

Det auditoriske system:

Det auditoriske systems receptororganer ligger i det indre øre og udgøres af hårceller, som ligger i labyrinthus cochlearis (Cortis organ).

Det auditoriske system er via det ydre øre, mellemøret og cochleas hårceller specialiserede til at registrere lyd, dvs. trykbølger med en given frekvens og amplitude. (De dannede nerveimpulser ledes dernæst ind til hjernestammens kokleære kerner via n. cochlearis (lydinput), som herefter samles i den indre øregang til n. vestibulocochlearis.)

I hjernestammen er systemet tæt sammenknyttet med flere reflekscentre i formatio reticularis og kan således påvirke ledningsbanerne.

Det auditoriske system besidder desuden centrale hørebåner, som ender i den auditoriske hjernebark, der er ansvarlig for bevidst opfattelse af lyde.

Det auditoriske system: Udgøres af øret, n. cochlearis og dennes tilknyttede centrale kerner og fiberforbindelser samt den auditoriske hjernebark¹.

Øret kan inddeles i²:

- Det ydre øre (auris externa): Udgøres af auricula auris og meatus acusticus externus, som i dybden afbrydes af membrana tympanica. Det ydre øre fungerer som en lydfanger.

- Mellemøret (auris media): Udgøres af cavitas tympani og tilhørende hulrum, antrum mastoideum og cellulae mastoideae. Det rummer desuden 3 indbyrdes forbundne mellemøreknogler (malleus, incus og stapes), som overfører trommehindens svingninger til perilymfen i det indre øre. Stapes' fodplade står via fenestra vestibuli i kontakt med perilymfen i det indre øre, som herved ligeledes sættes i bevægelse³. Da trommehinden har et langt større areal end fenestra vestibuli, kommer mellemøreknoglernes transmissionsmekanisme ligeledes til at virke som en forstærker af de udefrakommende trykbølger.

- M. stapedius: Løber frem fra mellemørets bagvæg og hæfter på stapes. Den kan herved, når den kontraheres, hæmme transmissionen af lydimpulserne via stapes' fodplade og får derfor en beskyttende funktion i det indre øre ved forekomsten af høje lyde. Den innerveres af n. stapedius fra n. facialis.

¹ Se figur 14.7, side 205 i B.

² Se figur 14.2, side 199 i B.

³ Se figur 14.3, side 199 i B.

- M. tensor tympani: Hæfter på manubrium mallei, og vil ved kontraktion trække trommehinden indad, hvorved overførslen af lydimpulser hæmmes. Musklen beskytter derved det indre øre mod høje lyde. Innerveres af n. trigeminus.

• Det indre øre (auris interna): Udgøres af et uregelmæssigt hulrum i os temporale, hvis indre rummer labyrinthus membranaceus, som omgives af perilymfen.

Den forreste del af det indre øre har form som et sneglehus, cochlea, hvis basis danner promontoriet i mellemørets medialvæg. De osseøse sneglervindinger opdeles i 3 rum, som oppefra og ned betegnes scala vestibuli, scala media (ductus cochlearis) og scala tympani, som adskilles af henholdsvis ^{Paisners membran}membrana vestibularis og membrana basilaris. Scala vestibuli og scala tympani kommunikerer via helicotrema i sneglehusets apex og rummer begge perilymfen. Fenestra vestibuli fører ind til scala vestibuli, og stapes' fodplade vil således sætte perilymfen i scala vestibuli i bevægelse – en bevægelse, som tilsvarende til fortabe sig via scala tympanis relation til fenestra cochleae.

Scala medias gulv er sæde for Cortis organ, som er opbygget af 3 rækker af ydre hårceller, én række af indre hårceller samt forskellige støtteceller. Hårcellernes apikale ende besidder stereocilier, som hæfter til den overliggende membran, membrana tectoria, mens hårcellerne basalt kontaktes af afferente og efferente nervefibre⁴

Cortis organ er sæde for det auditoriske systems sansereceptorer (hårcellerne). Cortis organ virker ved, at de af stapes fremkaldte perilymfesvingninger forskyder membrana basilaris og membrana vestibularis, hvorved hårcellerne, der står på membrana basilaris, bevæger sig i forhold til deres stereocilier, som er fasthæftet til membrana tectoria.

Herved ændres hårcellernes membranpotentiale, og denne ændring overføres basalt til de afferente nervefibre, som innerverer hårcellerne.

De afferente nervefibre, hvis cellelegemer danner ^(ganglion spirale)ganglion cochleare i lamina spiralis ossea, samles i modiolus og leder herfra nerveimpulserne videre gennem meatus acusticus internus mod hjernestammens kokleære kerner som n. cochlearis.

Tonotopi: Cochleas opbygning betinger en adskillelse af lyde med forskellig frekvens, idet bindevævstrådene i membrana basilaris er kortest basalt og bliver tiltagende i længere op mod helicotrema, hvorfor højfrekvente svingninger af stapes (fremkaldt af højfrekvente lyde) via perilymfen primært vil fremkalde bevægelse af de korte bindevævstråde i den basale del af

⁴ Se figur 14.6, side 203 i B.

membrana basilaris og dermed af hårcellerne i den basale del af cochlea, mens lavfrekvente lyde vil stimulere hårceller nær sneglehusets top.

Denne lydsegregation bibeholdes i væsentlig grad i de centrale hørebaner.

Hårcellerne i cochlea innerveres også af efferente nervefibre, som har deres oprindelse i nucleus olivaris superior og ender primært i relation til de ydre hårceller. Funktionen af disse olivokokleære fibre er formentlig at optimere lydopfattelsen ved at hæmme hårceller og dermed lydfrekvenser, som konkurrerer med lydfrekvenser af interesse for CNS.



type 2 hårceller

De centrale hørebaner: Udgøres af nuclei cochleares, som modtager de lydinitierende nerveimpulser fra Cortis organ via n. cochlearis samt de centrale fiberbaner, der leder nerveimpulserne fra de kokleære kerner til den auditoriske cortex i temporallappens gyri temporales transversus⁵.

Der sker en betydelig bilateral projektion, hvilket betinger, at ensidig skader i de centrale hørebaner sjældent influerer på ens høreevner. Desuden sker der en betydelig bearbejdning af de indkommende høreimpulser i alle de centrale hørebanners kerner. Denne bearbejdning kan resultere i udløsningen af hjernestammereflekser samt i efferent tilbagevirkning på hårcellerne i Cortis organ via det olivokokleære fiberbundt.

Nuclei cochleares udgøres af nucleus cochlearis ^{ventrale} anterior og ^{dorsale} posterior, som begge modtager nerveimpulser fra hårcellerne i Cortis organ via n. cochlearis. De to kerner ligger dorsolateralt i den rostrale del af medulla oblongata i tæt relation til det vestibulære kernekompleks. Fra disse kerner afgives fibre bilateralt til nucleus olivaris superior, idet fibrene, som krydser gennem den ventrale del af pons på vej mod den modsidige nucleus olivaris superior danner corpus trapezoideum.

Fra nucleus cochlearis superior er der ligeledes projektioner til de motoriske dele af trigeminus- og facialiskernerne. Dette har betydning for den refleksmæssige aktivering af m. tensor tympani og m. stapedius ved høje lydtryk.

De centrale hørebaner fortsætter dernæst fra nucleus olivaris superior og de kokleære kerner via lemniscus lateralis op til colliculus inferior, hvorfra fibrene fortsætter videre i brachium colliculi inferioris mod corpus geniculatum mediale.

Nucleus olivaris superior har betydning for at lokalisere hvor i rummet lyden kommer fra, idet kernen bruger forskellen i lydintensiteten i de to hørenerver til dette formål. Nucleus olivaris

⁵ Se figur 14.7, side 205 i B.

superior sender også efferente tråde ud i nervus cochlearis, der kommer i kontakt med sansecellerne i både ganglion spirale cochleae og det Cortiske organ. Stimulation af disse fibre medfører hæmning af impulserne i n. cochlearis.

Enkelte efferente axoner i colliculus inferior løber ned igennem corpus trapezoideum fører impulser videre ud igennem n. vestibulocochlearis til det Cortiske organ, hvor de hæmmer lyde af bestemte frekvenser, hvilket igen øger opfattelsen af andre frekvenser. Andre fibre i colliculus inferior går til den modsidige colliculus inferior eller til colliculus superior og får derved tractus tectospinalis og tractus tectobulbaris som udfaldsveje. Herigennem kan høreimpulser udløse reflektorisk drejning af hoved og øjne.

Fra corpus geniculatum mediale afgives radiatio acustica, som løber mod temporallappens gyri temporales transversi for at ende i den auditoriske cortex.

Den auditoriske cortex ligger i dybden af fossa lateralis cerebri, hvor den dannes af temporallappens gyri temporales transversi svarende til Brodmans area 41 og 42. Den auditoriske cortex har ligesom de øvrige dele af de centrale hørebaner en tonotopisk opbygning, således at højfrekvente lyde registreres i mere mediale dele af den auditoriske cortex end lavfrekvente lyde.

Klinik:

● Konduktiv og neurogen døvhed: Det menneskelige øre er uhyre følsomt og i stand til at opfatte lydsvingninger med en frekvens fra 20 Hz til 20.000 Hz. Lydstyrken betinget af lydbølgernes amplitude måles i decibel og spænder normalt fra 0-120 dB. Manglende evne til at opfatte lyd betegnes døvhed, og døvhed kan skyldes, at lydbølgernes transmission via det ydre øre, trommehinde og mellemøreknogler er kompromitteret, hvilket i så fald betegnes konduktiv døvhed. Man taler derimod om neurogen døvhed, hvis årsagen til døvhed i stedet sidder mere centralt og skyldes tab af cochleas hårceller eller læsion af n. vestibulocochleas. Klinisk kan man differentiere mellem konduktiv og neurogen døvhed ved:

- Rinnes test: En stemmegaffel afslås og man fører den dernæst hen til den ydre øregang, hvorefter man holder den mod processus mastoideus. Under normale forhold vil lyden høres klarest, når stemmegafflen holdes ud for øregangen. Foreligger der derimod konduktiv hørenedsættelse, vil ledningen af lyden gennem processus mastoideus være bedst. Derimod vil neurogen hørenedsættelse i begge tilfælde medføre nedsat opfattelse af stemmegafflens lyd.

- Webers test: Den anslåede stemmegaffel appliceres midt på ^{vertex} ~~på den~~ ~~hoveden~~, og lyden vil da under normale forhold høres lige godt på begge sider. Er der konduktiv hørenedsættelse på den ene side, vil lyden

pga. uforstyrret benledning høres klarest her, mens neurogen hørenedsættelse vil medføre, at lyden høres klarest på den modsatte side.

En hørenedsættelse angives ofte ved styrken af den svageste lyd, øret kan registrere ved en audiologisk undersøgelse, hvor patienten udsættes for lyde af varierende frekvens og styrke.

• Stapediusrefleksen: Forekomst af høje lyde vil reflektorisk betinge, at m. stapedius og m. tensor tympani kontraheres, hvorved lydtransmissionen igennem mellemøret hæmmes. Denne mekanisme beskytter dog kun det indre øre ved et langsomt stigende lydniveau, hvorimod pludseligt opstående lyde såsom eksplosioner vil nå at overbelaste det indre øre, inden refleksen udløses.

Manglende stapediusrefleks pga. proksimal læsion af n. facialis kan resultere i overfølsomhed over for høje lyde.