

ANATOMIJA UNUTRA[NJEG UVA

Iako -ini anatomsku celinu, unutra{nje uvo predstavlja poseban spoj dva periferna analizatora - organa **sluha** i organa **ravnote`e**. Prvo je nastao organ ravnote`e, a zatim diferenciranjem iz njega organ sluha, pa nije neobi-no da su im mnoge morfolo{ke, fiziolo{ke i patolo{ke osobine ostale zajedni-ke. Zbog ograni-enog prostora u piramidi temporalne kosti i funkcionalnih potreba, ove strukture imaju komplikovani sistem kanala i pro{irenja, koji je zbog svoje zamr{enosti i nazvan od strane Galena - **labirintom**.

Unutra{nje uvo se nalazi medijalno od srednjeg uva, a labirint koji je sme{ten u temporalnoj kosti, okru`en tvrdom, kompaktnom i skleroti-nom kosti nazivamo **ko{tanim labirintom (labyrinthus osseus)**. U njemu je sme{ten **membranozni labirint (labyrinthus membranaceus)**, u kome su za{ti}eni zna-ajni organi.

Zadnje gornji deo labirinta, ili labirint u u`em smislu pripada **vestibularnom aparatu** (stati-ki, ravnote`ni), a njegov prednje donji deo je **kohlearni aparat** (slu{ni, akusti-ki). Pored oba labirinta, unutra{njem uvu pripadaju i **unutra{nji slu{ni kanal (meatus acusticus internus)**, kojim prolazi **zajedni-ki `ivac** oba aparata - organa, **n. statoacusticus s. vestibulocochlearis (n. VIII)**, a pridodati su uvu i n. facialis, odnosno a. labirinthei.

* * *

KO[TANI LABIRINT

Ko{tani deo unutra{njeg uva le`i u *spongiozi* piramide temporalne zauzimaju}i *ve} od ro/enja* svoj definitivni oblik i veli-inu. Ko{tani labirint se sastoji iz:

- centralnog dela - **predvorje, trem** - VESTIBULUM
- zadnje-gornjeg dela - **polukru`ni kanal** - CANALES SEMICIRCULARES
- prednje-donjeg dela - **pu`** - KOHLEA

Zidovi ko{tanog labirinta koji me|usobno komuniciraju su debeli oko 1-2 mm. Na raznim mestima ko{tane ljuške na|eni su *interglobularni prostori* ispunjeni tkivom koje je sli-no hrskavici ili pak izolovana ostrvca hrskavice. Ona su po pravilu *simetri-no postavljena* i mo`da odgovorna za nastanak otoskleroze.

Zidove ko{tanog labirinta -ini *stoj kompaktne kosti* koja se kod novoro|en-adi mo`e pa`ljivom disekcijom odvojiti od spu`vastog dela temporalne kosti, dok su kod odraslih njeni zidovi *nerazdvojno srasli* sa susednim ko{tanim tkivom piramide. Kost je prema {upljinama pokrivena periostom, na koji nale`e jednoslojni ljuspasti epitel.

VESTIBULUM

Vestibulum, le`i iza *pu`a*, a *ispred polukru`nih kanala*. To je sredi{nja {upljina ko{tanog unutra{njeg uva, sme{tena *izme|u porusa acusticusa internusa* (tj. zadnje, vestibularne polovine dna unutra{njeg slu{nog kanala) i *medijalnog zida kavuma*, u istoj ravni sa spolja{njim i unutra{njim slu{nim meatusom. Prostor izme|u ko{tanih zidova trema i delova opnastog labirinta ispunjen perilimfom, je tremna cisterna.

U {upljini trema sme{teni su slede}i delovi opnastog labirinta:

- me{inica (**utricleus**)
- kesica (**sacculus**)

Napomena. Saku-lus, a sak-us endolimfatikus!

- me{ini-no-kesi-ni kanal (**ductus utriculosaccularis**)
- po-etni deo endolimfati-nog kanala (**ductus endolymphaticus s. endolymphaceus**)
- Hensenov spojni kanali} (**ductus reuniens - Henseni**) i
- neuvijeni ili tremni kraj opnastog pu`a (**caecum vestibulare ductus cochlearis**)

ZIDOVI

UNUTRA[NJI ZID - predstavljen je zadnjom ili vestibularnom polovinom dna unutra{njeg slu{nog kanala.

Neposredno ispod prednje-gornjeg ugla ove strane, nalazi se jedno ispup-enje - *tremna piramida (pyramis vestibuli)*, od koje silazi *tremni greben (crista vestibuli)*. Iznad prednje polovine ovog grebena nalazi se elipti-no udubljenje za me{inicu (*recessus ellipticus s. utriculi*), a na njemu rupi-asta povr{ina (gornja ili me{ini-no-ampularna re{etasta mrlja -*macula cribrosa superior s. area cribriformis utriculoampullaris*). Ona odgovara rupi-astoj povr{ini zadnje-gornjeg kvadranta dna unutra{njeg slu{nog kanala (*area vestibularis superior s. utriculoampullaris*). Kroz otvore na ovoj mrlji ulaze u trem vlakanca istoimenog `ivca (*n. utriculoampullaris*).

Pozadi udubljenja za me{inicu, vidi se `leb tremnog kanali)a (*sulcus canaliculi s. aqueductus vestibuli*), koji se pru`a do malog vestibularnog otvora tremnog kanali)a (*apertura interna aqueductus vestibuli*). Kroz `leb i otvor trem napu{ta endolimfati-ni kanali} (*ductus endolymphaticus s. aqueductus vestibuli*) koji ima svoje su`enje (istmus) i pro{irenje (sinus), i dolazi na zadnju stranu piramide kroz spoljni otvor ovog kanali)a (*apertura externa aqueductus vestibuli*). Na tom mestu se zavr{ava endolimfati-nom kesicom (*saccus (!) endolymphaticus s. endolymphaceus*).

Ispod prvog udubljenja, a odvojeno od njega cristom vestibuli, le`i okruglasto kesi-no udubljenje (*recessus sphaericus s. saccularis*). Na dnu ovog udubljenja je srednja ili kesi-na re{etasta mrlja (*macula cribrosa media s. area cribriformis saccularis*), koja odgovara donjem kvadrantu dna unutra{njeg slu{nog kanala (*area vestibularis inferior s. saccularis*) i kroz njene rupice ulaze u trem vlakanca *n. saccularisa*.

Pozadi oba pomenuta udubljenja, a izme|u dva kraka na koja se ra-va zadnji kraj tremnog grebena, nalazi se malo pu`no udubljenje (*recessus cochlearis*) u kome se pri-vr{uje slepo zatvoreni, tremni kraj opnastog pu`a (*caecum vestibulare ductus cochlearis*). Reichertova ta-ka predstavlja kribriformnu zonu donjeg dela kohlearnog recesusa. Mali orificijum se nalazi na gornjoj povr{ini ko{tane spiralne lamine. Nervi koji ovde prolaze su u direktnom odnosu sa najlateralnijim delom spiralne kribriformne plo-e modiolusa. Nervi koji prolaze kroz vestibulum se zovu nervi Bechterew, sa malim ganglionom sli-nim ganglionu Scarpa.

Sva pomenuta vlakanca su terminalni ogranci n. vestibularisa.

Zadnji uspravni krak tremnog grebena deli pu`no udubljenje od ampularnog otvora *zadnjeg* polukru`nog kanala (*ostium ampullaris posterius*), koji le`i na susednom delu zadnjeg zida trema. Na zadnjem kraku tremnog grebena, vidi se donja ili ampularna re{etasta mrlja (*macula cribrosa inferioris s. area cribriformis ampullaris*), koja odgovara usamljenom otvoru (*foramen singulare*) na zadnje-donjem kvadrantu dna unutra{njeg slu{nog kanala. Kroz ove rupice ulaze u trem vlakanca n. ampullarisa posterior.

Podsetnik za nerve:

- n. utricampullaris
- n. saccularis
- nn. Bechterew
- n. ampullaris posterior

SPOLJA[NI] ZID - odgovara zadnjem delu unutrašnjeg zida bubne duplje. Na spoljašnjem zidu trema, između fenestre vestibuli i fenestre cochleae, pričvršćuje se horizontalno postavljena tanka koštana plo-ica, nazvana dopunska ili tremna spiralna plo-ica - *lamina spiralis secundaria*. Ova plo-ica zajedno sa laminom spiralis ossea i cecum vestibulare gradi koštano-opnastu pregradu koja deli trem na dva stepeništa - *scala vestibuli* i *scala tympani*.

ZADNJI ZID - ampularni otvor zadnjeg polukružnog kanala (vidi gore).

PREDNJI ZID - na njemu se nalazi tremni otvor puča (*apertura vestibularis cochleae*), pomoću koga se bazalni zavoj puča otvara u upljinu trema. Ovaj otvor je nepotpuno podeljen horizontalnom, spiralnom koštanom plo-icom (*lamina spiralis ossea*), koja kroz njega prolazi iz puča u trem, na dva polukružna otvora: gornji i donji. Introitus (gornje-unutrašnji ugao) i hiatus (gornje-spoljni ugao) canalisa n. facialis, označavaju na površini piramide, ravan prednjeg zida vestibuluma.

Upljina trema je dakle podeljena na dva sprata: gornji i donji, pomoću potpune, horizontalno postavljene, koštano-opnaste pregrade, koju, idući od unutra upolje grade:

- spiralna koštana plo-ica puča (*lamina spiralis ossea*)
- tremni deo opnastog puča (*caecum vestibulare ductus cochlearis*)
- dopunska ili tremna koštana spiralna plo-ica (*lamina spiralis secundaria*)

Gornji sprat ili trem u u`em smislu (vestibulum) nalazi se iznad gore opisane koštano-opnaste pregrade. On predstavlja zadnji kraj tremnog stepeništa puča (*scala vestibuli*), s kojim je u vezi preko otvora na prednjem zidu trema.

Donji sprat ili bubni sprat trema (scala tympani) se prostire u visini između koštano-opnaste tremne pregrade i donjeg zida trema. On predstavlja podvestibularni deo bubnog stepeništa puča, koji se pruža do unutrašnjeg zida bubne duplje.

Oba stepeništa su u vezi i sa bubnom dupljom i to: scala vestibuli, posredstvom fenestrae vestibuli, a scala tympani posredstvom fenestrae cochleae.

GORNJI ZID - na njemu se vide 5 otvora polukružnih kanala.

Razlikujemo **gornji, zadnji i lateralni polukružni kanal**. Oni su potkovi-astog oblika, sa oba kraja komuniciraju sa vestibulomom i -ine 3/4 kruga. Jedan kraj je proširen - ampularni deo (*crus ampullare*). Suprotni krajevi gornjeg i zadnjeg se spajaju i otvaraju u vestibulum kao zajednički otvor; lateralni se otvara zasebno. Dakle, postoje: tri ampularna i dva jednostavna - ukupno pet otvora (*ostia ampullare*). Nekad zvani: sagitalni, frontalni i horizontalni na osnovu ravni koje zauzimaju u prostoru (ali stvaran položaj ne odgovara ovim nazivima).

Gornji kanal stoji *vertikalno* (transverzalno) na uzdužnu osu piramide i {tr-i u gornjoj plo-i piramide kao *eminentia arcuata*.

Zadnji kanal je paralelan sa zadnjom plo-om piramide.

Lateralni kanal se izbo-uje u aditus ad antrum kao medijalni zid ove {upljine.

Kao memotehni-ko sredstvo mo`e poslu`iti *pravilo Mujad`i*ja:

- ispru`eni dlan prikazuje uvek polo`aj lateralnog, prsti flektirane ruke gornjeg, a dlan flektirane ruke zadnjeg polukru`nog kanala.

Ampule svakog para polukru`nih kanala le`e simetri-no, uvek okrenute jedna drugoj; ako u jednom polukru`nom kanalu nastane usled okretanja npr. ampulopetalna limfokineza, u drugom mora nastati ampulofugalna limfokineza i obrnuto. Prostorno me|usobno povezane cristae ampullares moraju delovati *antagonisti-ki*.

DONJI ZID - ima oblik `leba, koji se napred nastavlja donjim zidom spiralnog kanala pu`a. U njegovom zadnjem delu nalazi se gornji otvor pu`nog kanali}a (*apertura labyrinthica canaliculi cochleae s. apertura ductus cochlearis*). Ovaj kanali}, dug 10 - 12 mm, otvara se u dnu jamice na zadnjoj ivici piramide, gde je sme{ten Anderschov petrozni ganglion. Pu`ni kanali} predstavlja perilimfati-ni put i slu`i za prolaz vene pu`nog kanali}a. Neposredno iza otvora ovog kanali}a vidi se popre-no postavljen greben okruglog prozora (crista fenestrae rotundae).

Utriculus komunicira sa polukru`nim kanalima, a **sacculus** sa pu`em. Sakulus je i u vezi sa ductusom cochlearisom, preko *ductusa reuniensa - Henseni*. Utriculus i sacculus preko svojih kanala, a ulivanjem u sinus, me|usobno komuniciraju - *ductus utricosaccularis* - "V" oblika.

KO{TANI PU@

Pu` je 2.25 puta spiralno savijen (samo u sisara) ko{tani kanal (*canalis spiralis cochleae*) oblika ku}ice ba{tenskog pu`a. Svojom po-etnom, *bazalnom* vijugom koja je *naj{ira*, i koja odgovara prednjem delu dna unutra{njeg slu{nog kanala, prouzrokuje rtno ispup-enje na medijalnom zidu kavuma - *promontorium s. promunturium*. Naju`i kraj, nazvan je *vrhom pu`a (cupula cochleae, cul de sac)*, i okrenut je prema karotidnom kanalu (*canalis caroticus*). Izme|u je sredi{nji deo. Pu` se sastoji iz tri dela: pomenuti 1. spiralni kanal, 2. sto`er, i 3. ko{tana spiralna plo-ica.

Sto`er (modiolus) - to je sredi{nji deo pu`a, oblika {uplje kupe, oko -ije osovine se uvijaju spiralni kanal pu`a i ko{tana spiralna plo-ica. Zavr{ni listi} sto`era (*lamina modiolli*) je tanki ko{tani stubi}, kojim se vrh sto`era produ`uje do pu`nog vrha i on gradi osovinu zavr{ne vijuge ko{tanog pu`a.

Osnova sto`era (*basis modiolli*) vodi u plitku {upljinu sto`era (*cavum modiolli*), na -ijem se zidu vidi spiralna rupi-asta linija (*tractus spiralis foraminosus*). Osnova sto`era, zajedno sa spiralnom rupi-astom linijom njegove {upljine, gradi sredi{nji, udubljeni deo (*fossula cochleae*) na prednje-donjem kvadrantu dna unutra{njeg slu{nog kanala (area cochleae).

Mnogobrojni sitni otvori spiralne rupi-aste linije, zvani sto`erski otvori (*foramina modiolli*) vode u uzdu`ni sistem kanali}a du` osovine (*canales longitudinales modiolli*) za vlakna kohlearnog dela n. VIII, a delimi-no i lateralno, u pro{irenje kanala, koje se ovija oko modiolusa kao *canalis spiralis modiolli* - *Rosenthal*, gde je sme{ten *ganglion spirale* - *Corti*.

Ko{tana spiralna plo-ica polazi sa poda vestibuluma blizu spolja{nje ivice kohlearnog recessusa i ima dva dela: **pu`ni ili spiralni deo**, dug 25-26 mm i sme{ten u pu`u i **tremni ili pravi deo** dug 4-5 mm, koji ulazi u trem na njegovom prednjem zidu. Ona pri bazi gde je kanal {iri, daleko vi{e {tr-i u njegov lumen, nego pri vrhu gde je znatno u`a.

Njen unutra{nji *ko{tani deo* je pri-vr{en za modiolus, koji dose`e do 2/3 lumena zavoja (zavoji su kod desnog uvo u smeru kazaljke na satu, a kod levog obrnuto). Spolja{nji deo je *membranozni deo* i od slobodne spolja{nje ivice je premo{en vezivnim izdankom na spolja{njem zidu (*ligamentum spirale*) a potom i razapetom poput opne, bazilarnom membranom (*lamina spiralis membranacea* - *membrana basilaris*). Po{to je ovo rastojanje manje pri bazi, a ve}e pri vrhu, bazilarna membrana je pri bazi {ira, a na vrhu u`a.

Na svom bazalnom kraju ko{tana spiralna cev nosi tremni otvor pu`a (*apertura vestibularis cochleae*). Obe pregrade, i ko{tana i membranozna, rastavljaju kanal pu`a u dva potpuno odvojena prostora: gore, u smeru vrha pu`a je tremno stepeni{te - *scala vestibuli*, a dole, u pravcu baze je bubno stepeni{te - *scala tympani*. Kohlearni kanal ispod kupule zavr{ava slepo kukastim nastavkom (*hamulus, crochet, rostrum, bec*), gde pregrada delimi-no ko{tana, a delimi-no membranozna, *ne* dopire do kraja i ostavlja na samom vrhu mali otvor okruglog preseka $P = 0.4 \text{ mm}^2$. To je jedino mesto gde gornja i donja polovina komuniciraju me|usobno i zove se *helikotrema*.

MEMBRANOZNI LABIRINT

Membranozno unutra{nje uvo se prema funkciji deli na **vestibularni odnosno stati-ki i kohlearni odnosno akusti-ni deo**.

U **vestibularni deo** ulaze:

- *utricleus*,
- *opnasti polukru`ni kanali*,
- *sacculus* sa odgovaraju}im spojni-kim kanalima (ductus reuniens Henseni - spoj sa pu`om i ductus utricosacularis - spoj sa utrikulusom) i ductus endolympathicus.

U **kohlearni deo** ulazi:

- *ductus cochlearis*.

Sa komparativno-anatomskog i embriolo{kog gledi{ta deli se membranozni labirint u *pars superior* i *pars inferior*.

PARS SUPERIOR

1. tri polukru`na kanala i utrikulus.

PARS INFERIOR

2. saccus endolymphaticus, sacculus i ductus cochlearis.

Gornji i donji deo membranoznog labirinta spaja me|usobno canalis utricosaccularis. ^itav sistem kanala iz kojih se sastoji membranozni labirint, prema spolja je potpuno zatvoren. Dokazano je da ne postoje nikakvi otvori (stomata) u saccusu endolymphaticusu koji bi spajali njegov lumen sa limfnim pukotinama u duri, kao {to se ranije pretpostavljalo (Rudiger).

U {upljinama ko{tanog labirinta suspendovan je (visi, lebdi) membranozni labirint, koji uglavnom sledi njegov oblik (izuzetak utrikulus i sakulus). Njegov je *lumen mnogo manji* od preformiranih {upljina u ko{tanom labirintu, tako da je od ko{tanih zidova odvojen negde u`im, a negde {irim perilimfati-nim prostorom (*spatium perilymphaticum*), koji u pu`u zauzima scalu vestibuli i scalu tympani i ispunjen je perilimfom. U toj te-nosti on *slobodno lebdi* podr`avan rastresitim vezivnim tkivom - mre`icom; ~vr{e} je vezan za endost (venski sudovi periosta) {upljih prostora labirintne kapsule samo na mestima gde u njega ulaze nervna vlakna, odnosno *stria vascularis* pu`a.

Prostor unutar membranoznog labirinta nazivamo endolimfati-nim prostorom (*spatium endolymphaticum*), koji je ispunjen endolimfom. Obe te-nosti nazivamo jo{ i labirintna voda (*liquor labyrinthi*). Kako su svi delovi opnastog labirinta me|usobno povezani i -ine zatvoreni sistem, procesi u jednom lako uti-u i na drugi njegov deo. Zidovi opnastog labirinta su tanki i izgra|eni od vezivnog tkiva. Sa unutra{nje strane prema endolimfi, na vezivo nale`e jedan sloj ljuspastog epitela, koji je razli-it u raznim delovima sistema, a na pojedinim mestima i visoko izdiferenciran u receptore ~ula sluha i ravnote`e.

MEMBRANOZNI PU@

UTRICULUS

Utrikulus ili torbica (me{inica) je oblika izdu`enog jajeta ili otvorene {koljke i sme{tena je u tremu ko{tanog labirinta, pri-vr{ena svojim spolja{njim zidom uz ko{tano udubljenje uz medijalni zid vestibuluma. Sa unutra{nje strane je vodoravna bazalna hijalina opna (*lamina basalis*) sastavljena od vezivnog tkiva - elasti-nih vlakana i hromocita. U njoj se, na gornjem i zadnjem zidu, otvaraju 5 u{a polukru`nih kanala, koje mo`emo da zamislamo kao ru-ke od torbice odakle i poti-e naziv. U prednjem delu utrikulusa nalazi se malo izbo-enje odvojeno od utrikulusa plitkim zarezom - recessus utriculi gde zavr{ava *horizontalno* postavljena stati-ka mrlja (*macula statica utriculi*), kao zavr{etak ili senzitivni okrajak vestibularnog `ivca (n. utriculus - grana n. utriculoampullaris).

Preko *ductusa utriculosaccularisa*, koji polazi sa unutra{njeg zida, u komunikaciji je sa sacculusom. Ovaj kanal se sastoji iz dva kraka: 1. me{ini-nog, koji polazi od me{inice i 2. kesi-ni, koji je ja-eg kalibra i polazi od kohlee. Oba kraka spajaju se pozadi me|usobno, pod o{trim uglom od ~ijeg temena polazi endolimfati-ni kanal. Na spoju utrikulusa i utrikularnog kanala postoji tzv. Bastova valvula ili nabor, *koja omogu}ava ulaz, ali ne i izlaz endolimfe!*

POLUKRU@NI KANALI

Opnasti polukru`ni kanali su 4-5 *puta manji* od ko{tanih kanala (u`i), u kojima su ekscentri-no pri-vr{}eni vezivnim tkivom. Odgovaraju}a pro{irenja ko{tanih kanala vide se i na membranoznim kanalima - ampularno pro{irenje u kome se nalazi zavr{etak `ivca u obliku organa koji zovemo *crista ampullaris* ili ampularni greben.

Neuroepitelne }elije sme{tene u utrikulusu i sakulusu, zajedno sa membranoznim polukru`nim kanalima i njihovim pro{irenjima sa-injavaju senzorni organ ravnote`e (organon vestibulare) unutra{njeg uva. Nervni ogranci vestibularnog `ivca svr{avaju u utrikulusu i sakulusu kao makule statike, a kao kriste statike u ampulama polukru`nih kanala.

SACCULUS

Vre}a, kesica je gotovo za polovinu manja od utrikulusa i le`i ispred i malo ispod utriculusa, prilipljena uz unutra{nji zid trema, a pri-vr{}ena je vezivnim tkivom u recessus sacculi vestibuluma. Zavr{etak `ivca nalazi se sa medijalne i prednje strane u obliku *vertikalno* postavljene *maculae staticae sacculi*, a u vezi sa n. saccularisom, delom vestibularnog `ivca. Sakulus je vezan direktno za kohleu duktusom reuniensom - Henseni. Oblik obrnutog "L". Spojni kanal sa tremnim {pagom -ini prednje-donji kraj kesice. Zadnje-donji kraj kesice - duktus utrikosakularis.

Utrikulus i sakulus su *otokonijalni organi* zbog prisutnih istoimenih membrana.

DUCTUS ENDOLYMPHATICUS

Endolimfni kanal polazi od temena ductus utriculosaccularisa, pomo}u kojeg je vezan sa me{nicom i kesicom. Upravljen nagore i unazad on prolazi kroz `lebi} i ulazni otvor tremnog kanali}a (*apertura interna aqueductus vestibuli*) na unutra{njem zidu trema i kroz izlazni otvor ovog kanali}a (*apertura externa aqueductus vestibuli*) dospeva na zadnju stranu piramide slepoo-`ne kosti. Tu se endolimfni kanal zavr{ava na svom slobodnom kraju slepo zatvorenim mehurasnim pro{irenjem - *saccus endolymphaticus*. On le`i izme|u dva lista (u duplikaturi) tvrde mo`danice na oko 1 cm od porusa acusticusa internusa. Ponekad je ova vre}ica, naro-ito kod `ena, znatno manja i dosti`e polovinu uobi-ajene veli-ine, a nekad je i manja (normalna du`ina od 10 mm, a {irina 5 mm).

Sakus endolymphaticus vrlo je uzan, zapo-inje ve} u ko{tanom kanalu izme|u dva lista tvrde mo`dane opne i mo`emo ga podeliti u tri dela: **pars proximalis**, predstavlja pro{irenje duktusa koje prelazi u **pars intermedia**. Srednji deo le`i jo{ u kosti, a isprepletan je brojnim kanalijima i {upljinicama. Samo **pars distalis** le`i intraduralno i obavijen je debelim slojem vezivnog tkiva. Zbog toga se lumen sakusa mo`e pove}ati i smanjiti, a kod toga se perisakularno tkivo ili stegne ili ra{iri. Perisakularno tkivo je vrlo bogato i krvnim kapilarima. Epitel sakusa je kubi-an ili plo-ast, a u lumenu se nalazi *endolimfa*. Ona se mo`e ponekad istalo`iti u vidu kristala. U sakusu se nalaze i mnogobrojne fagocitiraju}e }elije RES porekla. Endolimfati-ni prostor je prema spolja potpuno zatvoren.

Uloga sakusa je trostruka:

1. **resorbuje endolimfu** putem mnogobrojnih sporednih kanali}a i {upljinica i putem guste mre`e krvnih kapilara;
2. **reguli}e endolabirintni pritisak**, {to mu dopu{ta polo`aj u duri i rastresito vezivno tkivo i

3. **Intrasakularne fagocitirajuće ćelije imaju antitoksično dejstvo**, odnosno sprečavaju stvaranje empijema u sakusu i prelaz infekcije kroz vestibularni kanal na meninge. Ipak, saccus endolymphaticus je važan i sa kliničkog aspekta, jer se tim putem u 20 % slučajeva endokranijalnih komplikacija, čiri infekcija iz labirinta u endokranijum. Stoga je potrebno znati da je veza sakusa sa sakulusom široka i uvek otvorena, dok je veza sa utrikulusom nejednaka i uska.

Pored toga, nalazi se u utrikularnom kanalu jedan poklopac (Bast) koji dopušta strujanje endolimfe iz utrikulusa u smeru prema sakusu, ali ne i u obrnutom smeru. Zbog ovog, ventilu sličnom uređaju, prenosi se svaka hipertenzija sakusa vrlo lako na sakulus, a tek na utrikulus.

DUCTUS COCHLEARIS

Ductus cochlearis je smešten u kočtanom kohlearnom kanalu i prati njegova 2.5 navoja (praktično je smešten, odnosno predstavlja donji deo skale vestibuli). Njegovih prvih prednjih pet čestina su *spiralno* zavijene i smeštene u kočtanom puču, dok je njegova zadnja čestina *prava* i smeštena u vestibulumu.

Njegov prednji i iveri, slepo zatvoreni kraj, leži u završnoj vijugi kočtanog puča, naziva se vrh opnastog puča (*caecum cupulare*). On ograničava u završnoj vijugi puča, zajedno sa konkavnom unutrašnjom ivicom kukastog kraja spiralne pločice - *hamulus laminae spiralis* i sa završnim listom stera - *lamina modioli*, unutrašnji pučni otvor (*helicotrema*).

Njegov zadnji i znatno čiri, slepo zatvoreni kraj, naziva se tremni kraj opnastog puča (*caecum vestibulare*). On je privržen uz pučno udubljenje na unutrašnjem zidu trema - recessus cochlearis vestibuli, a tankim Hensenovim spojnim kanalima je vezan sa kesicom.

Dakle, ova na preseku trouglasta cev i na jednom i na drugom kraju završava slepo.

U upljini kočtane spiralne pločice on ispunjava prazninu između njenog spoljnog zida i slobodne ivice kočtane spiralne pločice, gradeći s tom pločicom potpunu kočtanu opnastu pregradu, koja deli ovu upljinu na tremno stepenište (*scala vestibuli*) i bubno stepenište (*scala tympani*).

ZIDOVI OPNASTOG PUČA

SPOLJAŠNJI ZID

Ovaj zid je srastao celom svojom dužinom sa zadebljanom spoljašnjom pokosnicom (periost) kočtanog spiralnog kanala. Olučasto zadebljanje unutrašnje pokosnice (endosteum) na spoljnjem zidu spiralnog kočtanog kanala nosi naziv spiralna veza puča (*ligamentum spirale cochleae*).

Spiralni ligament je posmatran SEM-om (skening elektronskom mikroskopijom) sastavljen od mekavine vlakana koja su pre slična keratinu, nego kolagenu. Ovaj ligament se čiri prema skali vestibuli kao i prema skali timpani i uronjen je u perilimfu. Neke oblasti spiralnog ligamenta prema skali vestibuli i skali timpani *nisu kompletno pokrivene ćelijama*, pa omogućavaju slobodan protok perilimfe.

Uloga spiralnog ligamenta je nepoznata. Izbočena put unutra, ivica spiralne veze gradi u visini spoljašnjeg zida opnastog puča odozgo nadole sledeće strukture:

1. Gornji greben spiralne veze - (*crista membranae vestibularis Reissneri*) za pripoj spolja{nje ivice gornjeg - tremnog zida opnastog pu`a.

2. Prostrani plitki `leb, sudovna pruga (*stria vascularis*). Ona je formirana je od tri tipa }elija: spolja{nje marginalne }elije, srednje intermedijarne }elije i bazalne }elije. Radi se o bogatoj vaskularnoj mre`i koja formira om~u na nivou spiralne prominencije, a uloga je ili apsorpcija ili sekrecija, stvaranje endolimfe.

3. Spiralno ispup-enje (*prominentia spiralis*) prouzrokuje spiralni krvni sud pu`a - *vas spirale externum s. prominens*.

4. Uski `leb, izme|u pomenutog spiralnog ispup-enja i pripoja donjeg zida opnastog pu`a na spiralnoj vezi, koje se naziva spolja{nji spiralni `leb (*sulcus spiralis externus*).

5. Donji greben spiralne veze na kome se pri-vr{}uje donji zid opnastog pu`a svojom bazalnom opnom.

DONJI ili BUBNI ZID

Deli {upljinu opnastog pu`a ispunjenog endolimfom od bubnog stepeni{ta koje je ispunjeno perilimfom. On se pru`a od unutra{nje ivice spiralnog ruba, du` koje se pripaja Reissnerova membrana, do spiralnog ligamenta. *Donji zid* se deli, s obzirom na razliku u konfiguraciji njegovog vezivnog tkiva, na dva segmenta:

1. spiralni rub (*limbus spiralis*) koji gradi unutra{nju tre}inu vezivnog sloja na donjem zidu i

2. bazalna opna (*membrana basilaris*) koja sa-injava njegove spoljne dve tre}ine.

Limbus spiralis se naziva trostrano prizmati-no *pokosni-ko zadebljanje*, koje je usa|eno odozgo na ko{tanoj spiralnoj plo-ici. Njen vrh slu`i za pripoj Reissnerove membrane, donja strana je priljubljena uz gornju stranu ko{tane spiralne plo-ice, a baza i gornja strana su slobodne. Bazilarna membrana se tako|e u-vr{}uje na limbus kao i spiralni ligament. *Limbus spiralis* je sastavljen od gustog vezivnog tkiva sli-no spiralnom ligamentu i sadr`i veliki broj krvnih sudova.

@leb na konkavnoj bazi je *unutra{nji spiralni `leb (sulcus spiralis internus)*. Gornja usna ovog `leba ili tremna usna (*labium vestibulare*) slu`i za pripoj krovne opne Cortijevog organa (*membrana tectoria*) koja je acelularna. Njena povr{ina je izbrazdana paralelnim `lebi}ima, izme|u kojih se uzdi`u paralelna zup-asta ispup-enja (*dentes auditives Huschke*), a koja odgovaraju susednom delu gornje strane spiralnog ruba - delu okrenutom ka skali mediji, koji je pokriven uglavnom Huschke zubnim }elijama - interdentalne }elije. Ove }elije pokazuju oblik slova T, dakle to su "T" }elije. Smatra se da ove }elije sekretuju tkivo tektorijalne membrane ili endolimfu.

Tektorijalna membrana se sastoji od mikrofibrila i sulfatnih glikokonjugata u gradivnoj supstanci. Postoje dva tipa mikrofibrila: mikrofibrili tip A koji su obavijeni i tip B koji se granaju. Tip A bi mogao da bude tip II kolagena. Tektorijalna membrana je podeljena u tri dela: deo limbusa u kontaktu sa interdentalnim }elijama, sredi{nji deo koji pokriva unutra{nji `leb uklju-uju}i i Organon Corti i marginalna mre`a ("Randfasernetz").

Smatra se da se marginalna mre`a pripaja prema tre}em redu Dietersovih ili Hensenovih }elija ili na oba; *spolja{nja povr{ina* membrane je pokrivena sa mre`om vlakana sli-no marginalnoj mre`i. *Unutra{nja traka* je Hensenov deo ima trabekularnu gra|u. Jo{ uvek je predmet brojnih debata, da li su ili ne, senzorne treplje *unutra{njih*

Helija -vrsto uronjene u membranu? Međutim, tri ili četiri reda visokih treplji spoljašnjih Helija ocrtavaju otisak u vidu homogenog sloja. To je tzv. Kimura membrana.

Donja ili bubna usna (*labium tympanicum*) unutrašnjeg spiralnog leba, leži na spoljnoj ivici koštane spiralne plo-ice, duž koje se otvara spiralna pukotina (*fissura spiralis*). Ova usna na donjem zidu označava granicu između spiralnog ruba i bazalne opne. Duž koštane spiralne pukotine bubna usna je izbužena sitnim nervnim otvorima (*foramina nervorum s. nervosa*) za prolaz vlaknaca pužnog ivca, koja su na svom putu od Cortijevog organa do prolaza kroz ove otvore ližena mijelinskog omotača. Od tada ona postaju mijelinizovana kohlearna nervna vlakna.

Bazilarna membrana gradi vezivnu ploču duž spoljnje ivice 2/3 donjeg zida opnastog puča. Ona produčava upolje ravan koštane spiralne plo-ice pa se zbog toga još naziva i fibrozna spiralna plo-ica (*lamina spiralis membranacea*). Svojom unutrašnjom ivicom se pričvršćuje na bubnoj usni, a svojim spoljnjim krajem na donjem grebenu spiralne veze.

Na unutrašnjoj polovini bazalne opne, koja zapravo predstavlja trešinu celokupne dužine donjeg zida opnastog puča, postoji Cortijev organ, a ispod njega, donjom stranom bazalne opne prolazi unutrašnji spiralni krvni sud puča (*vas spirale internum*), koji trči prema supljini bubnog stepeništa.

Bazilarna membrana premoćuje rastom raspon između koštane ivice lamine spiralis i spiralnog ligamenta koji se nasuprot njoj nalazi kao zadebljanje endosta spoljašnjeg zida kohlearnog kanala. Njena ukupna dužina od pripoja za kost između dva labirintna prozora pa do helikotrema je oko 32-35 mm. Bazilarna membrana se širi od baze (0.4 mm), prema srednjem delu (0.7 mm), do vrha (0.8 mm). Ovakva ravnomernost (širina se naglo sučava jedino pre jednog ili drugog kraja) u promeni širine bazilarne membrane od baze ka vrhu, omogućena je ne samo obrnutom promenom širine koštane pregrade već isto takvim promenama u širini spiralnog ligamenta, od koga sa spoljne strane polazi bazilarna membrana.

Bazilarna membrana ima tri sloja:

1. Donji sloj prema skali timpani je **endotelni**.
2. Srednji sloj je najdeblji i sastoji se od **vezivnog tkiva i fibrila**. Najveći broj je postavljen radijarno u 4 podzone. Ova vlakna 24-30.000, nisu sasvim pravilno postavljena da bi izgledala kao zategnute niti i nisu nezavisna po funkciji. Više su zategnuta pri bazi i daju bazilarnoj membrani krutost, koja je pri bazi 100x veća nego na vrhu.
3. Treći, gornji sloj je **epitelni** i od njega se prelaznom transformacijom Helija formira Cortijev organ. Celom dužinom bazilarne membrane pored ovog organa prolazi i mala arterija - *vas spirale*.

S obzirom na raspored vezivnog tkiva u bazalnoj opni i njen spoljašnji izgled, na njoj se razlikuju dva pojasa ili zone:

1. unutrašnja (*zona tecta, arcuata*)
2. spoljašnja (*zona pectinata*)

Unutrašnjom zonom se naziva deo ispod bazalne opne, ispod Cortijevog tunela (*arcus spiralis*), od labiuma tympanicuma do spoljašnjeg stuba Cortijevog organa (*bacillus acusticus externus*). Ovaj deo opne je sastavljen od radijalnih, veoma tankih fibroznih vlaknaca.

Spoljašnja zona se proteže od spoljašnjeg stuba Cortijevog organa do spiralne veze, i nosi deblja, "čeljusta" fibrozna vlakna - Helmholtzove slušne čice.

Reissnerova membrana je formirana je od dva tipa različitih ćelija: a) *epitelne ćelije* - postavljene prema endolimfi međusobno vrsto povezane međulijskim mostovima i pokrivene brojnim mikrovilima; b) *endotelne ćelije* - su na strani ka skali vestibuli pokrivena je endotelnim ćelijama, bez vrstih intercelularnih mostova. Imaju u vidu radijarni protok endolimfe, ova membrana bi bila filter, *semipermeabilna, jednosmerna* barijera za prolazak partikula i ionova.

ZAKLJUČAK

Dakle, praktično se iz skale vestibuli izdvaja duktus kohlearis i dobija po položaju naziv *scala media*, tako što skala vestibuli biva podjeljena na dva dela jednom tankom nevascularizovanom membranom - *membrana vestibularis - Reissneri*. Pri tome se duktus kohlearis, sada skala media, interponira između gornjeg dela prvobitne skale vestibuli, s kojom se graniči preko svog gornjeg zida pomenutom membranom, i skale timpani, sa kojom se graniči svojim donjim zidom ili dnom -iju potporu -ini *bazilarna membrana*.

GORNJI ili TREMNJI ZID

To je tanki i celom dužinom slobodni zid - Reissnerova membrana koja se prihvata svojom gornjom ivicom na gornjem grebenu spiralne veze (*crista membranae Reissneri*), a svojom donjom ivicom duž unutrašnje ivice spiralnog ruba, koja se pruža duž spoja spoljnje i srednje trećine koštane spiralne plošice.

KORTIJEV ORGAN - ORGANON SPIRALE CORTI

To je senzorni deo slušnog organa, koji je smešten na unutrašnjem delu (pars tecta ili arcuata) bazilarne membrane, u izdvojenom delu skale vestibuli, nazvanoj skala media ili ductus cochlearis. On je smešten celom dužinom, ali *ne i čitavom* bazilarne membrane.

Vrlo komplikovana struktura Kortijevog organa proizvod je diferencijacije gornjeg epitelnog sloja bazilarne membrane koji je ektodermalnog porekla. S obzirom na svoju građu, on predstavlja neuroepitelni deo na zidu opnatog puča, osposobljen za prijem akustičkih utisaka, isto kao što su neuroepitelne statičke mrlje utrikulusa i sakulusa i neuroepitelni ampularni greben na zidu polukružnih kanala osposobljeni za prijem statičkih utisaka.

Cortijev organ se sastoji od:

1. jednog reda unutrašnjih trepljastih ćelija;
2. tri reda spoljnjih trepljastih ćelija (alternativno, dodatni spoljnji -etvrti red trepljastih ćelija) (Postoji preko 12.000 spoljnjih trepljastih ćelija i oko 3.500 unutrašnjih trepljastih ćelija.)
3. senzoreceptivnih ćelija
4. nekoliko tipova različitih potpornih ćelija:
 - a. unutrašnje i spoljne pilarne ćelije
 - b. spoljne falangealne ćelije (Deiters)
 - c. unutrašnje falangealne ćelije

- d. granične ćelije
- e. Hensenove ćelije
- f. Claudiusove ćelije
- g. Bottcherove ćelije
- h. unutrašnje sulkusne ćelije

(shematski, može se prikazati kao Morseov telegrafski relej - spoljašnji, unutrašnji tunel i Nuelov prostor)

Daleko od Cortijevog organa ćelije su plošaste, bliže njemu kubične, vrlo blizu njega cilindrične, a u samom Cortijevom organu su u obliku *stubova*. Stubovi su nagnuti jedan prema drugom, tako da između njih ostaje jedan otvoren tunel trouglastog oblika (*Cortijev tunel, galeria Corti, arcus spiralis*). To je trostrano prizmatična (upljina Cortijevog organa ispunjena endolimfom).

Gornji krajevi potpornih ćelija formiraju mrežu, odnosno ploču - *lamina reticularis*. Kroz otvore te ploče i među potporne ćelije zataknete su osetne, senzorne ćelije, koje na vrhu imaju kratke dlake ili cilije.

Osim pre pomenutog tunela postoje u Cortijevom organu i dva intercelularna prostora. To su tzv. spoljašnji tunel i Nuelov prostor. Svi ti prostori su ispunjeni endolimfom.

Najznačajnije ćelije Cortijevog organa su **spoljašnje** i **unutrašnje** osetne ćelije.

Spoljašnje su jako izdužene ćelije pri bazi, a postepeno postaju okruglaste ili srcolike pri vrhu. Stereocilijarni svećanj formira "W" ili "V" formaciju na vrhu pri čemu svaka od ovih formacija sadrži 3-4 reda cilija različitih dužina, podsećajući na stepenice. U spoljašnjim ćelijama, *posebno na vrhu*, a manje i u srednjem delu, "W" formacija se nagnje, pa treći red biva najviše naglažen, a prvi red najmanje. Ovo nagnjanje odgovara nagnjanju rasporeda vlakana na tektorijskoj membrani.

Unutrašnje su kratke, peharaste ćelije. Senzorne cilije unutrašnjih trepljastih ćelija su takoleđ aranžirane "W", ali sa znatno većim uglovima (gotovo pravim linijama). Stereocilija unutrašnjih trepljastih ćelija je veća od onih kod spoljašnjih trepljastih ćelija.

Napomena:

Kod dejstva akustičke traume dolazi do razmekćavanja kutikularne ploče i savijanja, prekidanja vrata stereocilije kohlearnih osetnih ćelija. Oporavak stereocilijarnog svećnja treba oćekivati za oko 15 min posle prekomerne stimulacije ćelija.

Hensenovo telo je verovatno produkt akustičnih trauma i eksperimentalnih hidropsa, eventualno kod ototoksićnosti.

Ćeljska tela bipolarnih aferentnih neurona formiraju spiralni ganglion u Rosenthalovom kanalu. Postoje dva tipa neurona. **Tip I** su *mijelinizovani*, čine 95% i distribuirani su na *unutrašnje senzorne ćelije*. **Tip II** neurona su *nemijelinizovani* i predstavljaju preostalih 5%, a distribuirani su na *spoljašnje senzorne ćelije*.

Vlakna prolaze od koćtane spiralne lamine do Cortijevog organa preko habenula perforata, otvorima gde gube svoj mijelinski omotać.

Spoljašnje senzorne ćelije - inervisane su sa dva odvojena sistema aferentnih i eferentnih vlakana.

Postoji 20 različitih nervnih vlakana koja inerviraju unutrašnje senzorne želije, dok jedno različito vlakno može inervirati oko 20 spoljašnjih senzornih želija.

GRAVA ZIDOVA OPNASTOG PU@A

Epitelni sloj oblaže bez prekida unutrašnjost obe kesice. To je jednorodni kockasti epitel ili pljosnati epitel (3-4 do 15-20 mikrona). Samo na mestima gde dolaze u dodir sa zidom kesice ogranci gornjeg ili donjeg vestibularnog živca (utrikularni i sakularni živci), epitel je mnogo viši (do 200 mikrona).

Ulni ili neuroepitel gradi u epitelnom sloju zida opnastog labirinta sledeće neuroepitelne tvorevine:

- *Maculae staticae s. acusticae*
- *Cristae ampullares*
- *Organon spirale Cortii*

Ma gde se ove tri neuroepitelne formacije nalazile, slične su u grafi:

1. neuroepitelne ili ulne želije, koje predstavljaju naročite trepljaste ili dlakaste epitelne želije, u vezi su sa nervnim vlakancima i osposobljene za prijem odgovarajućih ulnih utisaka.

2. potporne želije, postavljene između trepljastih želija.

3. kutikularna opna posebnog sastava, koja postoji na trepljama ili dlakicama ulnih želija i nosi sledeće nazive: statolitna opna (*membrana statholitica*) na statičkoj mrlji utrikulusa i sakulusa, ampularno kubo (*cupula ampullaris*) na ampularnom grebenu polukružnih kanala, a pokrovna opna (*membrana tectoria*) na Cortijevom organu opnastog puča.

4. mrežasta ili retikularna opna, koja svojim župlinama obuhvata gornju, odnosno središnju župline okrenutu površinu trepljastih ili dlakastih želija odgovarajuće neuroepitelne tvorevine.

GRAVA STATIČKIH MRLJA

U svakoj kesici ima po jedna ovakva tvorevina. Struktura makula je slična.

Bazalne želije postoje na bazalnoj opni. Između njih se probijaju stopala potpornih želija (*cellulae sustentans*). Na površini potpornih želija vidi se razgovetan kutikularni sloj. Donjim svojim krajevima ove želije prijanjaju uz bazalnu membranu, između bazalnih želija, a gornjim krajevima obavijaju senzoreceptivne želije, koje se između njihovih gornjih krajeva smeštaju kao u nekakvoj šaci, i ne dosežu do bazalne opne. Ceo svežanj receptornih želija je uvršten fibrilama elatinozne mase, verovatno produkovanih od strane potpornih želija.

Primarne receptorne vestibularne želije su trepljaste i postoje dva tipa:

Tip 1 - šaste sa nervnim omotačem - calixom za koji se smatra da je aferentni završetak; ponekad se eferentni nervni završeci vezuju na površinu nervnog calixa. Vremenom calix obuhvata više od jedne želije i formira dvostruki calix i

Tip 2 - cilindrične, tubularne bez nervnog omotača koji sadrži manji aferentni (agranularni) i eferentni (granularni) nervni završetak.

(nervni calix - omota-, kojim se pravi kontakt sa eferentnim nervnim zavr{etkom sa spolja{nje strane)

Ima oko 10.000 senzornih }elija u utrikulusu i 7500 u sakulusu.

Na gornjem kraju senzoreceptivne }elije nalaze se dugi snopovi slepljenih treplji - 80-90 mikrovila, *stereocilije*, a svaka }elija ima i po jednu *kinociliju*. Samo kinocilija i visoka stereocilija su uronjene u membranu, a ostali deo stereocilija je slobodan u subkapsularnom prostoru. Na donjem zaobljenom kraju, kojim ove }elije le`e u -a{icama, nema nikakvog direktnog produ`etka, nego se tu zavr{avaju centripetalni `iv-ani ogranci, koji po-inju iz bazalnog spleta koji se nalazi u osnovici epitela, izme|u bazalnih i potpornih }elija. Do tog mesta su vlakna sa mijelinskom ko{uljicom, a odatle su gola i zavr{avaju se oko senzoreceptivnih }elija.

Kinocilija poseduje rasporedom 2+9 unutra{njih filamenata, poput pokretne cilije, ali su dva centralna filamenta -esto prekinuta kod senzornih cilija, dok je stereocilija formirana od amorfnog matriksa. Matriks se sastoji od aktina i stvara -vrstinu zna-ajnu za senzornu transdukciju. Kinocilija je sme{tena blizu najve}e stereocilije.

Dla-ica svake strane je okrenuta jedna od druge u sakulusu, a u utrikulusu su one okrenute jedna ka drugoj.

Epitelni sloj je pokriven jednom `elatinoznom membranom (mukopolisaharid, najverovatnije produktom potpornih }elija), nazvanom *membrana stato(oto)litica* debljine oko 20 mikrona. U njoj su potopljeni snopovi slepljenih treplji senzoreceptivnih }elija. Na povr{ini ove membrane nalaze se rombi-ni kristali veli-ine 3-5 mikrona lako topljivi u slabim kiselinama slo`enih u 3-6 redova, od argonita, kalcijum karbonata i magnezijuma - u{ni prah ili *stato(oto)konije* (jer su kod riba otoliti). Njihov nastanak obja{njava nekoliko teorija:

1. transportna teorija - od endolimfati-nog sakusa za vreme embrionalnog stadijuma razvoja sa transportom do otokonijalnih organa;
2. teorija o in situ formiranju - nastanak u membrani;
3. kalcijum karbonat kristali{e u `elatinu, koriste}i gel molekule kao kriti-no jedro. Dekalcifikacijom osloba|aju proteine, a nedostatak Mg onemogu}avao bi njihovu sintezu - biosintezu.

Otokonije se pomeraju pri pokretanju glave, to pomeranje menja polo`aj dla-ica senzoreceptivnih }elija, {to dovodi do depolarizacije }elijskih membrana i do uspostavljanja nervnog impulsa na nerve zavr{etke (*polo`aj kinocilije odre|uje }elijsku polarnost*).

Pokreti prema kinociliji su pokreti stimulacije i depolarizacije, a pokreti od kinocilije inhibicija i hiperpolarizacija.

Tako|e, krvne kapilare prati bogata inervacija vegetativnog nervnog sistema u samom podru-ju senzoreceptivnih }elija. Specifi-na te`ina otoliti-ne membrane mnogo je ve}a nego specifi-na te`ina endolimfe, tako da se kod centrifugiranja mo`e otrgnuti membrana zajedno sa otolitima (Wittmack). Naravno da ekscitacijom ovih }elija se mo`e pove}ati i masa otokonija u membrani.

Svaka makula je odvojena u dva dela uskom zonom nazvanom - striola.

Otokonijalna membrana je formirana od dva dela: `elatinozna povr{ina i statokonija. Na povr{ini se nalazi tzv. "sne`ni trag" (kod utrikulusa oblika "U" poput depresije; u sakulusu, "L" oblik, elevacija, poput snegom prekrivenog grebena (ove linije

odgovaraju strioli Werner, kao svetle oblasti senzornog epitela pri preparaciji). Postoji manji broj rupica u otokonijalnoj membrani du` striole - endolimfa mo`e slobodno da te`e u subkupalarni prostor; nalene su i manje otokonije na spolja{njoj povr{ini membrane i du` striole.

Tako|e, sve tri **CRISTAE AMPULLARES** polukru`nih kanala iste su gra|e. Struktura im je analogna makulama u vestibularnim kesicama, ali neke razlike ipak postoje.

Zidovi ampule i semicirkularnih kanala su formirani od dva sloja: unutra{nji epitelni i spolja{nji mezotelu sli-an epitel. Uzvi{enje epitela je ovde vi{e i *strmije* (otud naziv - greben), i sa vezivnim tkivom omogu}ava da prominira u lumen ampule. Neuroepitel se i ovde sastoji od senzoreceptivnih }elija i potpornih }elija. Senzoreceptivne }elije su *vi{e* sa *tankim* i *du`im trepljama* koje idu do vrha ampule i koje se lepezasto razilaze. Treplje su uklopljene u debelu `elatinoznu membranu nazvanu *cupula terminale*, u kojoj *nema* otokonija. Kupula u potpunosti pokriva cristu ampullaris. Pri pomeranju endolimfe kupula se pokre}e i pomera treplje senzoreceptivnih }elija {to dovodi do uspostavljanja nervnog impulsa. Potporne }elije se nalaze izme|u senzoreceptivnih }elija. Jedra su im sme{tena u bazalnom delu, a apikalni deo citoplazme sadr`i sekretorne granule. Produkt njihove sekrecije je matriks kupule.

Krista ampularis formira sedlasto izbo-enje koje je snabdeveno mijelinizovanim nervnim vlaknima i kapilarima uronjenim u vezivno tkivo. Velika vlakna uglavnom inervi{u centralni deo criste, dok mala vlakna uglavnom inervi{u periferne delove. Povr{ina kriste je pokrivena senzornim epitelom sa dva tipa senzornih }elija i potpornim }elijama kao i u makuli. Du`e su treplje na periferiji a kra}e centralno postavljene. Diskutabilno je *da li postoji subkupalarni sloj?* Oblast polumese-astog oblika sa svake strane lateralnih zidova ampule je *planum semilunatum*. On je ili sekretorni epitel, ili deo kupule!?

Tamne }elije, zbog svoje osmofilne prirode, su izdvojen entitet vestibuluma. One su prisutne *samo u padini kriste!* Samo sakulus ga *ne* poseduje od vestibularnih organa! Melanociti -ine deo zida ispod ovih }elija! Sli-ne su marginalnim }elijama strije vaskularis, sa vezikulama i interdigitalnim produ`ecima citoplazme, dakle eventualna bi posedovale apsorptivnu funkciju! Tako|e produkuju debrisi na povr{ini }elija, kao posledica razgradnje otokonija sa tamnim }elijama! Eventualno zna-ajni za metabolizam magnezijuma!

U horizontalnoj kristi ampula semicirkularnih kanala, pravac je prema utrikulusu, a suprotno od njega kod vertikalno postavljene kriste.

UNUTRA[NJI SLU[NI KANAL

Unutra{nji slu{ni kanal (*meatus acusticus internus*) je sme{ten u petroznom delu temporalne kosti. Njegova du`ina iznosi oko 1 cm, a {irina oko 0.5 cm. Osovina kanala le`i u istoj ravni sa osovinom spolja{njeg slu{nog hodnika. Prolaze}i kroz kost, nervna vlakna izlaze na dnu unutra{njeg slu{nog kanala, formiraju}i *tractus spiralis foraminosus*.

Prolaze}i kroz unutra{nji slu{ni kanal donje-zadnjim delom, slu{ni `ivac prate n. facialis i gornji deo n. vestibularisa, koji su iznad; donji deo n. vestibularisa je ispred slu{nog `ivca. Ovim putem idu jo{ a. i v. auditiva interna. Unutra{nji kraj se otvara u zadnju lobanjsku jamu.

Ulazna vrata u meatus acusticus internus, koji se nalazi na sredini cerebralne plo-e piramide nazivaju se *porus acusticus internus*. Kanal je polo`en transverzalno u piramidi. Zavisno od uzrasta je i {irina kanala. Dno kanala (*fundus meatus acustici intern*) koje ko{tana plo-ica odvaja od medijalnog zida vestibuluma i kohlee, podeljeno je

horizontalno o{trim grebenom (*crista transversa*) u dva dela, u gornje manje i donje ve}e polje.

U prednjem malom udubljenju gornjeg polja fundusa (*area n. facialis*) nalazi se unutra{nji otvor facijalnog kanala (*introitus canalis facialis*). U zadnjem delu polja (*area vestibularis*) nalaze se sitni otvori za vlakna n. utricampullaris, koja idu na makulu kribrozu superior vestibuluma. Prednji deo donjeg polja (*area cochleae*) ima niz malih otvora kroz koje prolaze vlakna kohlearnog `ivca i idu direktno ka bazalnom zavoju kohlee ili kroz longitudinalni kanal modiolusa prema srednjim i apikalnim zavojima. U zadnjem delu donjeg polja (*area vestibularis inferior*), a neposredno uz transverzalni greben, nalazi se zona sa malim otvorima za prolaz vlakna n. saccularis koja idu na makulu kribrozu inferior vestibuluma. Iza i ni`e od te skupine otvora nalazi se ve}i otvor (*foramen singulare*) kroz koji prolazi n. ampullaris posterior. N. utricampullaris, n. saccularis i n. ampullaris posterior su ogranci vestibularnog dela n. statoacusticus.

Kohlearni deo n. VIII `ivca na dnu fundusa u tractusu spiralis foraminosusu rasipa se u snopi}e koji ulaze u kohleu. Kroz kanali}e modiolusa dolaze u canalis spiralis modioli i tu nervna vlakna (}elije) izgra|uju ganglion spirale cochleae. Periferni nastavci tih nervnih }elija dolaze kroz ko{tanu laminu spiralis i kroz foramina nervosa u Cortijev organ.

Na dnu kanala pars vestibularis n. VIII formira svoj ganglion (ganglion vestibulare) iz kojeg izlaze svi njegovi opisani periferni ogranci {to inervi{u vestibularne senzorne povr{ine: macula sacculi, macula utriculi i cristae ampullares. N. statoacusticus izlazi iz mozga u pontocerebelarnom uglu izme|u mozga i produ`ene mo`dine. On prolazi prema porusu zajedno sa facijalisom u tom delu toka lateralno, odnosno iza njega. Vestibularni deo n. VIII u kanalu le`i iza kohlearnog. N. facialis le`i ispred i iznad njih.

Svi ovi otvori na fundusu mogu u bolesnim stanjima uva postati prolaz za infekciju koja se kroz kanal mo`e pro{iriti u endokranijum i obrnuto, ili preko drugih otvora. Osim porusa acusticus internusa postoje jo{ tri otvora na toj strani piramide: vestibularni i kohlearni akvedukt i fossa subarcuata.

PERILIMFATI^NI PROSTOR

Perilimfati-ni prostor, labirint ima neke svoje nastavke:

1. fissula ante fenestram;
2. fossula post fenestram i
3. ductus perioticus.

Fissula ante fenestram je traka vezivnog perioti-kog tkiva koja ide od vestibuluma ka vestibularnom prozoru (fenestra ovalis) te kroz nepravilnu pukotinicu probija kroz oti-ku kapsulu do periosta kavuma timpani u blizini upori{ta (*hypomochlion*) m. tensora tympani. Ona je predilekciono mesto za formaciju hondromatoznih nodula i otoskleroti-ne kosti.

Fossula post fenestram je izvru}e perioti-kog tkiva u oti-ku kapsulu upravo iza vestibularnog prozora u ta-ki koja se nalazi na tre}ini puta izme|u prostora i neampuliranog kraja lateralnog polukru`nog kanala.

Perioti-ki duktus nije pravi duktus, ali je ipak potencijalni mali prostor arahnoidnog vezivnog tkiva ispunjen perilimfom. On zapo-inje na skali timpani blizu kohlearnog prozora (fenestra rotunda) i zavr{ava na aperturi sme{tenoj medijalno u fosi jugularis. Ovaj se kanali} nalazi u kanalikulusu kohlee.

Mnogi autori perilimfu smatraju cerebrospinalnim likvorom, a endolimfu produktom sekrecije striae vascularis; drugi smatraju endolimfu transudatom perilimfe. Ipak, ne sme se identifikovati labirintni likvor sa cerebrospinalnim likvorom, nego bi labirintni likvor bio

produkt sekrecije membranoznog labirinta, odnosno *produkt sekrecije striae vascularis*. Po sastavu je perilimfa slična ekstracelularnoj tečnosti, a endolimfa intracelularnoj (bogata K, a siromašna Na).

U fizičkom i hemijskom smislu su endolimfa i perilimfa vrlo slične likvoru. Perilimfa ima nešto više belančevina nego endolimfa. Perilimfa nastaje *od endolimfe*, koja putem osmoze prolazi kroz zid opnatog unutrašnjeg uva. Isto tako putem osmoze ona se ubacuje u venske sudove periosta (endosta), koji oblaže koštani labirint. Pored toga endolimfa otiče duž VIII u subduralni prostor lobanje i duž v. canaliculi cochleae u subduralni prostor oko početnog dela n. X.

Perilimfa komunicira sa cerebrospinalnom tečnošću preko kohlearnog akveduktusa, koji je ispunjen sa perilimfatičnim vezivnim tkivom. Čelije ovog vezivnog tkiva su porozne i uključene u filtraciju i modifikaciju perilimfe. Fibrili ovog tkiva su kao i oni u spiralnom ligamentu. Ovo tkivo je prisutno samo na gornjem delu, a nekad je ovo tkivo i perilimfa gornjeg dela odvojena membranom limitans.

VASKULARIZACIJA UNUTRAŠNJEG UVA

Glavna vaskularizacija je poreklom **a. basilaris**, preko **a. cerebelli anterior inferior** i njene grane **a. labyrinthi**, koja se grana na:

- **a. propria cochlearis** (puč)
- **a. vestibularis anterior** (vestibulum)
- **a. vestibulocochlearis**

U unutrašnjem slušnom kanalu: kohlearna arterija ide spiralno oko slušnog ševca kao art. modiolus spiralis. Ona se deli u dve grane: *a. radiata* i *grane za limbus*. Kortijev organ je snabdeven krvnim sudovima timpaničke usne i krvnim sudovima spiralnog tunela.

Vene prate arterije i dreniraju se u *v. spiralis modioli*, zatim *v. duktusa cochlearisa* i konačno prazni u *bulbus v. jugularis*. Preko *v. labyrinthi* prazne se u *gornji petrozni sinus*, odnosno preko *v. aqueductus vestibuli* u *sigmoidni sinus*.