

Fonetica acustica

L'orecchio

Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018

1

Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018



Anatomia e fisiologia dell'orecchio

2

Il suono

- Particolare tipo di **energia** che viaggia attraverso le onde



3

Il suono

- Particolare tipo di **energia** che viaggia attraverso le onde
- Una qualsiasi **perturbazione** dell'aria che innesca un movimento veloce di particelle



4

Il suono

- Particolare tipo di **energia** che viaggia attraverso le onde
- Una qualsiasi **perturbazione** dell'aria che innesca un movimento veloce di particelle: onde generano una variazione di **pressione**



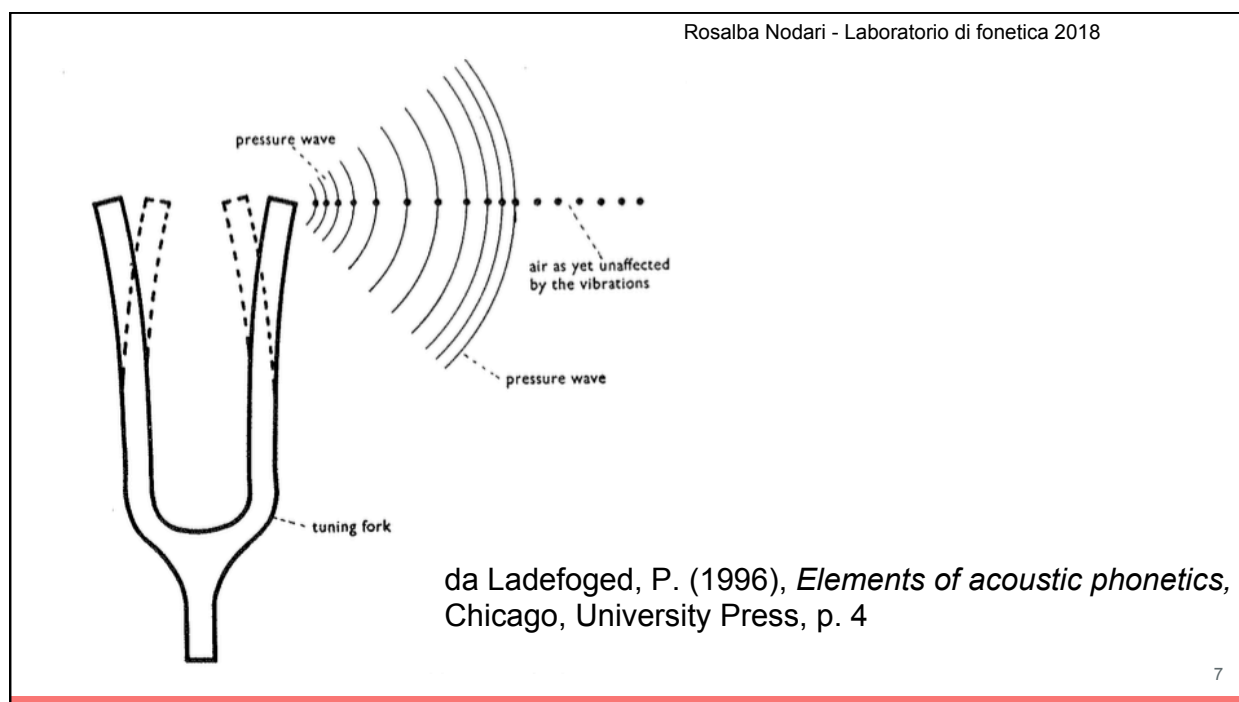
5

Il suono

- Particolare tipo di **energia** che viaggia attraverso le onde
- Una qualsiasi **perturbazione** dell'aria che innesca un movimento veloce di particelle: onde generano una variazione di **pressione**
- Propagazione attraverso corpi solidi, liquidi o gassosi



6



Sentire

- Il moto delle particelle genera l'onda ed il suono si propaga sotto forma di onda sonora

Sentire

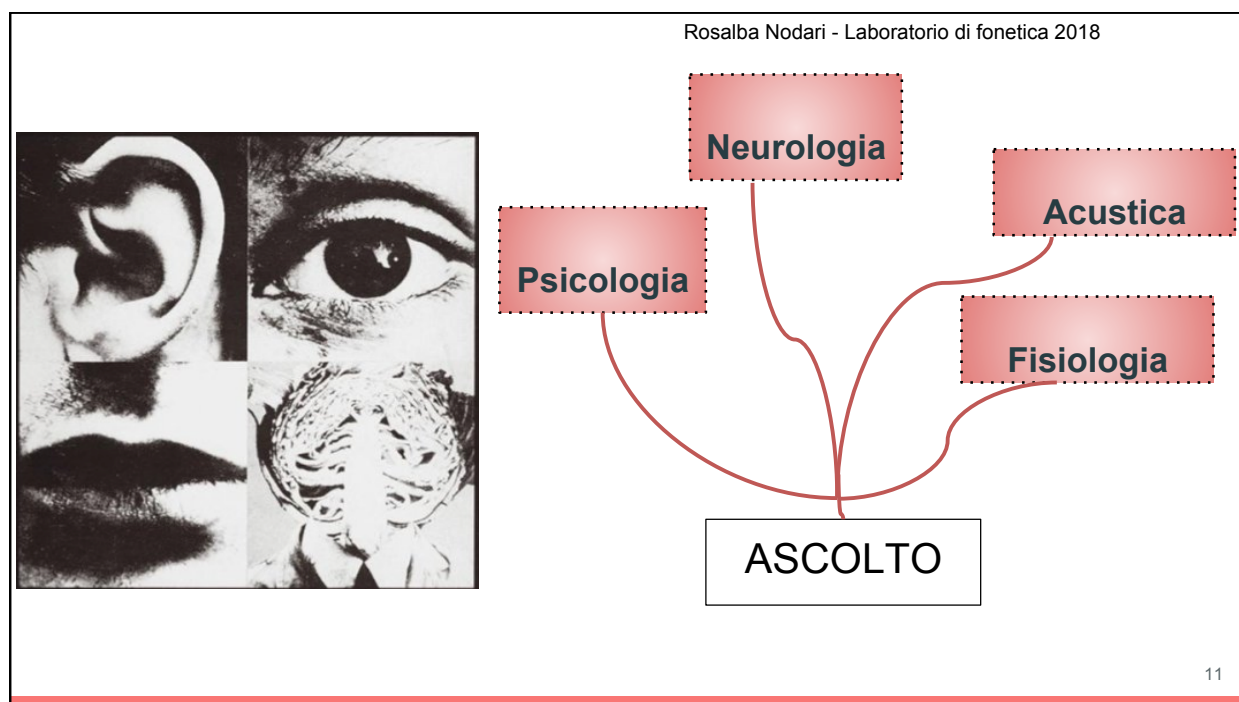
- Il moto delle particelle genera l'onda ed il suono si propaga sotto forma di onda sonora
- Movimenti periodici delle molecole dell'aria si propagano e arrivano al nostro orecchio

9

Sentire

- Il moto delle particelle genera l'onda ed il suono si propaga sotto forma di onda sonora
- Movimenti periodici delle molecole dell'aria si propagano e arrivano al nostro orecchio
- **Ascolto:** processo per cui le onde sonore entrano nel condotto uditivo, sono captate dalle terminazioni nervose, vengono **ricodificate** in **impulsi elettrici** e trasmesse alla **corteccia cerebrale**

10



L'orecchio umano

- Ampia gamma di sensibilità alle fluttuazioni della pressione dell'aria

L'orecchio umano

- Ampia gamma di sensibilità alle fluttuazioni della pressione dell'aria
- Risposta di frequenza dai 20 ai 20.000 Hz

13

L'orecchio umano

- Ampia gamma di sensibilità alle fluttuazioni della pressione dell'aria
- Risposta di frequenza dai 20 ai 20.000 Hz
- Frequenza percepita: **pitch**

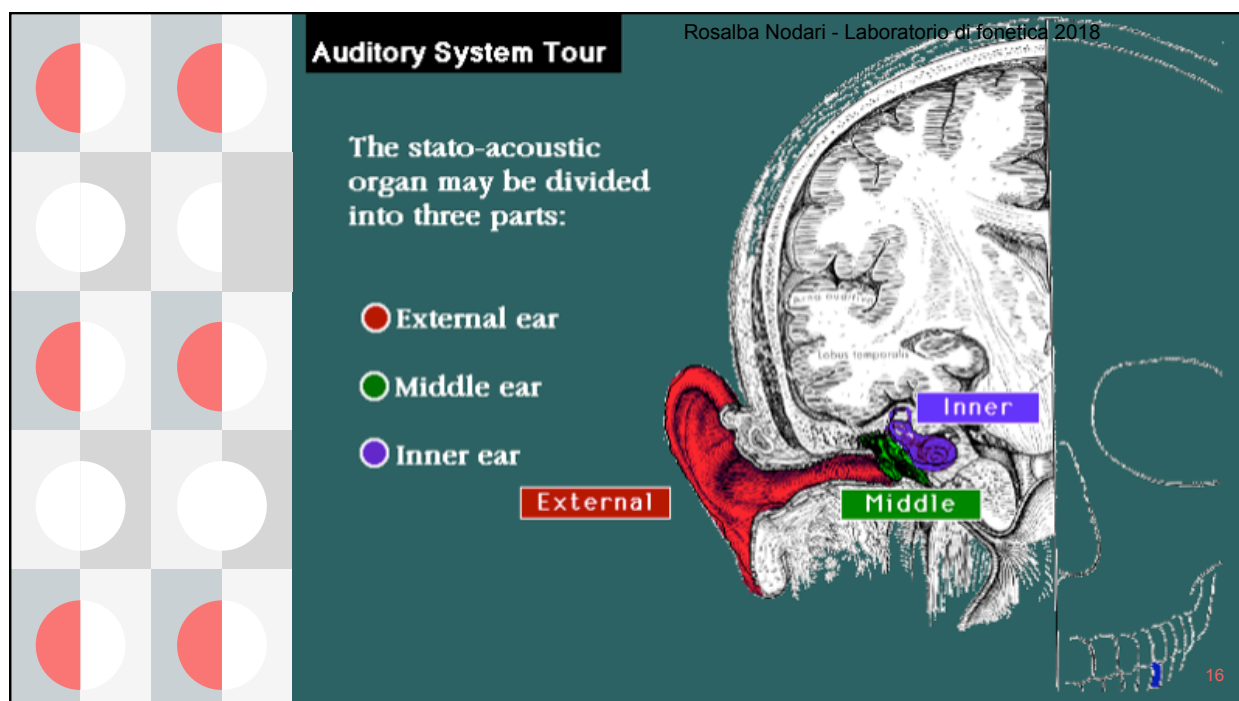
14

L'orecchio umano

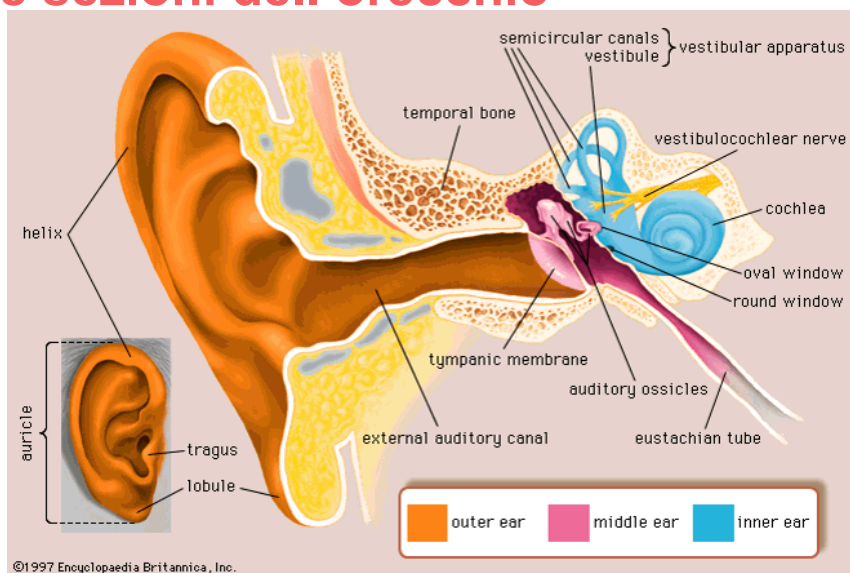
- Ampia gamma di sensibilità alle fluttuazioni della pressione dell'aria
- Risposta di frequenza dai 20 ai 20.000 Hz
- Frequenza percepita: **pitch**

Onda sonora -> Energia meccanica -> Impulsi elettrici

15

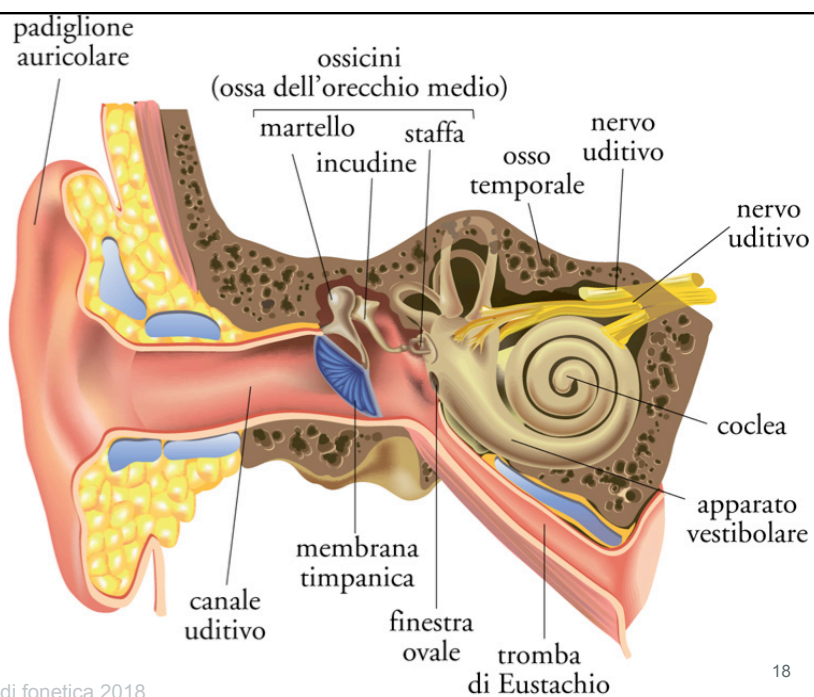


Le tre sezioni dell'orecchio



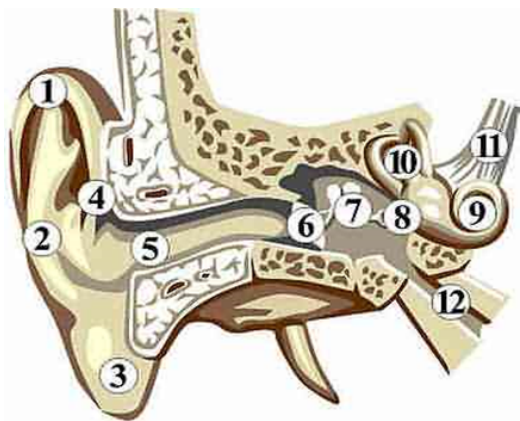
17

Le parti dell'orecchio



18

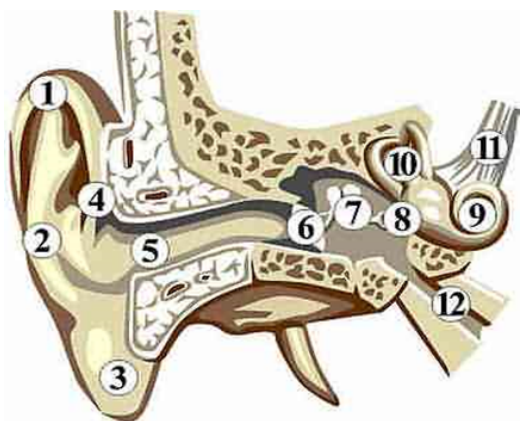
Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018



1. **Elice:** Bordo del padiglione auricolare dell'orecchio esterno
2. **Antelice:** Rilievo tra la conca e l'elice
3. **Lobulo:** Plica cutanea terminale dell'orecchio esterno
4. **Radice dell'elice:** Bordo del padiglione auricolare dell'orecchio esterno
5. **Condotto uditivo esterno:** Canale attraverso il quale le onde sonore arrivano all'orecchio medio

19

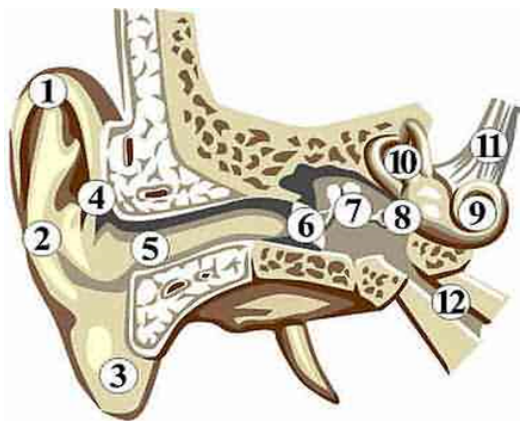
Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018



6. **Timpano:** sottile membrana al termine del condotto uditivo esterno
7. **Catena degli ossicini:** insieme di 3 ossa articolate tra loro - **martello, incudine e staffa** - che permettono la trasmissione delle vibrazioni sonore dall'orecchio esterno all'orecchio medio
8. **Finestra ovale:** membrana sottile che trasmette le vibrazioni sonore dalla staffa all'endolinfa

20

Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018

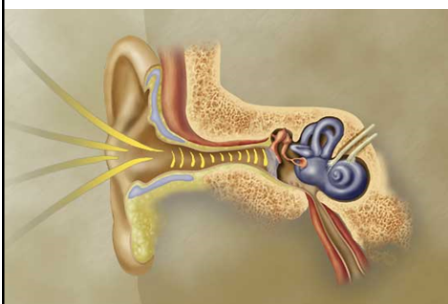


- 9. Coclea:** struttura dell'orecchio interno che contiene parte degli organi uditivi
- 10. Canali semicircolari:** parte dell'orecchio interno che regolano il cosiddetto equilibrio dinamico
- 11. Nervo vestibolo-cocleare:** trasmette le informazioni uditive codificate dall'orecchio interno al cervello
- 12. Tromba di Eustachio:** condotto che collega l'orecchio medio alla faringe

21

Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018

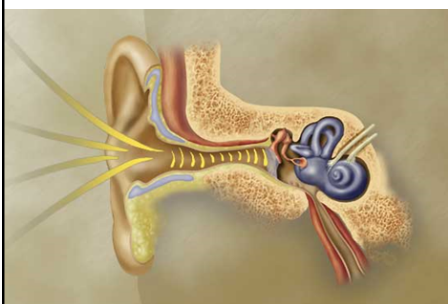
Orecchio esterno



1. Onde sonore entrano nel condotto uditivo

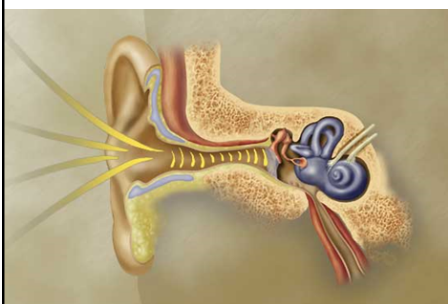
22

Orecchio esterno



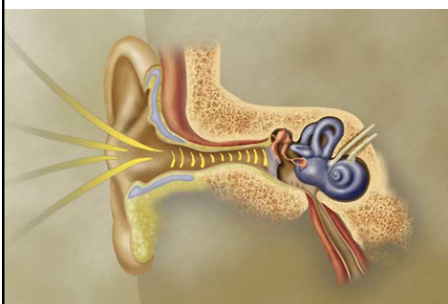
1. Onde sonore entrano nel condotto uditivo
2. Per la sua lunghezza il padiglione può amplificare suoni con frequenze sui 3000 Hz.

Orecchio esterno



1. Onde sonore entrano nel condotto uditivo
2. Per la sua lunghezza il padiglione può amplificare suoni con frequenze sui 3000 Hz.
3. Il suono viaggia attraverso l'orecchio esterno sotto forma di pressione, alternando fasi di alta e bassa pressione

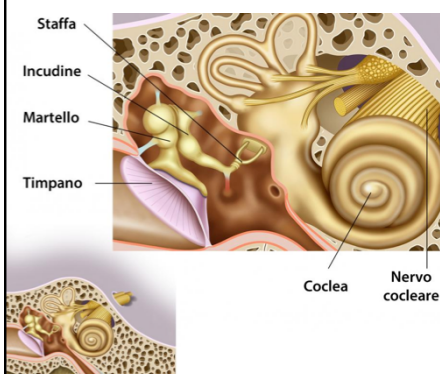
Orecchio esterno



1. Onde sonore entrano nel condotto uditivo
2. Per la sua lunghezza il padiglione può amplificare suoni con frequenze sui 3000 Hz.
3. Il suono viaggia attraverso l'orecchio esterno sotto forma di pressione, alternando fasi di alta e bassa pressione
4. Quando il suono raggiunge il timpano, l'energia meccanica si converte in vibrazioni della struttura ossea interna all'orecchio

25

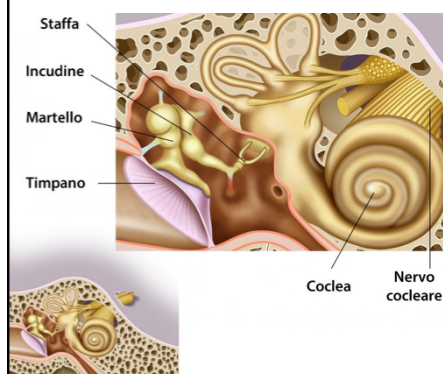
Orecchio medio



- Cavità piena d'aria costituita dal **timpano** e dalla catena degli ossicini (**incudine, staffa e martello**);

26

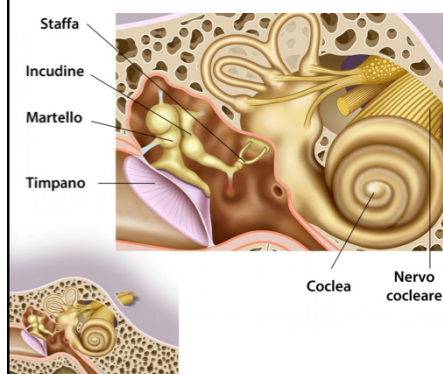
Orecchio medio



- Cavità piena d'aria costituita dal **timpano** e dalla catena degli ossicini (**incudine, staffa e martello**);
- Il timpano è **connesso** alla catena degli ossicini

27

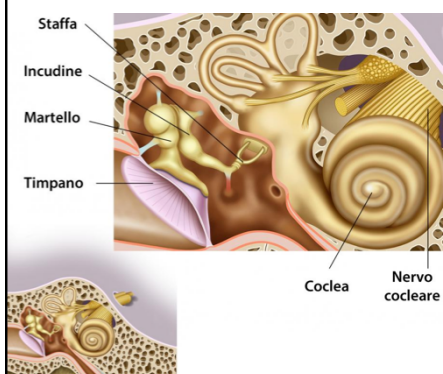
Orecchio medio



- Cavità piena d'aria costituita dal **timpano** e dalla catena degli ossicini (**incudine, staffa e martello**);
- Il timpano è **connesso** alla catena degli ossicini
- La pressione dell'aria fa **vibrare il timpano**

28

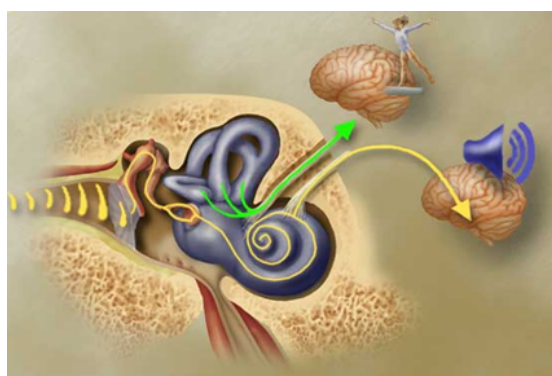
Orecchio medio



- Cavità piena d'aria costituita dal **timpano** e dalla catena degli ossicini (**incudine, staffa e martello**);
- Il timpano è **connesso** alla catena degli ossicini
- La pressione dell'aria fa **vibrare il timpano**
- Gli ossicini **amplificano la vibrazione del timpano e la trasmettono al fluido contenuto nell'orecchio interno ->**

29

Dall'orecchio medio all'orecchio interno

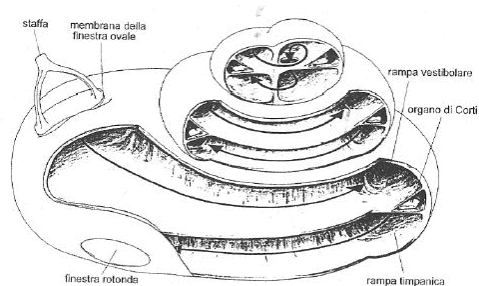


- Il suono che passa attraverso la membrana del timpano, dopo aver messo in vibrazione la catena degli ossicini viene trasformato in un **impulso elettrico** nella coclea

30

L'orecchio interno

Ha due funzioni:

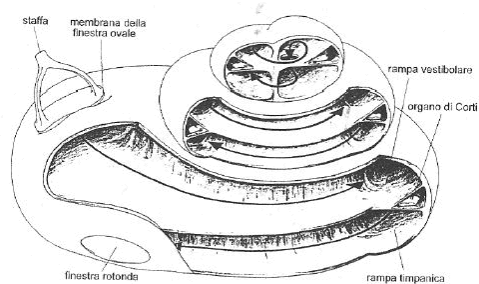


1

L'orecchio interno

Ha due funzioni:

1. **Acustica**: riceve le vibrazioni che provengono dall'orecchio medio

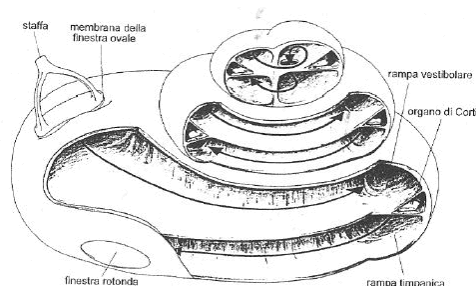


2

L'orecchio interno

Ha due funzioni:

1. **Acustica**: riceve le vibrazioni che provengono dall'orecchio medio
2. **Statica**: regola il senso dell'equilibrio



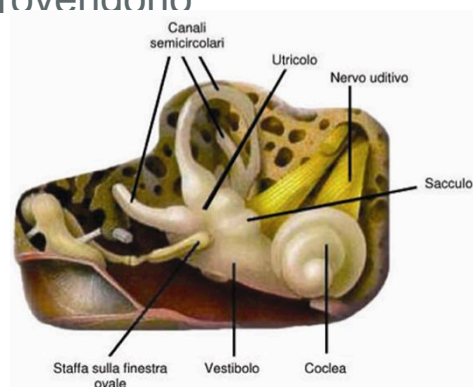
3

L'orecchio interno

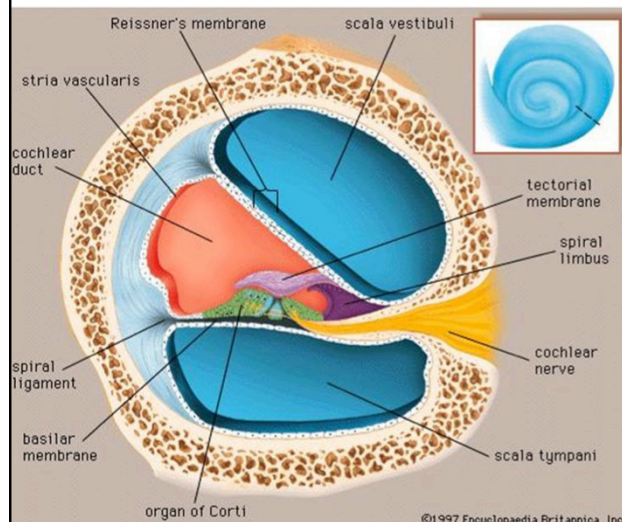
Ha due funzioni:

1. **Acustica**: riceve le vibrazioni che provengono dall'orecchio medio
2. **Statica**: regola il senso dell'equilibrio

E' composto dalla **coclea**, dai **canali semicircolari** e dal **nervo uditivo**



La coclea

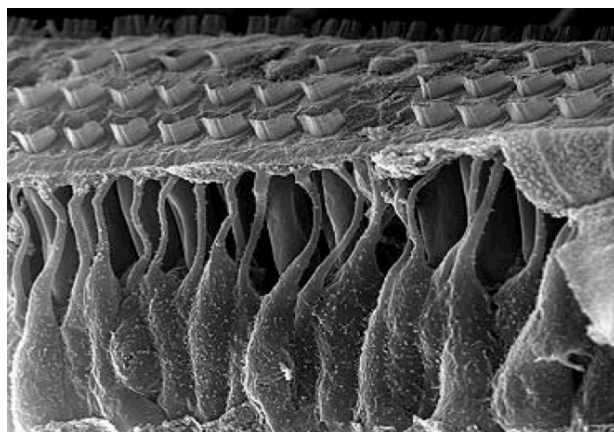


- Organo a forma di chiocciola, lungo ca. 3 cm
- Ricolma di liquido
- La sua superficie è ricoperta da ca. 20.000 **cellule ciliate cocleari**
- Le cellule ciliate **interne** trasmettono le informazioni acustiche al sistema nervoso centrale
- Le cellule ciliate **esterne** operano in parallelo a quelle interne con un'attiva di amplificazione meccanica

35

Le cellule ciliate

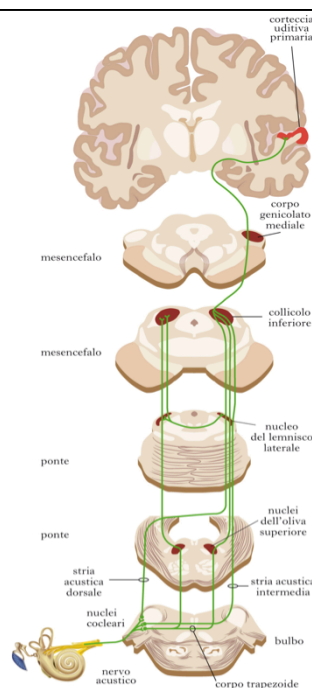
- Sono messe in moto dalla compressione delle onde che passano tra il martello e il canale semicircolare dell'orecchio interno, attraverso la coclea
- **Meccanotrasduzione:** ogni cellula vibra a una frequenza naturale: converte l'arrivo del suono in impulsi elettrici che, attraverso il nervo uditivo, sono inviati al cervello



36

Il cervello

- Quando il cervello riceve gli impulsi elettrici dal nervo acustico **ricodifica e interpreta il segnale**
- Quanto noi sappiamo riguardo la modalità di elaborazione dei suoni e dell'analisi del linguaggio da parte del cervello è ancora molto limitato

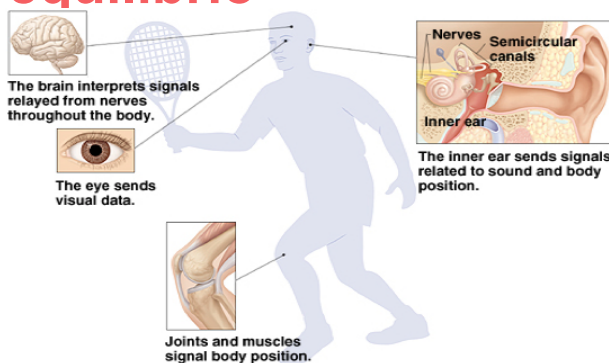
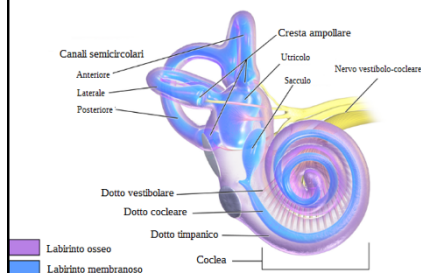


Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018

37

Rosalba Nodari - Laboratorio di fonetica 2018

Orecchio interno ed equilibrio



- Organo dell'equilibrio: - tre **canali semicircolari** (movimenti di rotazione)- **utricolo** e **sacculo** (movimenti di traslazione)
- Canali ripieni di **endolinfa**: movimento eccita le creste ampollari
- Dai canali il segnale è inviato elettricamente al cervello attraverso i nervi

38