

Lezioni Fisiologia umana

Dott. Paolo Onorati

E-mail paolo.onorati@uniroma1.it

II CERVELLETTO

Dipartimento di Fisiologia e Farmacologia

Il cervelletto:

- i) Contiene più della metà dei neuroni cerebrali
 - ii) Esercita un controllo indiretto su **movimento e postura**
 - iii) Le sue lesioni determinano **deficit della coordinazione motoria**
deficit dell'equilibrio
ipotonia
- 1) Riceve informazioni del movimento on going (**scarica corollario**) e controlla i segnali in ingresso ai motoneuroni spinali (dai livelli segmentali e non)
 - 2) Riceve informazioni del movimento dalla periferia (**riafferenza**)
 - 3) Proietta ai sistemi motori discendenti

Ha un ruolo importante nell'apprendimento dei compiti motori

Due fessure trasversali dividono il cervelletto in tre lobi:

Lobo anteriore



Fissura primaria



Lobo posteriore



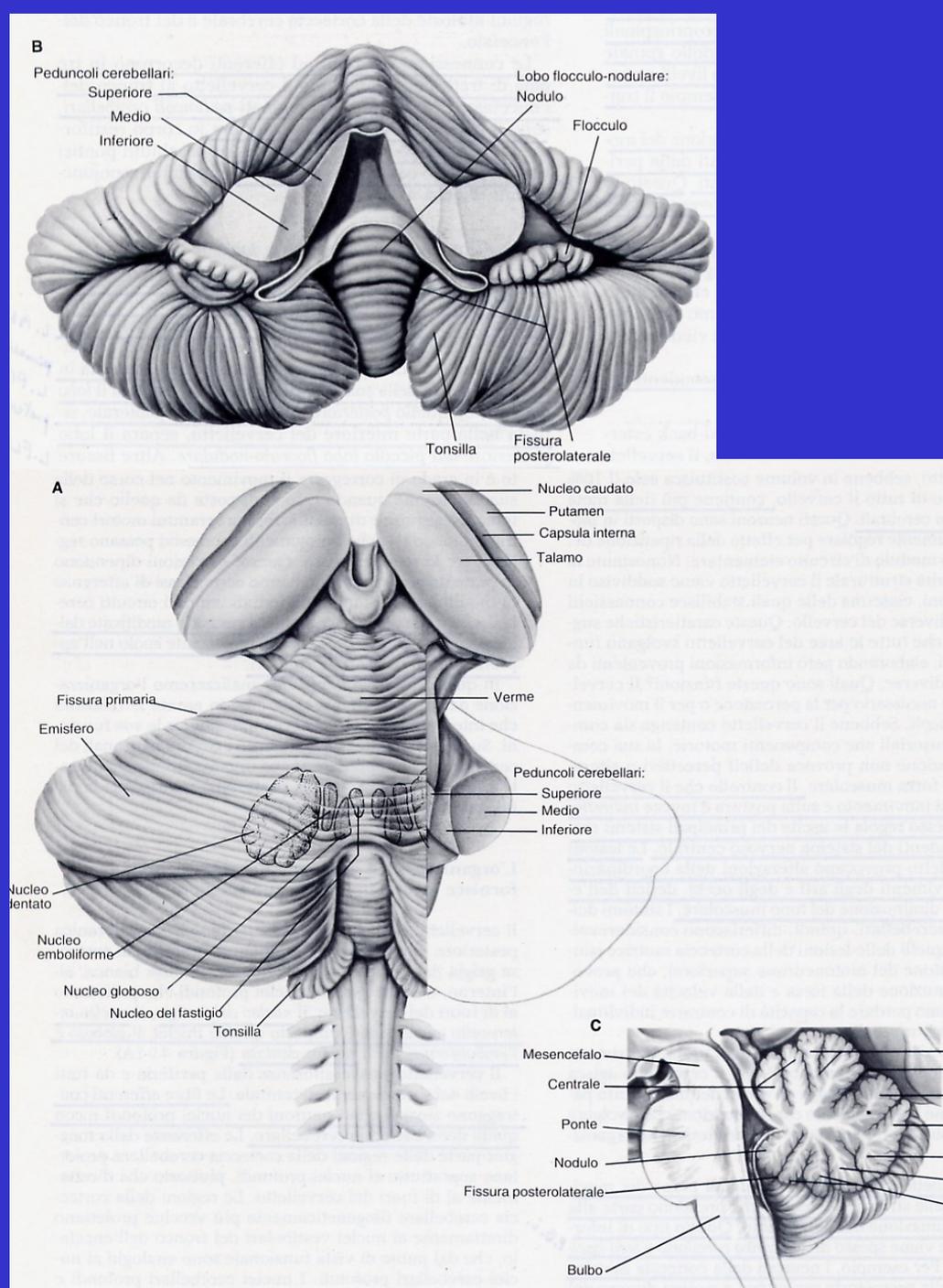
Fissura posterolaterale

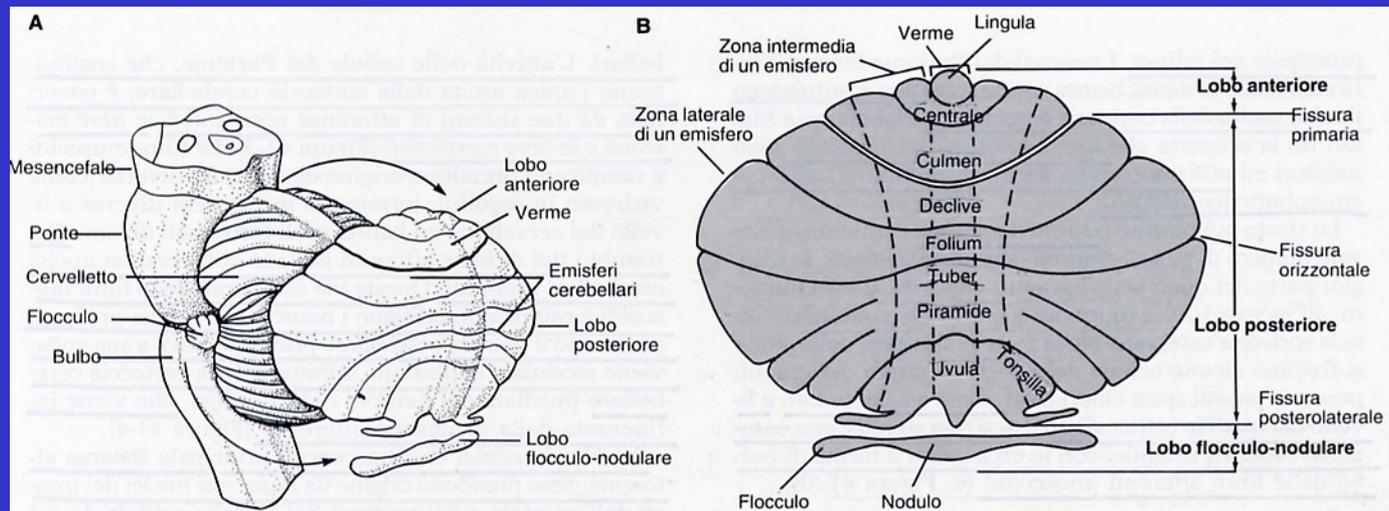


Lobo flocculo-nodulare

Ciascun lobo è suddiviso in lobuli e folia

Le tonsille cerebellari vengono lese in caso di ipertensione endocranica.





Due solchi longitudinali lo suddividono in tre zone longitudinali:

i) Il verme Gli emisferi cerebellari destro e sinistro

Ciascun emisfero è costituito da una **zona intermedia** (paramediana) e da una **zona laterale**.

Verme > n. fastigio > cortex e tronco > sist. Mediali > m. prossimali

Zona intermedia > n. interposito > cortex e tronco > sist. Lateralis > m. dist

Zona laterale > n. dentato > area motoria e premotoria (pianificazione mov.)

La corteccia cerebellare è costituita da tre strati:

- Strato molecolare (esterno) costituito dagli assoni dei granuli (f. parallele, f.p.) da c. stellate e c. basket + dendriti c. Purkinje
- Strato delle c. Purkinje (il loro piano è perpendicolare all'asse del folium). Sono le uniche cellule di **output** cerebellare (GABA)
- Strato dei granuli (10^{11}) (glomeruli cerebellari)

N. tronco e midollo N. olivare inf.



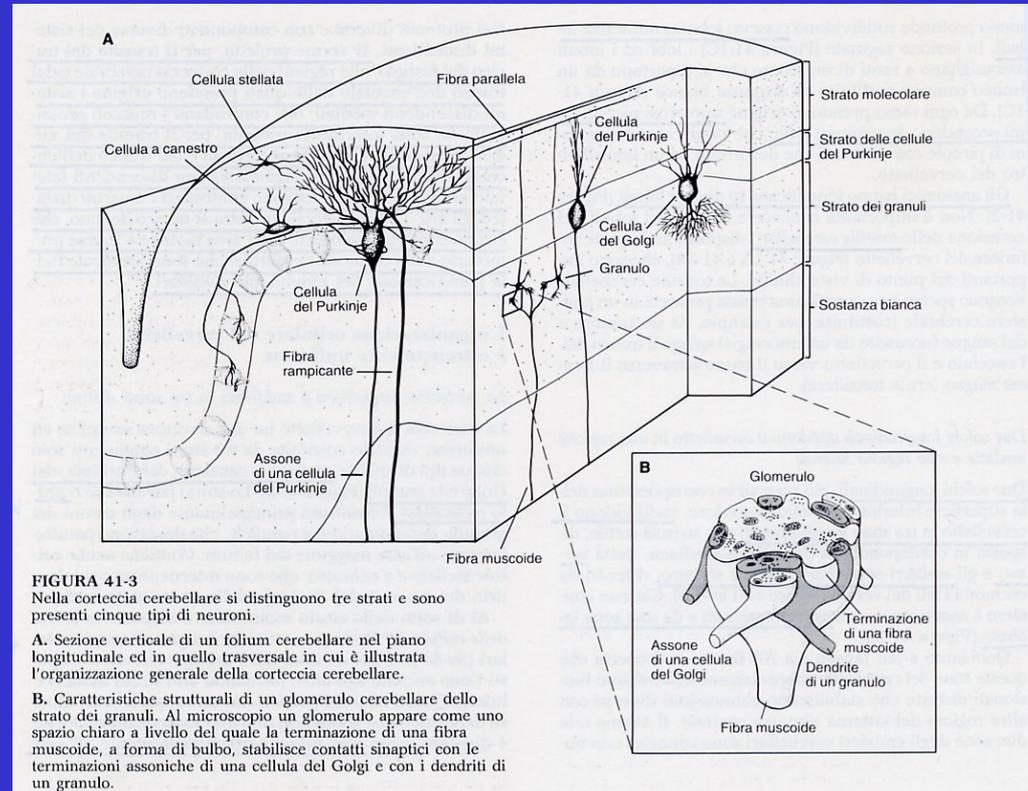
F. Muscoidi + F. rampicanti



C. Purkinje 20.000 f.p.
1 f.r.



N. Propri cereb.+ N. Vestib



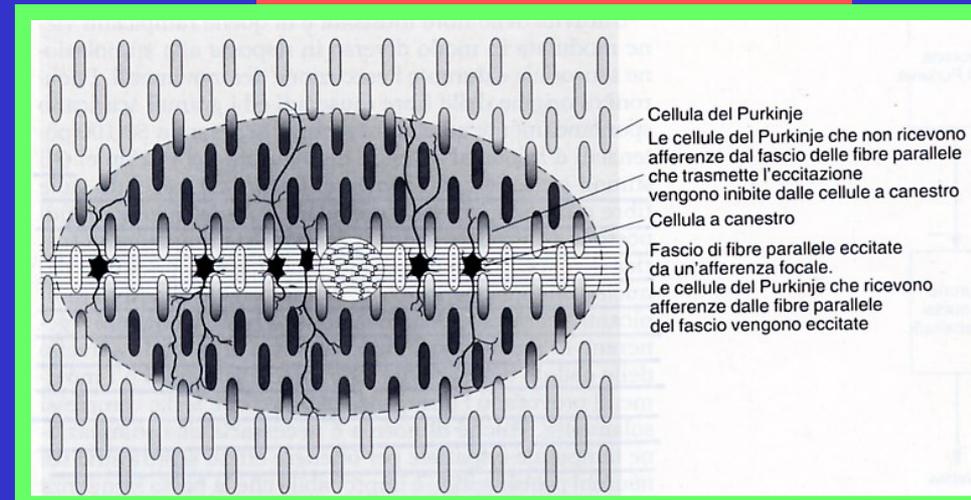
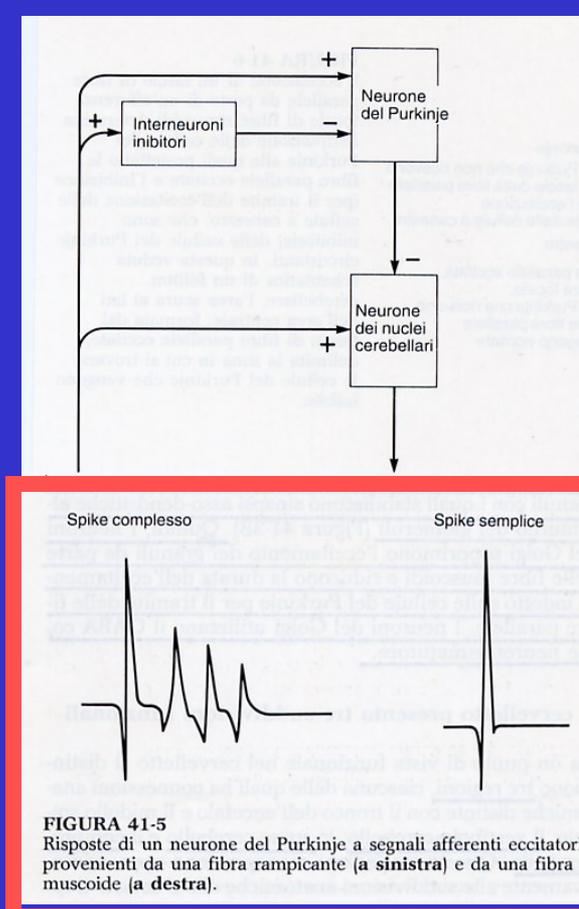
Le cellule di purkinje (cp) ricevono circa 20.000 assoni dai granuli che a loro volta ricevono da molte f. muscoidi.

Sono inibite da interneuroni locali

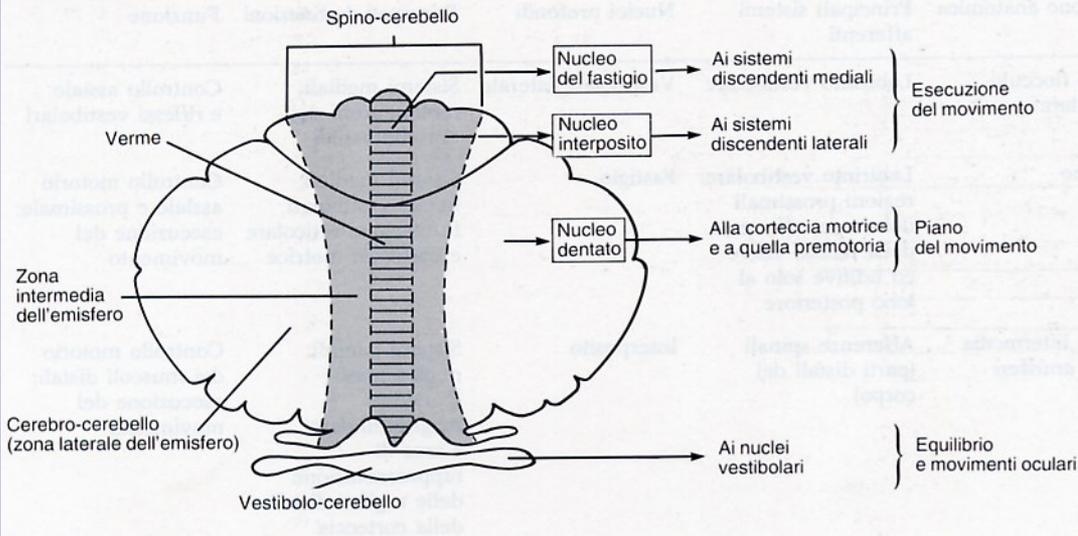
Ricevono 1 sola fibra rampicante (n.oliv. inf.) che al massimo si ramifica su 10 cp

Le fibre rampicanti generano **SPIKE COMPLESSI (1 C/S)** di grande ampiezza da parte di cp, mentre è necessaria la sommazione di molti potenziali d'azione da parte delle fibre muscoidi per generare un pot. di azione.

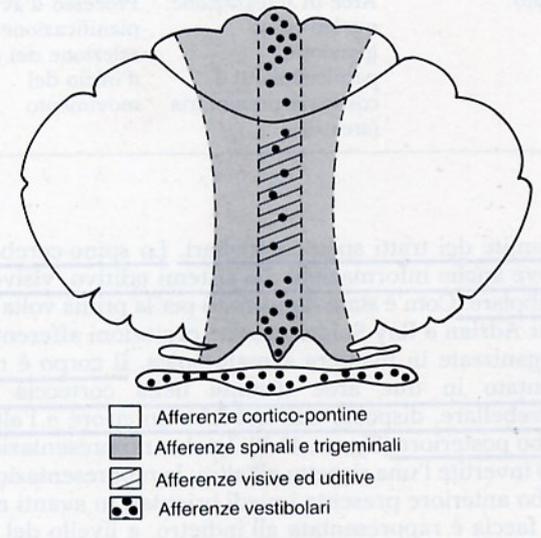
Le fibre rampicanti sono coinvolte nell'apprendimento motorio



A Efferenze

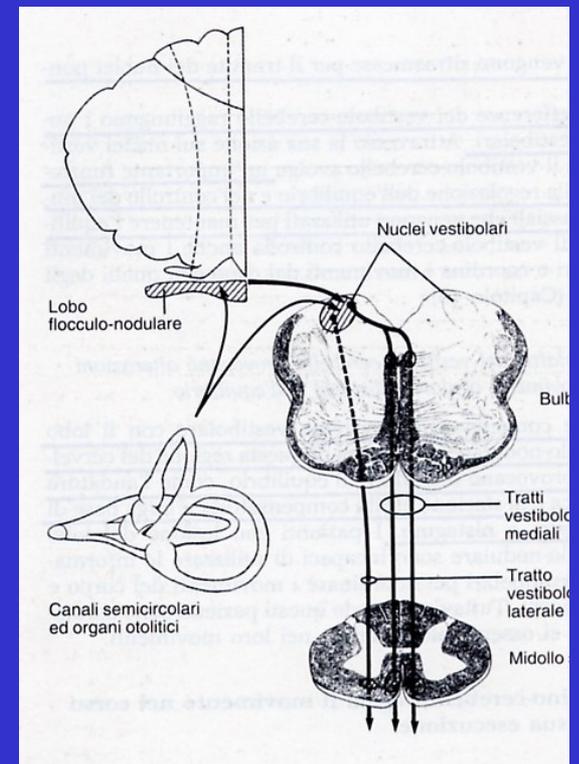


B Afferenze



Il cervelletto presenta tre suddivisioni funzionali:

- 1) **vestibolo-cerebello**. Il lobo flocculo-nodulare controlla i movimenti oculari e l'equilibrio nella stazione eretta e nella deambulazione.
- 2) **spino-cerebello**. Il verme e la zona intermedia inviano al n. del fastigio ed al n. interposito e controllano la componente mediale e laterale dei sistemi motori discendenti
- 3) **cerebro-cerebello**. La parte laterale dei due emisferi riceve dai n. pontini, proiettano al nucleo dentato, al talamo che a sua volta è connesso alla corteccia premotoria e motoria

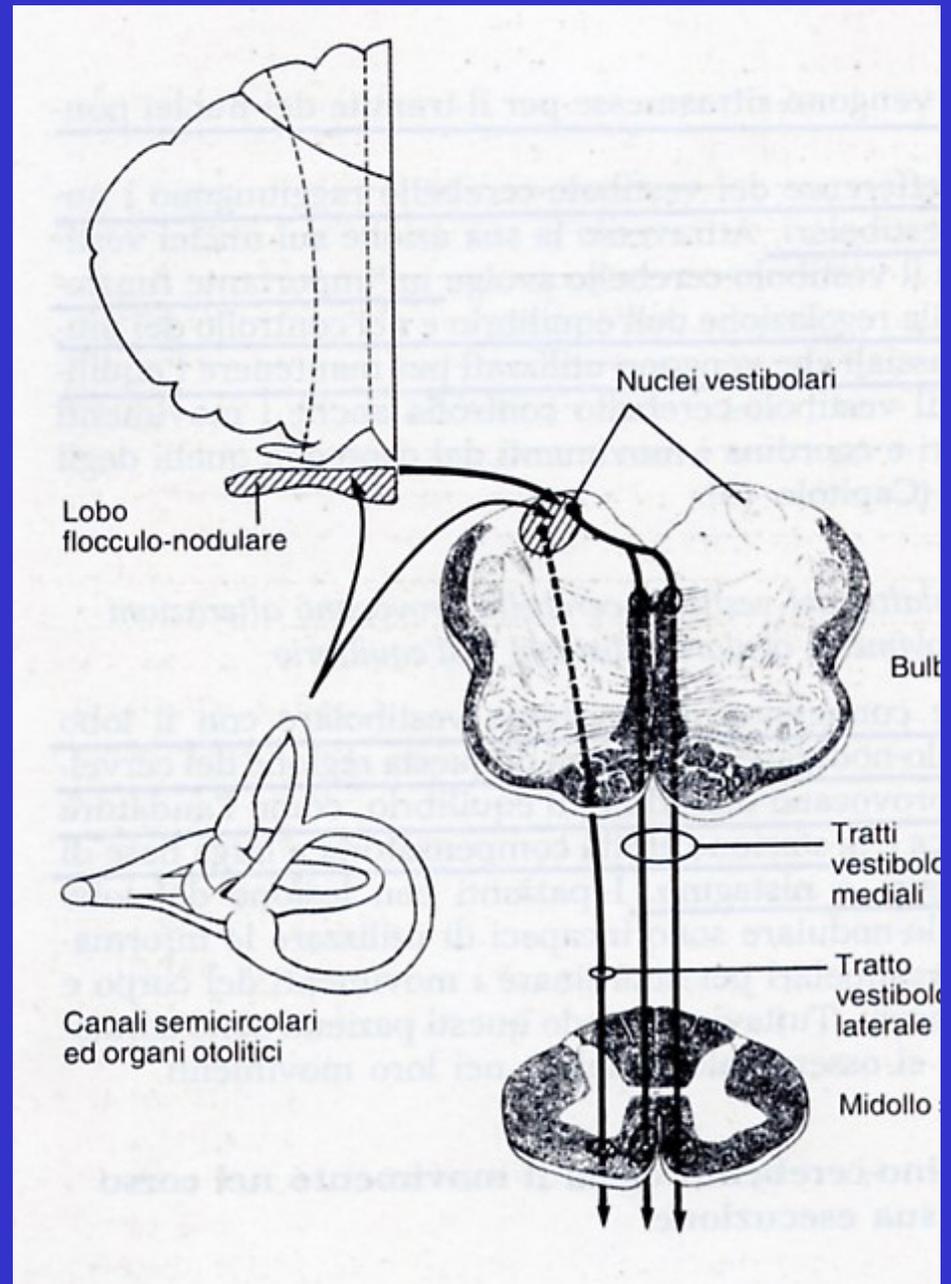


Le principali funzioni cerebellari

Tabella 41-1 Principali vie afferenti ed efferenti del cervelletto

Regione funzionale	Regione anatomica	Principali sistemi afferenti	Nuclei profondi	Principali destinazioni	Funzione
Vestibolo-cerebello	Lobo flocculo-nodulare	Labirinto vestibolare	Vestibolare laterale	Sistemi mediali: motoneuroni dei muscoli assiali	Controllo assiale e riflessi vestibolari
Spino-cerebello	Verme	Labirinto vestibolare, regioni prossimali del corpo; afferenze dalla faccia, visive ed uditive solo al lobo posteriore	Fastigio	Sistemi mediali: nuclei vestibolari, formazione reticolare e corteccia motrice	Controllo motorio assiale e prossimale; esecuzione del movimento
Spino-cerebello	Parte intermedia degli emisferi	Afferenze spinali (parti distali del corpo)	Interposito	Sistemi laterali: nucleo rosso (porzione magnocellulare) e aree di rappresentazione delle regioni distali della corteccia motrice	Controllo motorio dei muscoli distali; esecuzione del movimento
Cerebro-cerebello	Parte laterale degli emisferi	Afferenze corticali	Dentato	Aree di integrazione: nucleo rosso (porzione parvicellulare) e corteccia premotoria (area 6)	Processo d'avvio, pianificazione e selezione dei tempi d'inizio del movimento

Il vestibolo-cerebello



Lo spino-cerebello: componente vermiana e para-vermiana

Controllo esecuzione del movimento e controllo a feeb-back

A Connessioni afferenti ed efferenti del verme

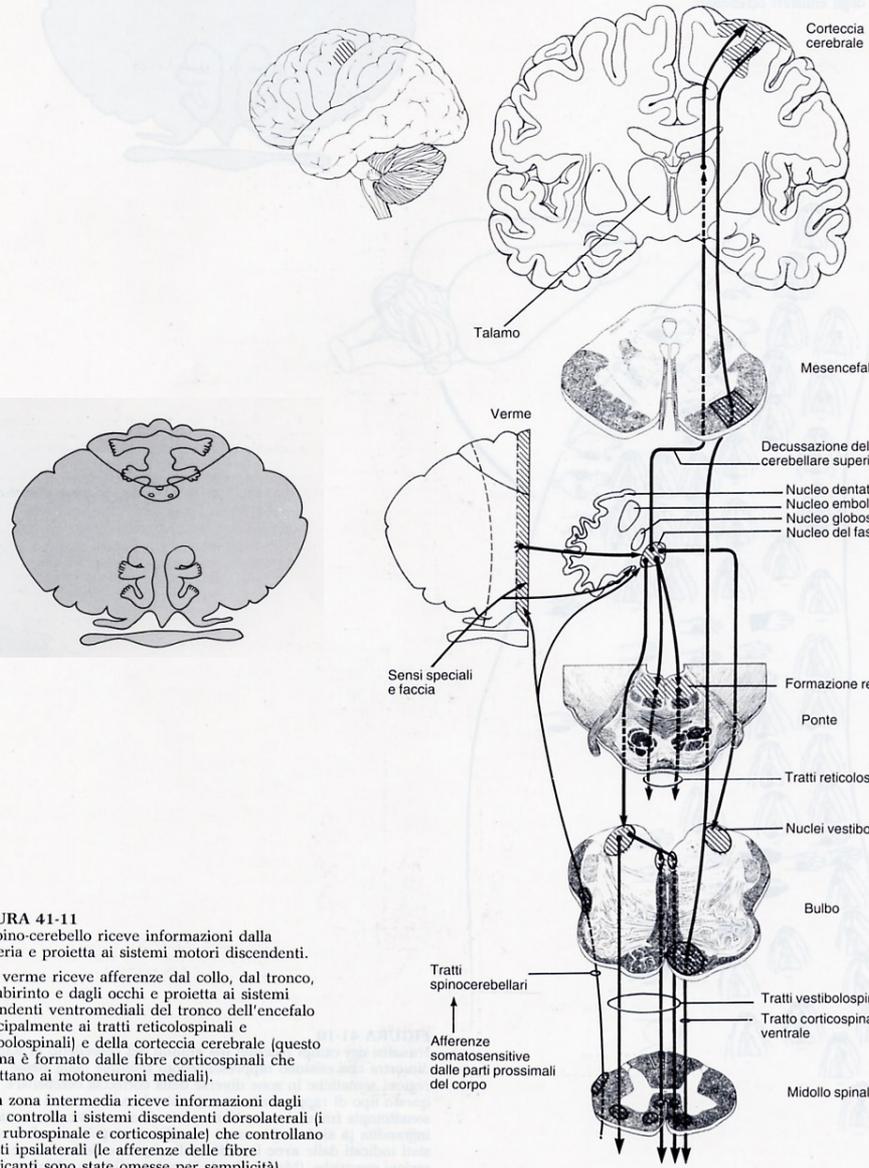


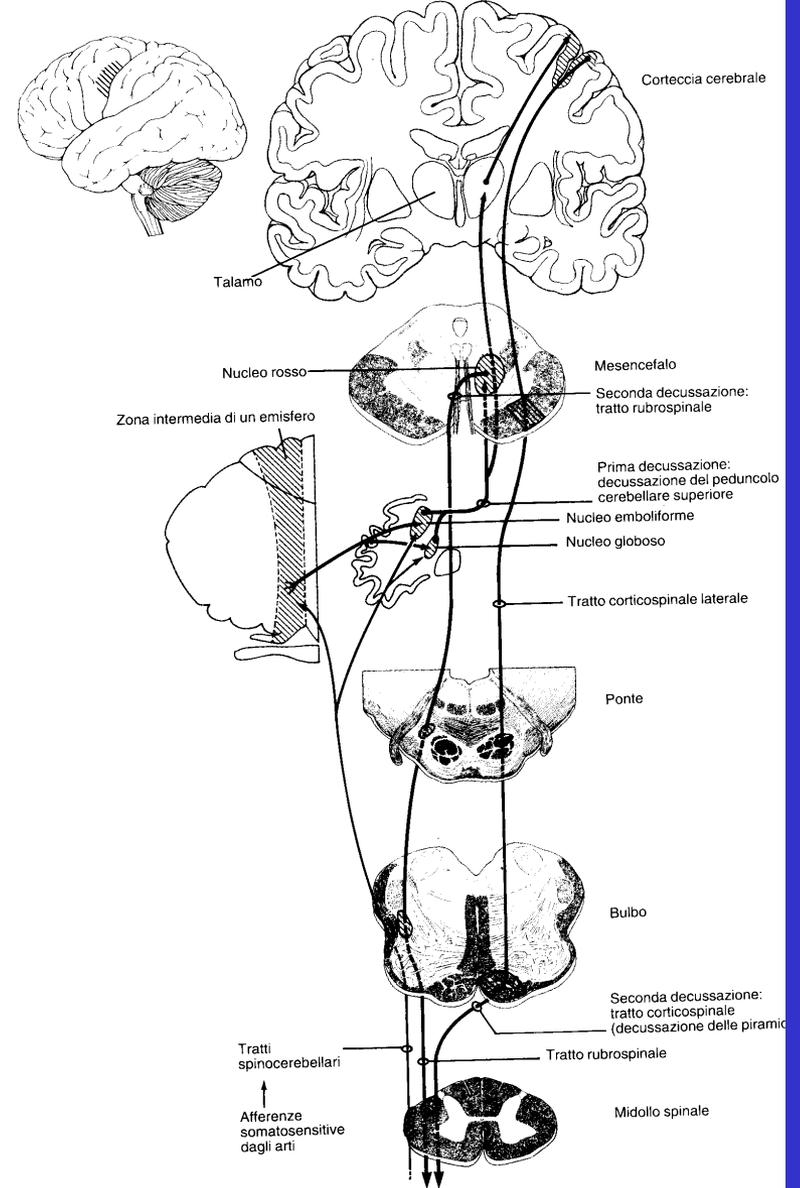
FIGURA 41-11

Lo spino-cerebello riceve informazioni dalla periferia e proietta ai sistemi motori discendenti.

A. Il verme riceve afferenze dal collo, dal tronco, dal labirinto e dagli occhi e proietta ai sistemi discendenti ventromediali del tronco dell'encefalo (principalmente ai tratti reticolospinali e vestibolospinali) e della corteccia cerebrale (questo sistema è formato dalle fibre corticospinali che proiettano ai motoneuroni mediali).

B. La zona intermedia riceve informazioni dagli arti e controlla i sistemi discendenti dorsolaterali (i tratti rubrospinali e corticospinali) che controllano gli arti ipsilaterali (le afferenze delle fibre rampicanti sono state omesse per semplicità).

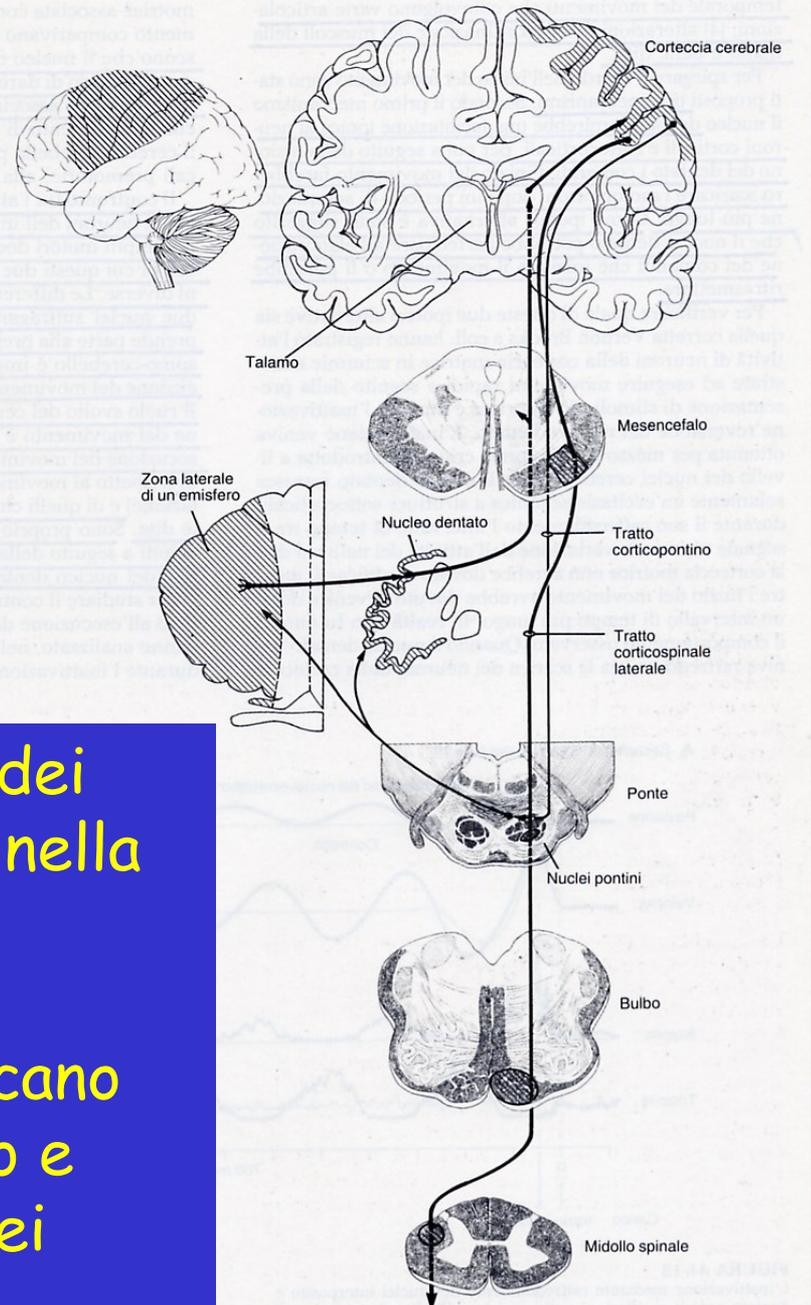
B Connessioni afferenti ed efferenti della zona intermedia degli emisferi



Il cerebro-cerebello

FIGURA 41-12

Il cerebro-cerebello (che è costituito dalla zona laterale degli emisferi) riceve afferenze dalla corteccia cerebrale per il tramite dei nuclei pontini ed influenza la corteccia motrice e quella premotoria per il tramite del nucleo ventrolaterale del talamo.

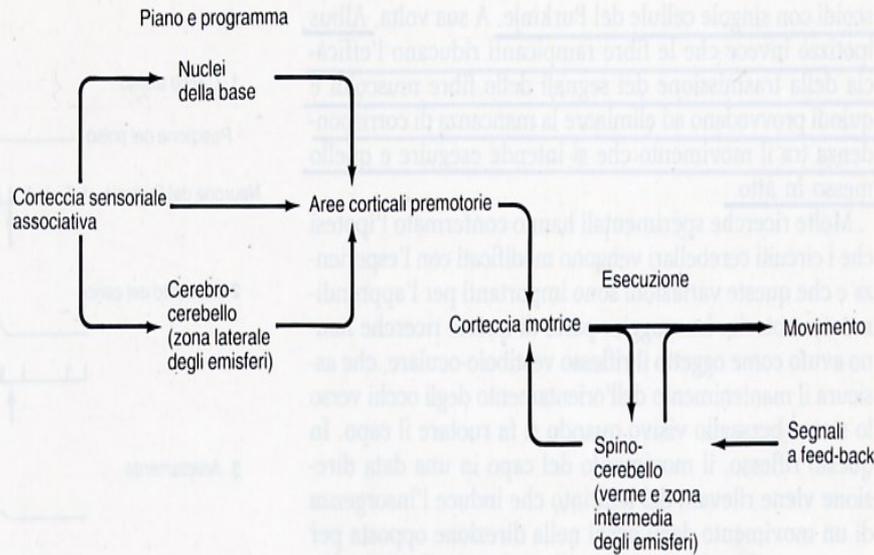


Coordina il piano di esecuzione dei movimenti degli arti. E' implicato nella preparazione del movimento

Lesioni del neocervelletto provocano ritardi nell'inizio del movimento e disturbi nella coordinazione dei movimenti degli arti

Diagramma di flusso relativo all'avvio e al controllo del movimento. Allen e Tsukahara, 1974

FIGURA 41-14
Ipotesi diagramma di flusso che illustra il ruolo probabilmente svolto dal cervelletto nel processo d'avvio del movimento volontario. Le stazioni talamiche delle afferenze provenienti dai nuclei della base, dal cervelletto e dalla periferia somatosensitiva sono state omesse per semplicità. (Modificata, da Allen e Tsukahara, 1974).



Il cervelletto prende parte all'apprendimento motorio

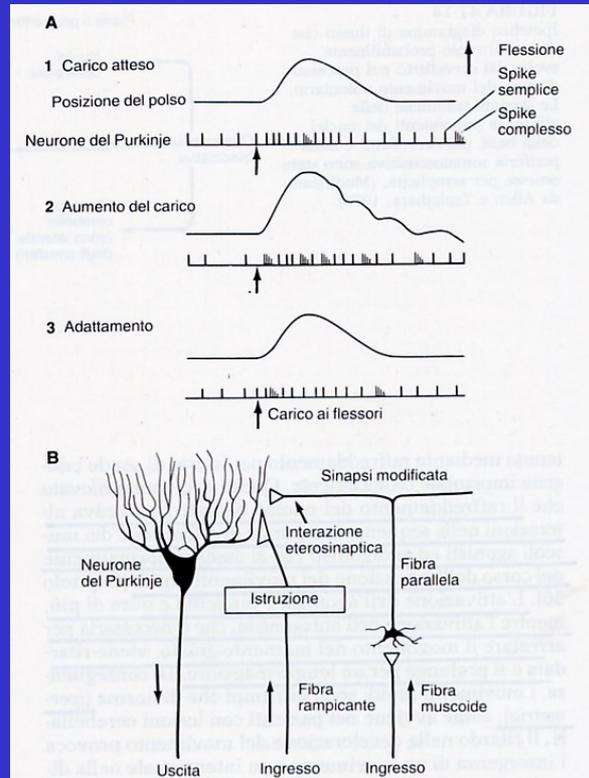


FIGURA 41-15
Modificazioni indotte sui circuiti cerebellari nel corso dell'apprendimento.

A. Quando la scimmia apprende ad adattarsi ad un aumento del carico che si oppone alla flessione del polso, si osservano variazioni dell'attività a spike semplici e complessi delle cellule del Purkinje. 1. Nel corso dell'esecuzione di una risposta di controllo si osservano occasionali spike complessi. 2. Nel corso dell'esecuzione del primo movimento in cui il carico viene aumentato il neurone presenta numerosi spike complessi. 3. Dopo che l'animale si è familiarizzato con il nuovo carico la frequenza degli spike complessi ritorna ai livelli di controllo, mentre quella degli spike semplici si riduce. (Modificata, da Gilbert e Thach, 1972).

Le malattie del cervelletto presentano sintomi e segni caratteristici:

i) **ipotonia** (mancanza di controllo)

ii) **Atassia, Dismetria**

iii) **Tremore cinetico o intenzionale** (titubazione: tremore del tronco)

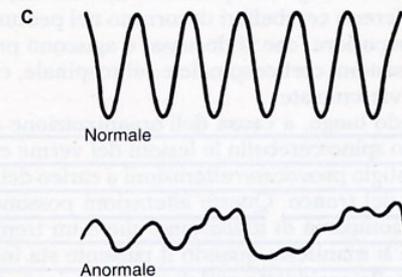
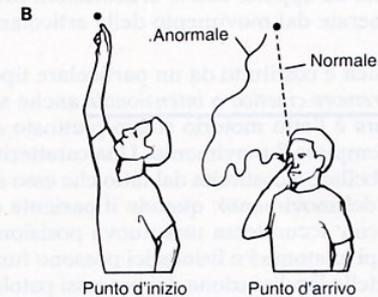
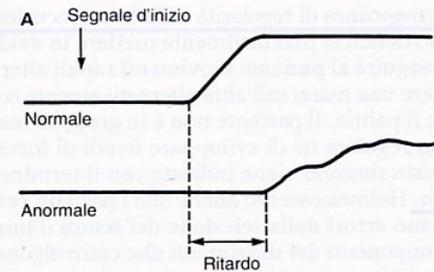


FIGURA 41-16
Deficit tipici delle malattie cerebellari.

A. Una lesione dell'emisfero cerebellare di destra determina un ritardo nell'inizio del movimento. Il paziente viene istruito a flettere contemporaneamente entrambe le braccia, quando viene presentato un segnale d'inizio. Il braccio destro viene flesso dopo il sinistro, come si può osservare dall'esame delle registrazioni delle posizioni dei due gomiti.

B. Se si chiede ad un paziente di toccarsi la punta del naso con un dito partendo con il braccio esteso (per es., in alto), si osservano dismetria (errori di escursione e di direzione) ed oscillazioni che accentuano il tremore mano a mano che il dito si avvicina al naso.

C. L'adiadococinesia, che è caratterizzata da irregolarità nell'esecuzione di movimenti alternati, si può osservare nella registrazione della posizione anormale del braccio.