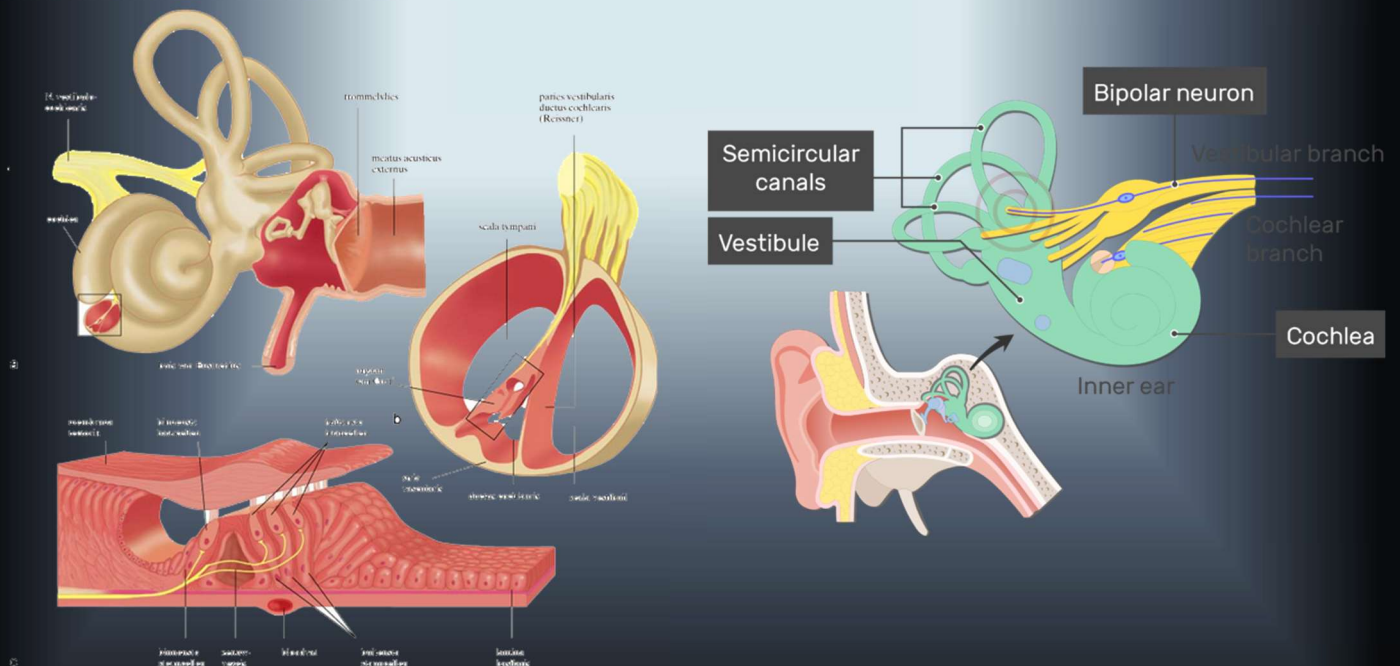


4.8.1.10. HALLÁS ÉS EGYENSÚLYÉRZÉS

4.8.1.11. KÉMIAI ÉRZÉKELEÉS

Készítette Vizkivicz András



Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

4.8.1.10. Hallás és egyensúlyérzés

Kulcsfogalmak

- Fülkagyló, külső, közép és belső fül, hallójárat, fülzsír, dobhártya, hallócsontocskák, tömlőcske és zsákocska, három félkörös ívjárat, csiga,
- kalapács, üllő, kengyel, ovális ablak, kerek ablak, a belső fül folyadékterei, mechanoreceptorok, szőrsejtek, halló- és egyensúlyozóideg, Corti-szerv, hallóközpont, beszédértő központ.

Gondolkodási művelet

- Ismerje föl rajzon a külső-, a közép- és a belsőfül részeit, ismertesse a részek funkcióit.
- Ismertesse a zajszennyeződés forrásait, halláskárosító és pszichés hatását.
- Magyarázza a tömlőcske és zsákocska, valamint a három félkörös ívjárat szerepét.
- *Értelmezzon kísérletet a hangirány érzékelésének bemutatására.*
- Elemezze a kapcsolatot a hallószerv részletes felépítése és működése között (Corti-szerv, alaphártya, szőrsejtek).
- Magyarázza a helyzetérzékelés szerveinek és receptorainak (tömlőcske, zsákocska, három félkörös ívjárat, izomorsó, ínorsó) működését.
- Magyarázza a dobhártya és a hallócsontocskák működését, a szabályozás lehetőségét.
- *Értelmezze szöveg alapján a Bárány-féle kalorikus reakciót.*
- *Értelmezzon vezetésszerű és idegi típusú halláscsökkenésre vonatkozó hallásvizsgálatot.*

4.8.1.11. Kémiai érzékelés

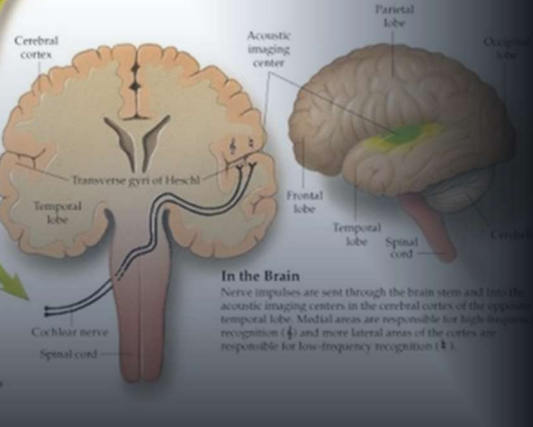
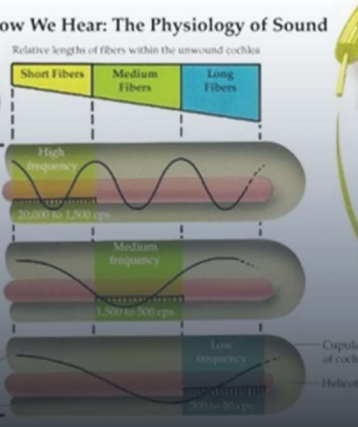
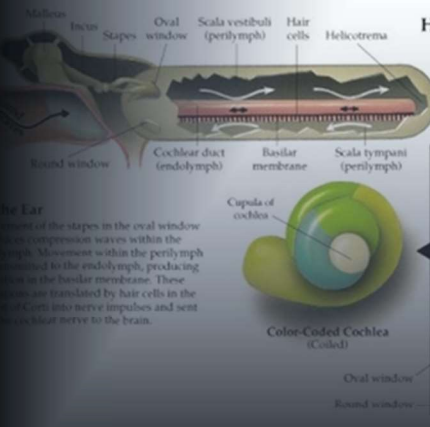
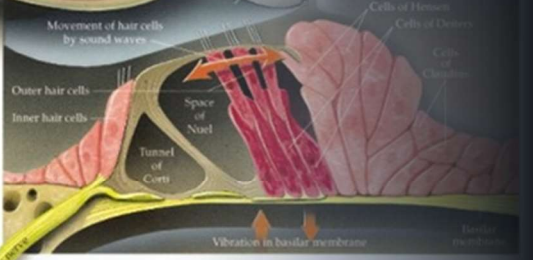
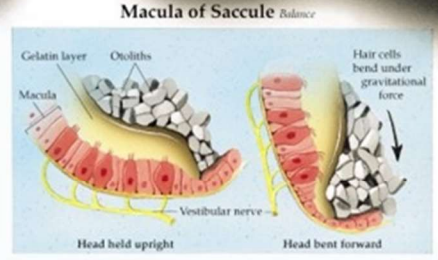
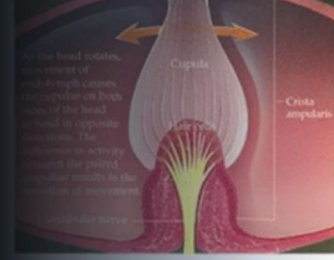
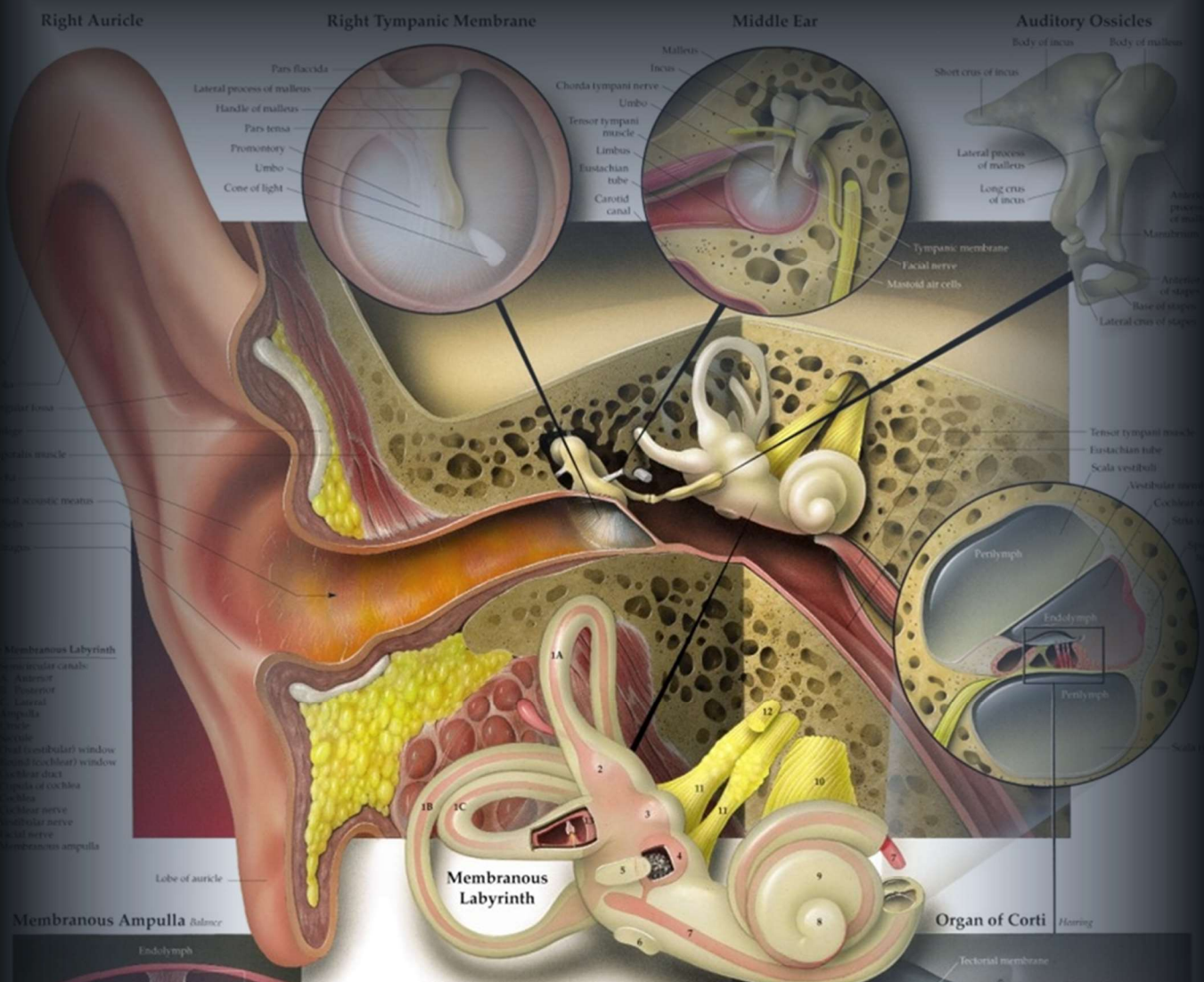
Kulcsfogalmak

- Kemoreceptor, szaglóhám, ízlelőbimbó.

Gondolkodási művelet

- Ismertesse a szaglóhám, az ízlelőbimbók szerepét az érzékelésben.
- Ismertesse a nyúltvelői szén-dioxidra (H^+ ionra) érzékeny kemoreceptorok légzés szabályozásában betöltött szerepét.
- Ismertesse az agykamrák falánál elhelyezkedő agyterületek Na^+ -koncentrációt érzékelő receptorait és ezek szerepét a szomjúság és a hipotalamikus vazopresszin termelés folyamatában.





4.8.1.10. Hallás és egyensúlyérzés

A fejezet a követelményrendszer 4.8.1.10. pontja alapján készült.

Készítette Vizkievicz András

A halló és egyensúlyozó szervrendszer részei:

1. Külső fül

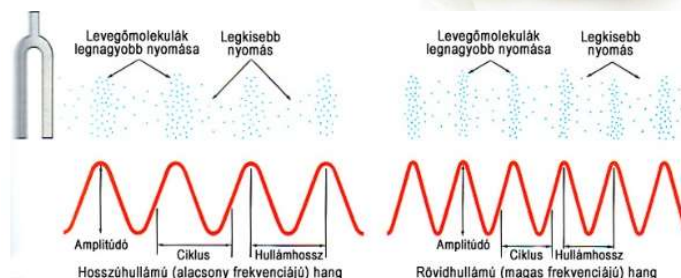
- **Fülkagyló és külső hallójárat**

2. Középfül

- **Dobhártya**
- **Dobüreg**
- **Hallócsontok**

3. Belsőfül

- **Csontos és hártyás labirintus**



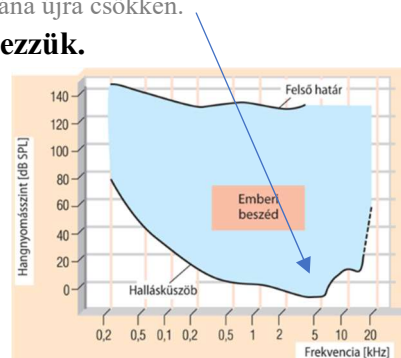
A hang

A **hang** valamilyen közegben (pl.: levegő, víz) terjedő **longitudinális** (a részecskék rezgésének iránya azonos a hullám terjedésének irányával) **rezgéshullám**, közeg sűrűsödése és ritkulása, sinusfüggvénnyel ábrázolható.

A hang terjedésének lényege az, hogy a közeg részecskéi egy hangforrás hatására kimozdulnak nyugalmi állapotukból, és ezt az elmozdulást a környező részecskék is átveszik, ilyen módon az eredeti elmozdulás hullámszerűen továbbterjed.

A hang jellemzői:

- **frekvencia:**
 - a rezgések sűrűsége, egységnyi idő alatti rezgésszám,
 - meghatározza a **hangmagasság érzetét**,
 - az emberi fül a **kisebb frekvenciájú** hangrezgéseket **mély**,
 - a **nagyobb frekvenciájú** rezgéseket **magas** hangként érzékeli.
 - **Mértékegysége a Hz. $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$** (1 másodperc alatt 1 teljes periódus)
 - **Az emberi hallástartomány 16-20 000 Hz.**
 - E felett ultrahang (ceték, denevérek),
 - beszéd tartomány: 300-3 000 Hz.
- **Amplitúdó**
 - **Meghatározza a hangerősség érzetét.** A kicsi amplitúdó halk, a nagy amplitúdó erős hangot eredményez.
 - A leghalkabb hallható hangot **hallásküszöbnek** hívjuk.
 - A hallásküszöb értéke függ a frekvenciától. A fül érzékenysége a legalacsonyabb hallható frekvenciától kb. 1000-5000 Hz-ig folytonosan növekszik, utána újra csökken.
 - **A hangerősséget – hangnyomást - a dB-el jellemezzük.**
 - Suttogó beszéd: 40 dB,
 - normális beszéd: 60 dB,
 - zajos utca: 80 dB,
 - metró: 100 dB,
 - diszkomfort érzés: >120 dB,
 - fájdalom: 120-130 dB, repülő: 160 dB.



A hang feldolgozásának állomásai

1. Külső fül (légvezetési hangtovábbítás)
2. Középfül (erősítés)
3. Belső fül (idegimpulzus generálás)
4. Hallóideg
5. Hallópálya
6. Hallókéreg (hallási érzet)

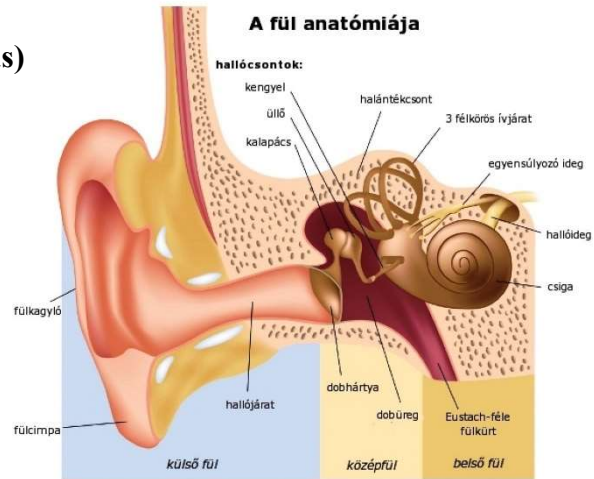
Külső fül

Feladata:

- összegyűjti, tereli a hangot,
- elősegíti a hangforrás lokalizációját,
- vezeti a hangot (légvezetés),
- védi középfület.

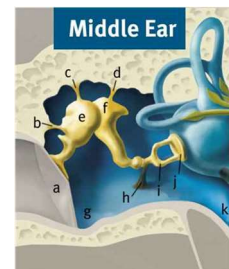
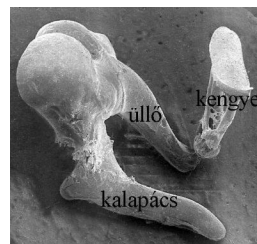
Részei:

- a **fülkagyló**: rugalmas porcos vázú, kötőszövetes bőr borítja, feladata a **hangterelés**.
- A **hallójárat**, melyet többretegű elszarusodó laphám bélel. A hallójárat görbülete megakadályozza a víz és egyéb anyagok felgyülemelését a járatban. Fala a **fülzsír** - mely **antibakteriális hatású** - termeléséért felelős faggyúmirigyeket, továbbá a porszűrést lehetővé tevő szőrszálakat tartalmaz. A hallójárat belső végét a **dobhártya** zárja le.



Középfül - dobüreg

- **Dobhártya (a)**
- **3 hallócsont** sorrendben:
 - **kalapács (e),**
 - **üllő (f),**
 - **kengyel (i, j).**

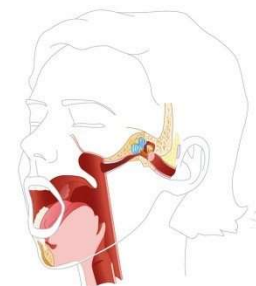
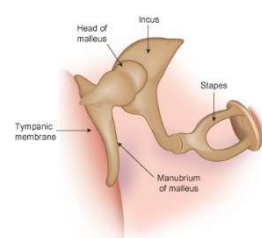


A középfül, a dobhártya – mely egy rugalmas kötőszövetes lemez - mögött elhelyezkedő, **levegővel telített tér (dobüreg)**. A levegő által megrezegtetett dobhártya rezgéseit a benne levő hallócsontok - melyek érzékeny **ízületekkel** kapcsolódnak össze - átveszik és közvetítik a belső fülbe (**csontvezetés**).

A **kengyel talpa a belső fül ovális ablakához tapad**. A **hallócsontok** kb. 20 x-ra **erősítik a hangnyomást** a dobhártya és az ovális ablak között, mivel 15:1 az arány a dobhártya és az ovális ablak felülete között.

A hallócsontokhoz kis **harántcsíkolt izmok** kapcsolódnak. A **dobhártyafeszítő-izom**, mely a kalapácsához kapcsolódik, a dobhártyát tartja feszesen, a **kengyelizom** a kengyel rezgéseit kontrollálja. **Erős zaj hatására az izmocskák összehúzódnak, csökkentik a csontok kilengéseit**, merevebbé válik a hallócsontlánc, így mérséklődik az ovális ablakot terhelő túl nagy nyomás, **megakadályozva a sérülést**.

A középfület az orrgarattal a **hallókürt - Eustach kürt** vagy **fülkürt** - köti össze, amelyen keresztül szükség esetén a dobhártya két oldalán kialakuló **nyomáskülönbség kiegyenlítődik**.



Belső fül

A **halántékcson** - sziklacsont – belsejében helyezkedik el, a **csontos és a hártás labirintus alkotja**. A csontos labirintusban folyadékkal – perilympha – körülvéve található a vékony falú hártás tömlőrendszer, a hártás labirintus, melyet szintén folyadék – endolympha – tölt ki.

Labirintust

- a **3 félkörös ívjárat**,
- a **tömlőcske és a zsákocsk**a, továbbá
- a **csiga alkotja**, amely a **hallóreceptorokat** tartalmazza.

A csiga, a hallószerv

- **Csontos és hártás csigából** áll.
- A csontos csiga közepén egy háromszög alakú cső, a **hártás csiga** található.

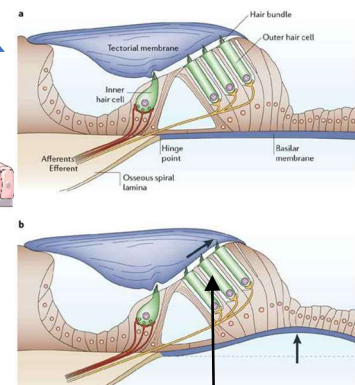
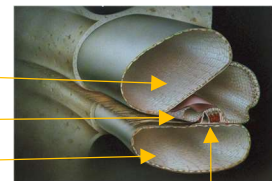
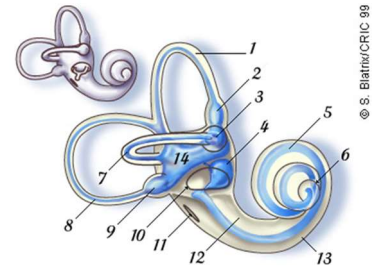
A csiga keresztmetszetében látjuk a

- **felső járatot** - vesztibuláris csatorna -, melyet az **ovális ablak zár le**,
- **középső járatot** – csigavezeték –, amely a **hártás csiga**,
- **alsó járatot** – dobcsatorna -, melyet a **kerek ablak zár le**.

A felső járat a csiga csúcsán átfordul az alsó járatba. Mindkét járatot folyadék tölti ki (perilympha).

Hártás csigában található a **hallószerv, a Corti-szerv**, részei,

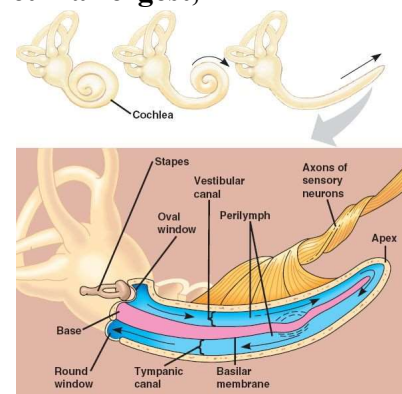
- **alaphártya**, mely a csiga csúcsa felé szélesedik,
- **fedőlemez**,
- **támasztősejtek**, köztük
- **szőrsejtek**, melyek
 - az alaphártyához rögzülnek,
 - **mechanoreceptorok**,
 - alsó felszínükhöz a VIII. agyideg rostjai kapcsolódnak,
 - **felső részükön mikrobolyhok** találhatóak, bennük **mechanoszenzitív kation csatornákkal**.



Hang hatására az **alaphártya deformálódik**, a **szőrsejtek a fedőlemezhez nyomódnak**, így a **receptorok nyúlványainak elhajlása** ingerületi folyamatot indít el.

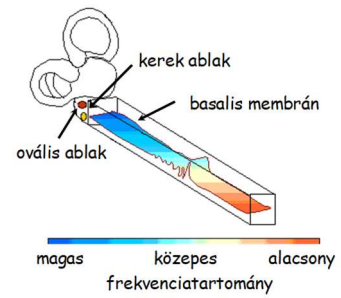
A hallás folyamata

- A hallójáraton bejutó **levegőrezgések rezgésbe hozzák a dobhártyát**,
- a **hallócsontocskák átveszik és az ovális ablakhoz vezetik a rezgést**,
- ennek rezgése **hullámokat** indít a **felső járat folyadékában – perilymfában -**,
- melyek a csiga csúcsán átfordulva az alsó járatba **deformálják az alaphártyát**,
- a **szőrsejtek hozzányomódnak a fedőlemezhez – mechanikai inger** - és ingerületet küldenek az agyba,
- melyet a **VIII. agyideg** közvetít az agyba.
- A folyadék hullámok a kerek ablaknál fokozatosan csillapodnak.



Adott frekvenciájú hangok által keltett hullámok a csigában, mindig adott helyen deformálják az alaphártyát.

- Az alacsony frekvenciájú, **mély hangok a csiga csúcsán** váltanak ki maximális kilengést,
- a magas frekvenciájú, **magas hangok a csiga alapján** deformálják a hártás csigát.

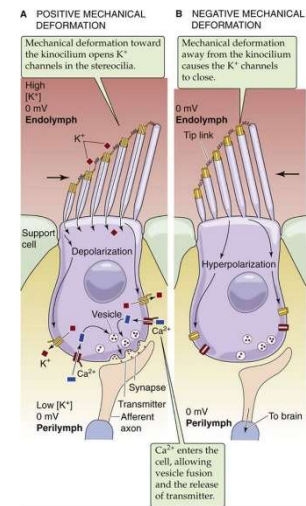
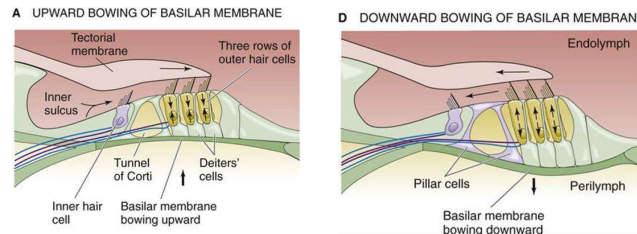


Rezgések nemcsak a felvázolt hangvezető rendszeren juthatnak el a belső fülbe, hanem a **koptyacsontok közvetítésével is**.

A központi idegrendszerbe a **VIII. agyideg** közvetíti az idegi impulzusokat, amely - a gl. spirálában levő - bipoláris sejtek centrális nyúlványaiból áll.

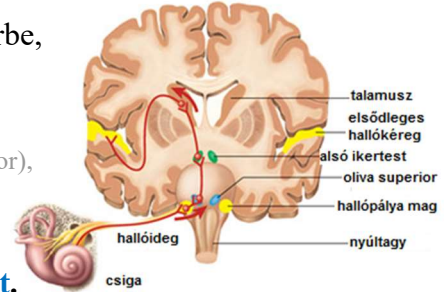
A szőrsejtek nyúlványainak **mechanoszenzitív kation csatornái** nyitott/zárt állapotát a szörköteg elhajlási irányai szabályozzák.

- A növekvő nagyságú nyúlványok irányába való kitérés a K^+ csatornák nyílását, így depolarizációt,
- az ellenkező irányú kitérés a csatornák zárását, így hiperpolarizációt vonja maga után.



A hallópálya

- A hallóideg rostjai belépnek a központi idegrendszerbe, (innen már hallópálya)
 - a **nyúltvelőben a rostok részben kereszteződnek**,
 - majd átkapcsolódnak a **középgyban** (colliculus inferior),
 - és a **talamuszban** (corpus geniculatum mediale), majd
 - az agykéreg **halántéklebenyében** végződnek.
- Itt található a **hallókéreg**, itt alakul ki a **hangérzet**.



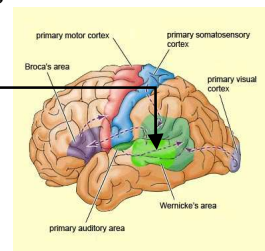
A másodlagos hallóközpontok **azokat az érzeteket dolgozzák fel, amelyek az elsődleges érző központokban keletkeznek**. Ezekhez a területekhez kapcsolhatók az akusztikus **észlelési folyamatok**, itt **tudatosulnak**, itt kapnak **jelentést** a különféle hangingerek.

Ennek a rendszernek a része

- a **beszédértő központ**, melyet **Wernicke-mezőnek** nevezünk,
- ugyanitt található a **zenei hallás központja**.

Sérüléskor a beteg hangokat hall, de azokat nem ismeri fel.

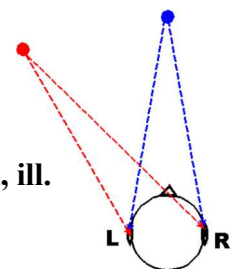
A hanginformáció **pontszerűen** - tonotopikusan - szerveződik, azaz az egymás melletti frekvenciák képviselése a kéregben is egymás mellett van.



Hanglokalizáció

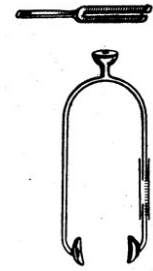
A hangirány meghatározásának az alapja, hogy

- oldalsó hangforrás esetén a **két fület a hang időkülönbséggel** éri el, ill.
- **hangerőkülönbség** alakul ki a két fül között.



Kísérlet a hangirány érzékelésére

Erősítsünk kb. 2 m hosszú gumicsövet egy sztetoszkópra. A gumicső egyik szarát vágjuk ketté és csatlakoztassunk közbe egy rövid üvegcsövet úgy, hogy a gumi két végét ebbe beledugjuk.



A sztetoszkópot helyezzük az asztalra és a gumicső két végét tegyük a fülünkbe. Állítsuk a sztetoszkóp két karját egyforma hosszúságúra, s miután szemünket behunytuk, társunk pendítsen meg egy hangvillát a sztetoszkóp közelében.

Az üvegcsőben levő gumivégek egymás felé csúsztatásával rövidítsük meg ezután a sztetoszkóp egyik karját, majd ismételjük meg az előbbi kísérletet.

A karok egyenlő hosszúsága esetén - amidőn a hangforrás egyenesen előttünk van - a hangforrást pontosan a fej középsíkjára lokalizáljuk, minthogy mindkét fülünk egyformán ingerlődik. Egyenlőtlen sztetoszkópkarok esetében a rövidebb kar irányába lokalizáljuk a hangot, tehát azon fül irányába, melybe előbb érkezik a hang.

Halláskárosodások

- Az egyik leggyakoribb testi károsodás, magyar lakosság 10%-a szenved benne.
- Széles spektrumú, az egészen enyhétől a nagyon súlyosig terjed. Legsúlyosabb a sükettség. Törvényileg, aki 82 dB-nél halkabban nem képes meghallani az süket.

A halláskárosodások okai

- **Fülzsír felhalmozódása.**
- **Gyulladás**, pl. folyamatos faggyú felhalmozódás miatt.
- **Dobhártya átszakadás.**
- **Középfül betegsége az otoszklerózis.** A kengyel fokozatosan mozgásképtelenné válik, mert a csont közelében szivacsos anyag halmozódik fel, ez idővel megkeményedik.
- **Öregedés.** Fokozatosan kevesebbet hallunk a magas frekvenciájú hangokból (30 év 15000 felett, 50 év 12000 felett, 70 év 6000 hertz felett nem hallunk). A korrallal csökken a csiga rugalmassága, szőrsejtek elhalnak, csontocskák meszesednek stb.
- **Hangos zajok.**

Zajnak nevezünk minden olyan nemkívánatos hangot, amely kellemetlen vagy zavaró érzetet kelt, esetleg **káros hatású**. A **zaj megítélése meglehetősen szubjektív**. A hang akkor válik zajjává, ha az észlelőt valamilyen tevékenységében vagy állapotában zavarja, idegesíti, egyes élettani funkcióit hátrányosan megváltoztatja, egészségét vagy közvetlenül hallószervét károsítja.

Enyhébb esetben az erős hangok átmeneti hallásküszöb-eltolódást okoznak, de eredményezhetnek tartós károsodást is. Hosszú időn keresztül hallható vagy ismétlődő **zajok hatással vannak az ember pszichés, vegetatív és hallószervi működéseire**.

Zajforrások lehetnek:

- közlekedési,
- ipari,
- szabadidős,
- épületen belüli,
- lakóhelyi stb.

Zajsztint	Kiváltott hatások
kb. 20 - 30 dB-től	az alvás megzavarása
Kb. 25-40 dB-től	pszichés terhelés, zavarás: koncentráció-képesség csökken
Kb. 40-50 dB-től	a beszédérthetőség romlása
Kb. 60-65 dB-től	a vegetatív idegrendszerre gyakorolt hatások [65-75 dB: vérnyomás nő, anyagcsere fokozódás, stb. (nem szokható, még nincs károsodás)]
75 dB felett	fejfájás, álmatlanság, fülzúgás, átmeneti hallásküszöb emelkedés
Kb. 85 dB-től	halláskárosodás rendszeres impulzus nyomán
120-130 decibelt elérő erős hangok	egyszeri behatásra is visszafordíthatatlanul bekövetkező halláskárosodás

Egyensúlyozás érzékszerve

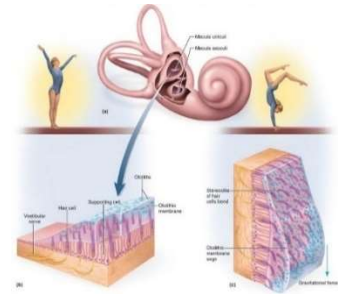
Ennek részei

- a **tömlőcske** (utrículus) és a **zsákocsk**a (sacculus),
- valamint a tér három, egymásra merőleges síkjában elhelyezkedő **3 félkörös ívjáratok**.

Mindezeket folyadék tölti ki.

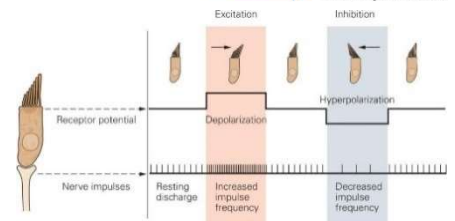
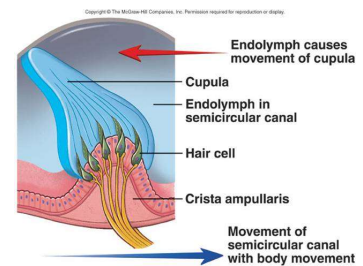
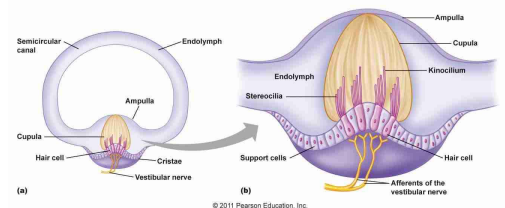
A **tömlőcske** és a **zsákocsk**a támasztósejtek közti **szőrsejtekkel** rendelkeznek, a mozdulatlan fej helyzetét, ill. az egyenes vonalú gyorsulását érzékelik.

- A szőrsejteket **kocsonyás burok** fedi, ebben apró **mész kristályok** vannak.
- A kocsonyás burok a fej megdöntésekor elhajlik - mész kristályok fokozzák a nyomóerőt - és a **szőrsejtek nyúlványai deformálódnak**, a sejtek ingerületbe jönnek.



Félcörös ívjáratok

- A tér különböző síkjaiban lévő három ívjárat egy-egy **kiszéledésében** – ampullájában - hasonló **kocsonyás burkolatú** támasztósejtek közti **szőrsejtek** vannak.
- Ezek a fej valamely síkjában történő **elmozdulásra** – szöggyorsulásra - lépnek ingerületbe, a **fej gyorsuló, ill. lassuló mozgását** érzékelik.
- A fej elmozdításakor az elfordulás síkjába eső ívjáratban a folyadék az ellenkező irányba mozdul, a **szőrsejtek nyúlványai elhajlanak**, így a receptorok ingerületbe jönnek.
- Hasonlóan a csiga szőrsejtjeihez, az elhajlási iránytól függően változik a sejtek membránpotenciálja.
- A receptorokból az ingerület a **VIII. agyideg** rostjain, majd a nyúltagyon és a hídon keresztül halad a **középagyba**, majd a **talamuszba**.
- A talamuszból az **agykéreg fali lebenyének elsődleges érzékérgi** részébe kerül az információ, itt alakul ki az **érzet**.

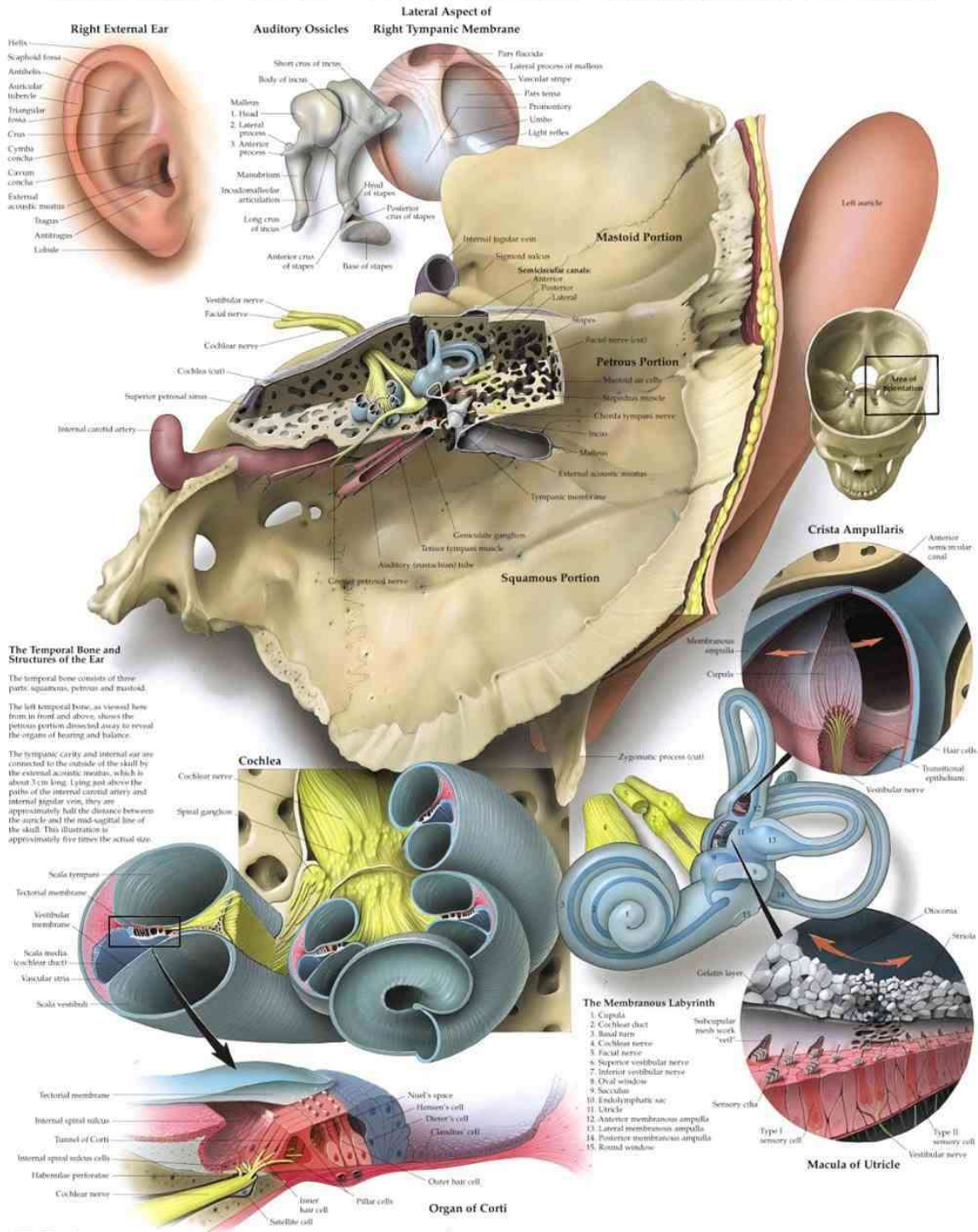


A vestibuláris rendszer

Az **egyensúly**, ill. az egyes testhelyzetekben az izomtónus **szabályozásért felelős rendszer**.

- a) **Érző receptorai** részben a **belső fül labirintusában** találhatóak – **zsákocsk**a, **tömlőcske**, **félcörös ívjáratok** -, melyek információt nyújtanak a fej térbeli helyzetéről és elmozdulásáról. Továbbá a rendszer információt kap a **szemből**, **izmok (izomorsó)**, **inak (ínorsó)**, **bőr mechanoreceptor**aiból.
- b) **Agytörzsi mozgató központjai**
 - a fej helyzetváltozásával összefüggésben **koordinálják a szemmozgásokat**,
 - **vázizmok tónusának szabályozását végzik** - miáltal **szabályozzák a testtartást** - , a látási, egyensúlyozási és nyomási ingerek összehangolásával.
- c) **Kisaggyal való összeköttetései** az **egyensúlyi helyzet megtartásában**, és a **mozgáskoordinációban** jelentősek.

ANATOMY OF THE INNER EAR



The Temporal Bone and Structures of the Ear

The temporal bone consists of three parts: squamous, petrous and mastoid.

The left temporal bone, as viewed here from in front and above, shows the petrous portion dissected away to reveal the organs of hearing and balance.

The tympanic cavity and internal ear are connected to the outside of the skull by the external acoustic meatus, which is about 3 cm long. Lying just above the paths of the internal carotid artery and internal jugular vein, they are approximately half the distance between the auricle and the mid-sagittal line of the skull. This illustration is approximately five times the actual size.