



14/04/25

Dipartimento di
BIOSCIENZE
E TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI
E AMBIENTALI

UNITE

Udito equilibrio

Prof.ssa Pia Lucidi

Laboratorio di Cognizione e Benessere Animale
RICEVIMENTO plucidi@unite.it

1



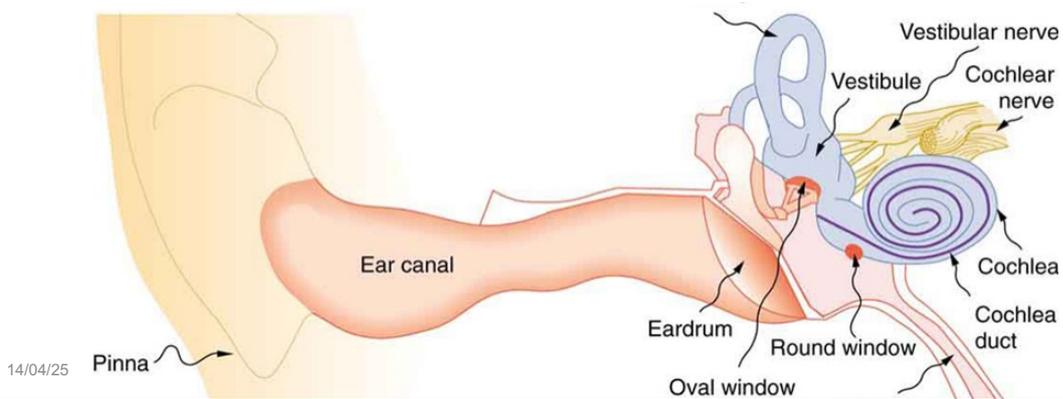
- Suono: entità fisica misurabile con appositi strumenti (in decibel)
- Percezione sonora: valutazione soggettiva operata dall'organo dell'udito (ascolto)

14/04/25

2

Percorso del suono

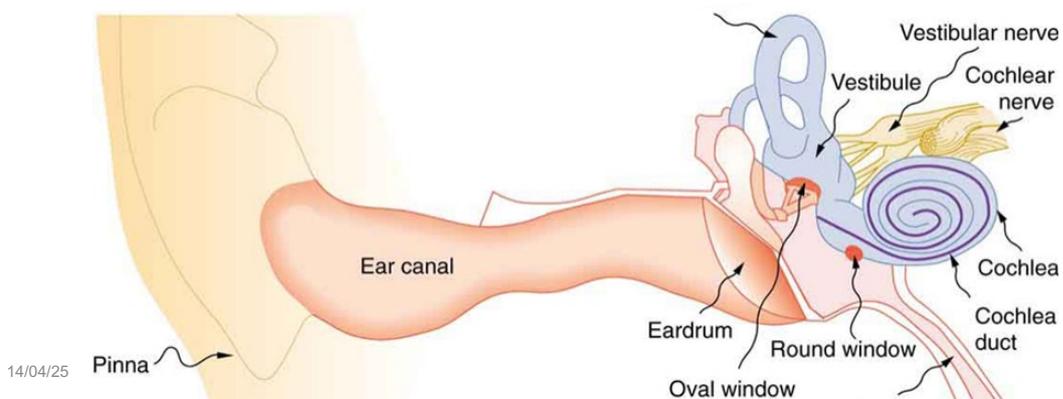
- L'orecchio medio amplifica le onde sonore e mette in connessione la vibrazione del timpano con la finestra ovale.
- Il sistema timpano-ossicini-finestra ovale è un importante adattatore d'impedenza, in quanto permette di aumentare la pressione sonora esercitata sulla staffa di circa 25 volte



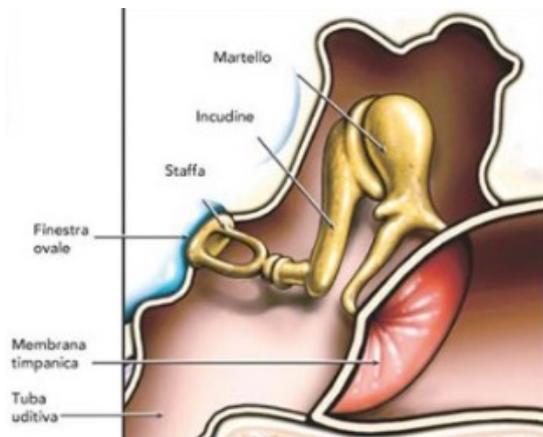
5

Percorso del suono

- La vibrazione nella finestra ovale dà avvio alle onde del fluido cocleare nella scala vestibolare e timpanica.
- Queste onde provocano a loro volta la vibrazione della membrana basilare.



6



Stapedio e tensore de timpano

14/04/25

- L'azione dei muscoli sugli ossicini protegge l'orecchio dai danni dovuti a suoni troppo forti e regola le frequenze sonore
- il tensore del timpano accentua i suoni ad elevata frequenza (tira il timpano verso la tuba)
- lo stapedio esalta suoni con bassa frequenza (agisce sulla staffa)

7

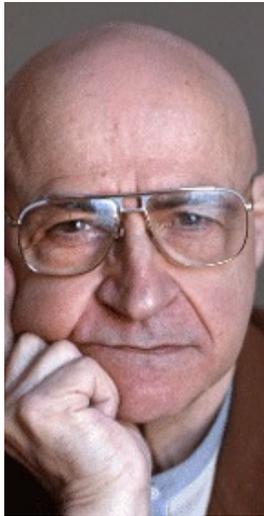


Lo zoom uditivo consapevole (Tomatis)

- **Stapedio** (muscolo della staffa): contraendosi aumenta la percezione e la distinzione dei suoni di frequenza medio-alta mentre agisce da attenuatore per i suoni di fondo, permettendo di isolare i fonemi dall'ambiente
- **Tensore del timpano** (muscolo del martello): contraendosi affievolisce la captazione dei suoni di bassa frequenza nel rumore di sottofondo

14/04/25

8



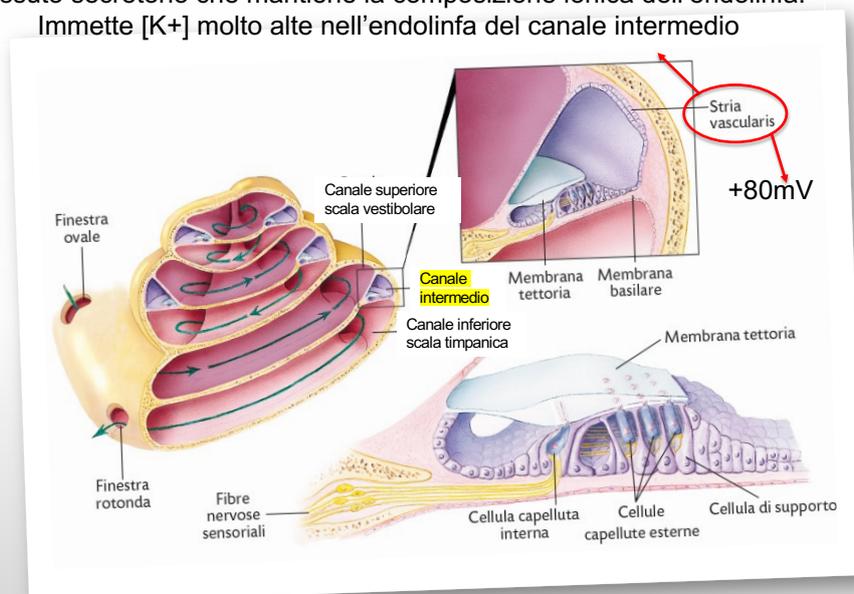
Le scoperte di Alfred Tomatis

- Stapedio e tensore del timpano deboli: si filtrano troppi suoni di bassa f (rumori di sottofondo) e si recepiscono meno le f più alte
- Lo zoom uditivo ha una componente neuroplastica: quando una f trasmette un'informazione importante (es. preannuncia uno shock), le aree occupate dalle mappe cerebrali di quella f si accrescono in pochi minuti; quando le f si interrompono, le mappe possono tornare alle loro dimensioni originali (oppure permanere)
- Molti bambini affetti da sindromi dello spettro autistico hanno problemi con lo zoom uditivo
- Molti problemi di ascolto sono alla base di problemi di apprendimento (per imparare è necessario ascoltare)

14/04/25

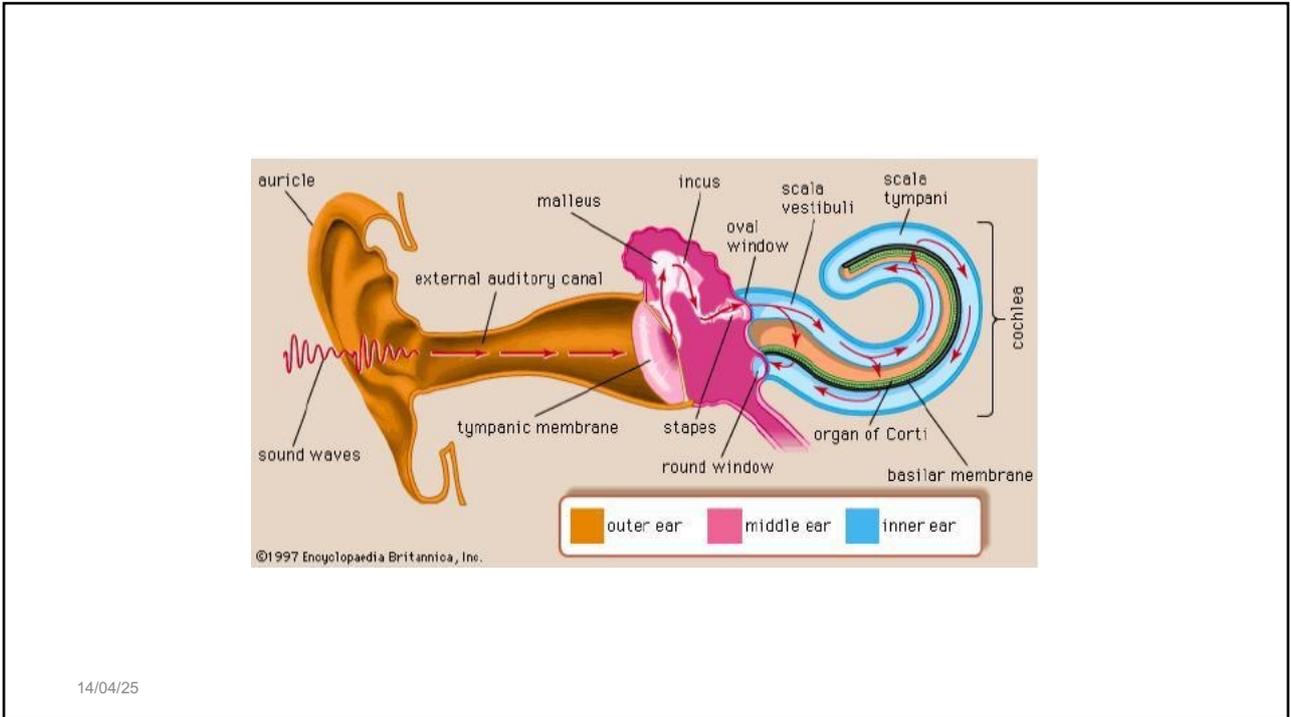
9

Tessuto secretorio che mantiene la composizione ionica dell'endolinfa.
Immette $[K^+]$ molto alte nell'endolinfa del canale intermedio

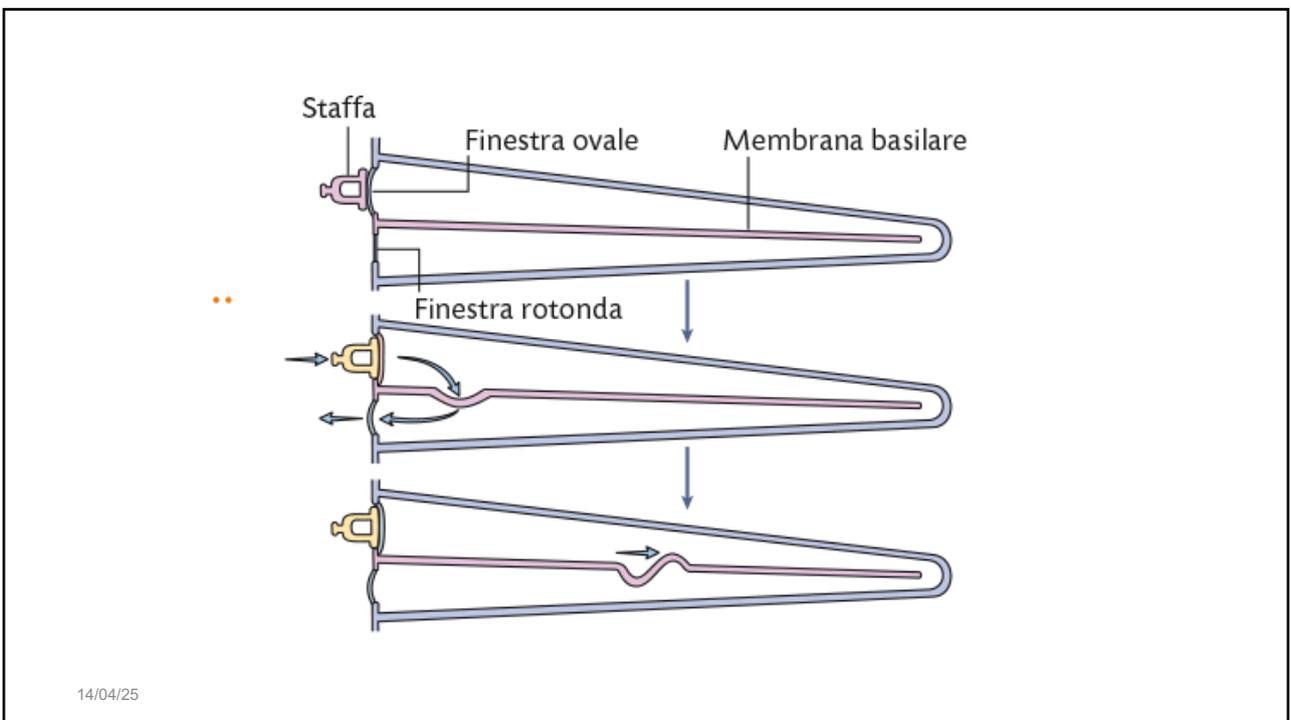


14/04/25

10



11



12

Organo del Corti

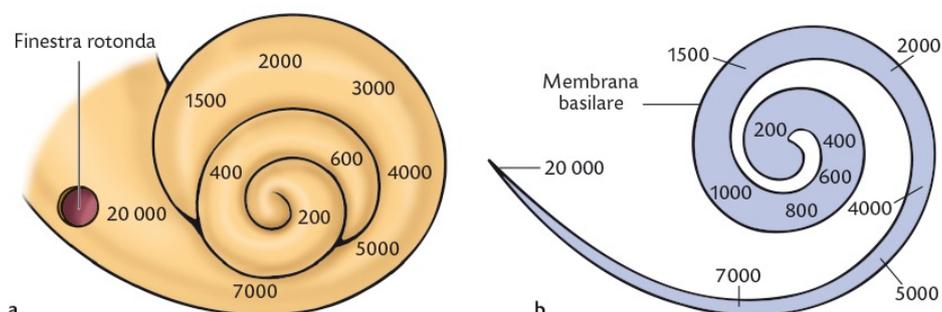
- Le stereociglia delle cellule capellute sono immerse nella membrana tectoria.
- Quando la membrana basilare si muove su e giù, le stereociglia si piegano.
- L'inclinazione in una direzione depolarizza le cellule; nella direzione opposta le cellule si iperpolarizzano.
- I canali del K^+ risentono dello stiramento e lasciano entrare lo ione che depolarizza le cellule e apre i canali del Ca^{++} con esocitosi di glutammato

14/04/25

13

Trasduzione del suono

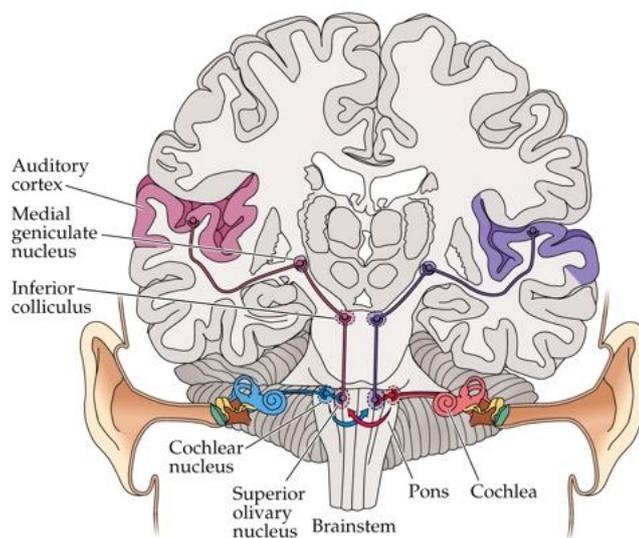
- Quando una cellula capelluta (= recettore) attiva il neurone afferente, l'assone trasferisce l'informazione attraverso il nervo cocleare
- Il segmento di membrana che vibra informa il cervello sulla frequenza del suono.



14/04/25

14

Ascending auditory pathways



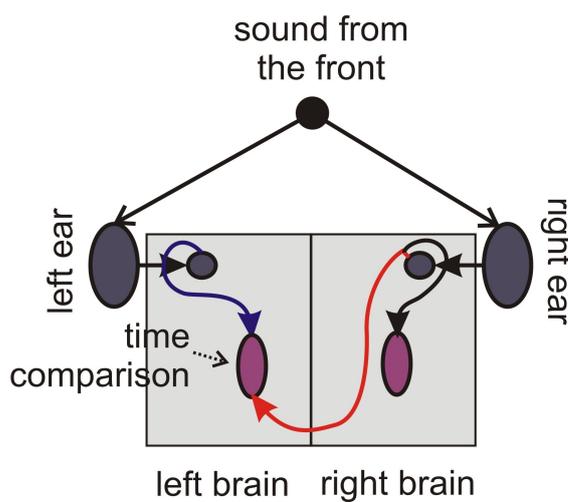
14/04/25

© 2001 Sinauer Associates, Inc.

15

Percezione della sorgente sonora

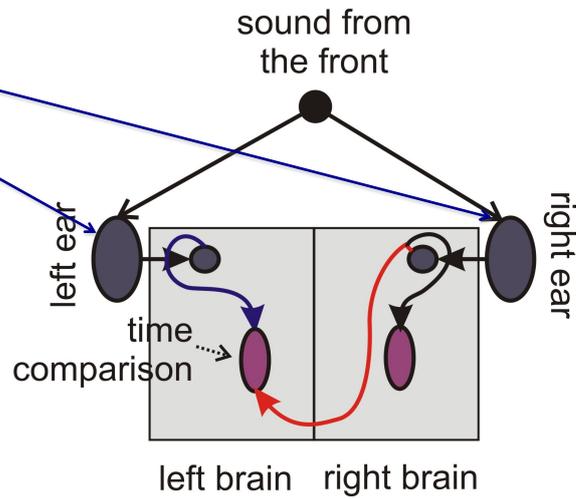
Il cervello può determinare la direzione di un suono basandosi sulla differenza tra le due orecchie sul tempo di arrivo dell'onda sonora e sulla sua intensità



14/04/25

16

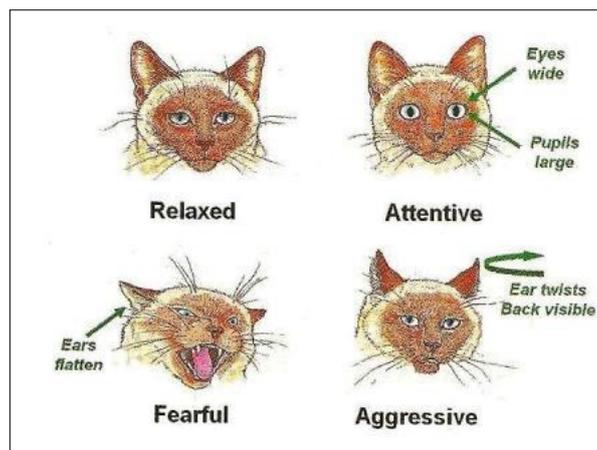
Percezione della sorgente sonora



14/04/25

17

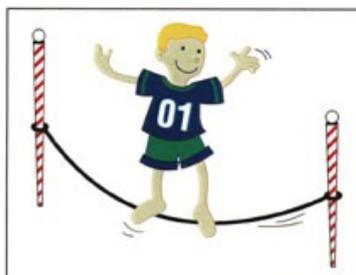
Funzione comunicativa dell'orecchio esterno



14/04/25

18

Senso dell'equilibrio



14/04/25



19

L'orecchio del corpo

- I nuclei vestibolari (rombencefalo) vengono stimolati tonicamente da parte dei recettori dell'orecchio interno (sistema vestibolare)
- La posizione della testa viene risentita dai recettori vestibolari che stimolano i nuclei
- I nuclei scaricano quindi tonicamente sui motoneuroni inferiori midollari dei muscoli antigravitari
- **Il fascio vestibolospinale comanda le modificazioni del tono muscolare per mantenere l'equilibrio**

14/04/25

20

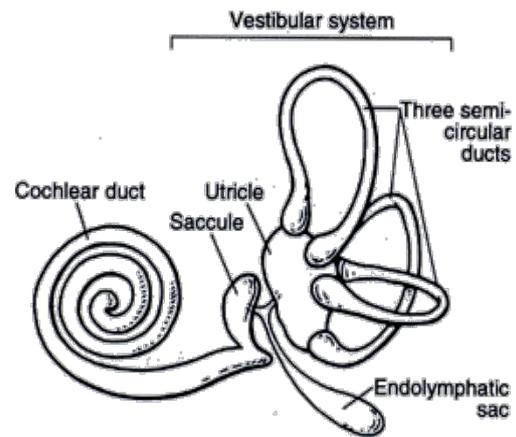
Organi dell'equilibrio

Sacculo, otricolo, canali semi-circolari, otoliti

Segnalano le accelerazioni della testa in movimento:

Sacculo (movimenti verticali) e otricolo (movimenti orizzontali) rilevano accelerazioni lineari

Canali semicircolari rilevano accelerazioni angolari (rotazione della testa)



14/04/25

21

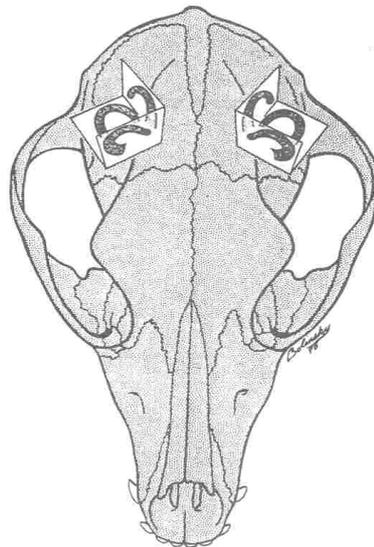


Figura 10-4. Ad entrambi i lati della testa sono presenti tre canali semicircolari che rilevano l'accelerazione e la decelerazione angolare della testa.

14/04/25

22

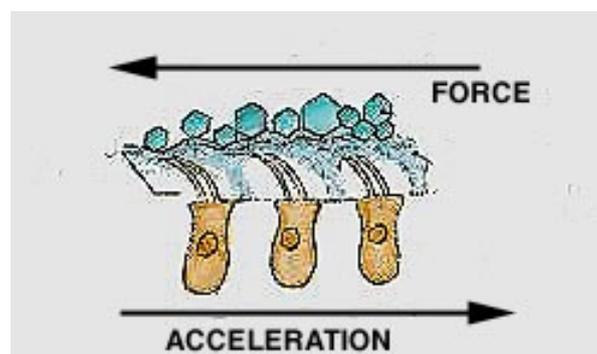
Organi dell' equilibrio

- Sono recettori tattili modificati: le ciglia convertono l'Energia meccanica in segnali elettrici
- OTOLITI: organi statolitici (cristalli di carbonato di calcio)
 - Gli statoliti si trovano vicini alle cellule ciliate di sacco e otricolo eccitandole quando aumenta la pressione sulle ciglia (nel movimento della testa)

14/04/25

23

Utricolo e sacco rilevano accelerazioni lineari

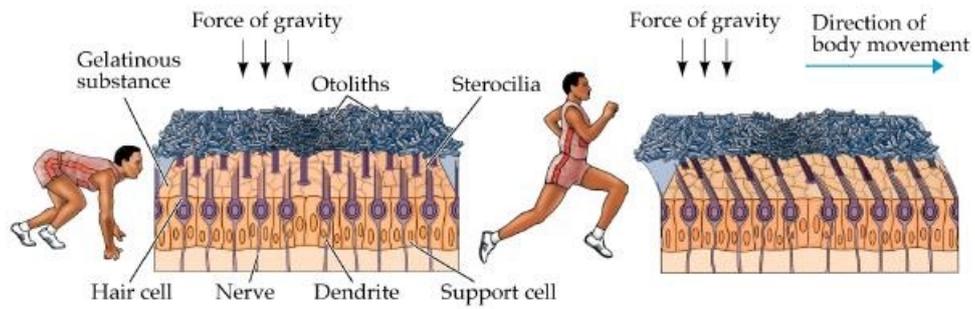


14/04/25

http://paperairplane.mit.edu/16.423J/Space/SBE/neurovestibular/NeuroVestibular/2_Physiology/Media/Otoliths/Macula.jpg

24

OTRICOLO: movimenti orizzontali



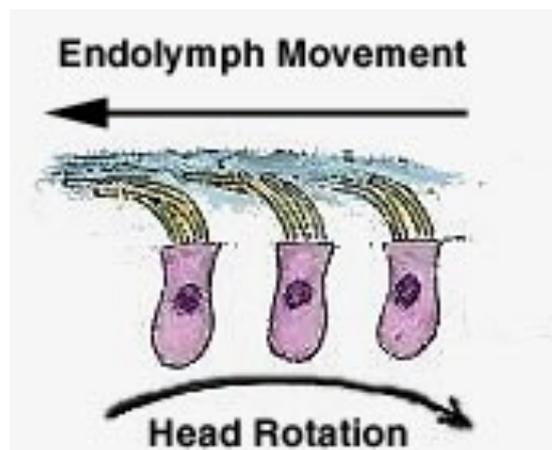
<http://www.mie.utoronto.ca/labs/lcdlab/biopic/fig/45.11b.jpg>

© 1998 Sinauer Associates, Inc.

14/04/25

25

I canali semicircolari rilevano accelerazioni angolari

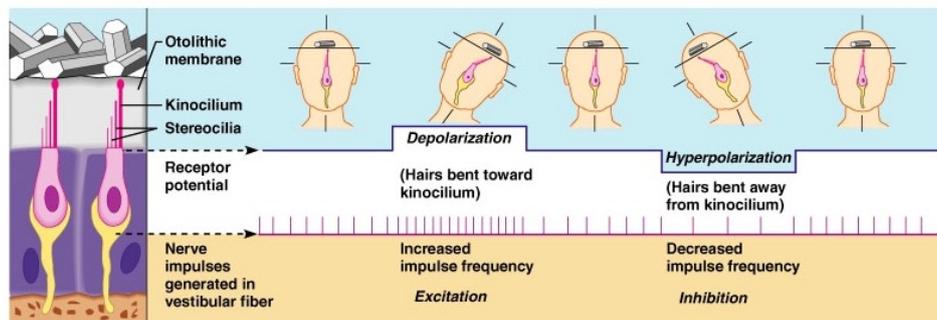


http://paperairplane.mit.edu/16.423J/Space/SBE/neurovestibular/NeuroVestibular2_Physiology/Media/Otoliths/Macula.jpg

14/04/25

26

Canali semicircolari: rotazione della testa

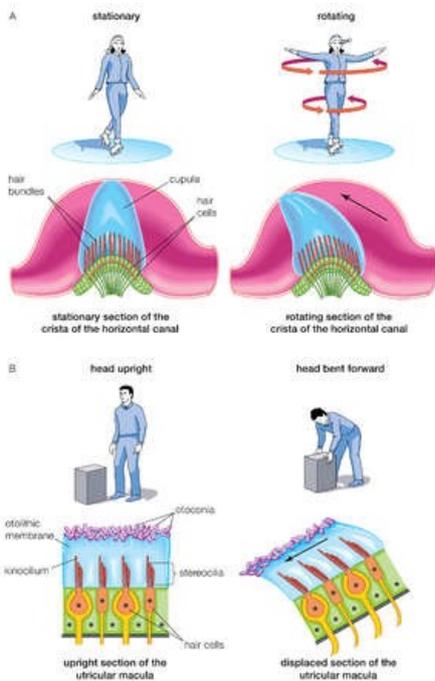


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

14/04/25

27

Riflesso del raddrizzamento



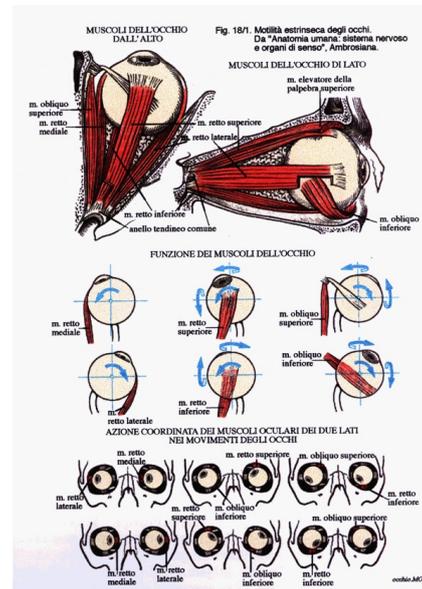
14/04/25

28

Controllo visivo della postura

- Serve per la coordinazione riflessa della testa
- Importante per i movimenti oculari quando si guardano oggetti in movimento

Muscoli estrinseci dell'occhio



14/04/25

29

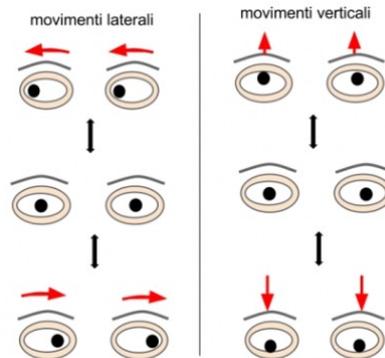
Riflesso vestibulo-oculare

- La via nervosa del riflesso controllata dal **canale semicircolare orizzontale** : se la testa viene ruotata verso sx, gli occhi si muovono verso dx, per mantenere lo sguardo fisso su un oggetto.
- Il riflesso vestibulo-oculare ha un importante risvolto clinico: la sua assenza indica **lesioni del tronco cerebrale**.

14/04/25

30

Nistagmo fisiologico



https://www.youtube.com/watch?v=i_R0LcPnZ_w

14/04/25

31

Funzione del riflesso OV

La stabilizzazione dell'occhio rispetto allo spazio (operato dal sistema vestibolare) permette di stabilire inequivocabilmente quali oggetti nella scena visiva sono immobili e quali invece sono in movimento

NB: l'occhio può però ingannare il sistema vestibolare quando tutta la scena visiva è in movimento rispetto all'osservatore immobile (es. del treno) → effetto destabilizzante sulla postura (stimolazione optocinetica)

14/04/25

33