

9

Sluch a rovnováha

Sluchový systém

- Převod zvukových vln na receptorový a akční potenciál
- Převod do CNS
- Zpracování informace ze získaného signálu
 - Interpretace zvuku
 - Interpretace významu pro organismus

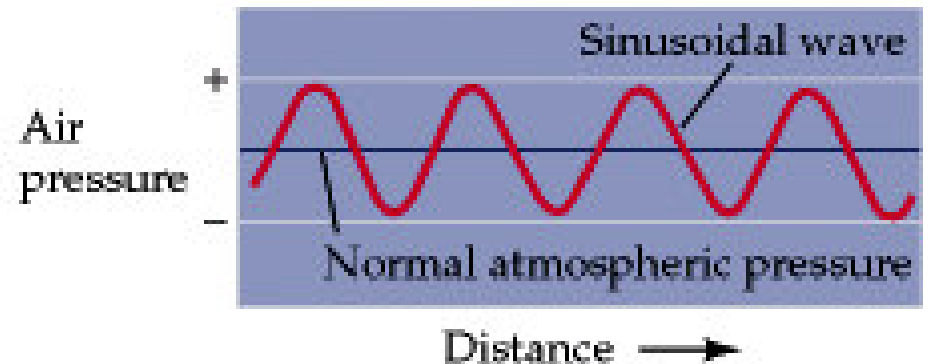
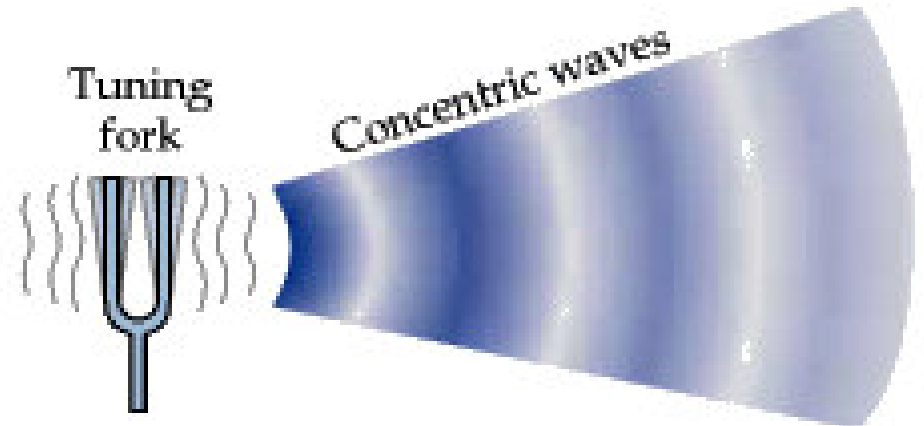
Sluchový systém

- Převod zvukových vln na receptorový a akční potenciál
- Převod do CNS
- Zpracování informace ze získaného signálu
 - Interpretace zvuku
 - Interpretace významu pro organismus

**Zvuk je mechanické vlnění pružného prostředí
s frekvencí v mezích slyšitelnosti**

Zvuk

- Vzniká vibrací pevného objektu ve vzduchu či vodě
- Charakteristiky vlnění
 - Frekvence – výška tónu
 - Amplituda – intenzita
 - Barva – dána zastoupením harmonických kmitočtů
- Jednoduchý zvuk
- Složený zvuk



Zvuk

- Jednoduchý (čistý)

- Složený

- Hudební

- periodický

- Nehudební (hluk, šum)

- neperiodický

Noise



Tone



<http://www.earmaster.com/music-theory-online/ch03/chapter-3-2.html>

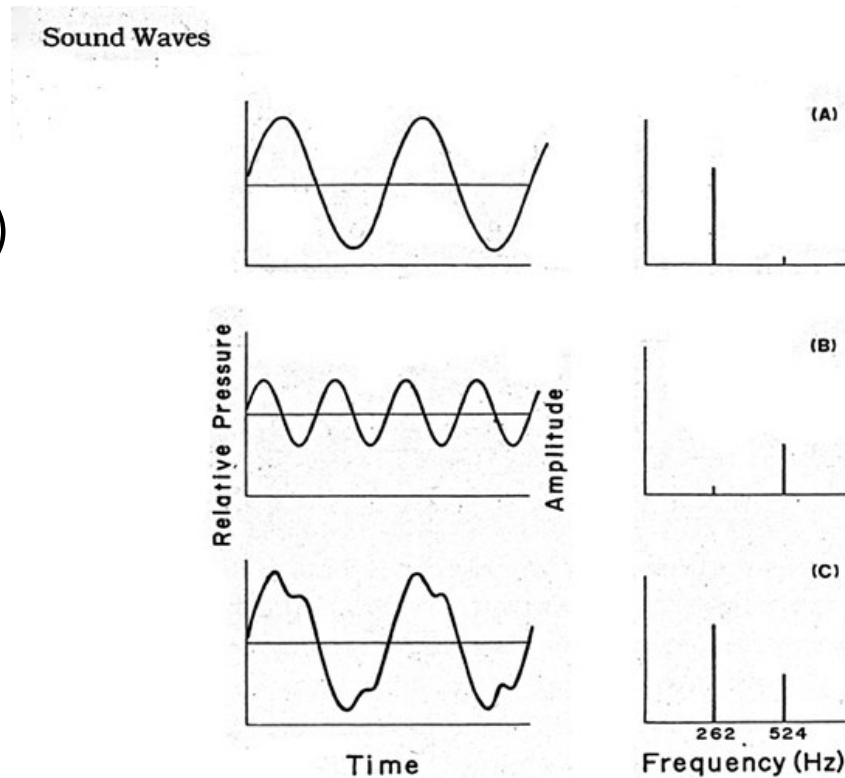
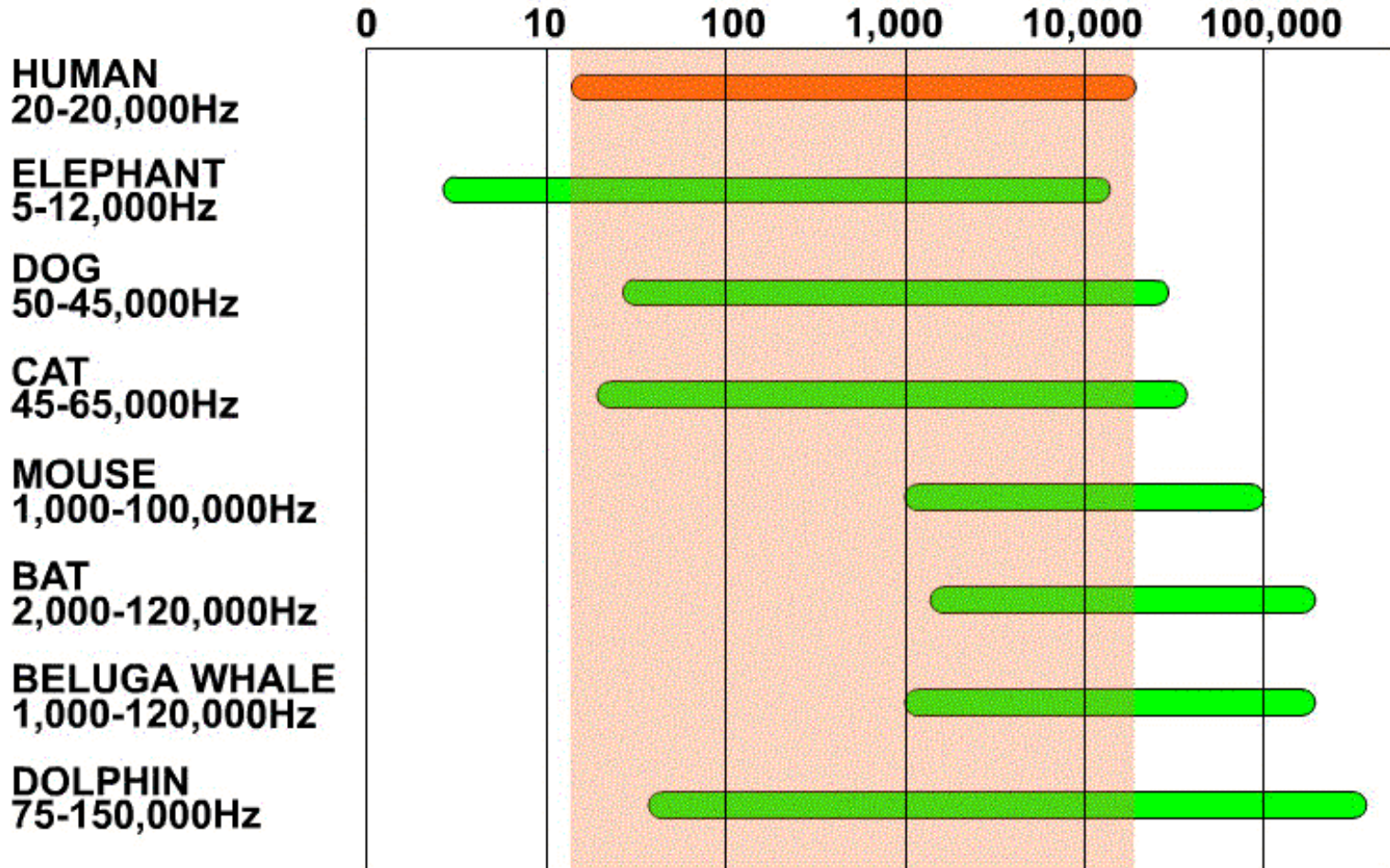


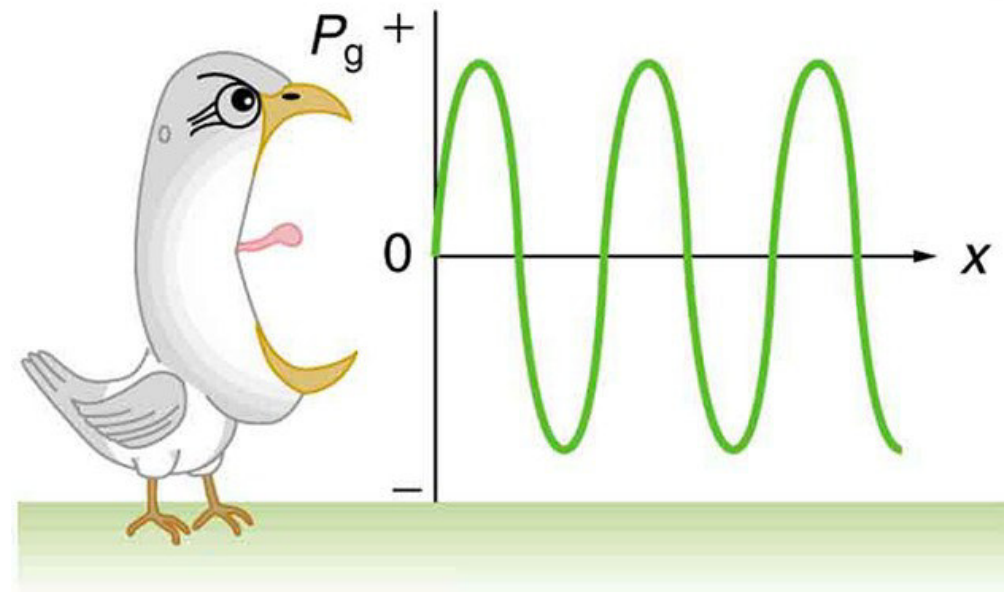
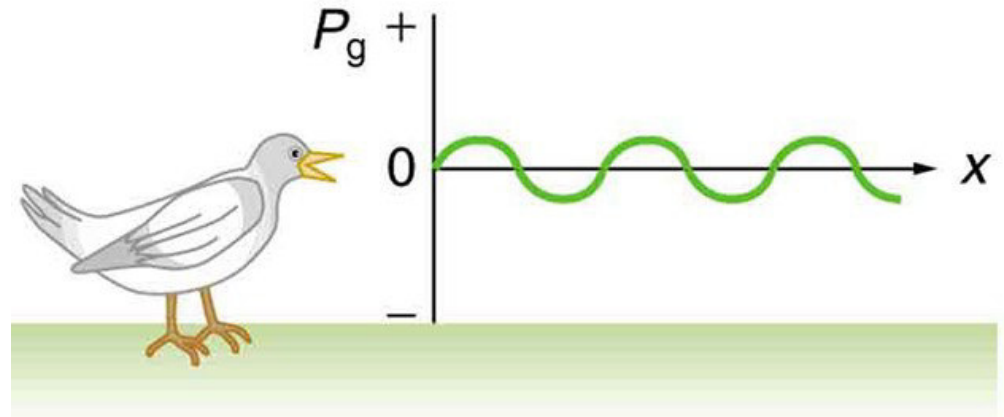
Figure 2.7 Waveform (left) and spectra (right) of two sine waves (A and B), combining into a complex wave (C).

Slyšitelné spektrum



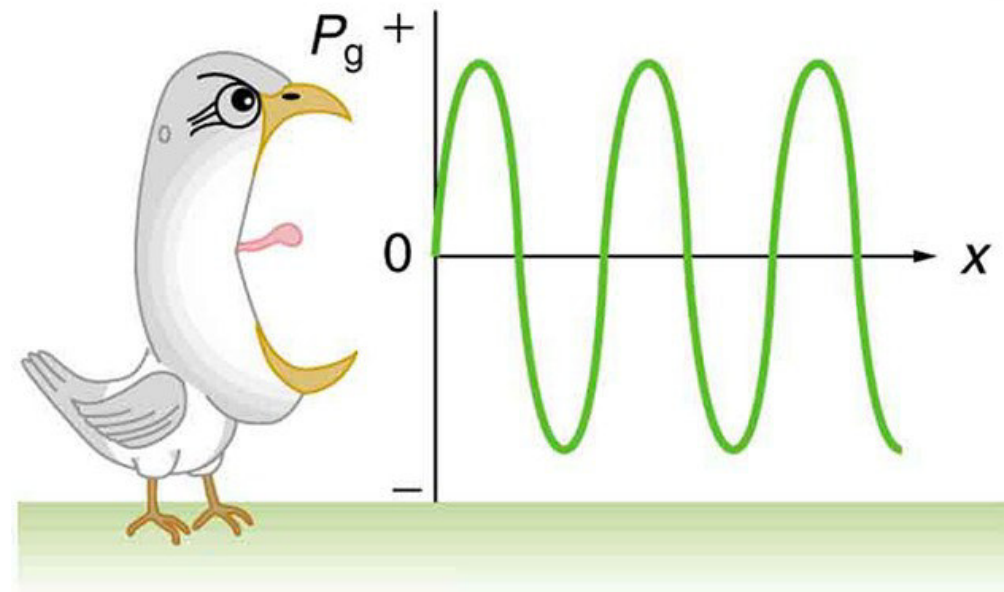
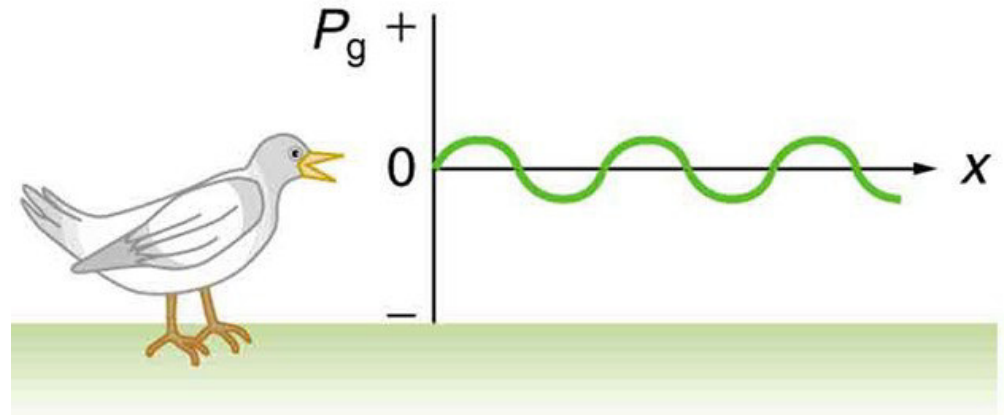
Intenzita a hlasitost zvuku

- Intenzita zvuku
 - Dána amplitudou
 - Šepot – 20 dB
 - Mluvené slovo - 65 dB
 - Tryskový motor – 100 dB
 - Práh bolesti – 120 dB



Intenzita a hlasitost zvuku

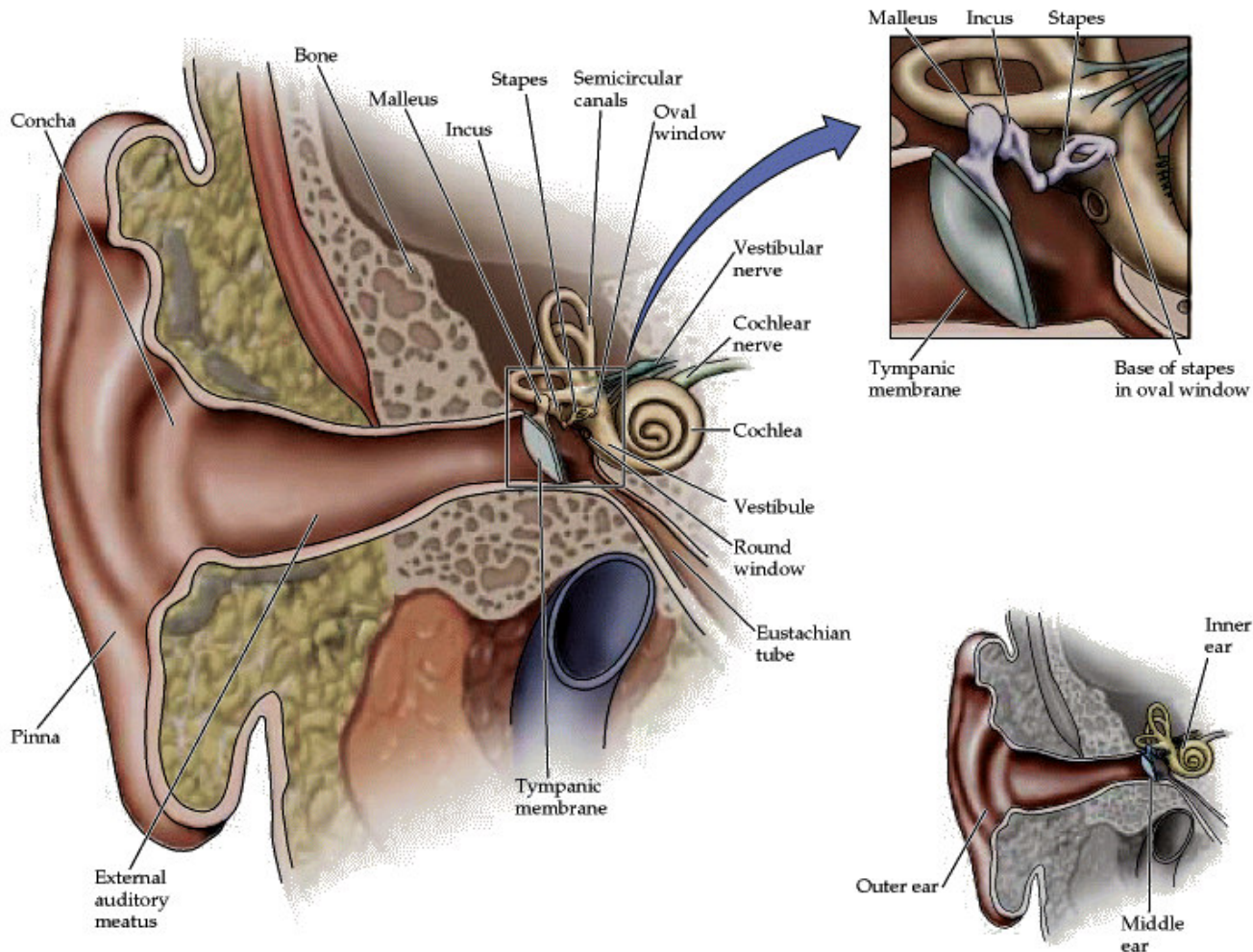
- Intenzita zvuku
 - Dána amplitudou
 - Šepot – 20 dB
 - Mluvené slovo - 65 dB
 - Tryskový motor – 100 dB
 - Práh bolesti – 120 dB
- Hlasitost - subjektivně vnímaná intenzita



Zevní ucho

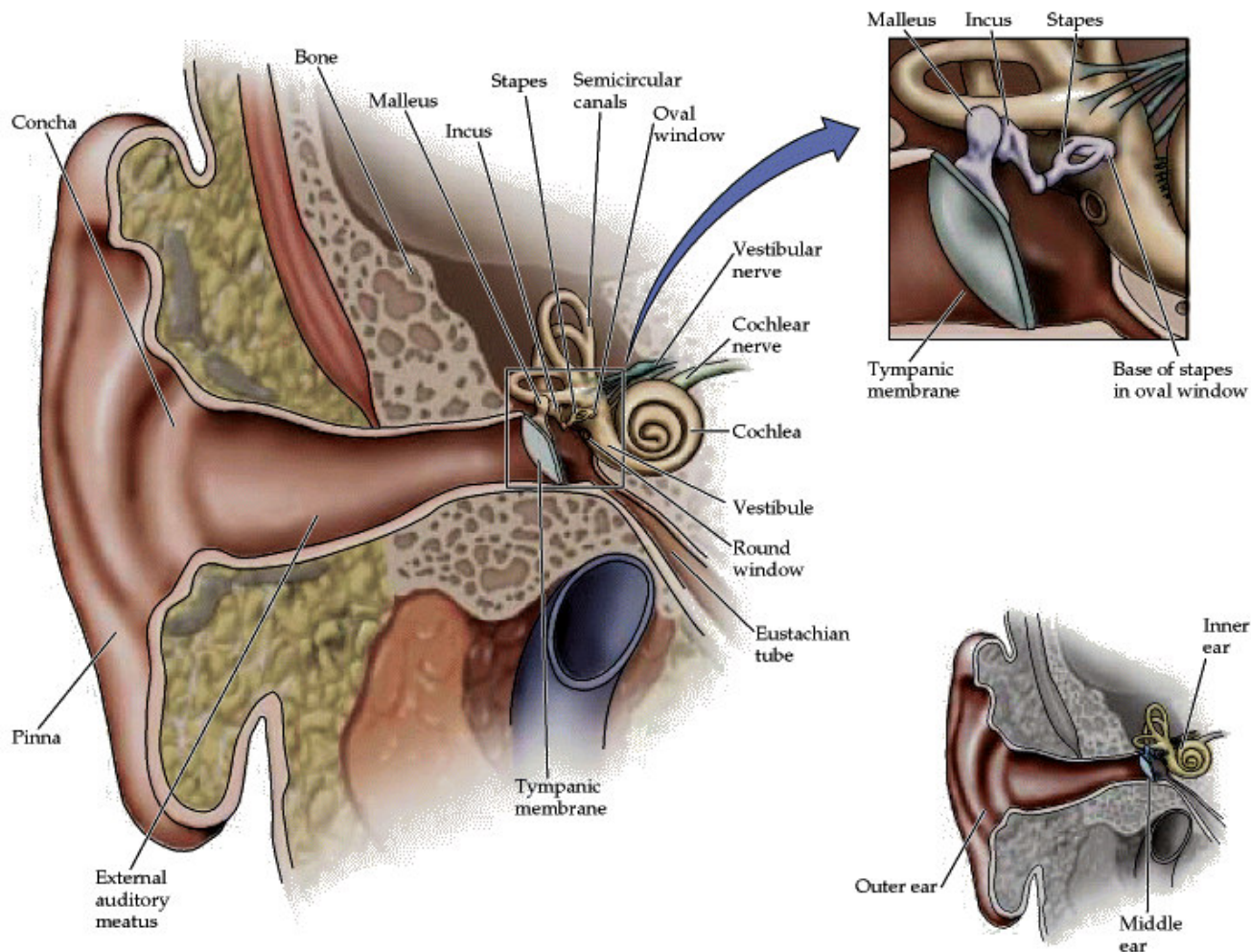
Převodění akustického signálu ve vnějším prostředí na bubínek

Vzdušné a kostní vedení



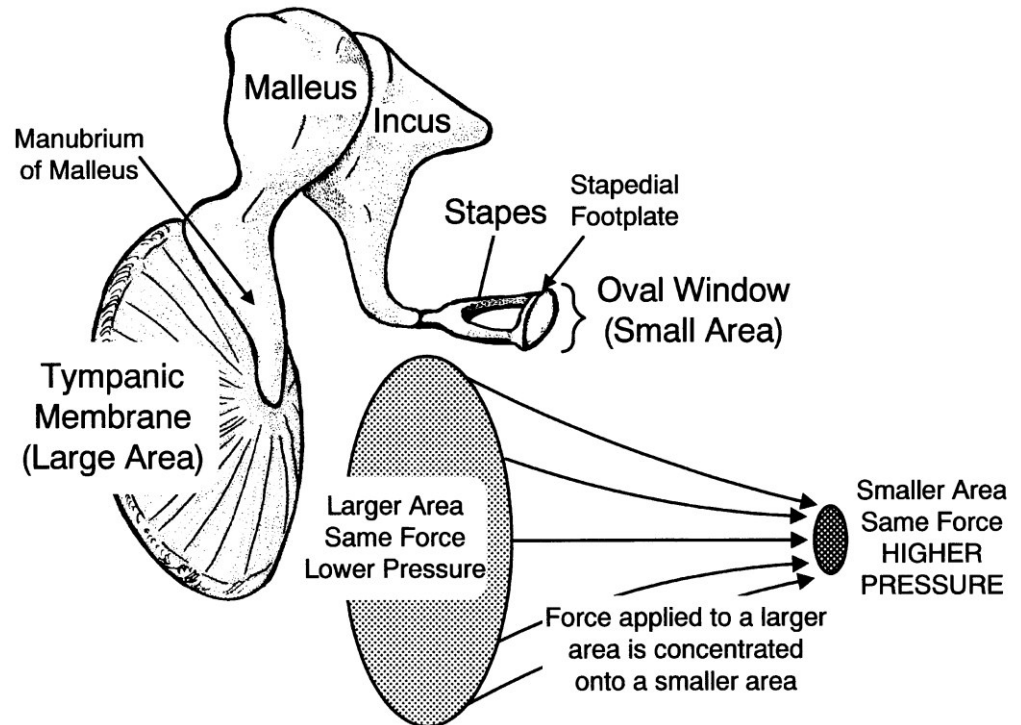
Střední ucho

Převod signálu z bubínku na oválné okénko a perilymfu



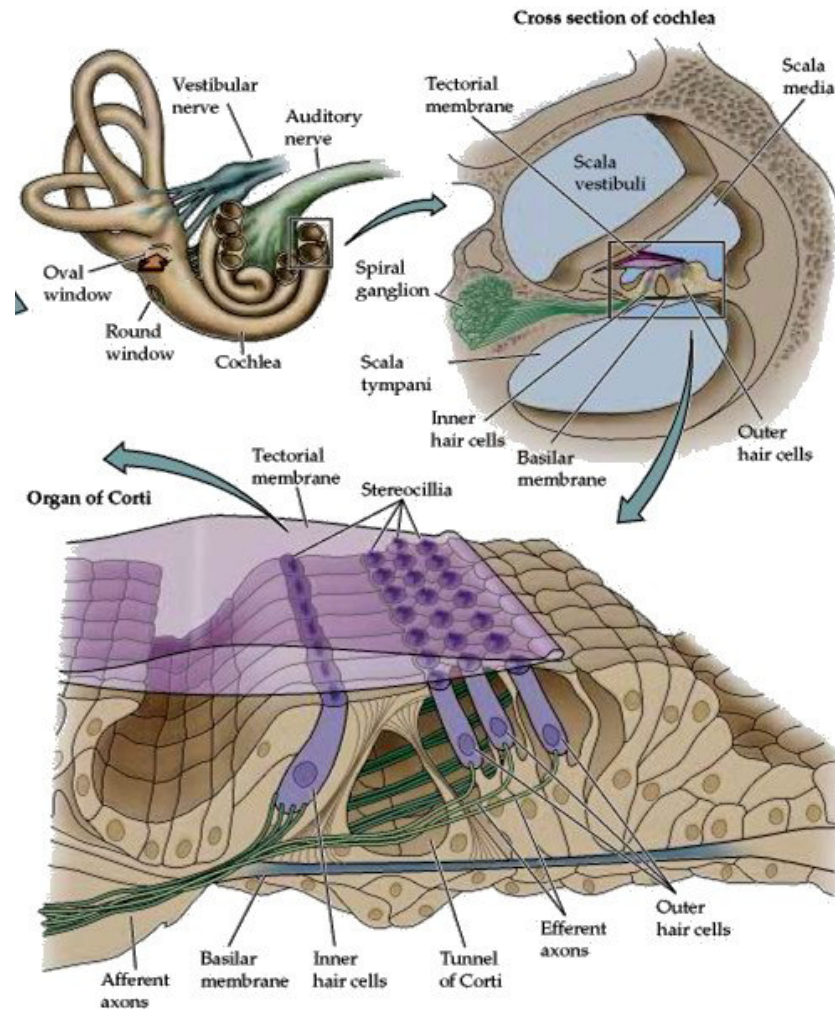
Střední ucho

- Značný rozdíl akustických impedancí vzduchu a perilymfy
- Zesílení signálu
 - Plocha bubínku/oválného okénka
 - Pákový mechanismus středoušních kůstek
- Ochranná funkce
 - m.stapedius a tensor tympani
 - Eustachova trubice



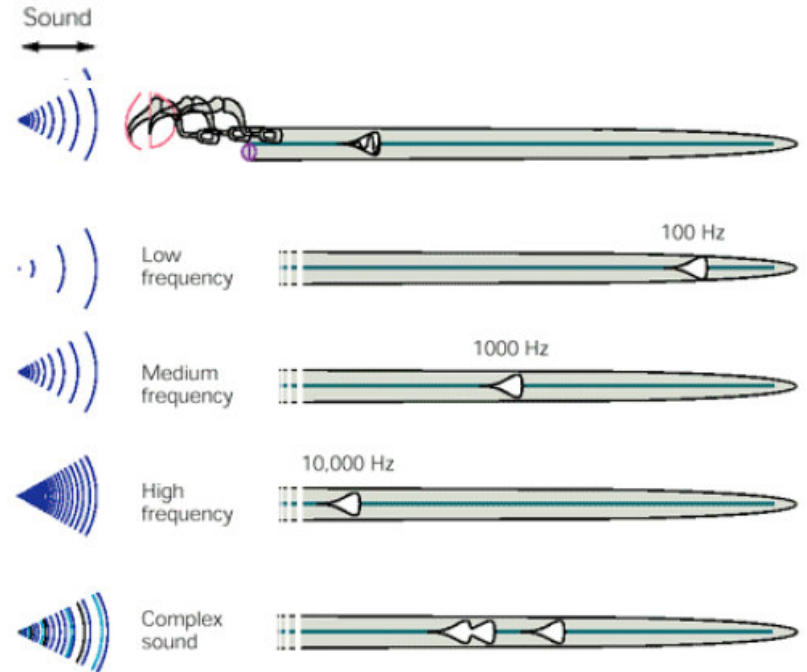
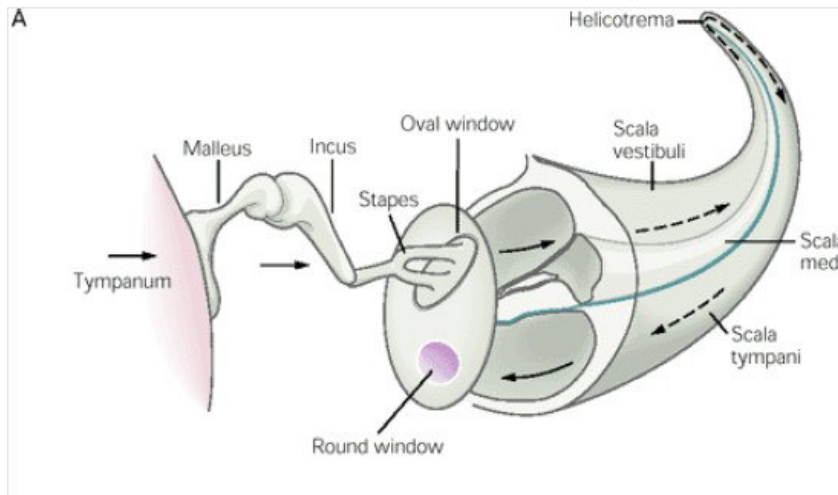
Vnitřní ucho

Převodění mechanického vlnění perilymfy na nervový signál



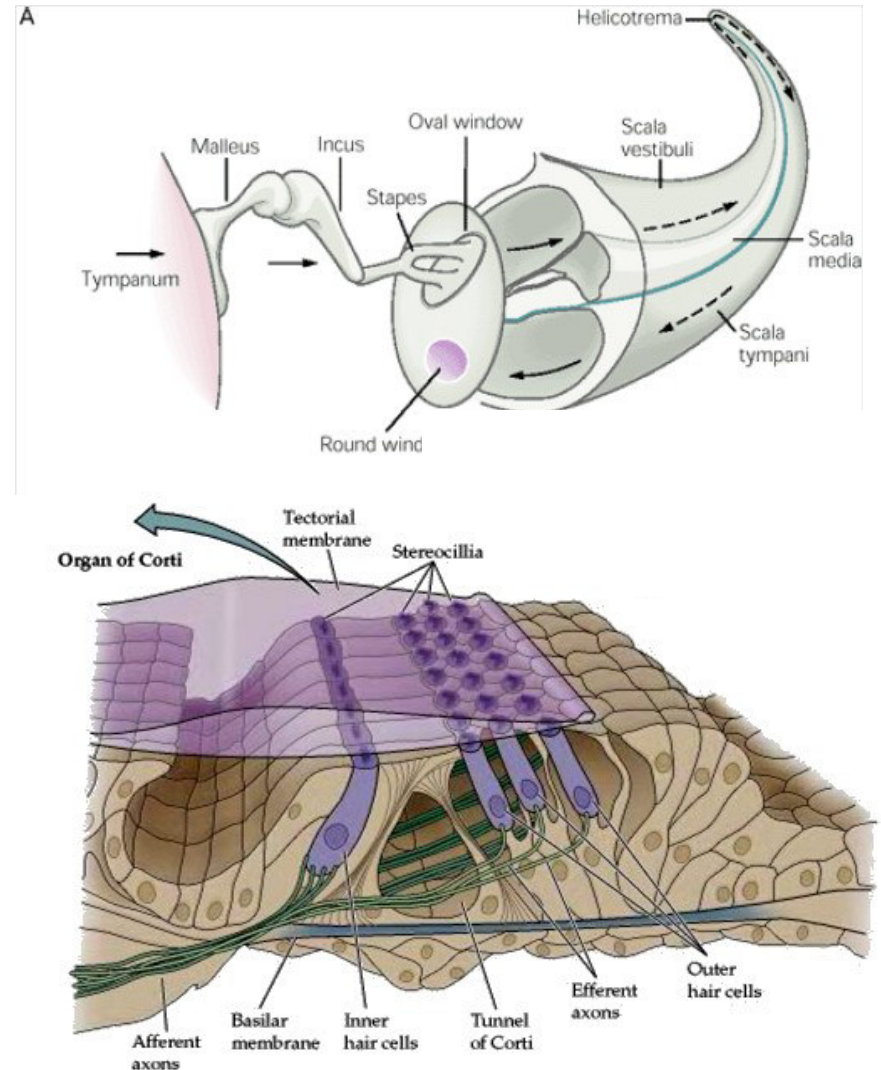
Tonotopické uspořádání

- Blízký konec
– vysoké frekvence
- Vzdálený konec
– nízké frekvence



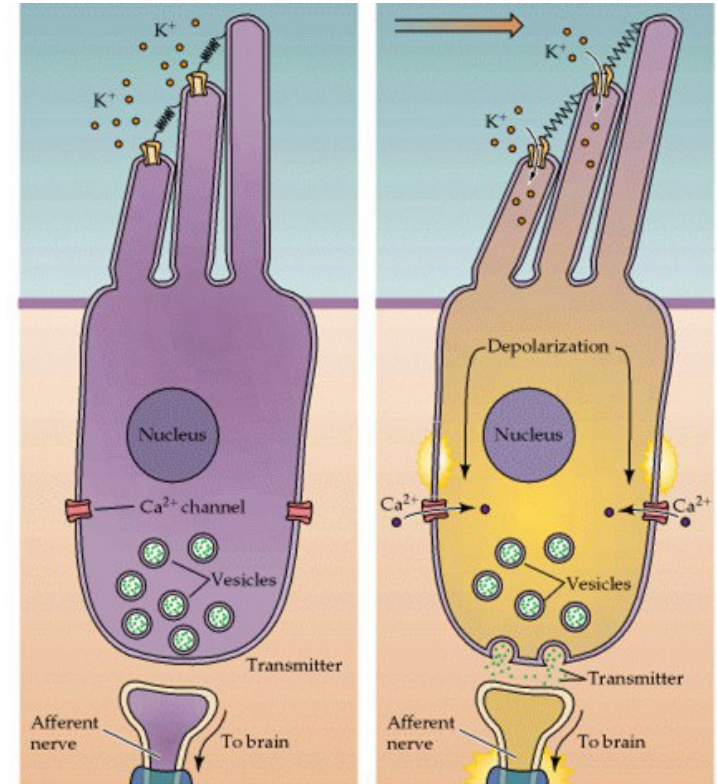
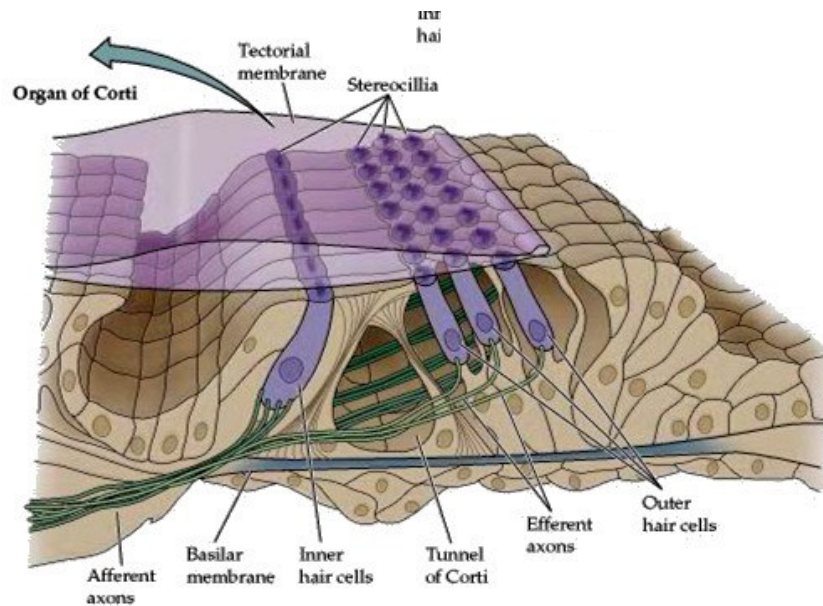
Cortiho orgán

- Vnitřní vláskové buňky
 - cca. 3 500
- Vnější vláskové buňky
 - cca. 12 000



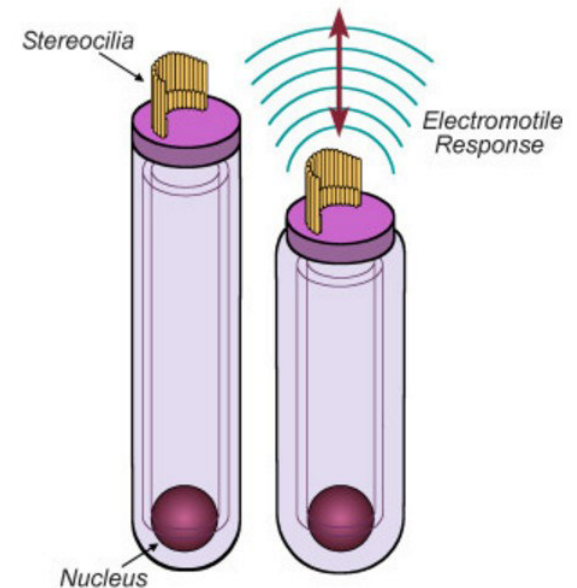
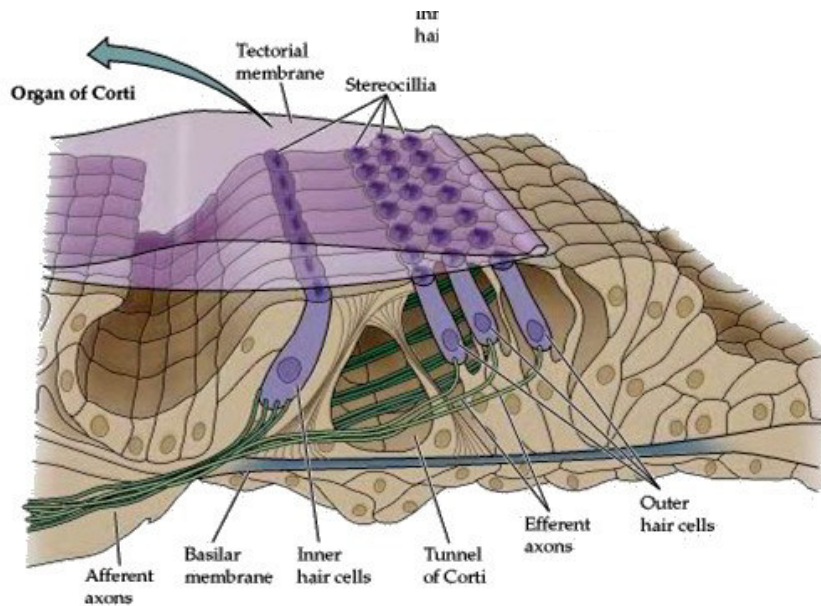
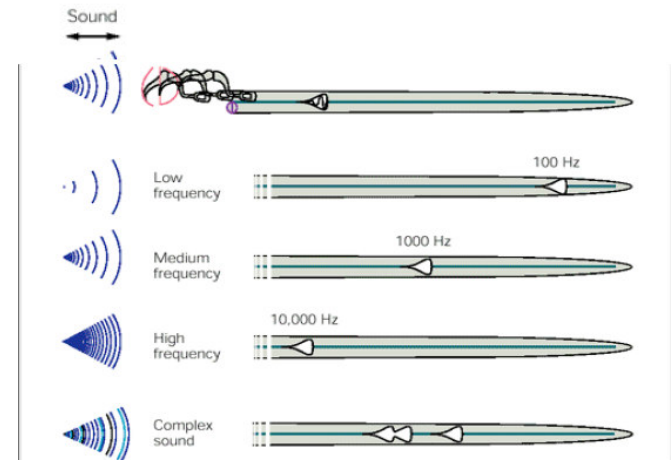
Vnitřní vláskové buňky

➤ Vlastní smyslové buňky



Vnější vláskové buňky

- Modulace signálu
 - ✓ Amplifikace signálu požadovaných frekvencí
- Počet roste směrem k apexu

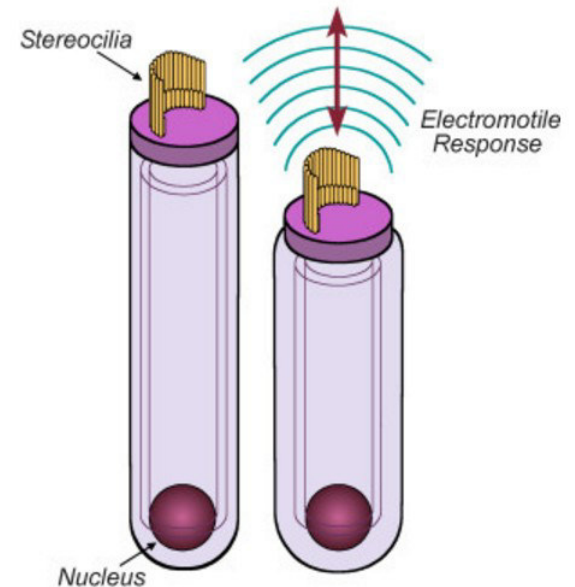
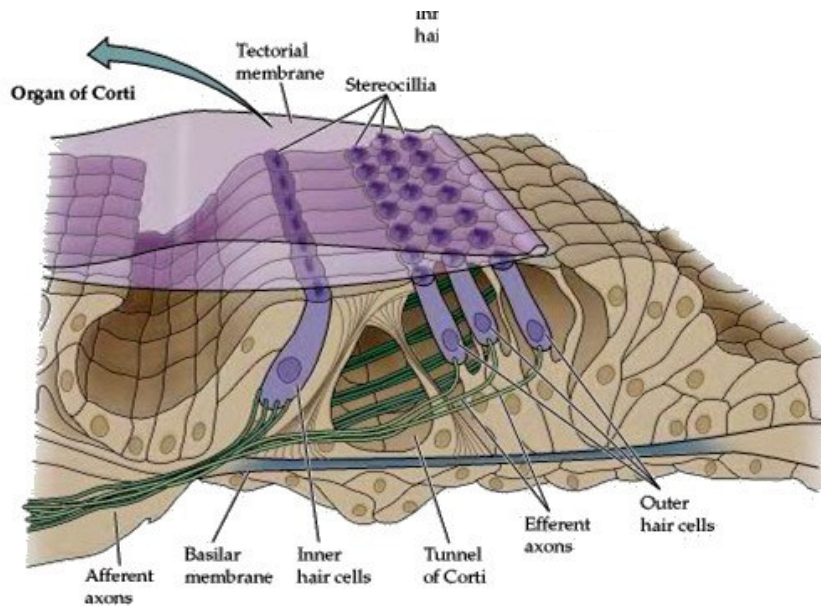


The Outer Hair Cell

Vnější vláskové buňky

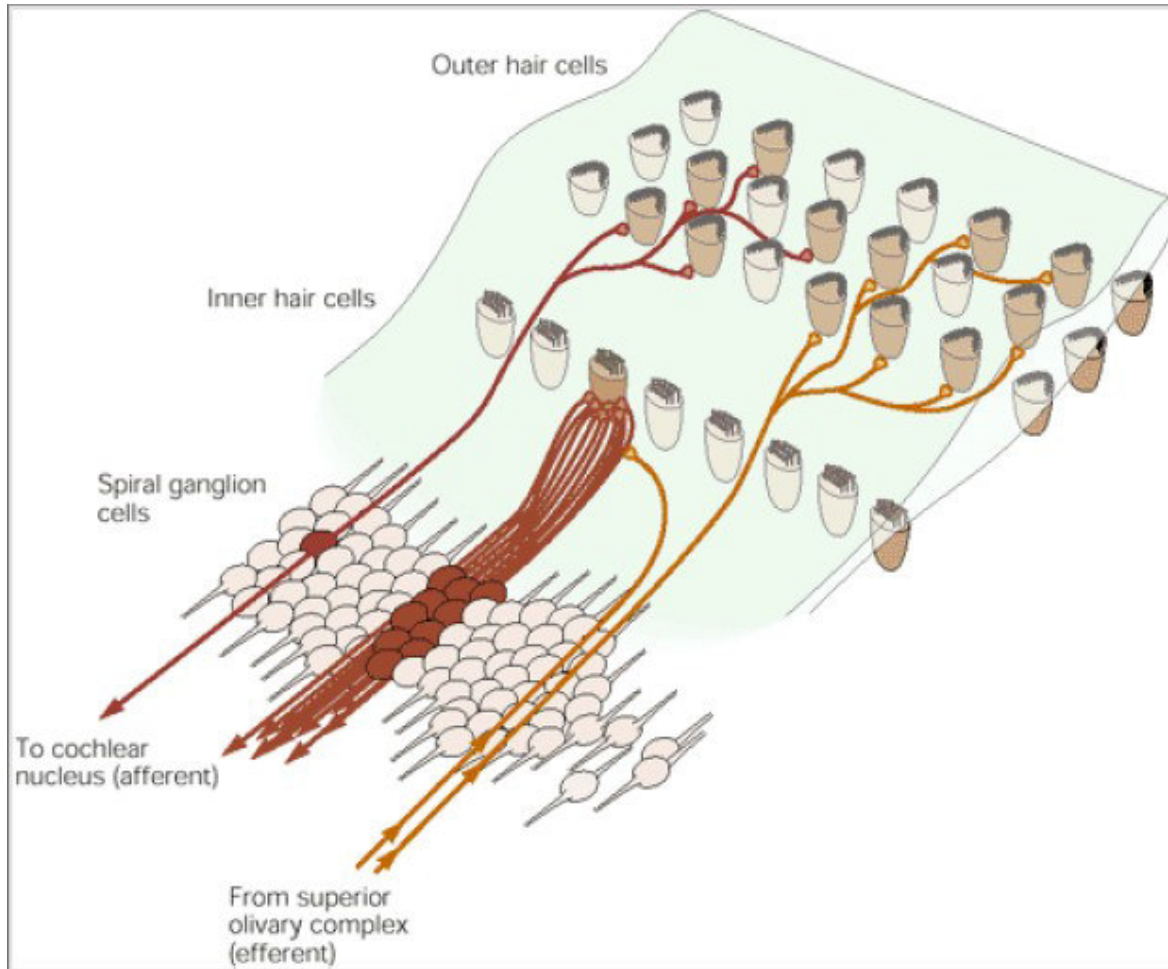
- Modulace signálu
 - ✓ Amplifikace signálu požadovaných frekvencí
- Počet roste směrem k apexu

Činnost detekovatelná
Otoakustické emise

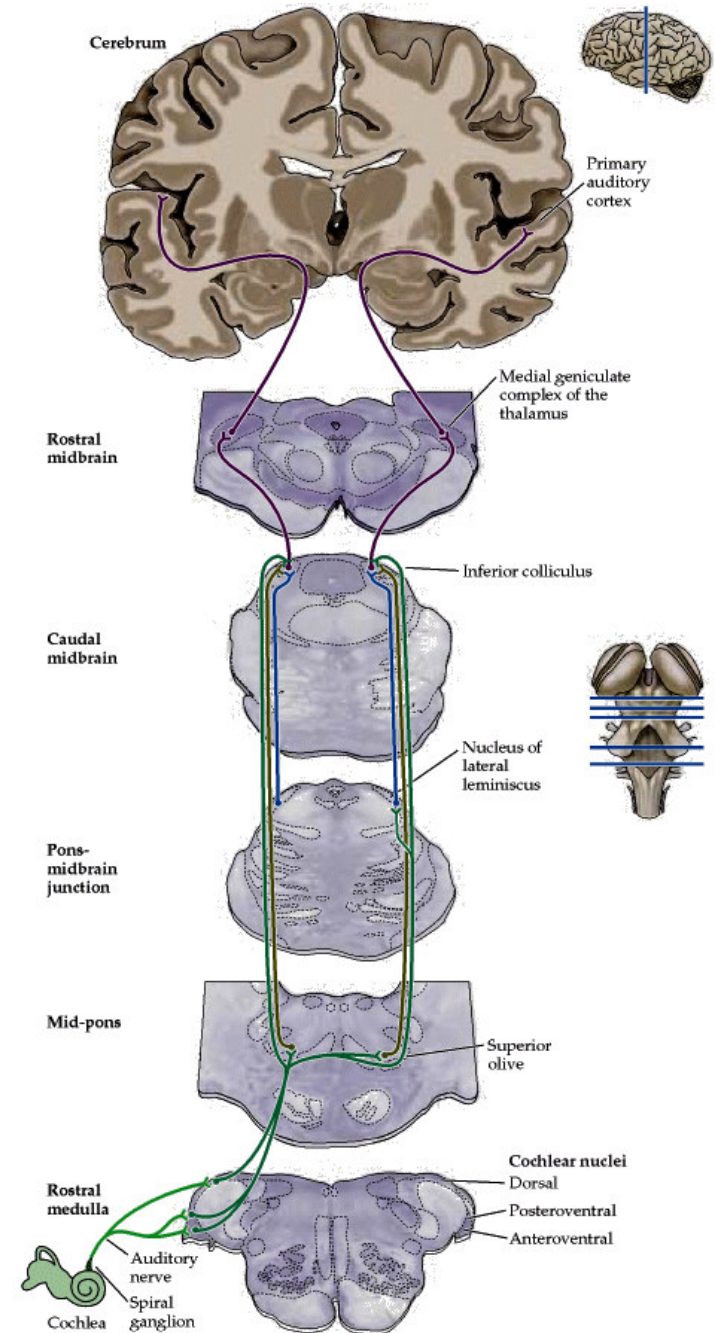


The Outer Hair Cell

Inervace Cortiho orgánu

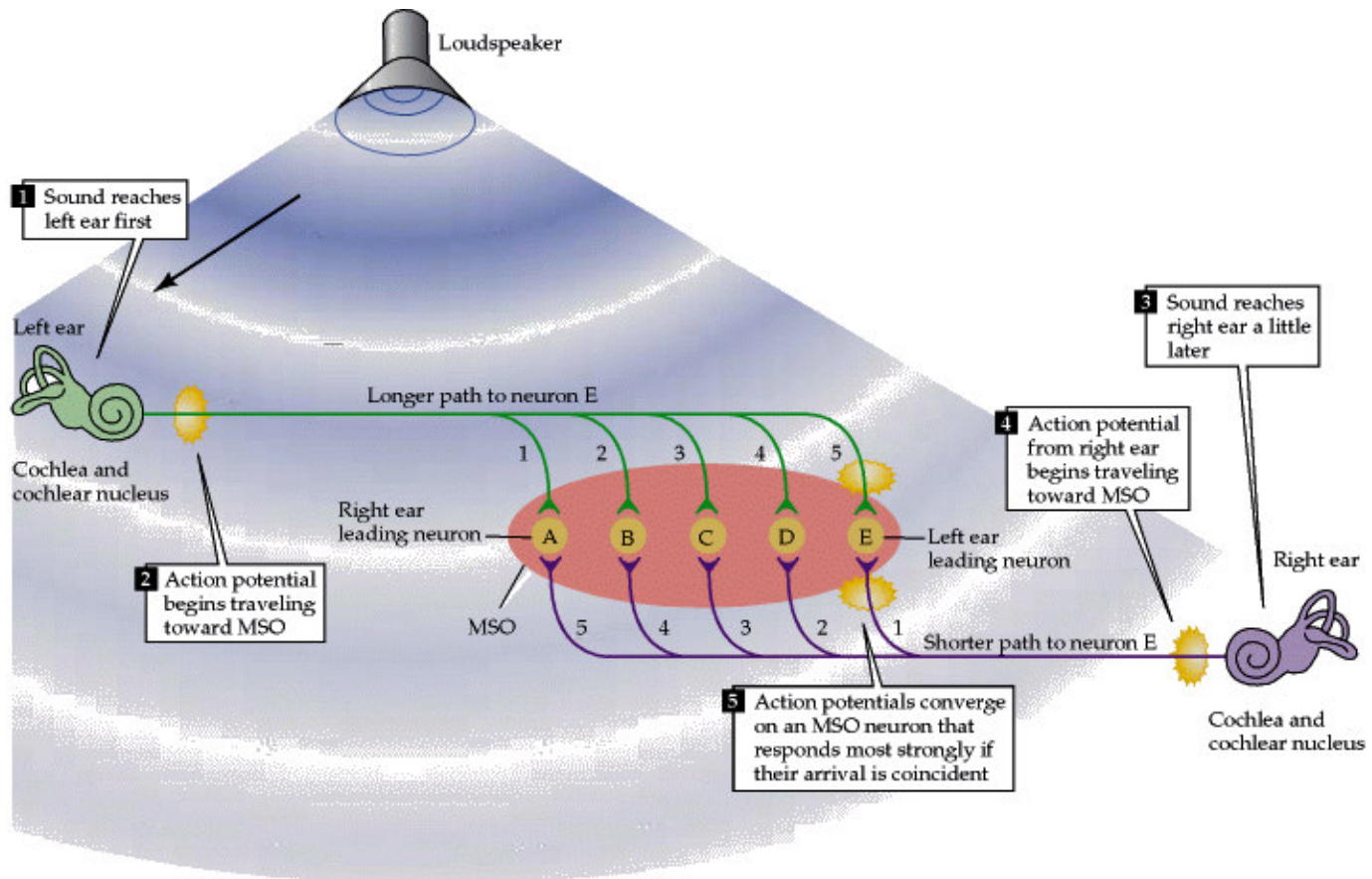


- Nucleus spiralis cochleae
- Nucleus cochlearis ventralis
 - Informace o intenzitě
 - Časová prodleva pro směrové slyšení
- Nucleus cochlearis dorsalis
 - Informace o výšce
- Olivární jádra
 - Analýza směru
 - Modulace (zvýšení) citlivosti zevních vláskových buňek
- Colliculi inferiores
 - Integrace informace z nižších struktur
 - Důležité centrum akustických reflexů
- N. corporis geniculati medialis
 - Thalamus
- Primární sluchový kortex



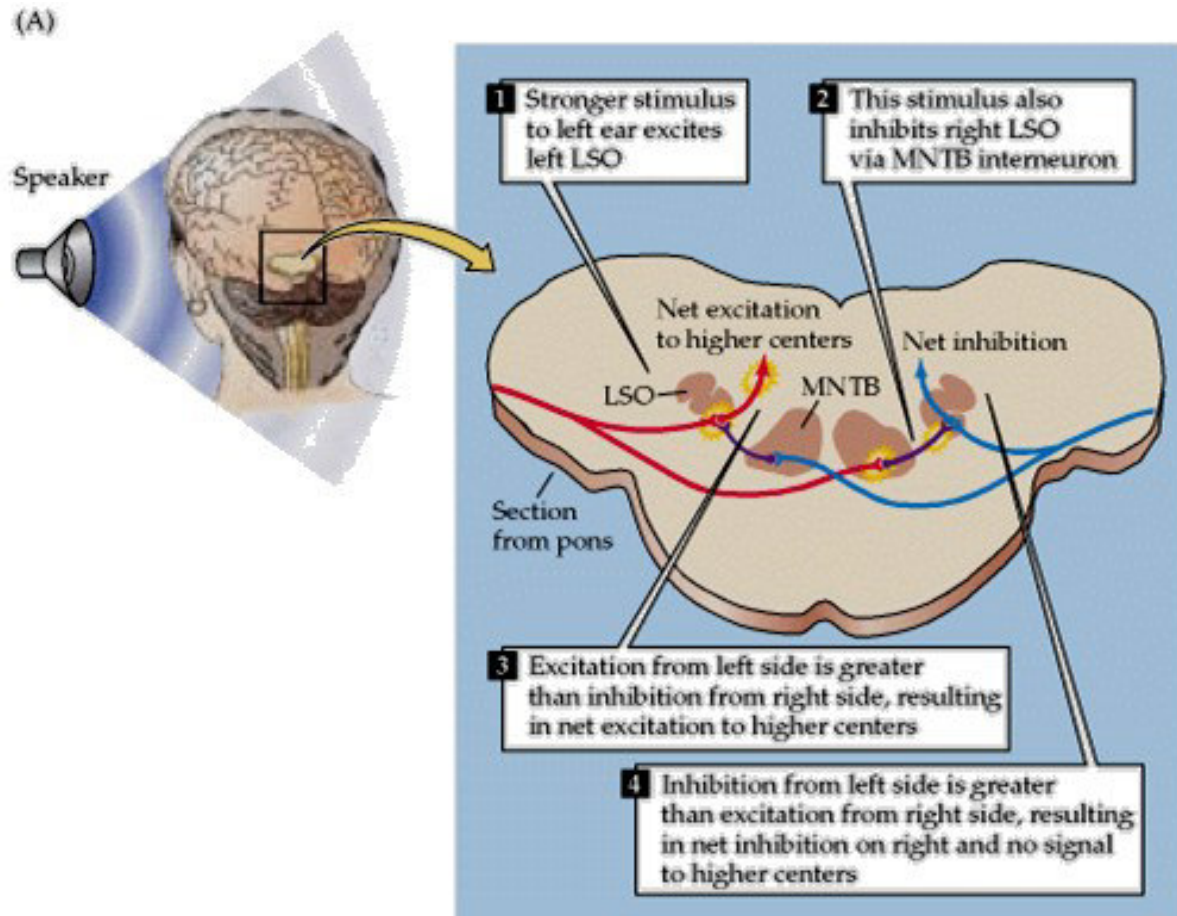
Nucleus olivaris superior medialis

Lokalizace zvuku na základě analýzy časového zpoždění

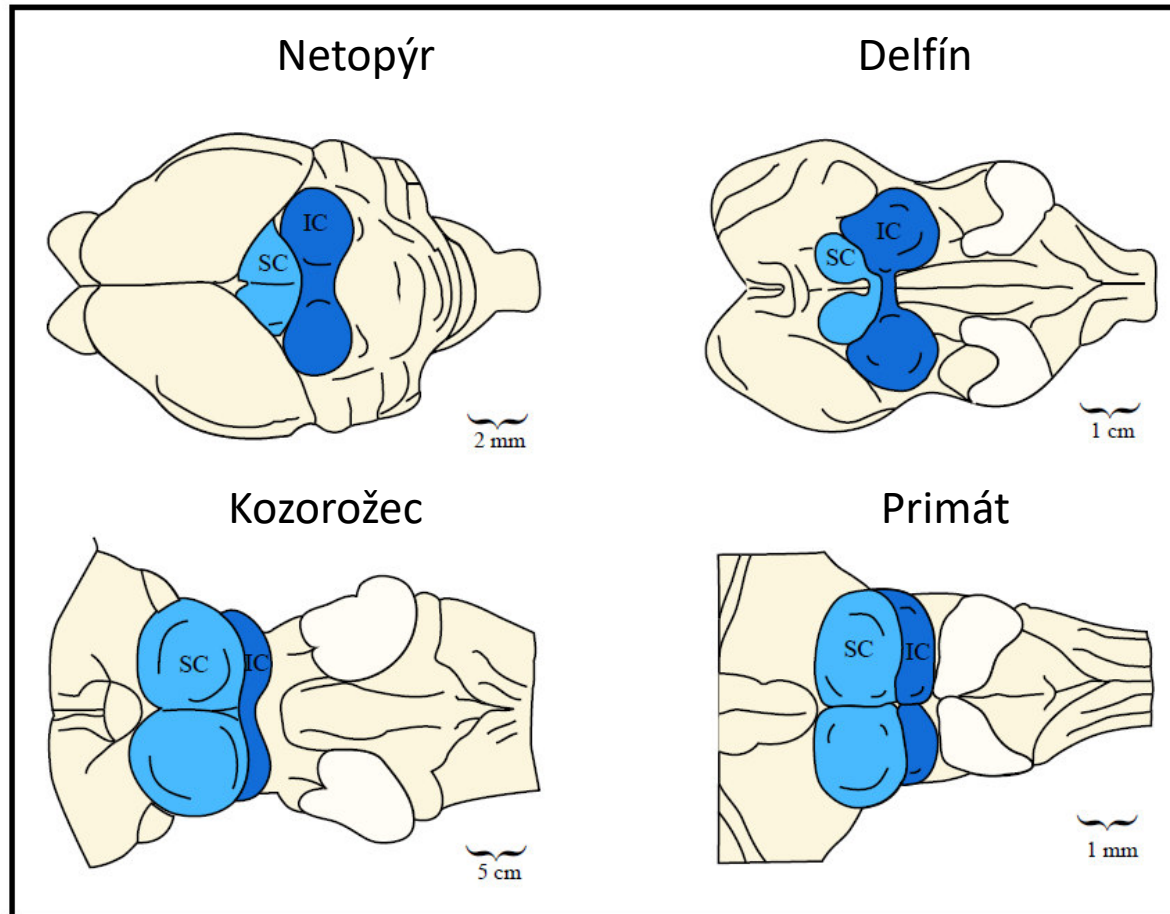


Nucleus olivaris superior lateralis

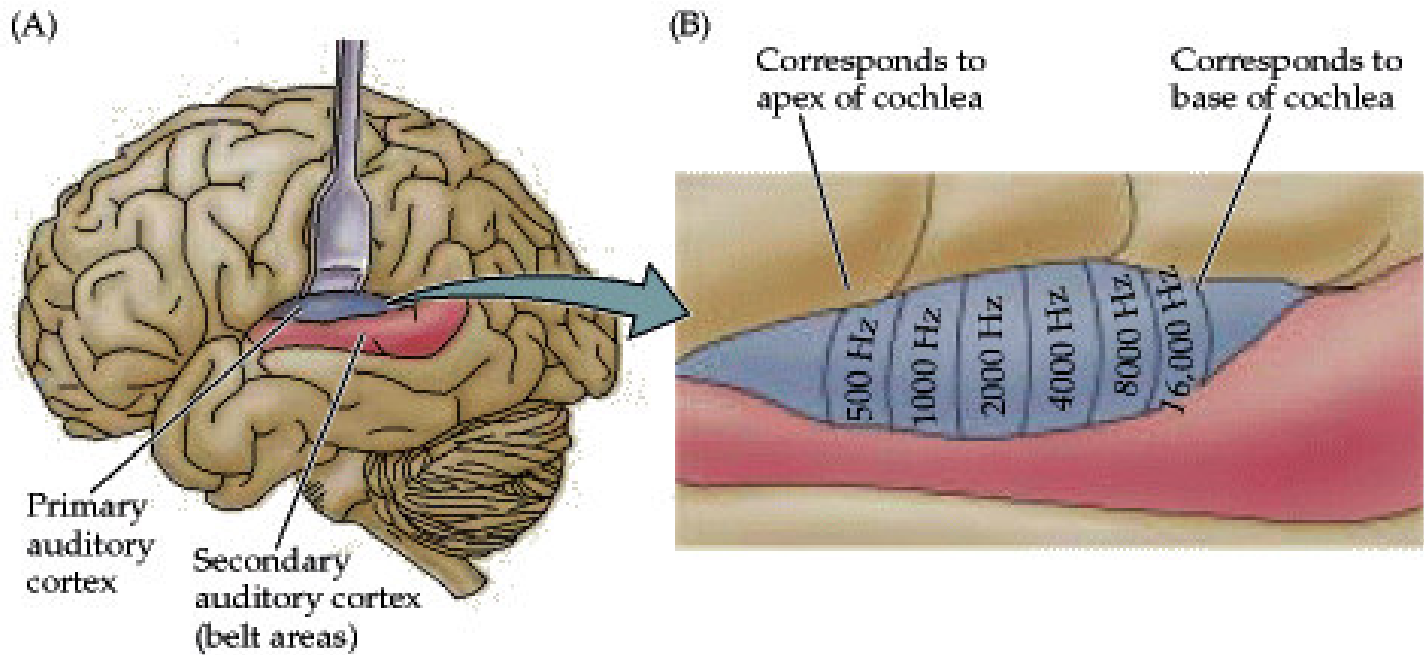
Lokalizace zvuku na základě analýzy intenzity



Colliculi inferiores u různých živočichů

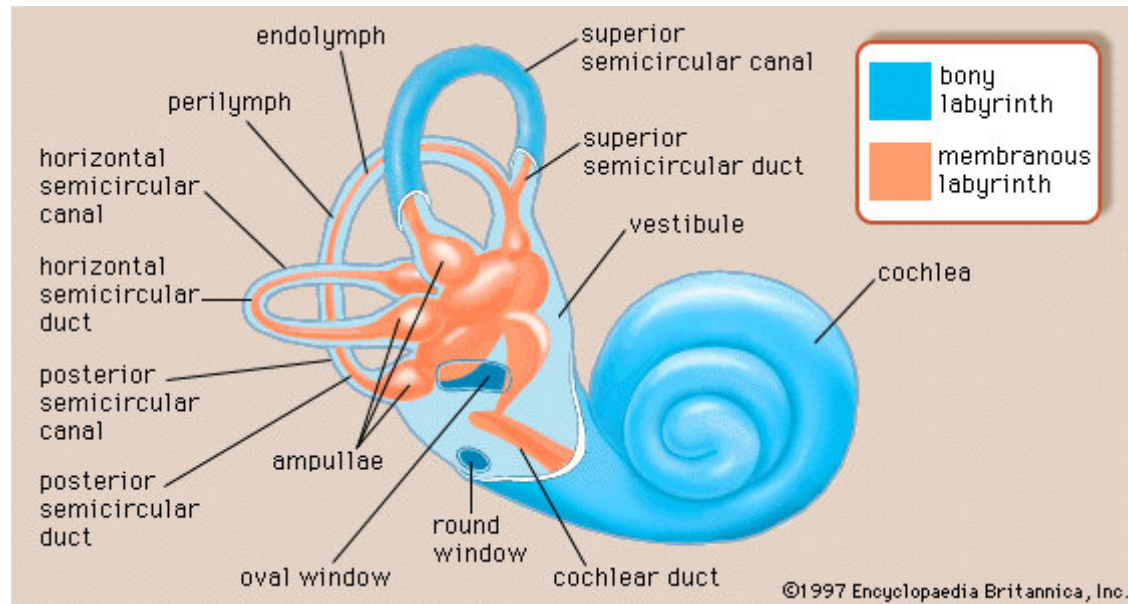


Sluchový kortex



Vestibulární systém

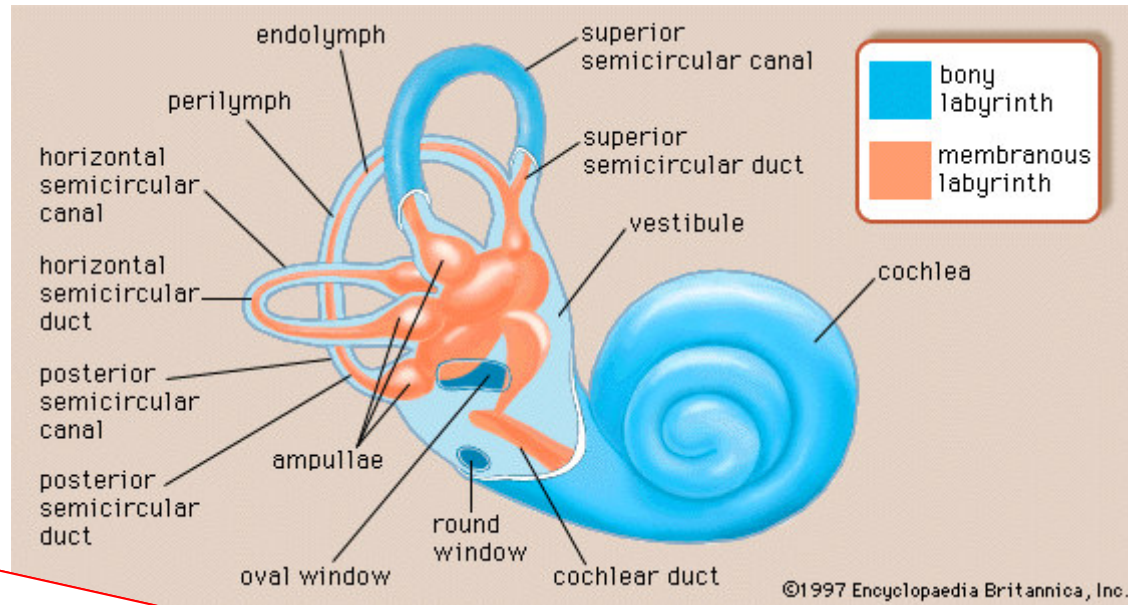
- Anatomická lokalizace
- Vlásokové buňky
- Informace o poloze
- Informace o zrychlení
 - Lineárním
 - Úhlovém



<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Vestibulární systém

- Anatomická lokalizace
- Vlásokové buňky
- Informace o poloze
- Informace o zrychlení
 - Lineárním
 - Úhlovém

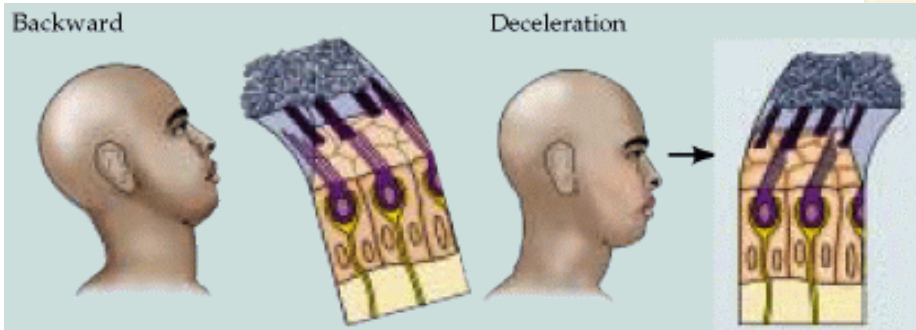
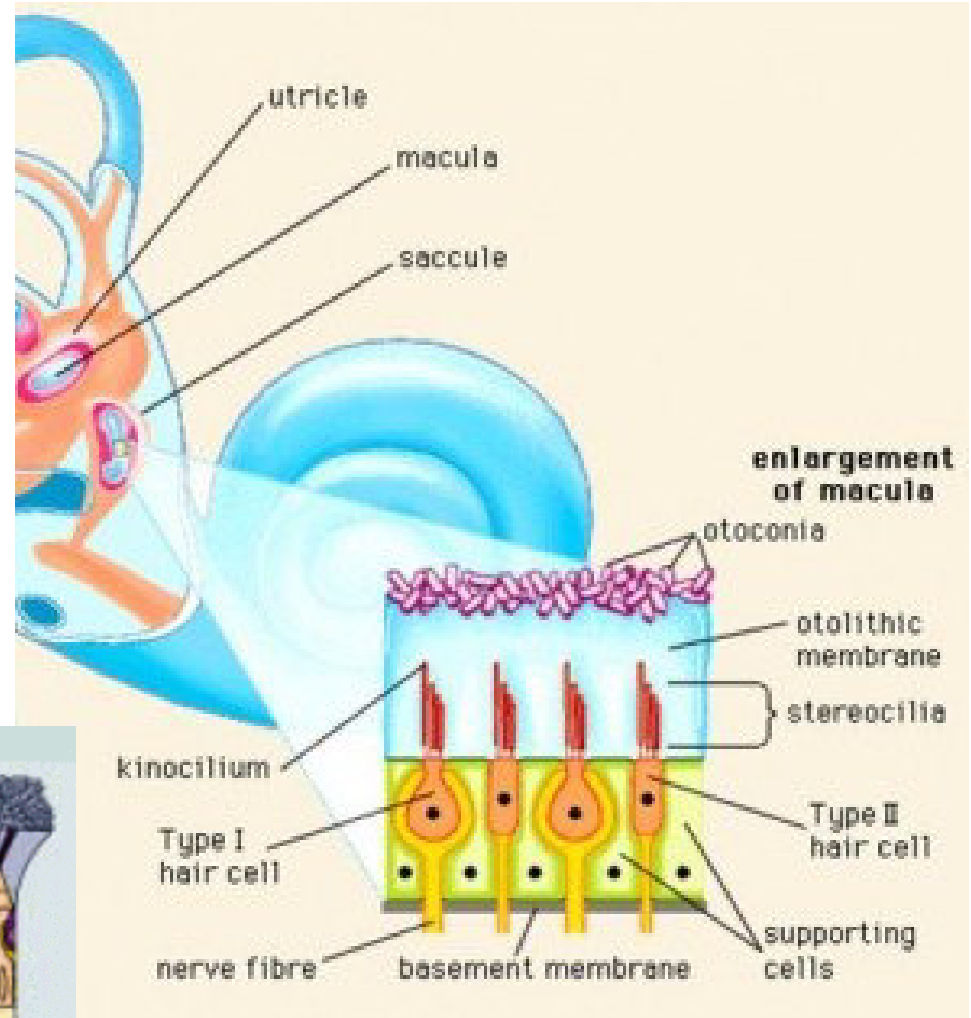


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Udržování rovnováhy
Modifikace svalového tonu
„Udržování rovnováhy“ pohledu
Vestibulookulární reflexy (VOR)

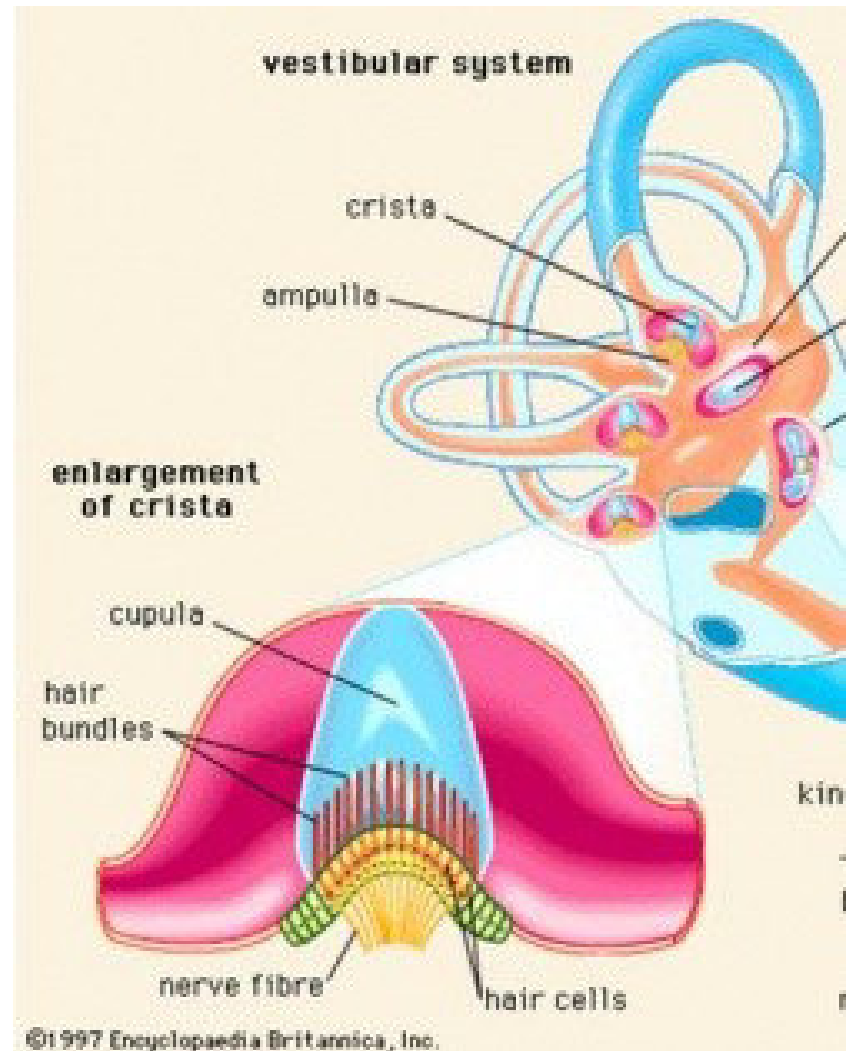
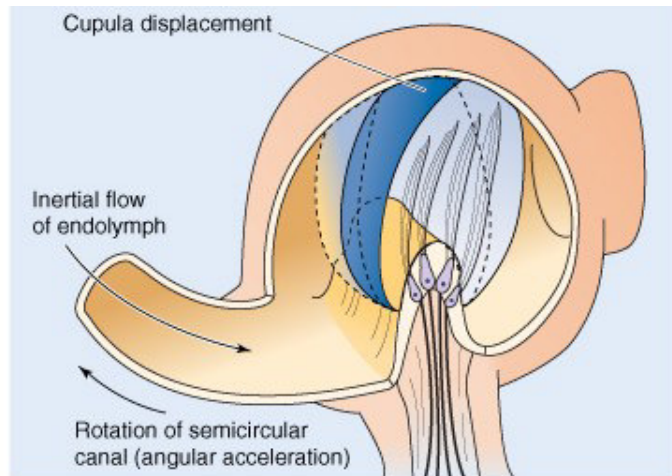
Informace o poloze a lineárním zrychlení

- Macula
 - Krystalky CaCO_3
- Utriculus
 - Macula horizontálně
- Sacculus
 - Macula vertikálně



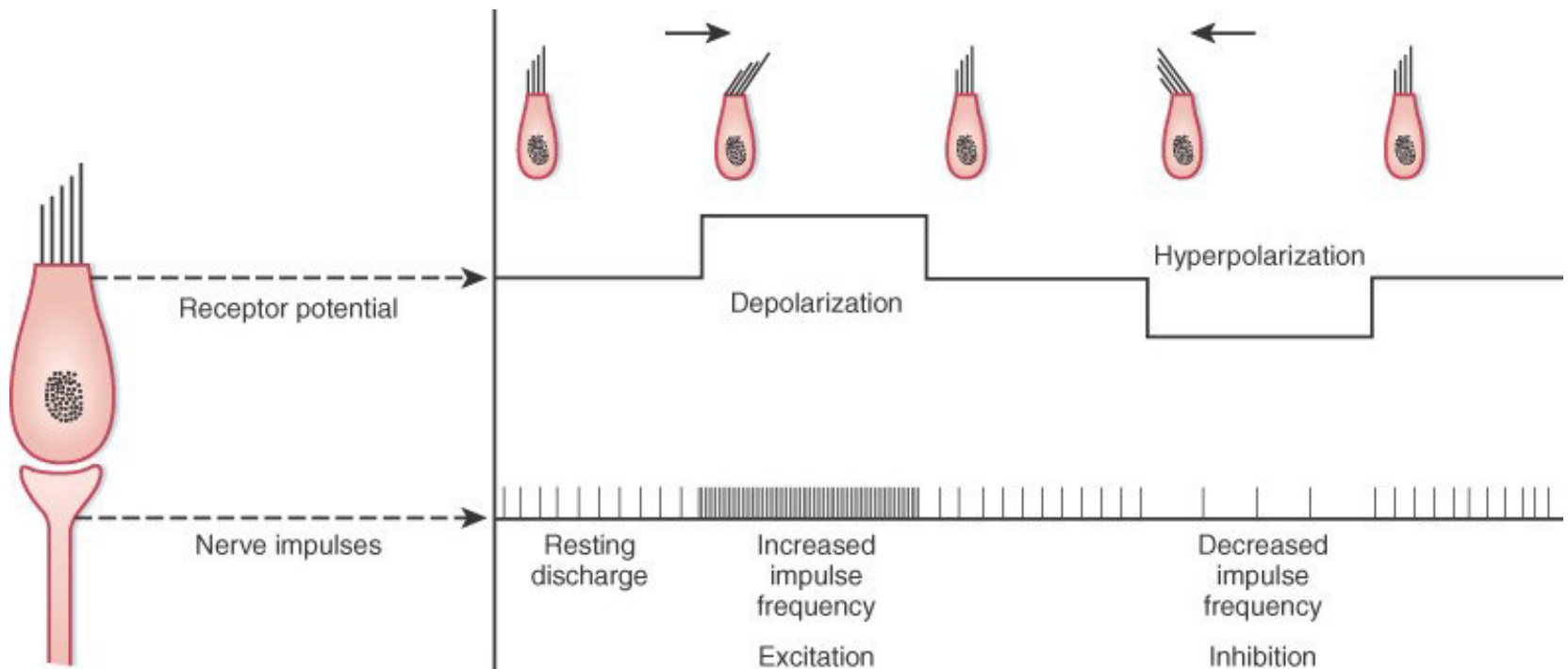
Informace o úhlovém zrychlení

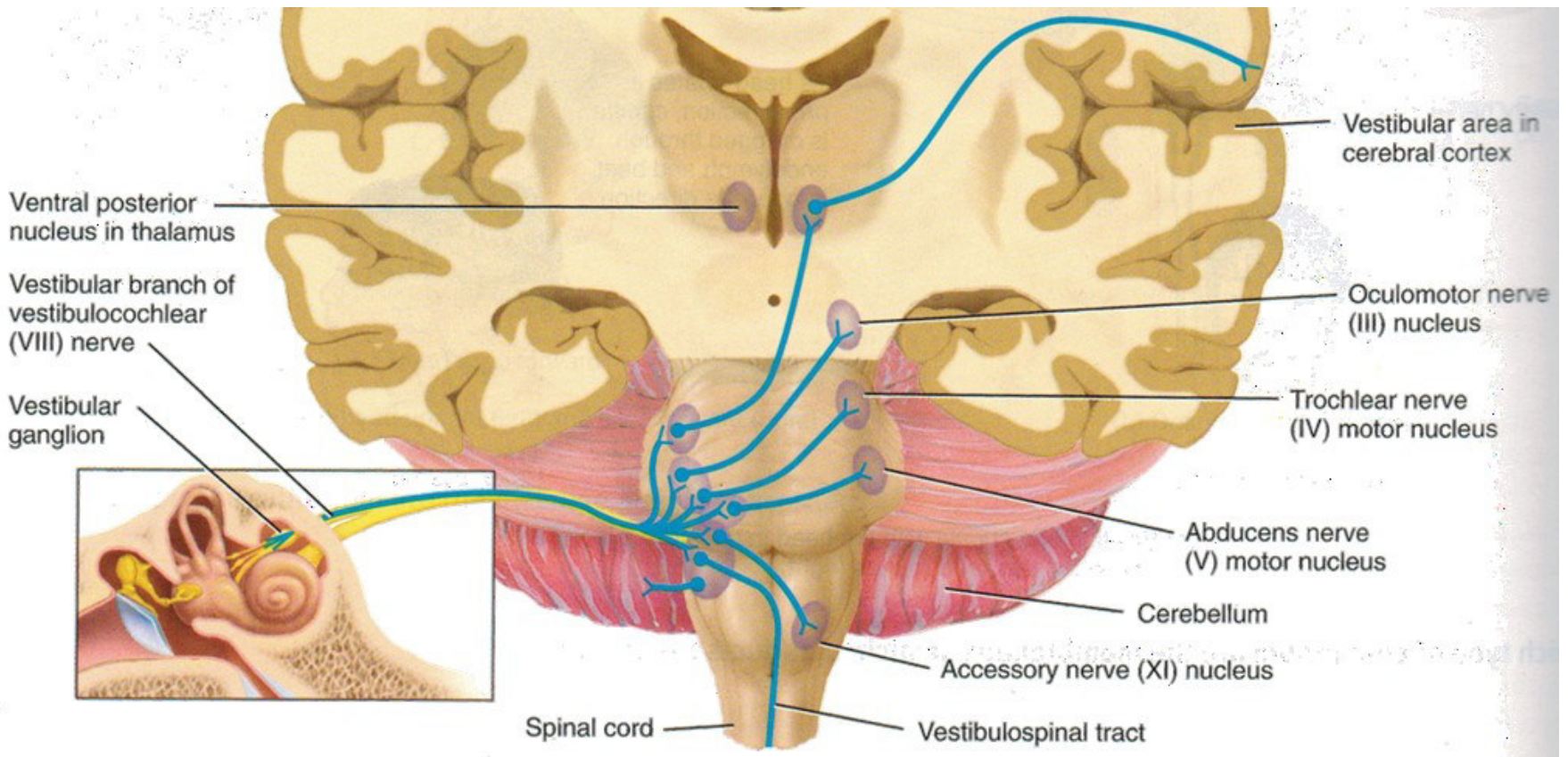
- Ampulla
- Semicirkulární kanálky
 - Horní
 - Horizontální
 - Zadní



Mechanismus

- Ohnutí směrem k dominantní kinocilii
 - otevření mechanicky aktivovaných K^+ kanálů –depolarizace
- Ohnutí směrem od dominantní kinocilie
 - uzavření leak kanálů - hyperpolarizace





Vestibulární jádra

Integrace vestibulárních, vizuálních a somatosenzorických informací

Projekce

- Mozeček
- Okulomotorická jádra
- Jádro n. Accessorius – krční svaly
- Thalamus - kůra