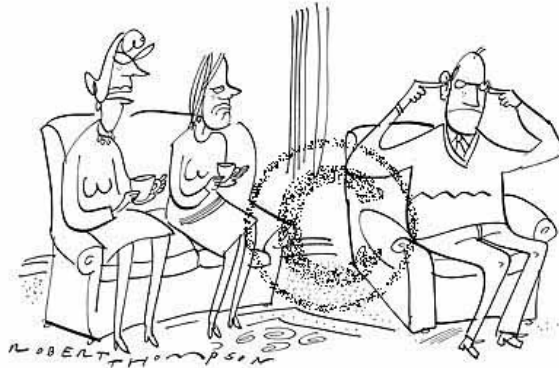
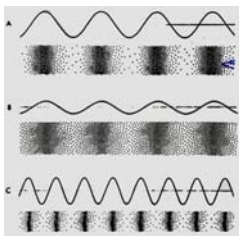


A hallórendszer működése

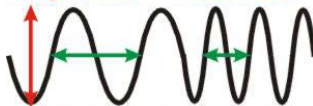


" You know your father...anything for a quiet life."

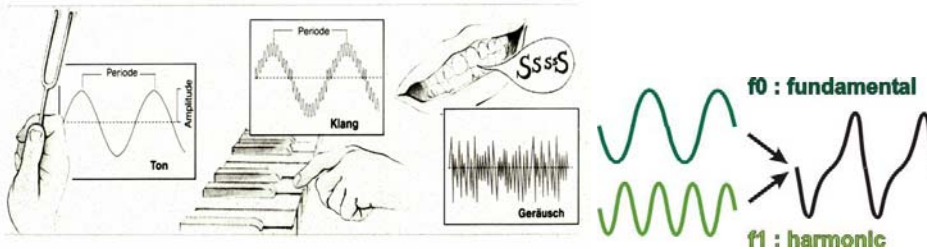
Tiszta hang, zenei hang, hangszín és zaj



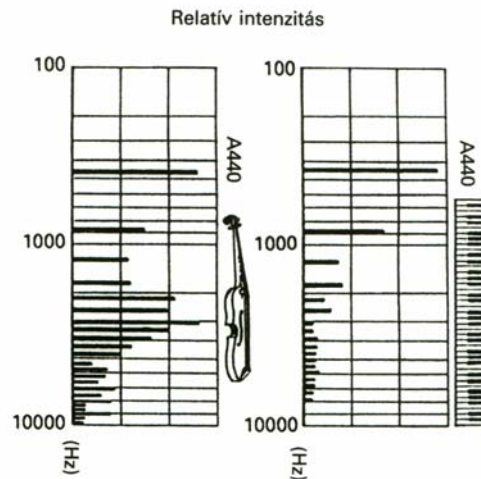
amplitude > loudness



frequency > pitch



Tiszta hang, zenei hang, hangszín és zaj



Alapfogalmak

Hangmagasság

Hallható frekvencia tartomány:

Infrahang < 20 – 20 000 Hz < ultrahang (Korral csökken ~20. évtől!)

<http://www.ultrasonic-ringtones.com/>

Emberi beszéd: 200 – 5000 Hz

Hangerősség

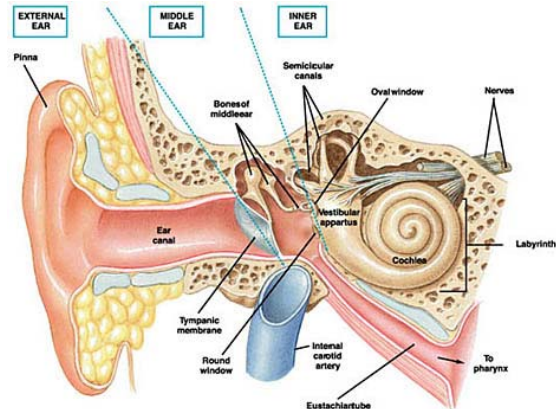
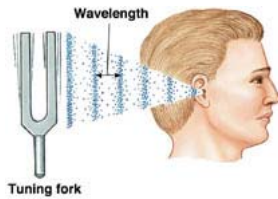
$SPL = 20 \times \log(P_n/P_0)$ dB (SPL= sound pressure level)

$P_0 = 20$ mikroPa (~hallásküszöb 2 kHz-en)

0 – 120 dB (efölött fájdalom érzet)

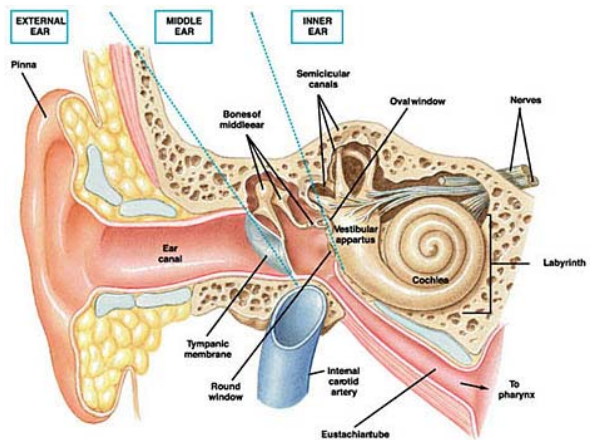
A külsőfül szerepe (külső hallójárat)

- Akusztikus rezonátor
(2-4 kHz között)



A fülkürt szerepe (tuba auditiva)

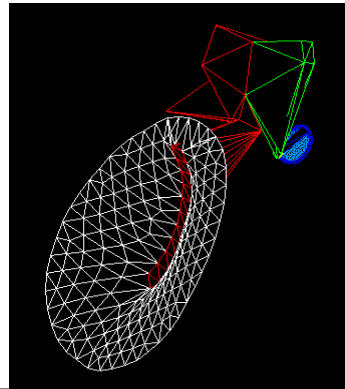
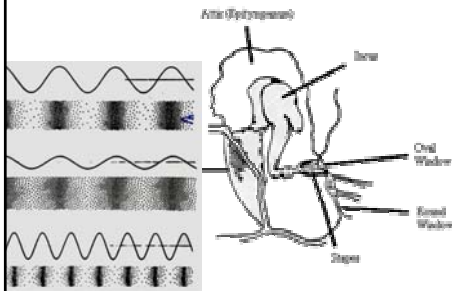
- Változó légnyomás (magasság) viszonyok mellett biztosítja a hallást
- Drenálja a középfület



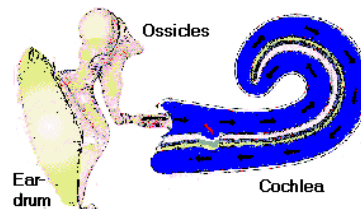
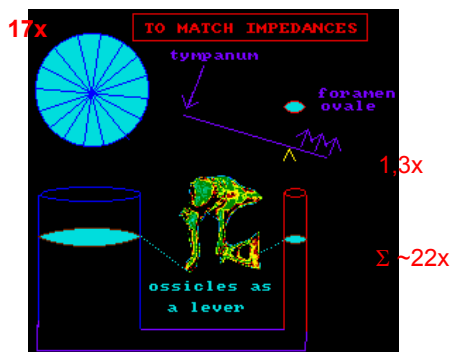
A középfül szerepe és működése Akusztikus impedancia illesztés

Ohmikus (egyenáramú) ellenállás és impedancia (váltóáramú) közötti különbség:

A szél nem jön át a ház falán, de hallom, hogy odakinn fúj a szél!



A középfül szerepe és működése (hallócsontok, ovális és kerek ablak)



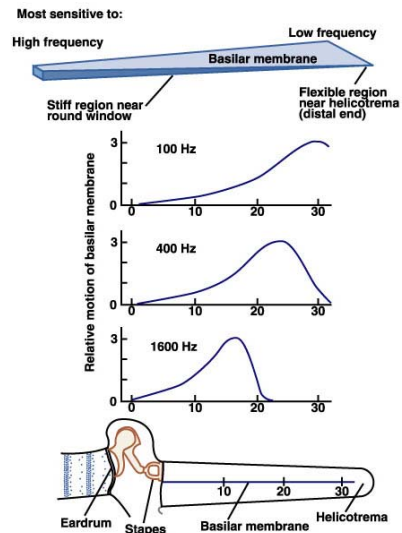
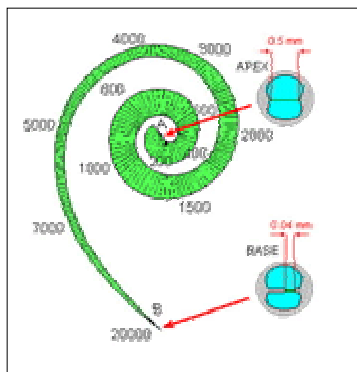
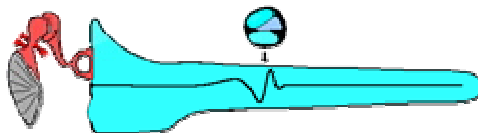
9/34

A belsőfül (cochlea) szerepe és működése

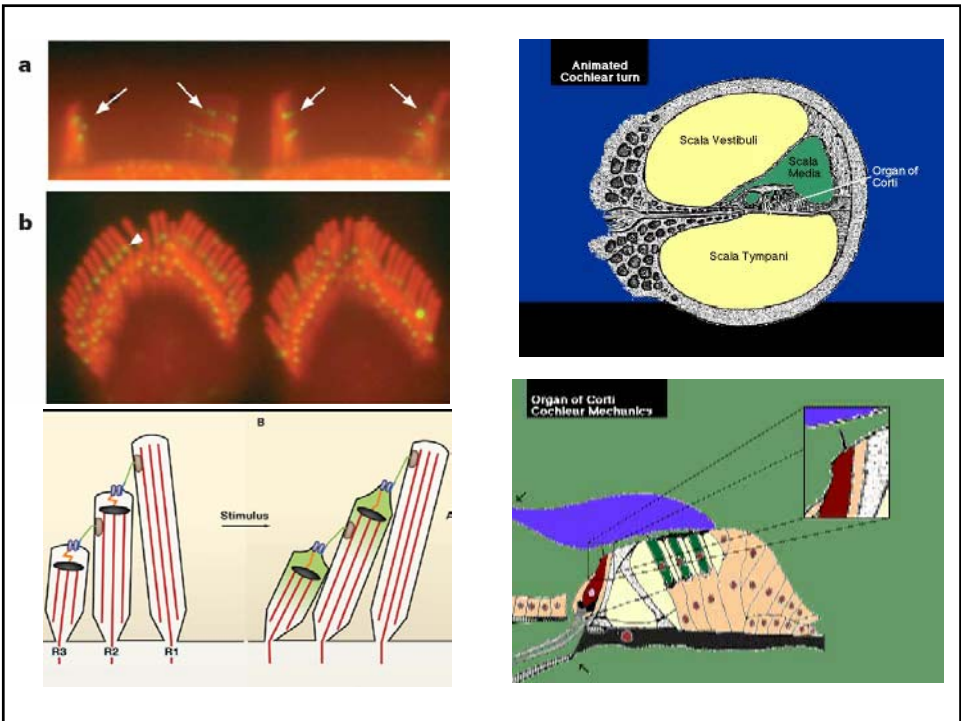
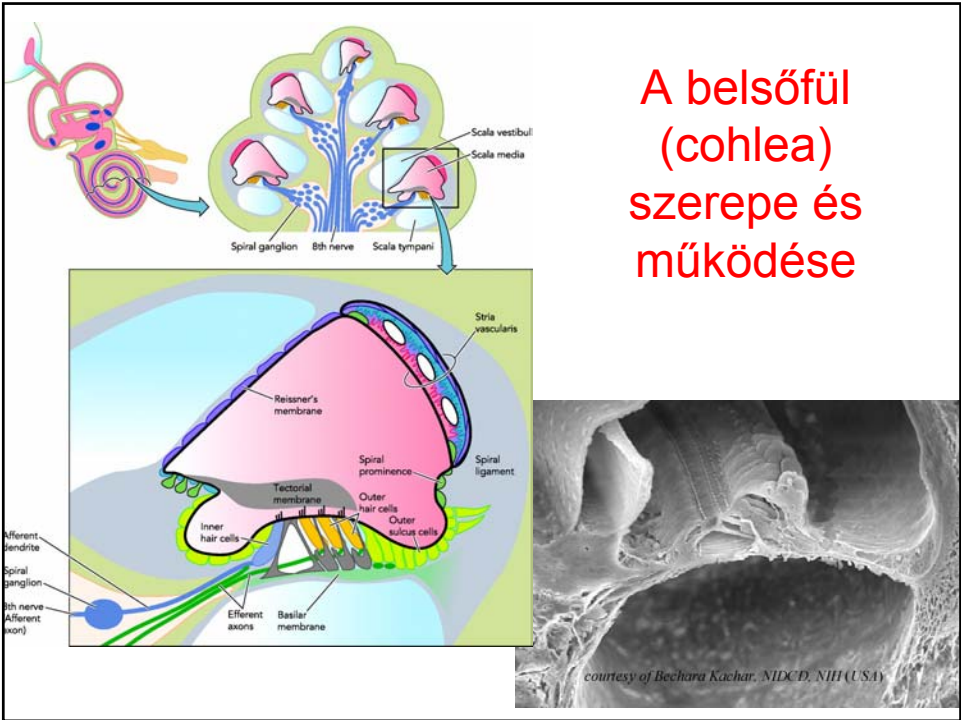
Vándorló hullámok: Békésy György (Nobel-díj)



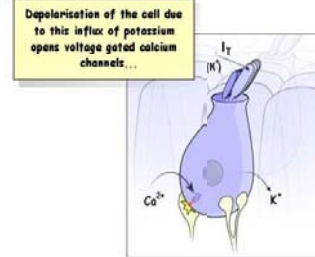
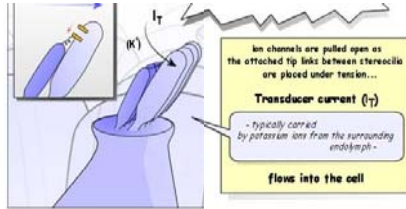
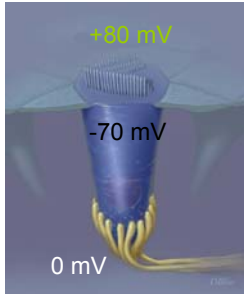
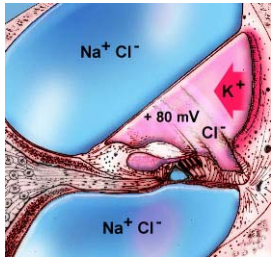
A belsőfül (cochlea) szerepe és működése



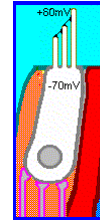
A belsőfűl (cochlea) szerepe és működése



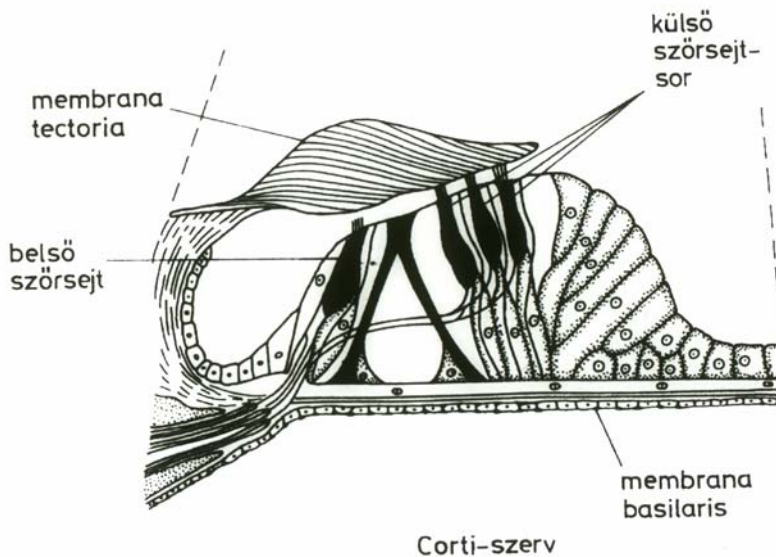
A belső szőrsejt működése



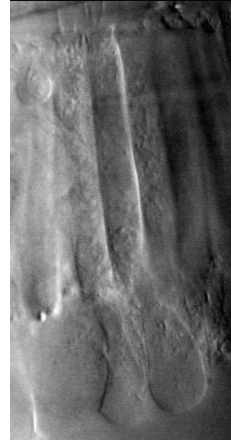
Calcium enters the cell via these channels, causing the release of neurotransmitter - an action potential is generated in the afferent nerve fibres. Potassium ions leave the cell again through voltage gated channels in the hair cell body



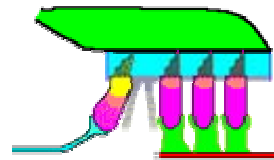
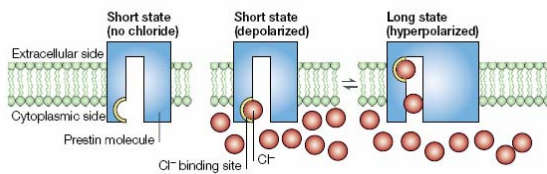
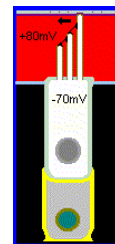
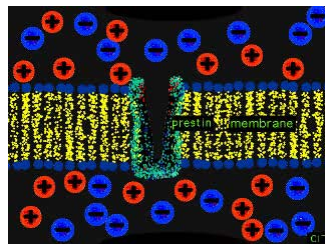
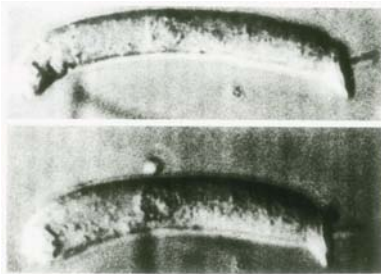
A külső szőrsejt(ek) működése



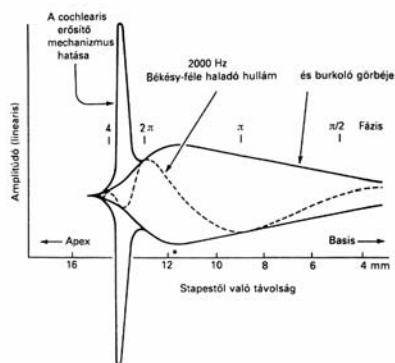
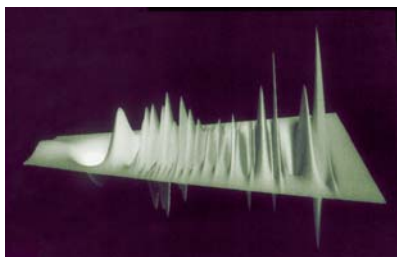
A külső szőrsejt(ek) működése



A külső szőrsejt(ek) működése

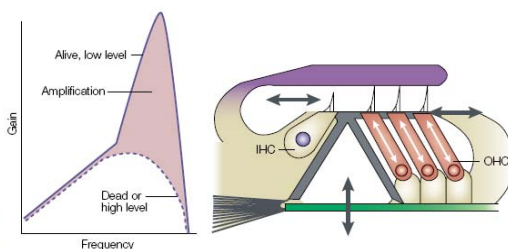
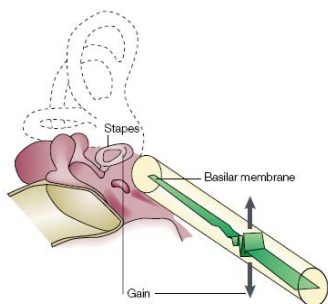


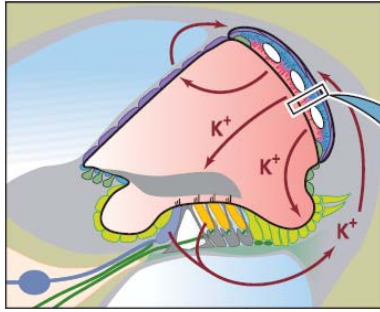
A membrana basilaris kitérései élőben



<http://147.162.36.50/cochlea/cochleapages/theory/index.htm>

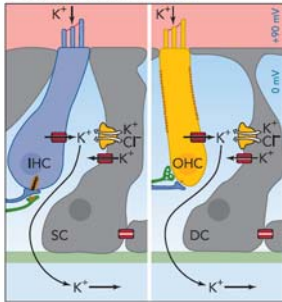
A külső szőrsejtek működésének hatása



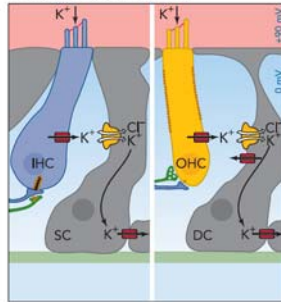


K⁺ recirkuláció

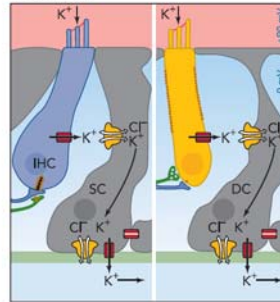
Model A:
K⁺ recycling via open perilymph



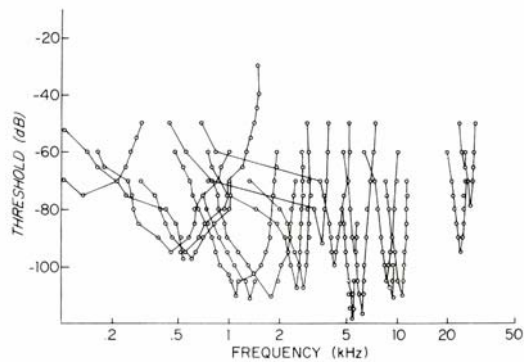
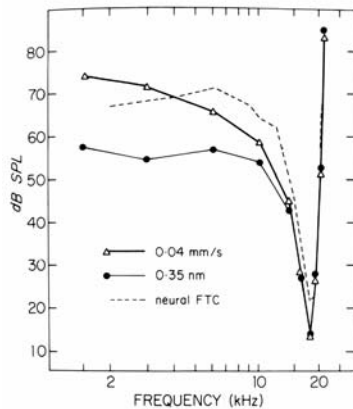
Model B:
K⁺ recycling via gap junctions



Model C:
K⁺ buffering



Frekvencia analízis Tonotópia a hallórendszerben

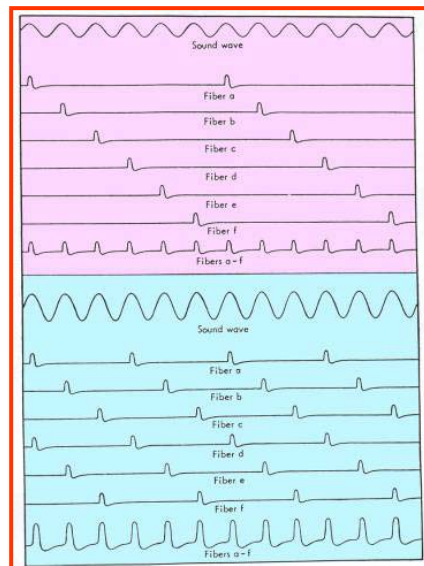


Frekvencia analízis

- Membrana basilaris mechanikai tulajdonságai
- Külső szőrsejt erősítő funkciója (50-60 dB)
- Belső szőrsejtek mechanikai hangolása (ciliumok hossza, rigiditása)
- Központi idegrendszeri feldolgozás

Amplitúdó analízis és Hangforrás lokalizáció?

A belső szőrsejt működése (Populációs kód és fáziscsatolás)



Amplitúdó analízis

- AP frekvencia az afferens rostokon
- Populációs kód
- Alacsony és magas küszöbű afferens rostok

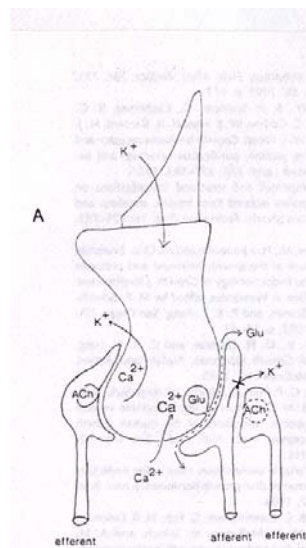
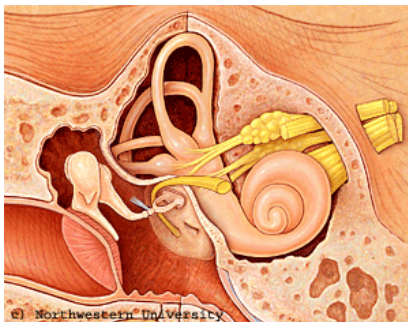
Hangforrás lokalizáció

- 1 kHz alatt fáziskülönbség
- 4 kHz fölött intenzitáskülönbség

Hangintenzitások

- Suttogás 40 dB
- Beszéd 60 dB
- Nagyvárosi utcazaj 80 dB
- Ipari zaj 100 dB
- Közeli mennydörgés 120 dB

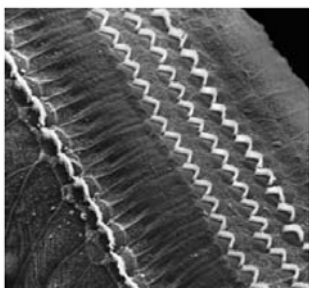
Az érzékenység efferens kontrollja



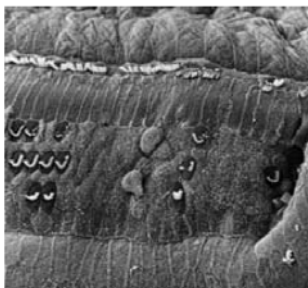
Nagyothallás

- Percepció (Neurális)
- Vezetéses (középfül)

Percepció (pl. Zajártalom)



NORMAL INNER EAR "HAIR" CELL



DAMAGED INNER EAR "HAIR" CELL

A külső szőrsejtek érzékenyebbek, károsodásuk gyakorlatilag irreverzibilis. (zaj, egyes gyógyszerek /antibiotikumok/)

Biztonságos zajbehatás, 40 évig naponta

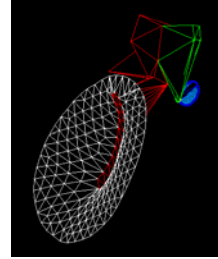
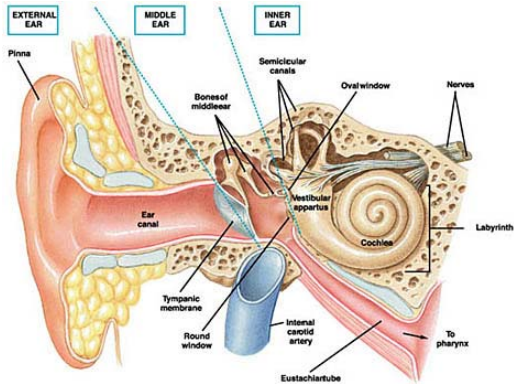
T.W.A. Decibel Levels	Maximum Exposure
85 dB	8 hours
88 dB	4 hours
91 dB	2 hours
94 dB	1 hour
97 dB	30 minutes
100 dB	15 minutes
103 dB	7½ minutes
106 dB	3¾ minutes

Hajszárító

Kezelés: cochleáris implantátum

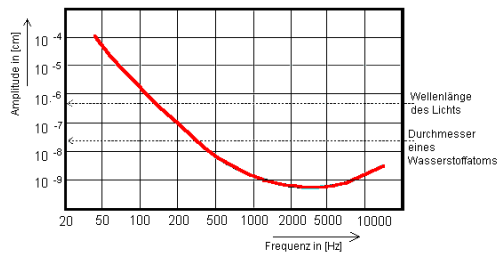
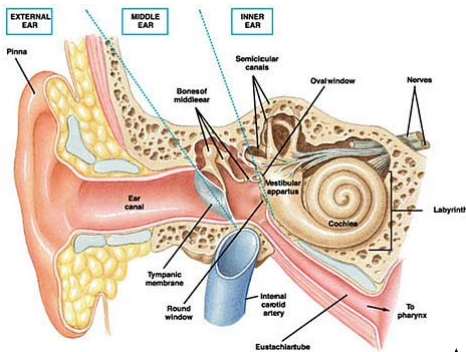
Rock koncert

(lég) Vezetéses

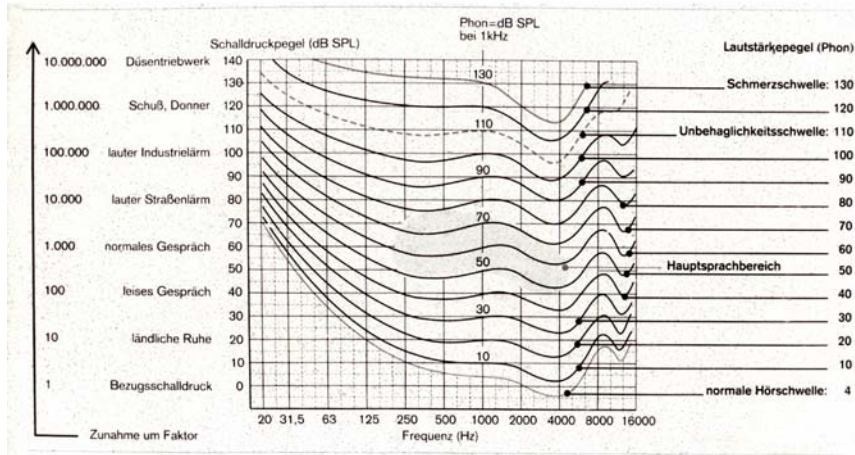


- Hallójárat eltömődése
- Dobhártya lyuk, hegesedés
- Hallócsontok ízületi meszesedése (presbycusis)
- Dobüregi folyadékgyülem (középfülgyulladás)

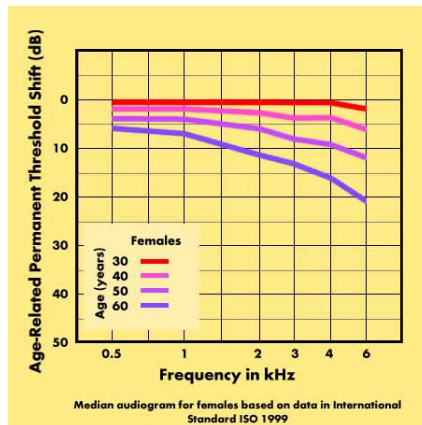
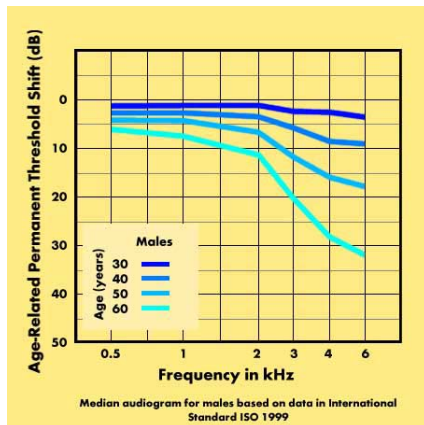
Légvezetés, csontvezetés



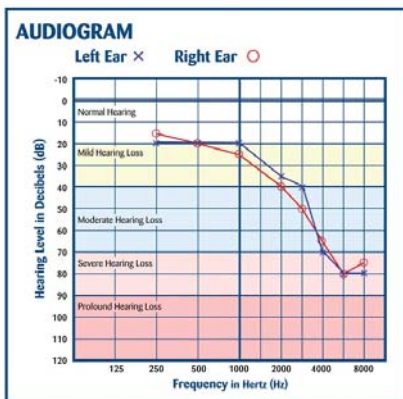
Audiometria



Presbycusis



Presbycusis



* An example presbycusis (sloping high-frequency hearing loss) synonymous with the ageing process.



X: A Rózsi felkapcsolta a lámpát.

Y: Mi, hogy a Józsi elhantolta a hámfát?

Agytörzsi kiváltott potenciálok

