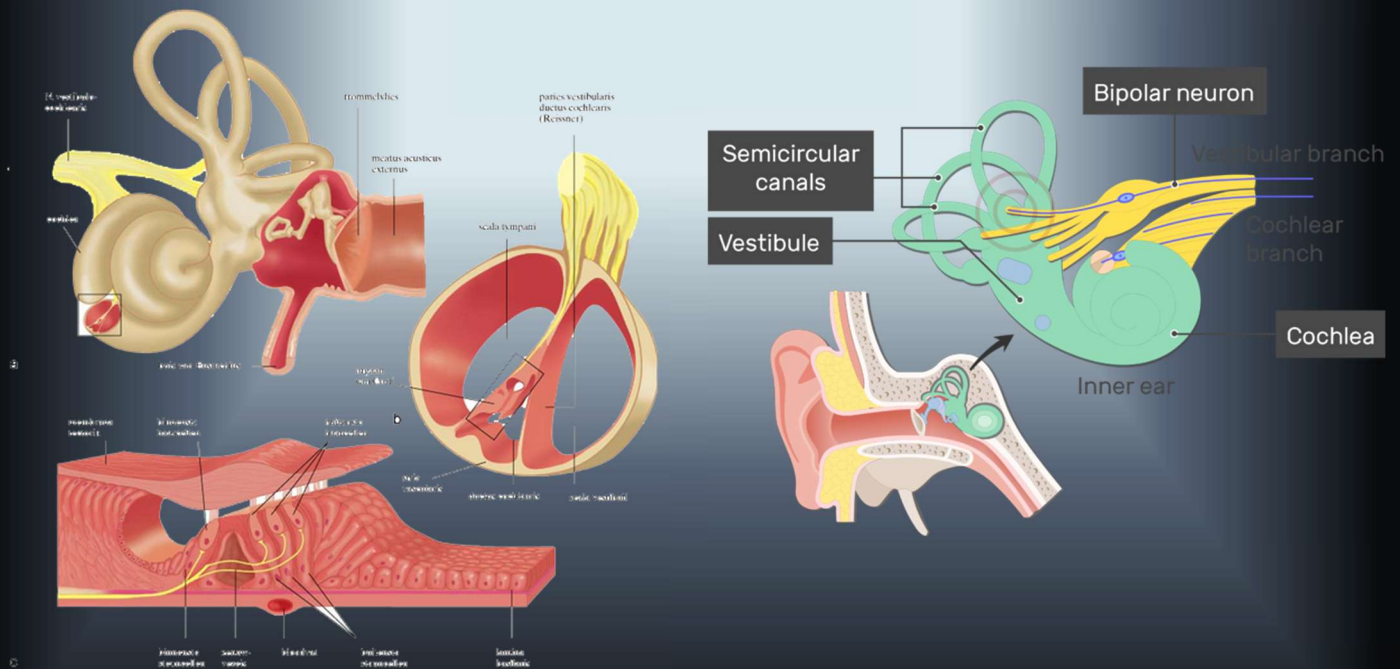


4.8.1.10. HALLÁS ÉS EGYENSÚLYÉRZÉS

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 funkcióját.
- 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

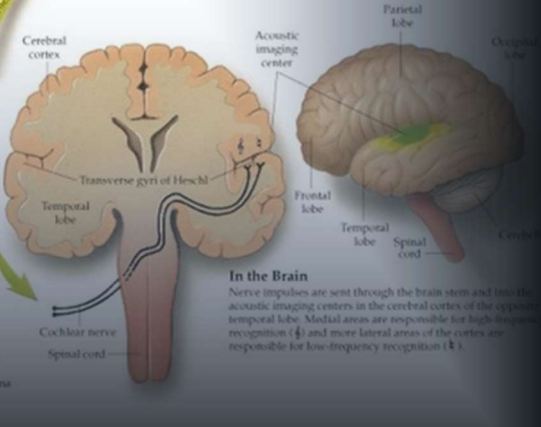
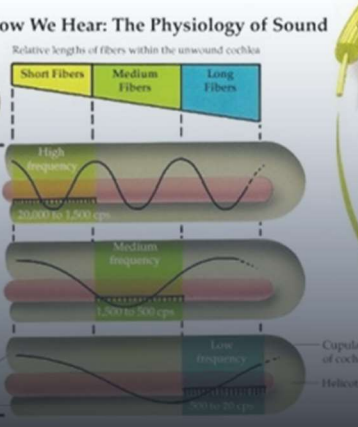
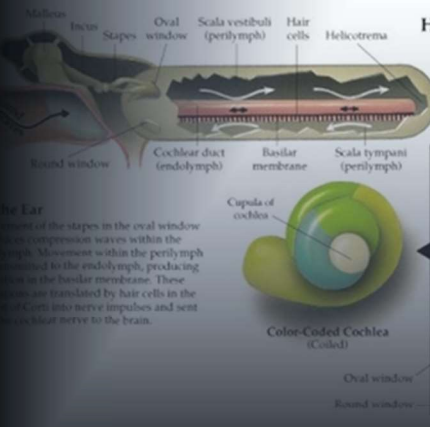
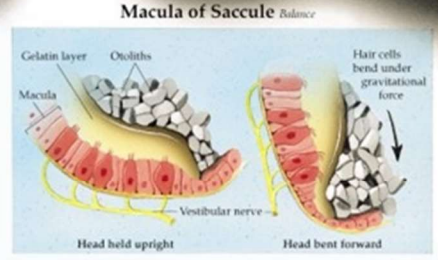
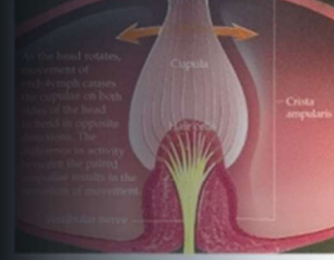
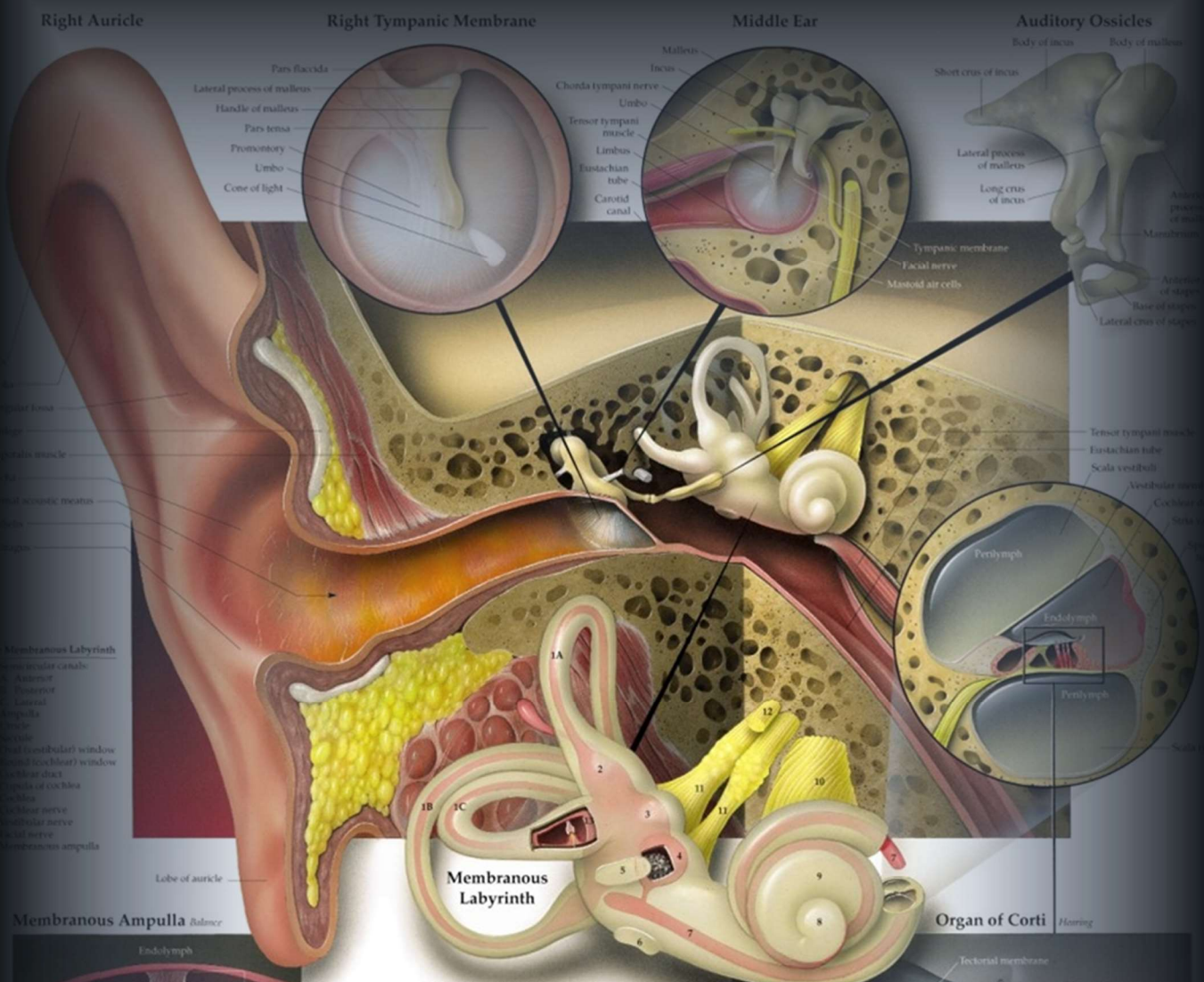
Kulcsfogalmak

- 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

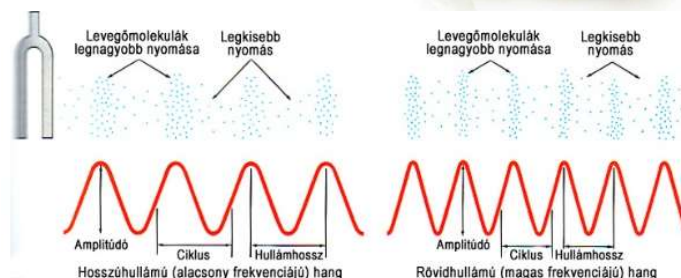
- **Fülkagyló és külső hallójárat**

2. Középfül

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

3. Belsőfül

- **Csontos és hártyás labirintus**



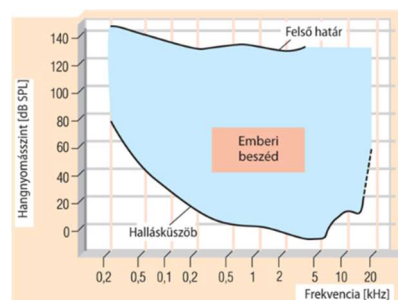
A hang

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

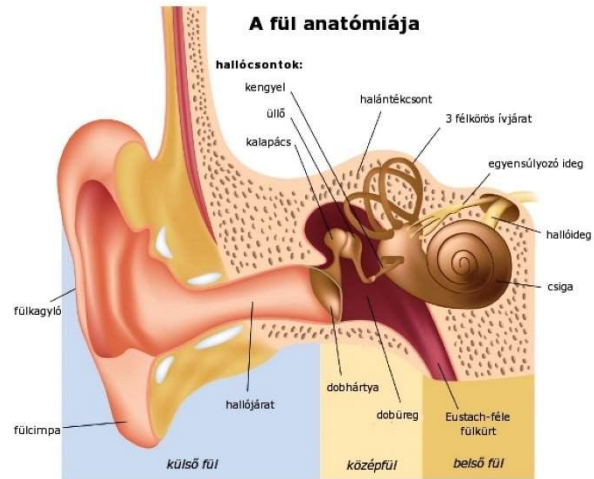
Külső fül

Feladata:

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

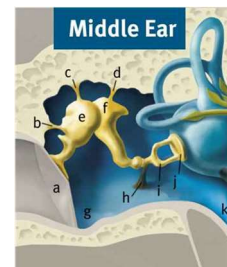
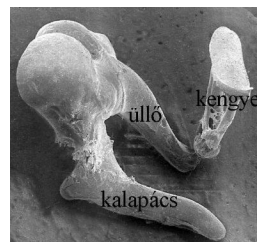
Részei:

- a **fülkagyló**: rugalmas porcos vázú, kötőszövetes bőr borítja, feladata a **hangterelés**.
- A **hallójárat**, melyet többrétegű elszarusodó laphám béleli. 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).**

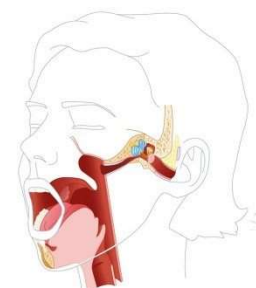
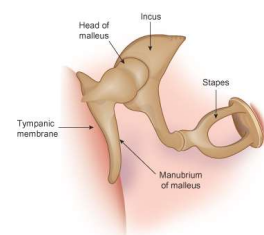


A középfül, a dobhártya – mely egy rugalmas kötőszövetes lemez - mögött elhelyezkedő, **levegővel telített tér (dobüreg)**. A levegő által megrezegtetett dobhártya rezgéseit a benne levő hallócsontok - melyek érzékeny **ízületekkel** kapcsolódnak össze - átveszik és közvetítik a belső fülbe (**csontvezetés**).

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 kalapácshoz 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

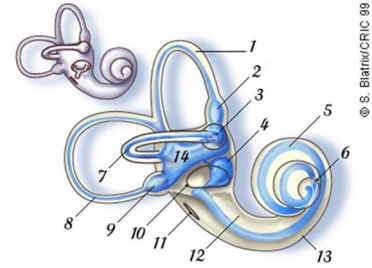
A **halántékcson** - sziklacsont – belsejében helyezkedik el, a **csontos és a hártás labirintus alkotja**. A csontos labirintusban folyadékkal – perilympha – körülvéve található a vékony falú hártás tömlőrendszer, a hártás labirintus, melyet szintén folyadék – endolympha – tölt ki.

Labirintust

- a **3 félkörös ívjárat**,
- az előcsarnokban (vestibulum) lévő **tömlőcske, zsákocsk**a,
- 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**.



A csiga keresztmetszetében látjuk a

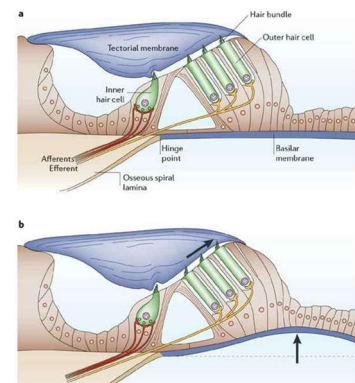
- **felső járatot** - vestibuláris csatorna -, melyet az **ovális ablak zár le**,
- **középső járatot** – csigavezeték –, amely a **hártás csiga**,
- **alsó járatot** – dobcsatorna -, melyet a **kerek ablak zár le**.



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,

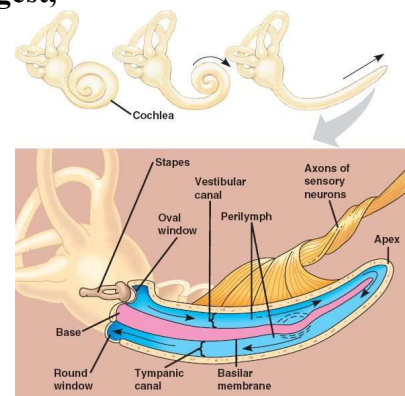
- **alaphártya**, mely a csiga csúcsa felé szélesedik,
- **fedőlemez**,
- támasztősejtek, köztük
- **szőrsejtek**, melyek
 - az alaphártéhoz rögzülnek,
 - **mechanoreceptorok**,
 - alsó felszínükhöz a VIII. agyideg rostjai kapcsolódnak,
 - **felső részükön mikrobolyhok** találhatóak, bennük mechanoszenzitív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



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

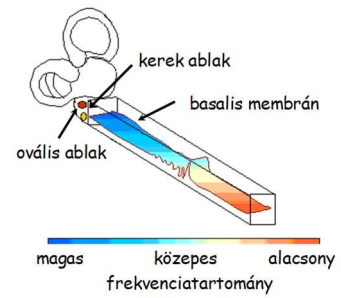
A hallás folyamata

- A hallójáraton bejutó **levegőrezgések rezgésbe hozzák a dobhártát**,
- a **hallócsontocskák, az ovális ablakhoz vezetik a rezgést**,
- ennek rezgése **hullámokat** indít a **felső járat folyadékában** – perilymfában -,
- melyek a csiga csúcsán átfordulva **deformálják az alaphártát**,
- a **szőrsejtek hozzányomódnak a fedőlemezhez** – **mechanikai inger** - és ingerületet küldenek az agyba,
- melyet a **VIII. agyideg** közvetít.
- 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** váltanak ki maximális kilengést.

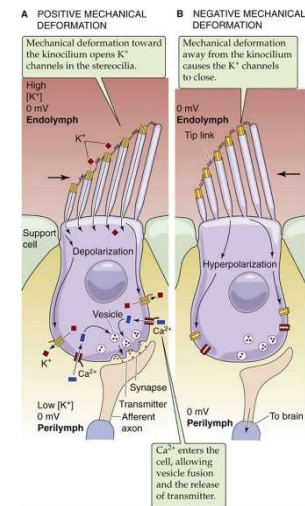
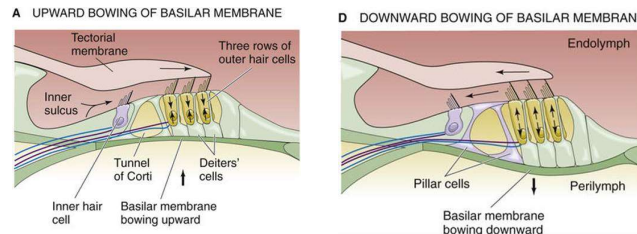


Rezgések nemcsak a felvázolt hangvezető rendszeren juthatnak el a belső fülbe, hanem a **koenyacsontok közvetítésével is**.

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

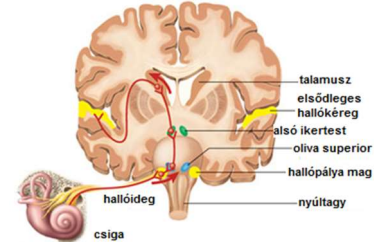
A szőrsejtek nyúlványainak **mechanoszenzitív kation csatornái** nyitott/zárt állapotát a szörköteg elhajlási irányai szabályozzák.

- 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. Ez 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**.

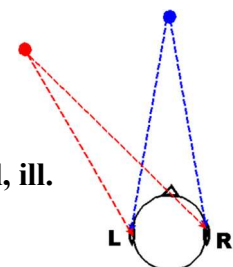
Sérüléskor a beteg hangokat hall, de azokat nem ismeri fel.

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

Hanglokalizáció

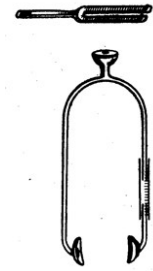
A hang iránya meghatározásának az alapja, hogy

- 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-eltolódás 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.

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

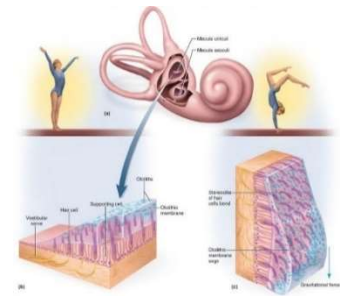
Ennek részei a csontos elöcsarnokban (vestibulum) lévő

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

Mindezeket folyadék tölti ki.

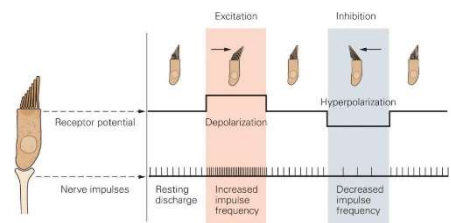
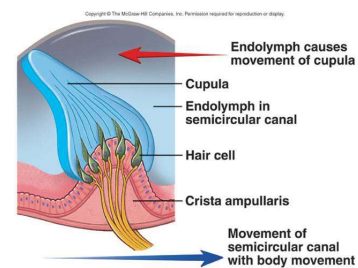
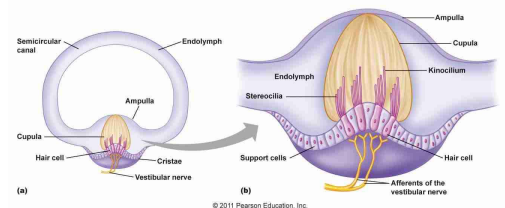
A **tömlőcske** és a **zsákocska** támasztósejtek közti **szőrsejtekkel** rendelkezik, a mozdulatlan fej helyzetét, ill. az egyenes vonalú gyorsulást érzékelik.

- 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 síkjában 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 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 érzőkérgi** 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** a részben a **belső fül labirintusban található** – **zsákocska, tömlőcske, félcörös ívjáratok** -, melyek információt nyújtanak a fej térbeli helyzetéről és elmozdulásáról. Továbbá a rendszer információt kap a **szemből, izmok (izomorsó), inak (ínorsó), bőr mechanoreceptorai**ból.
- 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.

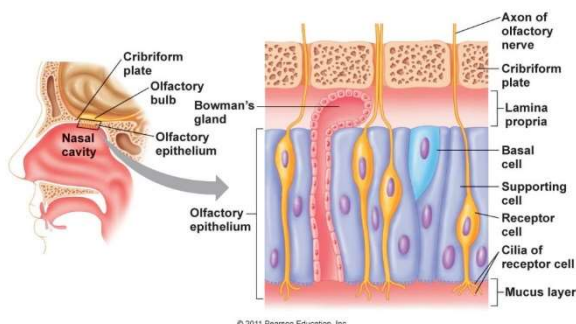
4.8.1.11. Kémiai érzékelés

Közös jellemzők:

- környezet kémiai anyagai hatnak a receptorokra – **kemoreceptorok** az ingerfelvevők,
- ősiék,
- informálják a szervezetet a **táplálékról**, annak potenciális **kedvező és kedvezőtlen hatásairól (mérgezés)**,
- olyan fiziológias változásokat is kiváltanak a szervezetben, melyek az **emésztéshez** kellenek, pl. megindul az emésztőnedvek elválasztása, **fokozódik a perisztaltika**,
- a **magatartásbeli, hangulatbeli változást is okoznak (undor)**,
- **nagy a felbontóképességük** (több ezer szag megkülönböztetése),
- **alacsony az ingerküszöbük**,
- **könnyen adaptálódnak**.

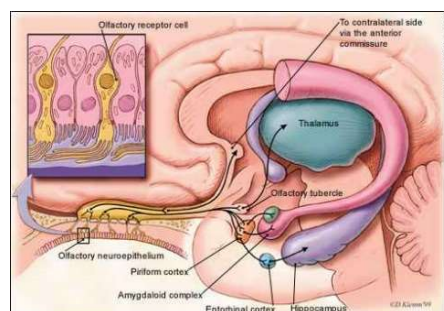
Szaglás

- Limbikus rendszerrel való szoros kapcsolat miatt régi emlékek felidézője lehet.
- A szagok meghatározásában **nagy egyéni különbségek tapasztalhatók**.
 - A nők érzékenyebbek.
 - Az **életkorral változik**, 20-as évek közepétől a 40-es évek végéig a legnagyobb az érzékenység.
 - Dohányosoknál, gőzölgő vegyi anyagokkal dolgozóknál, nagyvárosokban lakóknál csökkent érzékenység, vakoknál nagyobb érzékenység alakul ki.



Szaglópálya

- A **szaglóhám** az **orrüreg felső részén** helyezkedik el,
- az itt található **receptorok** – primer receptorok - **saját axonnal rendelkező valódi idegsejtek**.
- A receptorok között **támasztósejtek** vannak.
- Kb. 1000 különböző szaglőreceptort ismerünk, melyek a nyálkahártyában oldott szaganyagokat, **nyúlványaikkal** érzékelik.
- A receptorok axonjai átkapcsolás – szaglógumóban, Bulbus olfactoriusban - után a **halántéklebény** és a **homloklebény alsó felszínén található**, igen **ősi szaglókérgéhez** futnak, itt **tudatosul a szaglásérzet**. A **talamusz** szintén kap szaglőrostokat.
- A szaglópálya kapcsolatban van más kéregalatti struktúrákkal is, pl.: az érzelmekért és a hosszú távú memóriáért felelős **limbikus rendszerrel** (hippocampusz, amigdala), aminek köszönhetően különféle **magatartási reakciókat, érzelmeket** váltanak ki, **emlékeket** idéznek fel az egyes szagingerek. Ez a rendszer felelős a szagok viselkedésünkre gyakorolt **tudatalatti** befolyásoló hatásáért.
- A szaglóhagyma idegsejtjeinek axonjai képezik a szaglőideget, az **I. agyideget**, amely **nem valódi agyideg**.
- A szaglőrendszer gyorsan adaptálódó rendszer, amely elsősorban a szaglóközpont működési sajátossága.

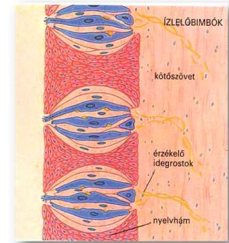


Ízérezékelés

- A nyelv hátának elülső 2/3-án **szemölcsök** találhatóak.
- Egyes szemölcsökben **ízérző sejtszoportok**, ún. **ízlelőbimbók** vannak, amelyekben különböző anyagokra érzékeny **kemoreceptorok** vannak.

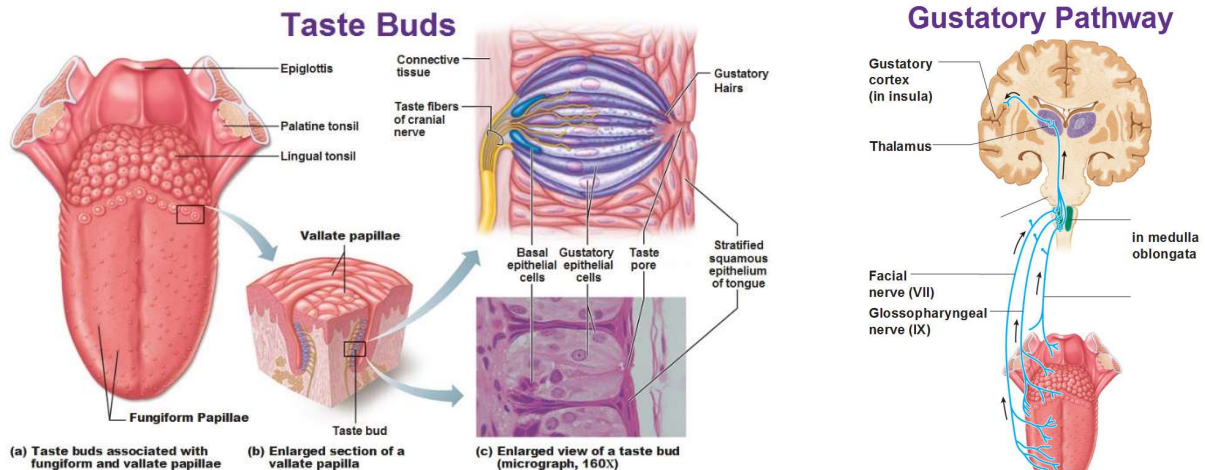


Nem csak a nyelven, de a szájpadláson, a torokban, a gégefedőn és a nyelőcsőben is megtalálhatóak ízlelőbimbók és mindegyik terület érzékeli mindegyik ízt. A nyelven van némi különbség abban, hogy a nyelv különböző részein található ízlelőbimbók melyik alapízre érzékenyebbek, de ez az eltérés lényegében elhanyagolható.



A receptorok 5 féle alapízre érzékenyek:

- A **savanyú íz** érzete a H^+ koncentráció függvénye,
- a **sós íz** a kisebb pozitív töltésű kationok hatására (Na^+) alakul ki,
- míg ugyanezek az ionok nagy koncentrációban **keserű** ízt okoznak, de a nagyobb töltésű kationok, pl. Ca^{2+} , Mg^{2+} szintén keserűek,
- az **édes** ízt a legkülönbézetű szerkezetű vegyületek okozhatják, de természetes módon a sok **-OH csoportot tartalmazó vegyületek** felelősek az édes íz kialakításáért.
- Az ötödik alapíz az **umami** – ami japánul finom ízt jelent - előfordul pl. a paradicsomban, a parmezán sajtban és a japán konyhában használt kombu nevű barnamoszatban. Ezt az ízt kiváltó mesterséges adalékanyag a nátrium-glutamát, E 621.
- A **csípős** ételekben lévő anyagok, pl. a kapszaicin a szájüreg fájdalomérző receptoraira hatnak.
- **Csecsemőknél viszonylag kevés található**, ezután számuk gyorsan növekszik, 40 év tájékán maximális, később mennyiségük csökken.
- Az **ízlelőbimbók állandóan pusztulnak** és újak lépnek a helyükbe, átlagéletkoruk 10 nap.
- A kemoreceptorok **módosult hámsejtek** – **érzékhám** -, nem igazi idegsejtek, nincs saját axonjuk.
- A receptorokból az ingerületet **bipoláris neuronok vezetnek el**, melyek nyúlványai a VII. IX. X agyidegben futnak a nyúltvelőn, a **talamusz**on keresztül a **fali lebeny** alsó részében, ahol tudatosul az ízérzet. Természetesen egyes rostok a **limbikus rendszerbe** futnak, aminek köszönhetően a különféle ízek hatást gyakorolnak az **érzelmeinkre, viselkedésünkre, emlékekkel kapcsolódhatnak össze, undort válthatnak ki.**



A nyúltvelői szén-dioxidra (H^+ ionra) érzékeny kemoreceptorok légzés szabályozásában betöltött szerepe

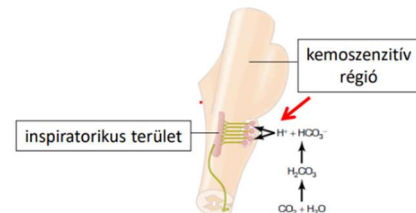
Az agytörzs területén – nyúltvelő és a híd – található a légzés szabályozásáért felelős idegi központok. A nyúltvelőben megkülönböztetünk **belégző** és **kilégző** központot.

A légzés szabályozásában

- **kémiai** – a vér és az idegszövet sejtközötti állományának CO_2 és O_2 tartalma – és
- a tüdőből származó **mechanikai ingerek** játszanak szerepet.

A kémiai ingereket

- részben a szívhez közeli **erek falában** található **chemoreceptorok**,
- részben maguk a **nyúltvelői szabályozó központok** képesek felfogni.



A belégzésben a **vér szén-dioxid koncentrációja**, ill., ami ezzel arányos, az **idegszövet H^+ koncentrációja** a legfontosabb inger, mivel ezek a **belégző központ** működését serkentik.

Az agykamrák falánál elhelyezkedő agyterületek Na^+ -koncentrációt érzékelő receptorai és ezek szerepe a szomjúság és a hipotalamikus vazopresszin termelés folyamatában

Szomjazáskor, a szervezet **vízhiánya** esetén

- a testfolyadékok - **vérplazma** - **ozmotikus koncentrációja növekszik** (hiperozmózis),
- ugyanakkor **térfogata csökken** (hipovolémia).

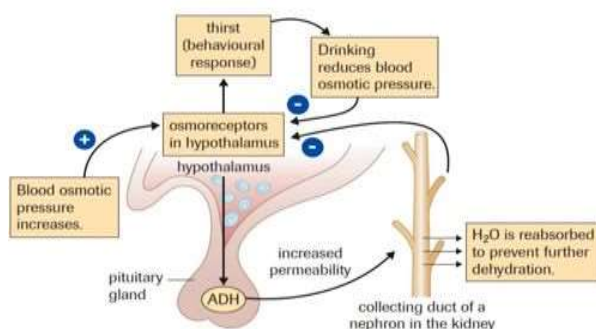
A testfolyadékok koncentrációjának emelkedése – elsősorban a Na^+ koncentráció - az a fiziológiás inger, ami felelős a szomjúságérzet kialakulásában, ill., ami kiváltja a vízkereső magatartást.

A vér összetételének a megváltozását a **hipotalamuszban** található nagysejtes magvak neuronjai **chemoreceptorokként** képesek érzékelni. Ez a terület a **szomjúságközpont**, mely a szomjúságérzet és a vízkereső magatartás kialakításáért felelős, aktiválódásának ingere – a csökkent folyadékbevitel miatt – a vér ozmotikus koncentrációjának a megemelkedése.

Ugyanezen az idegrendszeri területen található az ADH – vazopresszin – elválasztásáért felelős neuroszekréciós sejtek, melyek a vér Na^+ koncentrációjának megnövekedésekor növelik hormon elválasztásukat. A fokozódó ADH termelés hatására nő a vízvisszaszívás mértéke a vesék gyűjtőcsatornáiban, csökken a vízleadás, aminek köszönhetően a szervezet igyekszik vízkészleteit megőrizni.

A vazopresszin szekrécióját szabályozó neuronok elkülöníthetők a szomjúságérzettel kapcsolatos neuronoktól. (Fonyó)

Anti-Diuretic Hormone (ADH)



Emelt szintű érettségi feladatok

Problémafeladat

7 pont

Olvassa el figyelmesen Bárány Róbertnek, az 1914-ben orvosi Nobel-díjjal jutalmazott kutatónak szoboravatásán elhangzott beszéd részletét, majd oldja meg a kapcsolódó feladatokat!



„A következőkben néhány részletet idézek (Bárány Róbert) Nobel-előadásából.

»Mint fiatal fülész, Politzer professzor bécsi klinikáján működtem. Számos betegem hallójáratát kellett kimosnom. Ezek közül többen mosás után szédülésről panaszkodtak... Az esetekről feljegyzéseket készítettem, de az okukat nem találtam meg. A véletlen jött segítségemre. Egy beteg elpanaszolta, hogy akkor szédül meg, ha nem eléggé meleg vizet használok. A legközelebbi alkalommal, amikor nagyon meleg vízzel fecskendeztem, a beteg felkiáltott: "A víz forró, ismét szédülök!" Erre gyorsan megvizsgáltam a beteg szeméit és azt láttam, hogy a nystagmus* pontosan ellenkező irányú volt, mint a hideg vízzel való fecskendezésnél. Rögtön felvillant bennem a gondolat, hogy a nystagmus bizonyára egészségesekben is előidézhető, nemcsak fülgennyesedéssel betegeken. Feltevésem helyesnek bizonyult.«

Nem sokkal később sikerült Bárány Róbertnek a jelenség magyarázatát is megtalálnia. Az ívjáratokban foglalt folyadék hőmérséklete $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül mozog. Hőmérséklet-változásra a folyadékban áramlás indul meg, és ez az áramlás az, ami kiváltja az ingerületet. Aszerint, hogy hűtjük vagy melegítjük az ívjáratokat, az áramlás iránya más lesz, és ez szabja meg a vele együtt járó szemmozgás, más néven nystagmus* irányát is, amit különböző fejtartásokban végzett kísérletekkel meggyőzően igazolt.”

Martinovits János

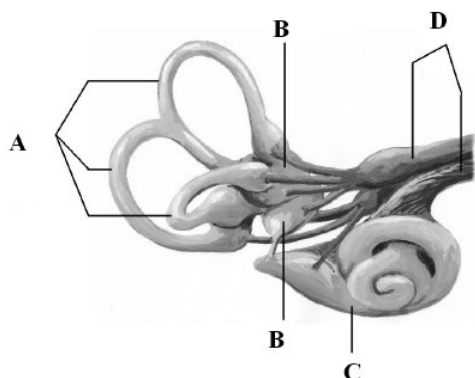
**Nystagmus = a szemgolyó akaratlan kitérő mozgása, itt a szédülés kísérőjelensége*

1. Mit bizonyított Bárány Róbert a leírt megfigyelés és az azt követő kísérlet során?

- A) Azt, hogy a szédülés a középfülből ered.
- B) Azt, hogy az ívjáratokban a folyadék elmozdul a hőmérséklet-különbség hatására.
- C) Azt, hogy az ember szédülését termoreceptorok ingerülete indítja el.
- D) Azt, hogy az ívjáratok folyadékának áramlási iránya kapcsolatban van a létrejövő szemmozgás irányával.
- E) Azt, hogy $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on az ember nem szédül.

--	--

Rendelje az alábbi állításokhoz az ábra megfelelő betűjeleit!



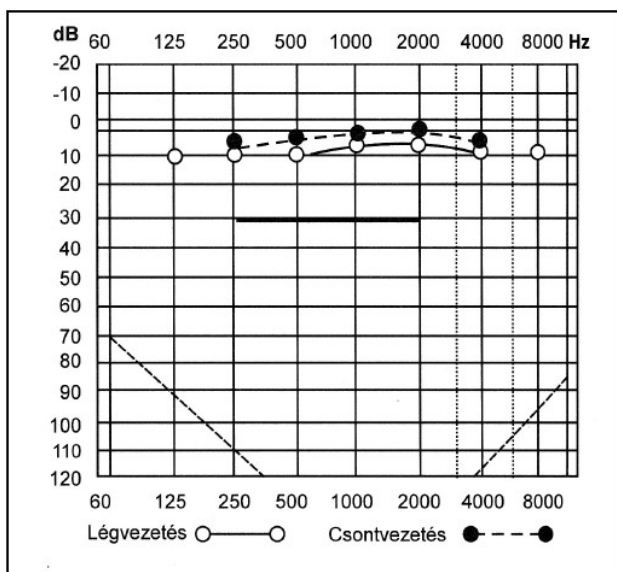
2.	A hideg vagy meleg víz ebben a részletben okozott folyadékáramlást, amely kiváltotta az ingerületet	
3.	A fej statikus helyzetének érzékelését szolgáló receptorokat tartalmazza.	
4.	Általában a fej szöggyorsulásának hatására jönnek ingerületbe receptorai.	
5.	Mész kristályokat tartalmaz.	
6.	A központi idegrendszer felé szállítja az egyensúlyérzékelési és hallási ingerületet.	

Megoldás

- | | | |
|----|------|----------|
| 1. | B, D | 1+1 pont |
| 2. | A | 1 pont |
| 3. | B | 1 pont |
| 4. | A | 1 pont |
| 5. | B | 1 pont |
| 6. | D | 1 pont |

IV. A belső fülben

12 pont



Az emberi fül érzékenységét hallásérzékenység méréssel (audiometriás méréssel) vizsgálják. Az eredményeket rögzítő diagram megmutatja, hogy különböző frekvenciákon melyik a legkisebb erősségű hang, amit még érzékel a vizsgálati személy. A hangerősséget decibelben (dB) adják meg. A légrézéseket érzékelő légvezetés mellett megméri azt is, hogy milyen érzékeny a csontvezetés: ekkor a rezgő test, például a koponyacsontozat érintett hangvilla rezgését közvetlenül a koponyacsontok továbbítják a belső fülbe. Az ábrán egy egészséges hallású ember audiogramját látja. A 0 érték a népesség átlagát jelenti, a pozitív értékek

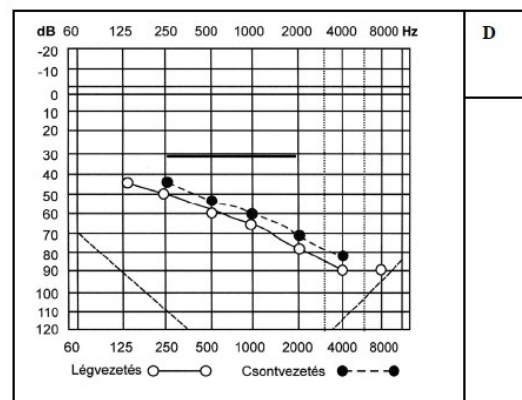
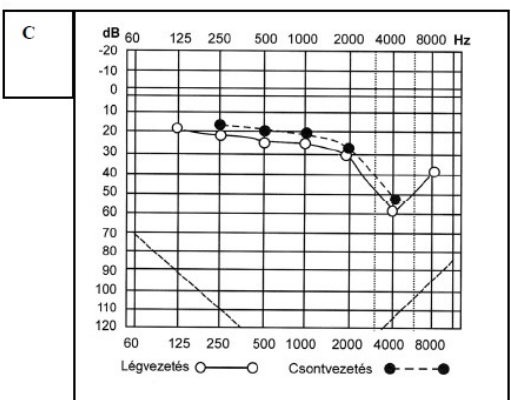
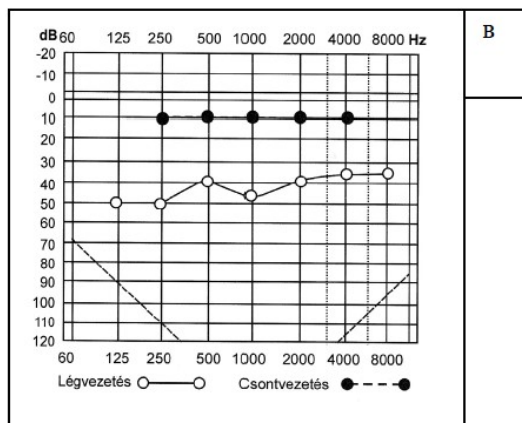
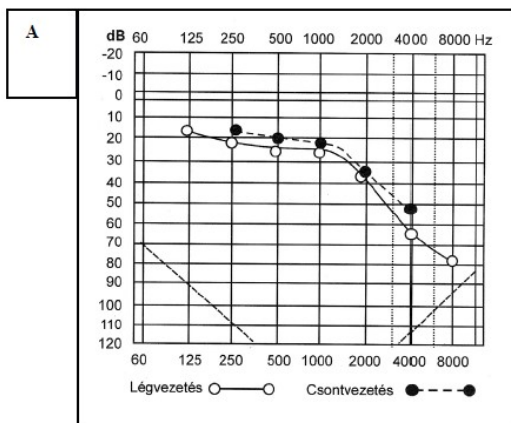
hallásromlásra utalnak, a negatív értékek pedig azt jelzik, hogy a vizsgált egyén már kisebb intenzitású hangot is meghall, mint az egészséges átlag.

- Adja meg a légvezetéssel vizsgált legmagasabb hang frekvenciáját!
- A grafikon szerint a légvezetéses vagy a csontvezetéses hangérzékelés érzékenyebb az emberben a 250 – 4000 Hz közti tartományban?
- A légvezetéses hallás során a hallócsontocskák továbbítják a rezgéseket. Milyen sorrendben? *A helyes válasz betűjelét írja a négyzetbe!*

- A. Kalapács, üllő, kengyel
- B. Kengyel, üllő, kalapács.
- C. Üllő, kengyel, kalapács
- D. Kalapács, kengyel, üllő
- E. Kengyel, kalapács, üllő

Az alábbiakban négyféle, eltérő módon károsodott hallású ember audiogramját mellékeljük. A grafikonok és a leírások tanulmányozása után írja a megfelelő grafikon betűjelét a számok melletti négyzetekbe!

4.	Időskori hallásromlás. A magas hangok iránti érzékenység csökkent, a többi tartományban alig romlott.	
5.	Középfülgyulladás. A gyulladás miatt a hallócsontocskák működése gátolt, de a koponyacsontokon keresztül a csontvezetés nem romlott.	
6.	A hallás idegi feldolgozásának károsodása, a hallás érzékenysége minden tartományban csökkent. A középfül egészséges.	
7.	Súlyos zajártalom. Egy bizonyos magasságú hangra az illető csaknem megstíketült.	



Hasonlítsa össze a belső fül kétféle receptorsejtjét! A helyes válasz betűjelét írja a négyzetbe!

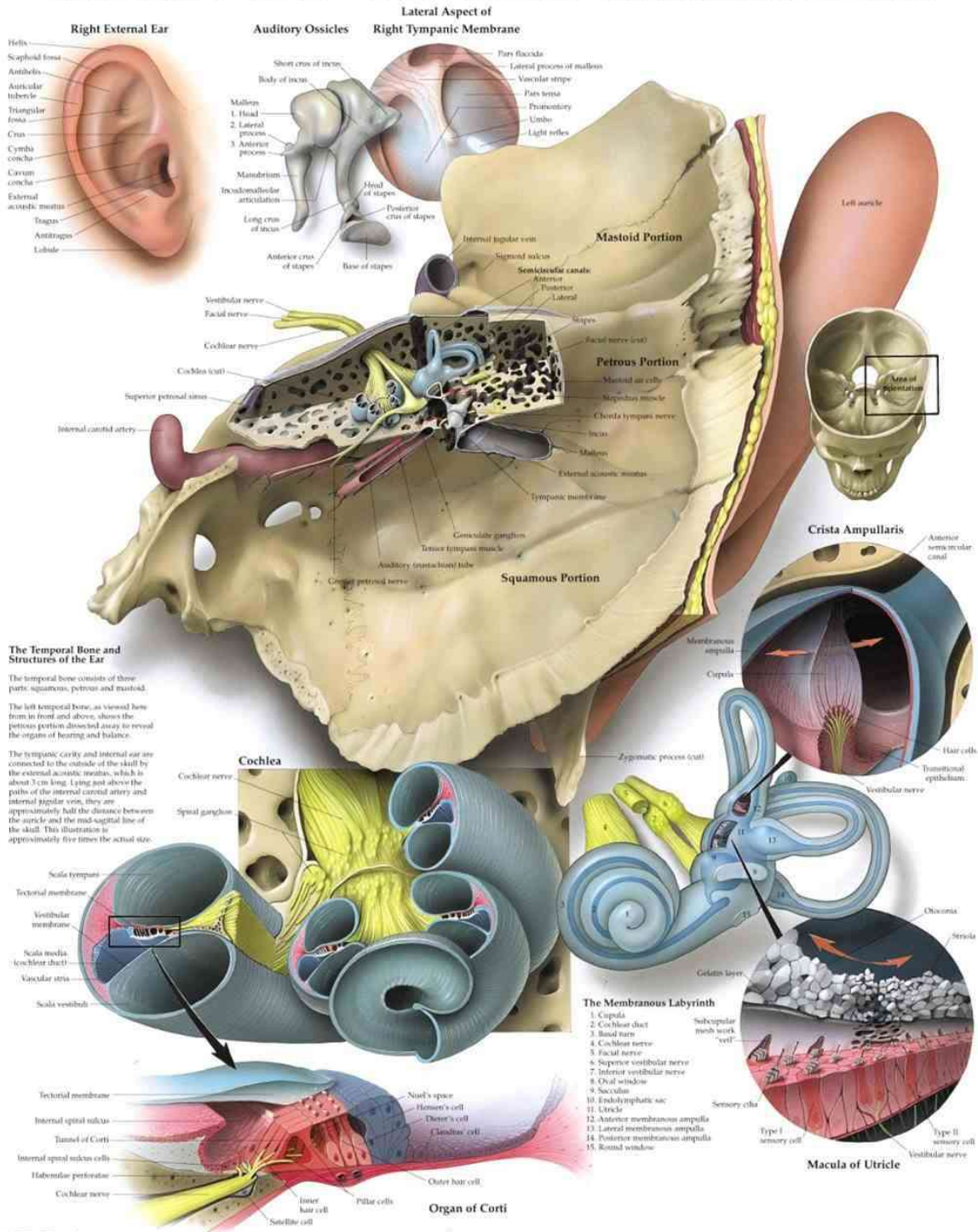
- A. A Corti szerv érzéksejtjei.
- B. A tömlőcske érzéksejtjei.
- C. Mindkettő
- D. Egyik sem

8.	A receptorsejt, illetve az azokat körülvevő állomány folyadékkal telt üregben található.	
9.	Mechanoreceptorok	
10.	A fej gyorsuló mozgásának érzékelésére alkalmasak.	
11.	A fej függőlegessel bezárt szögét érzékeli	
12.	Folyadékban terjedő rezgéshullám hatására jönnek ingerületbe.	

Megoldás

1. 8000 Hz
2. a csontvezetés
3. A
4. A
5. B
6. D
7. C
8. C
9. C
10. D
11. B
12. A

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.

© 1991, 2000 Anatomical Chart Company, Skokie, Illinois. Medical illustrations by Keith Kanzer, in consultation with C. Phillip Dreyer, M.D., F.A.C.S., Head of Neurosurgery, Barrow Neurological Institute, Phoenix, Arizona.