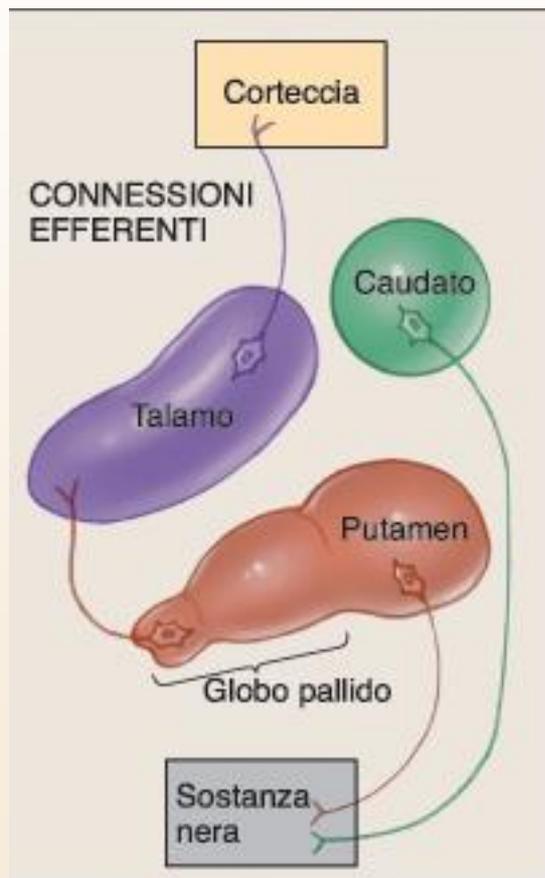
- Le connessioni afferenti



- Da neocorteccia, talamo e sostanza nera del TE
- Le fibre provenienti dalla sostanza nera terminano nei gangli rilasciando dopamina come neurotrasmettitore. La loro degenerazione è la causa del morbo di Parkinson

I GANGLI DELLA BASE

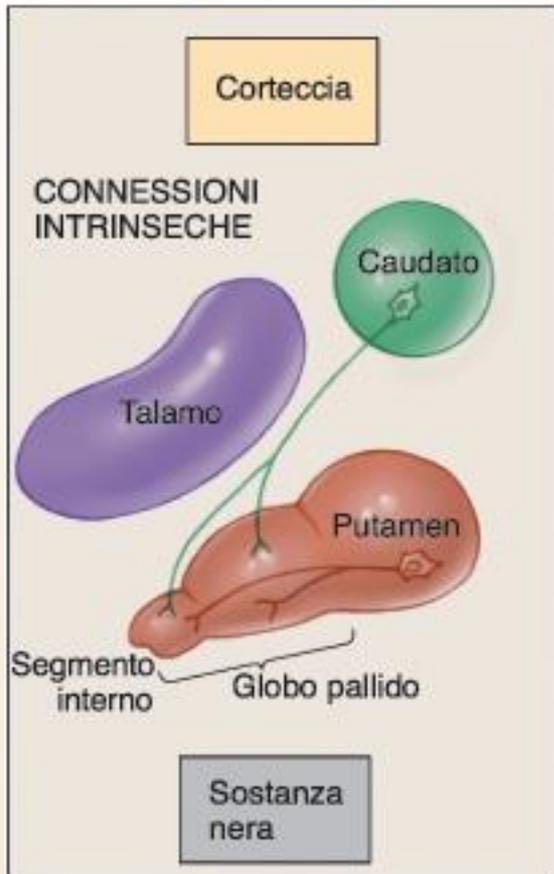
- **Le connessioni efferenti**



- Attraverso il talamo alla **corteccia prefrontale e premotoria**
- Alla **sostanza nera**
- Attraverso le vie efferenti alla corteccia, i gangli della base possono **modulare le componenti discendenti del sistema motorio**

I GANGLI DELLA BASE

- Le connessioni intrinseche



FUNZIONI DEI NUCLEI DELLA BASE

- STIMOLAZIONE DEL N. CAUDATO
 - RALLENTAMENTO O SOPPRESSIONE DEI MOVIMENTI VOLONTARI
- STIMOLAZIONE DEL GLOBO PALLIDO
 - MOVIMENTI DI ROTAZIONE DEL CORPO (NELLA DIREZIONE OPPOSTA)
 - MODIFICAZIONI POSTURALI
- LESIONI DELLO STRIATO
 - DISTURBI DEI MOVIMENTI COMPLESSI
- LESIONI DEL N. SUBTALAMICO
 - SOPPRESSIONE DELL'ATTIVITÀ MOTORIA

BIBLIOGRAFIA

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