

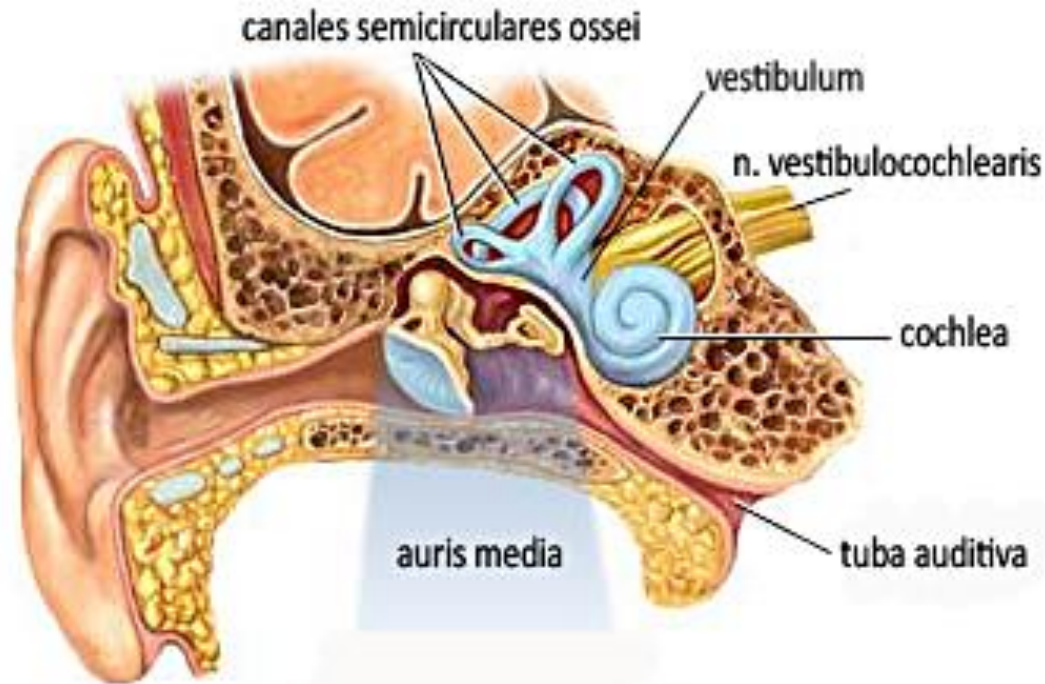
Csontos és hártyás labirintus



Dr. Tóth Zsuzsanna

Semmelweis Egyetem,
Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet

Belső fül-auris interna



Elhelyezkedés:

A halántékcsontról sziklacsontra (os temporale, pars petrosa) részében.

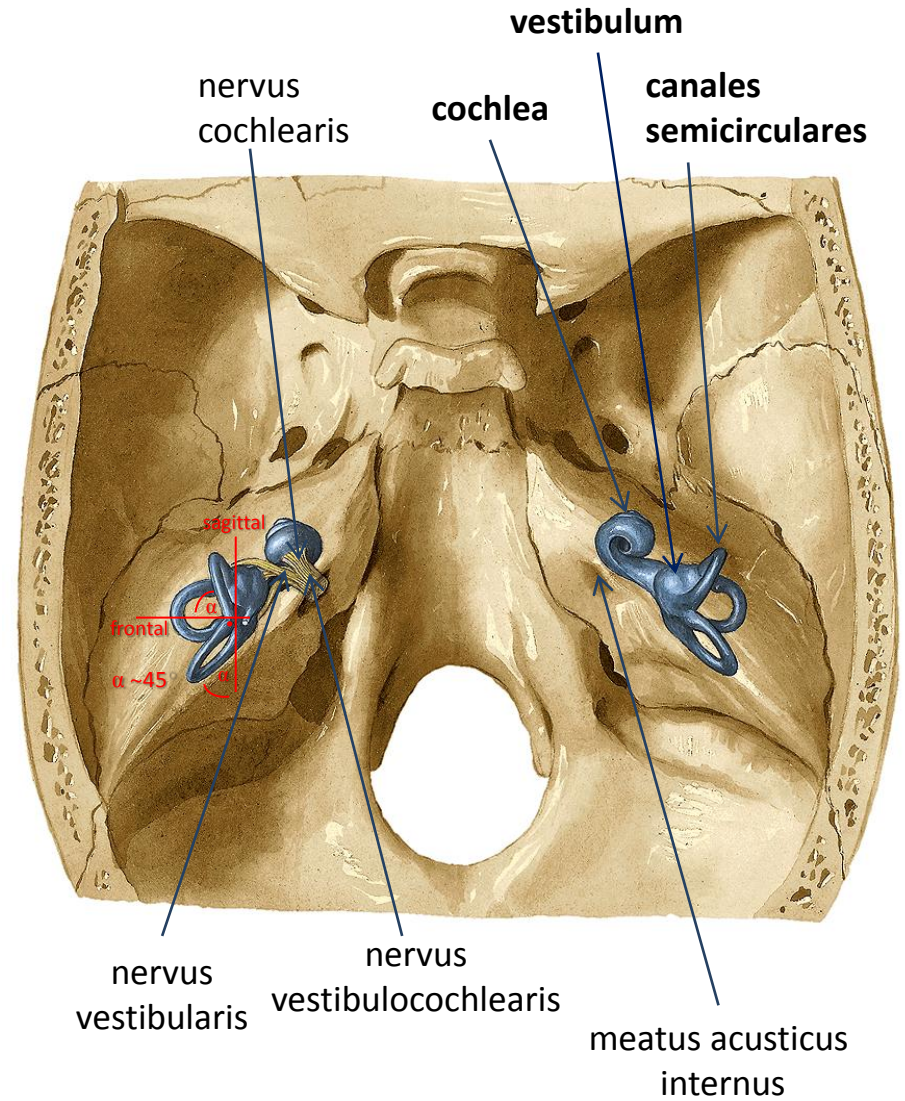
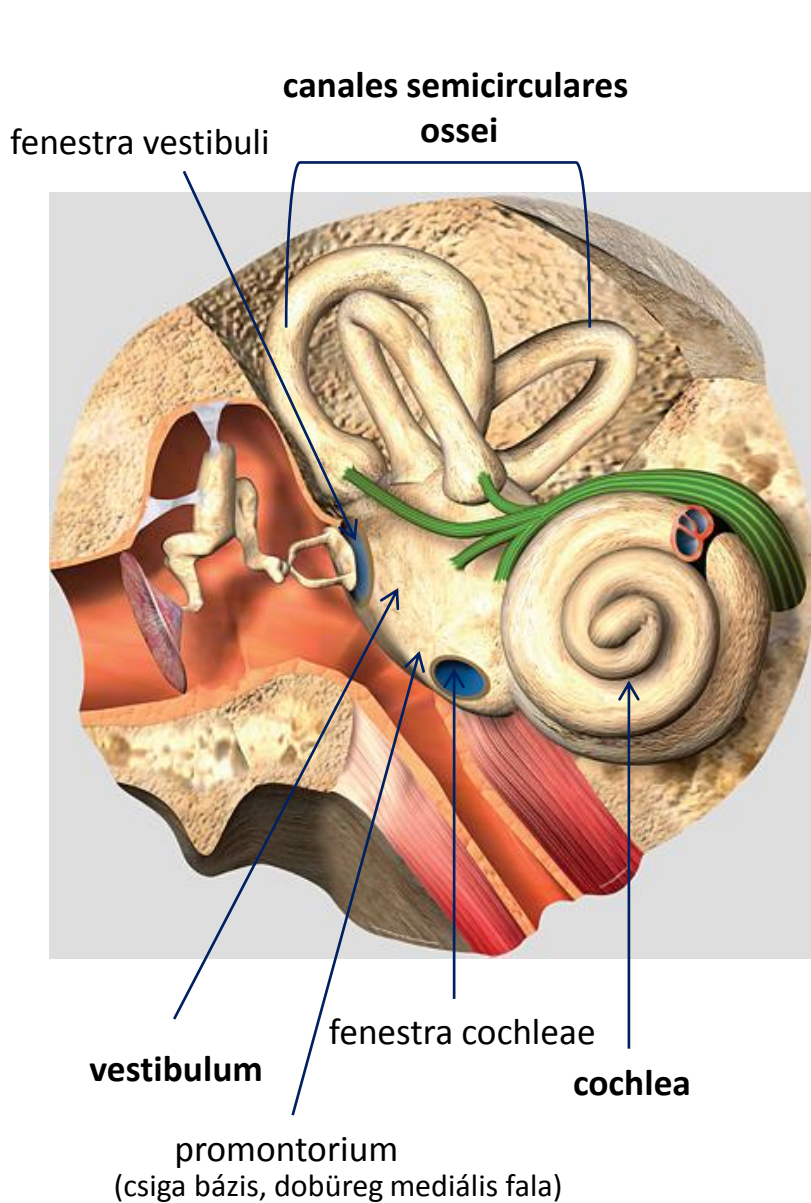
Részei:

- labirintus osseus-csontos labirintus,
- labirintus membranaceus-hártyás labirintus,
- a nervus vestibulocochlearis végelágazódásai, dúcai.

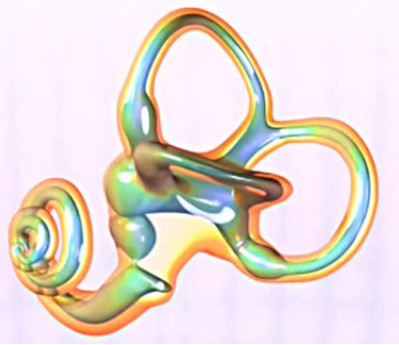
Feladatai:

- hallás (cochlea, Corti -szerv)
- egyensúlyozás
- térbeli orientáció

Labyrinthus osseus

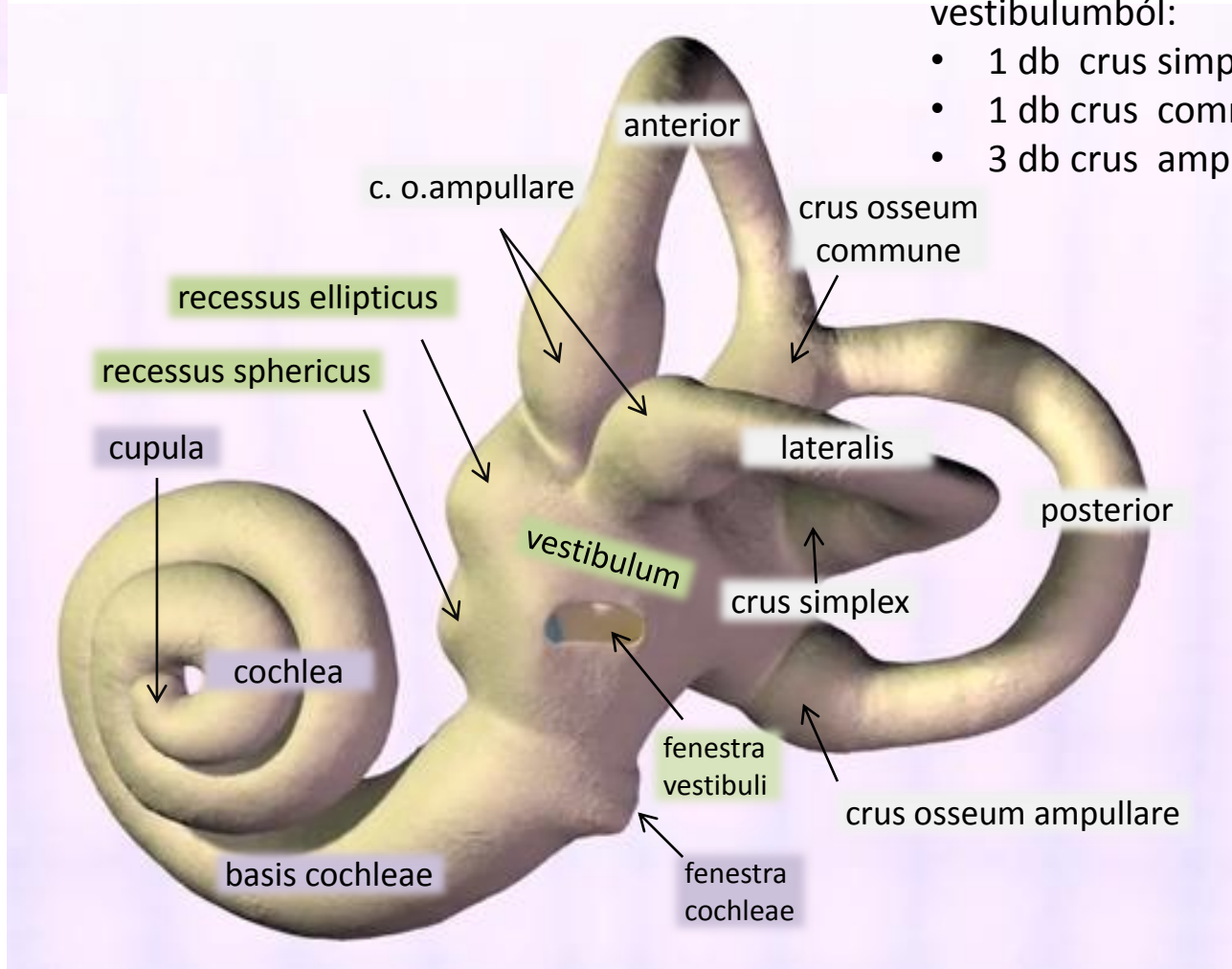


Bal csontos labirintus, oldalnézet



Canales semicirculares ossei vestibulumból:

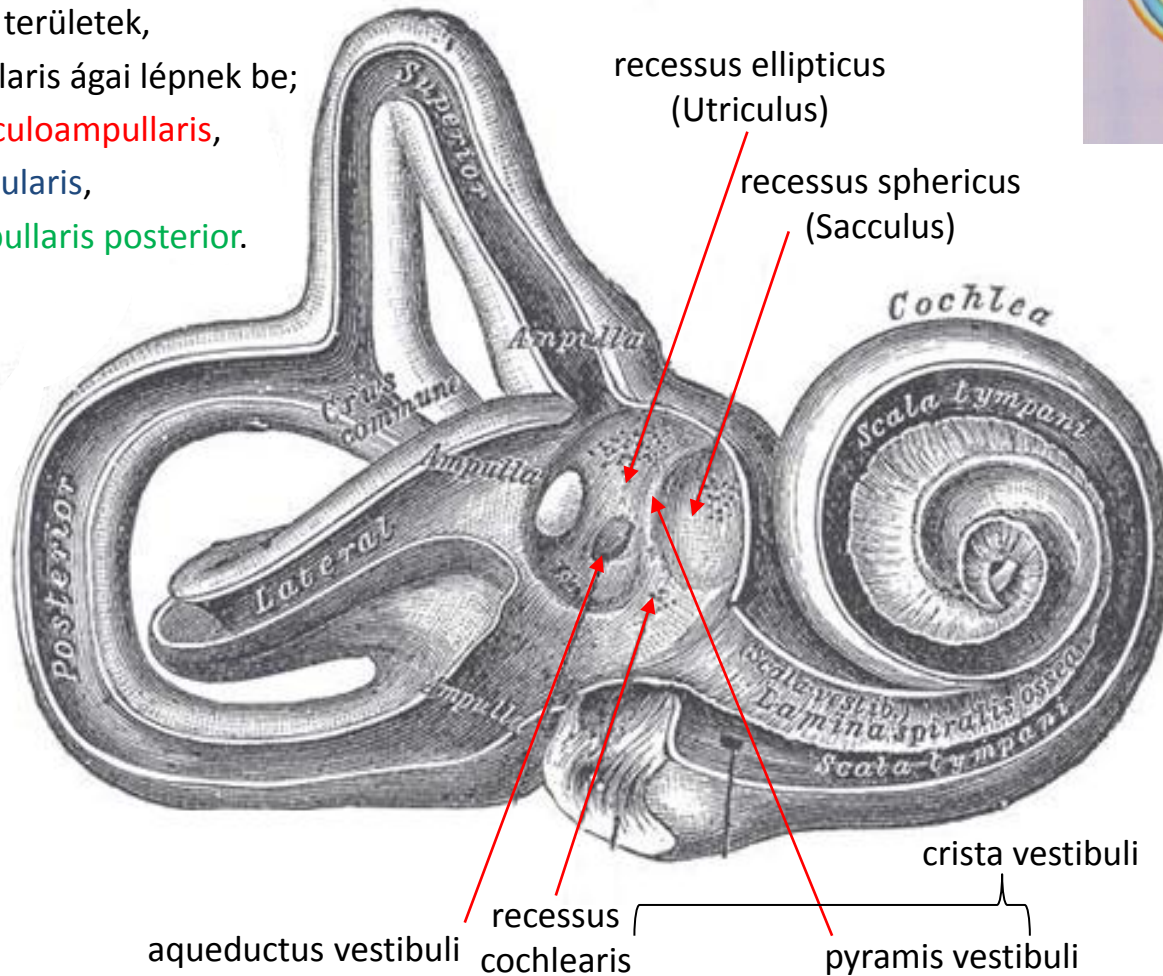
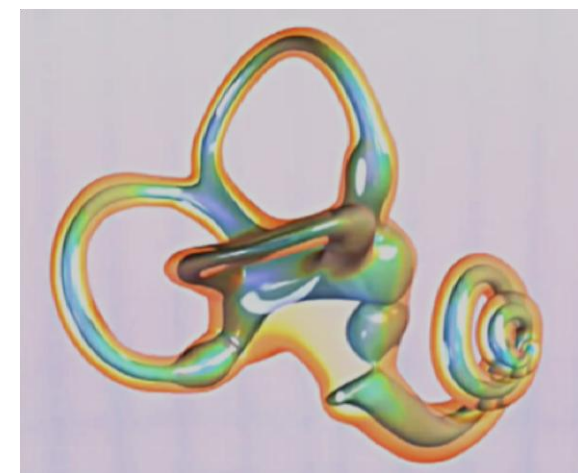
- 1 db crus simplex,
- 1 db crus commune
- 3 db crus ampullare.



A vestibulum képletei

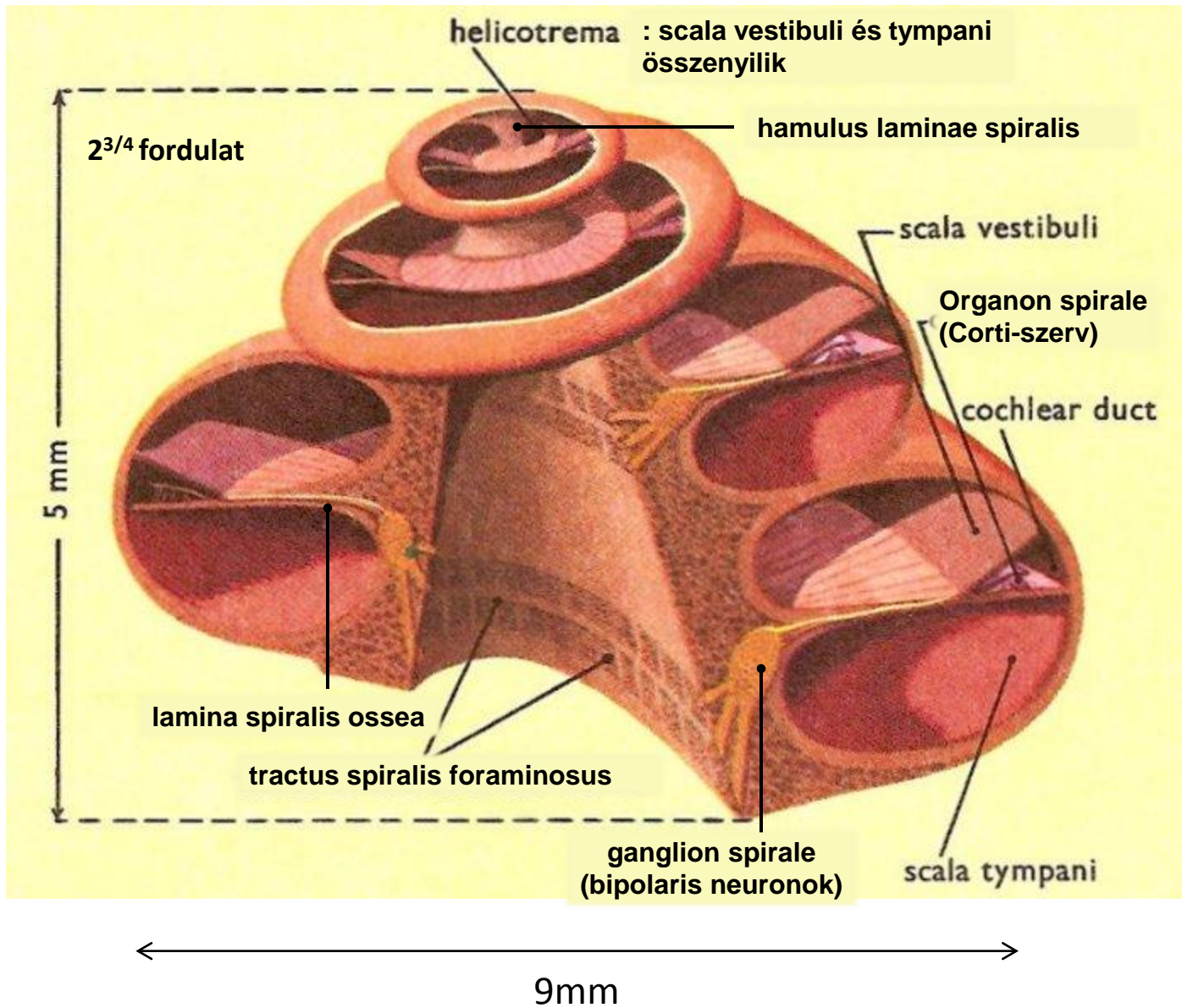
Maculae cribrosae:

- superior, media, inferior,
- lyukacsos területek,
- n. vestibularis ágai lépnek be;
n. utriculoampullaris,
n. saccularis,
n. ampullaris posterior.



Jobb csontos labyrinthus, belső felszín

Cochlea

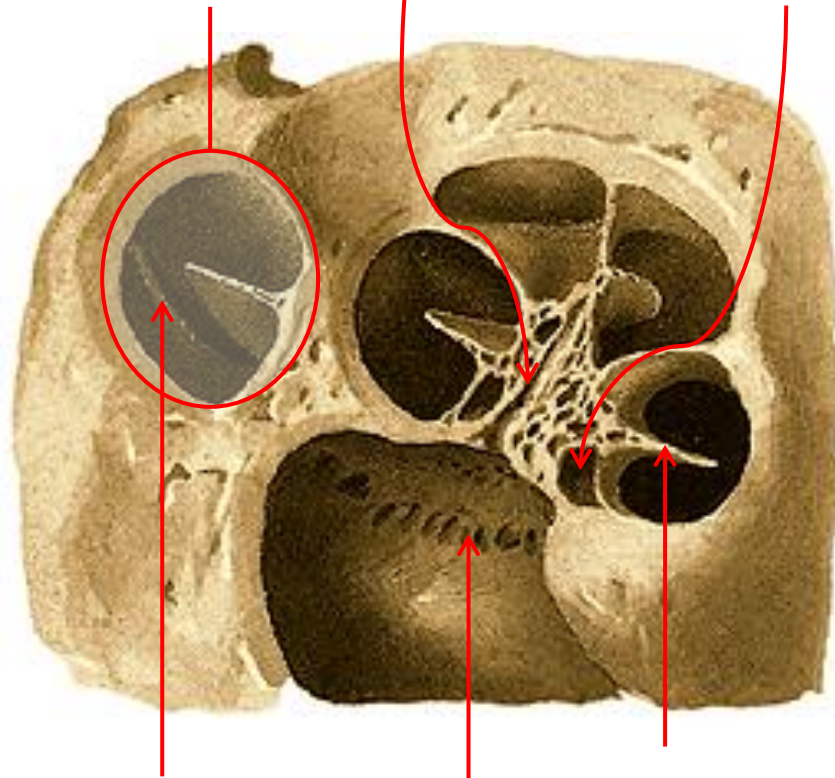


Cochlea

m: modiolus:

- canales longitudinales egy nagyobb, több kisebb járat; erek, n. cochlearis
- canales spiralis modioli; ganglion spirale

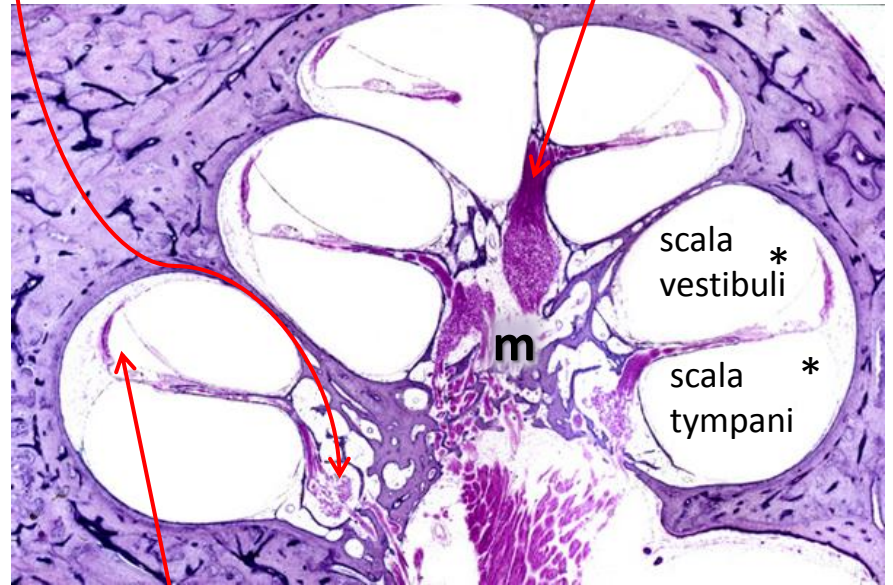
canalis spiralis cochleae



lamina spiralis secundaria
(csak basalis)

lamina spiralis ossea

tractus spiralis foraminosus-n. cochlearis kilépése
(fundus meatus acustici interni)



scala *
vestibuli

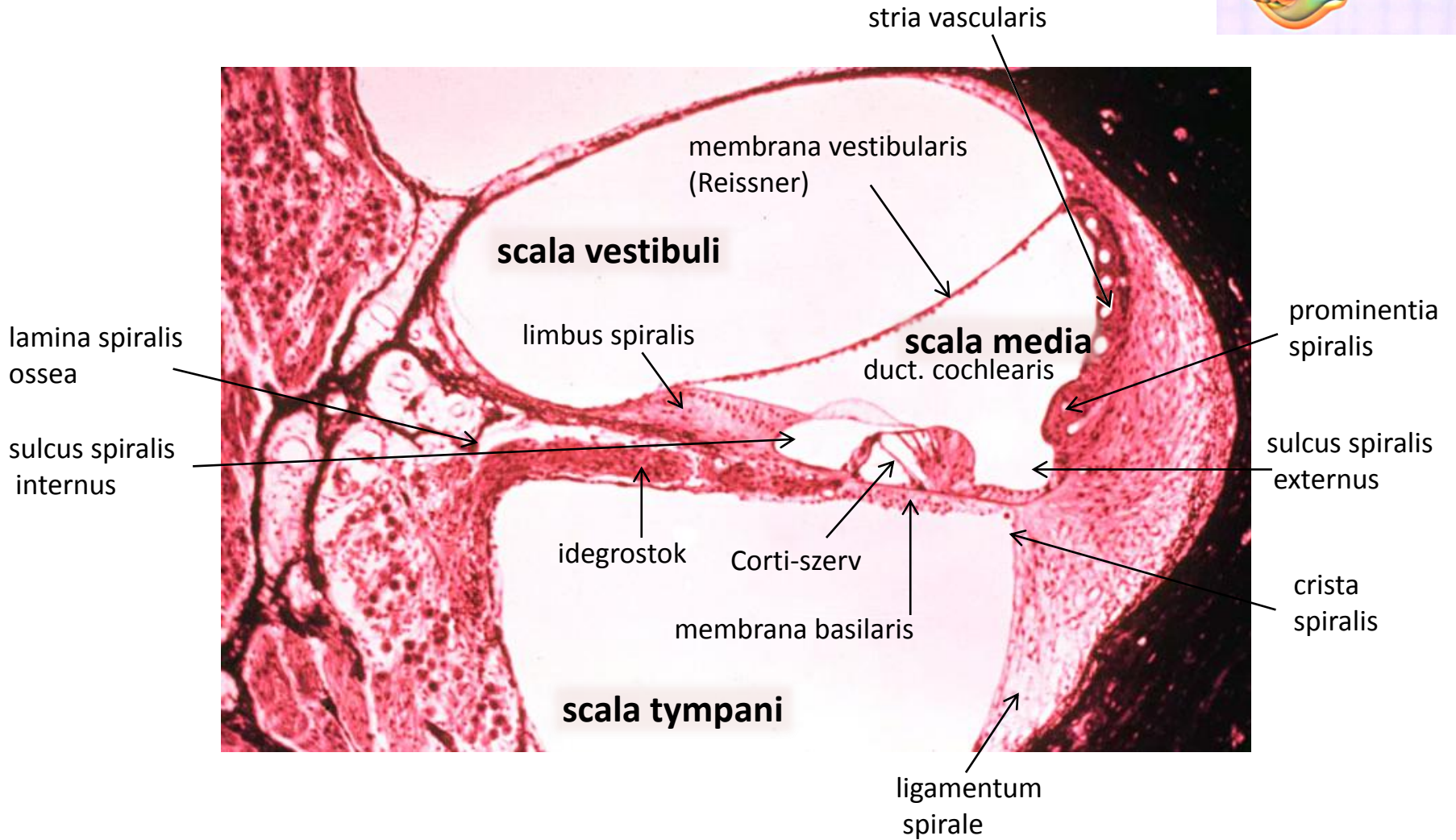
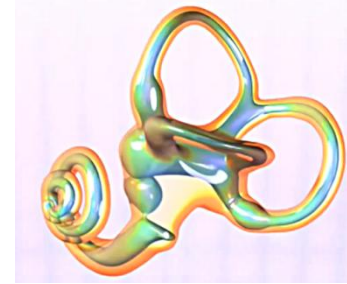
scala *
tympani

m

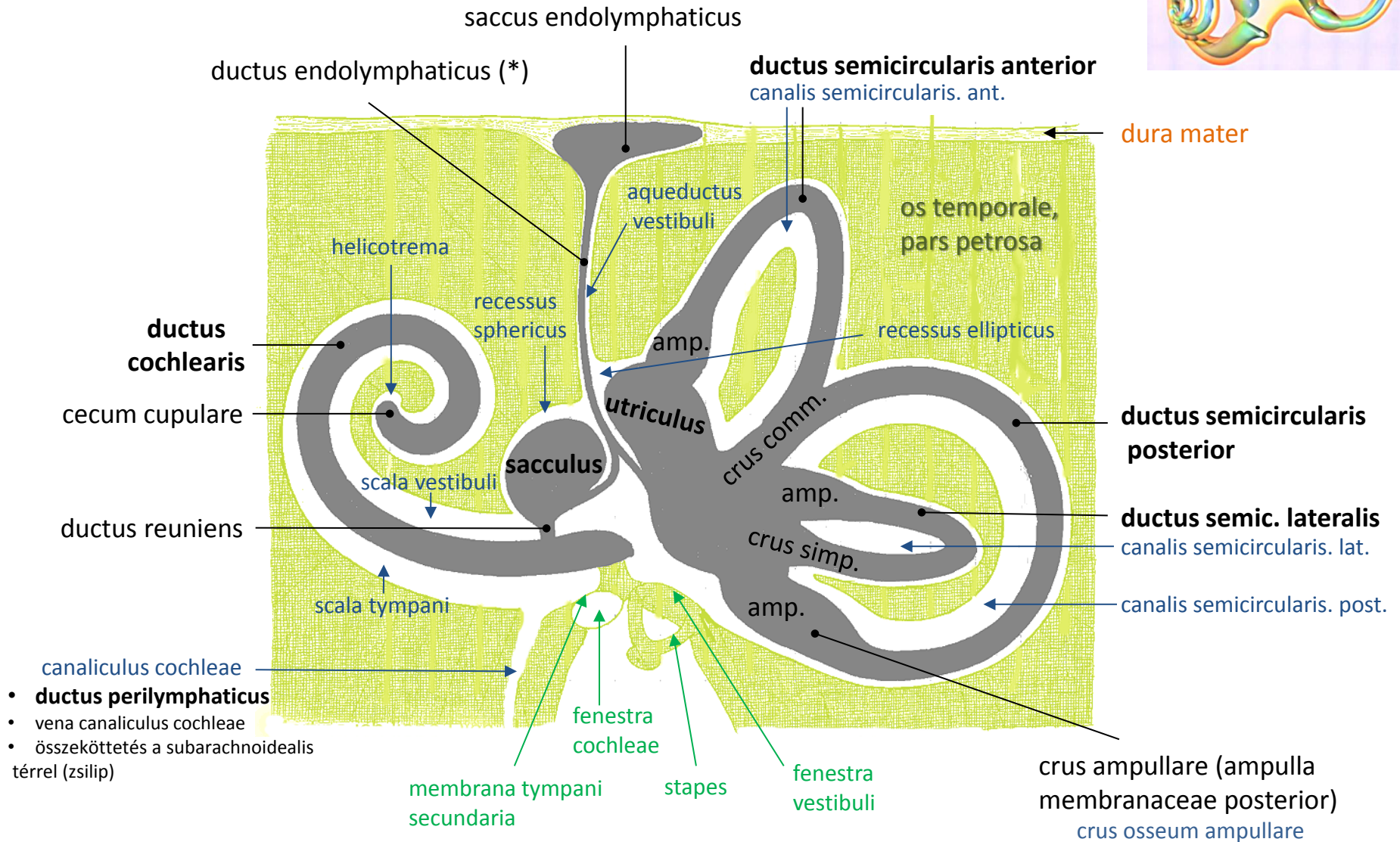
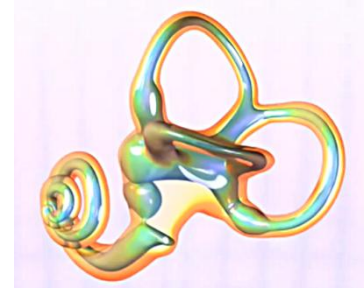
*: perilympa

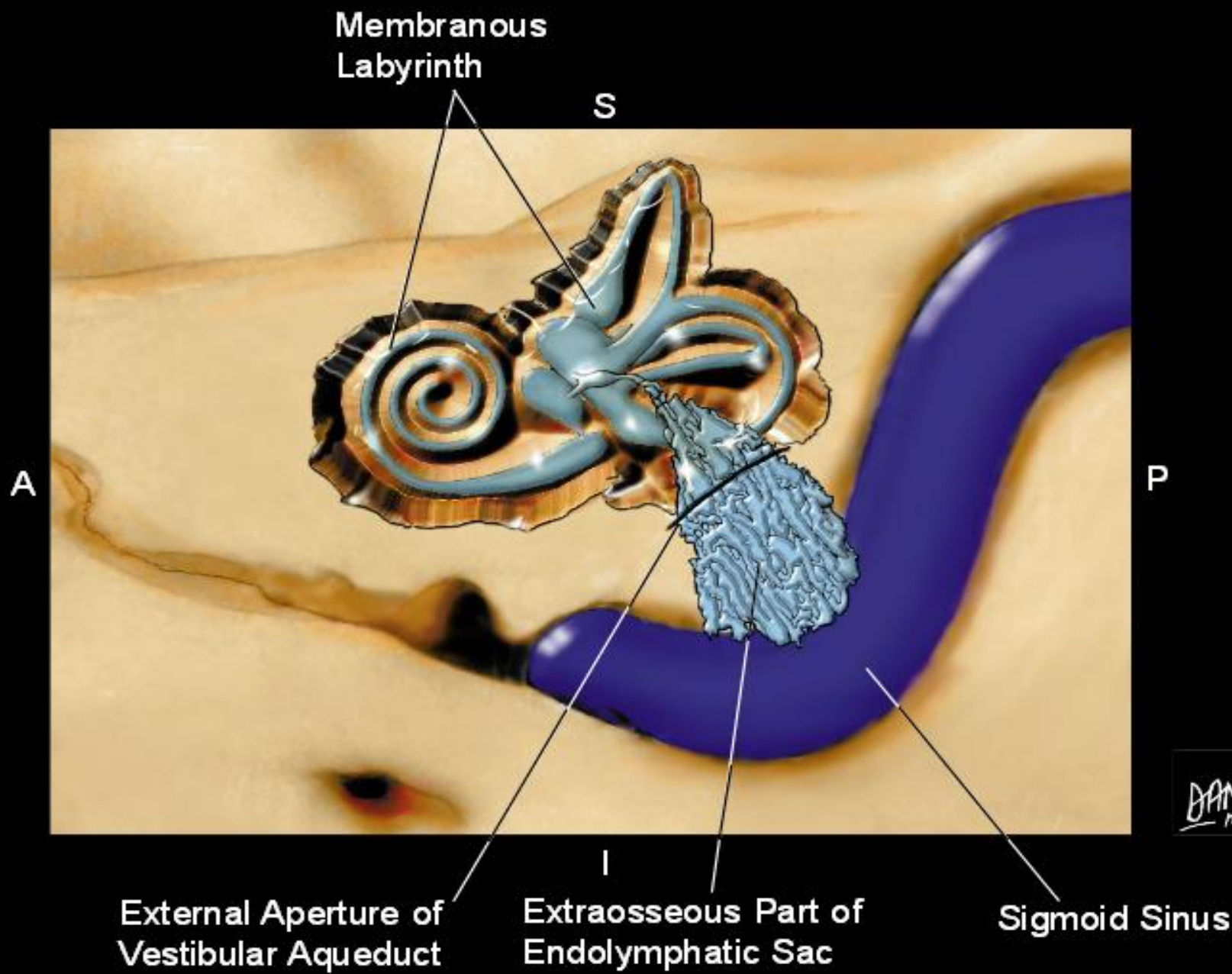
ductus cochlearis
(endolympa)

Scala media



Labyrinthus membranaceus

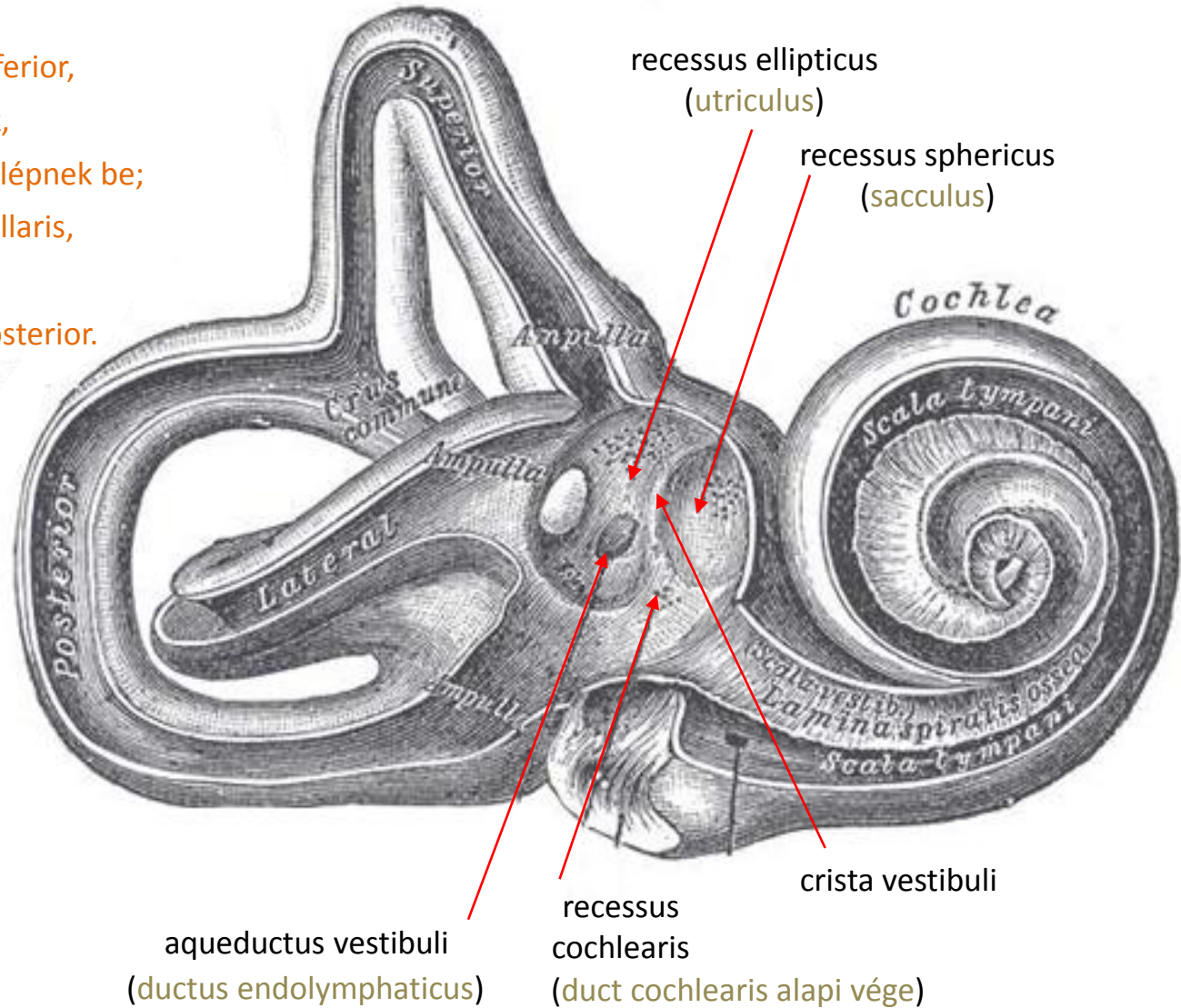




A vestibulum képletei

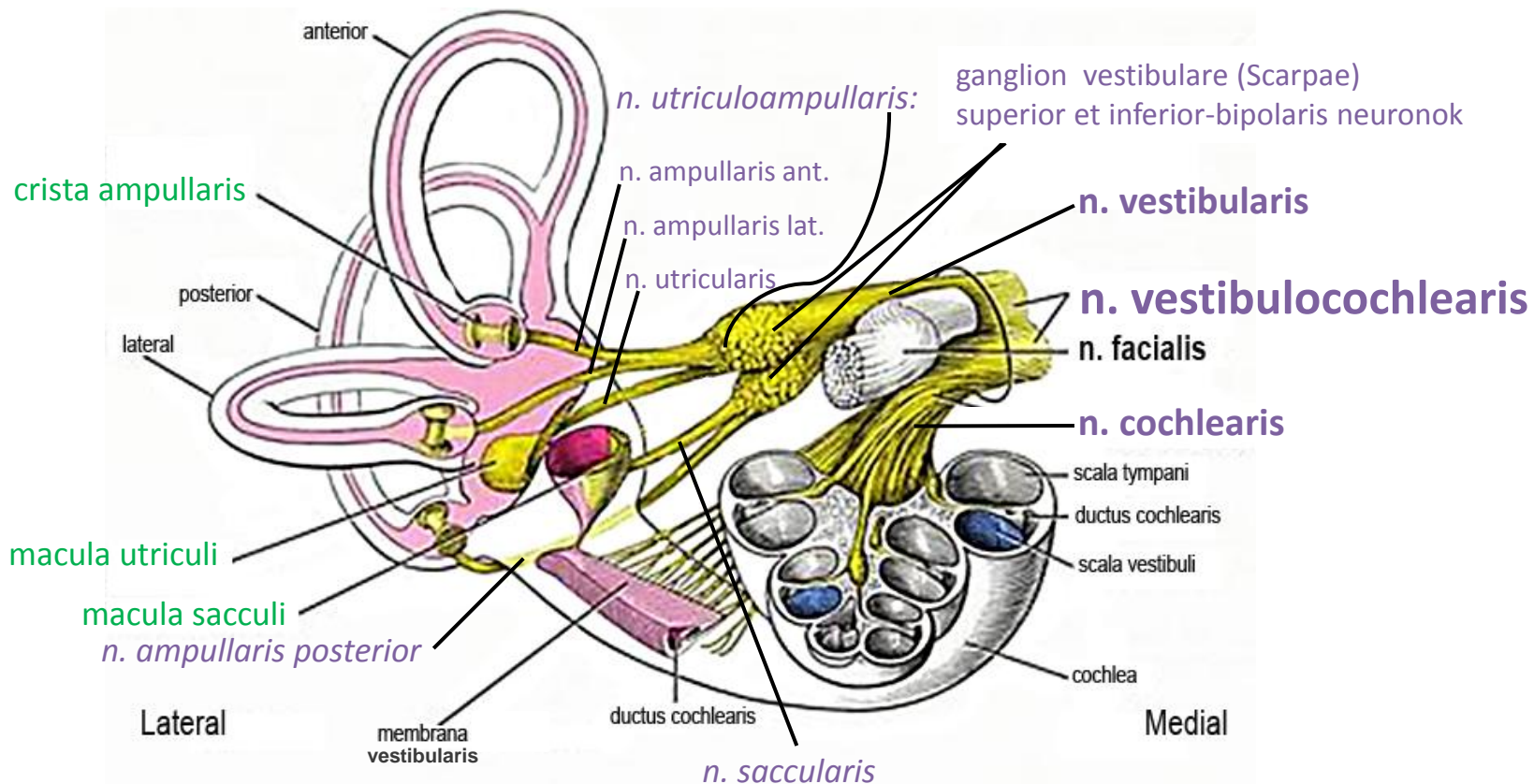
Maculae cribrosae:

- superior, media, inferior,
- lyukacsos területek,
- n. vestibularis ágai lépnek be;
 - n. utriculoampullaris,
 - n. saccularis,
 - n. ampullaris posterior.



Jobb csontos labirintus, belső felszín

Hártyás labyrinthus-érzékhámok, beidegzés, vérellátás

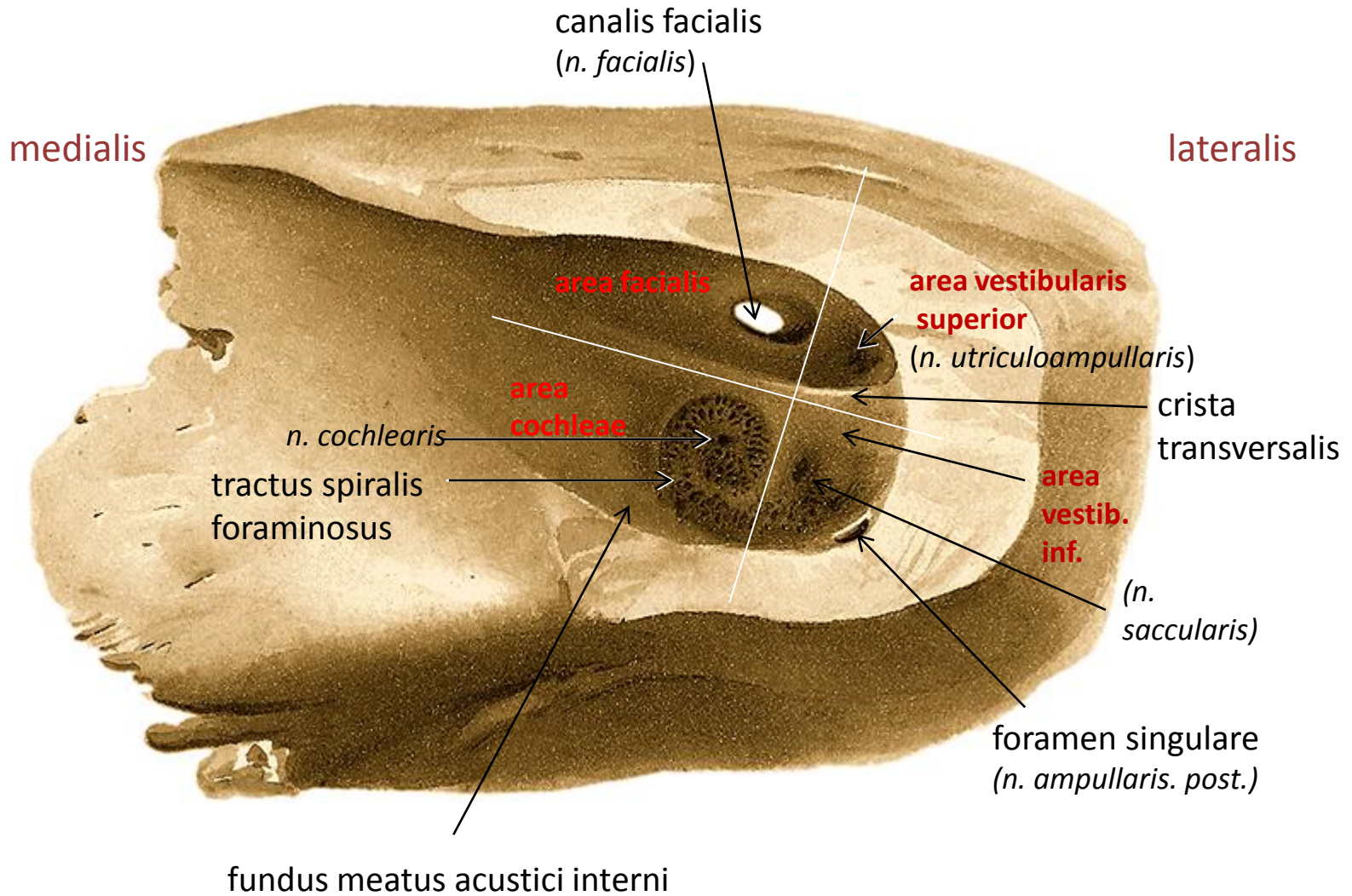


Vérellátás:



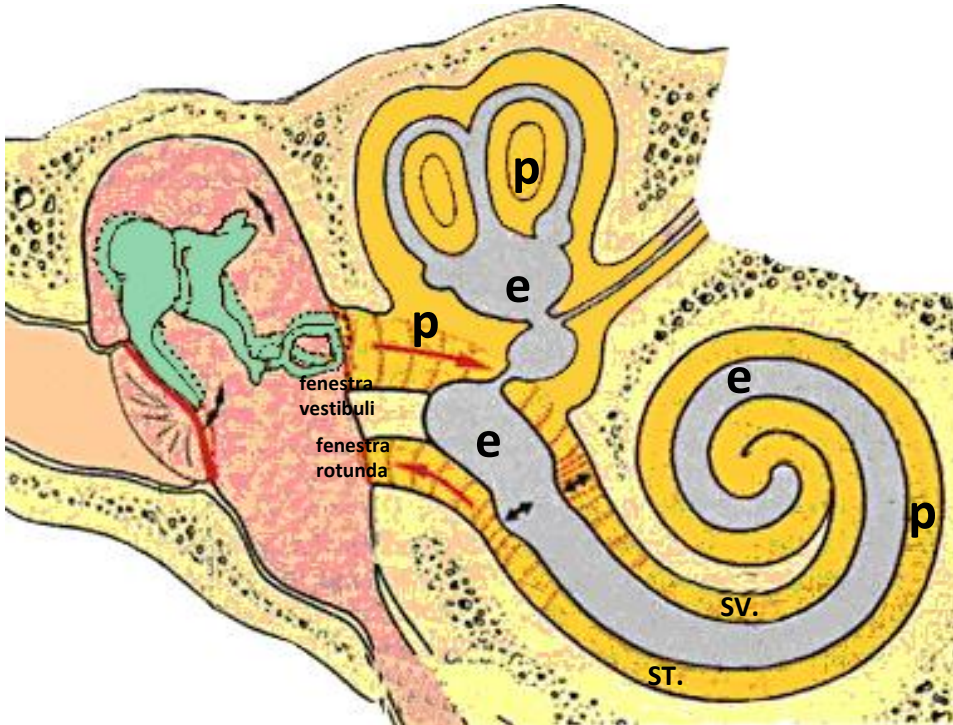
v. labyrinthi, (v. aqueductus vestibuli, v. aqueductus cochleae) → sinus petrosus inf. → sinus sigmoideus

Meatus acusticus internus-belső hallójárat



Jobb meatus acusticus internus, hátsó fal részben elmozdítva.

Endo- és perilympa



Perilympa:

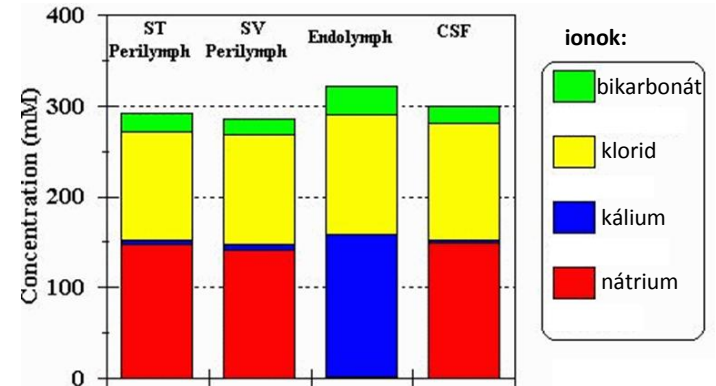
- kitölti a csontos labirinthus a hártyás körül; mechanikai védelem
- a periosteum mikroerei termelik
- a ductus perilymphaticus - a subarachnoidealis tér
- az interstitialis folyadékhoz hasonló ion összetételű

Endolympha:

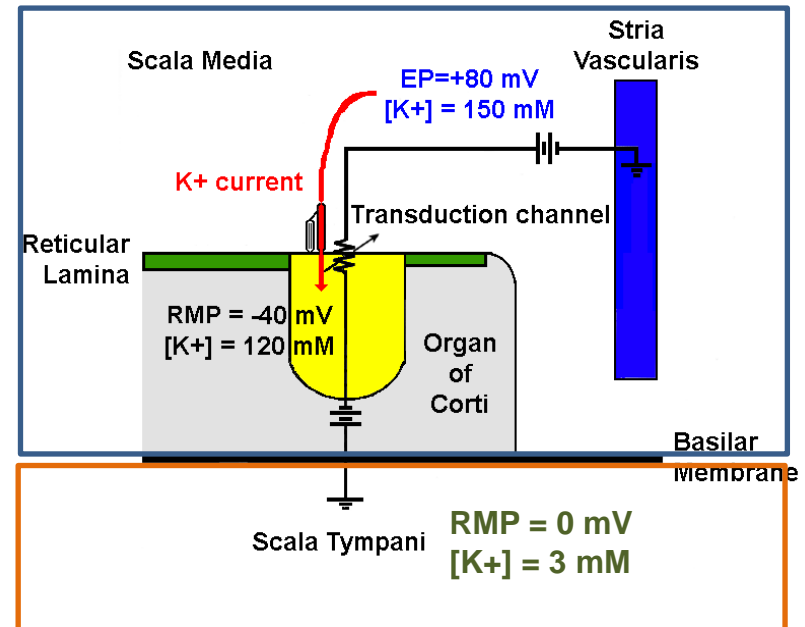
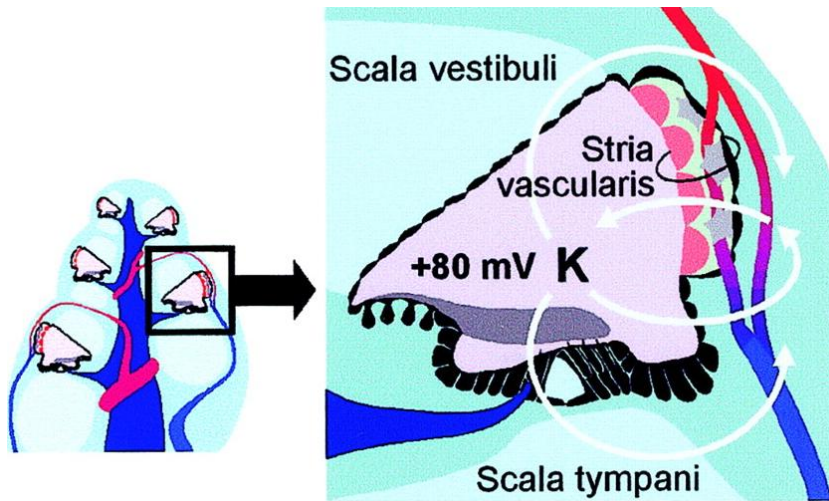
- kitölti a hártyás labirinthus,
- a stria vascularis (cochlea), illetve sötét sejtek (d. semic.) termelik
- a ductus endolymphaticus - dura mater vénás sinusai
- az intracellularis folyadékhoz hasonló ion összetételű

A hangrezgések továbbítása, nyomás kiengyenlítőds:

kengyel talpa → fenestra vestibuli → scala vestibuli perilympa → ductus cochlearis és helicotrema → scala tympani perilympa → fenestra rotunda → a membrana tympani secundaria a nyomás hatására kiboltosul

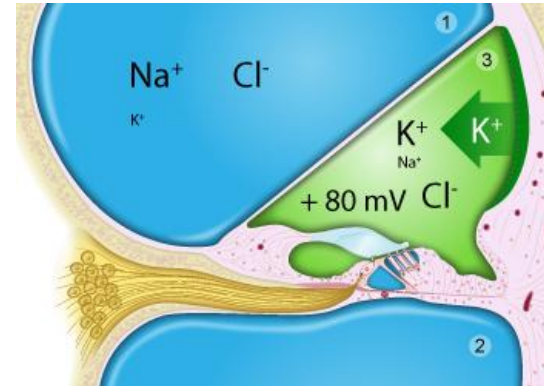
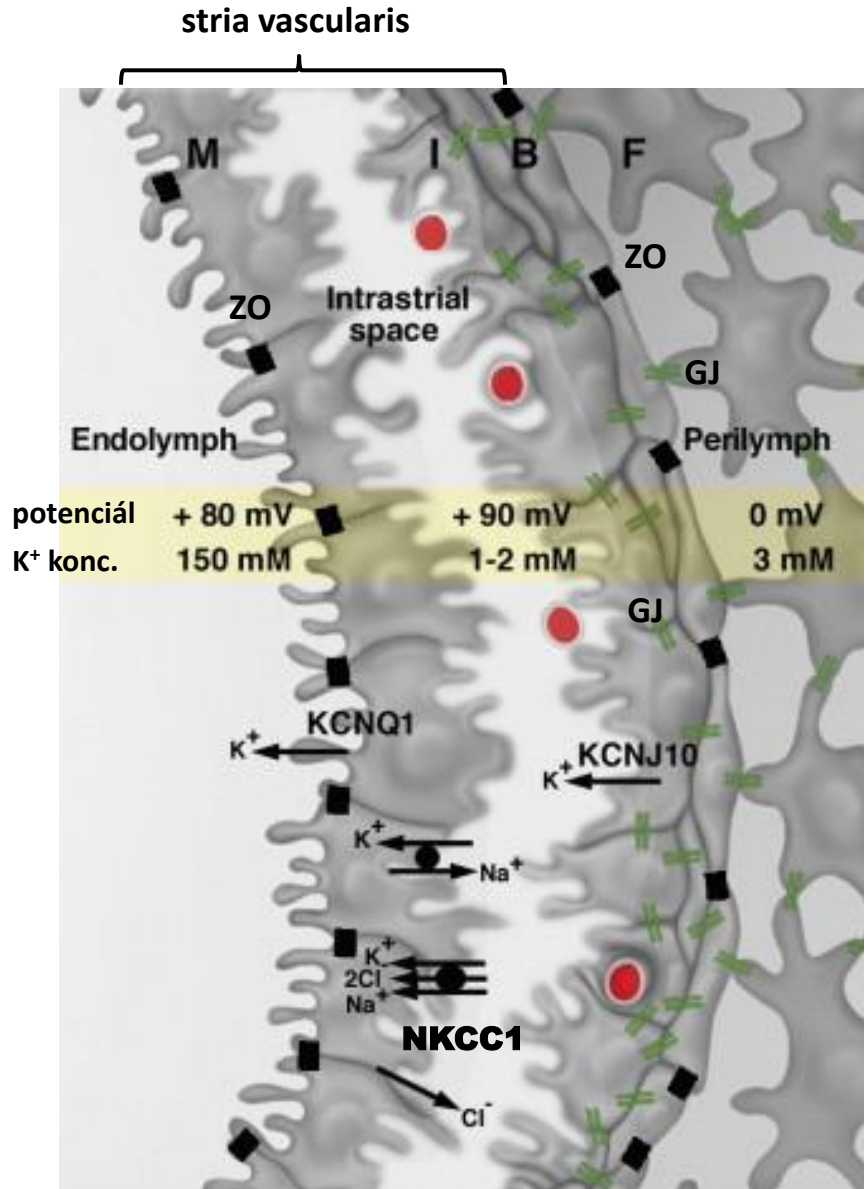


Az endolympa speciális tulajdonságai elengedhetetlenek az érzékelés szempontjából



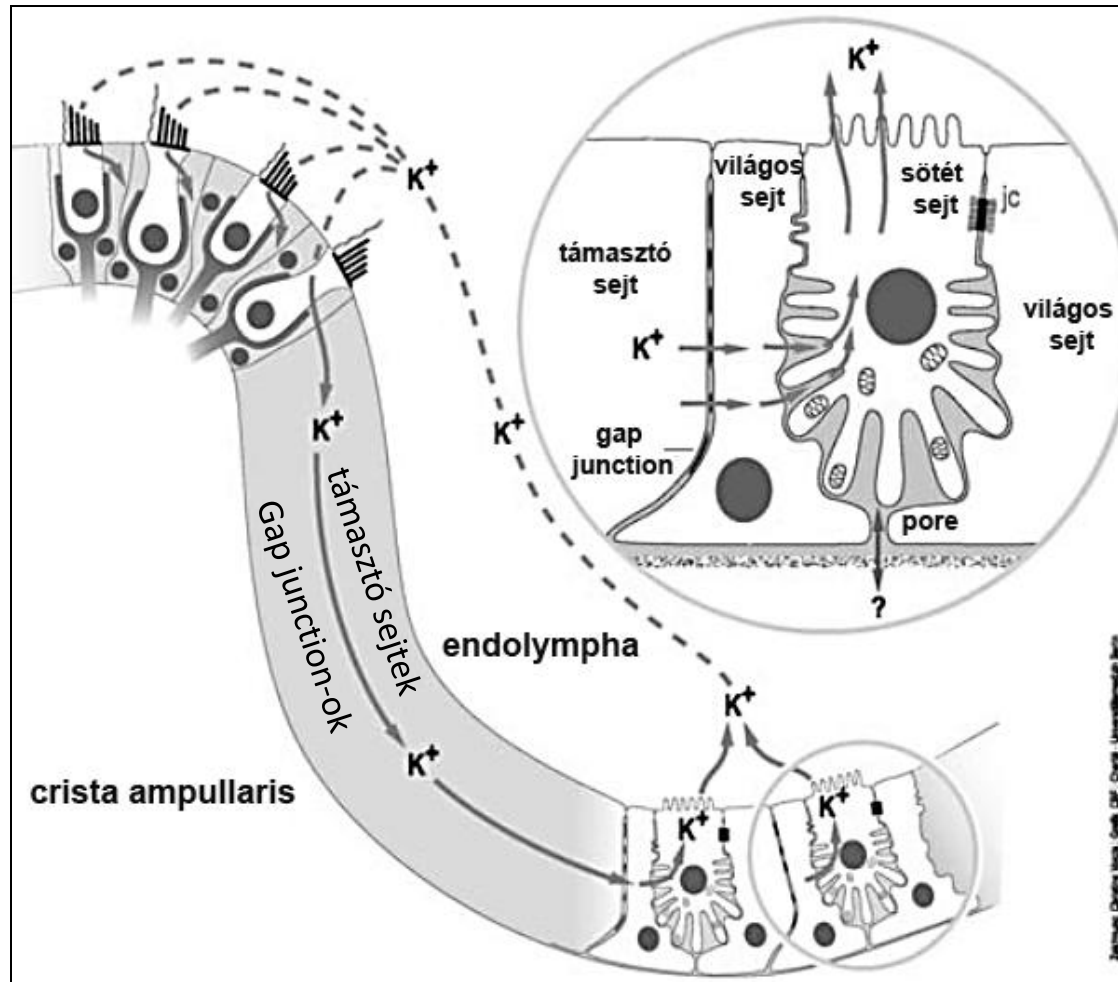
- endolympa: nagyon magas (150mM) K^+ és alacsony (1mM) Na^+ tartalom
- **endocochlearis potenciál (EP):** a scala media potenciálja $+80\text{mV}$ a scala tympanyhoz képest
- Az EP-t a stria vascularis hozza létre.
- Inger hatására az EP révén a K^+ a gradiens irányában a receptor sejtekbe áramlik (szőrsejt), (120mM K^+ , -40mV)-depolarizáció
- Az extrém nagy hajtóerő miatt a halló szőrsejtek inger küszöbe nagyon alacsony.
- A K^+ egy reciklizáló rendszer működése révén visszakerül a stria vascularisba.
- A folyamat során a szőrsejt ATP-t spórol: K^+ be- és kiáramlás a koncentráció gradiensnek megfelelő.

Stria vascularis – az endolympha termelése a ductus cochlearisban



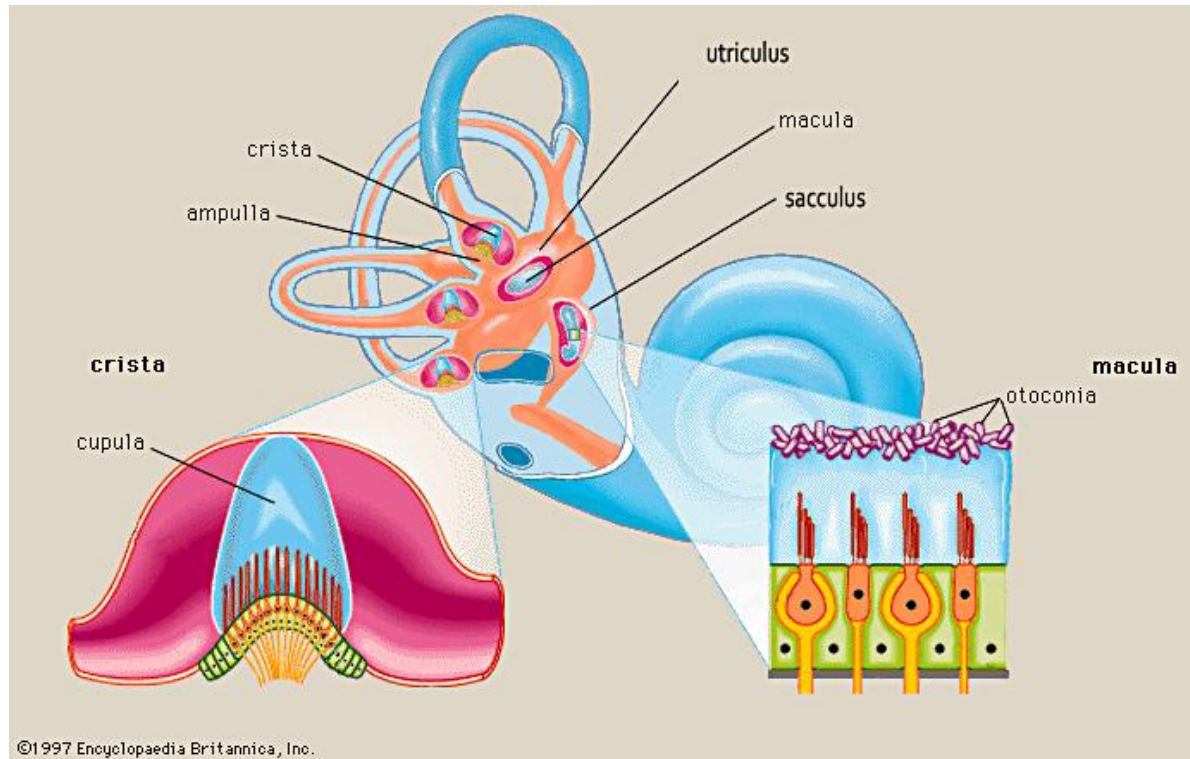
- epithelialis barrier az endo-és perilympa közt:
 1. basalis (B) és intermedier sejtek (I),
 2. marginális sejtek (M),
 további erősítés zonula occludensekkel
- kommunikáció- gap junction-ok (GJ) a basalis sejtek és a ligamentum spirale fibroblastok (F) közt
- intrastrialis tér: ec. folyadék kompartment az intermedier és marginális sejtek közt, kapillárisok
- endocochlearis potenciál generálása: basalis sejtek KCNJ10 K⁺ csatorna-mutációja: EAST szindróma
- K⁺ ion koncentráció gradiens keletkezése: M sejtek, Cl⁻ ko-transzport miatt nincs további EP képződés

Endolympha keletkezése és K^+ ion transzport a félkörös ívjáratokban



Nincs potenciál, csak K^+ koncentráció különbség.

Vestibularis apparátus



1. Cristae ampullares :

- ductus semicircularisokban vannak
- az ampullákban a járatokra nézve harántirányban állnak,
- *a szögsebesség változását érzékelik.*

2. Maculae staticae:

- az utriculusban és a sacculusban vannak
- egymásra merőleges elhelyezkedésűek,
- *a lineáris gyorsulást és a gravitációt érzékelik.*

A macula felépítése

Érzékhám:

otolith kristályok
fehérje, CaCO_3

otolithmembrán
kocsonyás anyag
glikoproteinek

szőrsejtek
apicalis ciliumok,
támasztósejtek fogják közre,
nem érik el a l. propriát,
secunder érzékesjtek:
nincs saját axonjuk

afferens rostok
a ganglion vestibulare
sejtek perifériás nyúlványai

támasztósejtek
szőrsejteket támasztanak
és táplálnak,
a membrán anyagát termelik

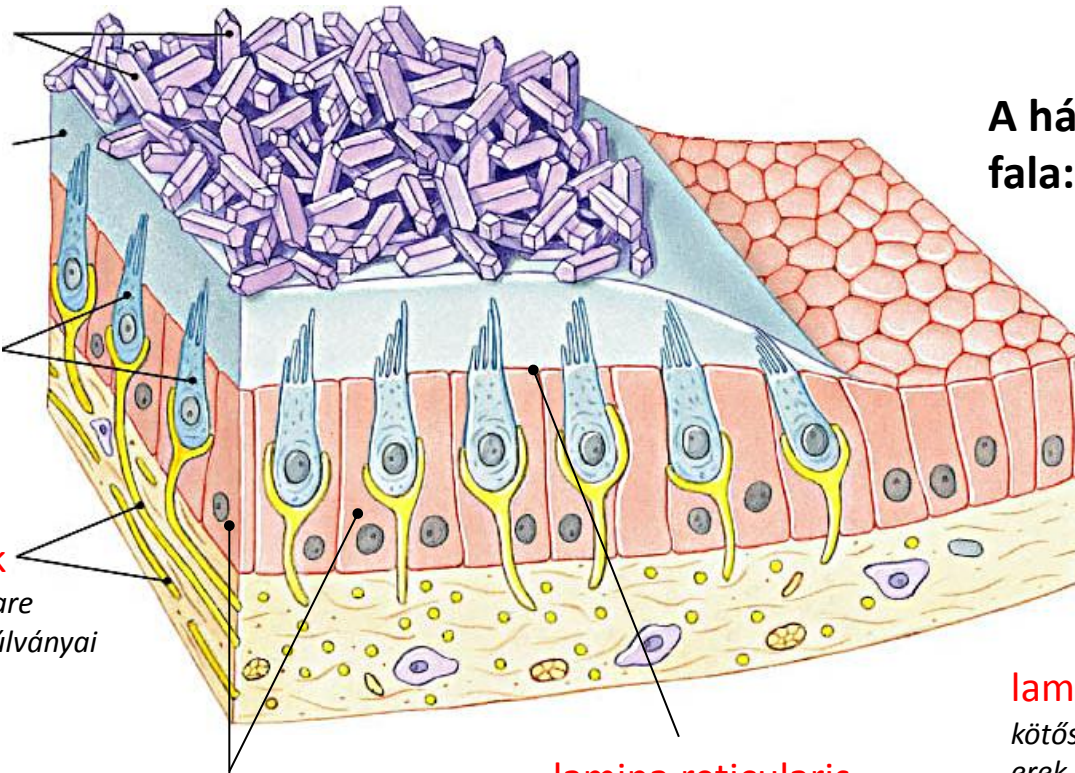
lamina reticularis
a támasztósejtek felszínei által
képzett lemez,
zonula occludensek

A hártós labyrinthus fala:

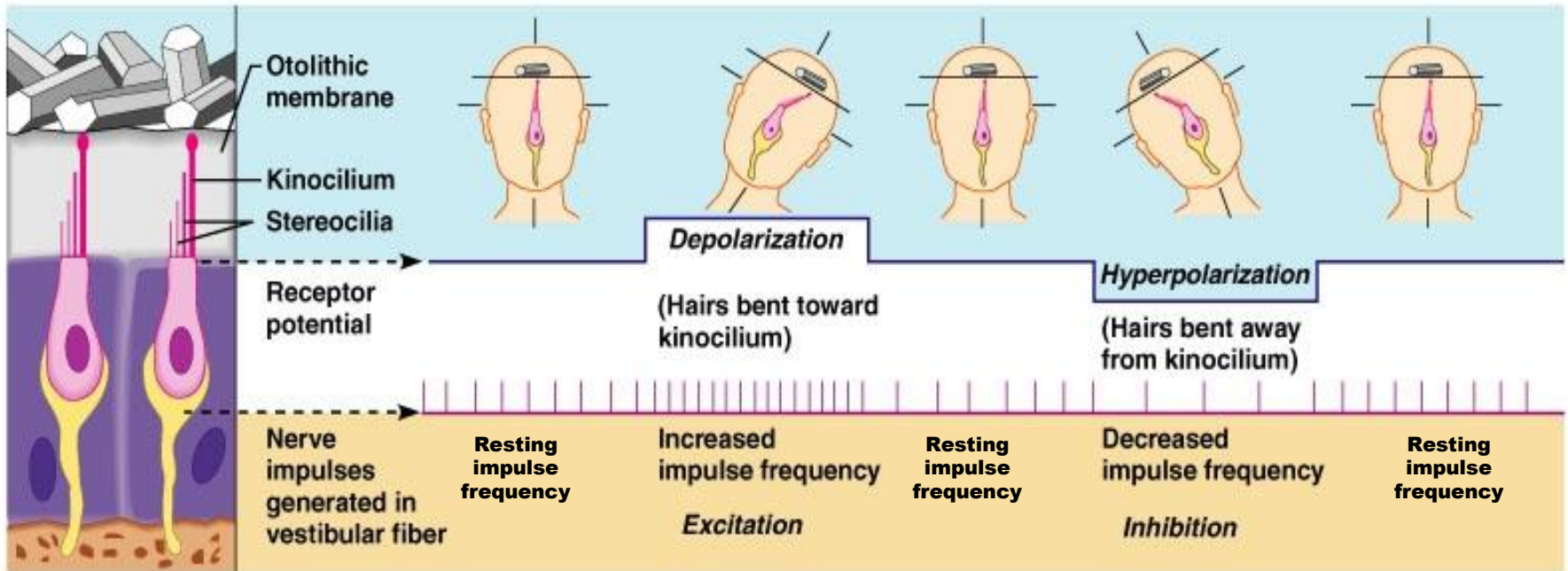
Epithelium
nem érzékhám,
lap- és köbhám sejtek,
világos és sötét sejtek

lamina
basalis

lamina propria
kötőszövet,
erek, idegrostok
melanocyták,
trabeculák – rögzítés
a csontos labyrinthushoz



A szőrsejtek aktivitási mintázatai



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

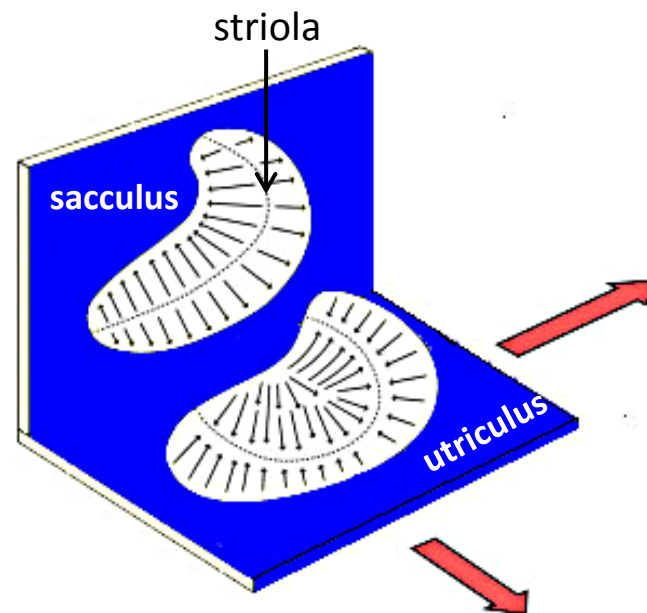
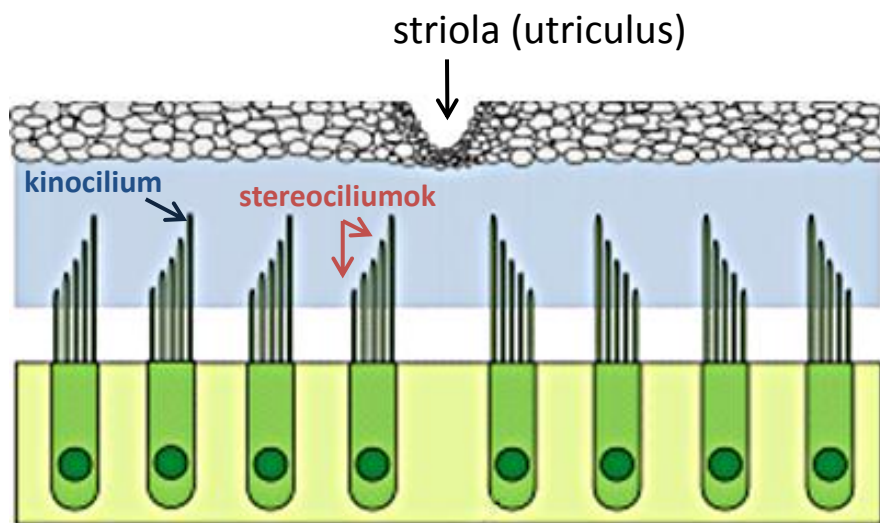
Sztereocílium:

- szőrsejtenként 30-300 db,
- nagy mikrobolyhok,
- nagyság szerinti sorrend,
- aktinfilamentumok,
- fimbrin -merevség.

Kinocílium:

- szőrsejtenként 1 db
- hosszabb csilló,
- mikrotubulus.

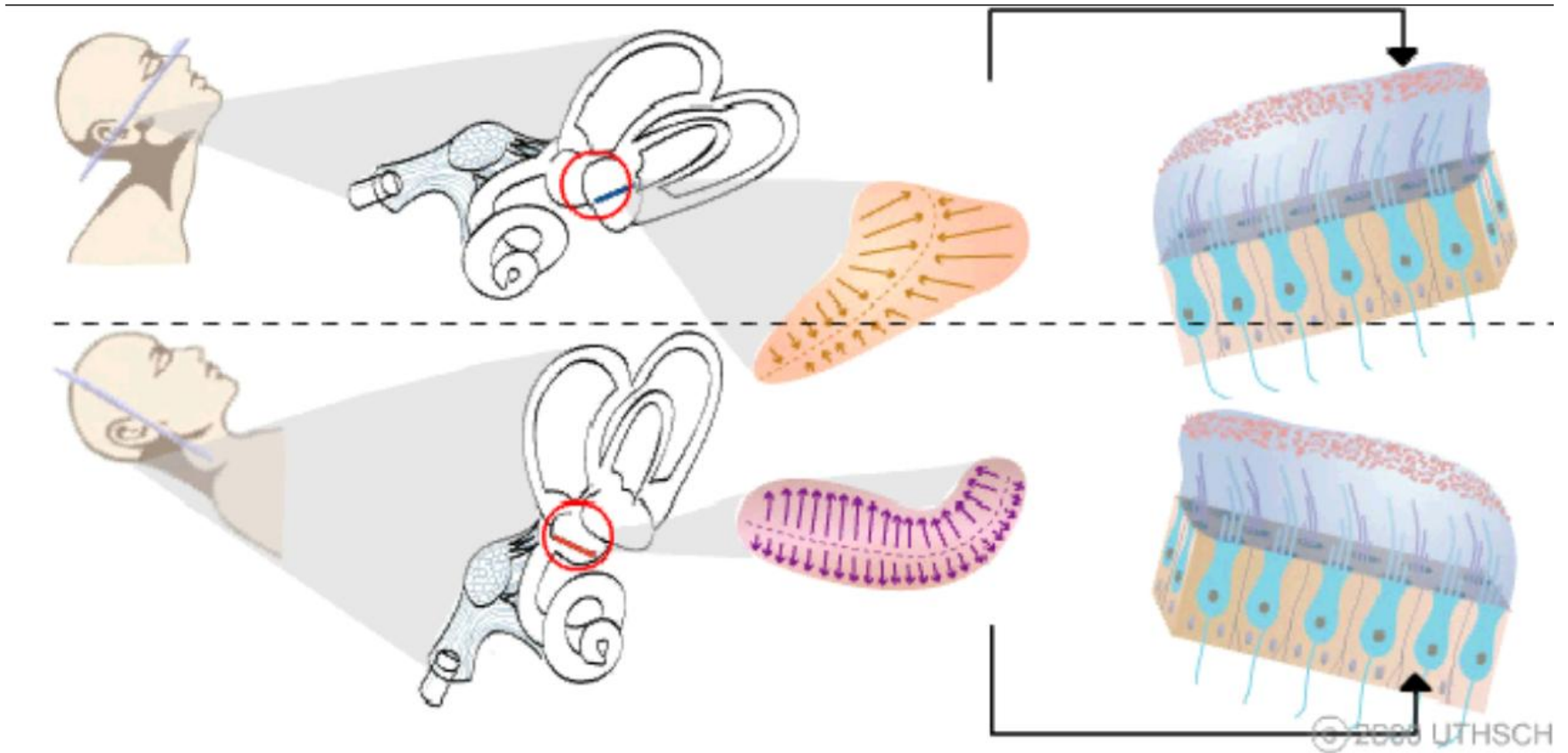
A szőrsejtciliumok orientációja - érzékenység minden irányban



A kinociliumok irányultsága:

- a striola két oldalán ellentétes irányultság,
- utricle – kinociliumok a striola felé állnak,
- sacculus- a kinocíliumok elfordulnak a striolától,
- ez az elrendezés biztosítja a lineáris gyorsulás bármilyen irányú érzékelését.

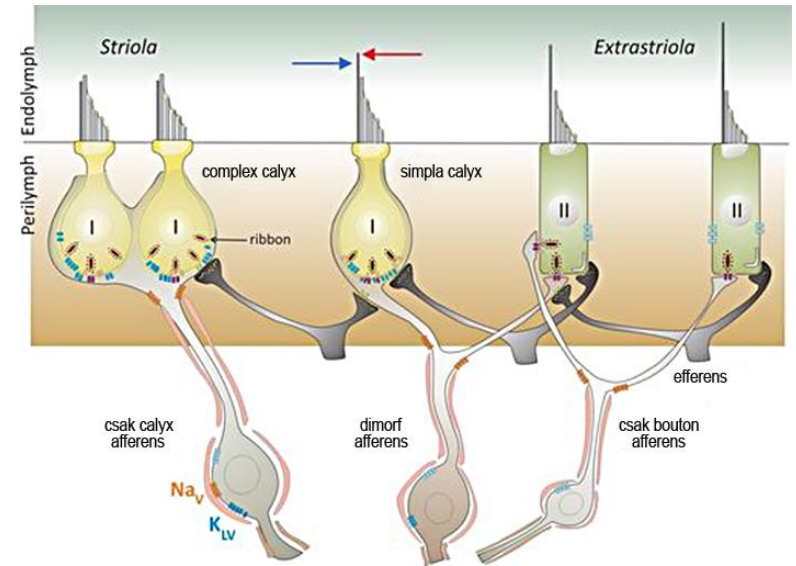
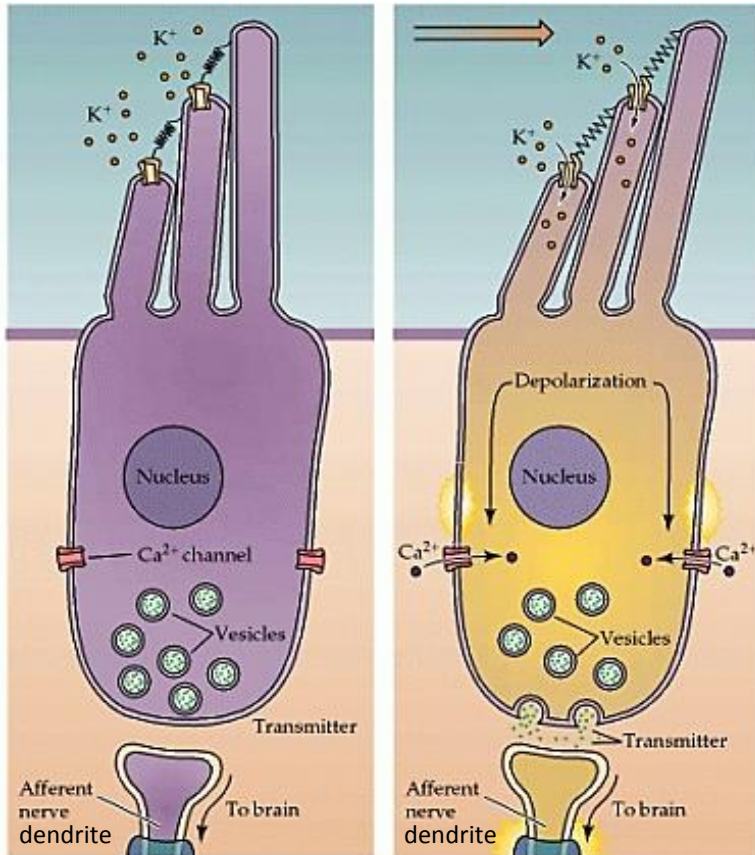
A maculák specifikus ingerei



Ingerülettovábbítás, szőrsejtek típusai

Szőrsejt:

- secunder érzéksejt,
- basalis sejtmag, alatta synaptikus vezikulák (glutamát),
- somatodendritikus synapsisok a n. vestib. afferensekkel,
- efferensek; központi moduláció, az érzékenységet változtatják.



I. Típusú szőrsejt:

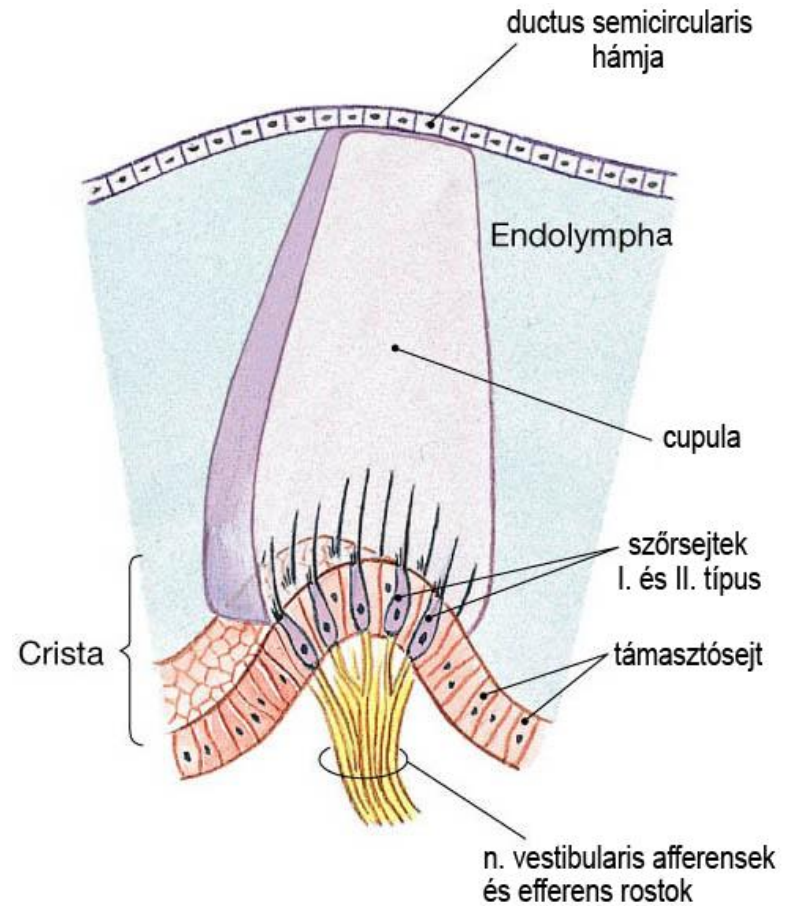
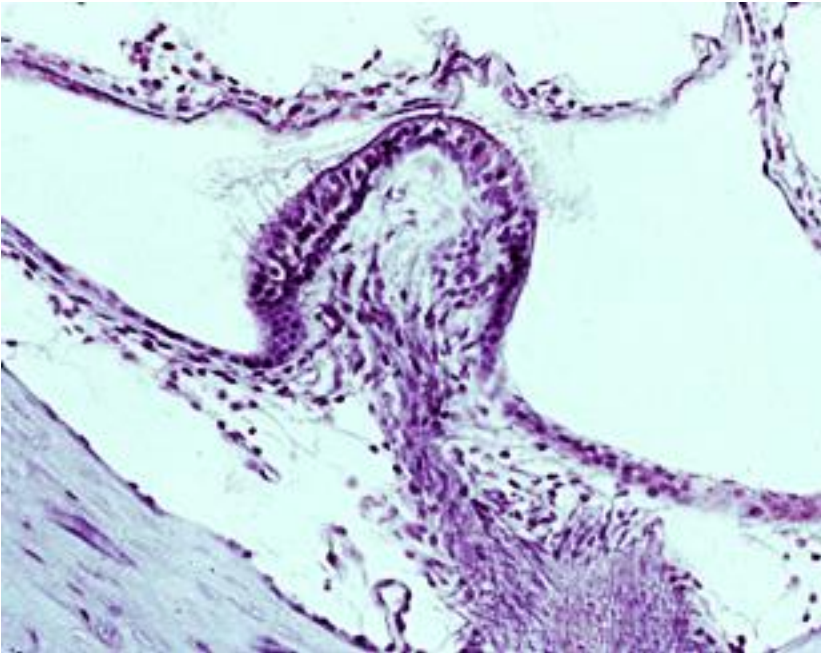
- palack alakú,
- striolahoz közel található,
- kehelyszerű (calyx) idegvégződés,
- 1 szőrsejten max 1 afferens,
- efferensek az afferenseken
- gyors szignalizáció.

II. Típusú szőrsejt:

- henger alakú,
- extrastriolaris,
- kis bouton synapsisok,
- 1 szőrsejten több afferens,
- efferensek a sejttesten is
- lassabb,
- zaj-szignál arány jobb

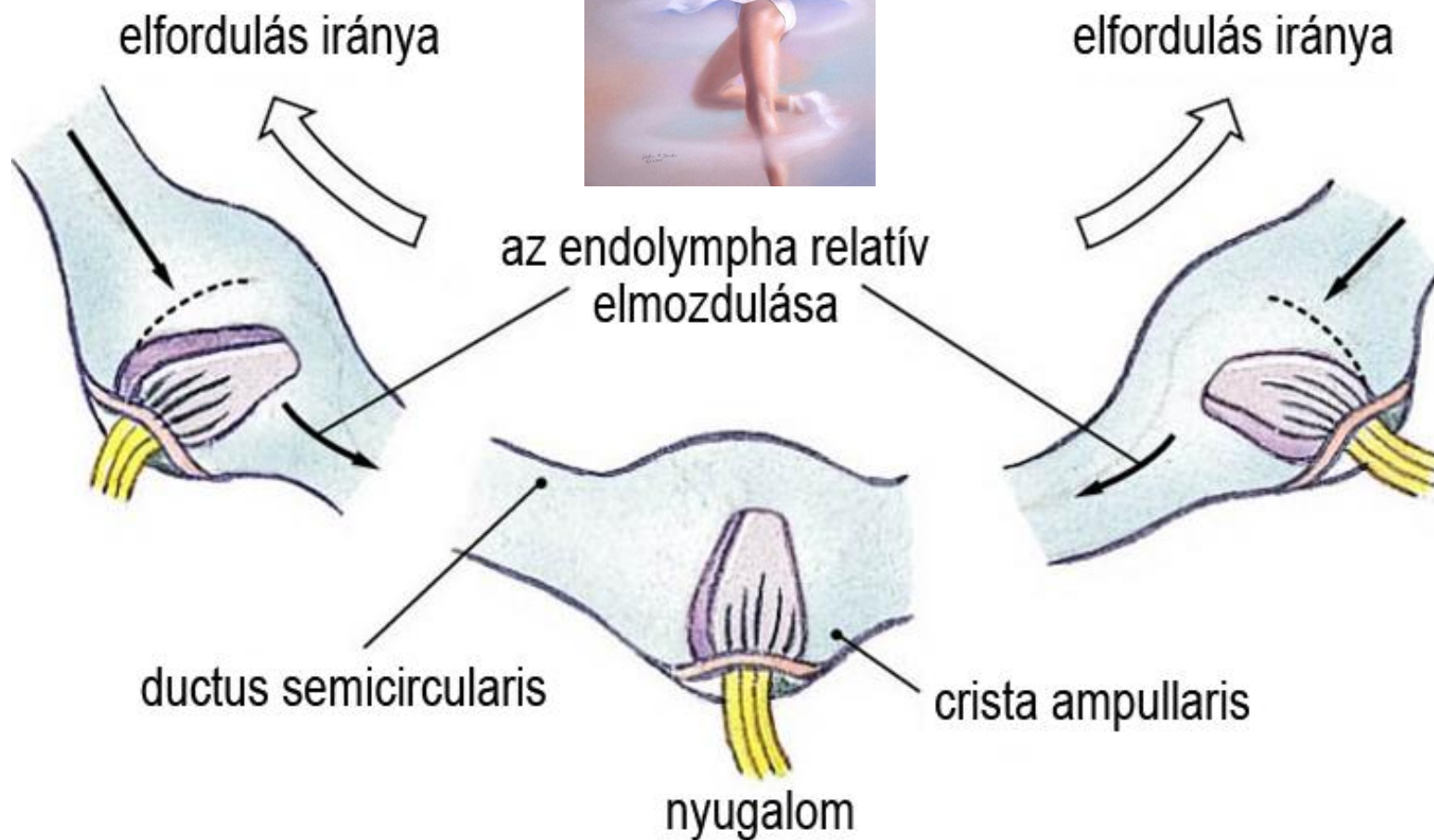
A crista ampullaris felépítése

keresztmetszet

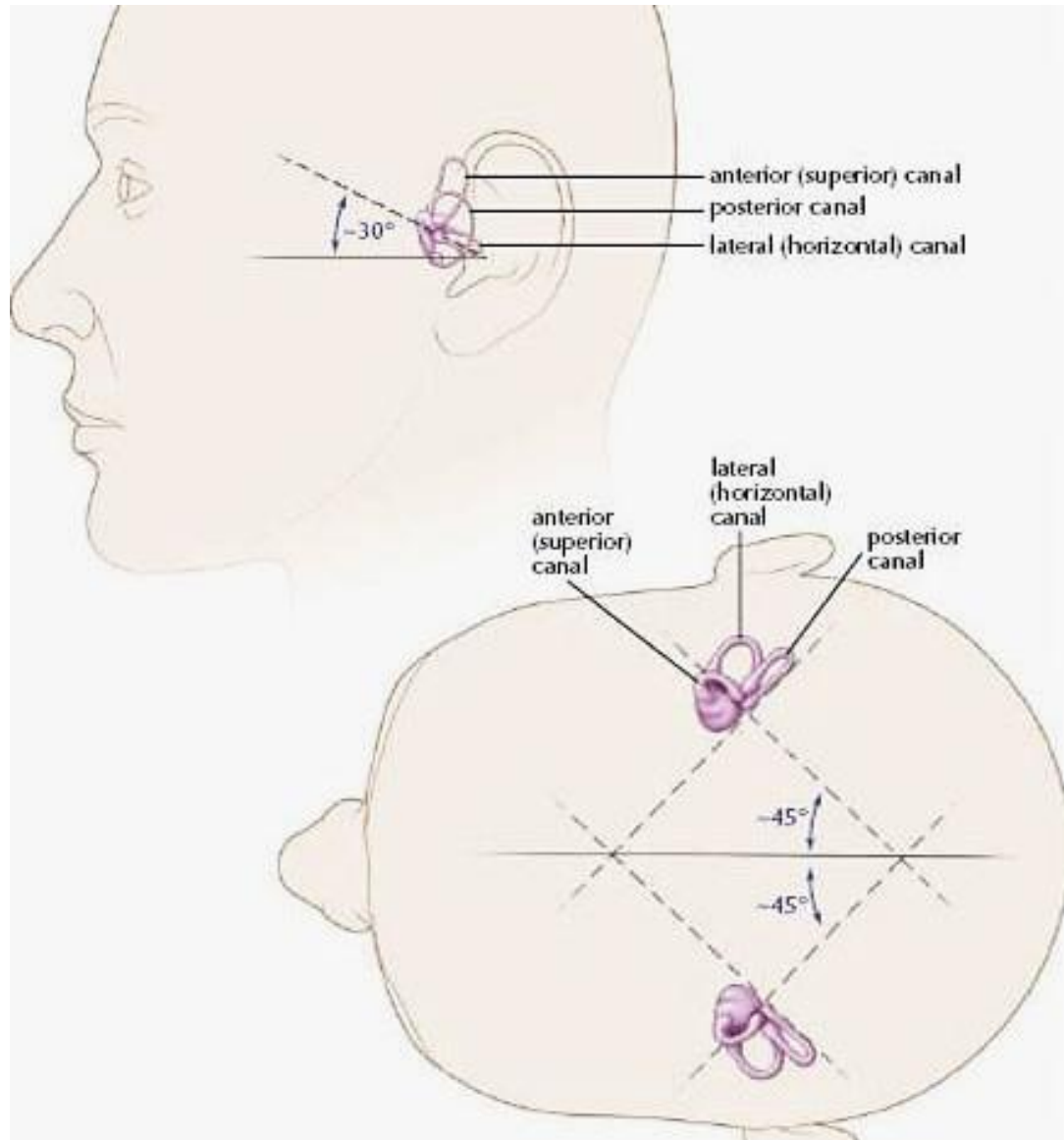


Hasonló a maculához, de nincsenek otolithok és nincs benne striola.
A kinociliumok egy irányban állnak.

Az endolympa elmozdulása forgás közben



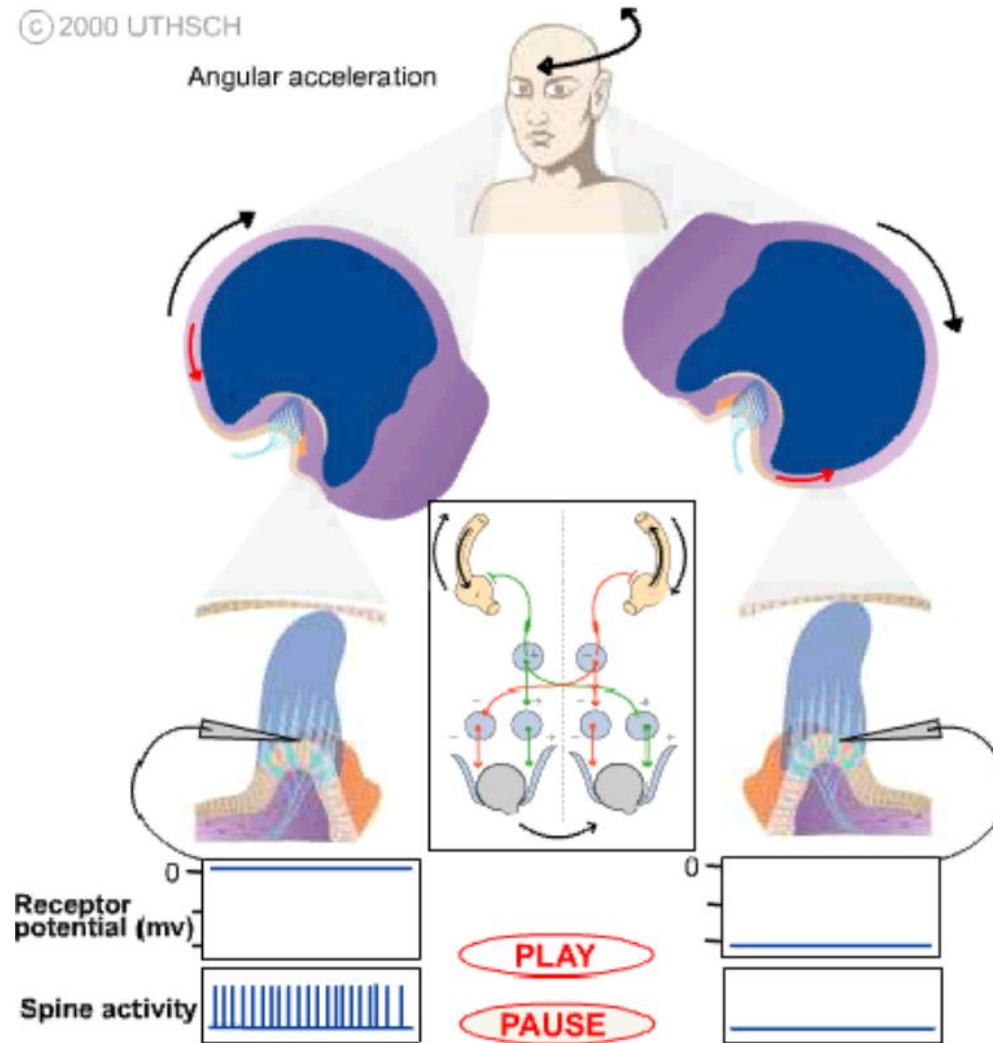
A kétoldali félkörös ívjáratok párokat alkotnak



Az ampullák összehangolt működése

© 2000 UTHSCH

Angular acceleration



Vestibulo-ocularis reflex (VOR)-reflexes szemmozgás, kép fixálása a mozgó fej ellenére (Szentágothai, Hőgyes)

A vestibularis és vizualis bemenetek diszharmóniája szédülésben nyilvánul meg (pl. tengeri betegség).

Bárány-féle kalorikus reakció



- Bárány Róbert, Nobel díj 1914
- Fülbe hidegebb vizet fecskendezve szédülés és nystagmus jelentkezik.
- A hőmérsékletváltozás hatására az endolympa elmozdul az ívjáratokban, ez nincs összhangban a vizuális információkkal, ebből erednek a tünetek. Nistagmus iránya, COWS: cold-opposite, warm-same.
- A reakció hiánya betegségre (pl. gyulladás) utal.

Ménière betegség

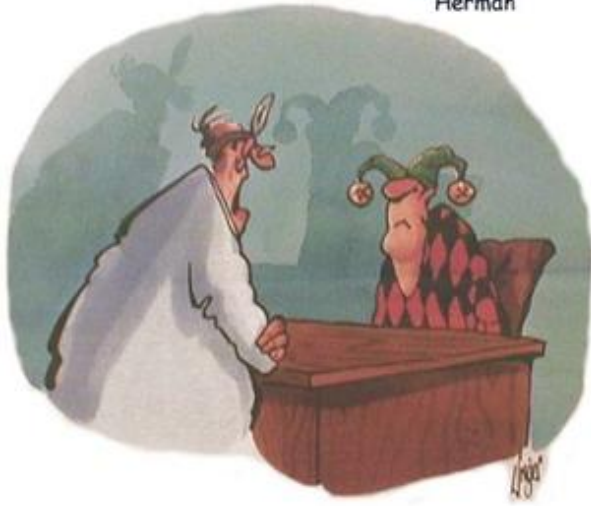


(1799 – 1862)



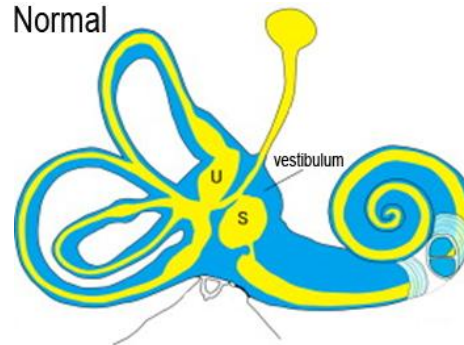
- rohamokban jelentkező tünetegyüttes
- forgó szédülés esetleg hányás
- halláscsökkenés, sőt átmeneti sükettség,
- fülcsengés
- a rohamok hossza és sűrűsége változó,
- oka ismeretlen,
- a nyomás a ductus endolymphaticusban megnő (hydrops)

Herman

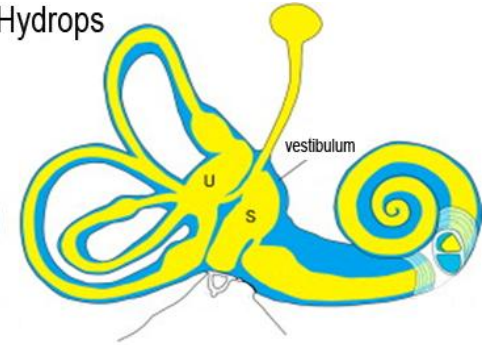


Azt mondja csöng a füle?

Normal



Hydrops



Térbeli dezorientáció

Rossz látási viszonyok közt a pilóta hamisan érzékeli a gép helyzetét.

Somatogyralis illúziók (ampullák)

- *Coriolis illúzió*-fordulás közben a pilóta föl vagy le néz: egyszerre két félkörös ívjárat aktiválódik, a pilóta úgy érzi a gép gurul és elveszti a kontrollt.
- *Lassú dőlés*: túl kis szög esetén nem érzékeli a pilóta, hogy bedől. Visszaálláskor úgy érzi ellentétesen dőlt be.

Somatogravicus illúziók (maculák)

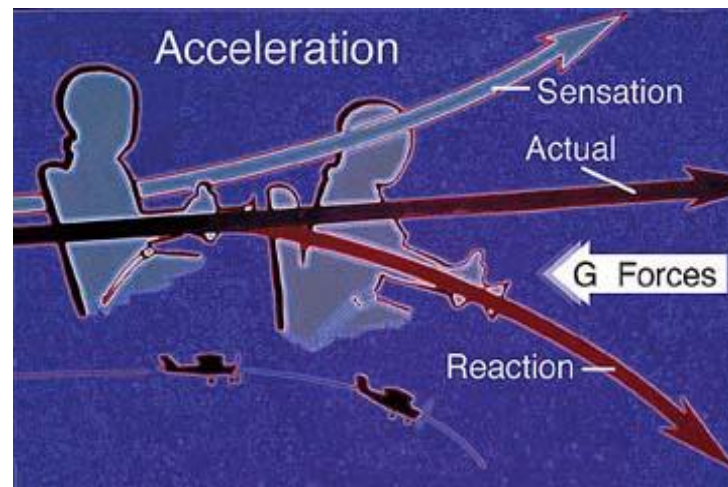
- Hirtelen linearis gyorsulás, vagy lassulás miatt a pilóta úgy érzi emelkedés vagy süllyedés történik és ellenkormányoz.



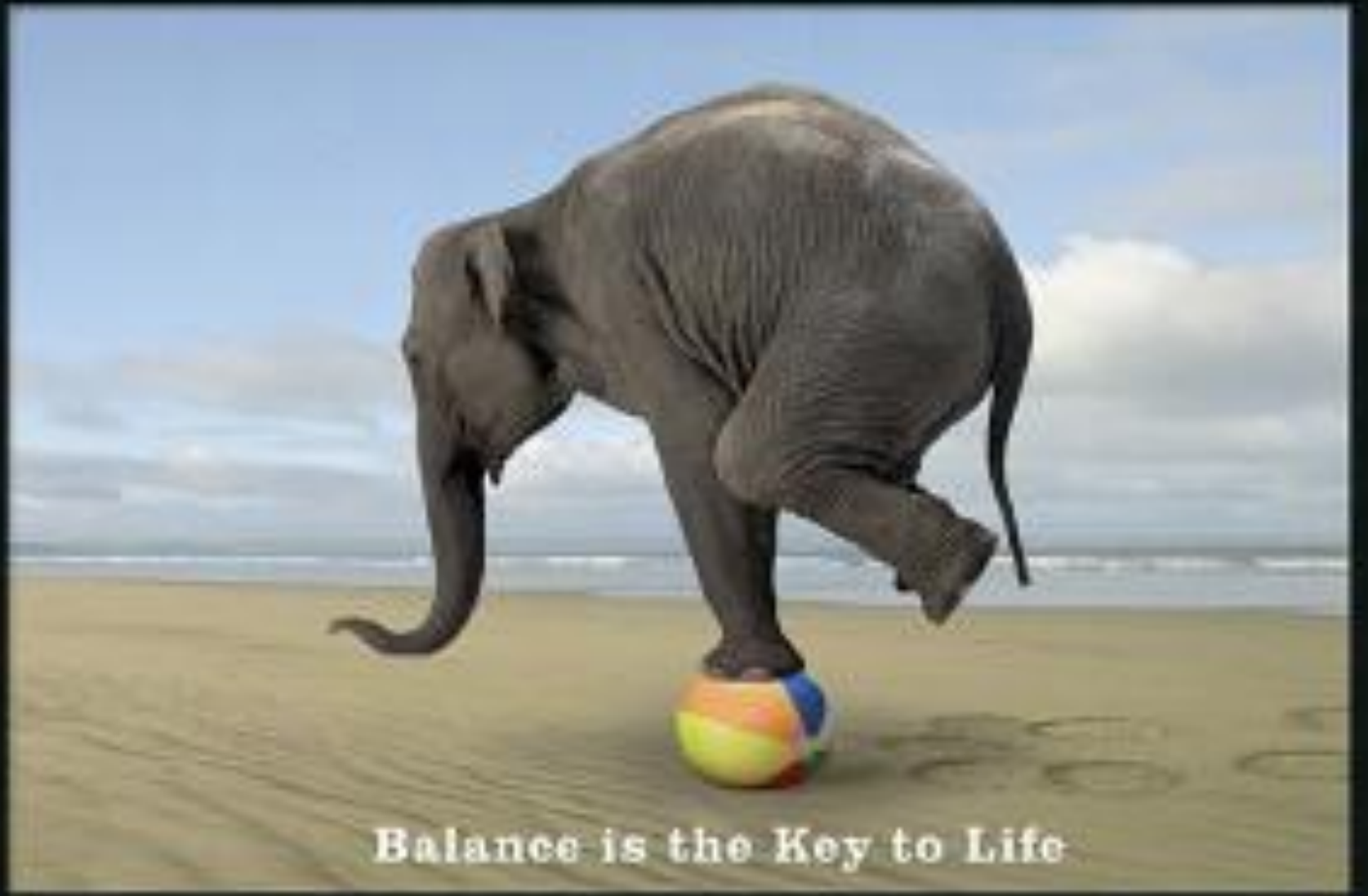
Bárány szék



lassú dőlés



fej-föl illúzió



Balance is the Key to Life