



L'udito e l'equilibrio
a cura di Antonio Incandela

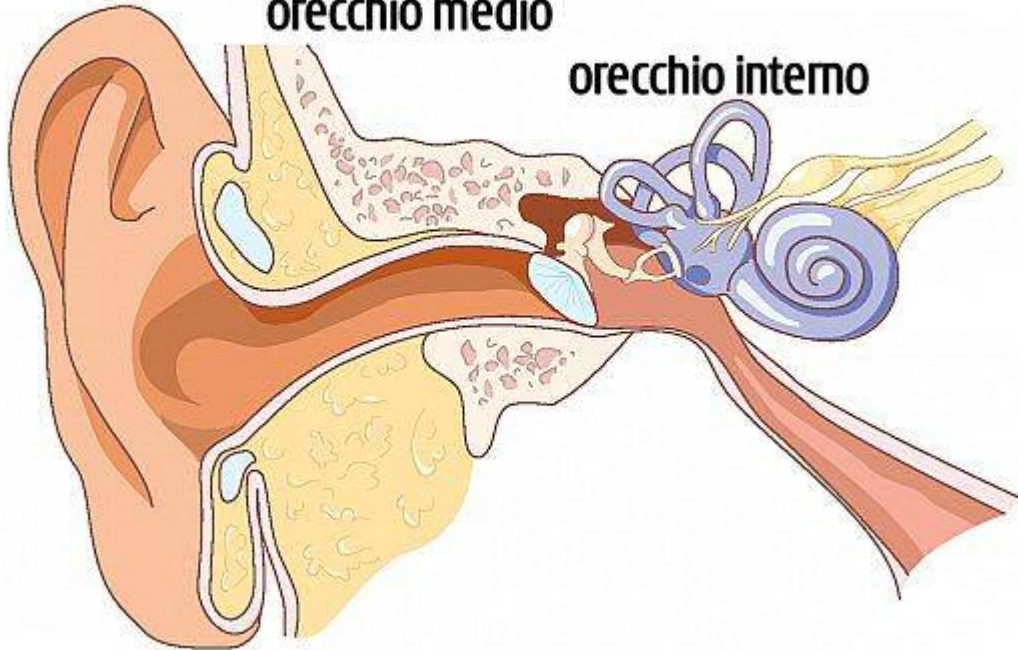
Il senso dell'udito

Gli stimoli che percepiamo come suoni sono **onde di pressione**

orecchio esterno

orecchio medio

orecchio interno



- I recettori sensoriali convertono le onde sonore in segnali elettrici
- Il sistema acustico è l'**orecchio interno**, che si trova nel cranio, all'interno dell'osso temporale
- L'**orecchio esterno** e l'**orecchio medio** sono vie di transito del segnale

Orecchio esterno

L'**orecchio esterno** raccoglie le onde sonore e le convoglia verso l'orecchio medio

Esso risulta costituito da:

- ✓ Padiglione auricolare
- ✓ Condotto o canale uditivo (o meato acustico esterno)
- Membrana timpanica o timpano

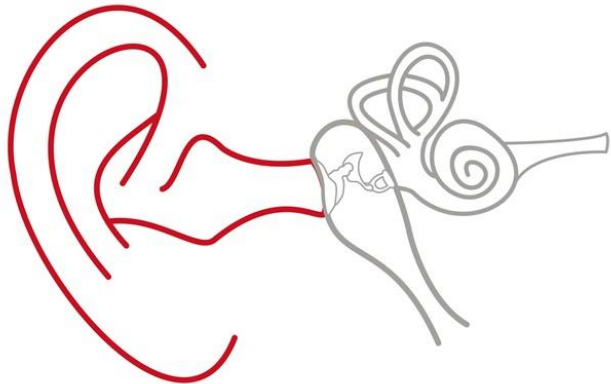
Il **padiglione auricolare** è una struttura formata da cartilagine elastica ricoperta di cute, convoglia le onde sonore verso il **condotto uditivo esterno** protetto contro l'ingresso di sostanze estranee da peli e cerume

Il **timpano** è una lamina sottile e semitrasparente, posta al fondo del condotto uditivo esterno, che vibra in risposta alle onde di pressione veicolate dal condotto.

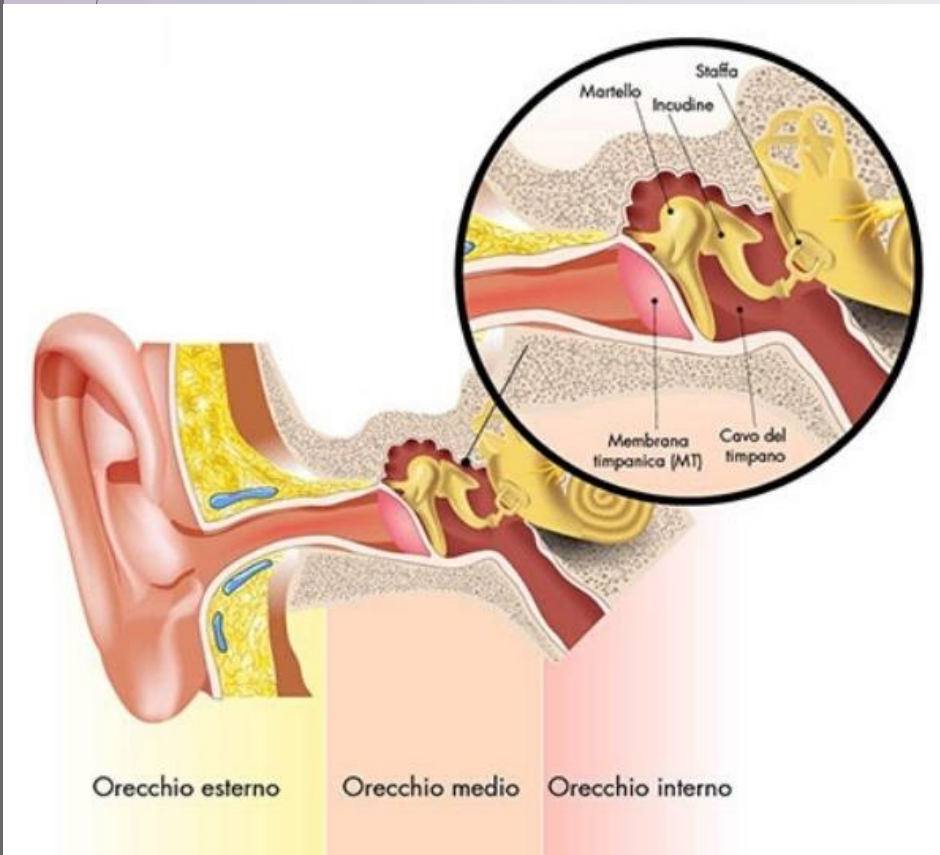
Il **cerume** è una secrezione giallo-brunastra, prodotta dalle ghiandole ceruminose e sebacee collocate nella porzione esterna del canale uditivo. Esso esercita importanti funzioni protettive, ostacolando l'ingresso di materiale estraneo (batteri, funghi, insetti, polveri) e lubrificando il condotto uditivo esterno, riducendo, in tal modo, il rischio di essiccamento.

Il cerume è una miscela costituita da:

- Cheratina
- Acidi grassi saturi ed insaturi a lunga catena, alcoli, squalene
- Colesterolo
- Lisozima, che gli conferisce proprietà antimicrobiche, essendo in grado di idrolizzare i peptidoglicani presenti nella parete batterica



Orecchio medio



L'**orecchio medio** è una piccola cavità (detta **cavo** o **cassa timpanica**) piena d'aria, scavata nella rocca petrosa dell'osso temporale, posta tra la membrana timpanica e l'orecchio interno, in connessione diretta con la faringe tramite la **tuba di Eustachio**, un condotto pieno d'aria che serve a equilibrare la pressione ai due lati del timpano

L'o. medio convoglia le vibrazioni sonore dal timpano all'orecchio interno e contiene tre ossicini: **martello**, **incudine** e **staffa**.

Tali ossicini hanno la funzione di ricevere le vibrazioni sonore dal timpano, di amplificarle di circa 20 volte e di trasmetterle all'orecchio interno

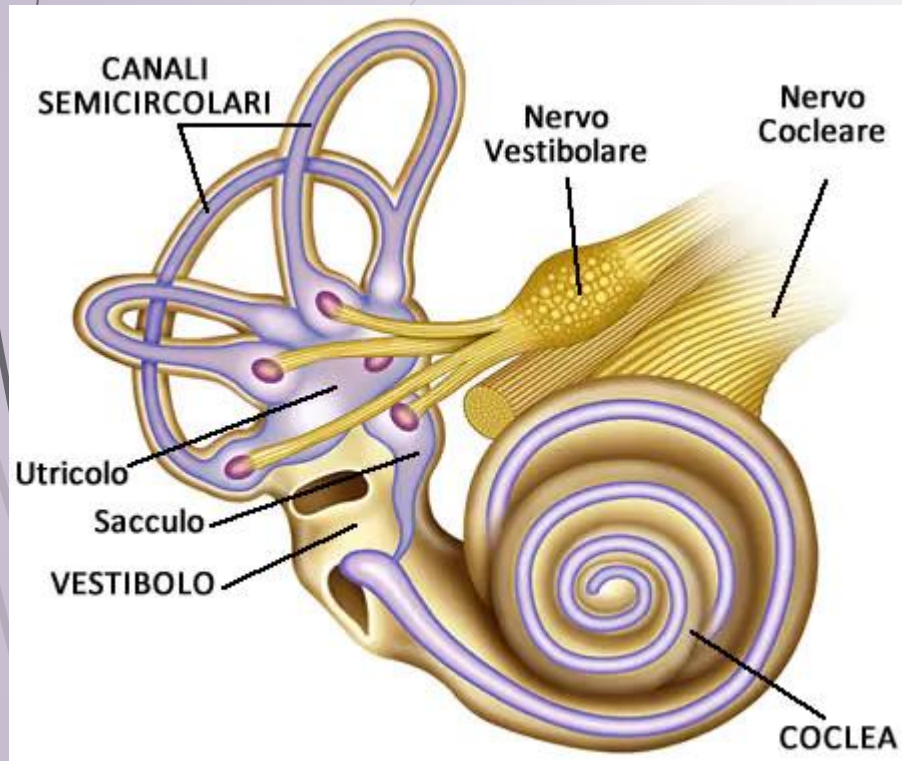
Essi sono mantenuti in posizione da legamenti e controllati nei loro movimenti da muscoli scheletrici, che evitano danni in caso di suoni troppo forti

- Il martello è in contatto con il timpano; la staffa si inserisce sulla membrana della finestra ovale, una piccola apertura della sottile parete ossea che separa l'orecchio medio dall'orecchio interno

L'**orecchio interno** ospita i recettori per l'udito e per l'equilibrio

- È costituito da:

- ❖ **Labirinto osseo**, serie di cavità dell'osso temporale comprendenti la **coclea**, il **vestibolo** e i **canali semicircolari**. Contiene un liquido detto perilinf
- ❖ **Labirinto membranoso**, insieme di vescicole e canali interni al labirinto osseo, con pareti connettivali rivestite internamente di epitelio. Contiene un liquido detto endolinf



La **coclea** contiene l'organo dell'udito.

Il **vestibolo** e i **canali semicircolari** contengono gli organi dell'equilibrio.

La coclea

La **coclea** è un condotto avvolto a spirale per due giri e mezzo attorno al **modiolo**, un piccolo osso conico che ne rappresenta l'asse centrale.

È una struttura alta circa 10 mm e lunga 35 mm ed è divisa, al suo interno, in tre canali:

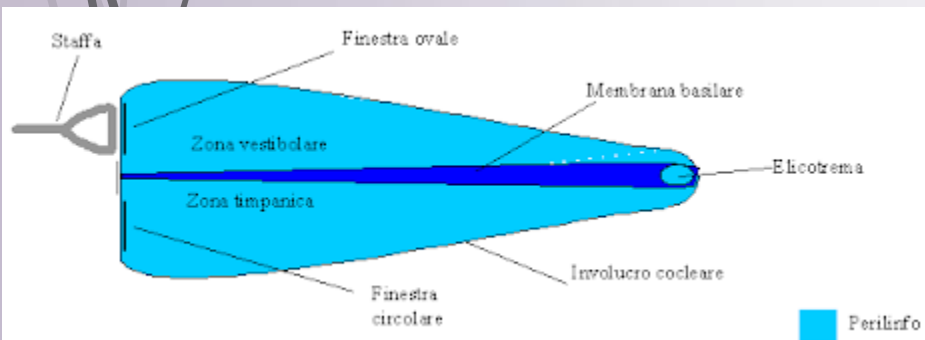
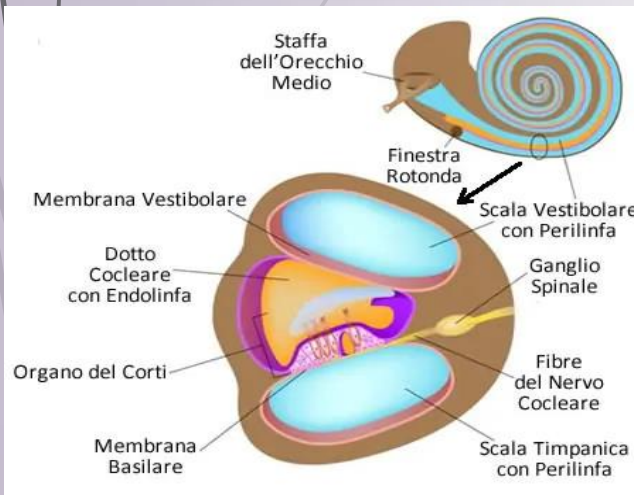
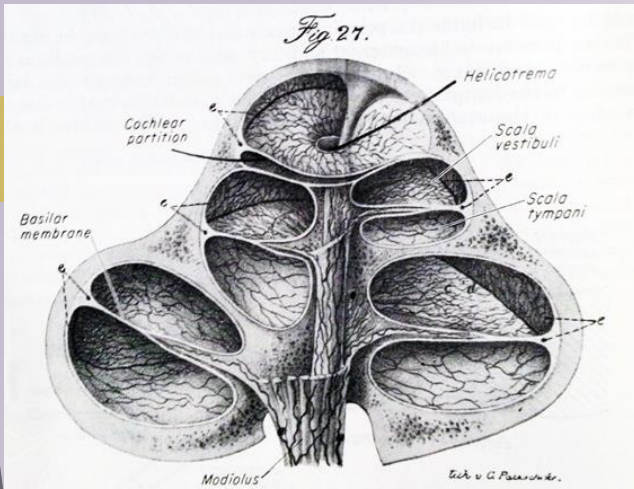
- la **scala vestibolare**
- la **scala timpanica**
- il **dotto cocleare**

I tre canali sono separati da due membrane fibrose:

- la **membrana vestibolare** (del Reissner) si interpone tra la scala vestibolare e il dotto cocleare
- la **membrana basilare**, su cui si trova l'**organo del Corti**, separa il dotto cocleare e la scala timpanica

✓ La **scala vestibolare** e la **scala timpanica** fanno parte del **labirinto osseo** e contengono **perilinf**. Decorrono separatamente, ma si uniscono all'apice della coclea tramite un'apertura detta **elicotrema**.

✓ Il **dotto cocleare** (**labirinto membranoso**) contiene **endolinfa**.



La **scala vestibolare** termina presso la **finestra ovale**; la **scala timpanica** presso la **finestra rotonda**.

Le due finestre, chiuse entrambe da membrane simili al timpano, si trovano all'inizio della coclea, al confine tra orecchio medio e orecchio interno

L'organo del Corti

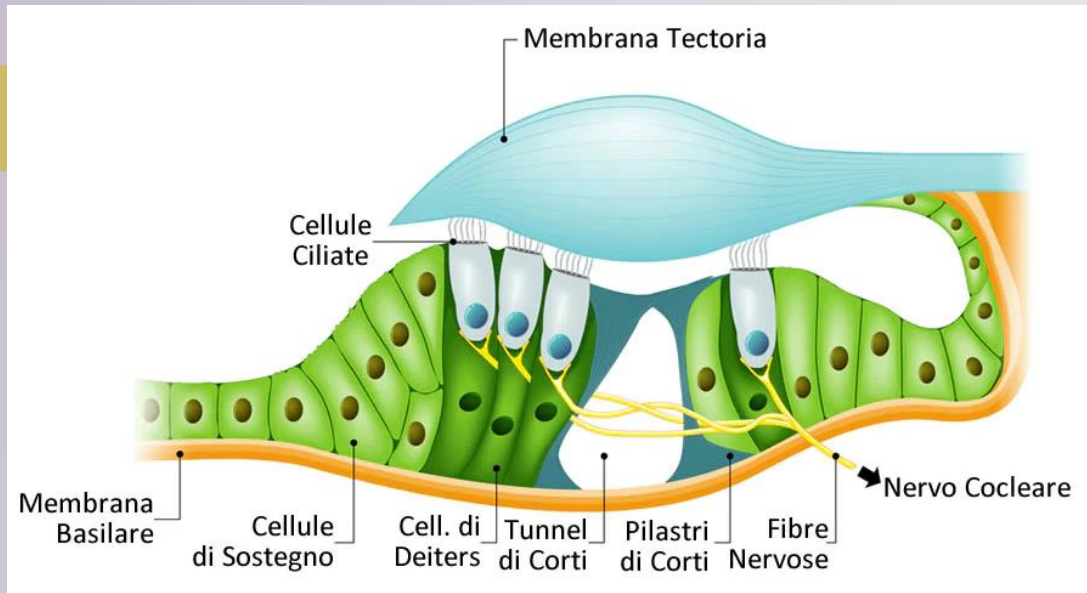
L'**organo del Corti** è il vero organo dell'udito e risulta composto da **cellule di sostegno** e da **cellule ciliate** (recettori)

Le cellule di sostegno sono di quattro tipi: pilastrici di Corti, cellule di Deiters, cellule di Hensen e cellule di Claudius

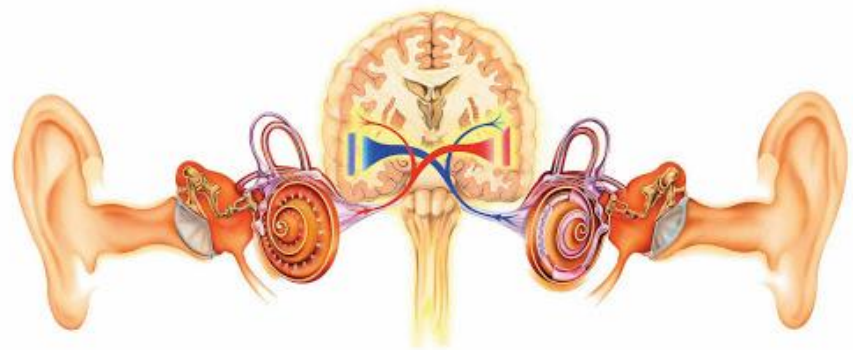
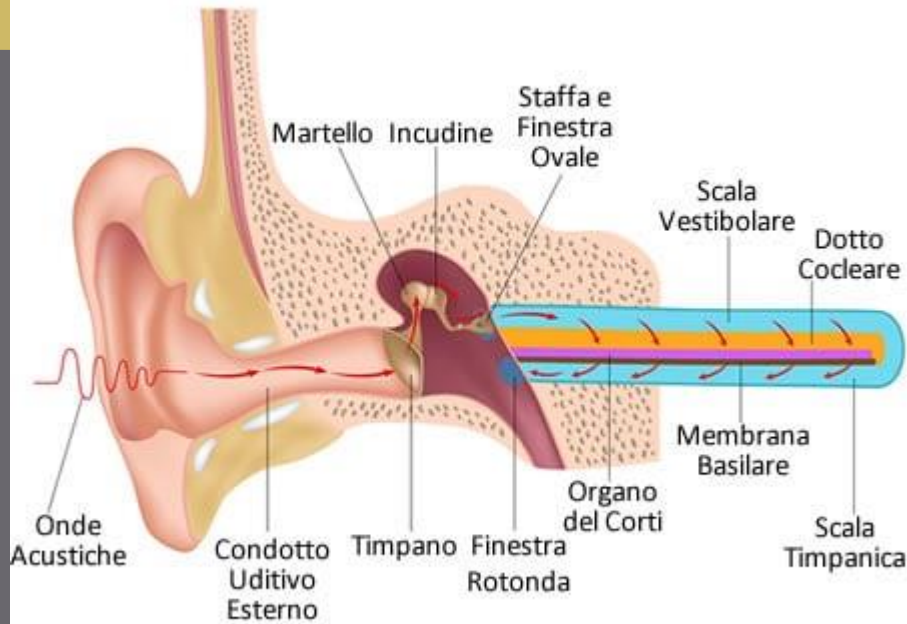
I **pilastrici di Corti** sono responsabili della formazione di una particolare struttura, detta **tunnel di Corti**

Le cellule ciliate sono i recettori sensoriali acustici e, alla loro estremità libera, presentano lunghe **stereociglia** che si estendono nell'endolinfa del dotto cocleare e sono ricoperte da una membrana gelatinosa, la **membrana tectoria**

Le cellule ciliate, alla loro base, formano sinapsi con i neuroni sensoriali i cui assoni costituiscono il **ramo acustico** del **nervo vestibolococleare (VIII)**

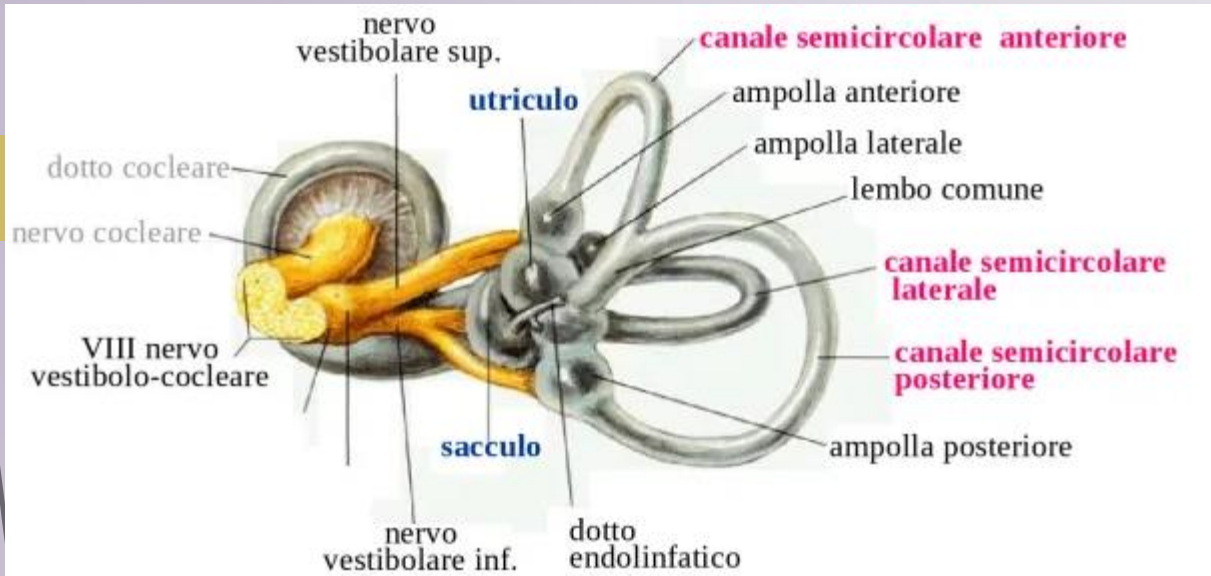


Fisiologia dell'udito



La fisiologia dell'udito si attua secondo una caratteristica sequenza di eventi

1. Il padiglione auricolare convoglia le onde sonore dentro il canale uditivo esterno
2. Le onde sonore fanno vibrare il timpano
3. L'area centrale del timpano trasmette le vibrazioni al martello, all'incudine e alla staffa
4. La staffa trasmette il movimento alla finestra ovale
5. Il movimento della finestra ovale produce onde pressorie nella perilinfina della coclea
6. Le onde pressione della perilinfina si trasmettono dalla scala vestibolare alla scala timpanica e alla membrana che ricopre la finestra rotonda, facendola incurvare verso l'esterno, cioè verso l'orecchio medio
7. Le stesse onde pressorie distorcono la membrana vestibolare creando altre onde nell'endolinfina del dotto cocleare
8. Le onde pressorie dell'endolinfina trasmettono le vibrazioni alla membrana basilare che spinge le cellule ciliate dell'organo del Corti contro la membrana tectoria
9. I movimenti delle stereociglia vengono trasdotti in potenziali d'azione
 - La flessione delle stereociglia stimola, infatti, il rilascio di neurotrasmettitori da parte delle cellule ciliate, in corrispondenza delle sinapsi con i neuroni sensoriali
 - I neuroni generano potenziali d'azione di frequenza proporzionale allo stimolo, che si propagano lungo gli assoni del nervo cocleare che terminano nel bulbo.
10. Dal bulbo gli assoni risalgono al mesencefalo, poi al talamo e infine all'**area uditiva primaria** nel lobo temporale
 - Molti assoni della via uditiva incrociano, per cui le aree uditive primarie destra e sinistra ricevono impulsi nervosi da entrambe le orecchie



Il senso dell'equilibrio e l'apparato vestibolare

L'orecchio interno è sede, anche, dell'apparato vestibolare, che rappresenta l'organo dell'equilibrio.

L'**apparato vestibolare** comprende:

- una parte ossea, costituita dal vestibolo e dai canali semicircolari, cavità scavate nell'osso temporale
- una parte membranosa, interna al labirinto osseo, che contiene gli organi di senso dell'equilibrio

Vi sono due tipi di equilibrio:

- L'**equilibrio statico** si riferisce al mantenimento della posizione del corpo rispetto alla forza di gravità, serve a mantenere la postura
- L'**equilibrio dinamico** è il mantenimento della posizione del corpo in risposta a movimenti improvvisi (rotazione, accelerazione e decelerazione)

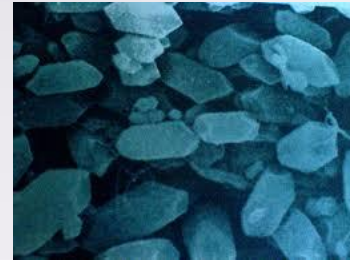
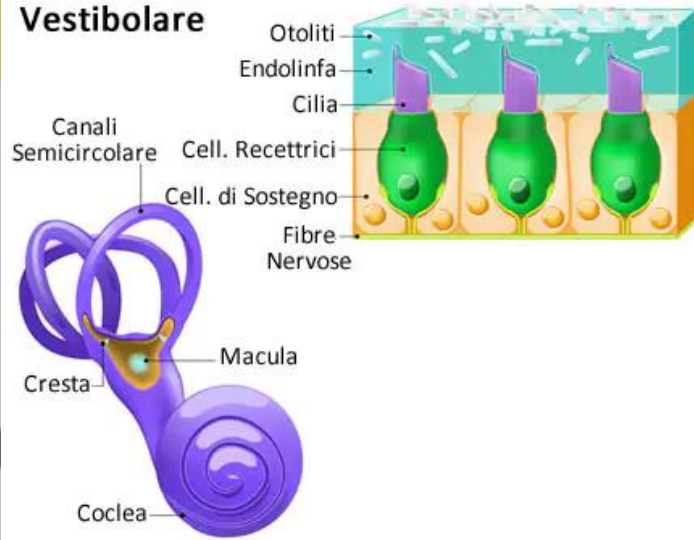


Il vestibolo è la parte ovoidale del labirinto osseo e contiene due vescicole membranose: **utrículo** e **sacculo**

I canali semicircolari ossei sono tre: due verticali e uno orizzontale. Una estremità di ogni canale si allarga in un rigonfiamento detto ampolla. I dotti semicircolari sono le parti membranose interne ai canali semicircolari, sono in connessione con l'utrículo

L'equilibrio statico

Apparato Vestibolare



otoliti

I **recettori per l'equilibrio statico** si trovano sulle pareti interne di **utricolo** e **sacculo**, in corrispondenza di una piccola area ispessita detta **macula**

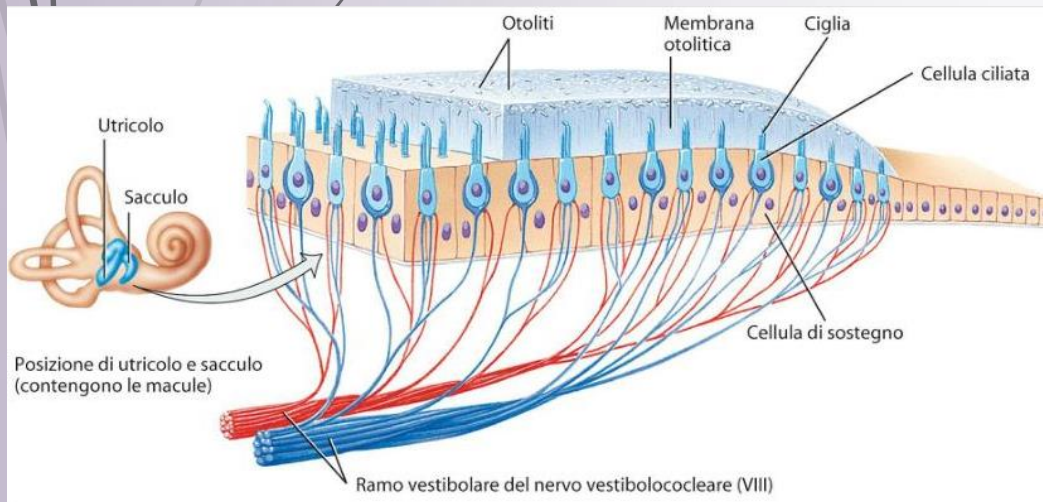
- Le due macule forniscono informazioni sulla posizione della testa nello spazio e contribuiscono al mantenimento della postura

Le macule presentano due tipi cellulari: **cellule ciliate** (recettori sensoriali) e **cellule di sostegno**

Le ciglia delle cellule ciliate sono immerse in una spessa membrana gelatinosa denominata **membrana otolitica**, sulla cui superficie si estende uno strato di cristalli di carbonato di calcio, detti **otoliti**

Quando si muove la testa, l'endolinfa si sposta, producendo lo spostamento della gelatina e degli otoliti che si traduce nella flessione delle ciglia dei recettori

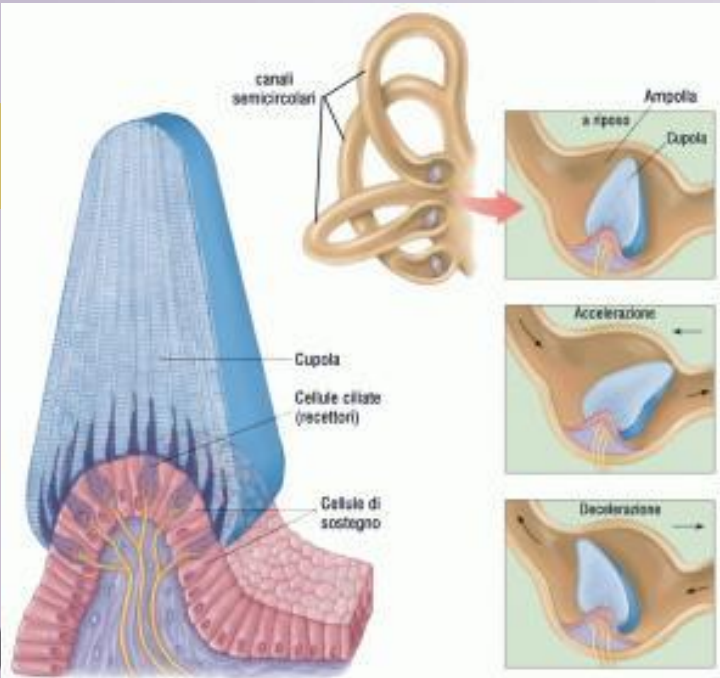
- La flessione delle ciglia stimola le cellule ciliate a produrre impulsi nervosi che si propagano attraverso il **ramo vestibolare del nervo vestibolococleare (VIII)**



L'equilibrio dinamico

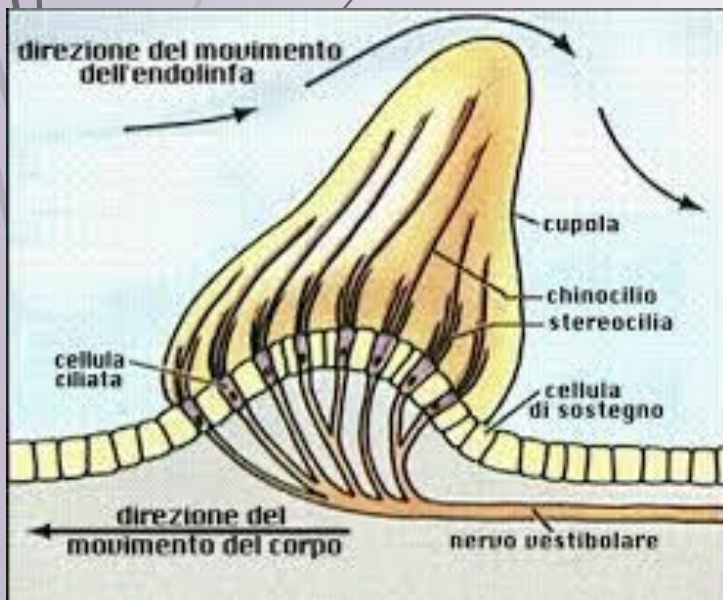
L'**organo dell'equilibrio dinamico** è rappresentato dai tre **canali semicircolari membranosi**.

Tali canali sono disposti su tre piani perpendicolari tra loro e, pertanto, risultano in grado di rilevare l'accelerazione o la decelerazione rotatoria



- L'**ampolla** di ogni canale contiene una estroflessione detta cresta, costituita da cellule ciliate e di sostegno, ricoperta da una **cupola** di materiale gelatinoso contenente otoliti

- I movimenti rotatori della testa generano correnti dell'endolinfa presente all'interno dei c. semicircolari, determinando la flessione delle stereociglia che innesca nelle cellule ciliate un segnale elettrico che induce potenziali d'azione nei neuroni sensoriali del **ramo vestibolare del nervo vestibolococleare (VIII)**



Le vie dell'equilibrio

Gli assoni del nervo vestibolare entrano nel midollo allungato e si dirigono al cervelletto

Dal midollo allungato alcuni assoni trasmettono impulsi nervosi lungo i nervi cranici che controllano i **movimenti oculari**, del **collo** e della **testa**; altre informazioni sono convogliate al midollo spinale che regola il tono muscolare in risposta ai movimenti della testa

Un ruolo fondamentale è svolto dal cervelletto, il quale riceve di continuo informazioni dall'utricolo e dal sacculo e, in risposta, regola i segnali diretti dalla corteccia motoria ai muscoli scheletrici in modo da mantenere l'equilibrio del corpo

