

Università degli Studi G. d'Annunzio, Chieti-Pescara
Corso di Laurea in *Scienze e Tecniche Psicologiche*
Insegnamento di Psicobiologia II – AA 2017-2018

Prof.ssa Giorgia Committeri

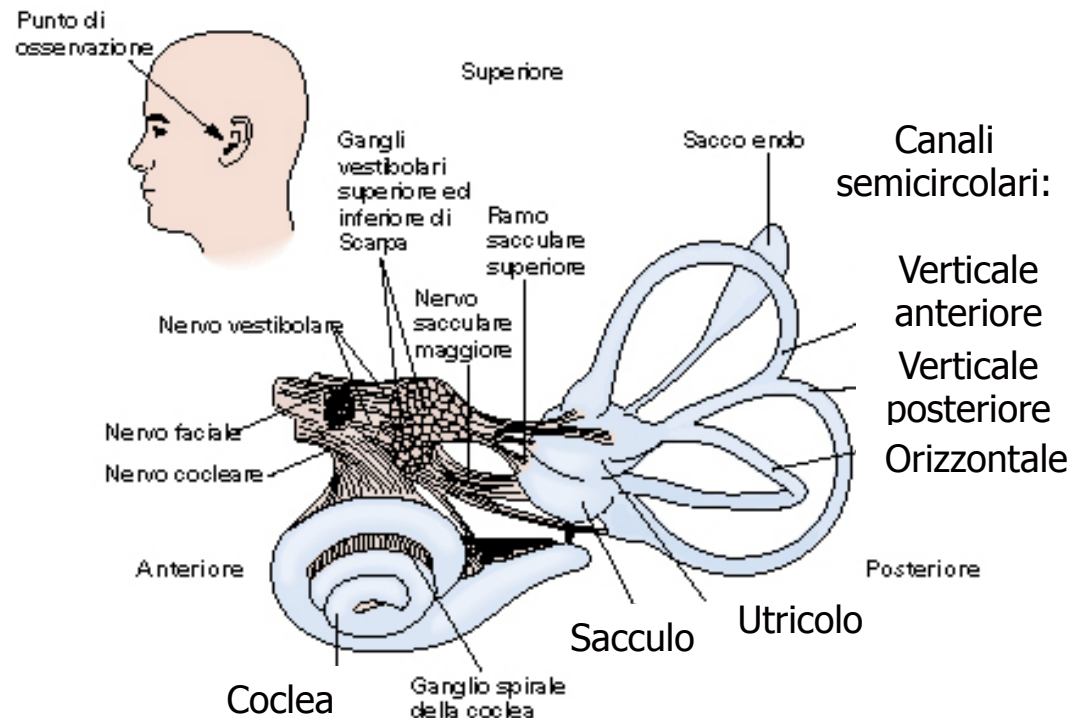
Il sistema vestibolare e la postura

Il sistema vestibolare

- Misurando le accelerazioni lineare ed angolare del capo:
- contribuisce al mantenimento dell'equilibrio (coinvolto nei riflessi posturali)
- quando capo e corpo si muovono, controlla i movimenti oculari riflessi che stabilizzano le immagini retiniche

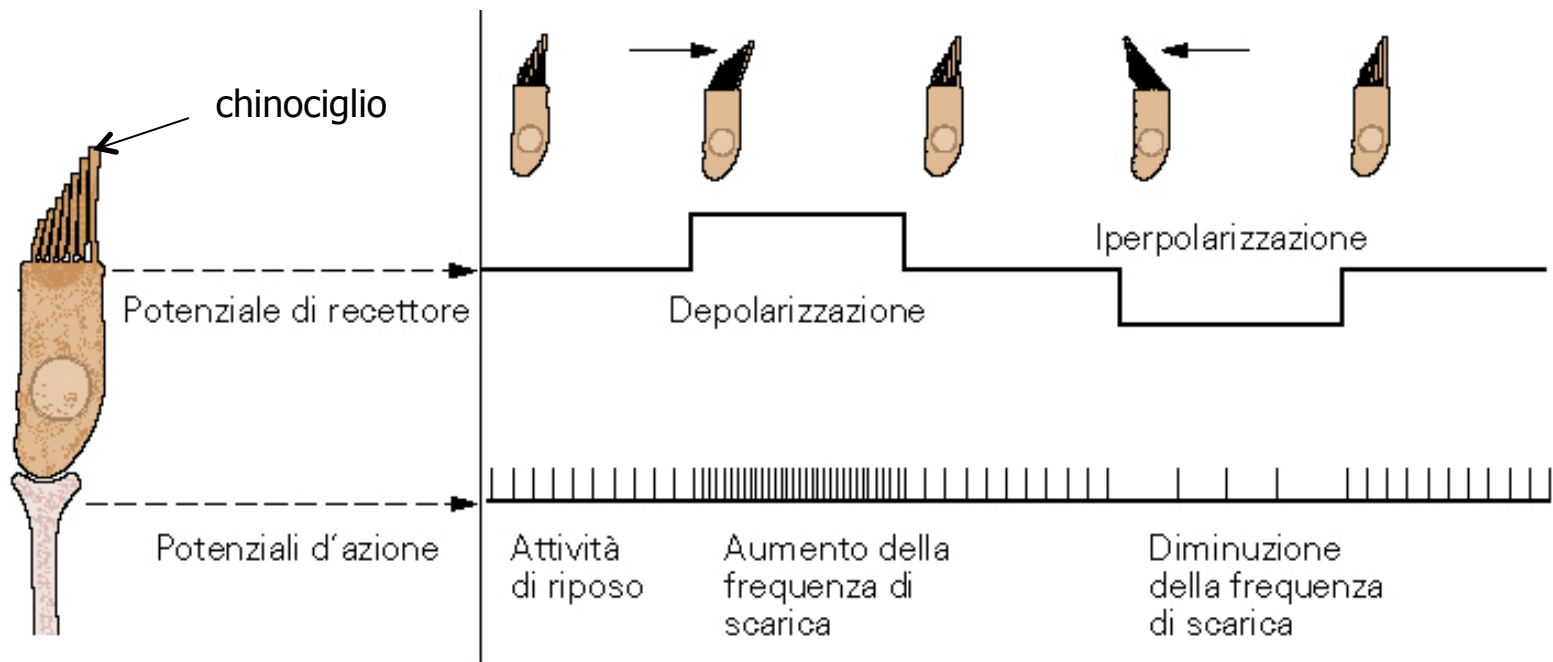
- Contiene 5 organi recettoriali nel labirinto (orecchio interno):

- Sacculo e utricolo (accelerazione lineare)
- 3 canali semicircolari (accelerazione angolare)



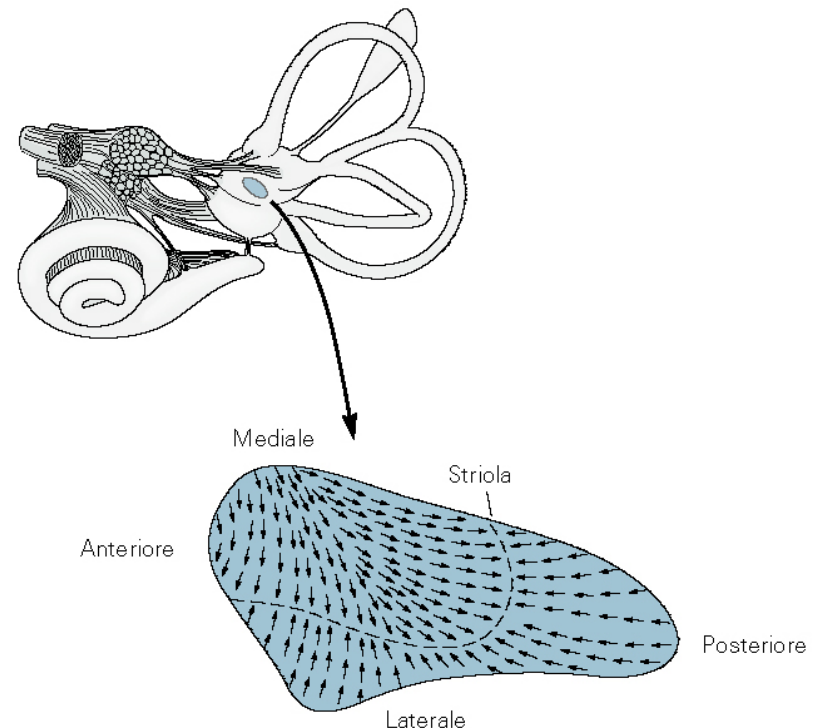
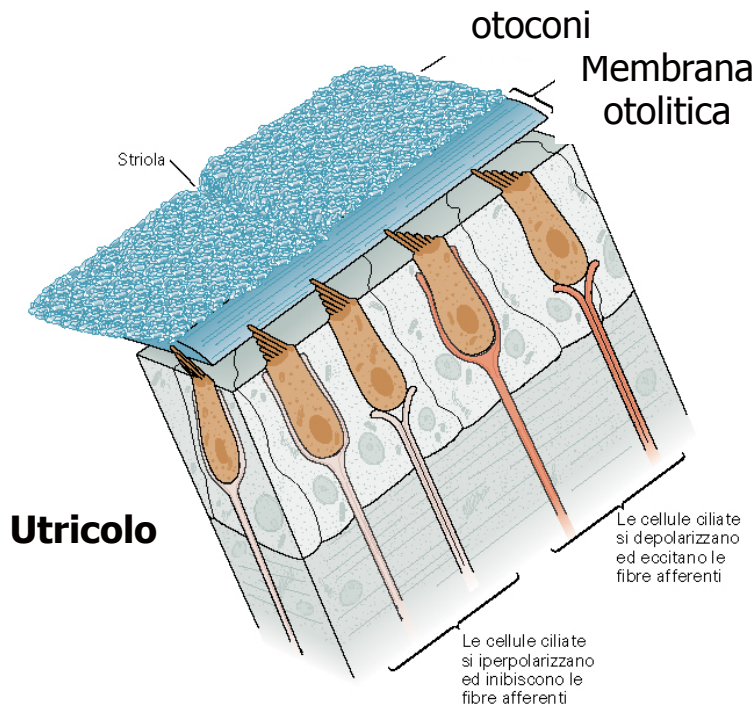
Il sistema vestibolare

- Ciascuno dei 5 organi recettoriali è rivestito da una lamina continua di cellule epiteliali; alcune di queste producono *endolinfa* e lo spazio endolinfatico è in comunicazione tra gli organi
- Le cellule ciliate inviano i loro segnali ai nuclei vestibolari del tronco attraverso la componente vestibolare dell'VIII nervo cranico (nervo vestibolo-cocleare)
- Come quelle della coclea che mediano l'udito, possiedono un fascetto di ciglia implicate nella trasduzione meccano-elettrica



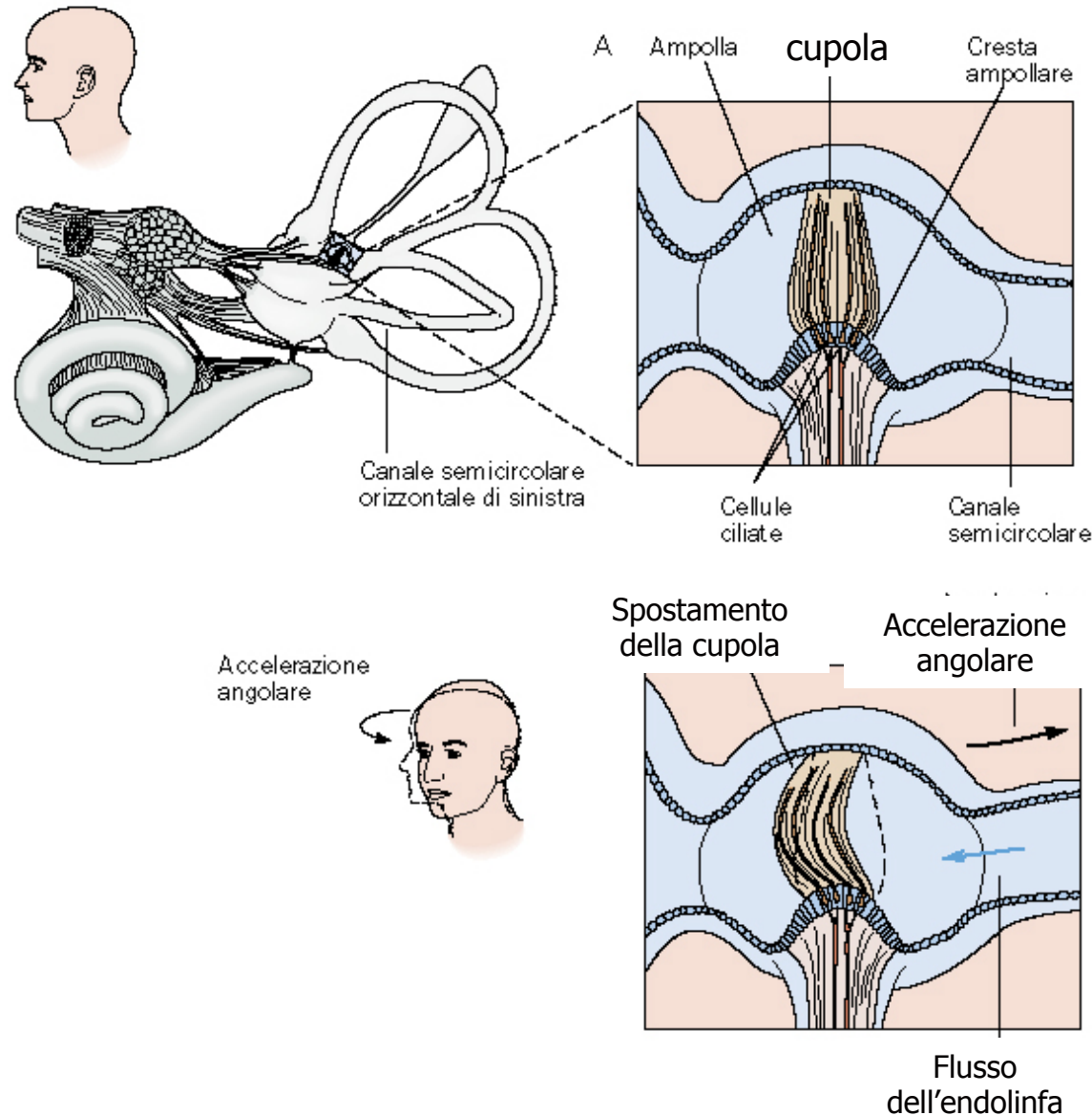
Rilevatori di accelerazioni lineari

- Utricolo e sacculo: rilevano l'accelerazione per via dell'inerzia del loro contenuto (otoconi nella membrana otolitica); per questo detti organi otolitici
- Le cellule ciliate si trovano nella *macula*, orientata orizzontalmente nel primo e verticalmente nel secondo (sensibili il primo alle accelerazioni orizzontali e il secondo alle verticali, come la gravità)
- Gli assi di massima sensibilità meccanica delle cellule ciliate si distribuiscono in tutte le direzioni possibili: una qualsiasi accelerazione orizzontale depolarizza un gruppo di cellule ciliate e iperpolarizza il gruppo complementare



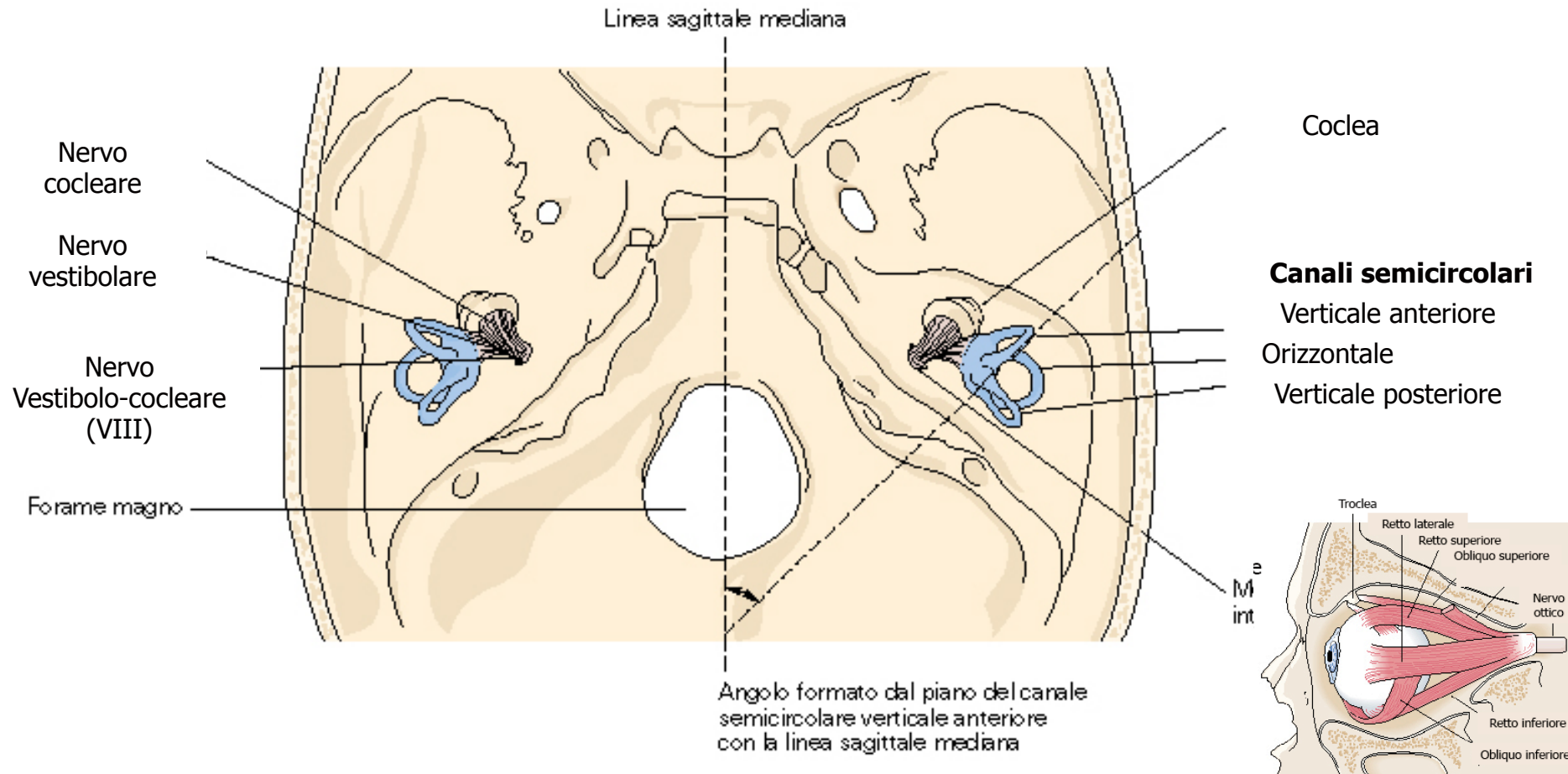
Rilevatori di accelerazioni angolari

- Canali semicircolari: attivi durante movimenti di rotazione o inclinazione del capo, di rotazione del corpo (ad es. Locomozione)
- Rilevano l'accelerazione per via dell'inerzia del loro contenuto (endolinfa che distorce un diaframma gelatinoso, la *cupola*, contenente le ciglia)
- Come negli altri organi recettoriali dell'orecchio interno, l'ampiezza della risposta e la scarica delle fibre afferenti varia in funzione dell'intensità di stimolazione
- I 3 canali sono sensibili alle accelerazioni che si creano su tre assi ortogonali fra loro



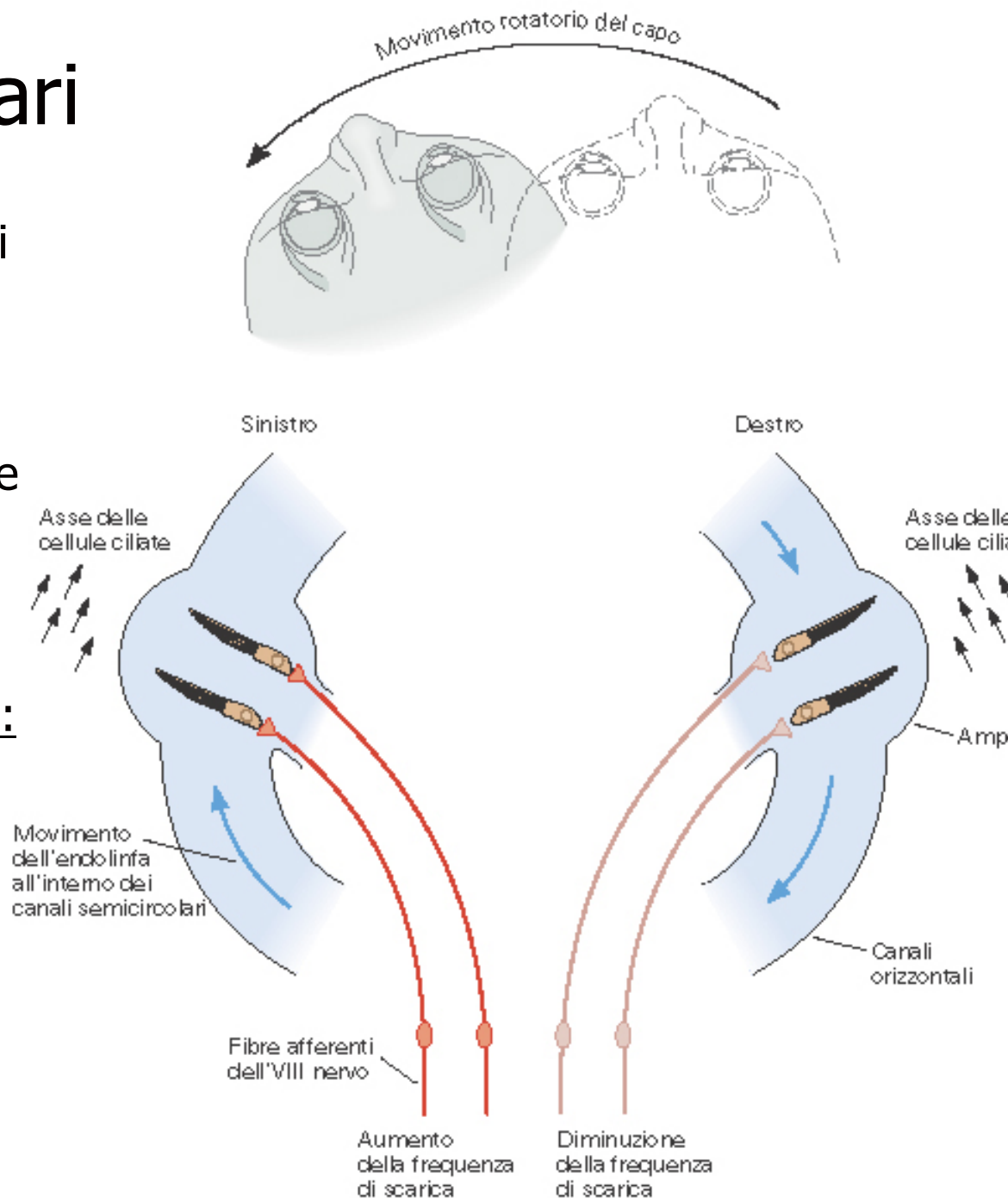
Rilevatori di accelerazioni angolari

- I canali costituiscono tre coppie funzionali disposte su tre piani
- Tali piani sono disposti grossomodo nella direzione in cui agiscono coppie complementari di muscoli estrinseci dell'occhio



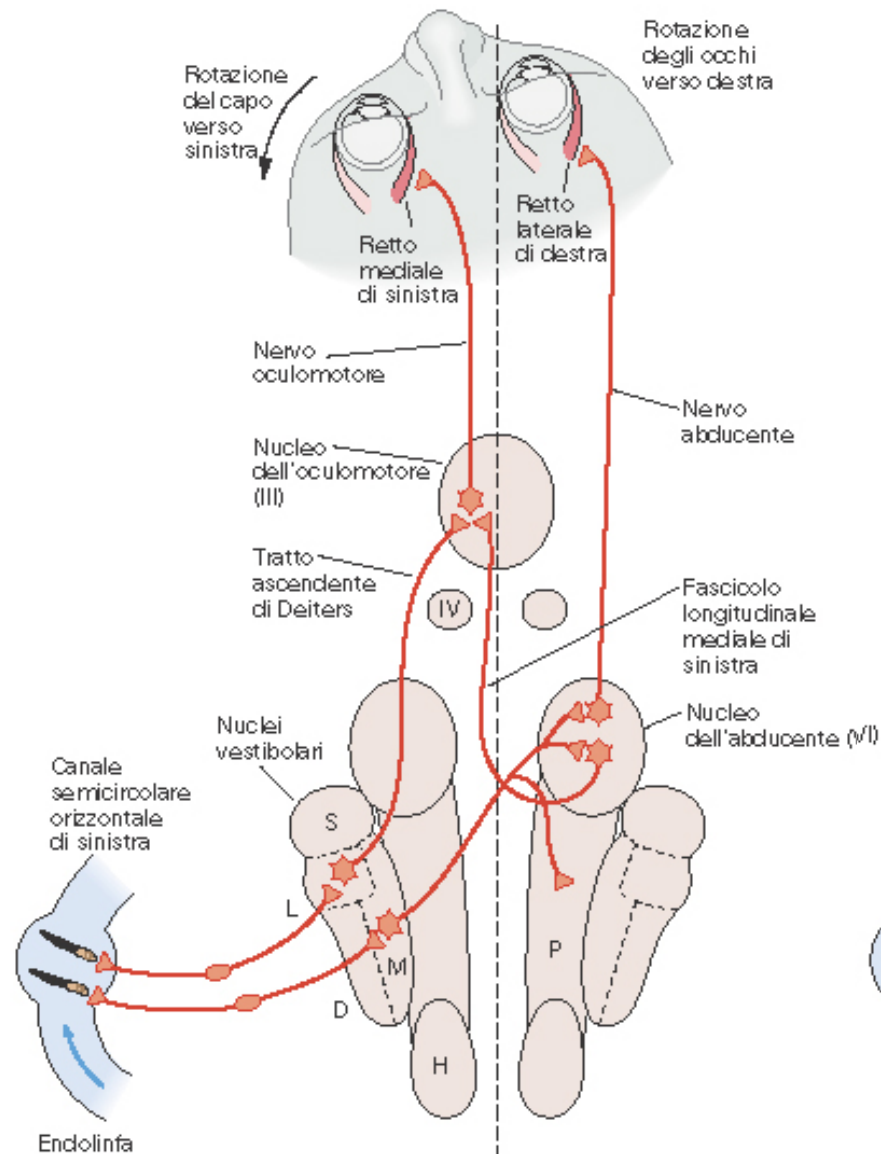
I riflessi vestibolari

- Stabilizzano gli occhi (riflessi vestibolo-oculari) e il corpo (riflessi vestibolo-spinali) quando si muove il capo
- Fondamentali per mantenere le immagini visive immobili sulla retina
- **Riflessi vestibolo-oculari:**
 - di rotazione
 - di traslazione
 - controrotatorio
- Il riflesso di traslazione e quello controrotatorio sono detti *riflessi otolitici*

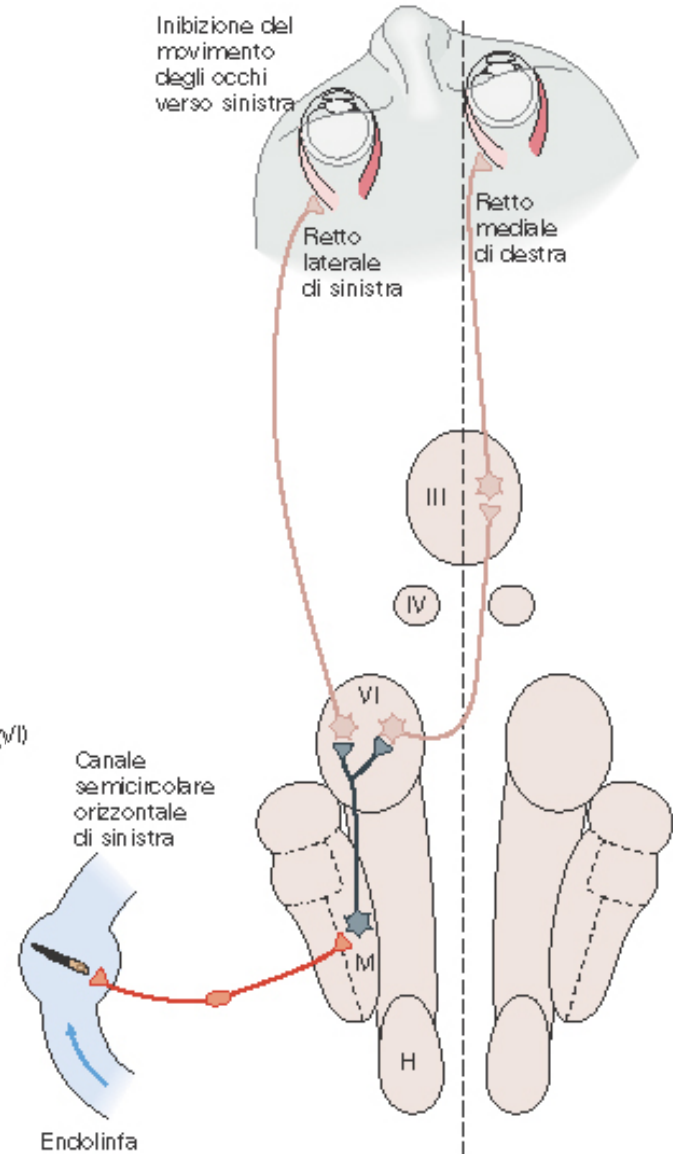


Riflesso vestibolo-oculare di rotazione

Connessioni eccitatorie



Connessioni inibitorie



Nistagmo e sistema optocinetico

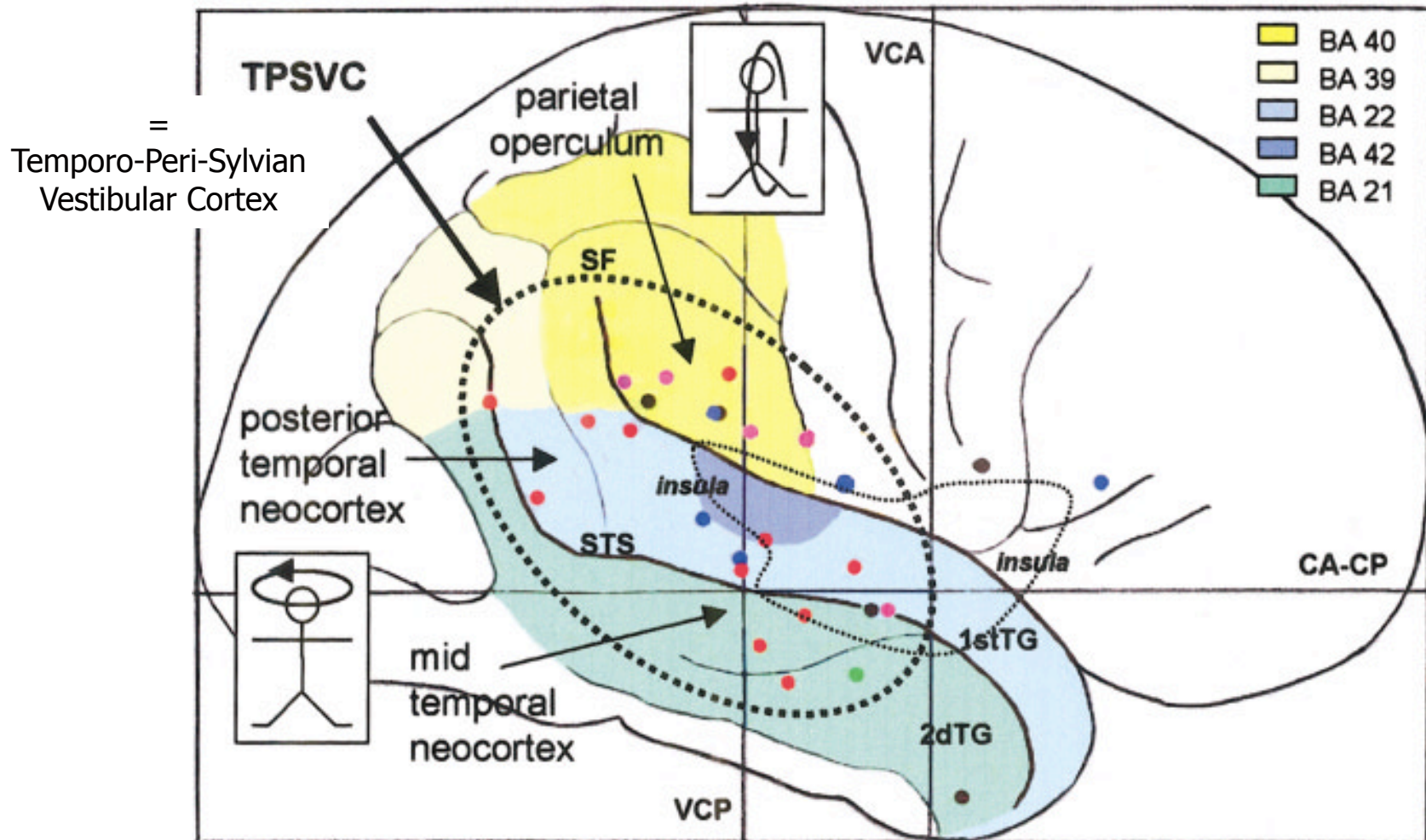
- Una rotazione prolungata provoca *nistagmo*: movimento ripetitivo con una fase lenta in direzione contraria seguita da una fase rapida che riposiziona gli occhi al centro dello sguardo
- Al buio il nistagmo non persiste durante l'intera durata della rotazione del capo, ma rallenta gradualmente fino a cessare
- I canali infatti si *abituano* in modo esponenziale e gli occhi cominciano a muoversi nello spazio
- Inoltre i canali semicircolari non rispondono bene ai movimenti molto lenti del capo
- Il *sistema optocinetico* compensa le carenze del sistema vestibolare, fornendo informazioni visive ai centri nervosi del sistema vestibolare, che le usa per stabilizzare gli occhi

Nistagmo e sistema optocinetico

- Infatti è sensibile a movimenti molto lenti delle immagini visive, quindi subentra quando il segnale vestibolare diminuisce di intensità, facendo muovere gli occhi nella direzione del movimento dell'immagine
- In un ambiente illuminato quindi il nistagmo rotatorio opera per tutto il tempo in cui il capo si muove
- Nei primati il riflesso optocinetico è potenziato da un sistema corticale che risponde a stimoli in movimento a velocità più elevate
- Include la via visiva preposta all'analisi del movimento: strati magnocellulari del corpo genicolato laterale, corteccia striata, MT e MST
- In caso di processi patologici al labirinto vestibolare e alle sue connessioni centrali, compare un nistagmo cosiddetto patologico (in assenza di movimenti del capo)

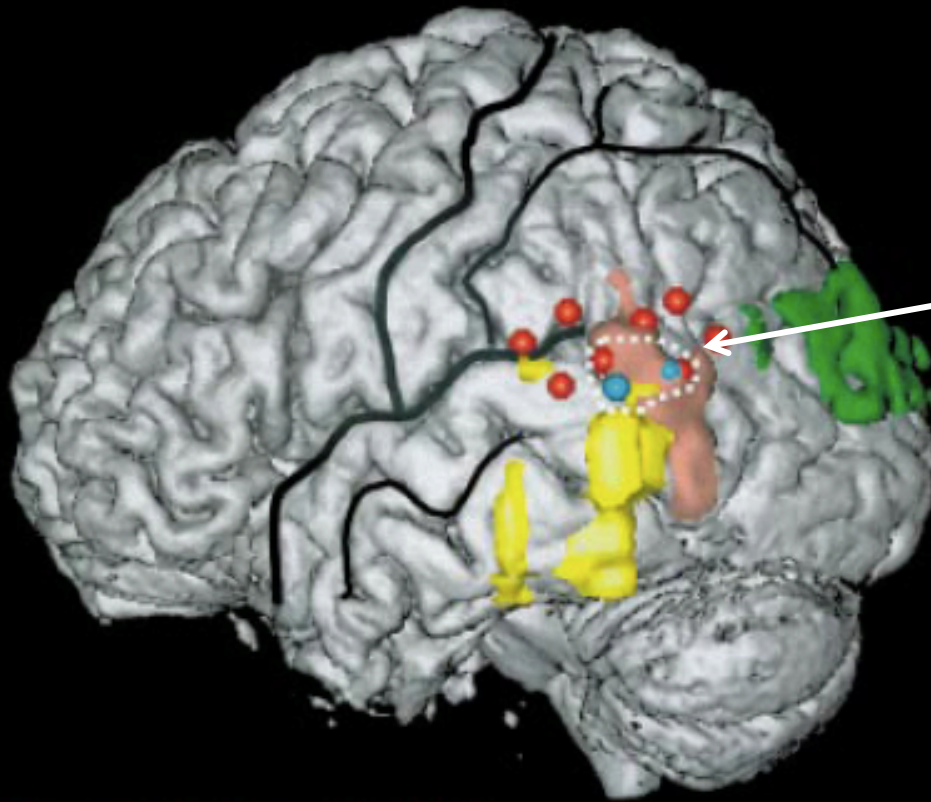
La corteccia vestibolare nell'uomo

- Stimolazione intracerebrale in pazienti con epilessia farmaco-resistente: illusioni di rotazioni, traslazioni, spostamenti corporei (Kahane et al., 2003). Omologa della corteccia insulare parieto-vestibolare della scimmia



Out-of-body experiences

Blanke et al., 2004



Giunzione
temporo-parietale (TPJ)

patient 1 (EEG, PET, MRI)

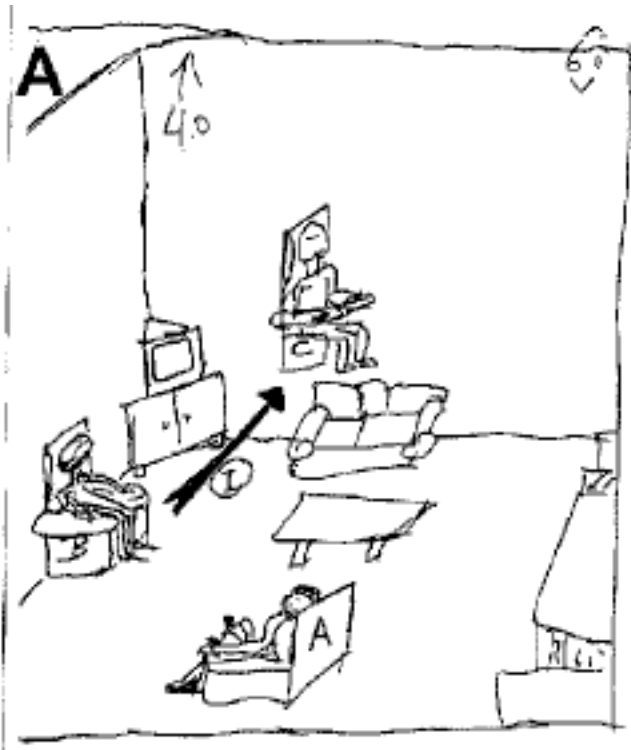
patient 2 (cortical seizure onset)

patient 3 (electrical cortical stimulation)

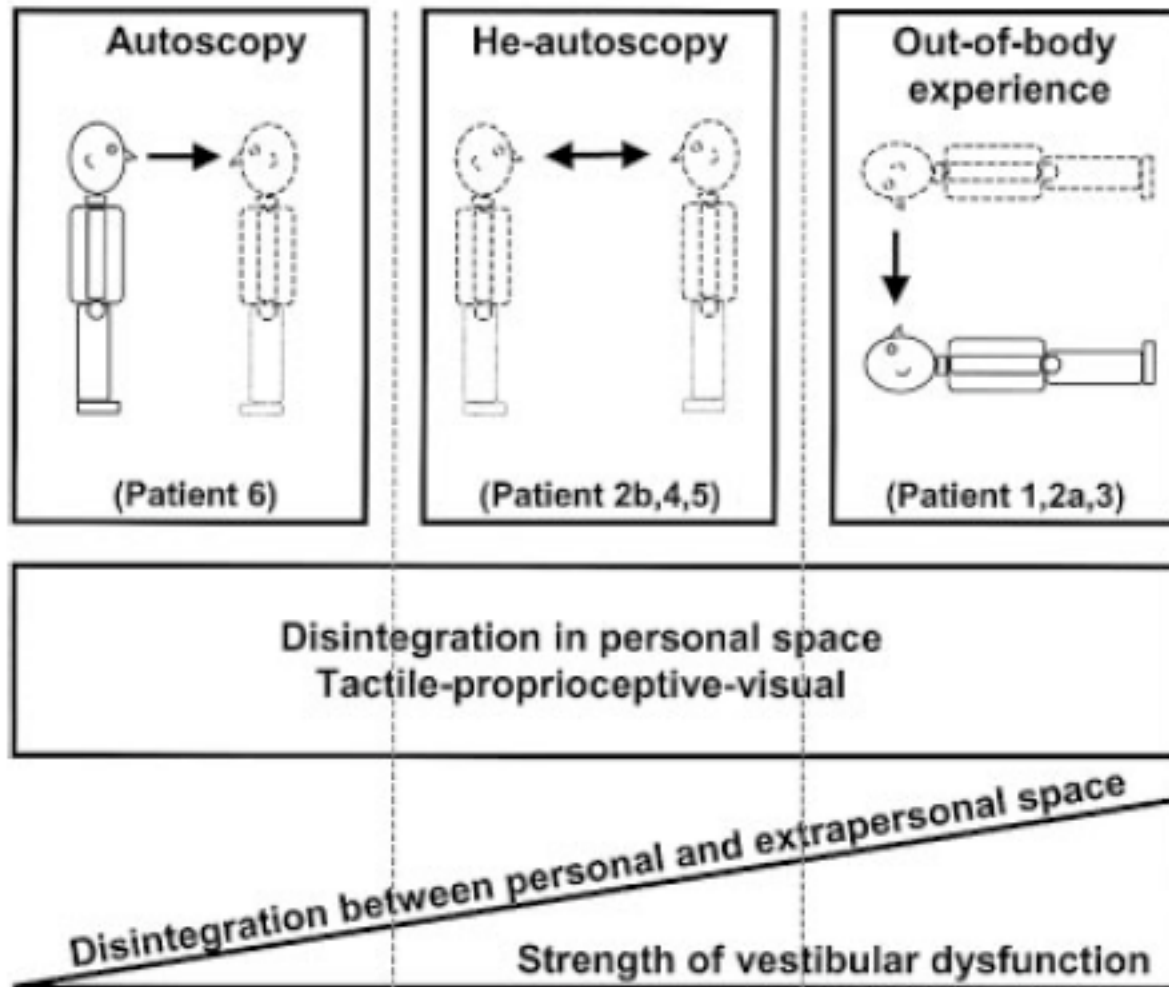
patient 5 (EEG, MRI)

patient 6 (EEG, PET)

Out-of-body experiences



Out-of-body experiences e sistema vestibolare



Riflessi posturali

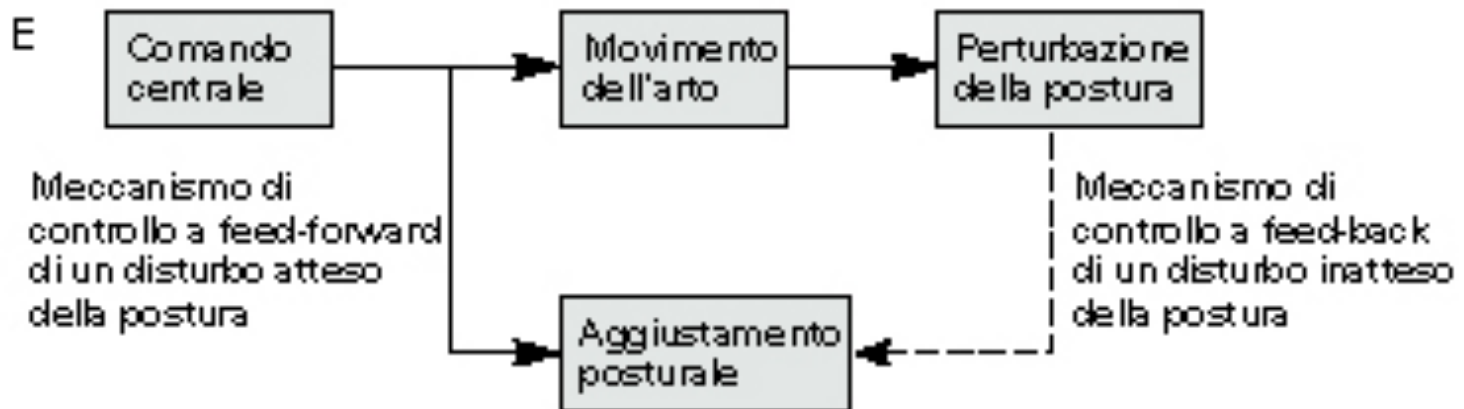
- Il riflesso vestibolo-spinale stabilizza il corpo quando si muove il capo: importante per il mantenimento della postura eretta
 - In animali decerebrati, aumenta il grado di contrazione dei muscoli estensori e degli altri muscoli antigravitari (rigidità da decerebrazione)
- Altri riflessi posturali:
 - vestibolo-cervicali (agiscono sui muscoli del collo per stabilizzare il capo nello spazio)
 - cervico-cervicali (rispondono allo stiramento dei muscoli del collo e ai recettori articolari, stabilizzando il capo rispetto al tronco)
 - cervico-spinali (come i precedenti ma stabilizzano il corpo, insieme al vestibolo-spinale)
- Pur innati, questi riflessi possono adeguarsi al tipo particolare di movimento che si intende compiere (= sono sottoposti a controllo volontario)

La postura

- La posizione assunta dalle varie parti le une rispetto alle altre (*schema di riferimento o sistema di coordinate egocentrico*), rispetto all' ambiente circostante (*schema di riferimento o sistema di coordinate allocentrico o exocentrico*), e al campo gravitazionale (*schema di riferimento o sistema di coordinate geocentrico*)
- Equilibrio posturale: condizione in cui tutte le forze che agiscono sul corpo sono bilanciate quindi il corpo mantiene la posizione che si intende assumere (equilibrio statico) o mantiene l' equilibrio eseguendo il movimento che si intende compiere (equilibrio dinamico)

La postura

- Per mantenere l'equilibrio, i movimenti volontari sono preceduti da aggiustamenti posturali *anticipatori* (ad es., se si vuole sollevare una gamba di lato, prima che la caviglia si sollevi cominciano a muoversi anche le spalle)
- Le risposte anticipatorie dipendono da un controllo a feed-forward, mentre gli aggiustamenti posturali a perturbazioni inattese dipendono da meccanismi a feedback.



La postura

- Le risposte anticipatorie si adattano alle esigenze comportamentali e possono essere apprese (ad es., esperimenti di Nasher sulla piattaforma spostata all'indietro o inclinata)
- Tale apprendimento richiede l'integrità del cervelletto
- Interessa solamente le componenti posturali esposte allo stimolo
- Esempio: nell'apprendere ad adattarsi ad un nuovo controllo posturale mentre si cammina su di un disco ruotante, ci si adatta specificatamente alle componenti relative al sistema locomotorio degli arti inferiori (= se si cammina su di una sedia a rotelle pilotata manualmente, non si hanno gli effetti del nuovo adattamento)

Esercitazioni

- Nel sistema vestibolare troviamo:
 - a) Una trasduzione del segnale simile a quella del sistema uditivo
 - b) Organi recettoriali per le accelerazioni lineari ed angolari
 - c) Tre canali semicircolari contenenti endolinfa
 - d) Tutte le precedenti
- La corteccia vestibolare:
 - a) Si trova nelle zone peri-silviane
 - b) Si trova nelle regioni parieto-frontali
 - c) Se lesa provoca atassia ottica
 - d) Se stimolata aumenta l'equilibrio

Esercitazioni

- Il riflesso vestibolo-oculare di rotazione:
 - a) È un riflesso otolitico
 - b) Prevede che testa e occhi si muovano nella stessa direzione
 - c) Prevede la codifica della rotazione da parte dei canali semicircolari
 - d) Tutte le precedenti
- Le “esperienze fuori dal corpo”:
 - a) Sono possibili in seguito a lesioni della giunzione temporo-parietale
 - b) Sono osservabili in seguito a stimolazioni della giunzione temporo-parietale
 - c) Possono essere conseguenza di attacchi epilettici
 - d) Tutte le precedenti