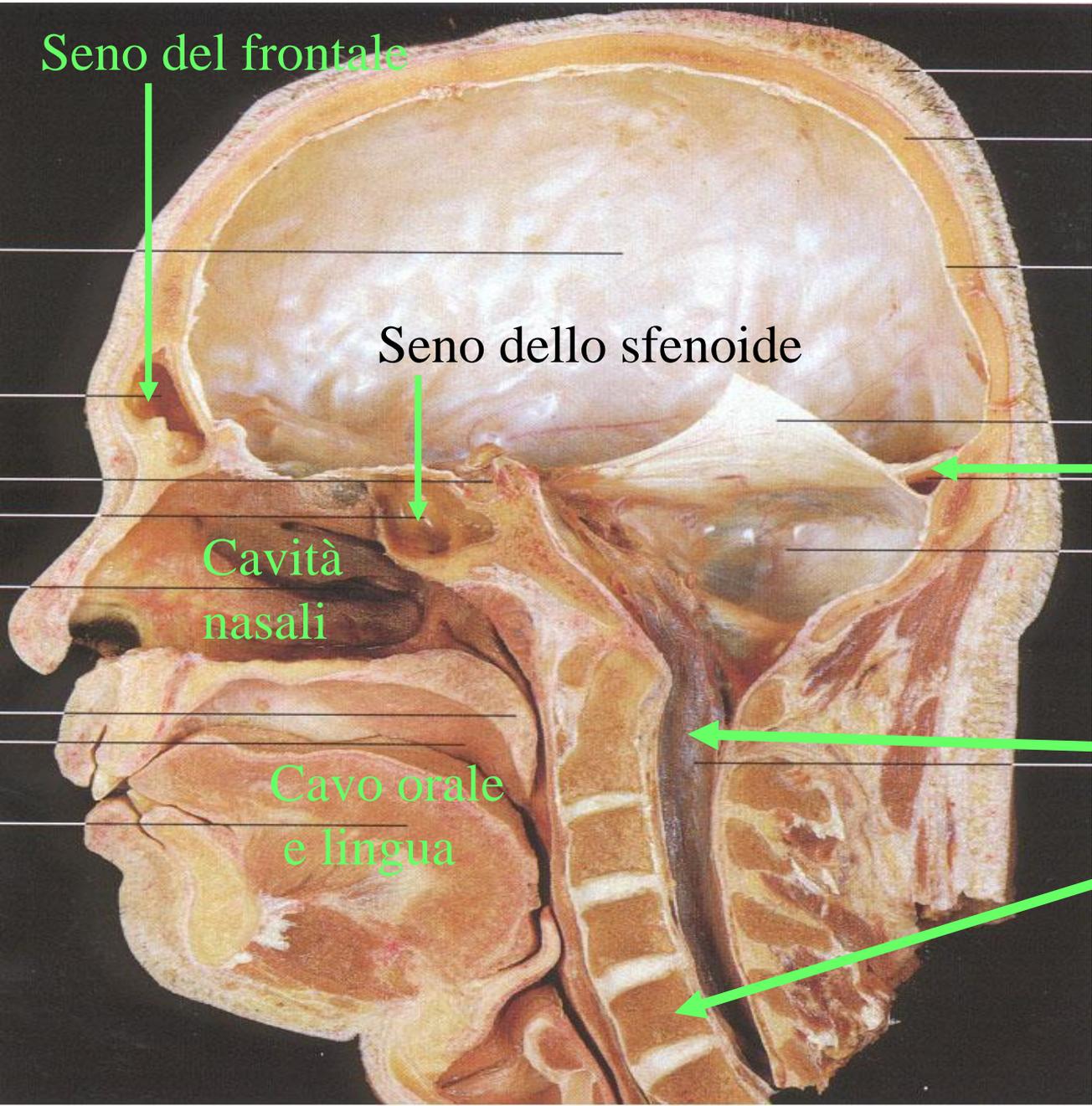


Dura madre dall'interno, e tentorio del cervelletto



Seno del frontale

Seno dello sfenoide

Cavità nasali

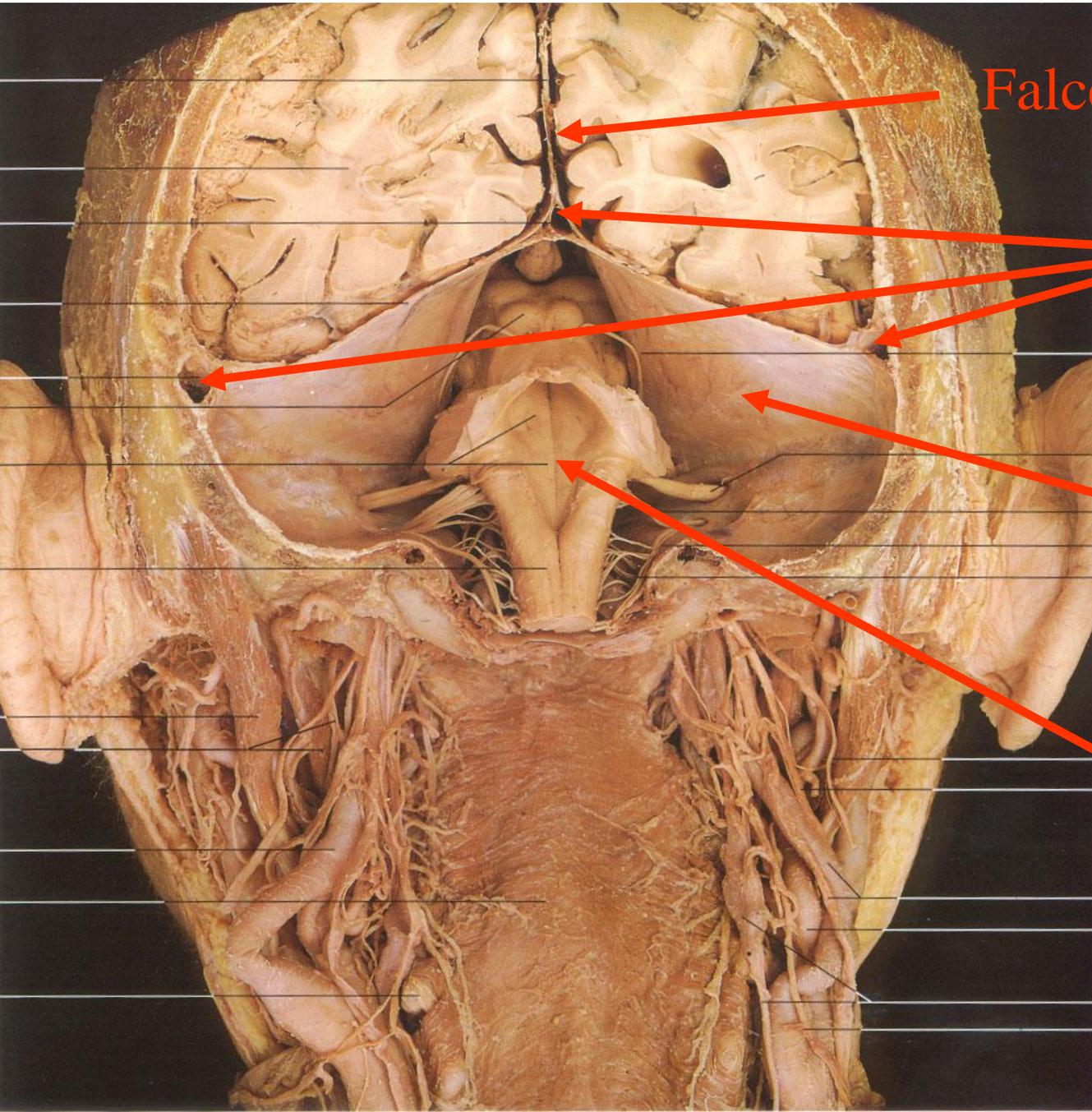
Cavo orale e lingua

Seni venosi

Canale vertebrale

Vertebre e dischi

Falce cerebrale e tentorio in sezione frontale



Falce cerebrale

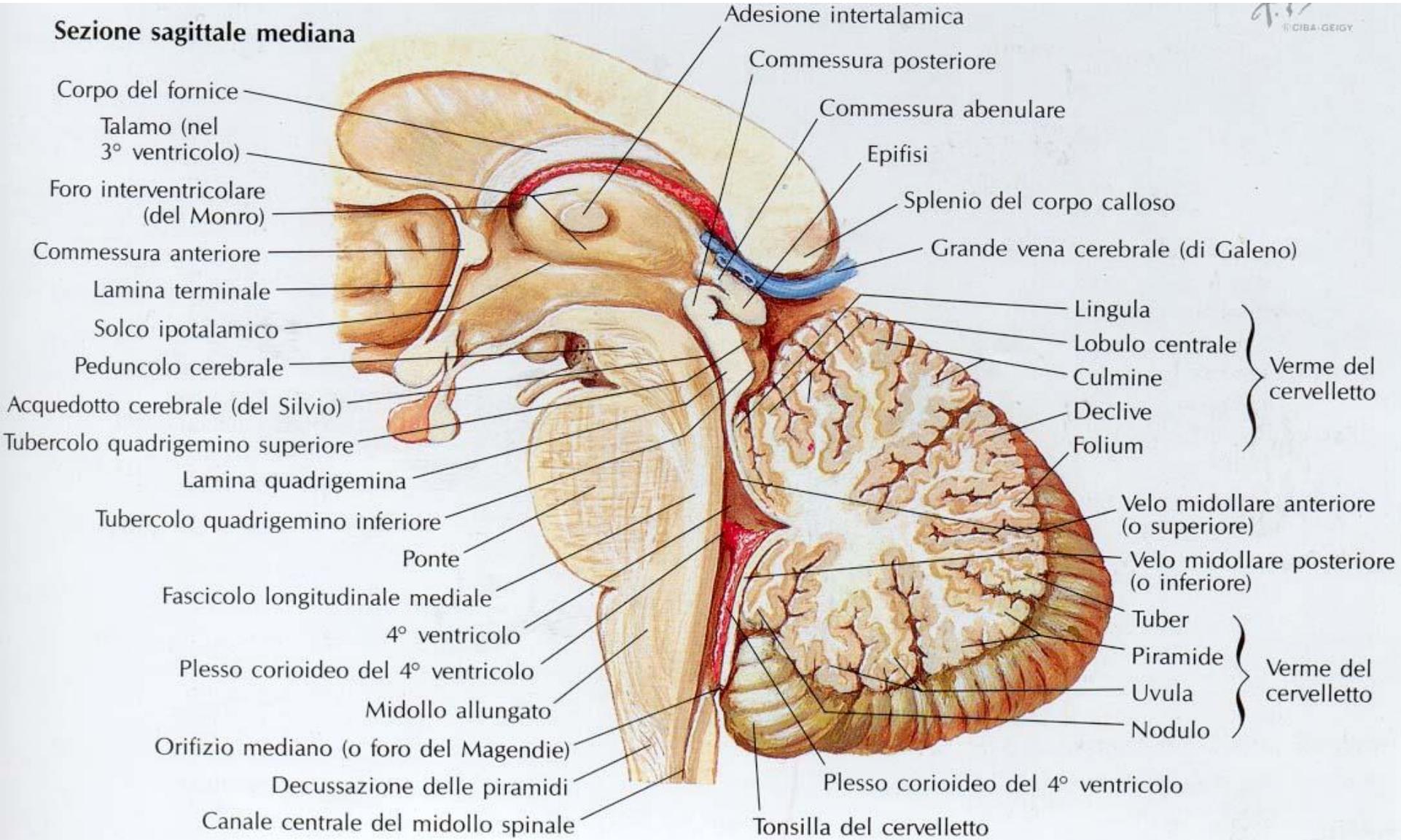
Seni venosi

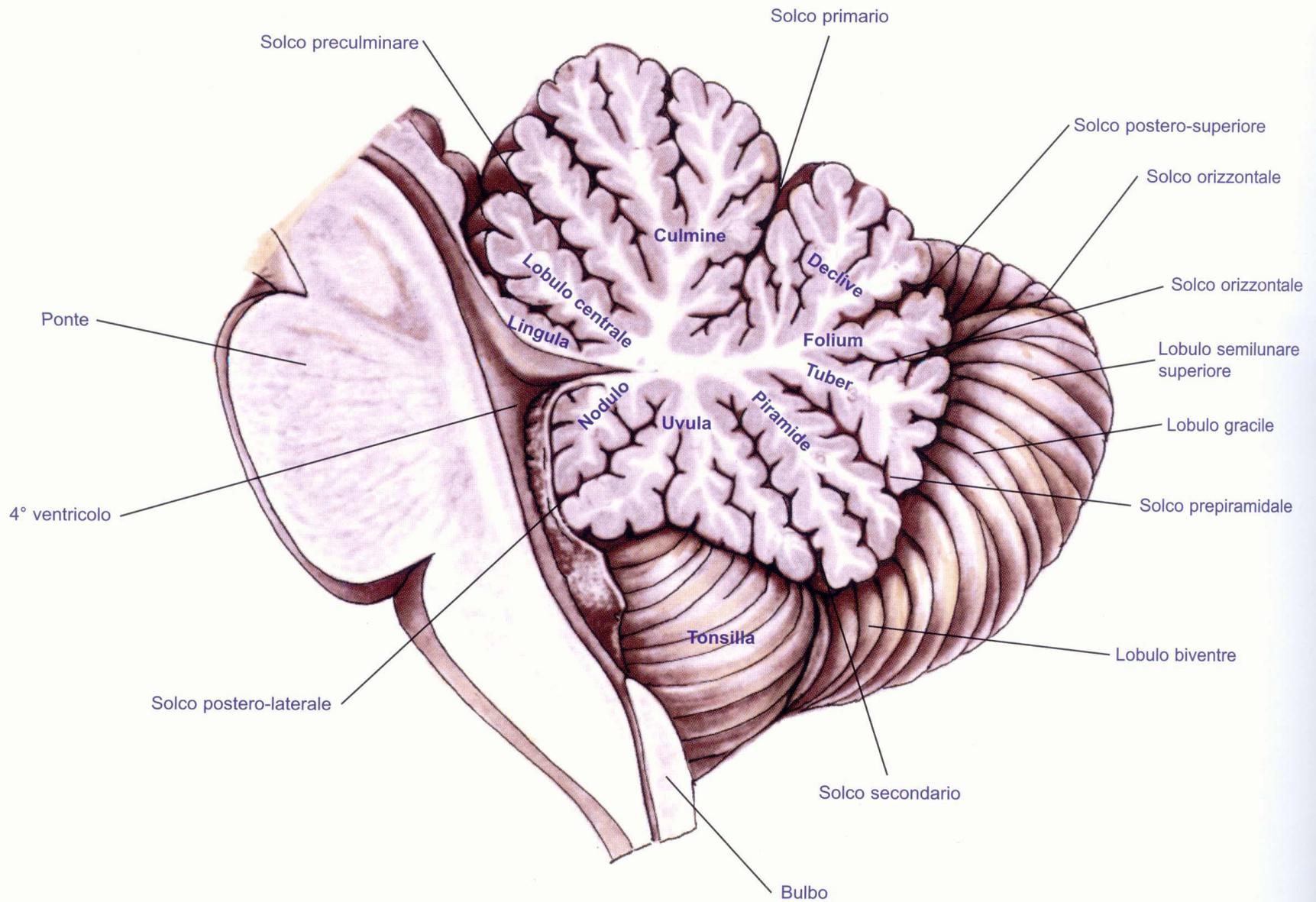
Tentorio del
cervelletto

Tronco
encefalico e
cavità del 4°
ventricolo

- Faccia superiore o subtentoriale
- Faccia inferiore
- Circonferenza
- Ilo
- Due emisferi
- Verme cerebellare
- Falce cerebellare con seno venoso

Sezione sagittale mediana

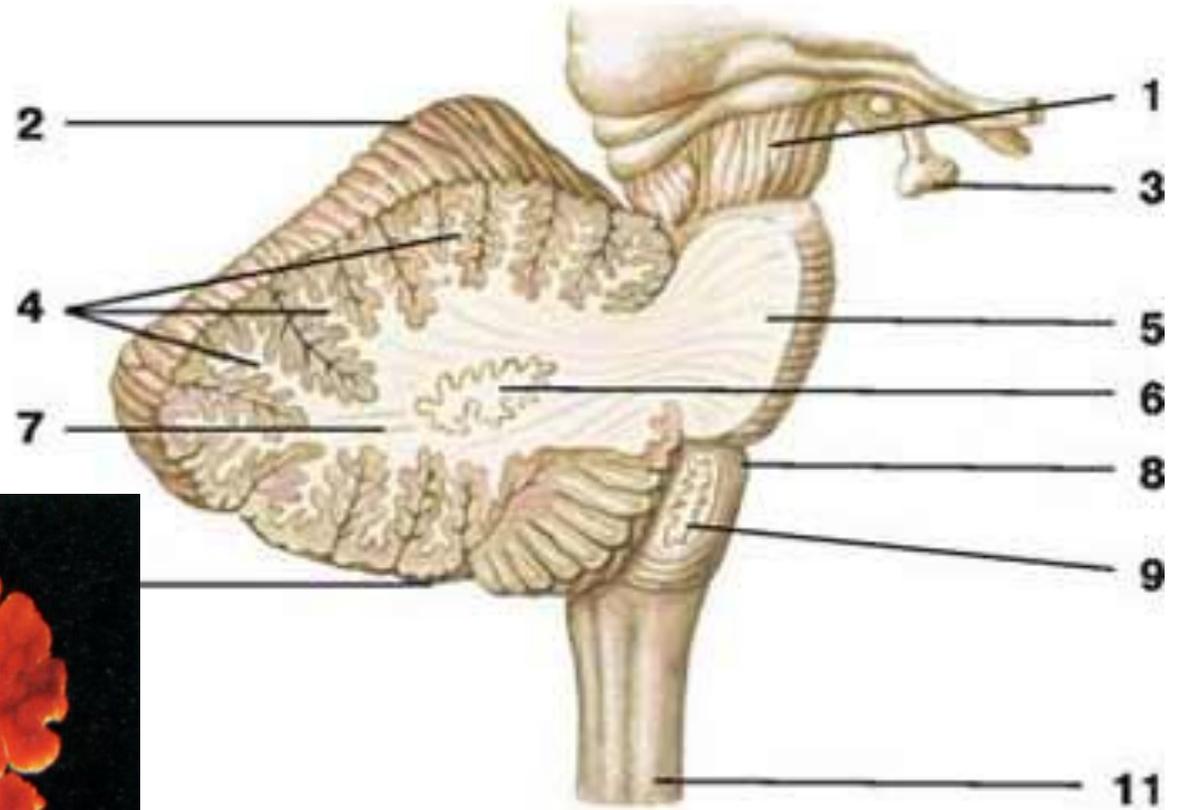


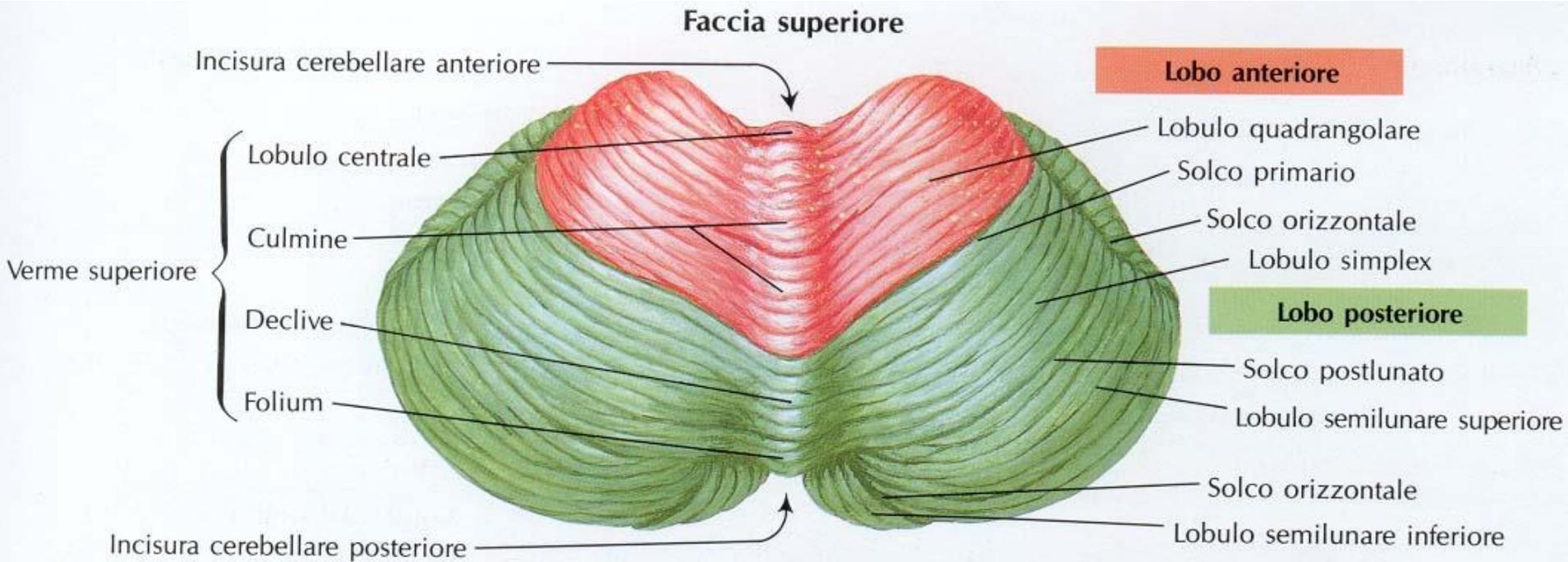


Il mantello grigio corticale si presenta suddiviso in lobuli e lamine ad opera delle scissure, che contengono circa i 9/10 della superficie corticale.

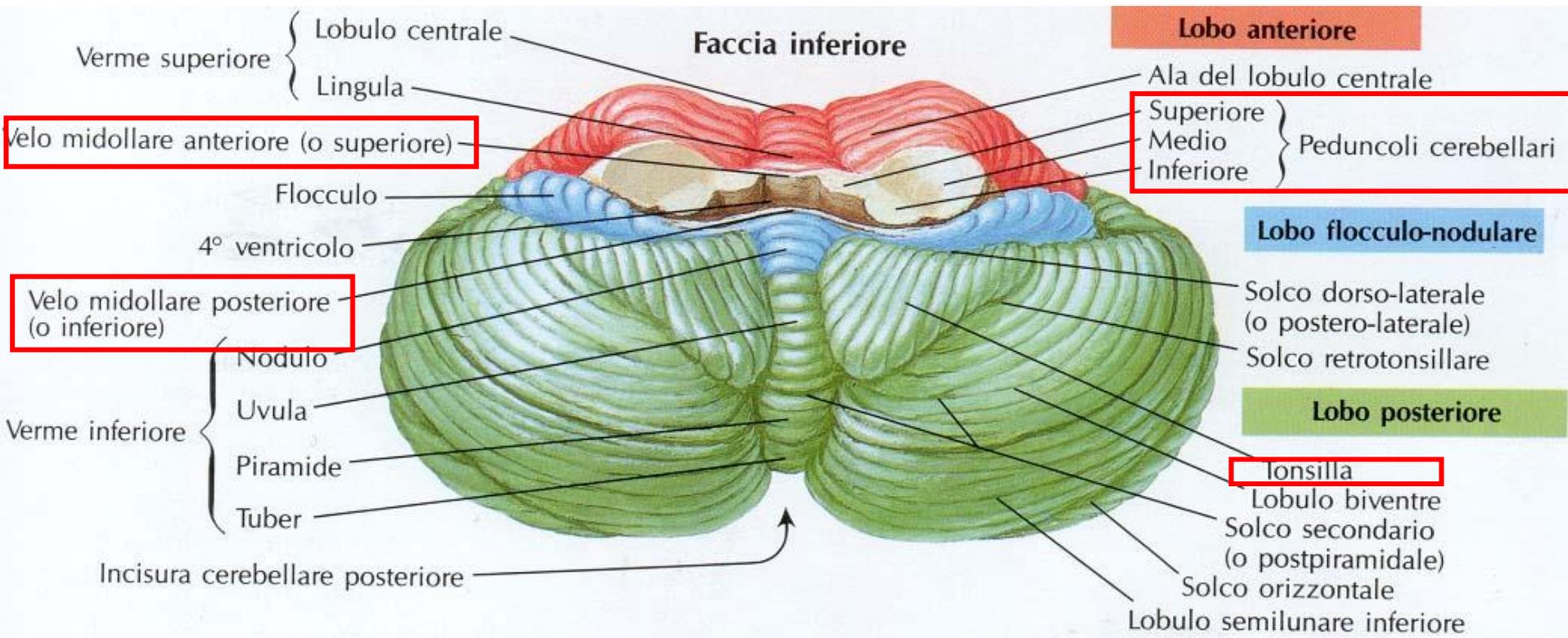
La corteccia cerebellare si organizza attorno al **corpo midollare** di sostanza bianca (arbor vitae cerebelli).

Configurazione ad **arbor vitae** della sostanza bianca cerebellare, posta internamente, rispetto alla sostanza grigia, posta esternamente a formare la corteccia cerebellare.

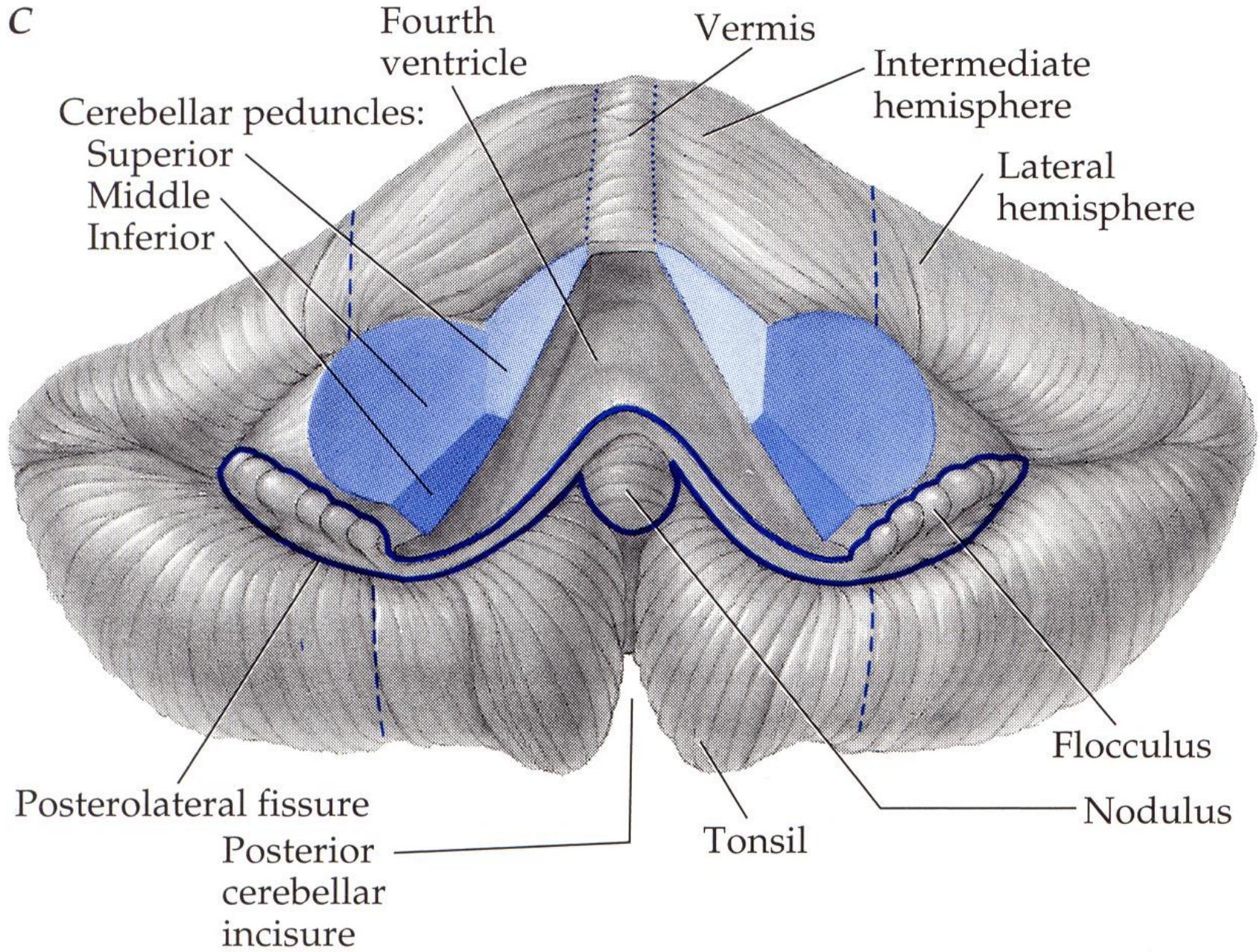


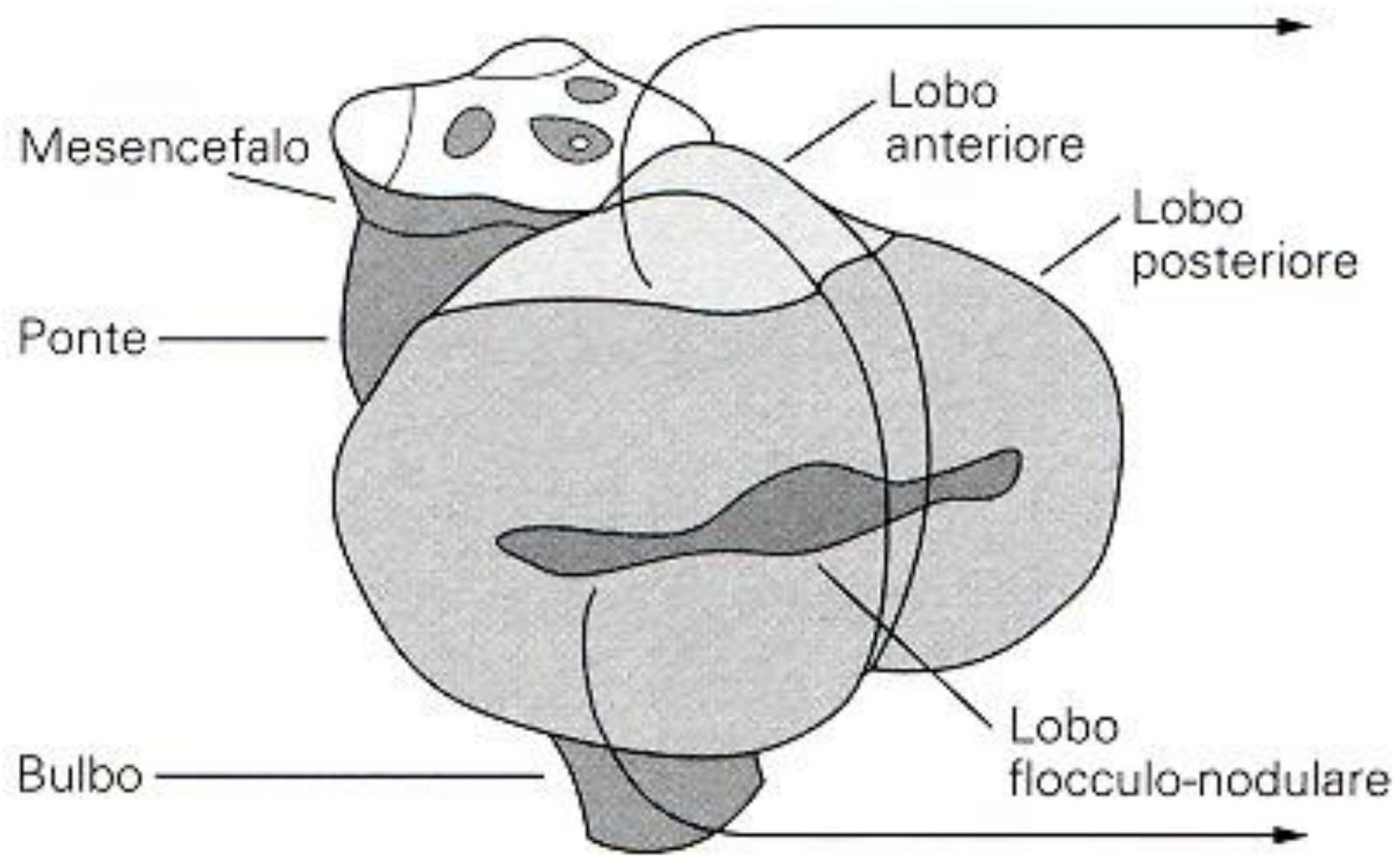


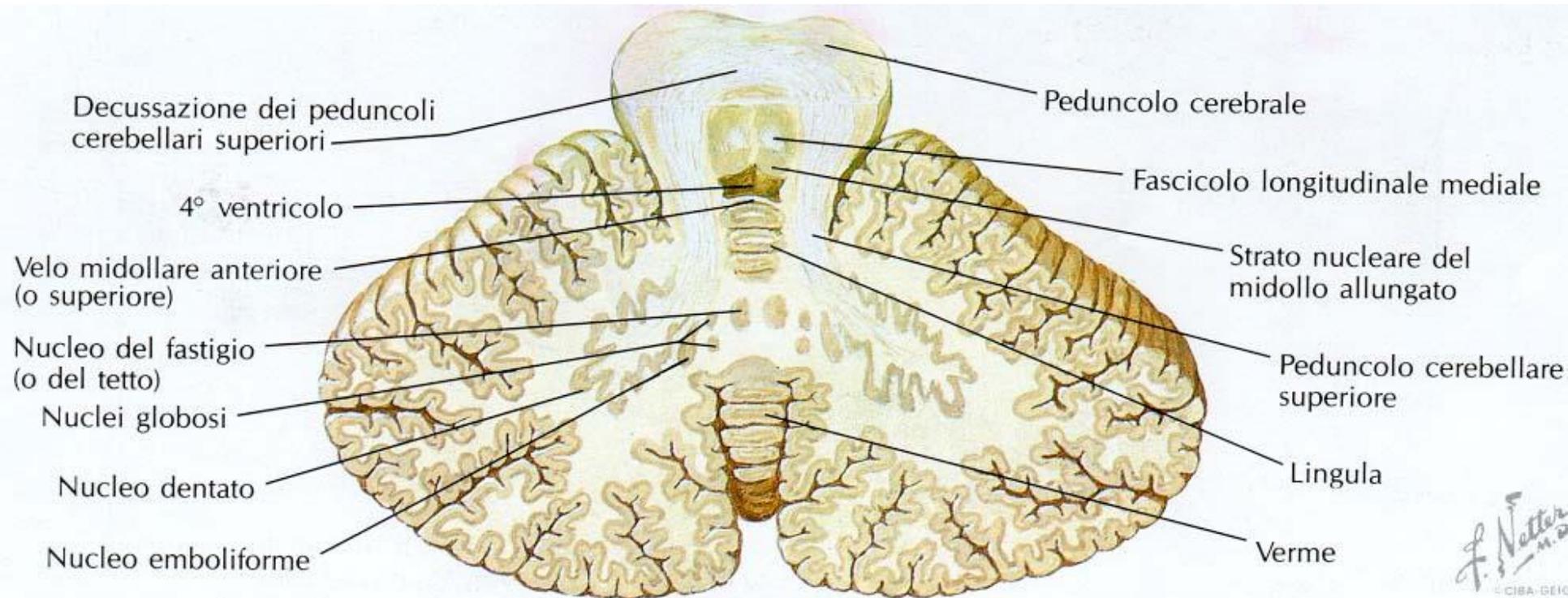
- Lobo anteriore
- **Fessura primaria**
- Lobo posteriore
- Solco posterolaterale
- Lobo flocculonodulare

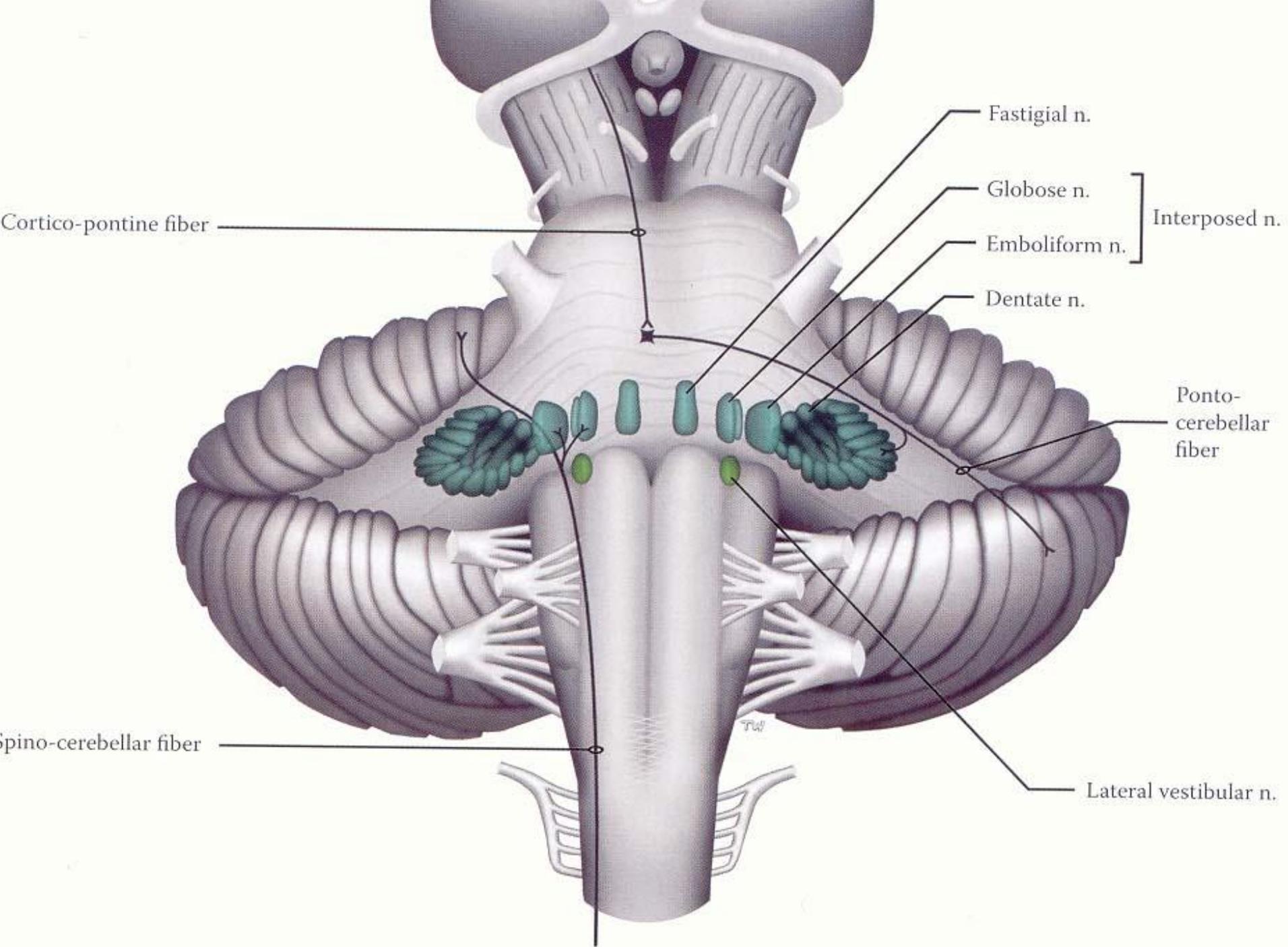


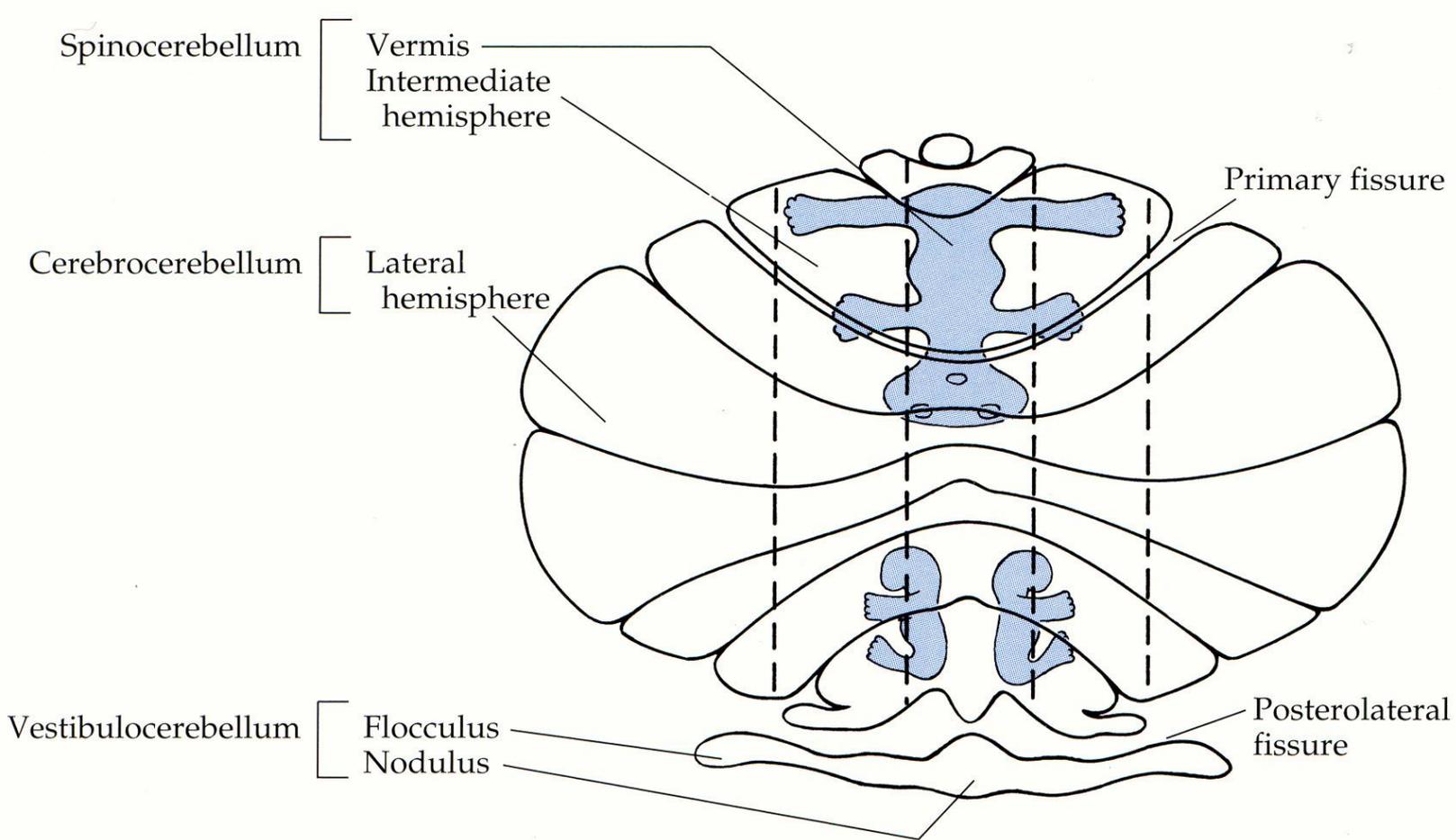
C











- Lobo flocculonodulare

vestibolo cerebello

archicerebello

- Verme e regione paravermiana

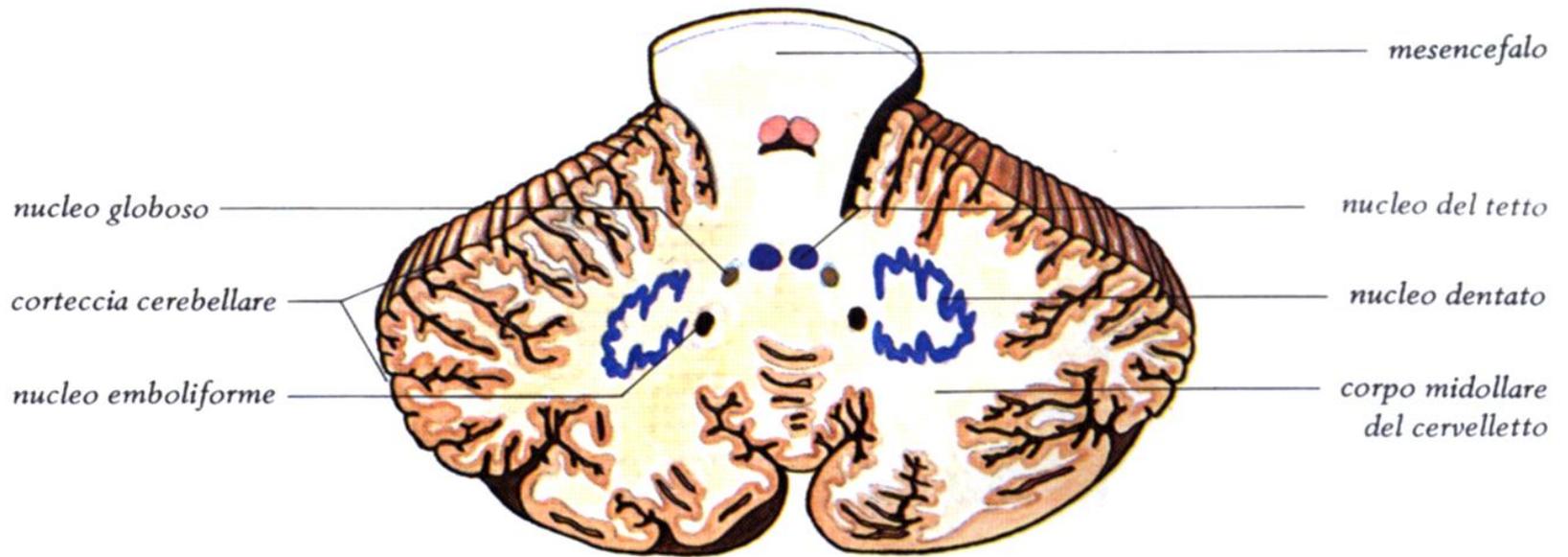
spinocerebello

paleocerebello

- Parte laterale degli emisferi

cerebrocerebello

neocerebello



**ARCHICEREBELLUM
(Vestibolocerebello)**

Lobulo flocculo nodulare
(Nuclei Vestibolari)

**Movimenti della
testa e degli occhi**

**PALEOCEREBELLUM
(Spinocerebello)**

Verme e emisferi (parte mediale)
Nuclei globoso, emboliforme, del
fastigio

**Postura e movimenti
degli arti**

**NEOCEREBELLUM
(Cerebrocerebello)**

Emisferi (parte laterale)
Nucleo dentato

**Coordinazione muscolare,
pianificazione del movimento**

Corteccia cerebellare

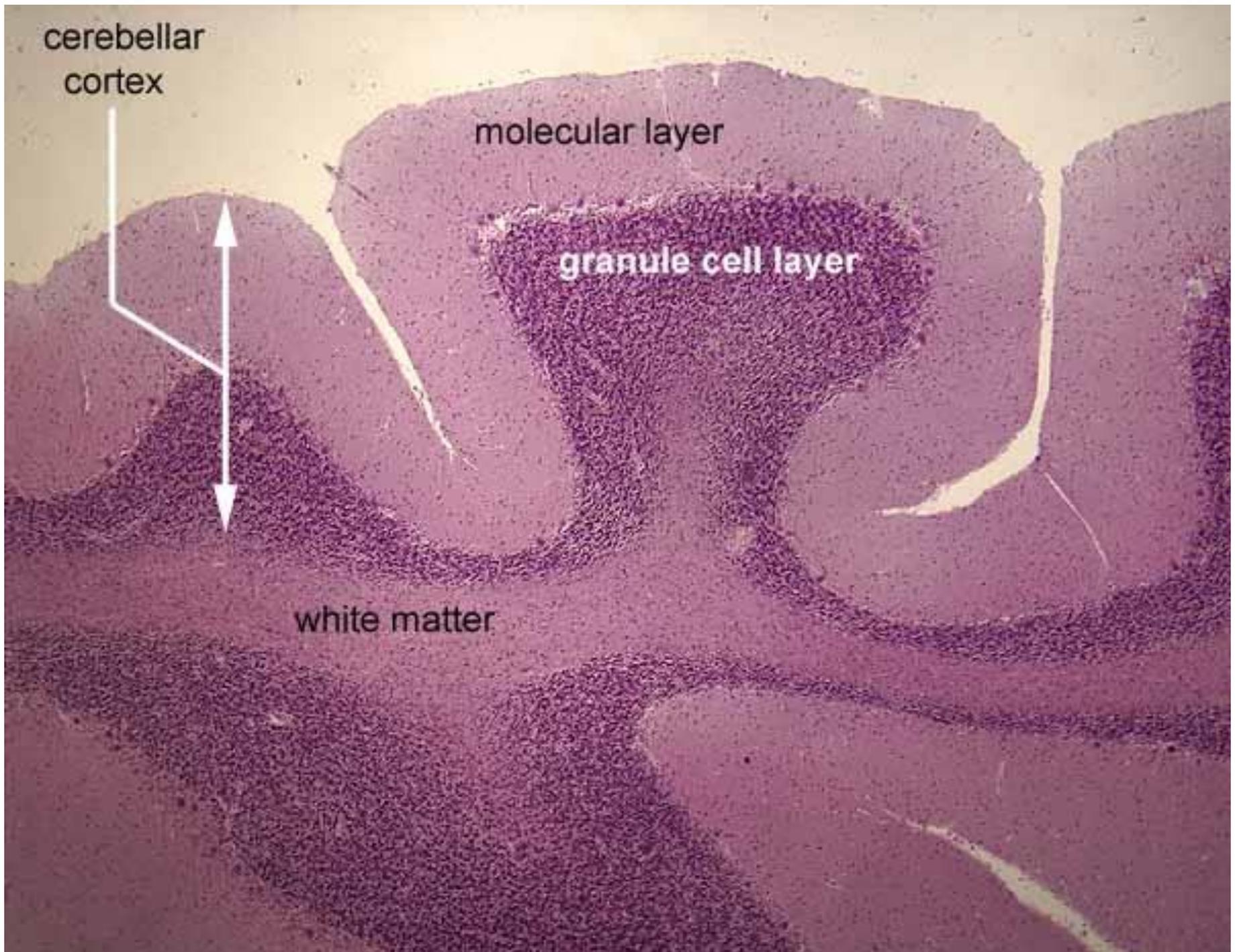
- 3 strati:
- Molecolare c stellate e dei canestri (interneuroni inibitori)
- Del Purkinije c del Purkinije (inibitori sui nuclei profondi)
- dei granuli granuli e c del Golgi (interneuroni inibitori)

cerebellar
cortex

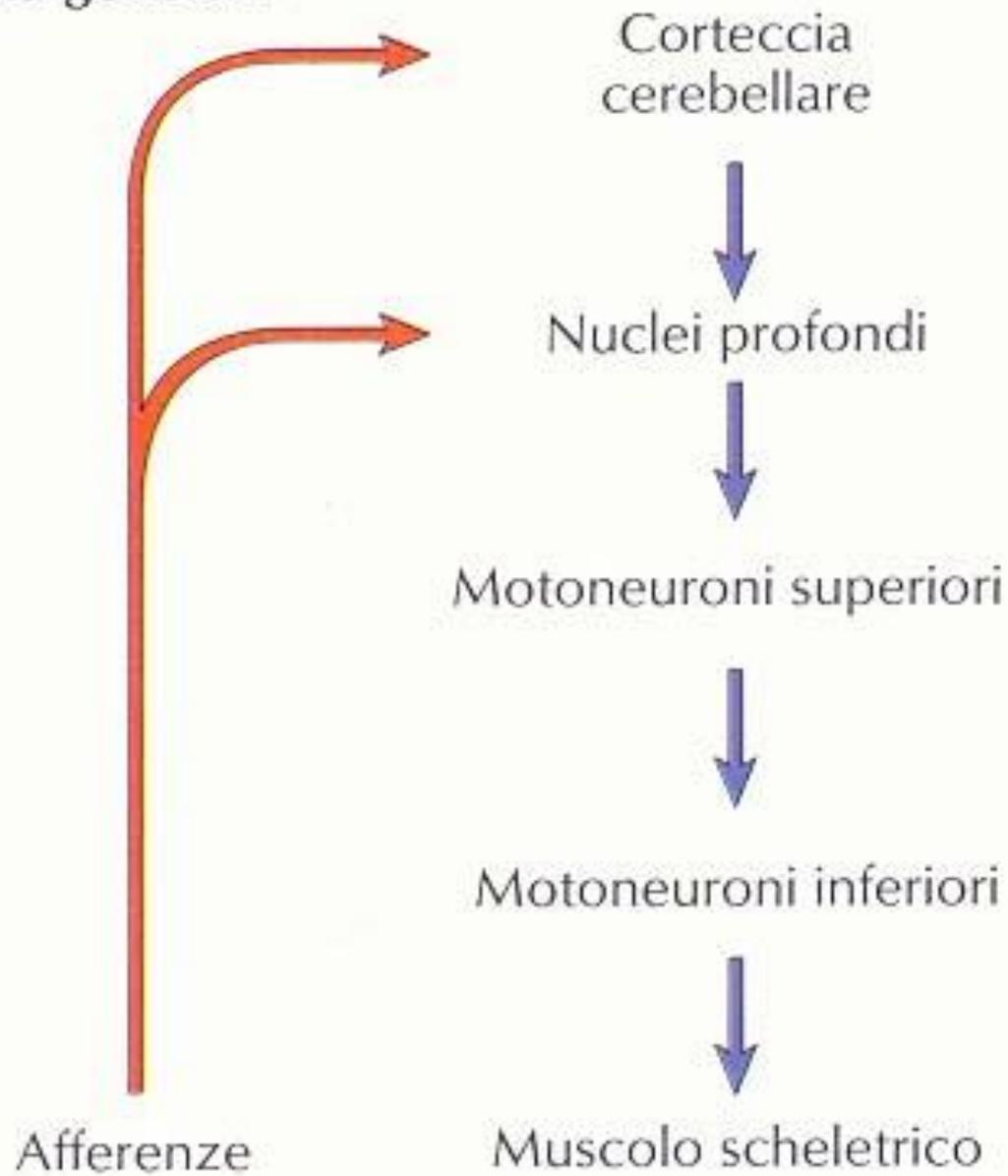
molecular layer

granule cell layer

white matter



A. Schema generale



AFFERENZE CEREBELLARI:

- 1. fibre rampicanti** dal complesso dei **nuclei olivari inferiori** (nucleo olivare principale e paraolive);
- 2. fibre muscoidi** da tutte le altre sedi (nuclei pontini, formazione reticolare, nuclei vestibolari e midollo spinale).

COSTITUZIONE DEI PEDUNCOLI CEREBELLARI

Il *peduncolo cerebellare superiore* è composto da circa **800.000** fibre nervose, prevalentemente efferenti;

Fibre afferenti: fasci spino-cerebellare ventrale, spino-cerebellare rostrale

Fibre efferenti: fibre dirette al nucleo rosso, al talamo (VL), alla FR

Il *peduncolo cerebellare medio* è composto da circa **20.000.000** fibre nervose, esclusivamente afferenti (fibre ponto-cerebellari)

Il *peducolo cerebellare inferiore* è composto da circa **500.000** fibre nervose, prevalentemente afferenti.

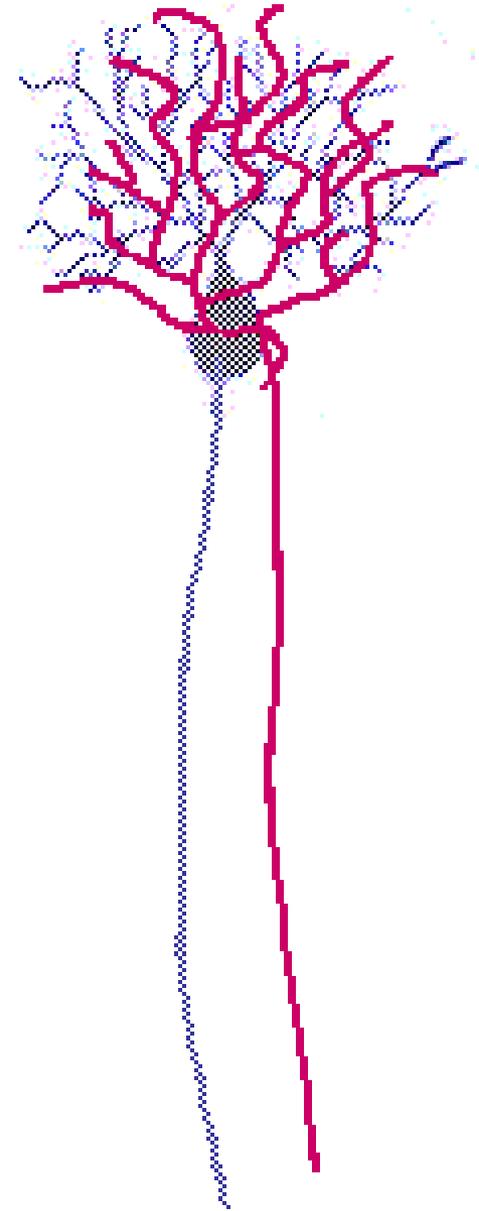
Fibre afferenti: fasci spino-cerebellare dorsale, cuneo-cerebellare, **olivo**-cerebellare, reticolo-cerebellare e vestibolo-cerebellare

Fibre efferenti: dirette ai nuclei vestibolari e alla FR

Il rapporto fra input (fibre afferenti) ed output cerebellare (fibre efferenti) è di circa 20:1

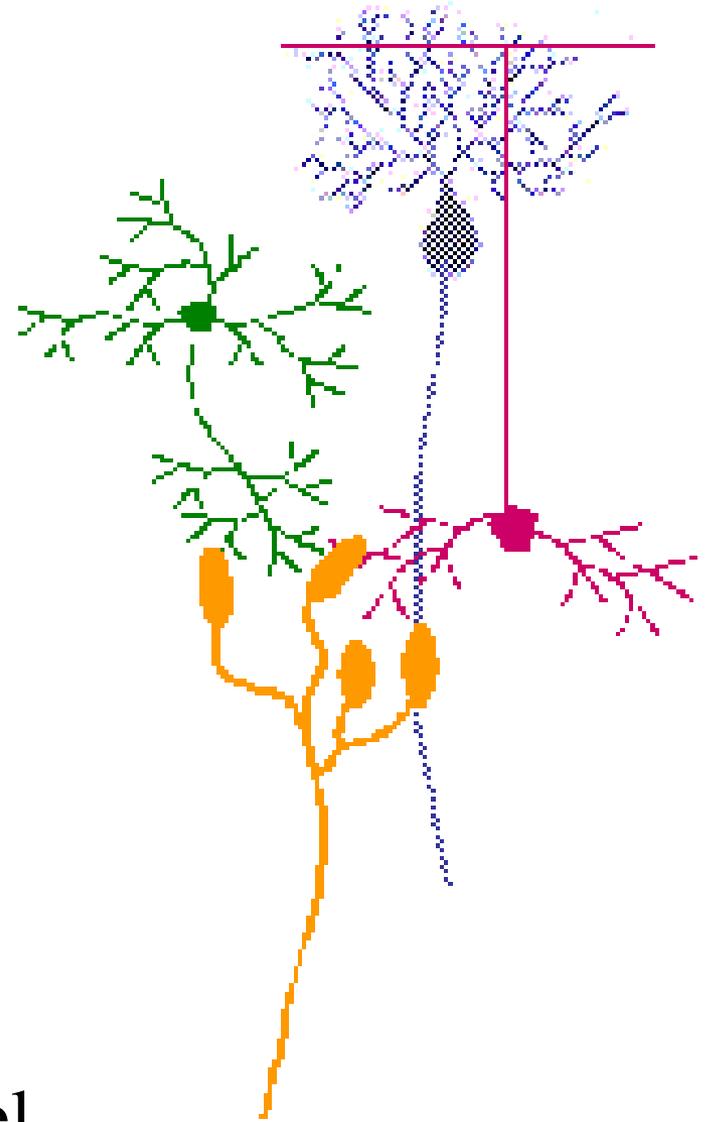
Fibre rampicanti

- Originano dai neuroni **olivo-**cerebellari di cui rappresentano le fibre terminali
- Salgono attraverso lo strato granulare
- Finiscono nello strato molecolare con un ciuffo di arborizzazioni terminali
- Si connettono ai dendriti delle cellule del Purkinje (rapporto **1:1**)
- Liberano il neurotrasmettitore glutamato

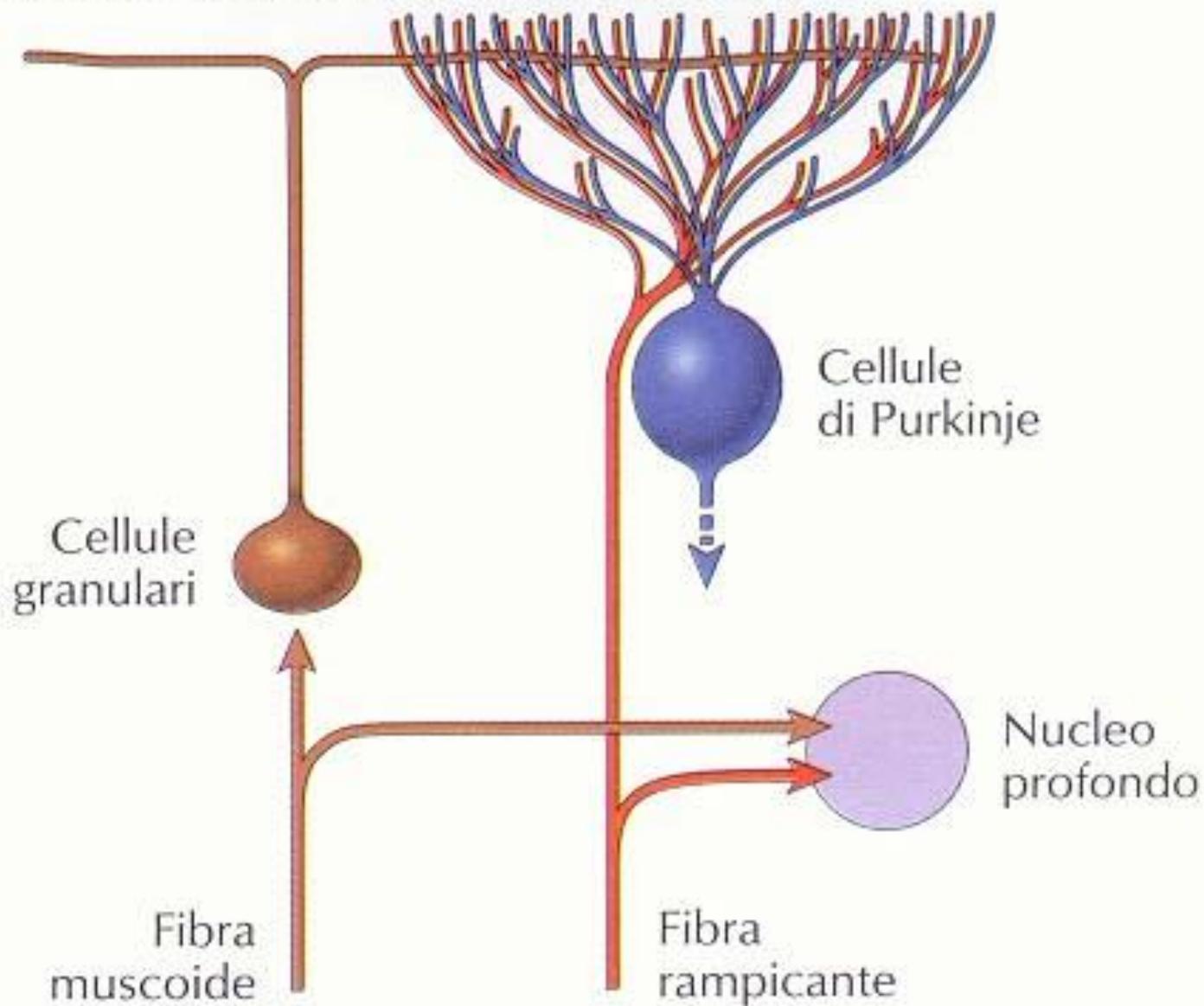


Fibre muscoidi

- Originano da neuroni del ponte e del midollo spinale
- Costituiscono tutte le rimanenti afferenze cerebellari
- Si ramificano e terminano nello strato granulare
- Hanno terminazioni dilatate (rosette)
- Formano sinapsi con
 - i dendriti delle cellule dei granuli
 - gli assoni dei neuroni del Golgi del II tipo



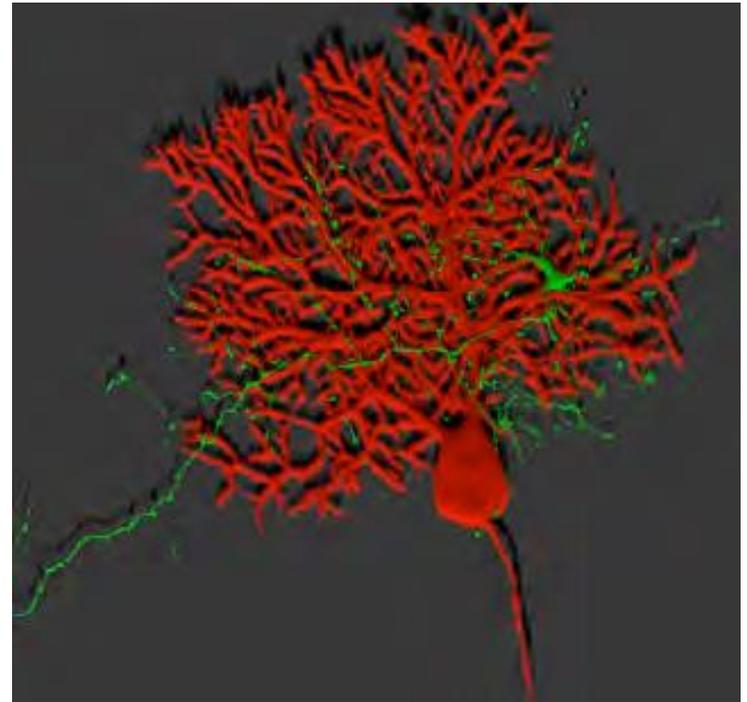
B. Rapporti dei nuclei profondi con le afferenze



Cellule di Purkinje

Consistono di:

- **Un ampio albero dendritico nello strato molecolare, con spine dendritiche a livello delle sinapsi**
- **Un grosso soma**
- **Un assone che costituisce la via efferente dalla corteccia, e manda collaterali nello strato granulare.**
- **GABA** è il principale neurotrasmettitore: **output inibitorio**



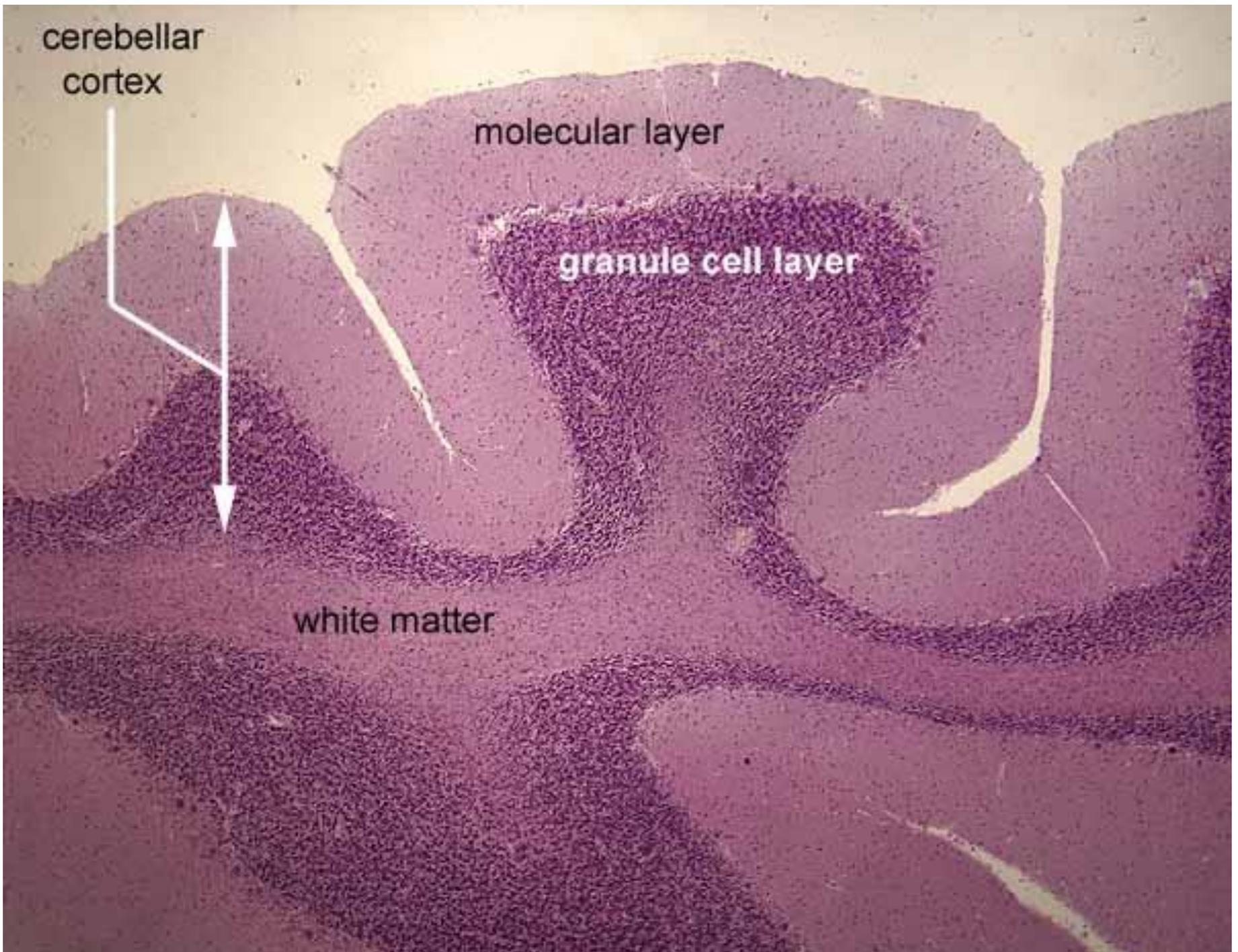


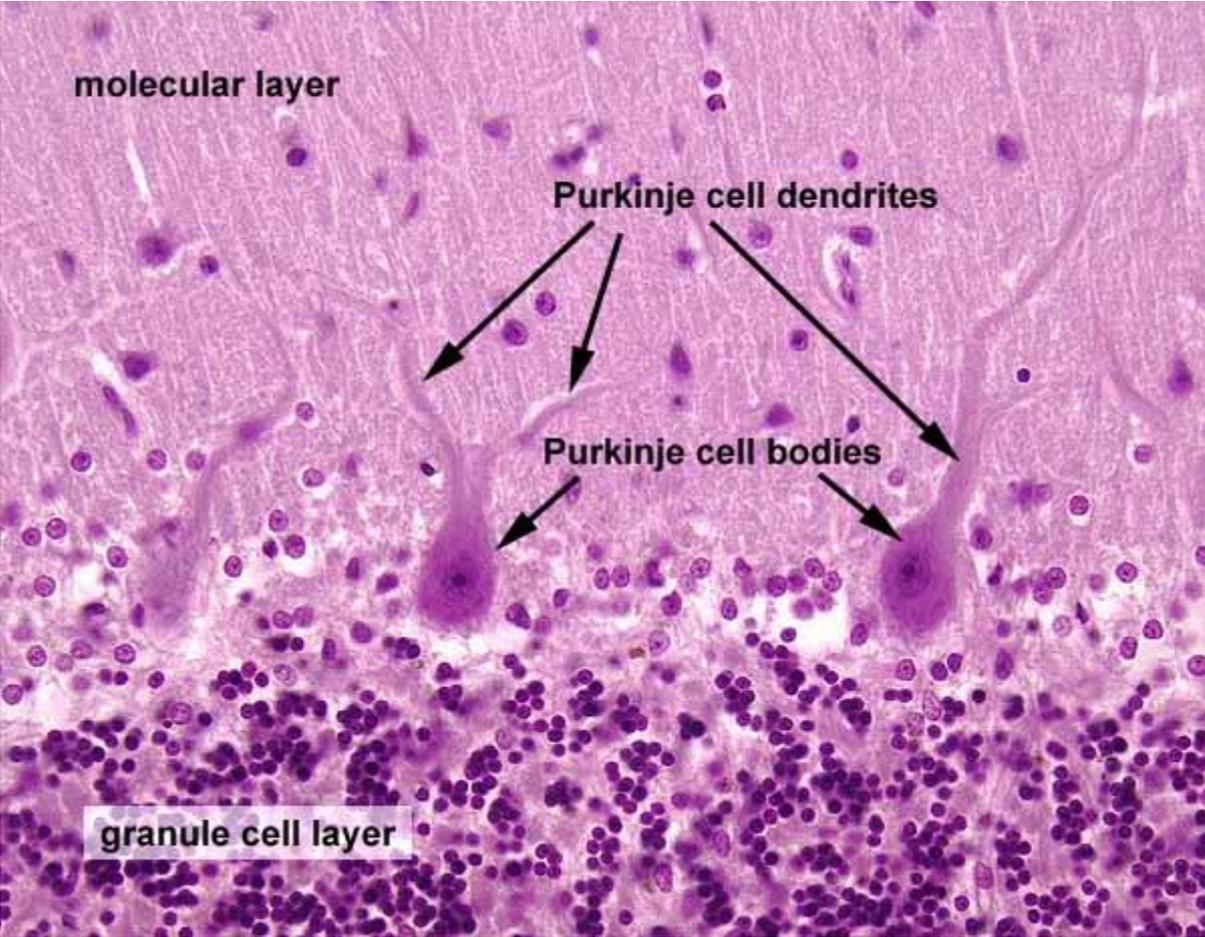
cerebellar
cortex

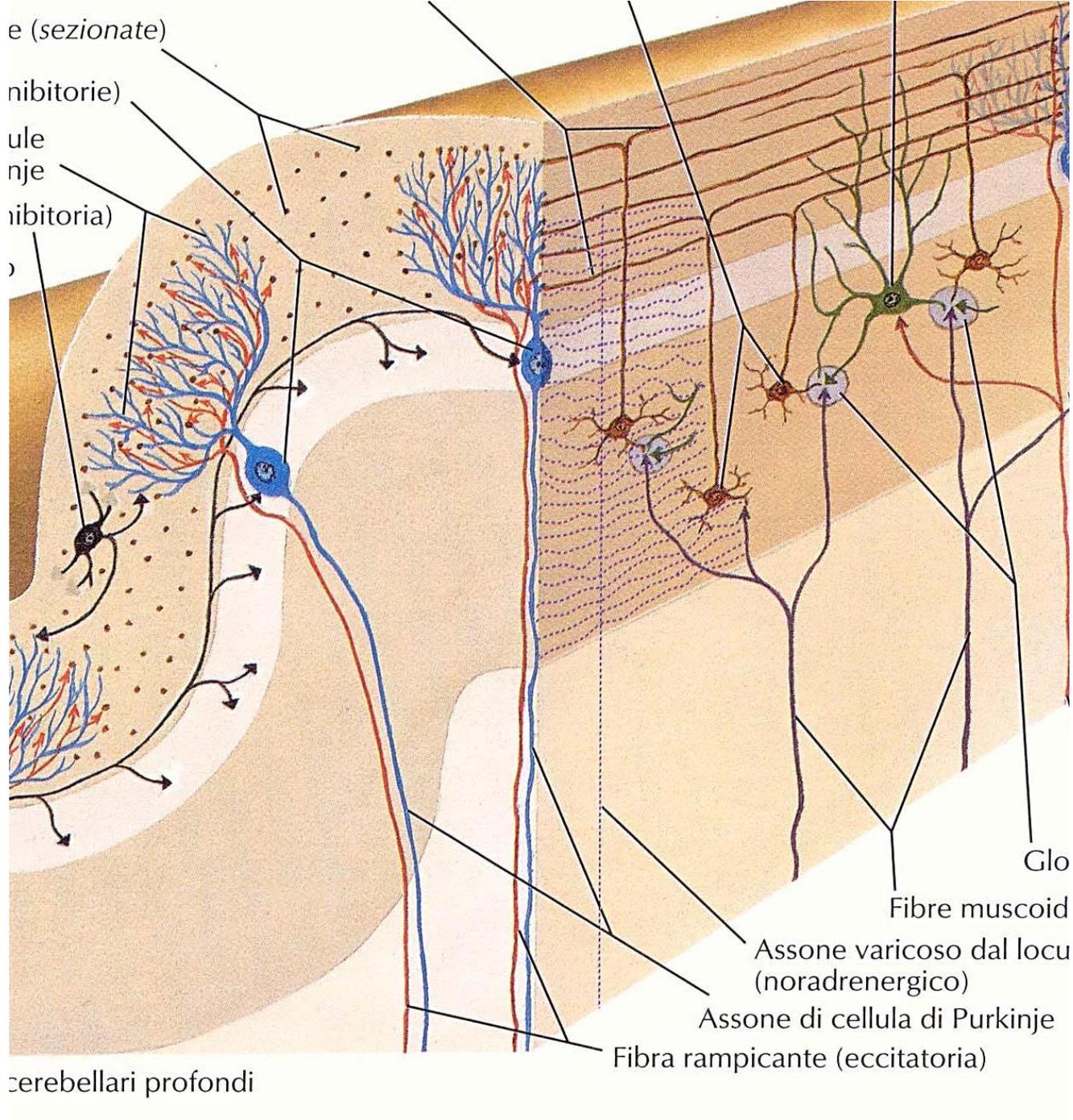
molecular layer

granule cell layer

white matter



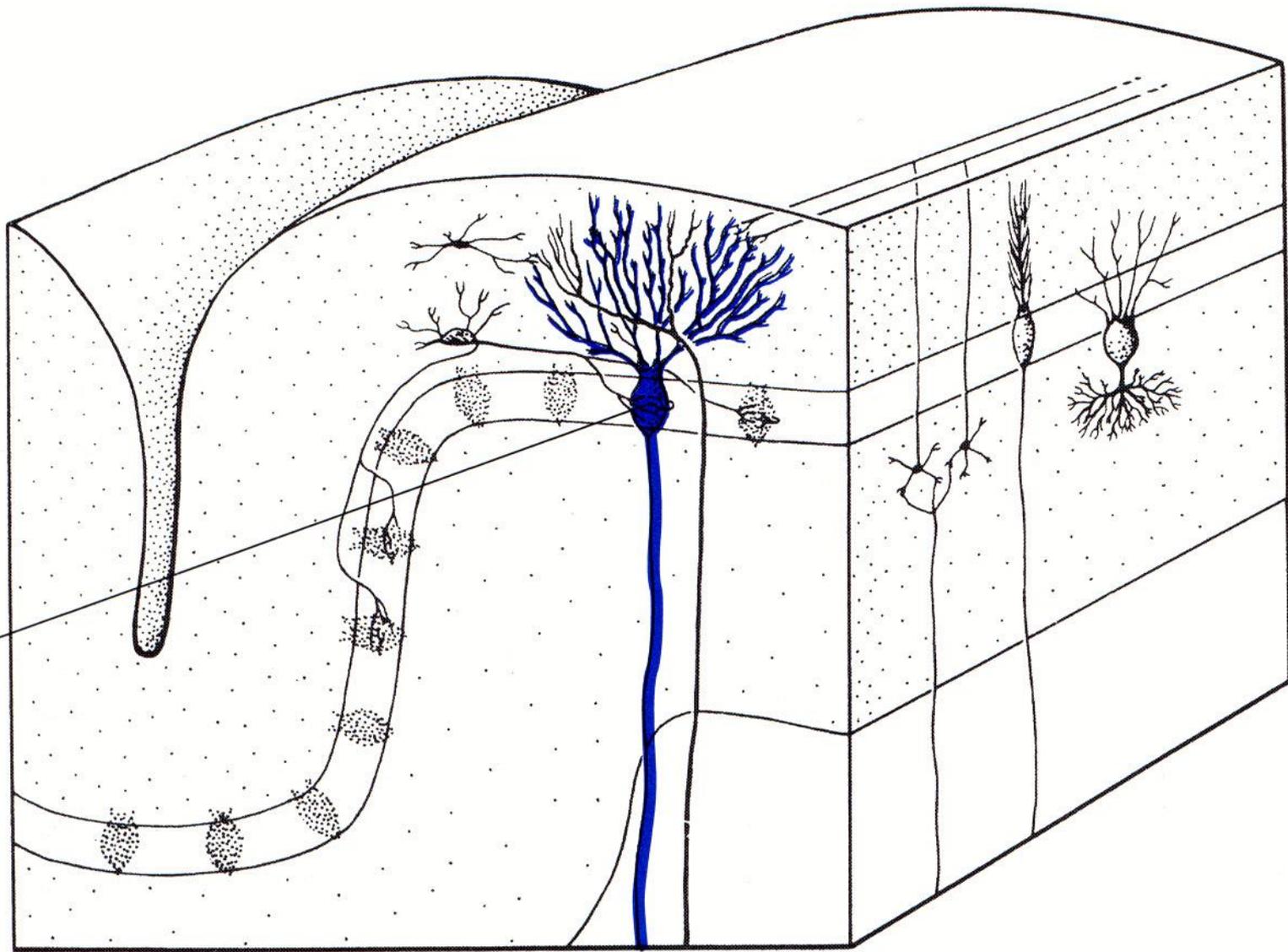


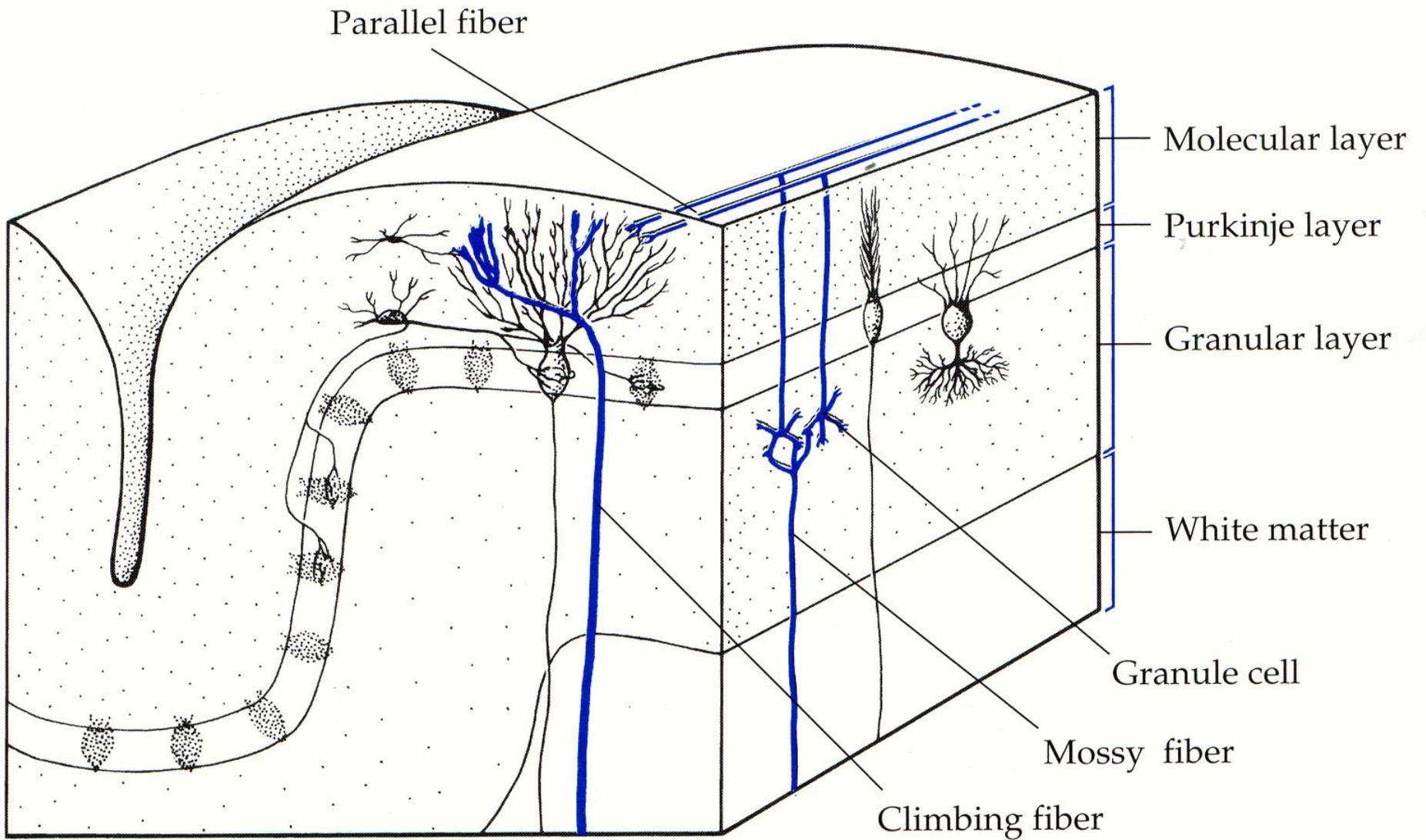


- ogni cellula di Purkinje riceve **una fibra rampicante**, che può formare fino a 26.000 contatti sinaptici con il suo albero dendritico
- ogni cellula di Purkinje riceve inoltre circa 175.000 contatti sinaptici dalle fibre parallele (nel ratto)
- ogni fibra parallela prende contatto con numerosissime cellule di Purkinje
- gli assoni delle cellule di Purkinje costituiscono la principale via efferente del cervelletto, attraverso i nuclei cerebellari. Ciascun assone forma circa 1000 contatti con le cellule dei nuclei. Il neurotrasmettitore liberato è il GABA.

B

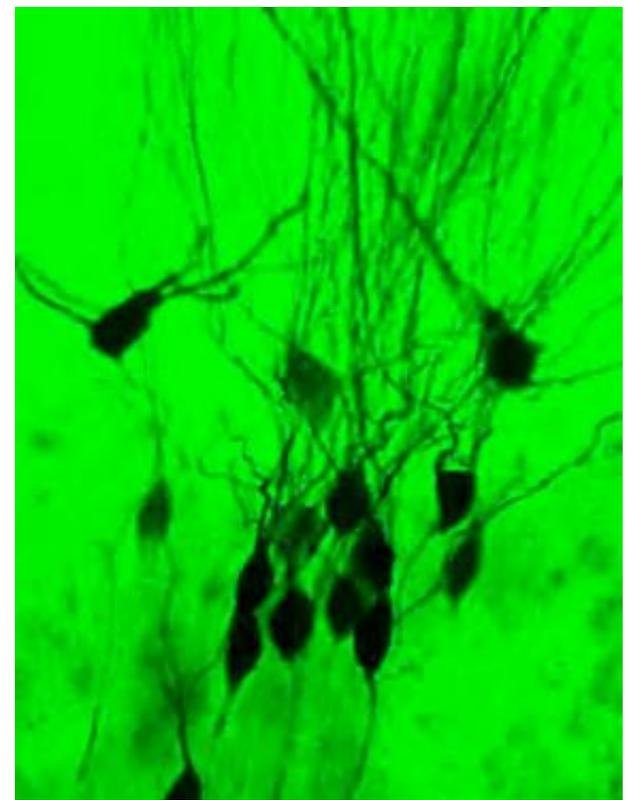
Purkinje cell





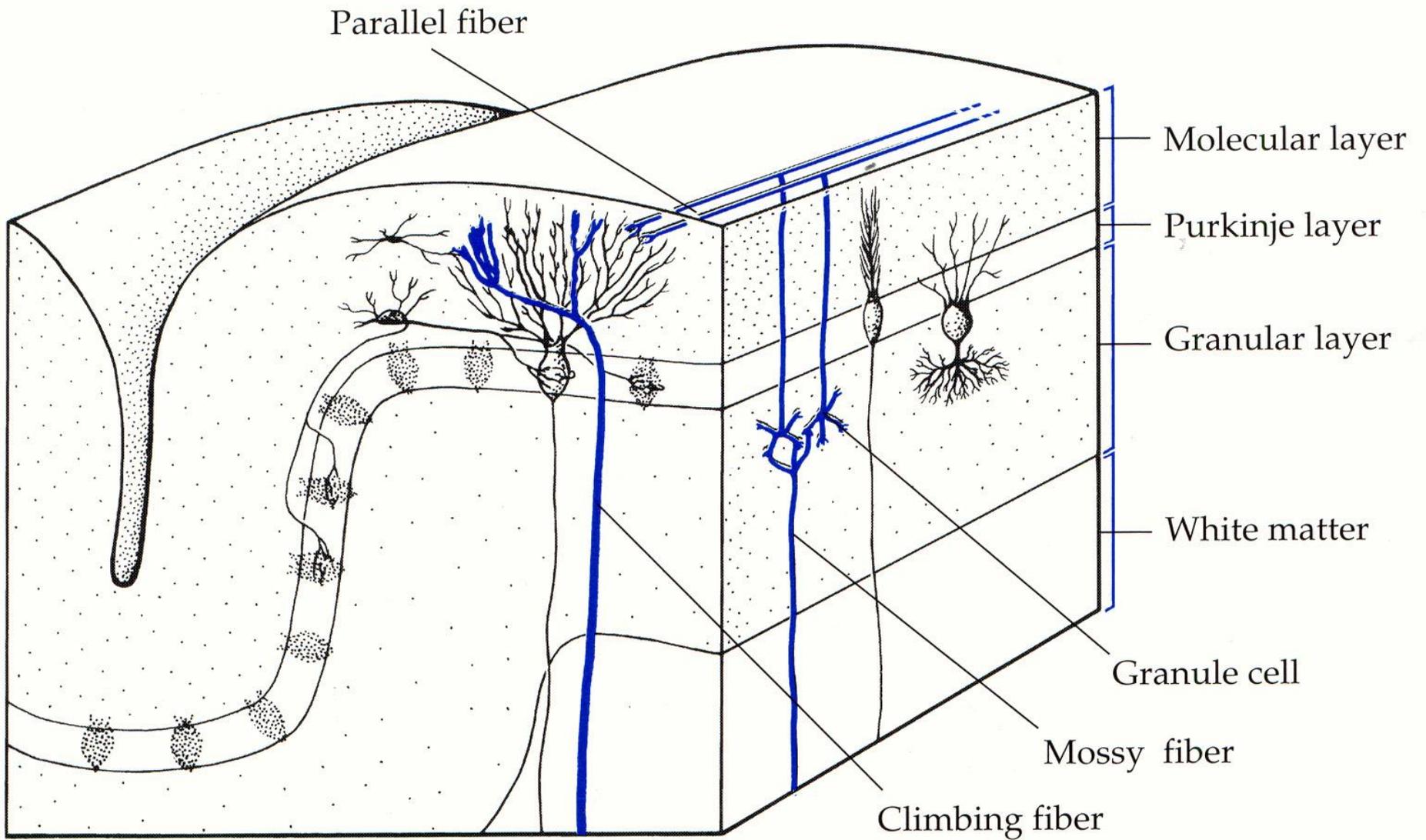
Cellule dei granuli

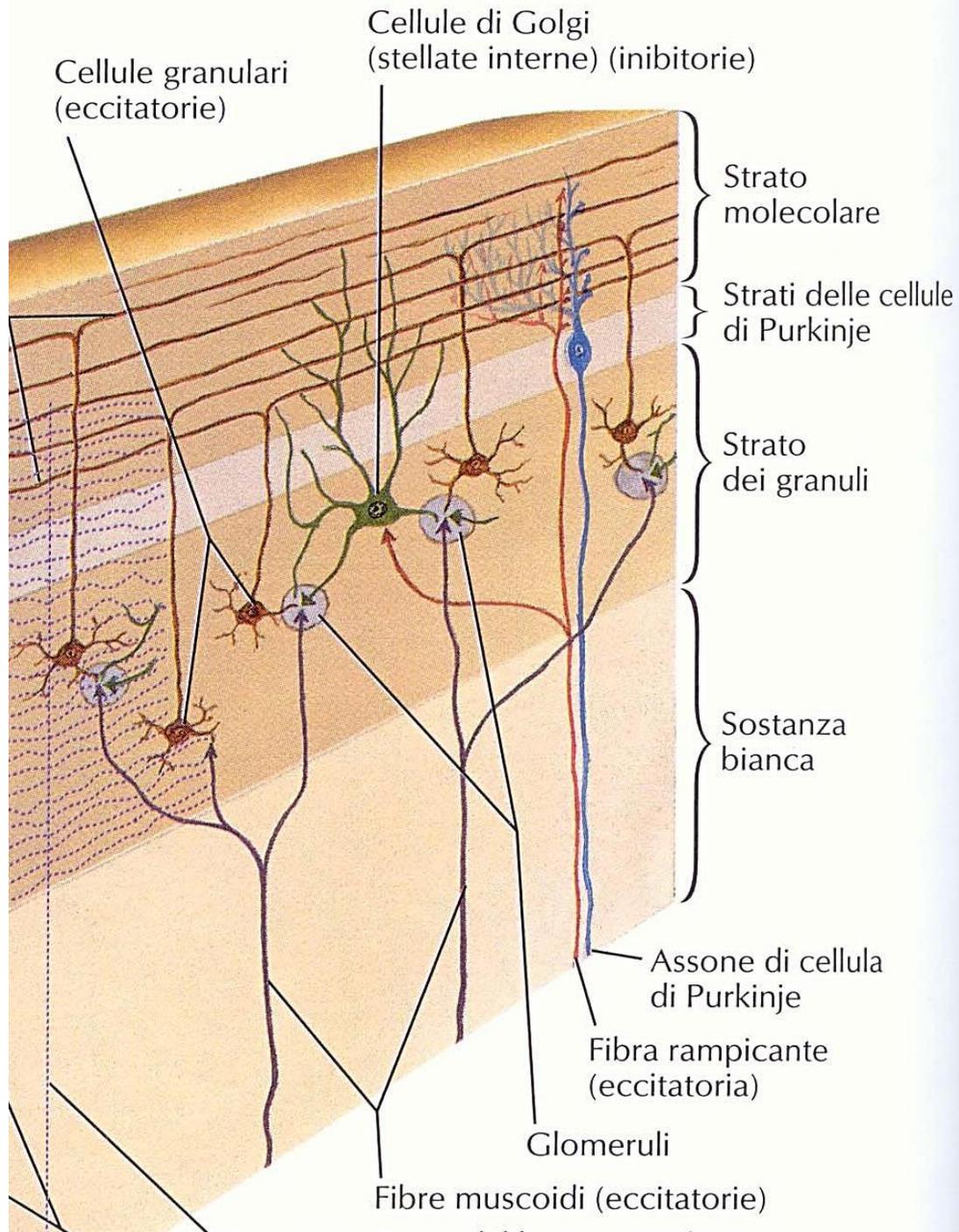
- sono neuroni molto piccoli ($7\mu\text{m}$), strettamente impaccati
- Piccolo albero dendritico nello strato granulare
- Un assone **amielinico**
 - che si dirige verso lo strato molecolare (centrifugo)
 - e si divide a **T** per formare la **fibra parallela**
 - Le fibre **parallele decorrono longitudinalmente** lungo le lamelle
 - Incrociano i dendriti di molte cellule del Purkinje cells
- Liberano **glutamato** come neurotrasmettitore



Cellule di Golgi

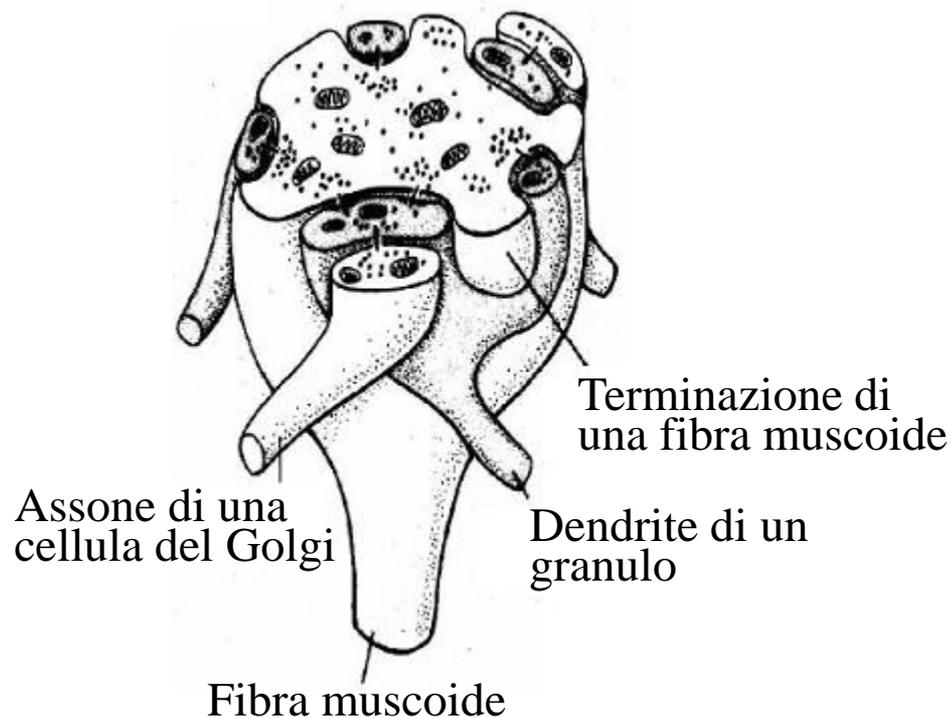
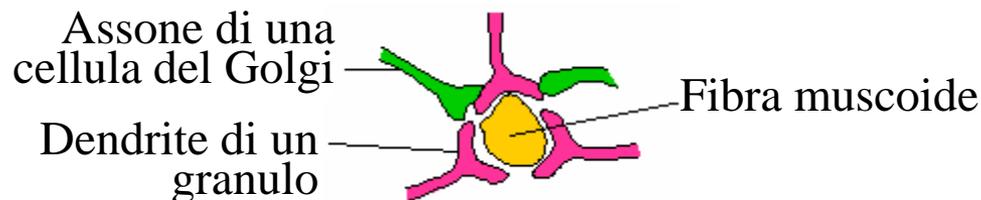
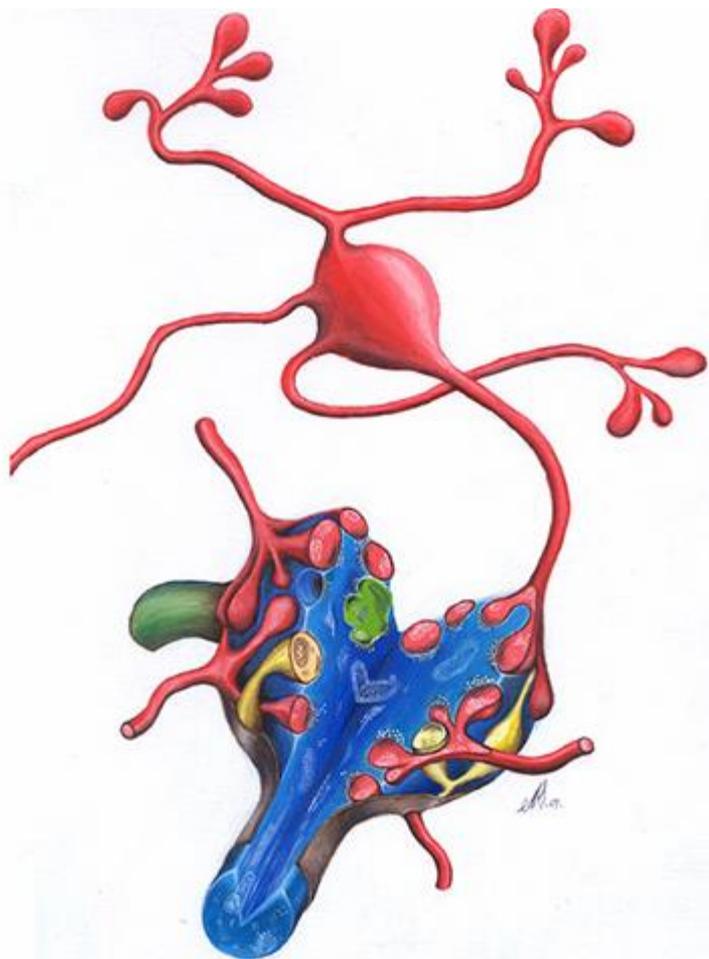
sono localizzate nello strato granulare; il loro assone, insieme alle fibre muscolari e ai dendriti delle cellule dei granuli costituiscono il glomerulo.



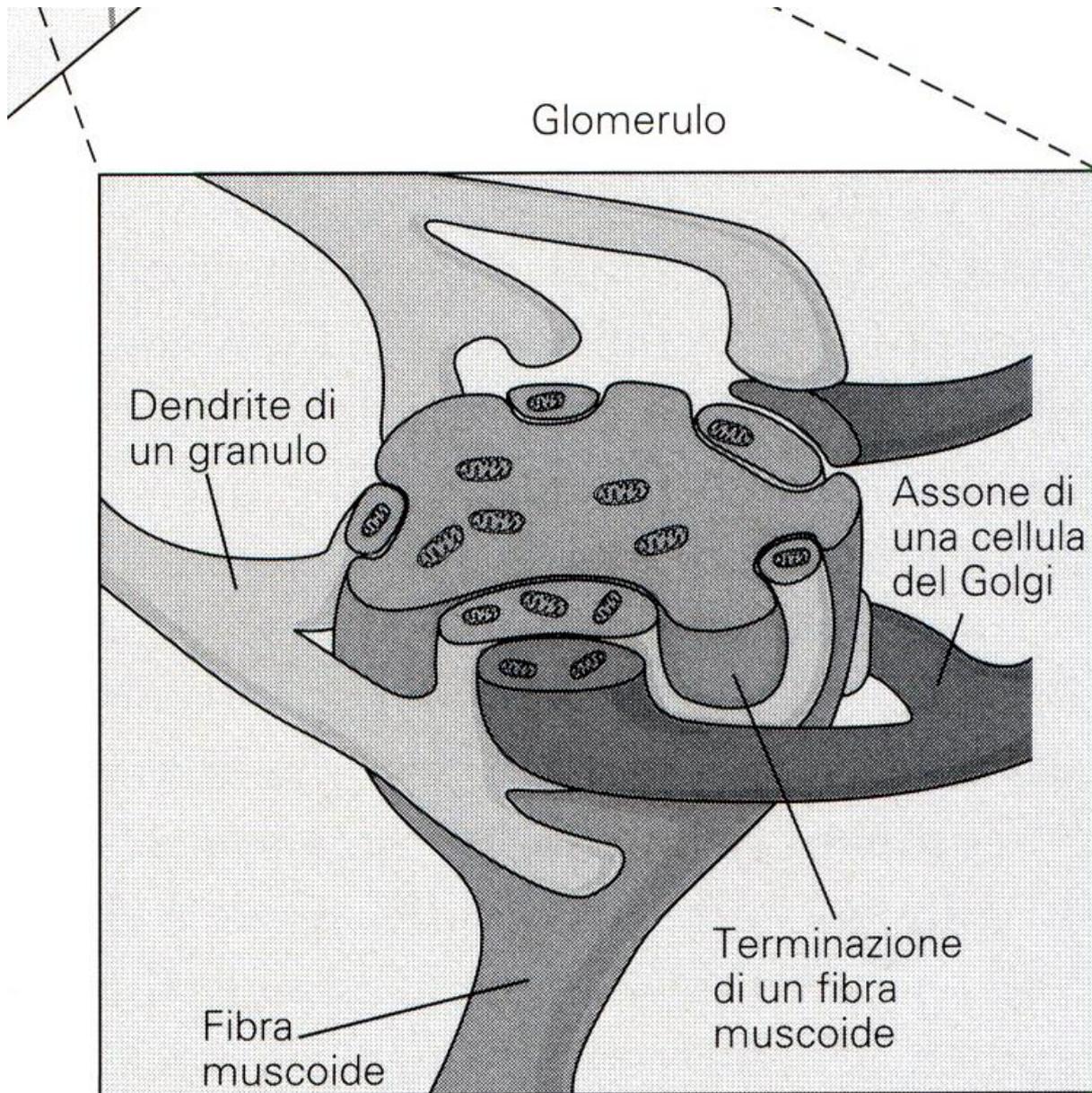


Glomerulo cerebellare

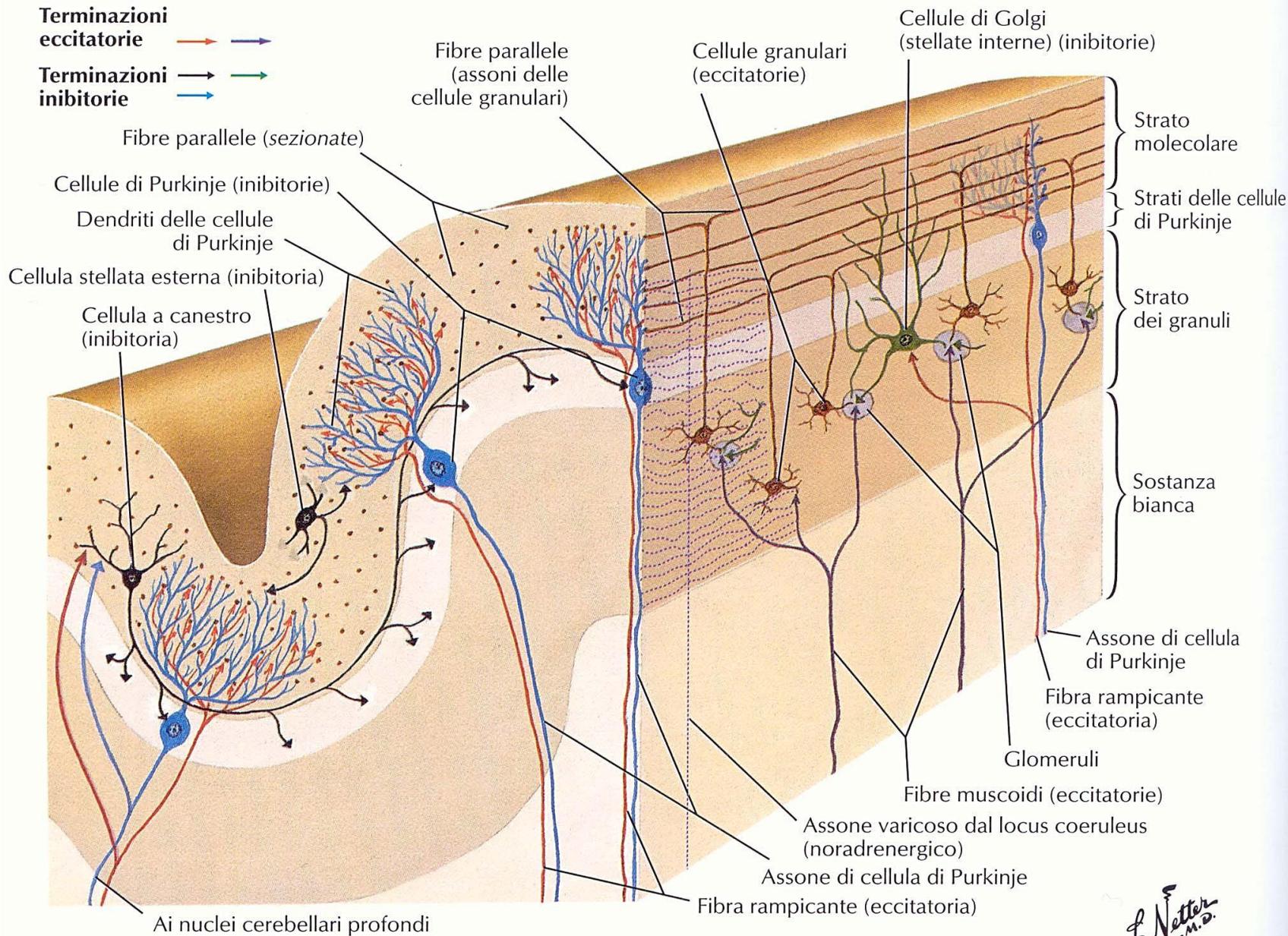
E' un complesso di sinapsi tra la terminazione di una fibra muscoide al centro, e: 1) dendriti di cellule granulari, 2) assoni di neuroni del Golgi del II tipo



Nel glomerulo cerebellare il terminale assonico di una fibra muscoide (in blu) invia messaggi circa stimoli sensoriali a circa 50 cellule granulari (in rosso).



Corteccia cerebellare



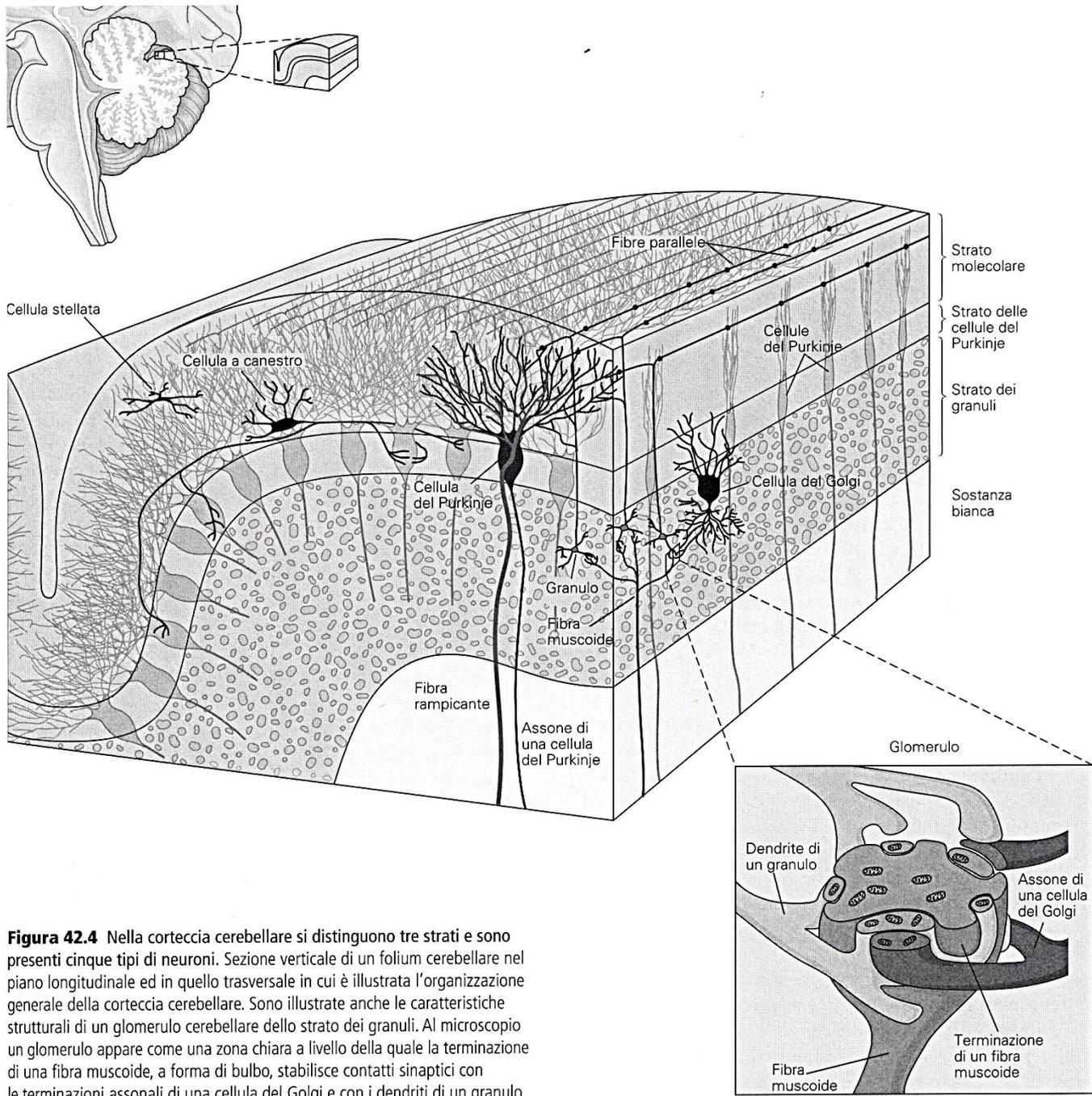


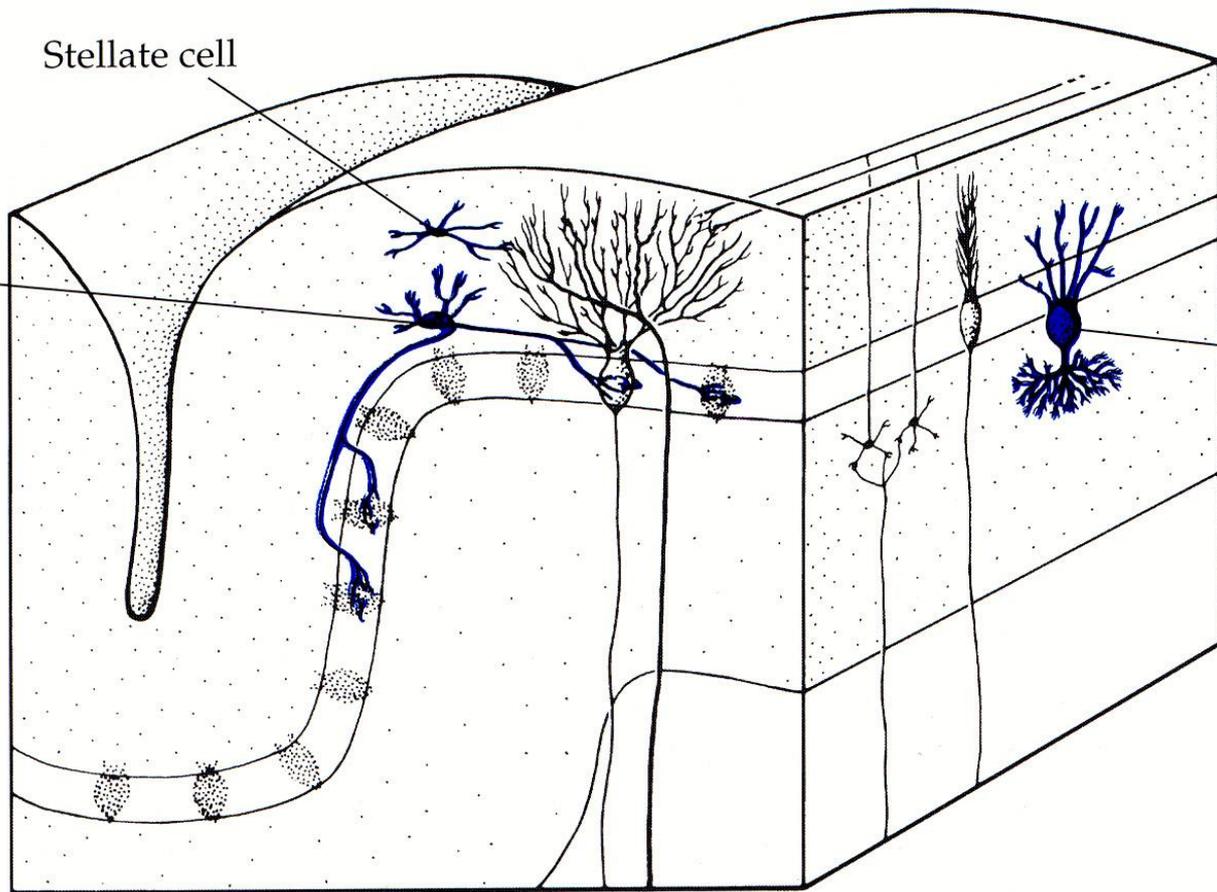
Figura 42.4 Nella corteccia cerebellare si distinguono tre strati e sono presenti cinque tipi di neuroni. Sezione verticale ed in quello trasversale in cui è illustrata l'organizzazione generale della corteccia cerebellare. Sono illustrate anche le caratteristiche strutturali di un glomerulo cerebellare dello strato dei granuli. Al microscopio un glomerulo appare come una zona chiara a livello della quale la terminazione di una fibra muscoide, a forma di bulbo, stabilisce contatti sinaptici con le terminazioni assonali di una cellula del Golgi e con i dendriti di un granulo.

C

Stellate cell

Basket cell

Golgi cell



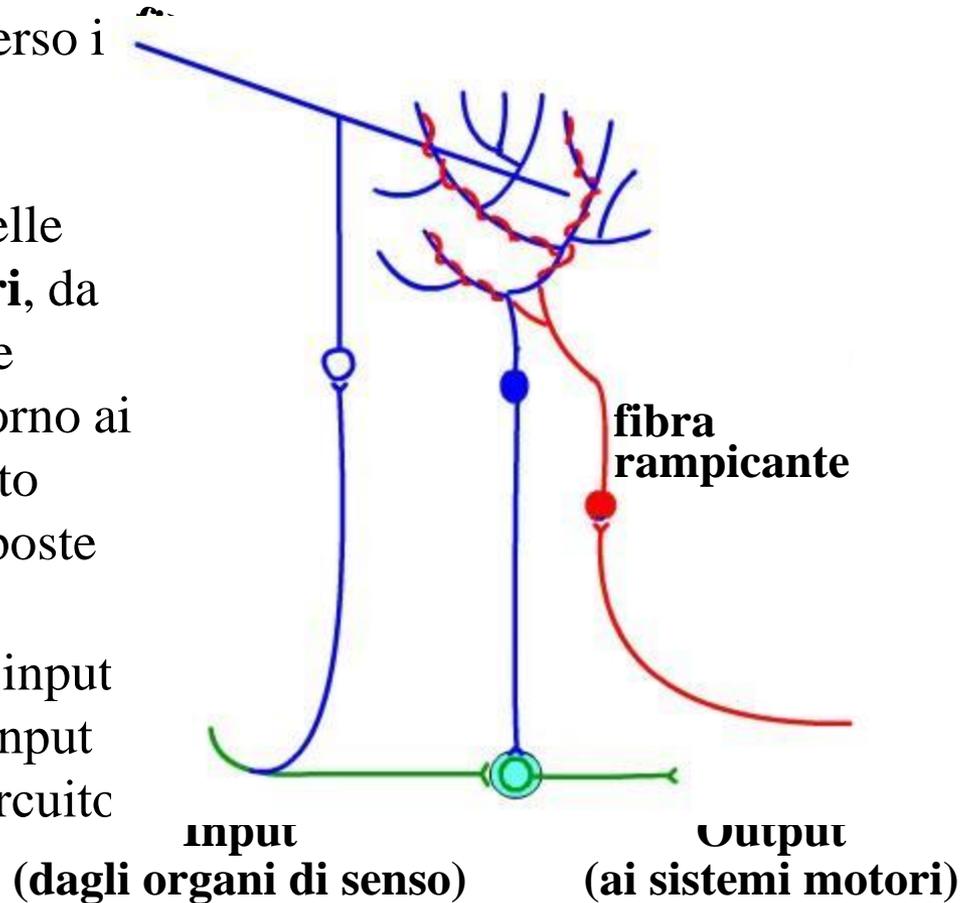
Circuiti cerebellari di base

Il circuito di base è lo stesso in tutte le parti del cervelletto. Esso è costituito da tre parti

1. Via diretta : l'input afferente proietta direttamente ai sistemi motori attraverso i **nuclei profondi** senza passare per la corteccia.

2. Circuito laterale indiretto: input delle **fibre muscoidi** alle **cellule granulari**, da queste mediante le fibre parallele alle **cellule del Purkinje**, e da queste ritorno ai nuclei profondi del cervelletto. Questo circuito è usato per correggere le risposte riflesse.

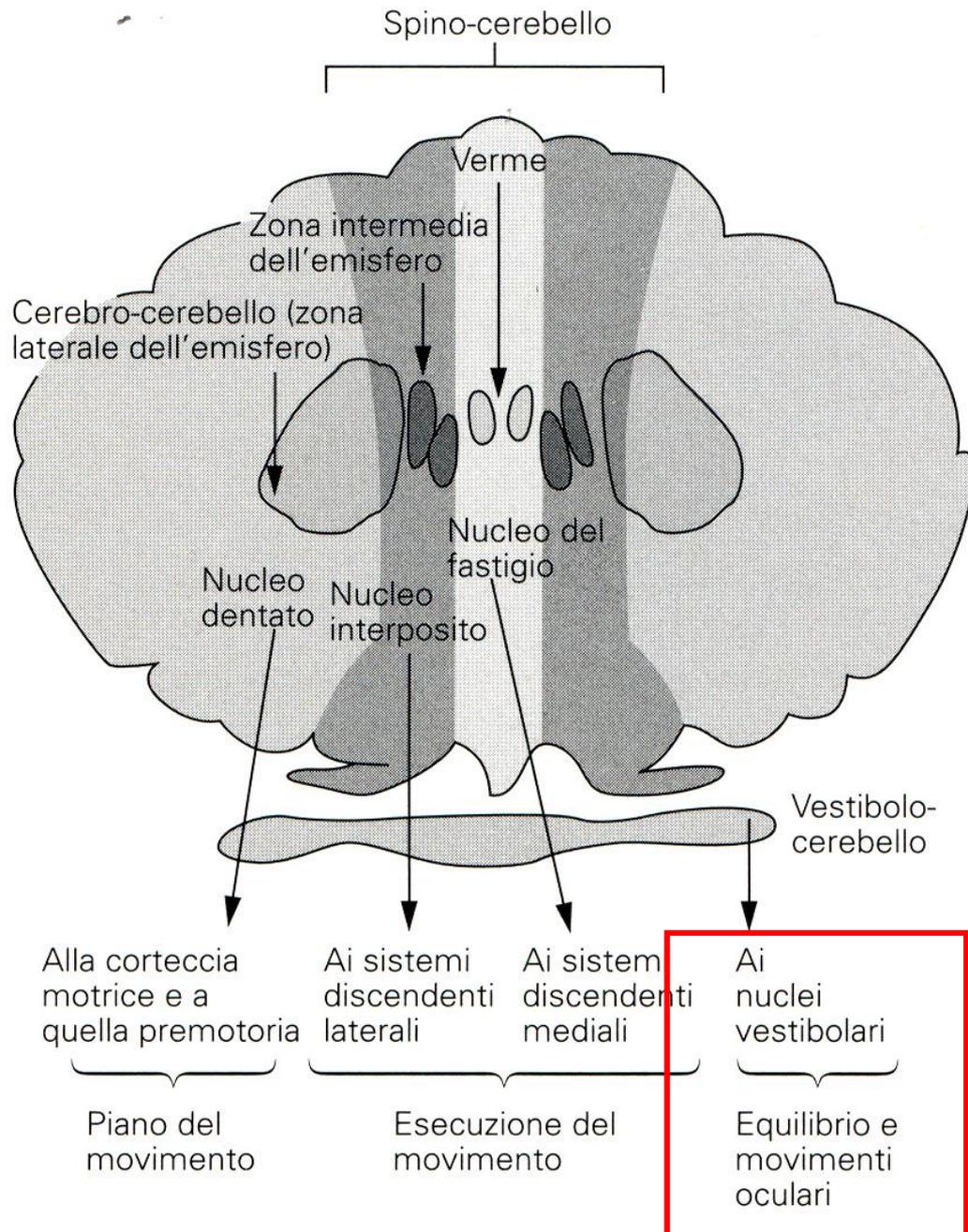
3. Le **fibre rampicanti** mandano un input alle cellule del Purkinje. Questo è l'input di rilevamento dell'errore. Questo circuito è usato per l'apprendimento.



CELLULE DELLA CORTECCIA CEREBELLARE

Tipo cellulare		Azione sinaptica	Distribuzione laminare	Destinazione postsinaptica
Neurone proiettivo	Cellule del Purkinje	Inibitoria	Strato delle cellule del Purkinje	Nuclei profondi Nuclei vestibolari
Interneuroni	Cellule granulo	Eccitatoria	Strato granulare	Cellule del Purkinje, stellate, a canestro e del Golgi
	Cellule a canestro	Inibitoria	Strato molecolare	Cellule del Purkinje
	Cellule stellate	Inibitoria	Strato molecolare	Cellule del Purkinje
	Cellule del Golgi	Inibitoria	Strato granulare	Cellule granulo

B Efferenze



Vestibolocerebello

(Ai nuclei dei nervi cranici III, IV e VI)

III, IV e VI paio

(Allo spino-cerebellum)

Nuclei vestibolari

(Dal-l'apparato vestibolare)

Ganglio vestibolare

Corteccia del lobo flocculonodulare

Nucleo fastigiale

Fascio vestibolospinale

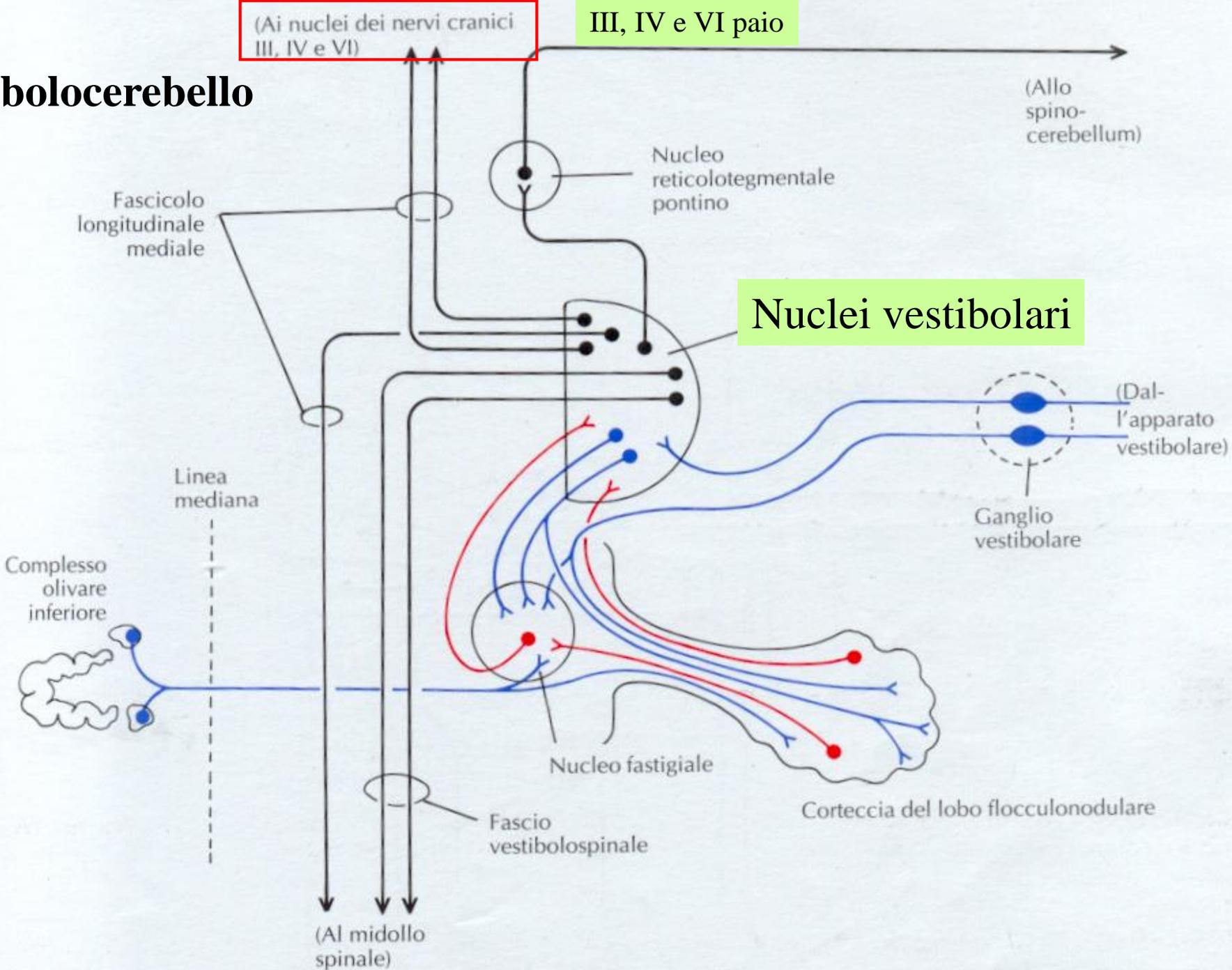
(Al midollo spinale)

Linea mediana

Complesso olivare inferiore

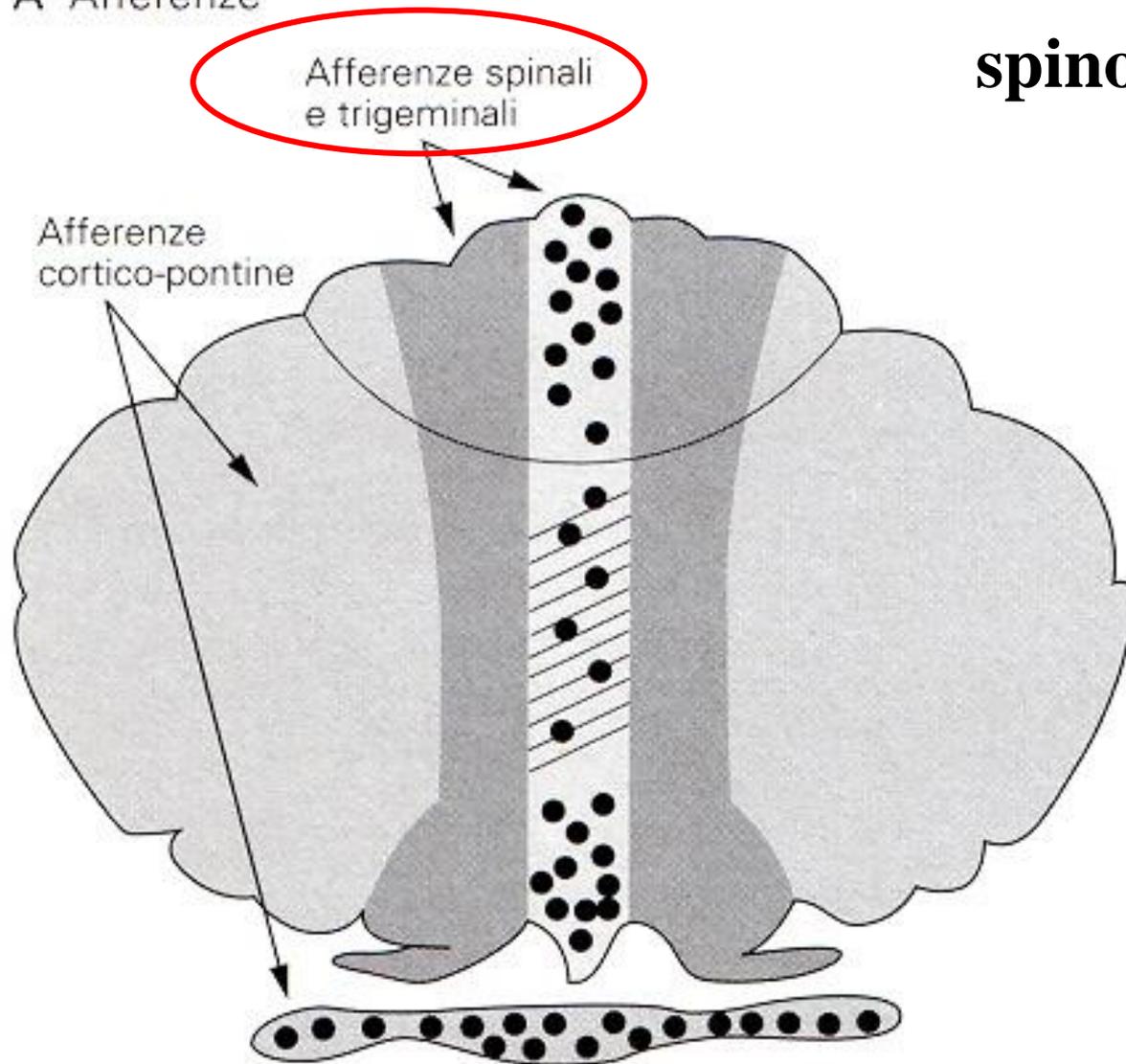
Fascicolo longitudinale mediale

Nucleo reticolotegmentale pontino

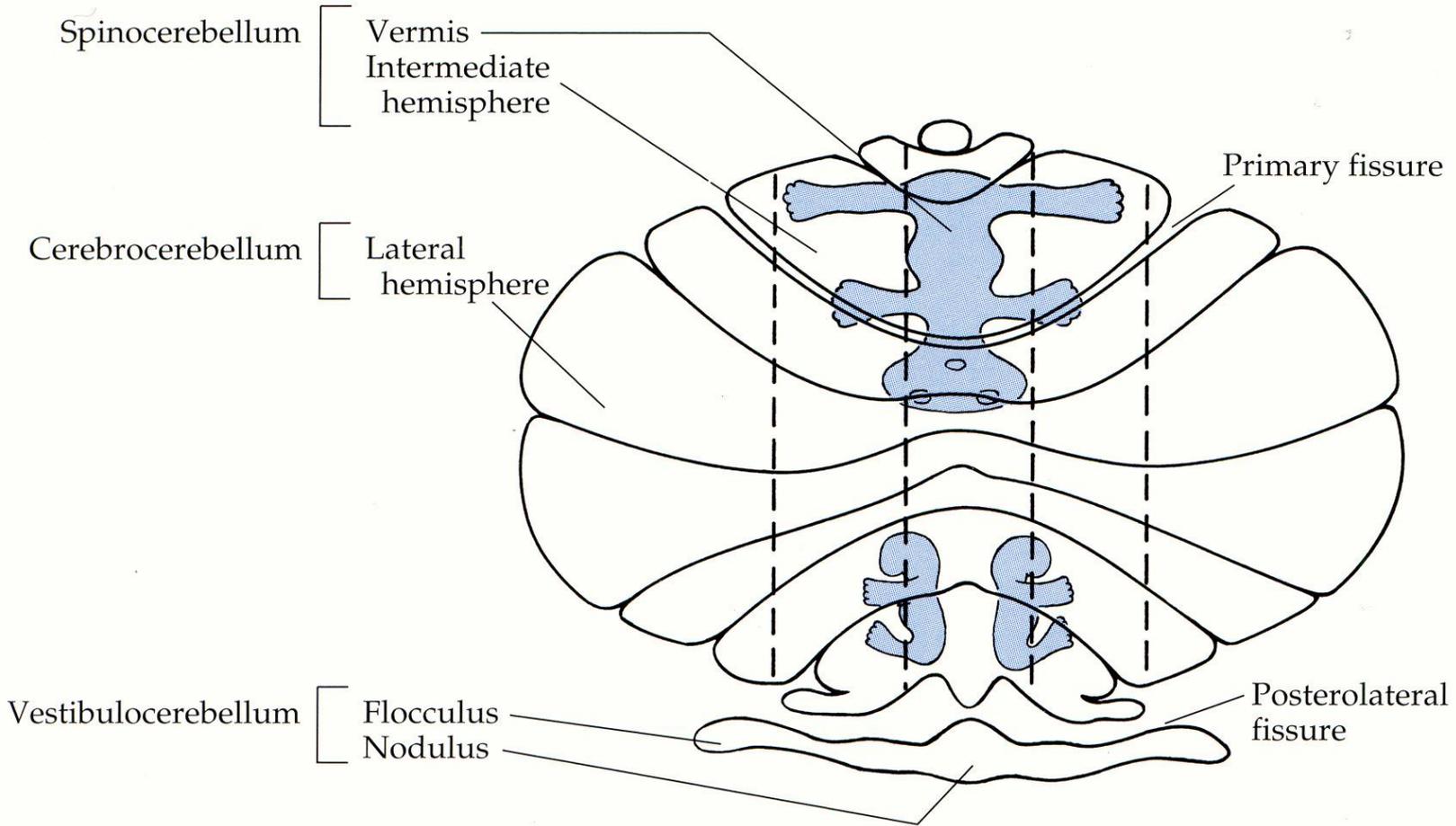


A Afferenze

spinocerebello



-  Afferenze visive ed uditive
-  Afferenze vestibolari



Connessioni del cervelletto

Spinocerebello

Efferenze (Raggiungono le sedi di origine dei fasci discendenti motori)

Nucleo del fastigio

Fasci discendenti mediali

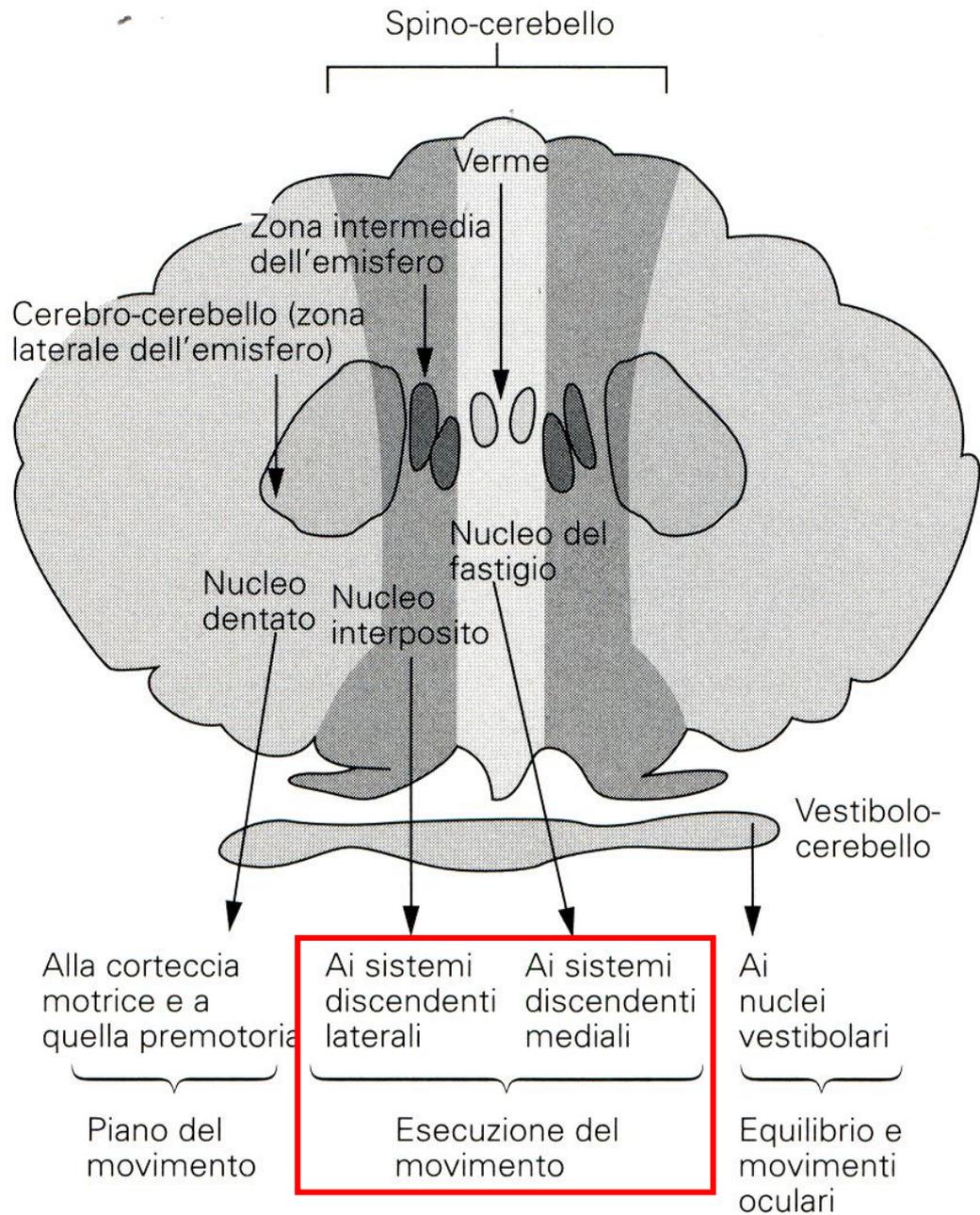
1. Reticolo spinale
2. Vestibolo spinale
3. Corticospinale ventrale

Nucleo interposito

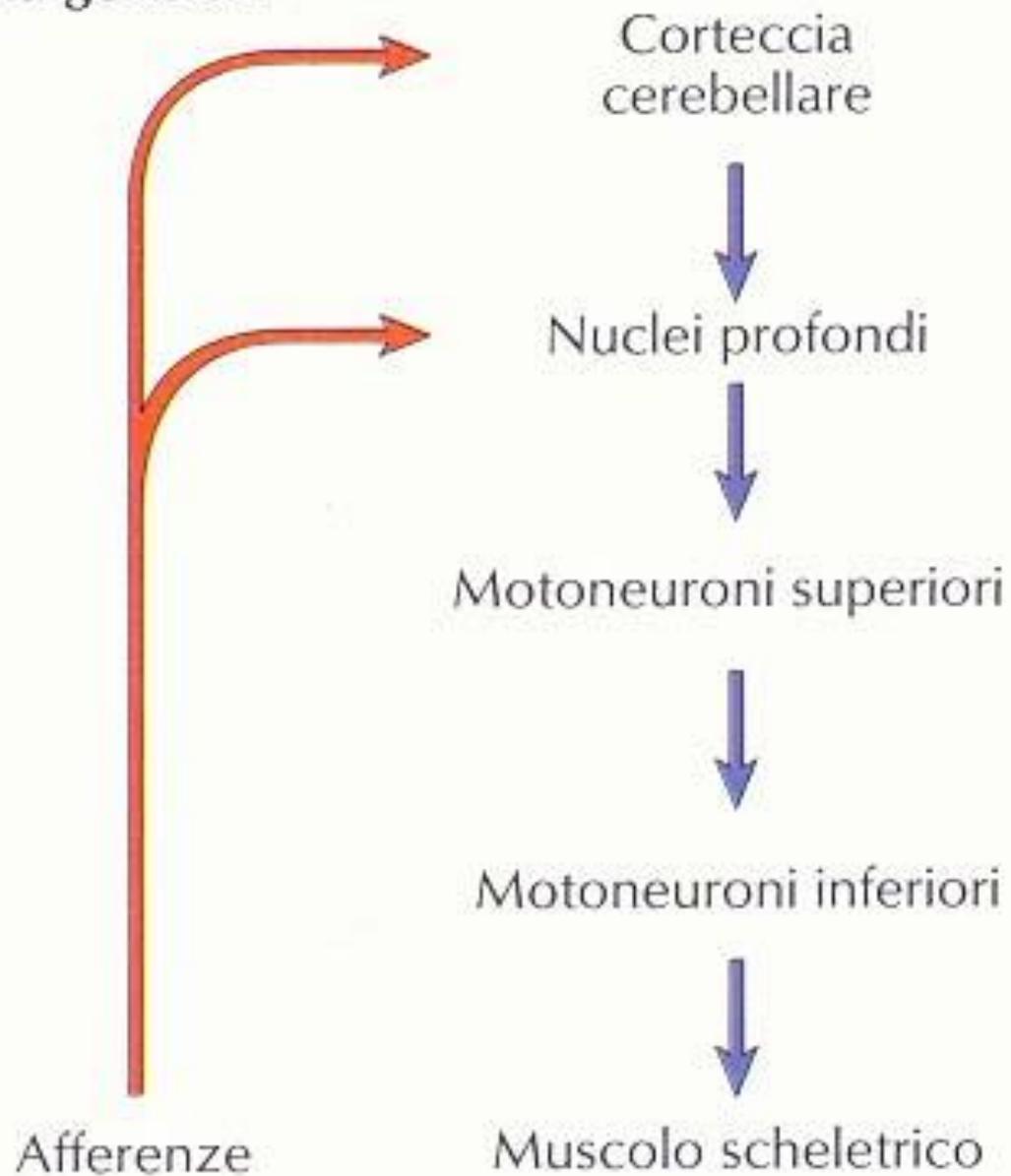
Fasci discendenti laterali

1. Rubro spinale
2. Corticospinale laterale

B Efferenze



A. Schema generale



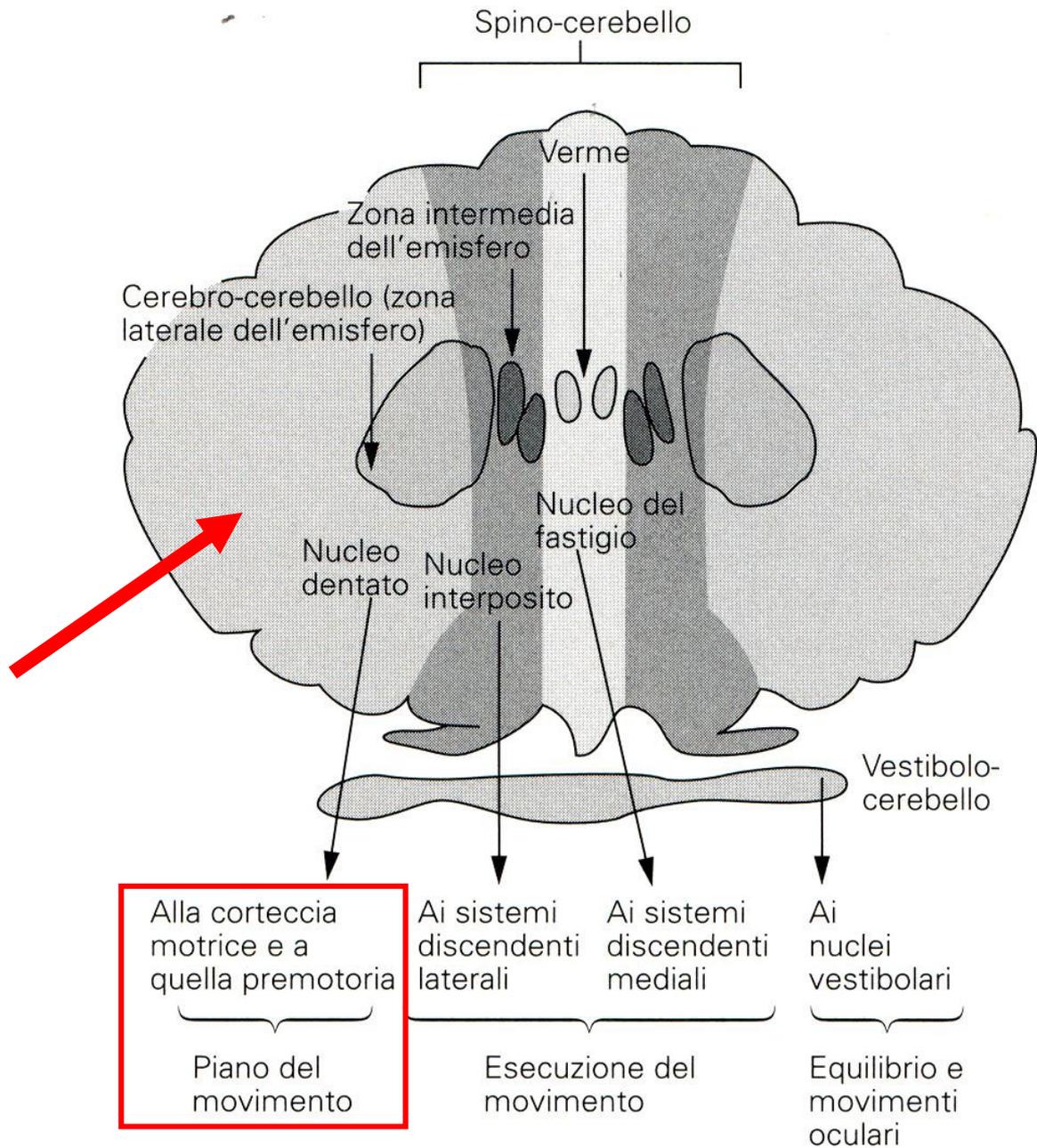
- Il cervelletto influenza i sistemi motori principalmente **controllando l'esecuzione ma anche la programmazione del movimento**
- Tuttavia, **il cervelletto NON dà inizio al movimento volontario**: questo è ruolo della corteccia motoria

- Il cervelletto :
- È in grado di **valutare la differenza fra l'intenzione e l'azione**, ovvero fra il **comando motorio inviato**(riceve copia del comando inviato al midollo spinale) e **l'effettivo movimento eseguito**(riceve afferenze propriocettive dal midollo spinale e afferenze visive)

- E' in grado di **correggere un movimento on line** (proiezioni dirette al tronco dell'encefalo ed alla corteccia motoria, strutture che controllano direttamente i circuiti spinali)

- E' in grado di **correggere un piano motorio** (apprendimento motorio, proiezioni alla corteccia motoria e premotoria); le sinapsi del cervelletto sono modificabili con l'esperienza

B Efferenze



Cerebrocerebello

Afferenze

Dalla corteccia cerebrale,
attraverso i nuclei pontini

Efferenze

Nucleo dentato



nucleo VL talamo



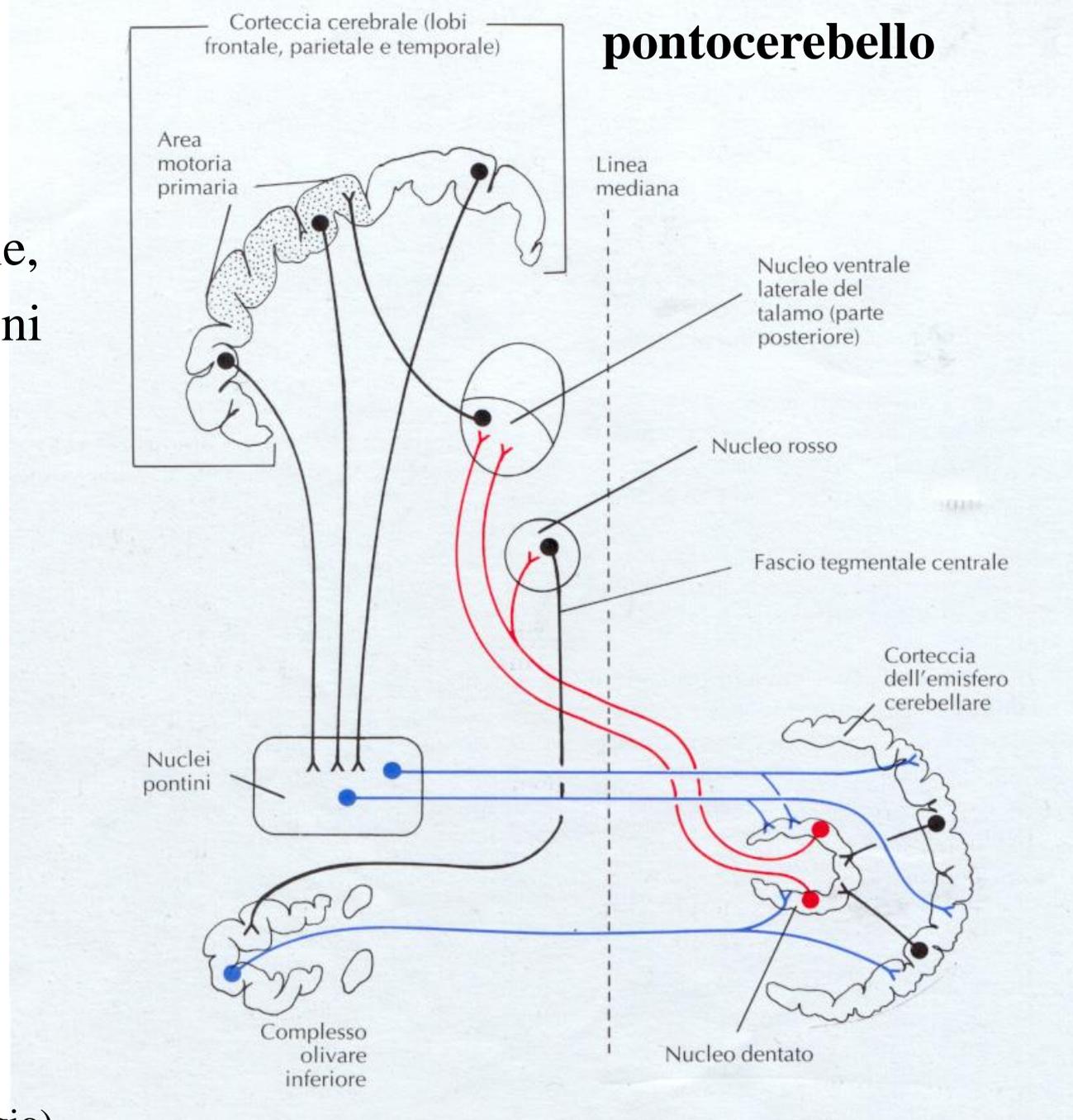
corteccia

(aree 4, 6 e

associativa prefrontale)

(...anche funzioni superiori:

percezione, emozioni, linguaggio)

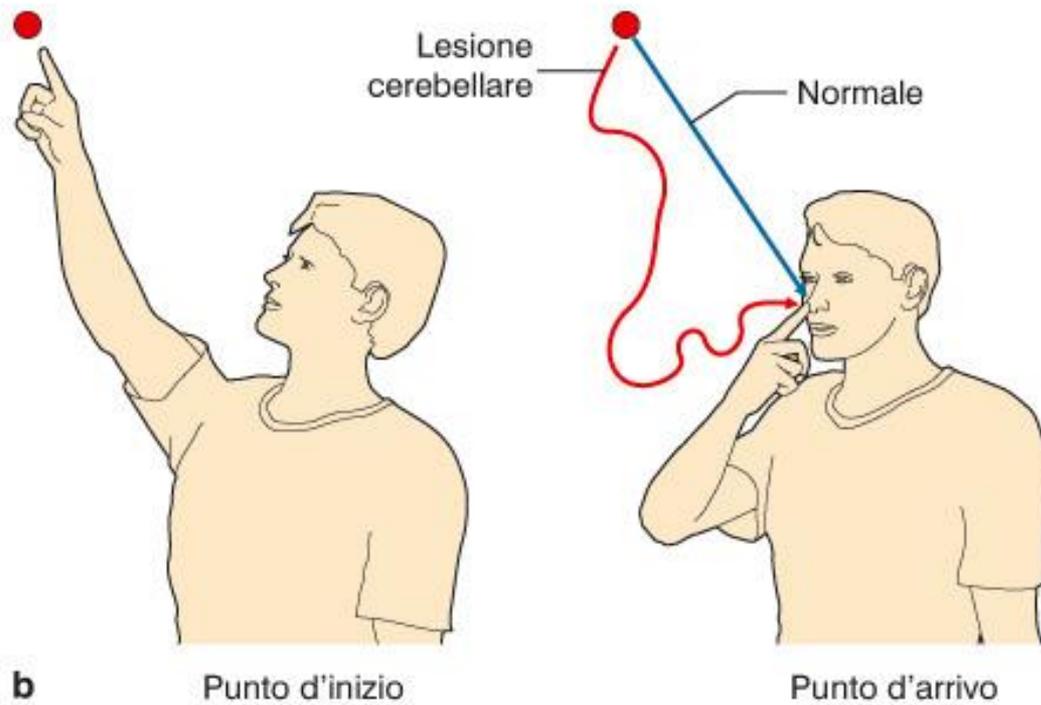
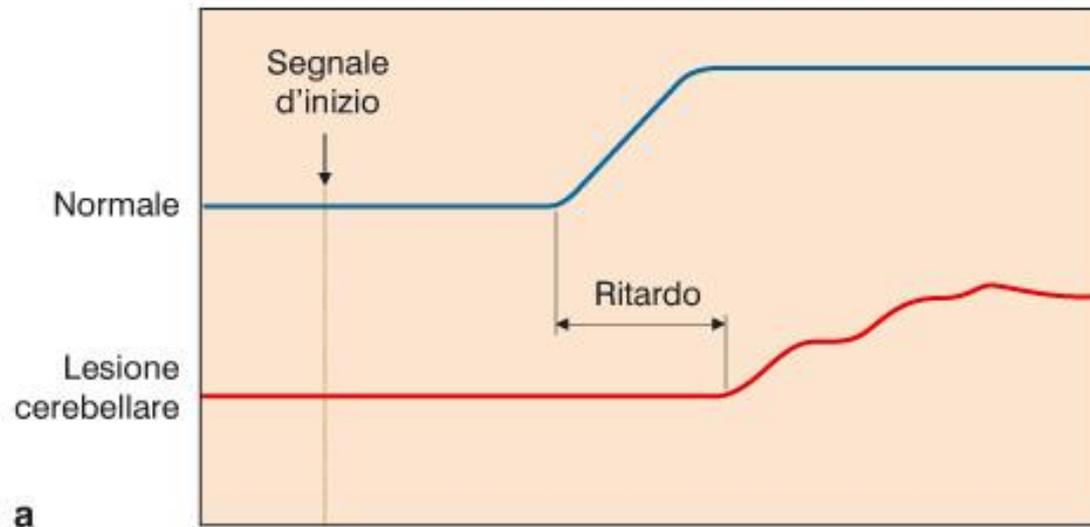


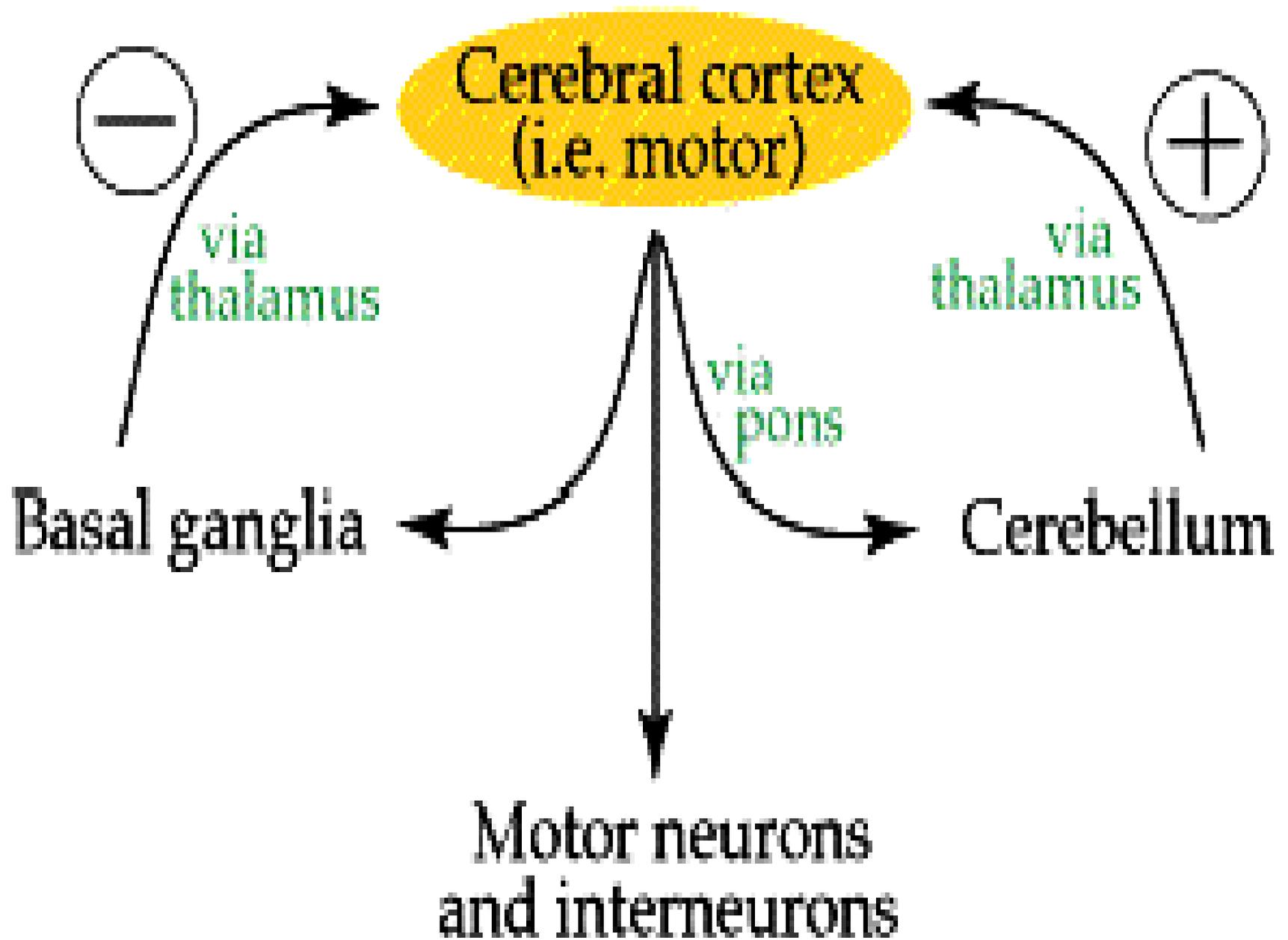
Deficit cerebellari

- Lesioni del cervelletto NON alterano le soglie sensoriali e NON provocano paralisi o debolezza della contrazione muscolare
- Gli effetti di lesioni cerebellari sono:
 - Compromissione dell'equilibrio
 - Perdita di accuratezza spaziale e temporale della coordinazione del movimento
 - Compromissione dell'apprendimento motorio e di alcune funzioni cognitive

Deficit cerebellari

- tre deficit fondamentali:
- l'ipotonia cioè la diminuzione di resistenza al movimento passivo degli arti,
- l'atassia cioè le anomalie nell'esecuzione dei movimenti volontari ed
- il tremore cinetico od intenzionale





PROGRAMMA MOTORIO

- **Corteccia motoria:** seleziona un programma per ottenere un dato risultato
- **Gangli della base:** avviano il programma prescelto e bloccano tutti gli altri
- **Tronco encefalico e midollo:** effettuano i singoli passaggi del programma quando arriva il segnale dai centri superiori
- **Cervelletto:** confronta i risultati attesi con quelli osservati