

LEZIONE 27- SBOBINATORE: GERVASI MARIA FRANCESCA

ARGOMENTI: ORECCHIO INTERNO E VIE VESTIBOLARI

INTRODUZIONE ANASTASI

Il labirinto osseo, situato in una porzione molto compatta e resistente della parte petrosa dell'osso temporale, è formato da una serie di cavità rivestite internamente da periostio. Nello specifico risulta composto da: **vestibolo, canali semicircolari (ossei), coclea, meato acustico interno e spazio perilinfatico**, il quale presenta l'acquedotto del vestibolo e l'acquedotto della coclea.

All'interno del labirinto osseo si possono distinguere una parte posteriore (o vestibolare), che comprende il vestibolo, i canali semicircolari e l'acquedotto del vestibolo, e una parte anteriore (o cocleare), che comprende la coclea e l'acquedotto della coclea. Mediamente al labirinto osseo si trova il meato acustico interno, anch'esso scavato nella parte petrosa dell'osso temporale.

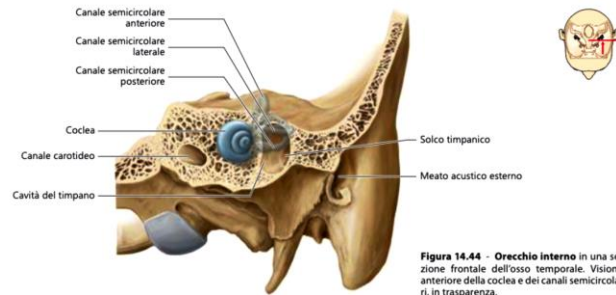
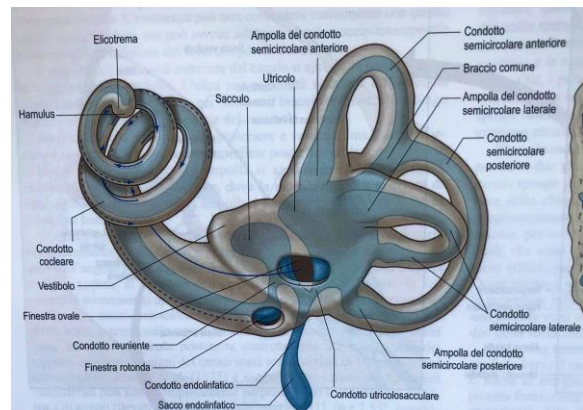


Figura 14.44 - Orecchio interno in una sezione frontale dell'osso temporale. Visione anteriore della coclea e dei canali semicircolari, in trasparenza.

ORECCHIO INTERNO

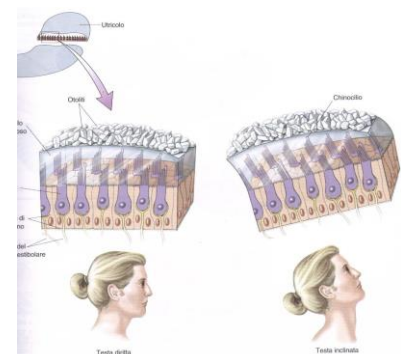
Nel labirinto osseo è contenuta sia la perilinfia che l'endolinfia.

Il canale di mezzo (cocleare), dove si trova l'endolinfia, comunica attraverso il dotto reuniente con il canale membranoso presente nel vestibolo. Il vestibolo è situato medialmente alla cavità del timpano, dietro la coclea e davanti ai canali semicircolari, è la parte centrale del labirinto osseo. La cresta del vestibolo separa il recesso ellittico posterosuperiore, che accoglie l'utrículo, dal recesso sferico anteroinferiore, destinato ad accogliere il sacco.



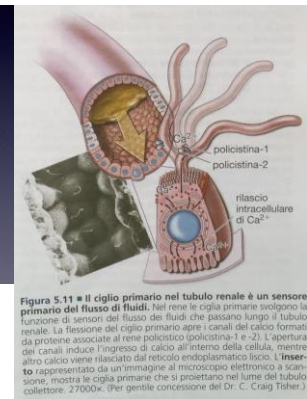
Nei tre canali semicircolari ossei vi sono 3 dotti membranosi che costituiscono il labirinto semicircolare. Essi sfociano nell'utrículo attraverso una espansione terminale (ampolla). Sono presenti 6 ampolle (ingresso all'utrículo dei canalicoli semicircolari). L'acquedotto del vestibolo contiene l'endolinfia che si andrà a riassorbire a livello della dura madre. L'acquedotto della chiocciola (o coclea) contiene la perilinfia che si scarica negli spazi subaracnoidei.

Le macule sono strutture sensoriali (l'epitelio si specializza) all'interno di utrículo e sacco. La superficie della macula che si affaccia nello spazio endolinfatico presenta un epitelio di rivestimento che si differenzia in cellule vestibolari ciliate e di sostegno. Le cellule vestibolari ciliate sono caratterizzate dalla presenza di stereociglia sulla superficie apicale. L'ultima



specializzazione (ovvero la struttura più alta) è un chinociglio (a differenza della chiocciola in cui sono presenti unicamente stereociglia). Il chinociglio ha una struttura definita 9+0 (non è una dilatazione della membrana cellulare), non ha un movimento autonomo, ma si muove grazie al passaggio dell'endolinfa.

La parte sensitiva della macula è ricoperta da una lamina gelatinosa che forma dei cappucci, la **membrana otolitica** (o statoconiale) formata da proteine che trattengono l'acqua, nel cui spessore si spingono i fascetti di ciglia delle cellule ciliate. All'interno della membrana otolitica e sulla sua superficie si trovano gli **otoliti** (o statoconi od otoconi, "sassolini dell'orecchio"), ovvero, piccoli cristalli di carbonato di calcio con diametro variabile fra 0,5 e 10 µm. Lo spostamento degli otoconi (per esempio nelle ampolle) comporta perdita di equilibrio.



DIGRESSIONE: *Se gli otoliti si spostano, lo specialista come può rimetterli al loro posto?*

In genere lo specialista procede alla cosiddetta manovra liberatoria. La manovra dei sassolini nell'orecchio consiste nel far eseguire al paziente alcuni movimenti della testa e del corpo che seguono una loro sequenza specifica, allo scopo di indurre gli **otoliti** ad uscire dall'ampolla in cui sono incastrati.

EQUILIBRIO

Il sistema vestibolare aiuta a mantenere l'equilibrio monitorando la posizione spaziale del corpo e i movimenti. La macula degli organi otolitici monitorano sia la gravità statica, ma anche la gravità dinamica (spostamenti ad alta velocità). I canali semicircolari sono sensibili alle accelerazioni angolari in uno dei tre piani, mentre gli organi otolitici alle accelerazioni lineari: le accelerazioni lineari verticali (come quella dell'ascensore) interessano il sacculo, mentre quelle orizzontali (come l'aereo) interessano l'utricolo.

DOMANDA: *Cosa causa le vertigini?*

Lo spostamento degli otoliti o problematiche ai recettori. Interessano, a seconda del tipo di vertigine, una zona diversa.

AMPOLLA

L'ampolla, alla base dei canali semicircolari, contiene l'epitelio sensoriale, o cresta, che a sua volta contiene le cellule ciliate. I ciuffi di stereociglia si estendono al di fuori della cresta in una massa gelatinosa, la cupola, che costituisce una barriera viscosa attraverso la quale l'endolinfa non può circolare.

L'VIII nervo (vestibolare) prende le informazioni dal movimento delle ciglia.

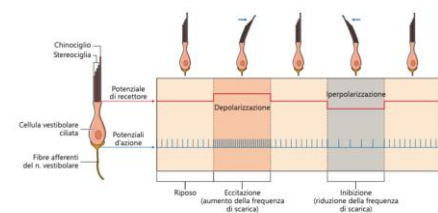
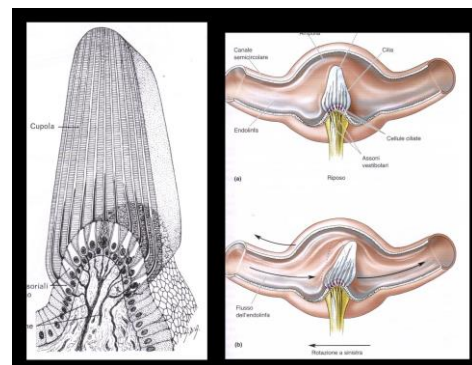


Figura 14.70 - Movimento delle ciglia delle cellule vestibolari che induce depolarizzazione o iperpolarizzazione, rappresentazione schematica. La flessione delle ciglie ampollari, se condotta in direzione ampullifuga, determina l'eccitazione, o depolarizzazione, degli elementi recettoriali ciliati contenuti nelle creste ampollari; se condotta, invece, in senso ampullifugo, determina inibizione, ovvero iperpolarizzazione.

DIGRESSIONE:

Come fanno i canali semicircolari a captare un'accelerazione angolare della testa?

Quando la testa gira sul piano di uno dei canali semicircolari, l'inerzia dell'endolinfa genera una forza che preme sulla cupola, provocando una distorsione e distendendola lontano dalla direzione del movimento della testa. Ciò causa uno spostamento del ciuffo di ciglia all'interno della cresta. Al contrario, accelerazioni lineari della testa producono forze uguali su entrambi i lati della cupola cosicché i ciuffi di ciglia non vengono spostati.

Un piegamento delle stereociglia in direzione opposta al chinociglio causa una diminuzione dell'eccitamento delle cellule ciliate.

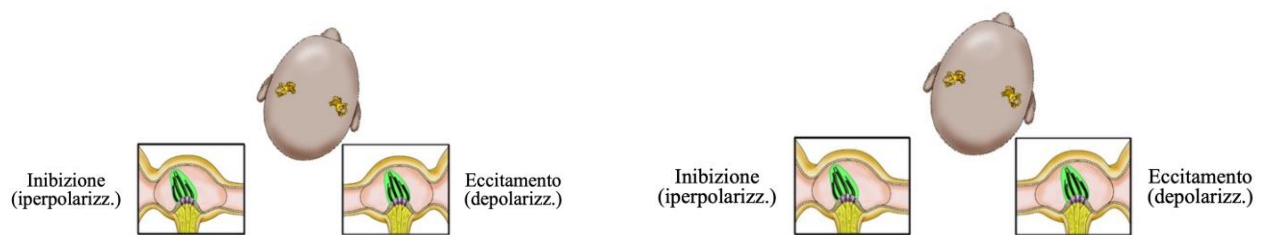
Un piegamento delle stereociglia verso il chinociglio causa un aumento dell'eccitamento delle cellule ciliate.



Come fa il labirinto a calcolare la direzione della rotazione della testa?

I canali sono organizzati a coppie: ciascun canale ha un partner controlaterale: quando uno è eccitato, l'altro è inibito. Se la testa ruota a destra, vi è eccitamento nel canale orizzontale destro e inibizione in quello sinistro. Ad esempio, l'orientamento dei canali orizzontali li rende selettivamente sensibili a rotazioni sul piano orizzontale. In particolare: le cellule del canale verso il quale la testa viene girata vengono depolarizzate, mentre quelle sull'altro lato vengono iperpolarizzate. Quindi, quando la testa gira a sinistra, la cupola è spinta verso il chinociglio nel canale orizzontale di sinistra, e la velocità di scarica negli assoni del nervo vestibolare di sinistra

aumenta. Al contrario, la cupola nel canale orizzontale di destra è spinta lontano dal chinocilio, con una concomitante diminuzione della velocità di scarica dei corrispondenti neuroni.



VIE VESTIBOLARI

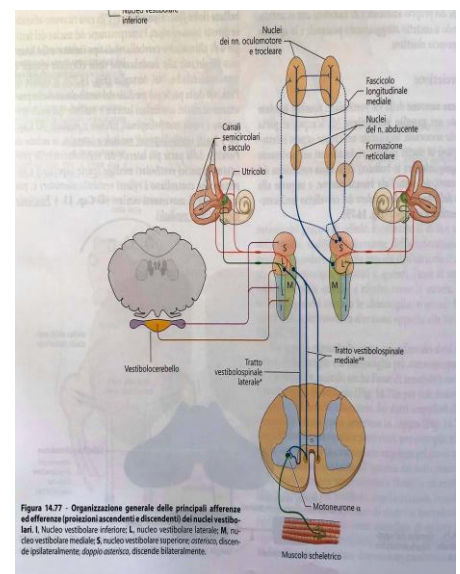
Le vie vestibolari non hanno una terminazione chiara.

Iniziano dai canalicoli semicircolari e dalle creste ampollari e arrivano ai nuclei vestibolari.

Nell'immagine a dx, sono rappresentati i principali nuclei motori dei nervi cranici che sono uniti al sistema vestibolare e al cervelletlo (importante per il mantenimento dell'equilibrio e il movimento oculare di inseguimento lento).

Sono illustrati:

- La regolazione dei movimenti oculocefalogiri;
- Le interazioni dell'organo dell'equilibrio;
- I nuclei motori dei nervi cranici che ci permettono il movimento oculare (III, IV, VI);
- I nuclei motori dei nuclei vestibolari, del cervelletlo e del fascicolo longitudinale mediale;
- Le interconnessioni (anche quelle con il midollo spinale, vie vestibolo-spinali che arrivano al talamo, ma non c'è una localizzazione terminale conosciuta).



Ricorda: I TRATTI TRONCO-SPINALI.

Il vestibolo spinale laterale, il reticolo spinale pontino e bulbare, il tetto spinale insieme prendono il nome di FASCI DI KUYPERS (*fascio della motricità volontaria o fascio piramidale*).

Il fascio piramidale occupa la parte intermedia del **cordone laterale** del midollo spinale.

I fasci posturali sono vie extrapiramidali (dei quali il fascio vestibolo-spinale-laterale ripercorre tutto il midollo spinale).

Da non confondere con il fascio vestibolo-spinale-mediale che termina a livello cervicale ed è importante per i movimenti oculocefalogiri.

VIE ACUSTICHE

Le vie acustiche hanno una caratteristica: sono "crociate".

Il primo neurone sensitivo risiede nel ganglio di Corti (o cocleare), mentre i neuroni dell'equilibrio risiedono nel ganglio di Scarpa (o vestibolare).

Nell'immagine a dx, è mostrato il nervo cocleare acustico che termina nei nuclei cocleari acustici. Le vie sono omolaterali ed eterolaterali ("doppiamente crociate"). La sensibilità è "crociata", mentre il messaggio acustico è "doppiamente crociato" poiché è necessario conoscere più informazioni (quali il tono del suono, la sua localizzazione, ...) grazie al confronto tra emisfero dx e sx.

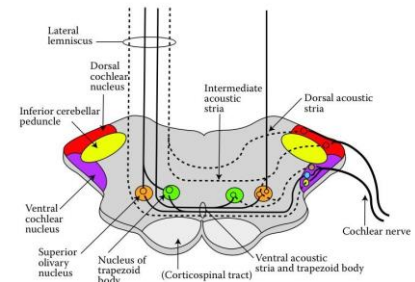


FIGURE 14.9 The auditory pathway from the cochlear nerve to the lateral lemniscus.

CORPO TRAPEZOIDE

Successivamente, le vie attraversano il nucleo trapezoide e arrivano al nucleo olivare superiore.

In seguito, le fibre formano il lemnisco laterale che arriva al collicolo inferiore.

Si dirigono, poi, nel talamo (precisamente nel nucleo genicolato mediale) e, infine, all'area temporale 41-42 (area acustica di Heschl).

Ricorda: il nucleo olivare inferiore trasmette al cervelletto ed è finalizzato all'apprendimento motorio.

Il lemnisco mediale appartiene alle vie della sensibilità.

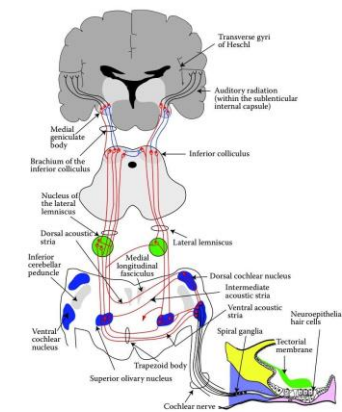


FIGURE 14.10 Complete neuronal sequence associated with the transmission of the auditory impulses from the external ear to primary auditory cortex in the temporal lobe.

Nell'immagine a dx, è rappresentata la capsula interna.

Le linee nere si dirigono verso l'area 41-42.

Sia la radiazione acustica che visiva sono in relazione con il braccio posteriore della capsula interna (dove è presente il fascio piramidale della motricità volontaria).

La capsula interna include sia la radiazione retrolenticolare (ottica) sia la radiazione sottolenticolare (acustica).

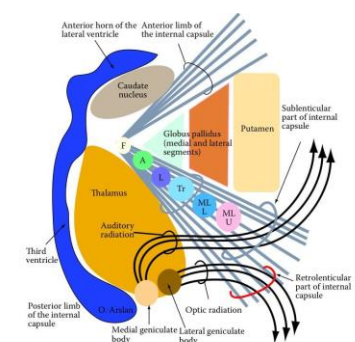
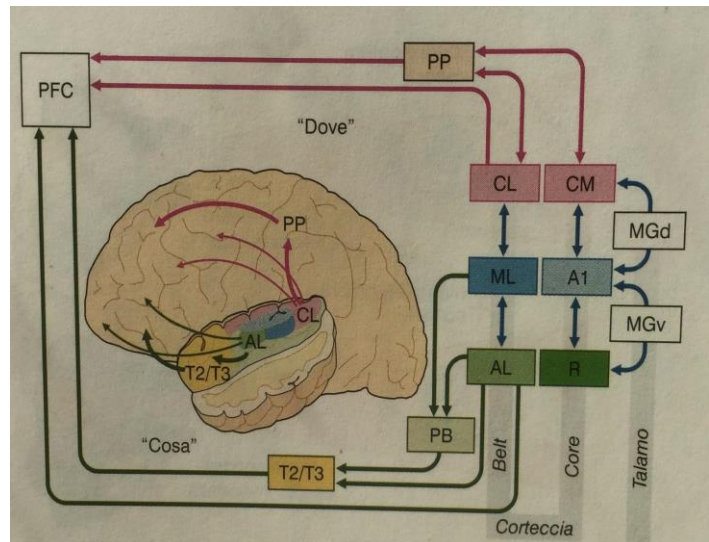


FIGURE 6.20 Topographic location of the internal capsule and its main constituents. Note the massive number of fibers crossing through the posterior limb of the internal capsule. A, arm; F, face (corticobulbar fibers); L, lower extremity; MLL, medial lemniscus fibers from the lower extremity; MLU, medial lemniscus fibers from the upper extremity; Tr, trunk (corticospinal fibers).

Nell'immagine è mostrata la zona 41-42. Nel caso delle vie acustiche (così come si osserverà anche per le vie ottiche), dalle aree di ordine superiore hanno origine due pathway corticali definiti: **stream dorsale** e **stream ventrale**. Lo stream dorsale (o stream del dove) è finalizzato all'individuazione della sorgente sonora. Lo stream del dove è legato al "come", infatti, la localizzazione del suono non si può dedurre dalla frequenza, ma grazie al meccanismo di distanza interaurale. Lo stream ventrale (o stream del cosa) è fondamentale per la comprensione del significato dello stimolo sonoro.

DIGRESSIONE

In ultimo, occorre considerare che le aree centrali (core area) e, in particolare, l'area rostrale (R) e l'area acustica primaria (A1), insieme all'area mediolaterale (ML), proiettano significative efferenze all'area di Wernicke (area 22 di Brodmann o area sensoriale del linguaggio), rappresentando, insieme alle aree visive dello stream ventrale, le vie principali di accesso necessarie per comprendere il significato del linguaggio.



Data la disposizione tonotopica della lamina basilare, ogni cellula acustica (sono le cellule acustiche interne a codificare le frequenze del suono) si distingue per essere particolarmente sensibile a una specifica frequenza, definita **frequenza caratteristica**.

