

O ušesu in sluhu

Kristijan Skok, Lidija Kocbek Šaherl

Uho, nos in grlo so bili v ospredju zanimanja že od nekdaj. Te organe so zdravili že stari Grki, Hindujski in Bizantinci. Veda, ki se ukvarja s temi organi, se imenuje otorinolaringologija. V prispevku so predstavljene osnovne lastnosti zvoka, pomembnejša odkritja v zgodovini na tem področju, nekatere značilnosti ušesa v živalskem svetu in boleznj ušes, ki prizadenejo človeka. V prejšnjih prispevkih sta bili predstavljeni čutili za vid - oko - in čutilo za okus - jezik. V tem prispevku obravnavamo čutilo za sluh - uho.

Zvok je mehansko valovanje, ki se širi v dani snovi (trdnini, kapljevini ali plinu). To valovanje potuje v notranjost ušesa. Pomembna lastnost zvoka je, da mora v nasprotju s svetlobo, ki lahko potuje skozi vakuum, potovati skozi medij (zrak, vodo, steklo ali kovino). Prva oseba, ki je ugotovila, da zvok za potovanje potrebuje medij, je bil znanstvenik Robert Boyle.

Glede na tip valovanja se zvok širi po plinih in kapljevinah kot longitudinalno valovanje, v trdninah pa lahko tudi kot prečno

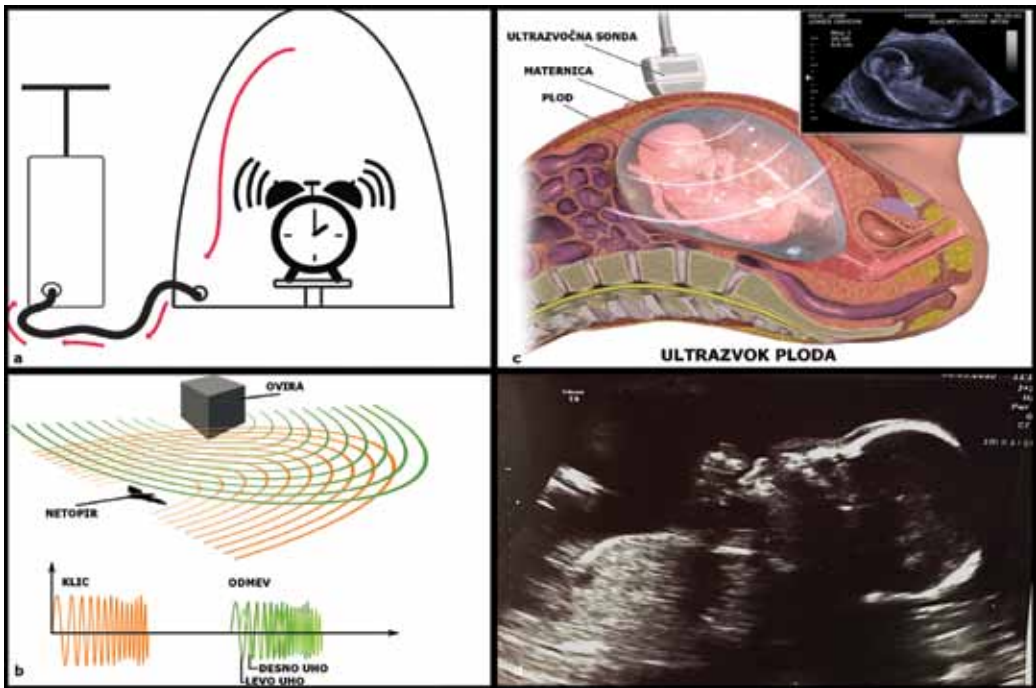
Slika 1: Vampirski netopir (Desmodus rotundus) iz rodu Desmodus in družine Phyllostomidae. Ta vrsta netopirja živi izključno od krvi plena (hematofagija). Za orientacijo v prostoru uporablja eholokacijo.

*Avtor: Daniel Streicker. <http://ns.umich.edu/Releases/2013/Dec13/vampirebat.html>. Vir: Stoner-Duncan, B., Streicker, D. G., Tedeschi, C. M., 2014: Vampire Bats and Rabies: Toward an Ecological Solution to a Public Health Problem. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8, e2867, doi:10.1371/journal.pntd.0002867.*



Lastnosti in uporaba zvoka

Robert Boyle je postavil navito budilko v veliko stekleno posodo. Medtem ko je budilka zvonila, je s črpalko izsesal ves zrak iz posode. Postopno je zrak izčrpal in zvonjenje se ni več slišalo. Med druge fizikalne lastnosti zvoka sodi tudi odboj. To zakonitost s pridom uporabljajo tudi v arhitekturi. Da se še najtišji šepet lahko sliši po vsej sobi, prostoru ali prizorišču, lahko vidimo pri gradnji nekaterih zgradb, kot je amfiteater. V preteklosti so že vedeli, da nekatere kamnine lahko zvok okrepijo ter ga odbijejo. Danes se v ta namen lahko uporabljajo posebej zgrajeni ukrivljeni/skledasto oblikovani premični predmeti, ki se nahajajo za nastopajočimi in publiko. Tako se ustvari območje, kjer se zvok lahko okrepi in odbije.



Slika 2: Lastnosti in uporaba zvoka.

- a) Zvok se ne širi v vakuumu. Vir: lasten.
 b) Netopir in ehokracija. Avtor: Petteri Aimonen. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Animal_ecolocation.svg.
 c) Uporaba ultrazvoka pri nosečnicah. Avtor: Bruce Blas. https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasound#/media/File:Fetal_Ultrasound.png.
 d) Ultrazvočni prikaz ploda v maternici. Vir: lasten.

Ultrazvok

Preiskave z ultrazvokom imajo velik pomen v medicini. Ultrazvočna sonda oziroma tipalo oddaja ultrazvočne signale in sprejete odmeve iz tkiv nato prikaže kot sliko z različno svetlobno intenzivnostjo (svetlejša ali temnejša). Sodi med neinvazivne in varne metode ter ne oddaja škodljivega sevanja. Tudi nekatere živali slišijo glasove v območjih ultrazvoka, to so netopirji, žuželke (vešče, hrošči, bogomolke), psi in mačke, delfini in nekatere ribe.

valovanje. Valovanje se s fizikalnega vidika lahko opredeli na podlagi frekvence, amplitude, hitrosti in smeri potovanja. Zvok, ki ga lahko slišimo, je v frekvenčnem območju

od 20 hercev do 20 kilohercev. Zvok z nižjimi frekvencami je infrazvok, z višjimi pa ultrazvok.

Simbolni pomeni

V egipčanski mitologiji so pogosti prikazi ušesa kot motiva v stelah. Stele so bile namenjene določenim božanstvom v zahvalo za uslišane prošnje. Stela je prikazovala sliko boga in prosilca, ki časti božanstvo. Nad tem prikazom so pogosto vklesana človeška ušesa, ki bi naj pomagala božanstvu pri uslišanju prošnje. Božanstva »dobrega sluha« so bila Amun-Re, Phat, Horus, Isis in Thoth. V hindujski kozmologiji se omenja primordialno brnenje – mantra om –, ki je obstajalo že pred svetlobo in ostaja slišno starešinam/modrecem, ki imajo izredno sposobnost koncentracije. Motiv ušesa je omenjen tudi v krščanstvu v srednjem veku.



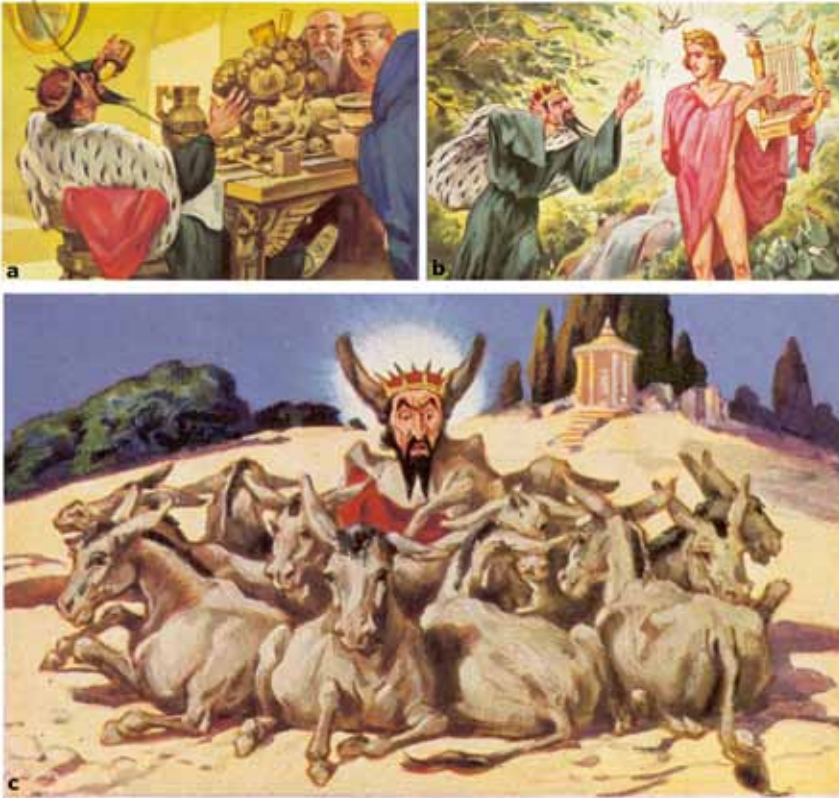
Slika 3: Pomen sluha v različnih kulturah in njegovem vplivu na življenje.

a) Prikaz budističnega meniha. <http://arthistoryteachingresources.org/wp-content/uploads/2014/12/jaya1-509x700.jpg>.

b) Pravljična bitja Panoti, za katera so dolgo časa mislili, da so realna. Avtor: Hartmann Schedel (1440–1514). https://de.wikipedia.org/wiki/Panoti#/media/File:Schedel%27sche_Weltchronik-Large_ears.jpg.

c) Stele iz Egipta. <http://www.touregypt.net/images/touregypt/stele11.jpg>.

d) Kolosej v Rimu je grajen tako, da lahko vsi slišijo dogajanje v areni. Avtor: David Ilif. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colosseum_in_Rome,_Italy_-_April_2007.jpg.



Slika 4: Prikaz legende o kralju Midasu. Avtor: Stefan Mart: Märchen der Völker. Hamburg: Cigaretten-Bilderdienst, 1933. http://www.stefanmart.de/thumbs/13_midas.htm.

Ostali pomeni

Svetovno znana zgodba z mnogimi različicami je zgodba o kralju z oslovskimi ušesi. V grški mitologiji se je to pripetilo kralju Midasu, ki je znan po legendi o zlatem dotiku, ki vse spremeni v zlato. Bog Dioniz je kralju izpolnil željo, da se vse, česar se dotakne, spremeni v zlato (slika 4a). Pohlep po zlatu je kralja kmalu minil, kajti tudi hrana in pijača sta se spremenili v zlato. Ko se je po pomoti dotaknil svoje hčerke, je zaprosil Dioniza, da prekliče prekletstvo. Bog mu je velel, naj sebe in vse, kar želi spremeniti nazaj, položi v reko Pactolus. Na podlagi te zgodbe so si prebivalci razlagali veliko vsebnost zlata v reki.

Midas se je po tem dogodku odrekel materialnim dobrinam in se preselil na deželo, kjer je postal častilec gorskega boga Pana. Pan, misleč, da je njegova glasba najlepša, je nekega dne izzval boga Apolona na glasbeni dvoboj. Apolon je vse razen enega prepričal v svojo nadarjenost. Ta posameznik je bil kralj Midas (slika 4b). Za kazen je Apolon spremenil njegova ušesa v oslovska. Svojo sramoto je kralj želel prikriti s turbanom. Njegov brivec te skrivnosti ni mogel obdržati zase in je tekel na polje, skopal luknjo ter v njo zašepetal skrivnost. Čez nekaj časa je začelo rasti trstičje, ki je ponavljalo stavek o kralju, ki ima oslovska ušesa (slika 4c). Veter je šepetanje trstičja prenesel po vsej pokrajini. Zgodba ima več različic in je svetovno znana.

Zgodovina otologije

Znanost, ki se ukvarja z anatomijo, fiziologijo in patologijo ušesa, se imenuje otologija. Sodi v področje otorinolaringologije, véde, ki se ukvarja še z nosom in grlom.

Že v obdobju Egipčanov so obstajali zapisi o poškodbi senčne (temporalne) kosti lobanje in posledične okvare sluha in govora. Na tem mestu se namreč nahajajo možganska govorna območja in potek slušnega živca, česar takrat še niso natančno poznali. Grški filozof Empedokles je prvi poimenoval strukturo *koblea* ali polž. Ime *κόχλος* je dobilo zaradi podobnosti z morskó školjko, ki se nahaja v Sredozemskem morju. Pred obdobjem renesanse je bilo zelo malo znanega o anatomiji ušesa. Razlog sta bili težja dostopnost skozi senčno kost in takratna prepoved seciranja človeka. Čeprav velja A. Vesalius za očeta nove šole anatomije, se je ušesu še bolj natančno posvetil Gabrielle Fallopio di Modena. Opisal je bobnič, slušne koščice, obe okenci (okroglo in ovalno), promontorij, *hordo timpani*, labirint, polkrožne kanale, polža, slušni živec in mišice uhlja. Za anatomski popis ušesa je prav tako pomemben Bartolomeo Eustachio, ki je živel v šestnajstem stoletju. Najbolj je poznan po raziskavi anatomske strukture, ki povezuje srednje uho z žrelom in se po njem imenuje Evstahijeva cev. V sedemnajstem stoletju je Francoz Perrault opisal, da membrana v polžu vibrira ob visokih tonih in lahko s starostjo začne degenerirati. V osemnajstem stoletju so bili znani raziskovalci na tem področju Malphigi, Valsalva in Morgagni. Marchese Alfonso Corti v devetnajstem stoletju je bil prvi, ki je opisal histološko zgradbo organa sluha (Cortijev organ) in labirinta. V tem času je deloval tudi Prosper Ménière, ki je poznan po odkritju bolezni, ki nosi njegovo ime. Za Menierovo bolezen je značilna triada vrtoглаvice (vertigo), izgube sluha in piskanja v ušesu (tinitus). Zdravniki so takrat menili, da vzrok bolezni tiči v možganih. Ménière je dokazal, da vzrok bolezni tiči v notra-

njem ušesu in ne v možganih. Ob tem je izdelal teste za testiranje sluha. Ménière je nasprotoval tudi nasilnim načinom zdravljenja gluhot in je bil mnenja, da se gluhot ne da pozdraviti in da se morajo posamezniki naučiti živeti s svojo hibo. Prav tako pomembna sta bila Ernst Reissner, po katerem se imenuje membrana, ki ločuje strukture v polžu, in Politzer. Po njem se imenuje manever izravnavanja pritiska v srednjem ušesu in žrelu (Politzerjev manever). Napredek v tehnologiji je omogočil še natančnejši opis struktur ušesa. Hermann von Helmholtz je poleg oftalmologije prispeval tudi k razvoju razumevanja fiziologije sluha. Znan je predvsem po razlagi interpretacije analize sluha v notranjem ušesu in tonotopične (*tono*, zvok; *topo*, mesto) organizacije polža. Ta princip definira, da se prihajajoči zvočni valovi spremenijo v živčne impulze na anatomske določenih mestih po višini frekvence zvoka. V dvajsetem stoletju so se véde združile v skupno védo otorinolaringologijo. V tem času je von Bekesy na trupu opazoval potovanje zvočnega vala po slušnem polžu in za svoje raziskovalno delo prejel Nobelovo nagrado. Brownell je pozneje odkril, da ima uho sposobnost ojačitve zvoka z mehanizmom elektromotilitete zunanjih dlačnic. Napredek na tem področju omogoča v zadnjih letih proizvodnjo vedno boljših slušnih aparatov, boljše diagnostiko bolezni in s tem boljše zdravljenje. V otorinolaringologiji za nastanek obolenj danes iščejo genetsko podlago, da bi nekega dne bolezni tudi enostavneje ozdravili ali preprečili.

Osnovne lastnosti in zgradba ušesa

Čutilo ravnotežja in sluha leži v ušesu, ki ga razdelimo na zunanje, srednje in notranje uho. Za zaznavo zvoka so potrebni vsi trije deli ušesa.

K zunanjemu ušesu sodita uhelj in zunanji sluhovod, ki sega do bobniča. Uhelj je ovalno oblikovana struktura iz elastične hrustančevine, pokrite s tesno prilegajočo se tanko plastjo kože. Hrustanec uhlja,

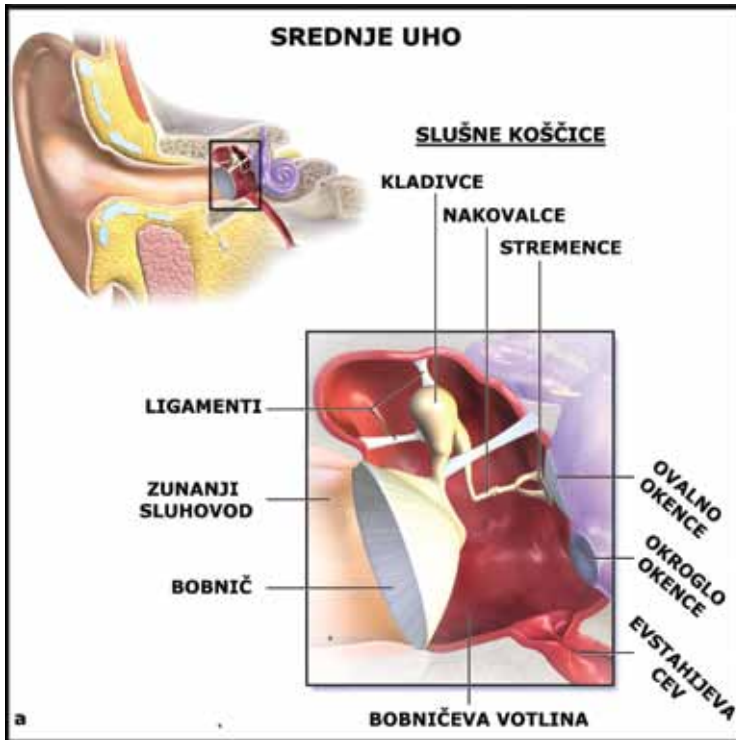


Slika 5: Prikaz zgradbe ušesa. Avtor: Blausen.com staff, 2014. https://en.wikiversity.org/wiki/WikiJournal_of_Medicine/Medical_gallery_of_Blausen_Medical_2014.

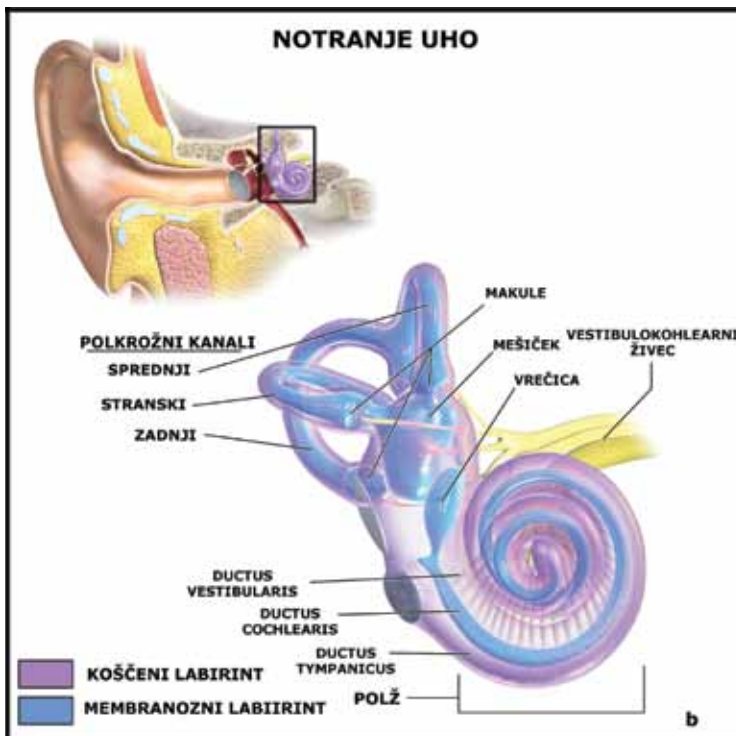
pokrit s kožo, se nadaljuje v hrustančni del zunanjega sluhovoda. Zunanji sluhovod je z zrakom napolnjeni zaviti kanal in meri od uhlja do bobniča približno dva centimetra in pol. Sluhovod pokriva koža z dlakami, lojnicami in modificiranimi dišavnicami, žlezami mastilkami. Te žleze izločajo ušesno maslo (cerumen), ki je rjavkasta mešanica maščob in voska. Maslo varuje kožo in globlje strukture sluhovoda pred tujki. Če ga je preveč, lahko delno ali popolnoma zamaši sluhovod in moti sluh.

Srednje uho sestavljajo bobnič, bobničeva votlina s slušnimi koščicami (*malleus*, kladivce; *incus*, nakovalce; *stapes*, stremence) in Evstahijeva cev. Meja med zunanjim in srednjim ušesom je bobnič. V steni srednjega

ušesa, na meji proti notranjemu ušesu, sta dve okenci: ovalno (*fenestra ovalis*) in okroglo (*fenestra rotunda*). Ovalno okence zastira slušna koščica stremence, okroglo zapira membrana. Bobnič je s slušnimi koščicami povezan z ovalnim okencem. Bobničeva votlina leži znotraj senčne kosti. Evstahijeva cev ali ušesna troblja je dolga tri centimetre in pol in povezuje votlino srednjega ušesa z nosnim delom žrela (nazofarinks). Ušesna troblja je večino časa zaprta, odpre se med požiranjem in zehanjem. Omogoča izravnavo zračnega tlaka v srednjem ušesu z zrakom v zunanjem sluhovodu na drugi strani bobniča. Slušne koščice so iz kompaktne kostnine in povezane med seboj s pravimi sklepi. Koščice v srednjem ušesu okrepijo



Slika 6: Zgradba srednjega in notranjega ušesa. Avtor: Blausen.com staff, 2014. https://en.wikiversity.org/wiki/WikiJournal_of_Medicine/Medical_gallery_of_Blausen_Medical_2014.



ali utišajo zvok s tako imenovanim stapedialnim refleksom. Refleks se sproži ob zelo glasnih zvokih jakosti od 70 do 100 decibelov in takrat se mišici (*m. stapedius* in *m. tensor tympani*) skrčita. Prva mišica se skrči in povleče stremence stran od ovalnega okenca polža. S tem se prepreči prenos vibracij v notranje uho in posledično nastanek poškodb dlačnic v notranjem ušesu.

Notranje uho leži najgloblje v delu senčne kosti. Sestavljeno je iz koščene labirinta, v katerem se nahaja membranski labirint. Med labirintoma je tekočina, imenovana perilimfa. Koščeni labirint je rigidna, koščena zunanja stena notranjega ušesa. Strukture koščene labirinta so polž, centralno ležeči preddvor in za njim trije polkrožni kanali, ki so drug na drugega položeni v devetdesetstopinjskem kotu. S takšno lego pokrivajo tri ravnine: sagitalno, čelno in vodoravno. Najpomembnejša dela notranjega ušesa sta polž in vestibularni sistem. Polž je spiralasto zavita votla kost. S pomočjo celic membranskega labirinta omogoča pretvorbo vibracij oziroma valovanja, ki se je preneslo z vibracij kosti srednjega ušesa po perilimfi notranjega ušesa do čutnic na organu sluha. Vestibularni sistem omogoča ohranjanje ravnotežja.

Membranozni labirint je membranska struktura, ki je oblikovana v cevi in vrečke. V njem se nahajajo tekočina endolimfa in receptorji oziroma celice, ki omogočajo zaznavo ravnotežja in sluha. Dela membranoznega labirinta sta ravnotežni in polžev labirint. V ravnotežnem labirintu sta iz epitelija oblikovani vrečici (mešiček, vrečica) in trije polkrožni vodi. V steni vrečice in mešička se nahaja čutilo ravnotežja, ki je sestavljeno iz dlačnic in opornih celic. Vrečica in mešiček zaznavata statično ravnovesje. Polkrožni kanali so nadaljevanje mešička in na podlagi sprememb toka tekočine endolimfe zaznavajo dinamično ravnotežje (vodoravni in navpični pospeški). Čutilo za sluh se nahaja v polžu. Iz vrečice membranskega labirinta izoblikovani vod znotraj polža se imenuje polžev vod (*ductus cochlearis*). Polž lahko delimo

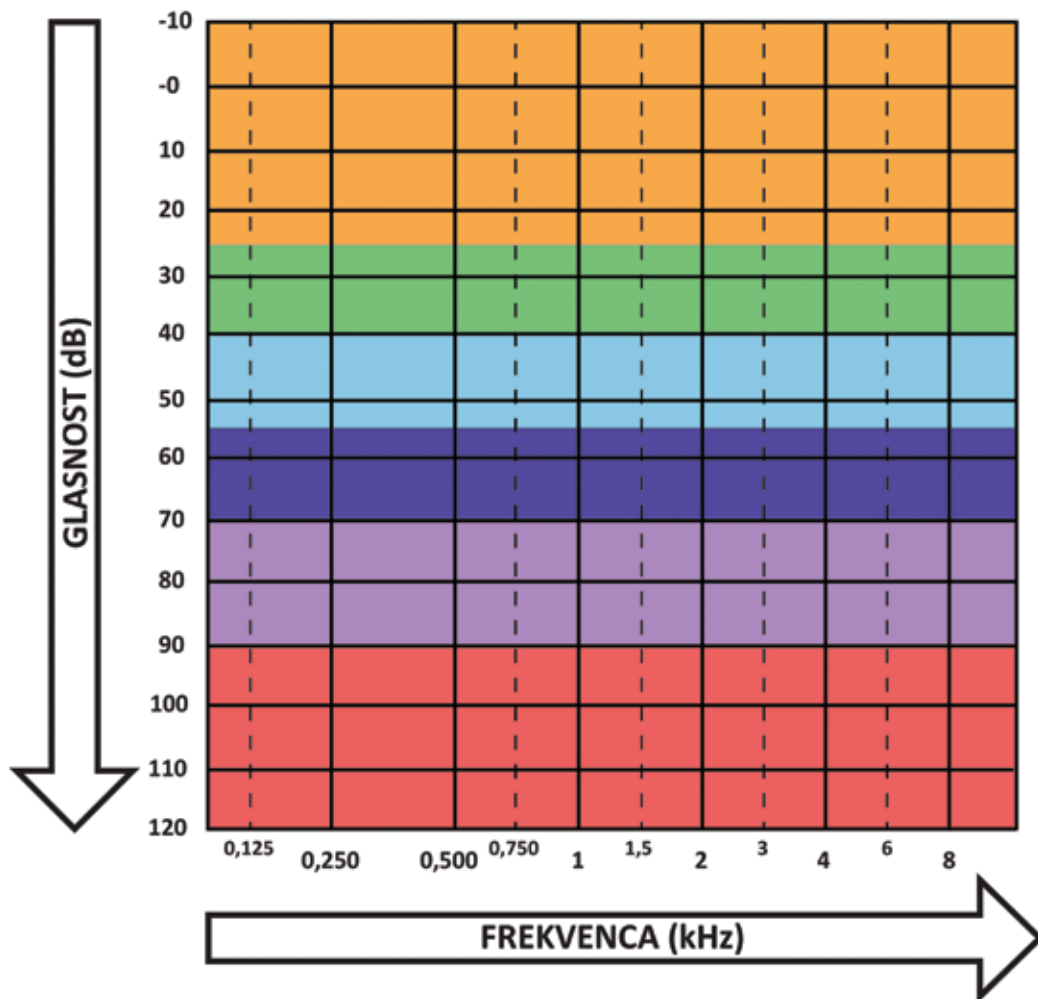
na tri dele, polžev vod ali *scalo media*, *scalo vestibuli* in *scalo tympani*. Po slednjih dveh vodih se pretaka perilimfa. Nihanje tekočine, ki se pretaka po teh vodih, vzburi membrano, na kateri ležijo dlačnice Cortijevega organa, poznanega tudi kot čutilo sluha. Mehanično nihanje dlačnic na membrani se prenese kot mnogi živčni dražljaji v možgane, kjer leži središče za zaznavo sluha.

Nekaj posebnosti ušesa v živalskem svetu

Živalske vrste se razlikujejo od ljudi tudi po sluhu. Uhlji psov so lahko pokončni ali višeci, vsebujejo veliko mišic, ki uhelj premikajo v določenih smereh, pri konjih se uhlja premikata neodvisno drug od drugega. Slon uporablja uhlje za hlajenje, saj vsebujejo na predelih, kjer je koža izredno tanka, bogato mrežo krvnih žil in tako se kri zaradi neposrednega stika z zunanjih okoljem ohladi. Kače in ptice nimajo zunanjega ušesa. Žabe imajo bobnič, ki je nameščen zunaj telesa za očesom. Ribe zbirajo podvodne zvočne vibracije z zračnim mehurjem, ki pošilja signale v srednje, nato pa v notranje uho. Netopir sliši frekvence od 3 do 120 kilohercov, velika voščena večica celo do 300 kilohercov. Z oddajanjem ultrazvočnih valov in merjenjem časa, ki je potreben za odmev (eholokacija, biološki sonar), so netopirji zmožni pridobiti podrobne informacije iz okolice, določiti svoj položaj v prostoru in se tako nemoteno premikati/potovati, iskati plen. Eholokacijo uporabljajo tudi delfini, rovkve in nekatere ptice.

Nekatere bolezni ušes

Glušost je stanje, pri katerem je zaznavanje sluha v govornem območju tako moteno, da je posnemanje ali ponavljanje govornih elementov in zvokov nemogoče. Izguba sluha se pojavi v enem ali obeh ušesih, lahko je začasna ali trajna. Pri otrocih težave s sluhom onemogočajo oziroma otežujejo učenje govora, pri odraslih pa se zaradi otežene komunikacije pojavijo težave na delovnem mestu in v družbenem okolju, kar lahko v



Slika 7: Audiogram. Vir: lasten.

starosti privede do popolne družbene izoliranosti – osamljenosti.

Naglušnost se opredeli glede na jakost zvoka, ki ga oseba ne sliši. Posamezni pragovi so barvno označeni na sliki 7. Z oranžno je prikazano območje normalnega sluha. Lažja izguba sluha pomeni izgubo sluha v območju od 26 do 40 decibelov (zeleno), zmerna v območju od 41 do 55 decibelov (svetlo modro), težja v območju od 56 do 70 decibelov (temno modro), težka v območju od 71 do 90 decibelov (vijolično) in gluhoti v območju nad 91 decibelov (rdeče).

Vrste izgube sluha lahko delimo na prevodni (konduktivni), senzorevralni in mešani tip. Vzroki za prevodni tip naglušnosti se nahajajo v zunanjem in/ali srednjem ušesu. V zunanjem ušesu lahko pride do oteženega prenosa zvoka zaradi zamašitve z ušesnim maslom ali tujkom, vnetja zunanjega sluhovoda, tumorjev sluhovoda ali poškodbe (preluknjanja bobniča, poškodbe zaradi zračnega pritiska). V primeru zamašitve z maslom se lahko opravi izpiranje zunanjega ušesa pri osebnem zdravniku. Ob izpiranju je treba biti pozoren na temperaturo vode kot tudi

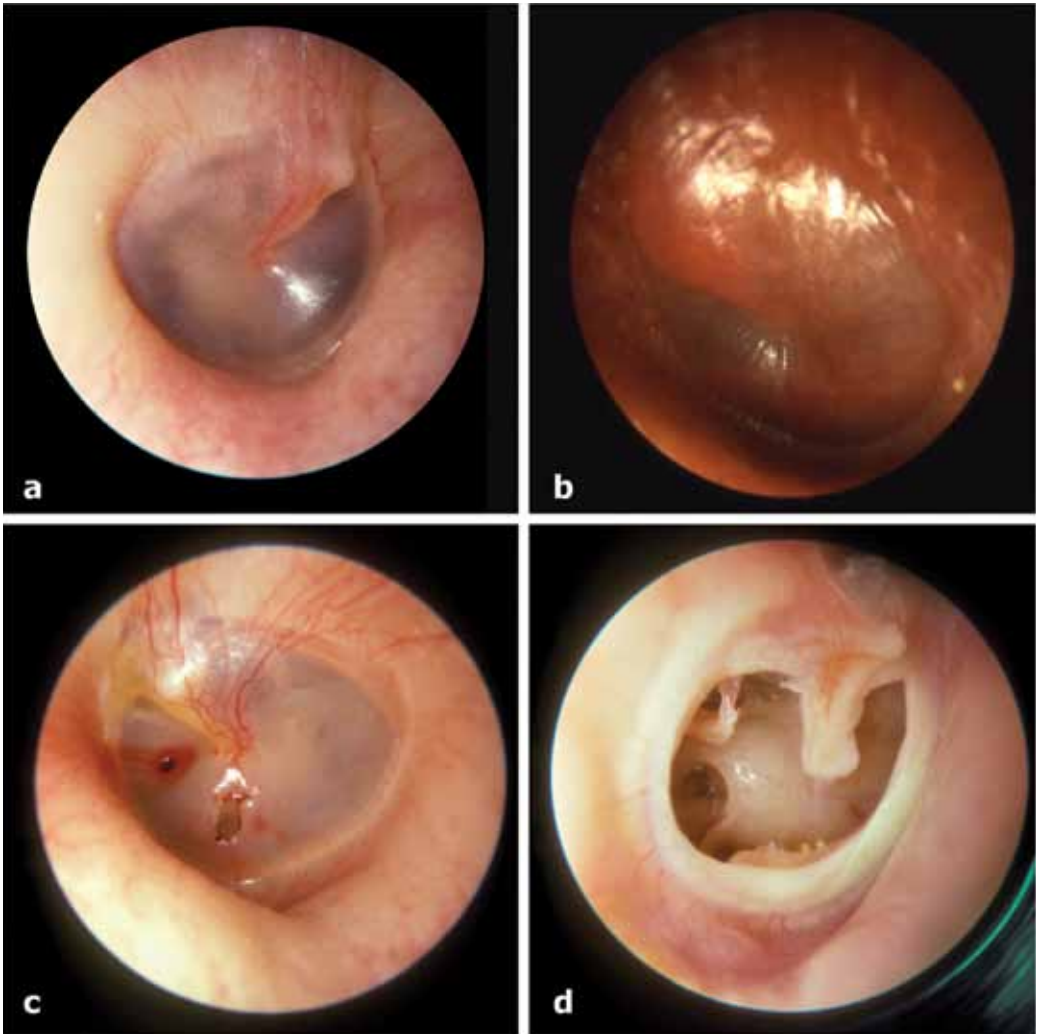
Slika 8: Patologija bobniča. <http://www.laserfocus.org/phacoemulsification/>.

a) Normalni videz bobniča desnega ušesa. Avtor: Michael Hawke MD. [https://en.wikipedia.org/wiki/File: TM_RIGHT_NORMAL.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:TM_RIGHT_NORMAL.jpg).

b) Vnetje srednjega ušesa s pordelim, izbočenim bobničem. Avtor: B. Welleschik. https://en.wikipedia.org/wiki/Otitis_media#/media/File:Otitis_media_entdifferenziert2.jpg.

c) Preluknjanje bobniča zaradi klofute po ušesu. Avtor: Michael Hawke MD. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Traumatic_Perforation_of_the_Tympanic_Membrane.jpg.

d) Subtotalna perforacija bobniča zaradi predhodnega vnetja srednjega ušesa. Avtor: Michael Hawke MD. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Subtotal_Perforation_of_the_right_tympanic_membrane.tif.



primeren način brizganja, kajti v skrajnem primeru lahko pride do preluknjanja bobniča. Včasih se s prvim izpiranjem ne more odstraniti masla, zato se lahko v vmesnem

času doma uporabijo pripravki za mehčanje masla (parafinske kapljice, pršila za uho in podobno). Uporabe vatiranih palčk ali drugih ostrejših predmetov za čiščenje ušesa ne

priporočajo, saj se lahko zaradi nepravilne uporabe maslo potisne še globlje v uho, kar privede včasih celo do preluknjanja bobniča. V srednjem ušesu lahko pride do vnetja (akutnega ali kroničnega). Zelo pogosto se ob navadnem virusnem prehladu pojavijo tudi težave s sluhom. Razlog temu je lahko vnetje sluznice žrela in sluznice Evstahijeve cevi. Zamašitev preprečuje prezračevanje srednjega ušesa in to posledično privede do občutka zamašenosti in slabšega sluha. Prav tako lahko ob dalj časa trajajočem prehladu pride do hkratne bakterijske okužbe srednjega ušesa. Ob vnetju je bobnič po navadi pordel, vnet in izbočen. V tem primeru je potreben antibiotik, ob poslabšanju ali ob ponavljajočih se vnetjih pa obisk pri otorinolaringologu. Možni vzroki težav v srednjem ušesu so tudi otoskleroza in poškodbe koščic.

Za senzorinevralni tip naglušnosti je značilna poškodba notranjega ušesa. V notranjem ušesu pride do poškodb lasnih celic zaradi hrupa, zdravil (nekaterih antibiotikov), pa tudi zaradi okužbe ali težav z endolimfo (Menierova bolezen). Vzrok Menierove bolezni je neznan. Težave nastanejo zaradi zvišanega pritiska v endolimfatičnem območju, ki povzroča motnje sluha in ravnotežja, zvonjenje v ušesih in vrtoglavico. Napadi se pojavijo nenadoma in trajajo od nekaj minut do več dni, nato pa postopno izzvenijo. Blažje oblike lahko zdravimo z zdravili proti vrtoglavici (na primer antihistaminiki). Priporočljivo je tudi zmanjšanje vnosa soli. Pri težjih oblikah lahko uporabimo kirurško zdravljenje (drenažo endolimfatične vrečke). Vzrok za nastanek senzorinevralne naglušnosti je lahko prizadeto prevajanje po slušnem živcu. Nastane zaradi poškodbe v sklopu zloma lobanje, okužbe notranjega ušesa ali pri avtoimunih boleznih in tumorju omenjenega živca. V sklop senzorinevralnega tipa naglušnosti sodi tudi starostna izguba sluha ali *presbycusis* (*presbys*, staro; *akousis*, sluh). Zanj je značilna simetrična, ireverzibilna, napredujoča izguba sluha

zaradi starostne degeneracije membranskih struktur polža in živčnih celic. Izguba sluha je najbolj značilna pri višjih frekvencah. Pogosti simptomi so težje razumevanje govora, potreba po večanju glasnosti na televiziji, radiu in drugih glasbenih napravah, težave z uporabo telefona, izguba občutka smeri izvora zvoka. Zdravljenje temelji na lajšanju simptomov s slušnimi pripomočki.

Slovarček:

Eholokacija. Oddajanje zvočnih valov in sprejemanje njihovih odmevov.

Endolimfa. Tekočina, ki napolnjuje membranski labirint v notranjem ušesu.

Evstahijeva cev. Komunikacija med zgornjim (nosnim) delom žrela in srednjim ušesom. Služi izravnavanju zračnega pritiska in se odpre ob požiranju sline.

Menierova bolezen. Bolezen z večinoma neznanimi vzroki. Zanj je značilna trojica simptomov: vrtoglavica, izguba sluha in piskanje v ušesih.

Perilimfa. Tekočina, ki napolnjuje prostor med koščnim in membranskim labirintom v notranjem ušesu.

Polž (kohlea). Del koščnega labirinta notranjega ušesa v obliki polževe hišice, v katerem je kohlearni duktus obdan s perilimfo.

Presbycusis. Starostna izguba sluha, ki nastane zaradi degeneracije dlačnih celic in živcev.

Slušne koščice. Tri koščice, ki so zaradi svoje oblike dobila imena kladivce, nakovalce in stremence. Omogočajo prenos vibracij bobniča do ovalnega okenca.

Slike: uporabljeno slikovno gradivo je lastno ali pod licenco z dovoljenjem za ponovno uporabo s spreminjanjem.

Literatura:

Bevc, S., in sod., 2016: *Kratek priročnik znakovnega jezika (Breaking the silence)*. Maribor: Univerzitetna založba Univerze.

Hachmeister, J. E., 2003: *An Abbreviated History of the Ear: From Renaissance to Present*. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 76: 81-86.

Hutchins, M., Evans, V. A., Garrison, R. W., Schlager, N. (uredniki), 2003: *Grzimek's Animal Life Encyclopedia, 2nd edition. Volume 3, Insects*. Farmington Hills, Michigan: Gale Group.

Martinčič, Š. D., 2010: *Histologija: Univerzitetni učbenik*. Maribor: Medicinska fakulteta.

Probst, R., 2017: *Basic Otorhinolaryngology A Step-by-Step Learning Guide*. Stuttgart: Thieme.

Ronneberg, A., 2005: *The book of symbols: reflection on archetypal images*. Köln: TASCHEN GmbH.

Stoner-Duncan, B., Streicker, D. G., Tedeschi, C. M., 2014: *Vampire Bats and Rabies: Toward an Ecological Solution to a Public Health Problem*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8, e2867, doi:10.1371/journal.pntd.0002867.

Spletni naslovi

<http://oto2.wustl.edu/cochlea/intro1.htm>>. Anatomija notranjega ušesa (ANGL.).

<http://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/brup>>.

Priporočila Nacionalnega inštituta za javno zdravje glede hrupa.

<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0030137>. Zanimiv članek

o zaznavanju našega okolja.

Popravek

V prejšnji številki *Proteusa* je bila v prispevku Andreje Stušek *Kaj pojmuje kot altruizem?* na strani 10 objavljena fotografija »čebele delavke na sončnici«, vendar na njej ni čebela, ampak muha trepetavka. Za razlago smo poprosili Andreja Gogalo, ki se je prijazno odzval s sledečim kratkim besedilom:

Muhe trepetavke (družina Syrphidae) mnogi zamenjajo za čebele ali ose in tako se pogosto pomotoma znajdejo tudi v objavah, katerih avtorji niso entomologi. Še posebno, ker so na cvetovih ponavadi bolj mirne kot čebele, ki se jim mudi z nabiranjem hrane za svoj zarod, zato jih je lažje fotografirati. Mnoge vrste trepetavk so po barvah in vzorcih močno podobne čebelam, čmrljem, osam ali celo sršenom. Podobnost jim je koristna, saj se zmotijo tudi plenilci in jih pustijo pri miru. Njihove vzornice se lahko branijo z želom, kar varuje tudi posnemovalce. Podobnost ranljivih vrst nevarnim vzornicam imenujemo Batesova mimikrija. Trepetavke ravno tako obiskujejo cvetove, a le za lastno prehrano. Kljub temu so opraševalke, pomembne predvsem v hladnem vremenu, na primer v gorah, kjer je čebel manj. Od kožekrilcev (red Hymenoptera), kamor uvrščamo ose in čebele, se trepetavke, ki so predstavnice reda dvokrilcev (Diptera), ločijo po enem samem paru kril. Drugi par je ohranjen le s štrclji, ki jim pravimo haltere. Poleg tega imajo zelo kratke tipalke in večje oči. Med opazovanjem v naravi lahko trepetavke prepoznamo tudi po značilnem upogibanju zadka navzdol in navzgor. Ne gradijo gnezd, temveč imajo prosto živeče ličinke, ki se prehranjujejo z organskimi ostanki ali lovijo listne uši. Med njimi tudi ni razvito družbeno življenje, kakršno poznamo pri nekaterih čebelah in osah.