

# **KUULOJÄRJESTELMÄN KYKY OTTAA VASTAAN KUULOKOJEELLA VAHVISTETTUA ÄÄNTÄ**

## **Jaakko Salonen**

Äänenkorkeuden aistiminen perustuu sisäkorvan simpukassa koko simpukan pituudelta kulkevan tyvikalvon liikkeeseen. Eri taajuiset äänet aiheuttavat suurimman aaltoilun tällä kalvolla kukin omalla kohdallaan, suuritaajuiset (diskanttiäänet) simpukan tyvessä ja pienitaajuiset (bassot) simpukan kärjessä. Tällä tyvikalvolla pitkässä jonossa ovat kuuloaistinsolut, jotka taipuvat ja lähettävät hermoviestin aivoille, kun tyvikalvon aalto niitä taivuttaa. Aivot tunnistavat äänenkorkeuden sen perusteella, mistä sisäkorvan osasta hermoviesti tulee.

Äänen voimakkuus vaikuttaa siihen, miten suuri aalto tyvikalvolle muodostuu. Hiljaisen äänen aiheuttama aalto on pieni ja myös simpukan pituussuunnassa kapea. Kapea aalto laukaisee aistinsolujen toiminnan vain hyvin kapealla alueella ja äänenkorkeuden tunnistaminen on silloin varsin täsmällistä. Voimakkaat äänet aiheuttavat paitsi korkean myös leveän aallon, ja tämä laukaisee viestin suuresta määrästä aistinsoluja, jolloin sähköinen viesti lähtee paitsi juuri sitä äänenkorkeutta aistivilta soluilta myös viereisiltä sisäkorvan alueilta, jolloin sävelkorkeuden aistimus muuttuu summittaisemmaksi.

Kuulovikoja on kahta päätyyppiä, sisäkorvatyyppinen eli sensorineuraalinen ja johtumistyyppinen eli konduktiivinen. Sisäkorvatyyppisessä viassa aistinsoluja on joko kuollut tai ne eivät toimi kunnolla. Johtumistyyppisessä viassa ongelma on korvakäytävässä tai välikorvassa, esimerkiksi kuuloluut eivät toimi kiinnittymisen tai katkeamisen seurauksena. Johtumistyyppinen kuulovika on kuulokojetta ajatellen yksinkertaisempi. Lisäämällä äänenvoimakkuutta saadaan ääni vietyä ”väkisin” kuuloluiden kautta tai kallon luita pitkin täysin terveeseen sisäkorvaan. Sisäkorvassa aistiminen tapahtuu normaaliin tapaan ja koska aistinsoluja on normaali määrä, eikä sisäkorvan kalvoille ääni enää saavu kovana, aistitaan äänenkorkeus normaalisti.

Sisäkorvatyyppisessä kuuloviassa toimivia aistinsoluja on harvemmassa. Jotta kuulemista ajatellen riittävä määrä aistinsoluja saadaan lähettämään hermoviesti aivoille, täytyy ääntä voimistaa. Vaikeassa sisäkorvaviassa tämä aiheuttaa ongelmia. Kun ääntä voimistetaan, saadaan kyllä ääniaistimus aikaiseksi, mutta käyttöön otetaan myös niitä aistinsoluja, jotka ovat melko kaukana kyseisen äänen nimelliskohdasta simpukan tyvikalvolla. Tämän seurauksena aivot saavat hermoviestiä viereisiä taajuuksia aistivilta alueilta ja äänenkorkeuden tunnistaminen muuttuu epätarkemmaksi. Alunperin esimerkiksi pillillä tehty kirkas ääni aistitaan enemmän sihinänä kuin vinkunana. Tämä vaikeuttaa äänteiden tunnistamista, puheesta on vaikea saada selvää. Suuri vahvistus ei tällaisessa tilanteessa ratkaise kuulemisongelmaa. Jos osassa simpukkaa on ns. kuollut alue eli jotakin taajuusaluetta (useimmiten suurilla taajuuksilla) aistivia aistinsoluja on hyvin vähän tai ei lainkaan, voidaan ongelmaa yrittää ratkaista muuttamalla tämän taajuusalueen ääniä matalammiksi. Kuten musiikissakin, kutsutaan tätä äänentaajuuden muuttamista transponoinniksi. Kyseinen ääni voidaan viedä korvaan esim. oktaavin verran matalampana (äänentaajuus puolittuu), jolloin ääni aistitaan sisäkorvassa eri kohdassa, jossa aistinsoluja on vielä jäljellä. Tällainen ääni on alkuun hyvin erilainen, se ei ole enää kirkas sihinä vaan matalampi kohina. Aivoilla on kuitenkin mahdollisuus oppia, että kohina tarkoittaa s-äännettä ja täten puheen kuuleminen helpottuu. Tämä menetelmä ei kuitenkaan ratkaise läheskään kaikkia kuulemisvaikeuksia.

Sisäkorvatyyppisen kuulovian toinen ongelma on se, että vaikka hiljaisemmat äänet kuullaan heikommin, ei epämiellyttävyyss kynnyks nouse, äänet aistitaan epämiellyttävinä samalla äänenvoimakkuudella kuin aiemminkin. Joihinkin sisäkorvasairauksiin liittyy jopa epämiellyttävyyss kynnyksen laskeminen (esim. Menieren tauti). Kuulokynnyksen ja epämiellyttävyyss kynnyksen välinen ns. dynaaminen alue siis kapenee. Tälle äänenvoimakkuusalueelle pitäisi saada puristettua kaikki tarvittava kuuloinformaatio, riittävän voimakkaana, jotta se kuultaisiin, mutta ei liian kovaa epämiellyttävyyden välttämiseksi. Vaikka nykyaikainen kuulokoje pystyy puristamaan (kompressio) kuuloinformaation kapeammalle äänenvoimakkuusalueelle, on tässäkin rajansa. Kun dynaaminen alue on hyvin kapea, vaikeutuu puheen tunnistaminen ja kuuntelu on epämiellyttävää.

Nykyaikaiset kuulokojeet käsittelevät ääntä hyvin monipuolisesti ja tehokkaasti. Kojoiden vinkumista pystytään hallitsemaan varsin tehokkaasti ja kojeilla voidaan vahvistaa äänet hyvin

voimakkaiksi. Kun sisäkorvatyyppinen kuulovika on niin vaikea, ettei puheen tunnistaminen onnistu riittävästi, harkitaan sisäkorvaistutetta.