

M U N I

M E D

**MUNI**  
**MED**

**8**

# **Sluch a rovnováha**

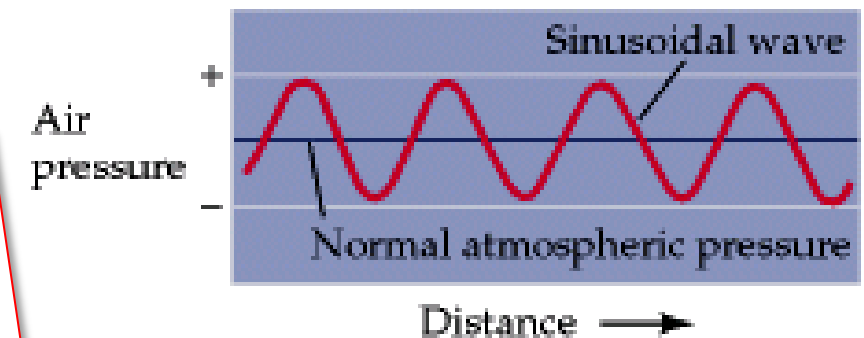
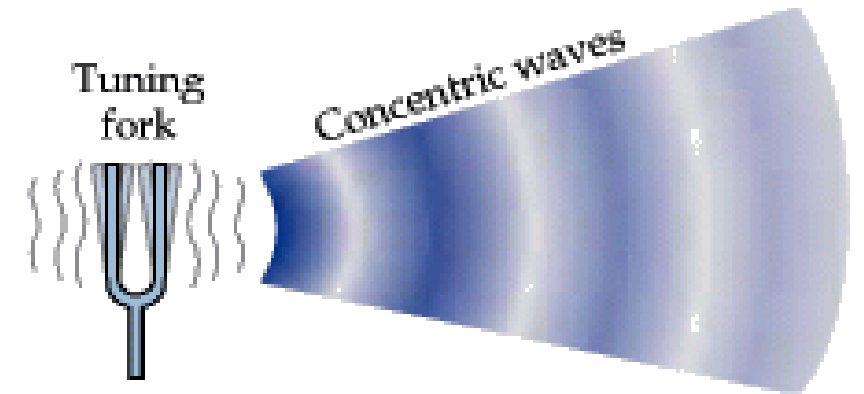
# Sluchový systém

- 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

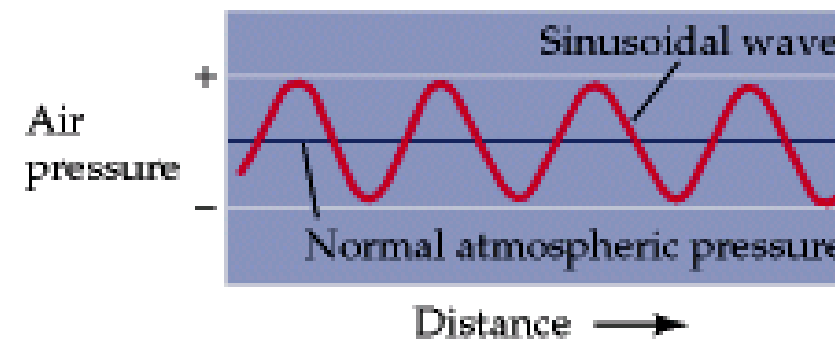
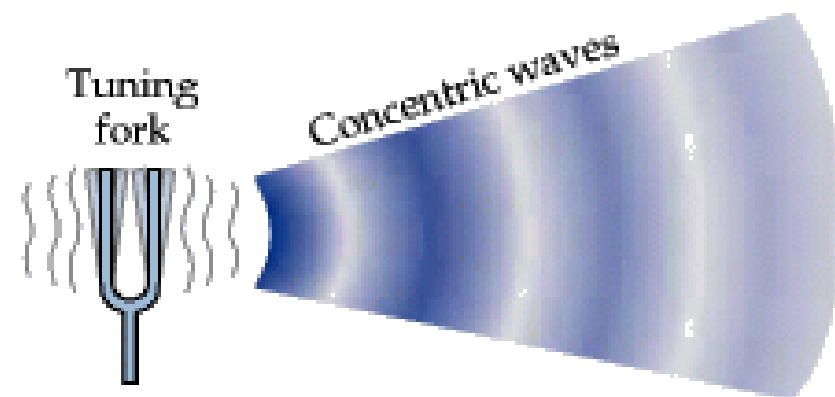
**Zvuk je mechanické vlnění pružného prostředí s frekvencí v mezích slyšitelnosti**



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

# Zvuk

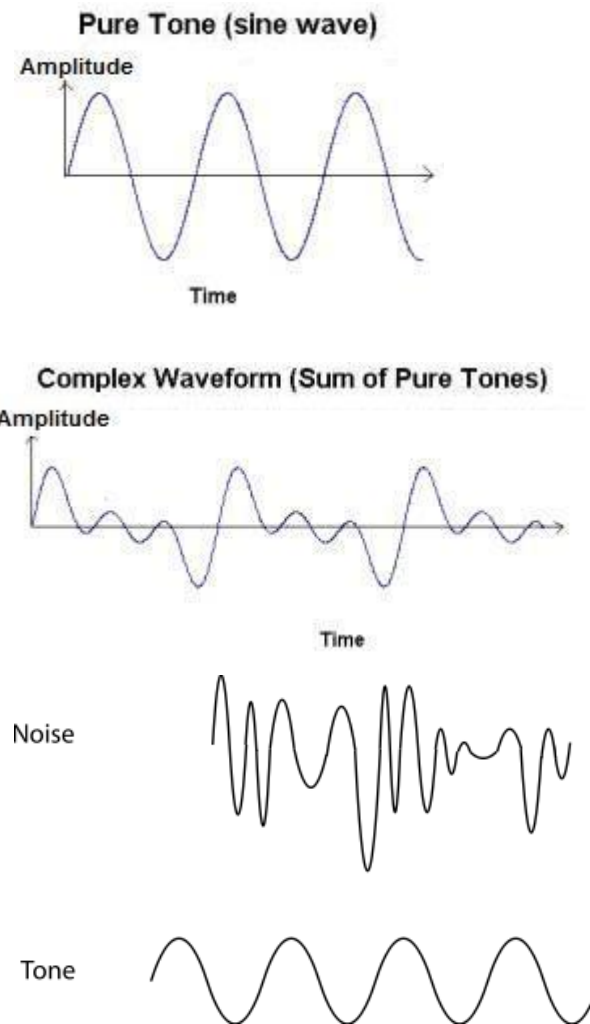
- Vibrace pružného prostředí (vzduch/voda) působením pevného objektu
- Charakteristiky vlnění
  - Frekvence – výška tónu
  - Amplituda – intenzita
  - Barva – dána zastoupením harmonických kmitočtů
- Jednoduchý zvuk
- Složený zvuk



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

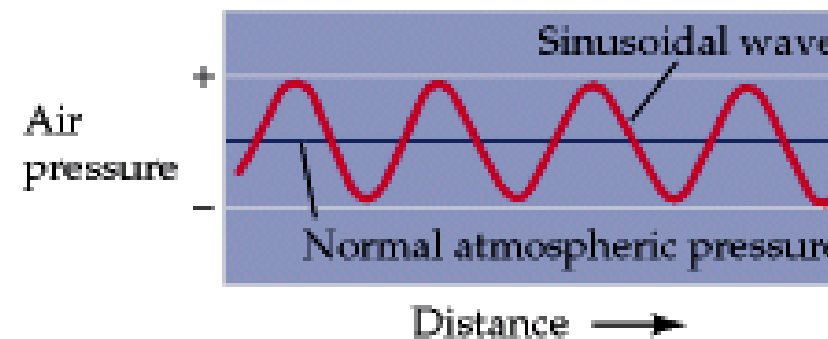
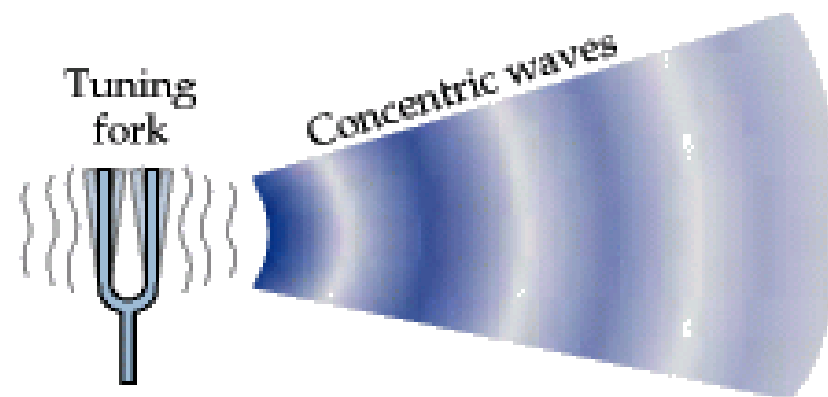
# Zvuk

- Jednoduchý (čistý)
- Složený
  - Hudební
    - periodický
  - Nehudební (hluk, šum)
    - neperiodický



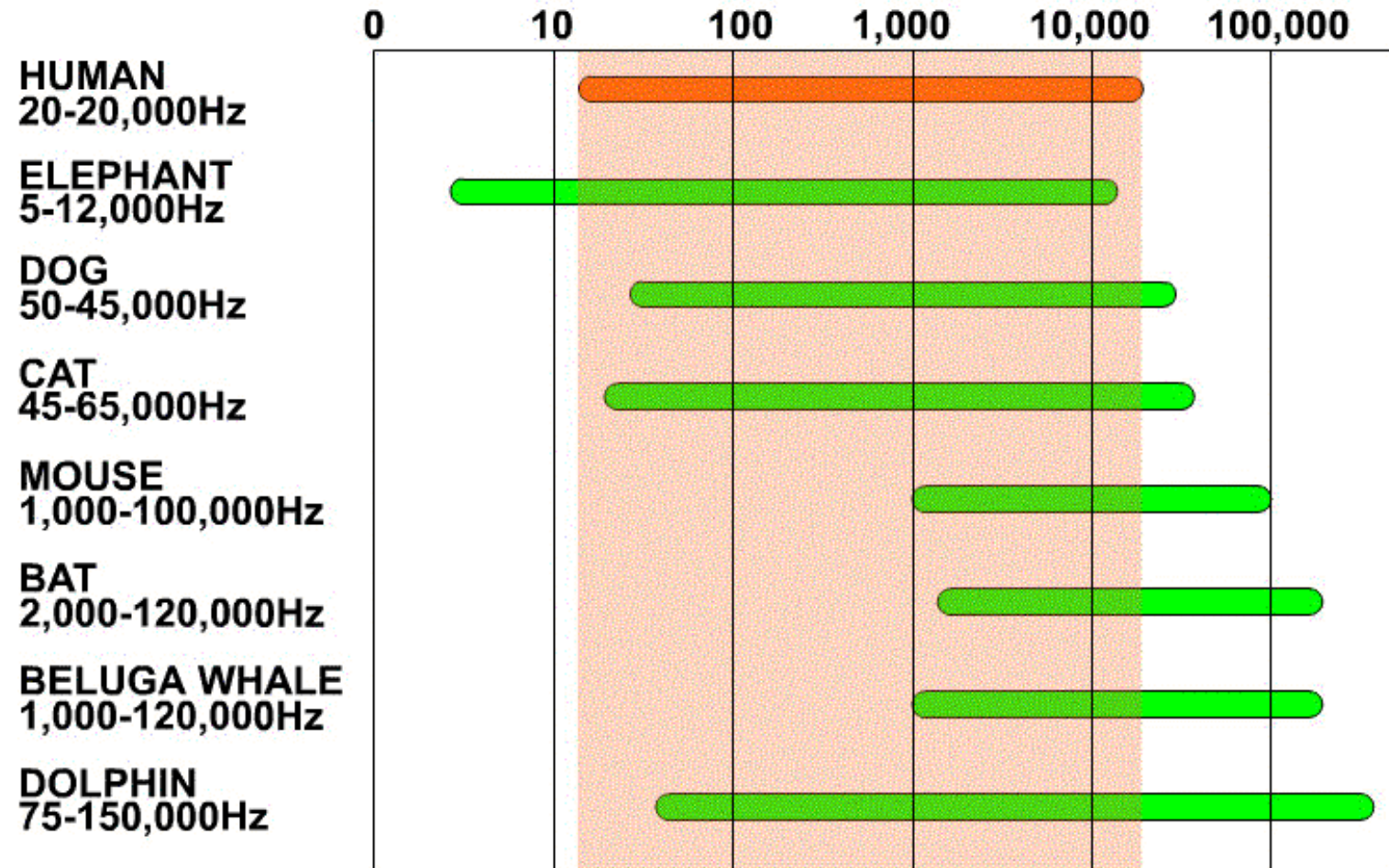
<http://www.earmaster.com/music-theory-online/ch03/chapter-3-2.html>

[http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics\\_info/sound\\_synthesis/](http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics_info/sound_synthesis/)



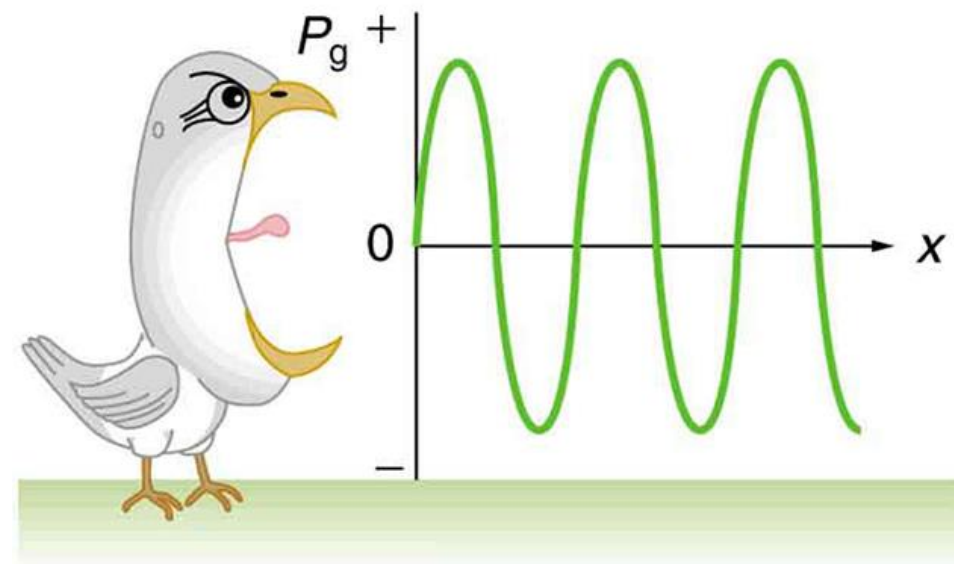
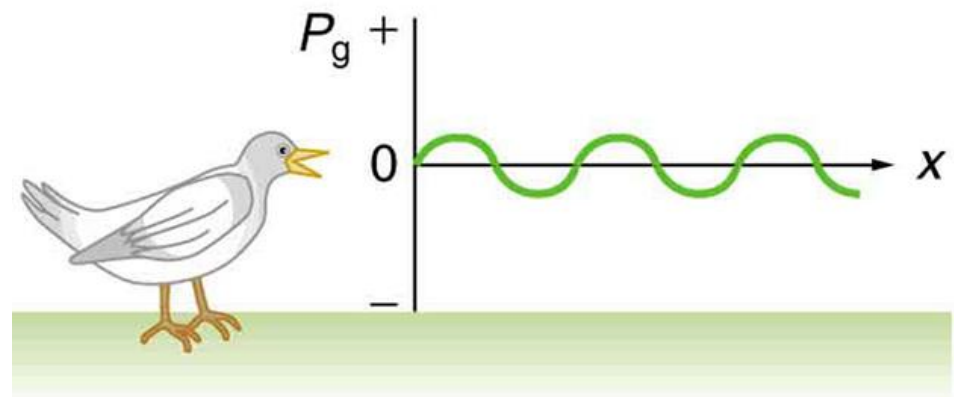
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

# Slyšitelné spektrum



# Intenzita a hlasitost zvuku

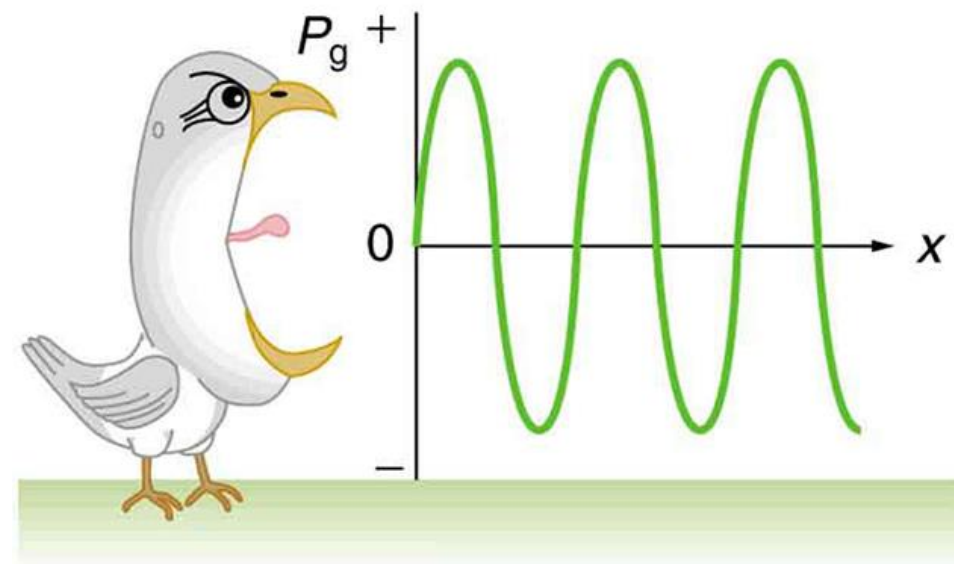
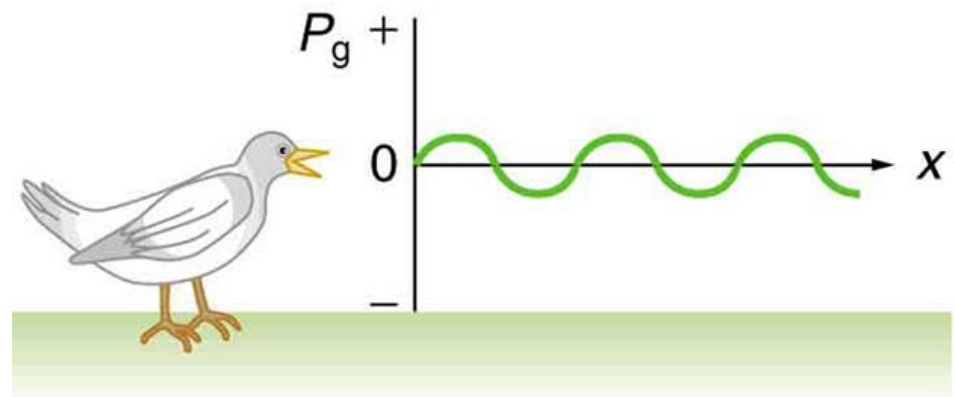
- Intenzita zvuku
  - Dána amplitudou
  - Šepot – 20 dB
  - Mluvené slovo - 65 dB
  - Tryskový motor – 100 dB
  - Práh bolesti – 120 dB





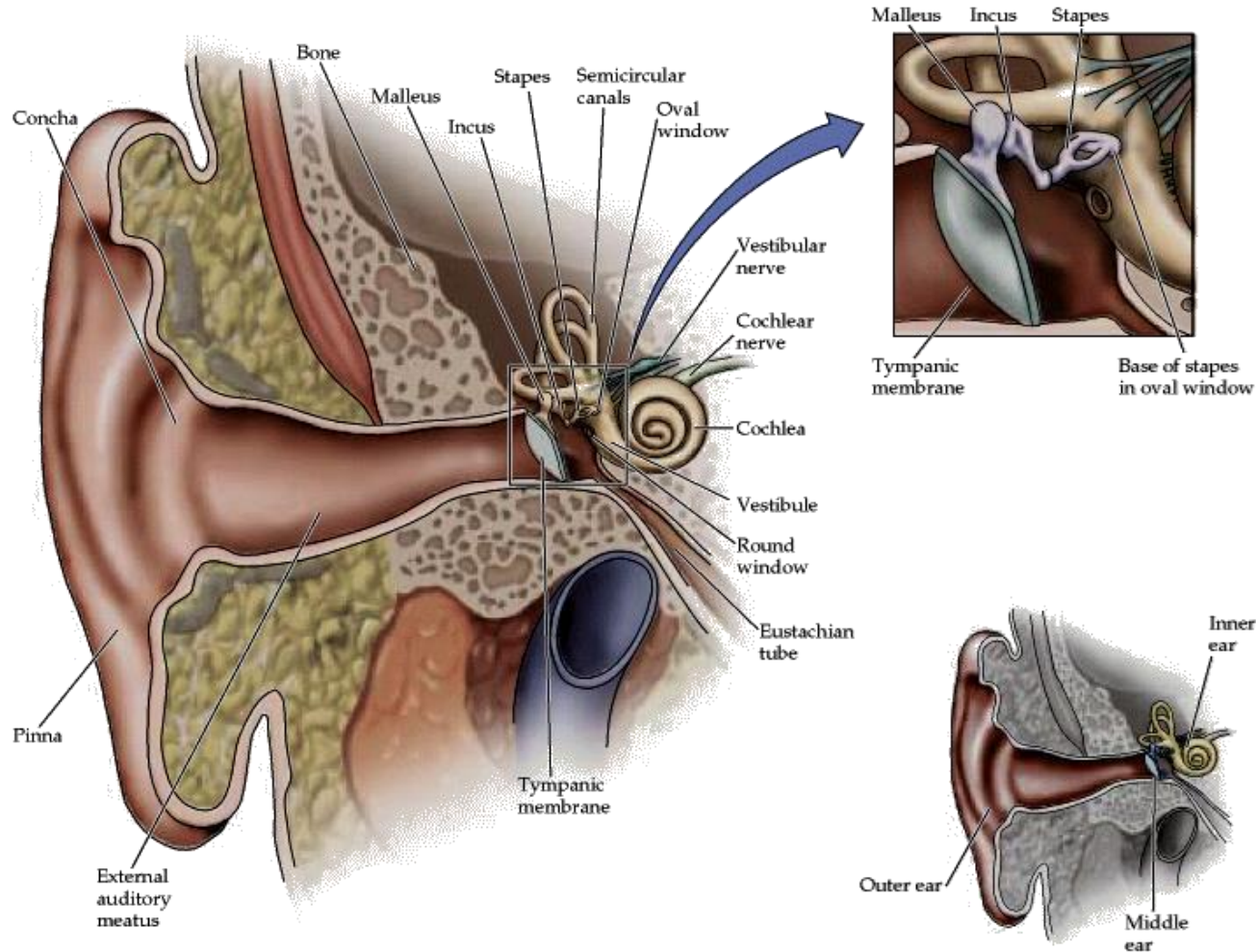
# Intenzita a hlasitost zvuku

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



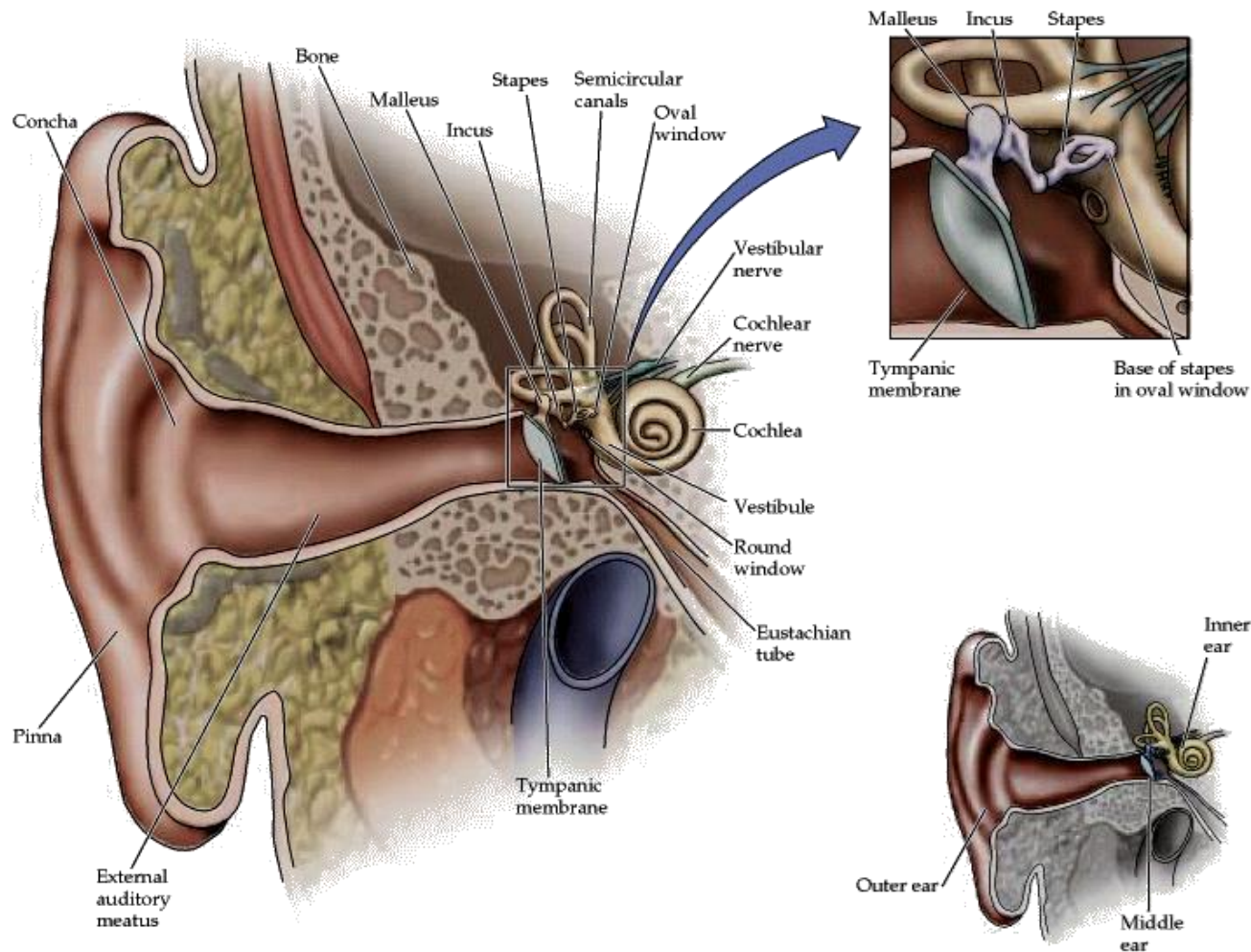
# Zevní ucho

- ✓ Převedení akustického signálu ve vnějším prostředí na bubínek



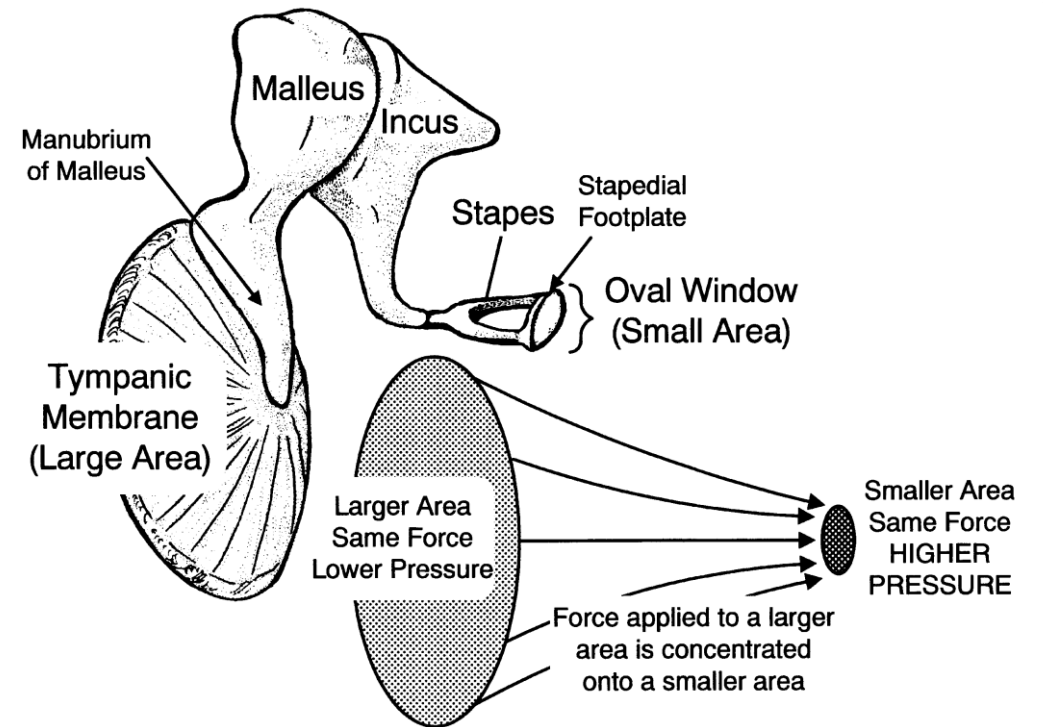
# Střední ucho

- ✓ Převod signálu z bubínku na oválné okénko a endolymfu - osikulární vedení, kostní vedení



# Střední ucho

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

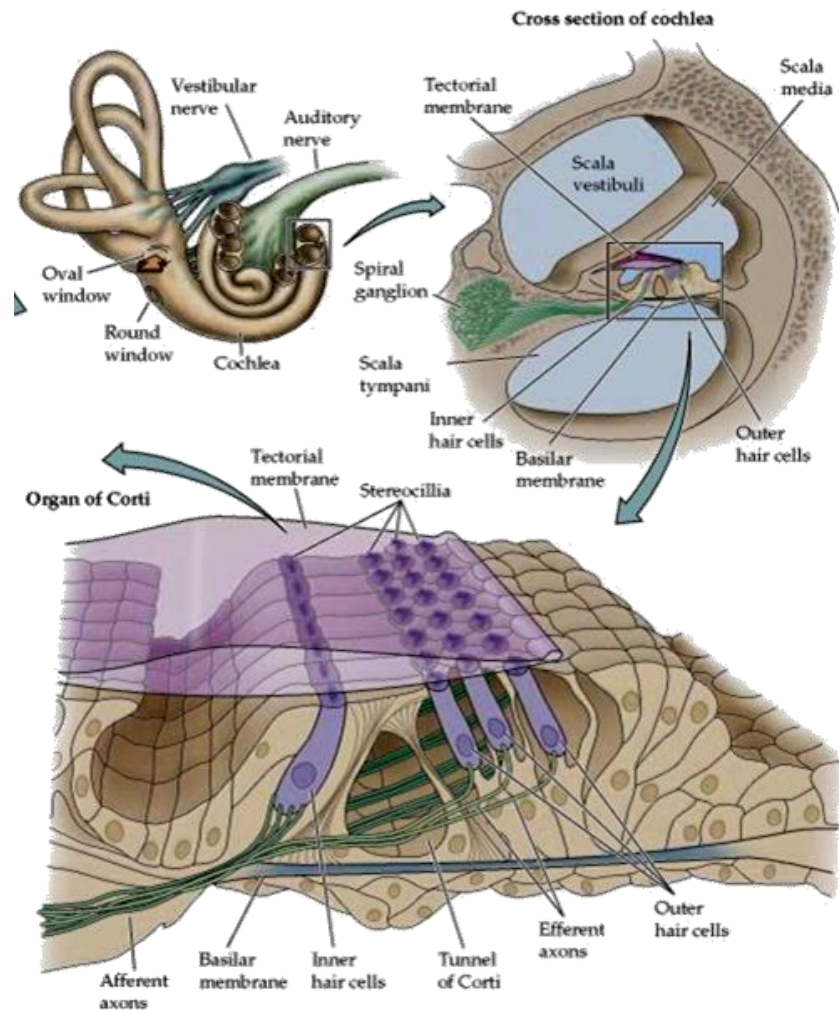


<http://slideplayer.com/slide/3433153/>



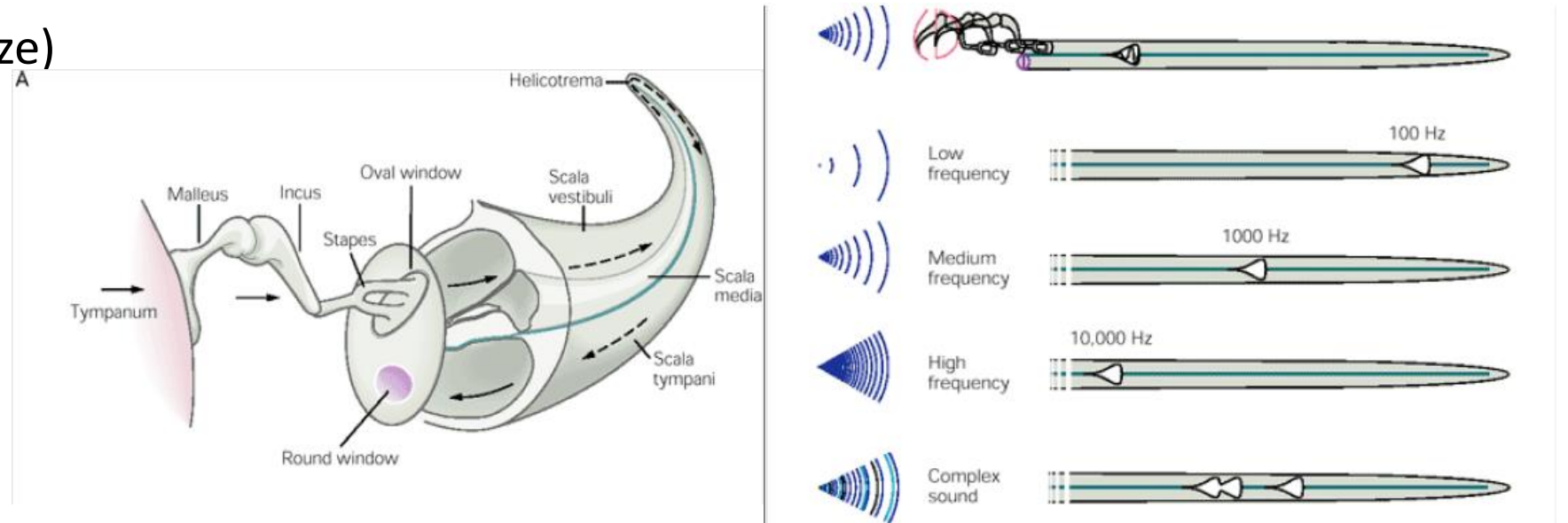
# Vnitřní ucho

- ✓ Převodění mechanického vlnění endolymfy na nervový signál



# Tonotopické uspořádání

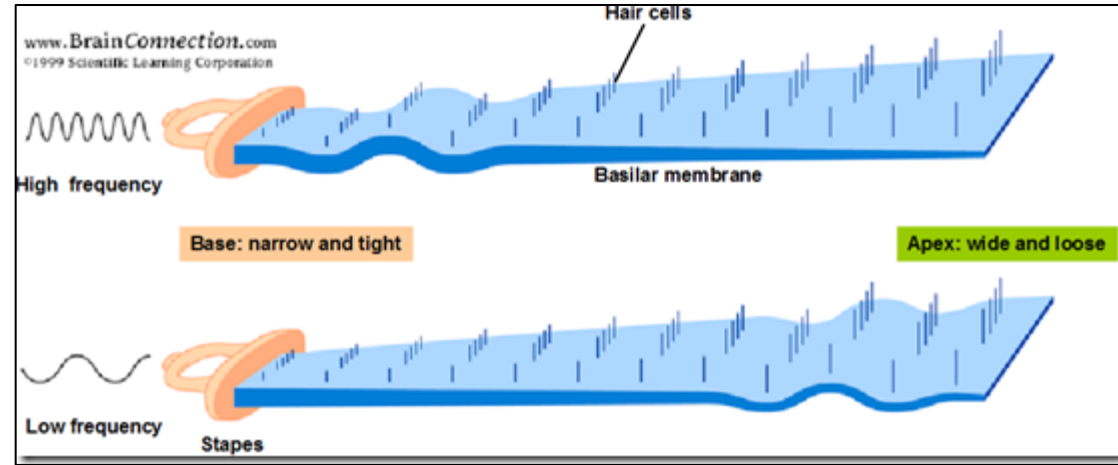
- Proximální konec (baze)  
– vysoké frekvence
- Distální konec (apex)  
– nízké frekvence



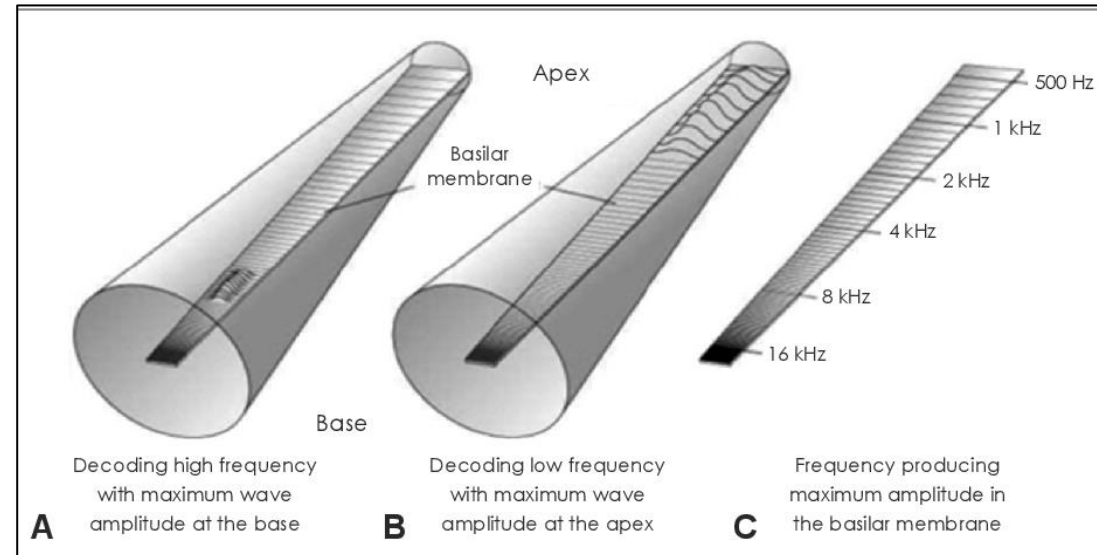
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

# Bazilární membrána

- Bazální část
  - Úzká a tuhá
  - ✓ Vysoké frekvence
- Apikální část
  - Široká a měkká
  - ✓ Nízké frekvence



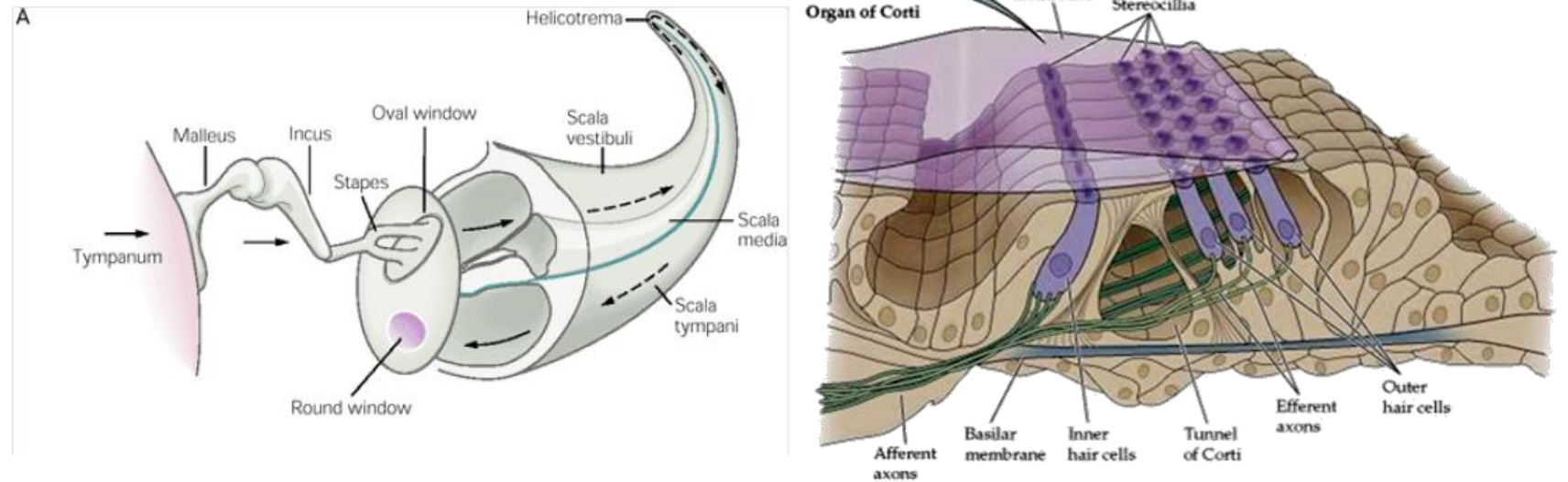
[http://lh6.ggpht.com/\\_RIjx\\_Mg4ZVM/TNeYbcwJOYI/AAAAAAACmA/9S\\_7HaZu5DI/s1600-h/image%5B62%5D.png](http://lh6.ggpht.com/_RIjx_Mg4ZVM/TNeYbcwJOYI/AAAAAAACmA/9S_7HaZu5DI/s1600-h/image%5B62%5D.png)



<https://www.semanticscholar.org/paper/Mass-and-Stiffness-Impact-on-the-Middle-Ear-and-the-Kim-Koo/16a2a6b5ffd1c963efd906cea109277bfbf0d7e3/figure/3>

# Cortiho orgán

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

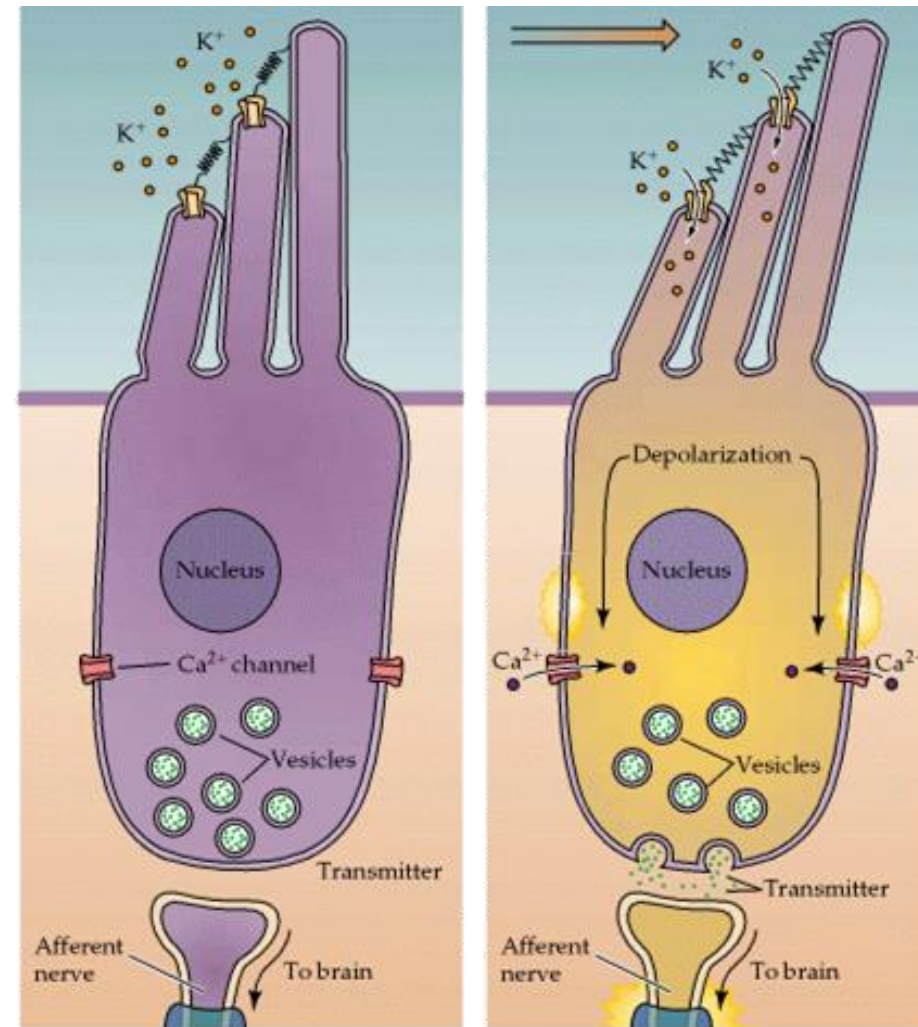
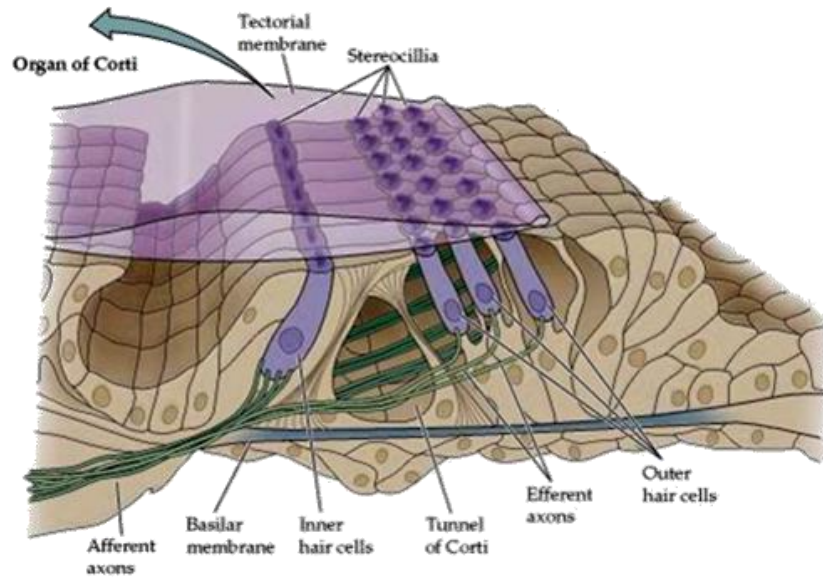


<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>



# Vnitřní vláskové buňky

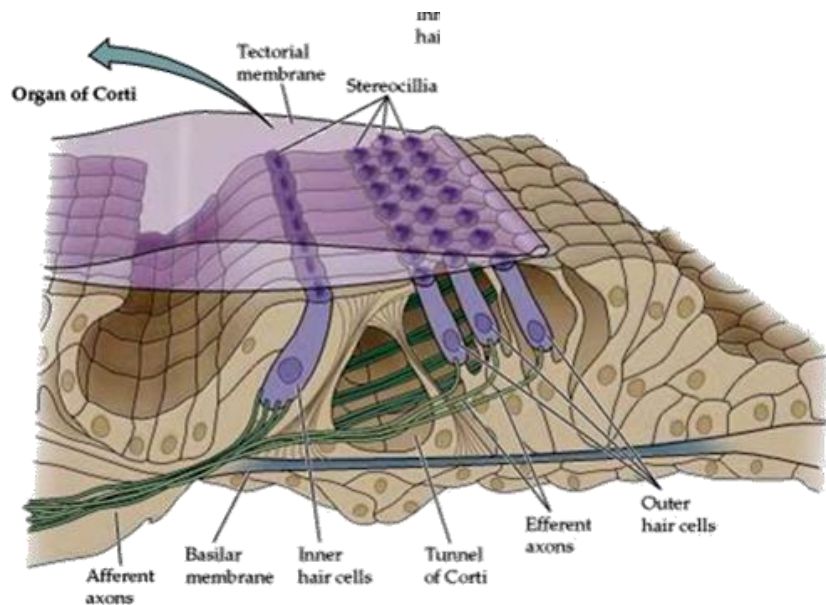
➤ Vlastní smyslové buňky



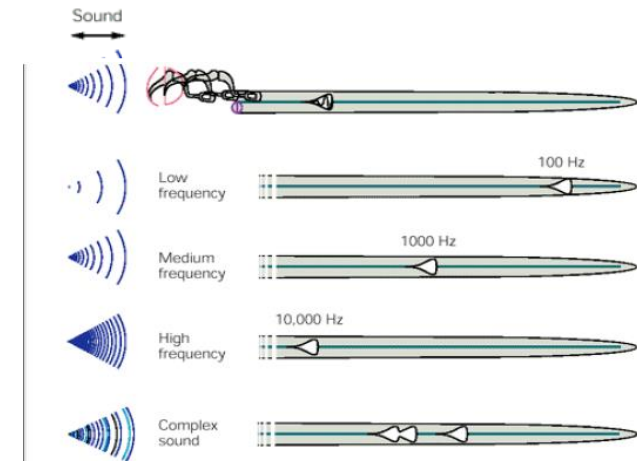
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

# Vnější vláskové buňky

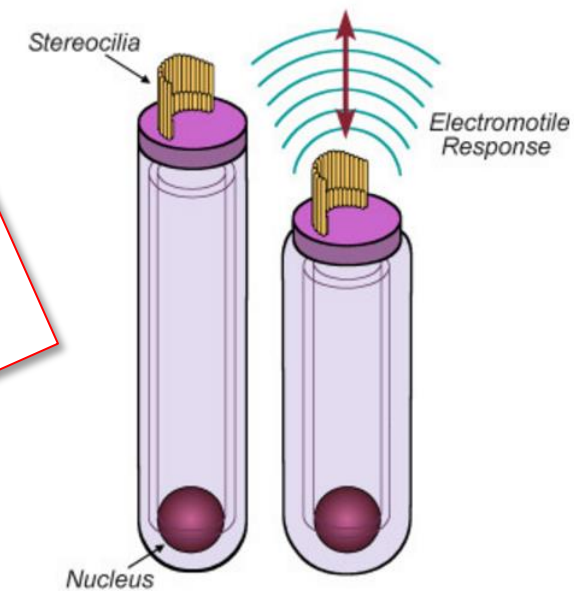
- Modulace signálu
  - ✓ Amplifikace signálu požadovaných frekvencí
- Počet roste směrem k apexu (nízké frekvence)



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



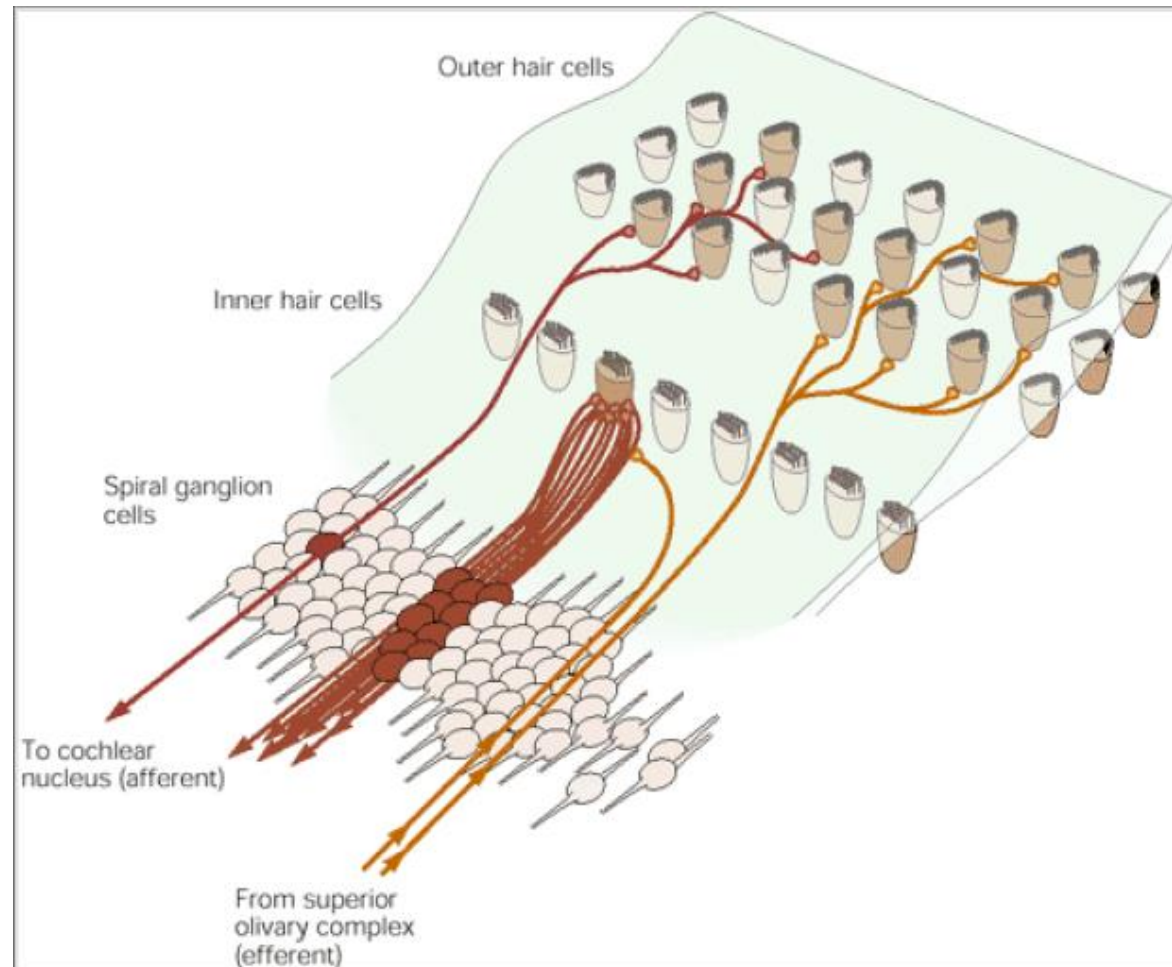
Činnost detekovatelná  
Otoakustické emise



The Outer Hair Cell

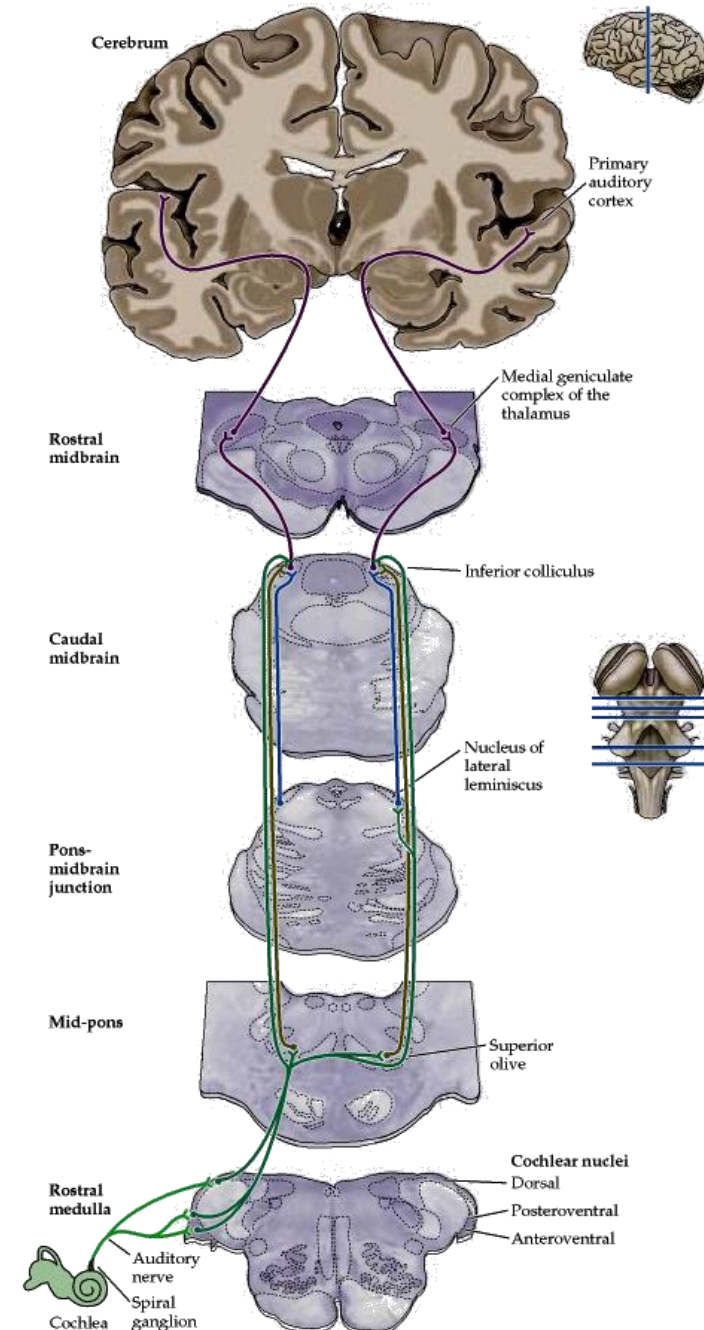
<http://www.neurophys.wisc.edu/auditory/johc.html>

# Inervace Cortiho orgánu



# Zpracování signálu

- 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 buněk
- Colliculi inferiores
  - Integrace informace z nižších struktur
  - Důležité centrum akustických reflexů
- N. corporis geniculati medialis
  - Thalamus
- Primární sluchový kortex

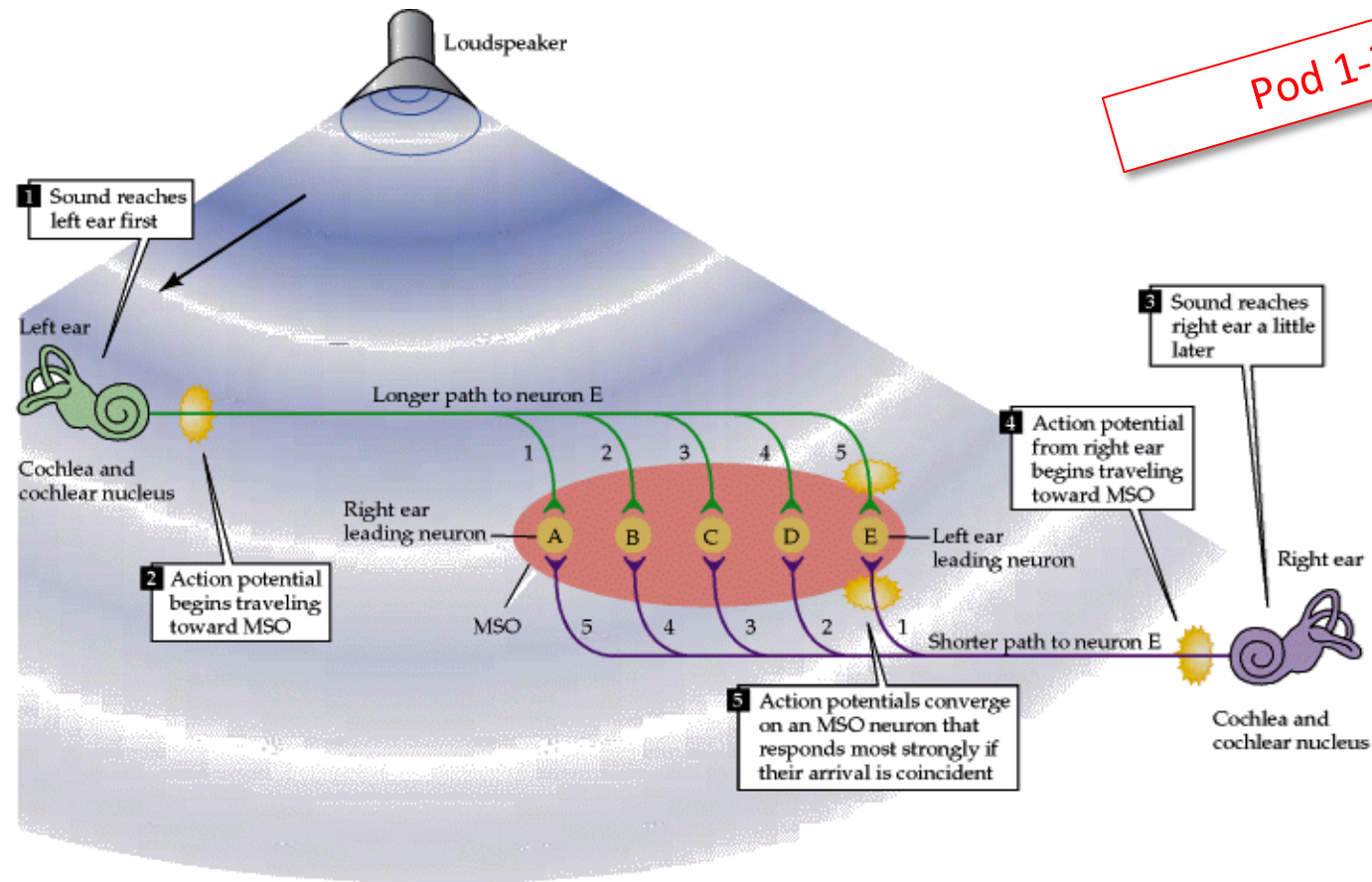


<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>



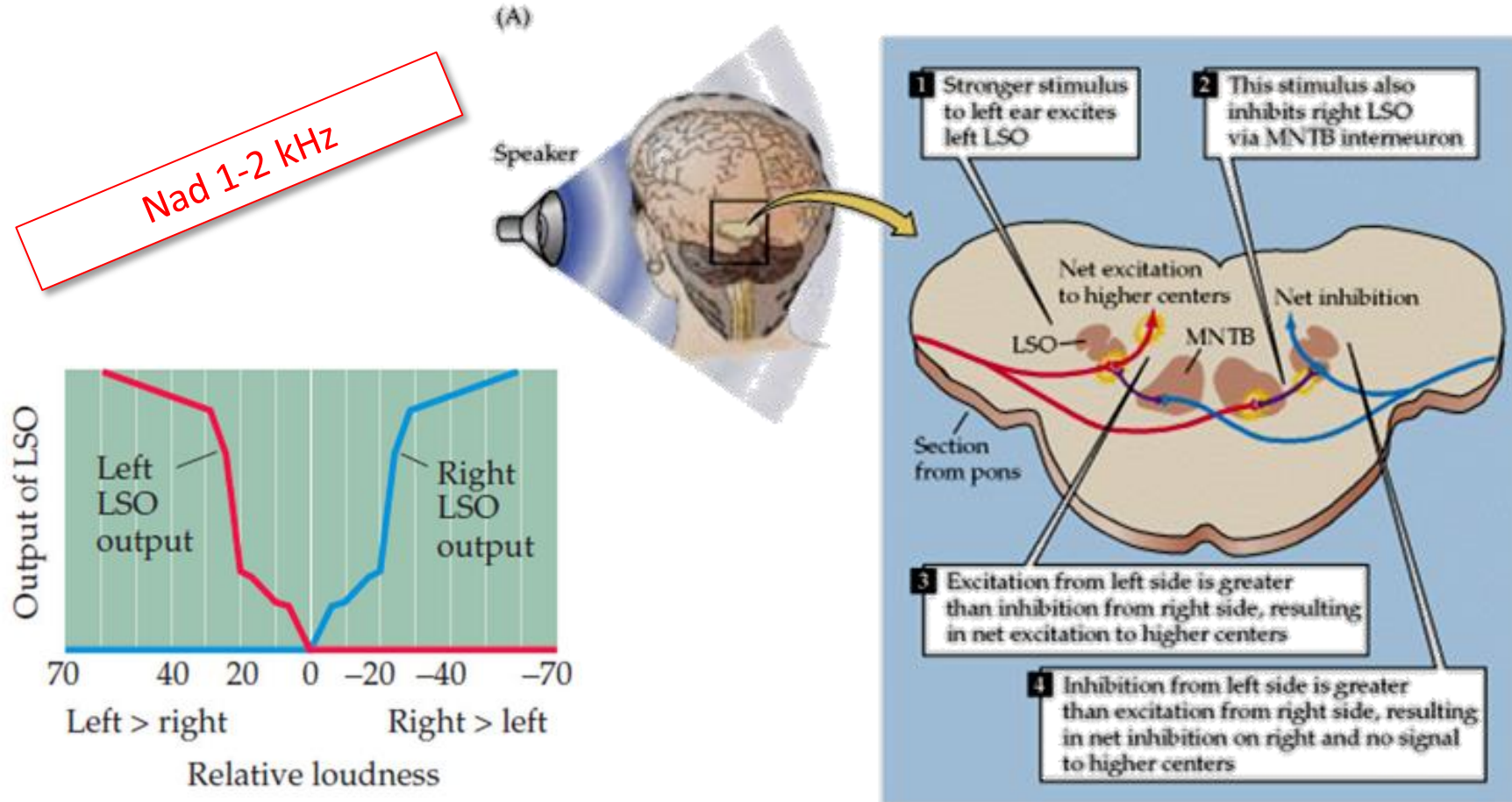
# Nucleus olivaris superior medialis

- ✓ Lokalizace zvuku na základě analýzy časového zpoždění



# Nucleus olivaris superior lateralis

- ✓ Lokalizace zvuku na základě analýzy intenzity

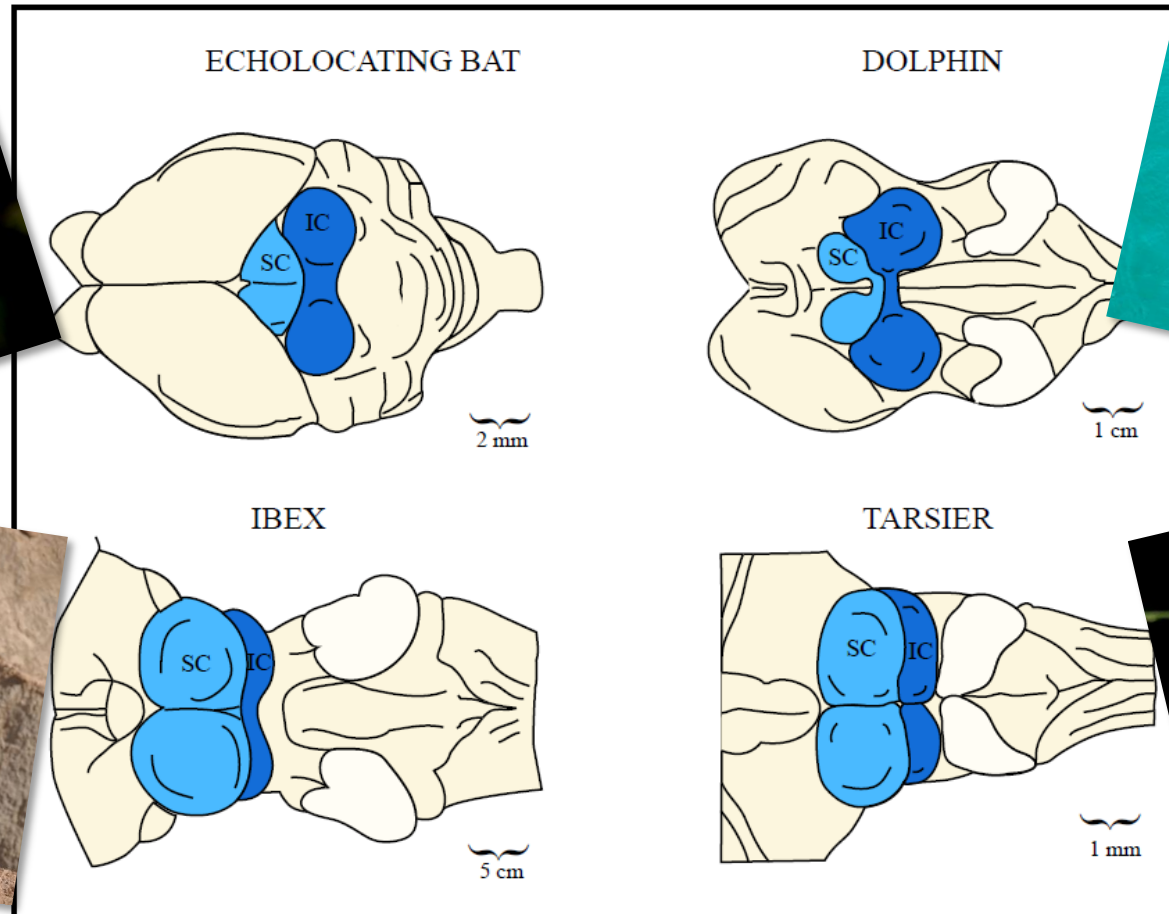


# Colliculi inferiores u různých živočichů

<https://www.earth.com/news/bats-mammal-longevity/>



[https://en.wikipedia.org/wiki/Nubian\\_ibex](https://en.wikipedia.org/wiki/Nubian_ibex)



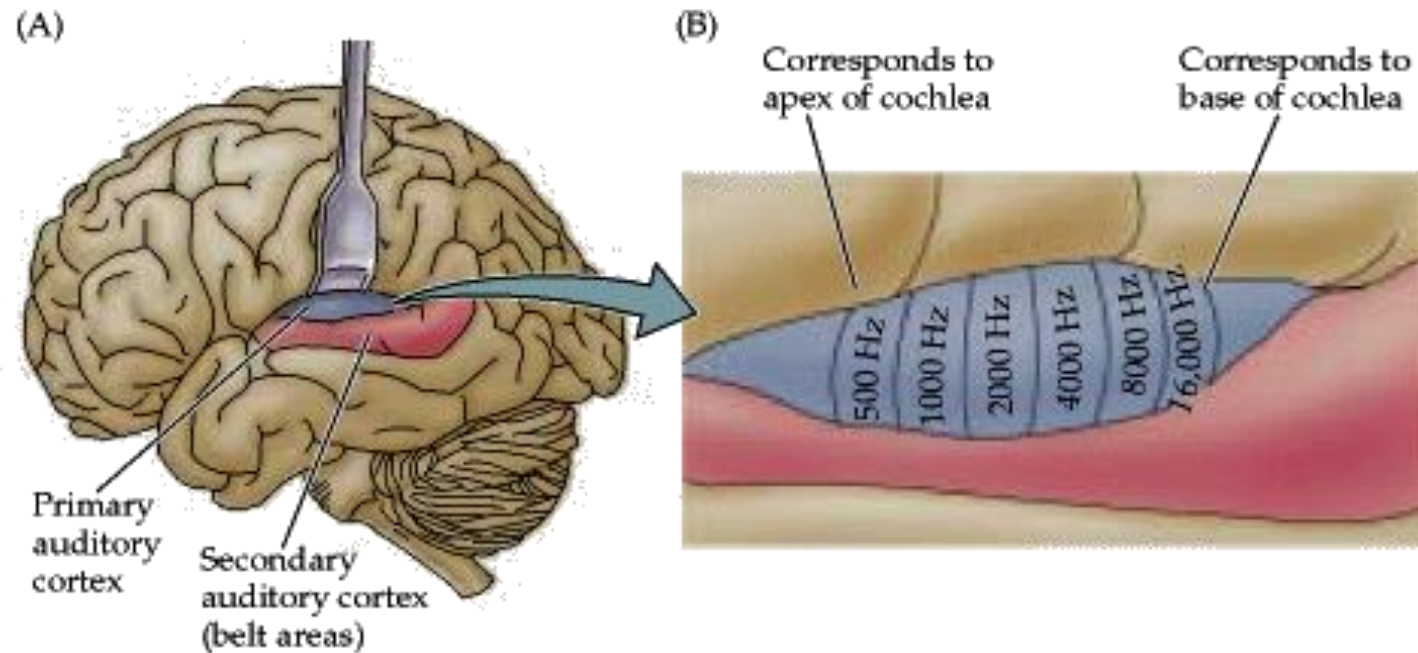
<https://www.thesun.co.uk/tech/3543919/humans-communicate-with-dolphins-by-2021/>

<https://www.animalfactscyclopedia.com/Tarsier-facts.html>

Gerald Schneider. *9.14 Brain Structure and Its Origins, Spring 2014*. (Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare), <http://ocw.mit.edu> (Accessed). License:Creative Commons BY-NC-SA



# Sluchový kortex

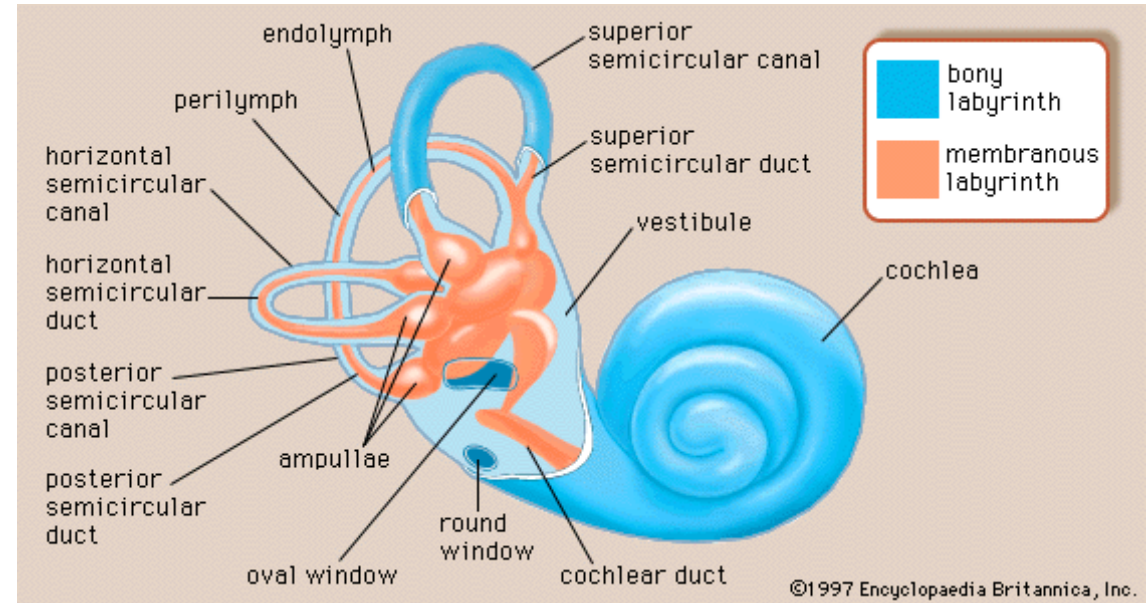


<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>



# Vestibulární systém

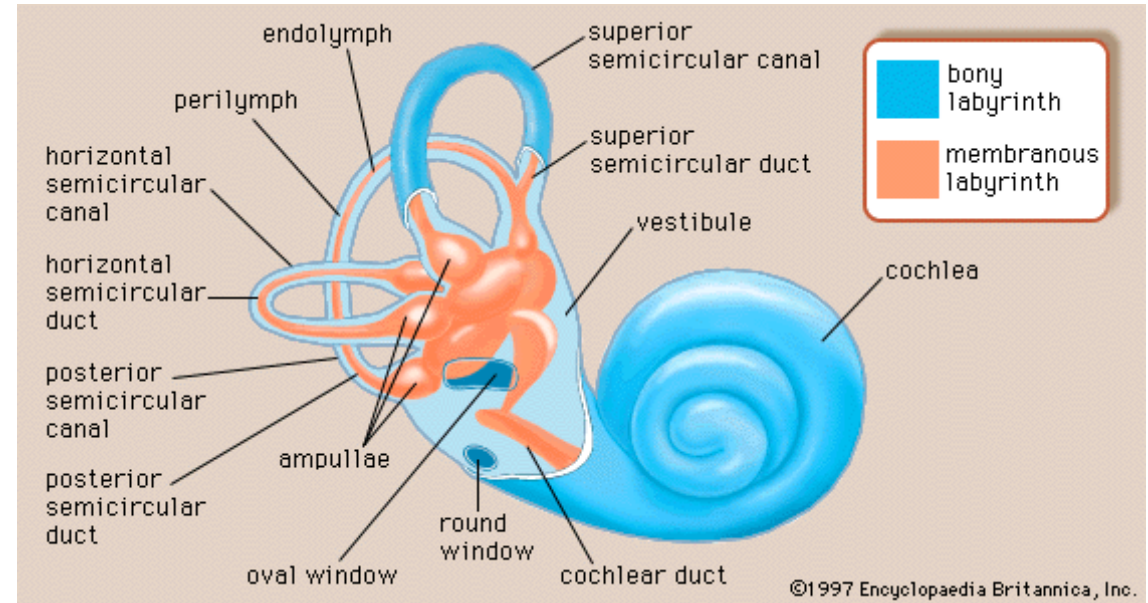
- Asociace se sluchovým systémem
  - Anatomická lokalizace
  - Vlásokové buňky
- ✓ Informace o poloze
- ✓ Informace o zrychlení
  - Lineárním
  - Úhlovém



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

# Vestibulární systém

- Asociace se sluchovým systémem
  - Anatomická lokalizace
  - Vlásokové buňky
- ✓ Informace o poloze
- ✓ Informace o zrychlení
  - Lineárním
  - Úhlovém

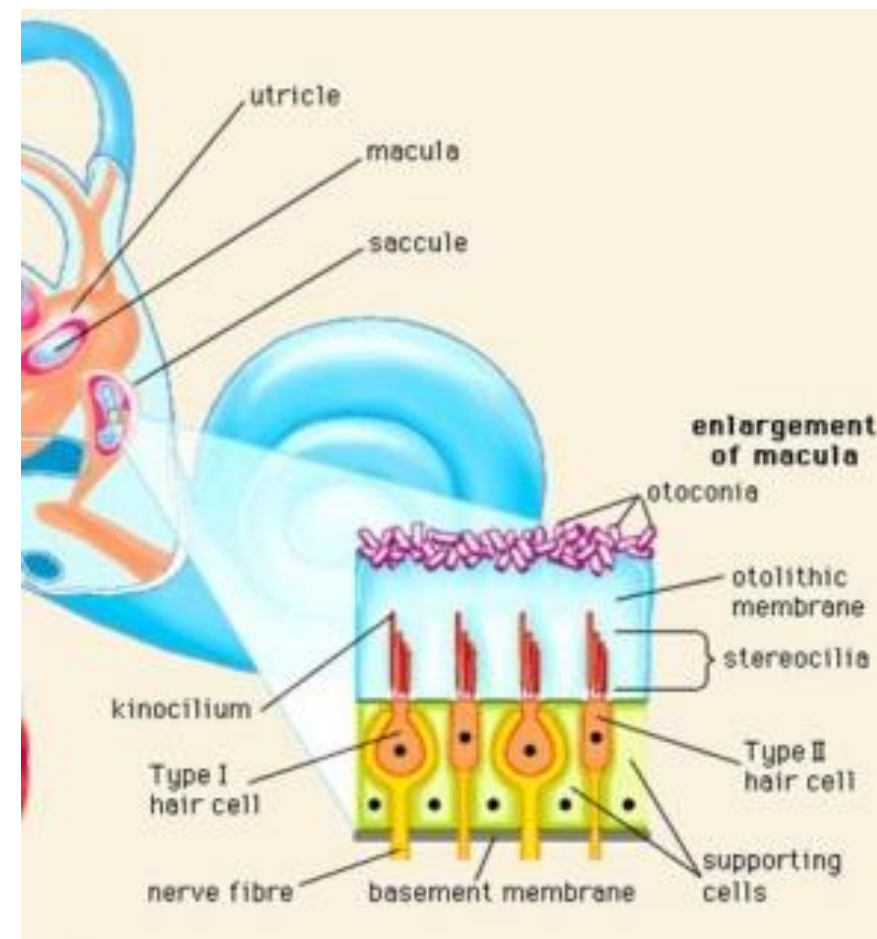
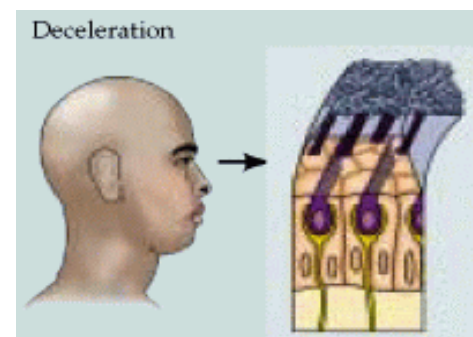
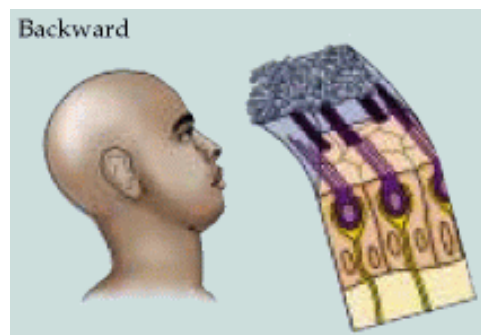


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

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

# Informace o poloze a lineárním zrychlení

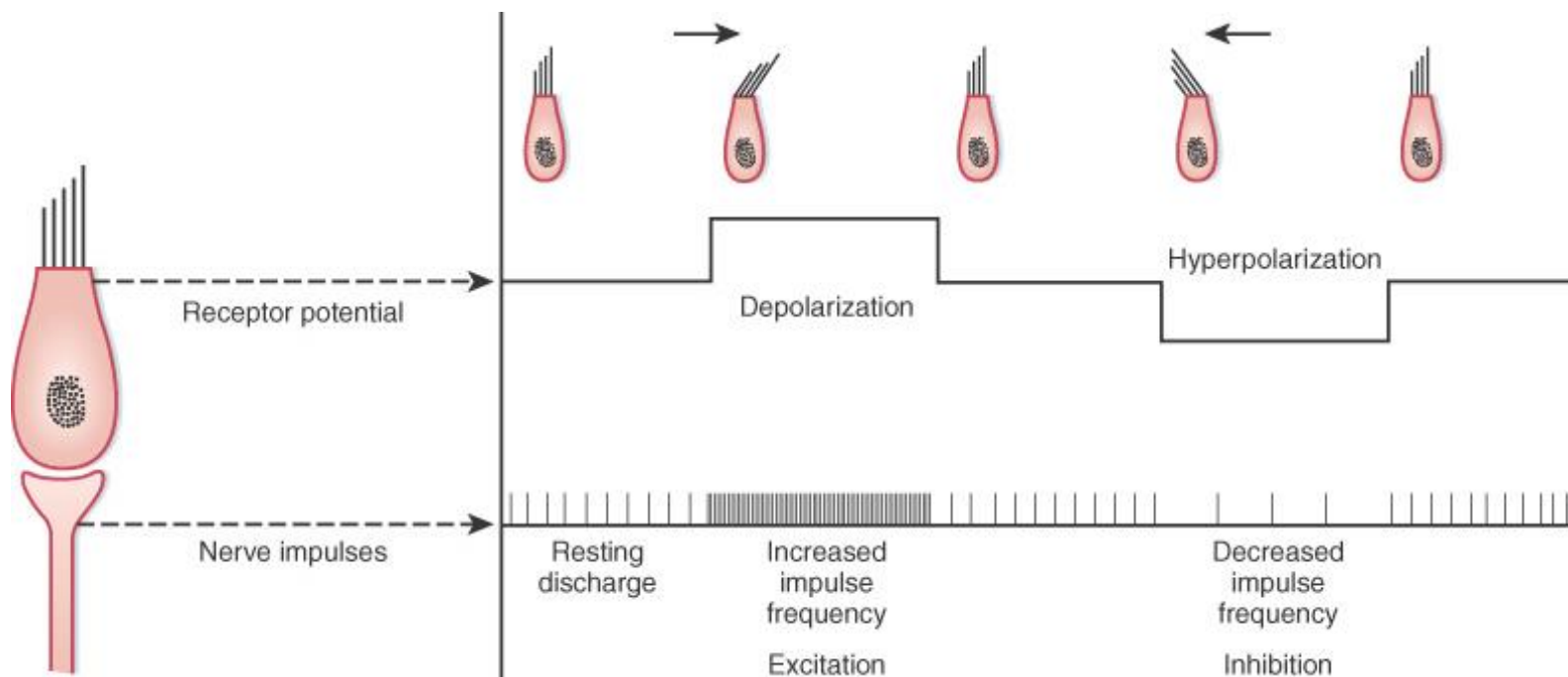
- Macula
  - Krystalky  $\text{CaCO}_3$
- Utriculus
  - Macula horizontálně
- Sacculus
  - Macula vertikálně



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

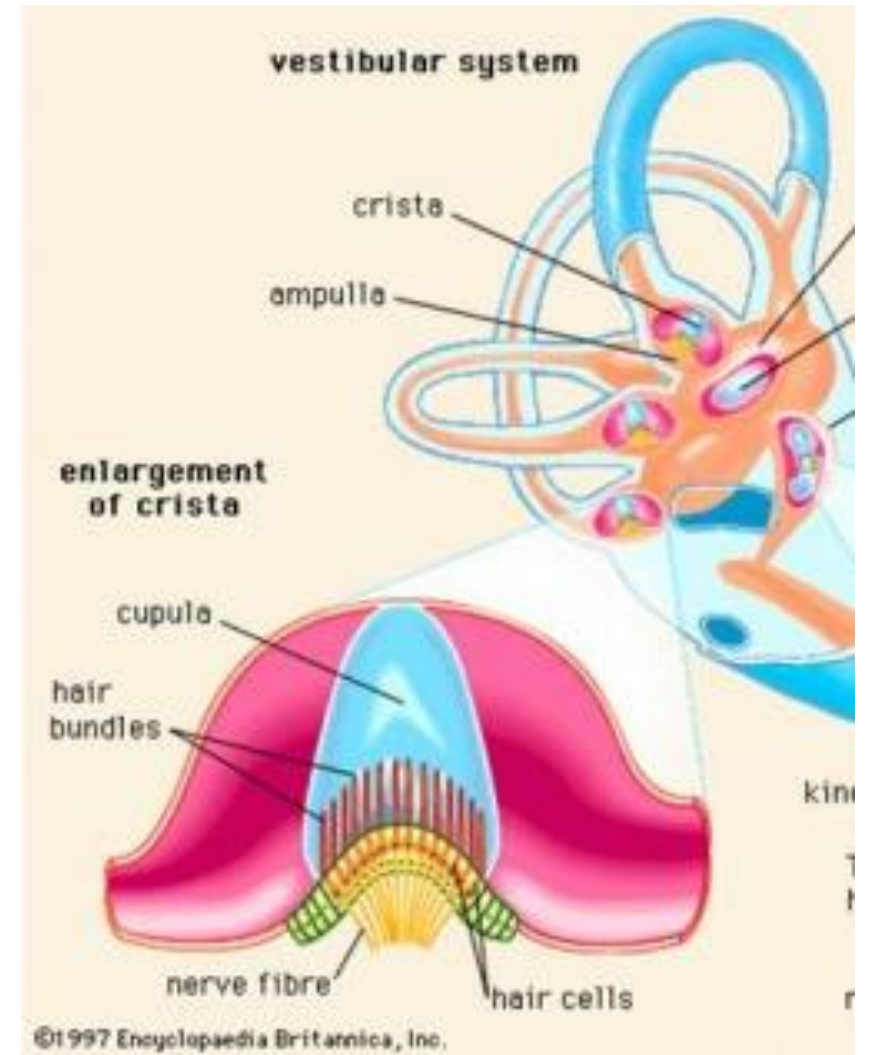
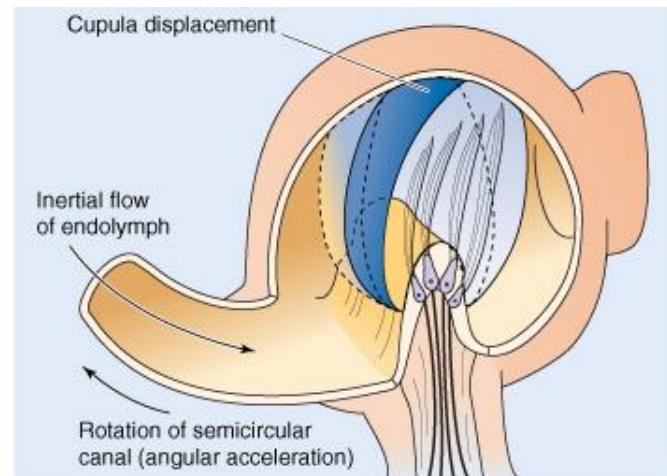
# Mechanismus recepce signálu

- Ohnutí směrem ke stereocilii
  - otevření mechanicky aktivovaných K<sup>+</sup> kanálů –depolarizace
- Ohnutí směrem od stereocilie
  - uzavření kanálů - hyperpolarizace



# Informace o úhlovém zrychlení

- Ampulla
- Semicirkulární kanálky
  - Horní
  - Horizontální
  - Zadní

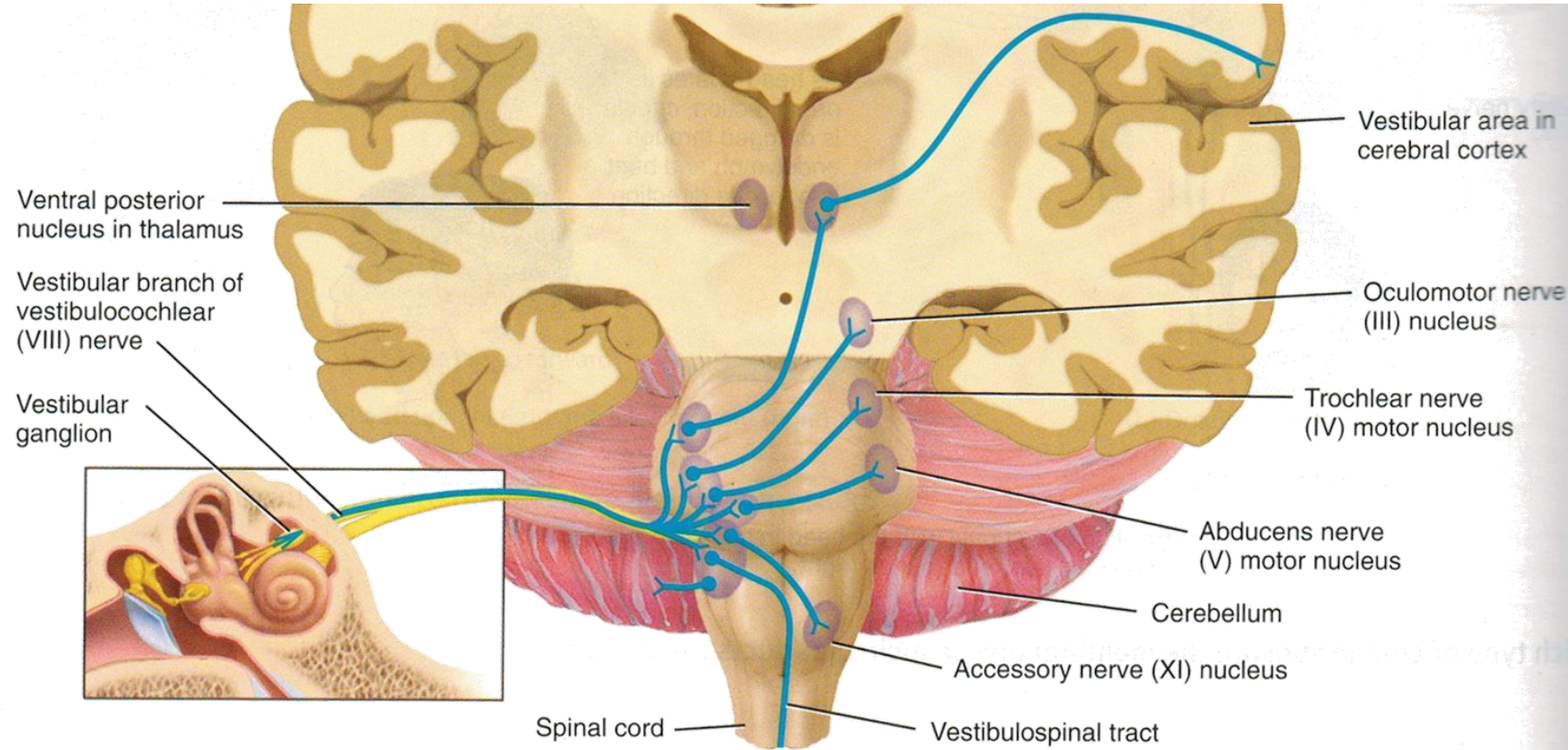


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>



# Vestibulární jádra

- ✓ Integrace vestibulárních, vizuálních a somatosenzorických informací
- ✓ Projekce
  - Cerebellum
  - Okulomotorická jádra
  - Jádro n. Accessorius – krční svaly
  - Různá spinální jádra
  - Thalamus - kůra



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

## 76. Základy fyziologie sluchu a rovnováhy - stručná charakteristika dané modality, základní informace o detekci a zpracování signálu

- Sluchový a vestibulární systém spolu souvisejí obdobným mechanismem recepce signálu (“vláskové buňky” aktivované mechanickým drážděním)
- Sluchový systém
  - Stručná charakteristika zvuku
  - Stručný přehled anatomie a fyziologie ucha
  - Střední ucho více do detailu
  - Vnitřní ucho detailně (anatomie, fyziologie...)
- Stručný přehled struktur zapojených do zpracování signálu a lokalizace zdroje
- Vestibulární systém
  - Stručný přehled anatomie s ohledem na funkci (detekce polohy, lineárního a úhlového zrychlení)
  - Hlavní projekce vestibulárních jader
- Nystagmus (prezentace Zrak II)

M U N I

M E D