

PUHEAUDIOMETRISTEN TUTKIMUSTEN SUORITTAMINEN

Suomen audiologian yhdistyksen työryhmä:

Lars Kronlund, Tarja Wäre, Kerttu Huttunen ja Jukka Kokkonen

Nämä ohjeet on laadittu samasta syystä kuin aiemmin julkaistu ohjeistus äänesaudiometriaa varten (Kronlund ja Viitanen, 2008; päivitetty versio: Kronlund ym., 2009): kuulontutkimuksissa on maassamme nykyisin käytössä varsin sekavia käytänteitä ja niitä halutaan selkeyttää ja yhtenäistää. Kyse ei siis ole uusien kuulontutkimusmenetelmien käyttöönotosta, vaan ohjeistus perustuu kansainväliseen standardiin ISO 8253-3. Ohjeistus on laadittu aikuisten kuulontutkimuksia varten. Lasten puheaudiometrisissa tutkimuksissa joudutaan usein käyttämään sovellettuja käytänteitä.

Käytämme puheaudiometrinen tutkimusten ohjeistuksessa seuraavia käsitteitä: *tutkija* (kuulontutkimusten suorittaja), *tutkittava* (potilas tai henkilö, jonka kuuloa tutkitaan), *kuunteluvoimakkuus* tai *esitystaso* (audiometrinen näyttöissä näkyvä voimakkuustaso eli dB kuulontasoasteikolla [HL, hearing level]), *dB SPL* (SPL äänenpainetasoasteikolla) sekä *puhekyynnys* (se kuunteluvoimakkuus, jolla 50 % sanoista tunnistetaan oikein). Muiden keskeisten käsitteiden määrittelyssä käytämme ISO 8253-3 -standardin termeistä suomennoksia *sanojen/puheen (maksimaalinen) tunnistuskyky(prosentti)* sekä *puheen tunnistuskykykäyrä*. Termejä erotuskyky tai erotuskykyprosentti ei kannata käyttää, sillä ne eivät ole käsitteellisesti aivan oikein. ISO-standardissakin niitä pidetään vanhentuneina. Jotta voitaisiin puhua erotuskyvystä, tulee olla vaihtoehtoja, joista tutkittavan on eroteltava kuunneltavaksi annettu sana (Gelfand, 2009). Puheaudiometriset testit perustuvat kuitenkin useimmiten niin sanottuun avoimeen vastustapaan eli tutkittavalle ei anneta valintavaihtoehtoja.

Puheaudiometrinen tutkimusten käyttötarkoitukset

Puheaudiometrinen tutkimusten tuloksia käytetään kuulovikojen diagnostiikan apuna (Evans, 1997), äänesaudiometriassa luotettavuuden arvioinnissa, audiologisen kuntoutuksen

suunnittelussa (mm. kuulokojeiden valinta ja säätäminen, yhden kojeen sovituksissa sen korvan valinta, johon kuulokoje sovitetaan) ja kuntoutuksen tulosten arvioinnissa sekä kuulovian aiheuttaman haitan tai toimintakyvyn rajoitusten arvioinnissa (ISO 8253-3).

Taulukko 1. Puheaudiometrinen tutkimusten käyttötarkoituksia.

Mittaus	Käyttötarkoitus
Puhekyynnys	Äänesaudiometrialla rinnalla puhekyynnys kertoo äänesaudiometrialla tulosta tarkemmin kuulovian aiheuttamasta käytännön haitasta (kuinka äänekkäästä puheen pitää olla että tutkittava saa siitä selvää). Se ennakoii kuulokojeista saavutettavaa hyötyä, toimii äänesaudiometrialla varmistajana ja auttaa sen luotettavuuden arvioinnissa.
Puheen maksimaalinen tunnistuskyky	Antaa tietoa siitä, millä kuunteluvoimakkuudella tutkittava saa puheesta (sanoista) kaikkein parhaiten selvää. Mittaa kuuloviasta aiheutuvaa käytännön haittaa ja ennakoii kuulokojeista saavutettavaa hyötyä.
Puheen tunnistuskykykäyrä (eri mittauspisteiden avulla saatu tulos käyränä)	Antaa käsityksen puheen tunnistuskyvystä eri kuunteluvoimakkuuksilla ja toimii erotusdiagnoosiikan apuna (esimerkiksi, onko kyseessä Menièren tauti, retrokokleaarinen vika tai sentraaliset kuulohahmotusvaikkeudet). Käyrästä on hyötyä kuulokojeen säätämisessä (jos korvassa on esim. kuuluvuuden tasoittuvuus tai Menièren tautiin liittyvä roll-over -ilmiö, kojetta ei saa säätää vahvistamaan liikaa).

Usein olisi tarpeen selvittää myös, millä kuuntelutasolla puheen kuunteleminen on kaikkein miellyttävintä ja milloin esitystaso on niin voimakas, että puheen kuunteleminen tuntuu epämiellyttävältä. Puheen miellyttävän ja epämiellyttävän kuuntelutason selvittämiseksi ei kuitenkaan ole olemassa yleisesti hyväksytyjä, standardoituja menetelmiä.

Keskeiset standardit, jotka määrittelevät käytettäviä laitteita, niiden kalibrointia ja puheaudiometrinen tutkimusten suorittamista ovat IEC 60645-2, ISO 8253-2 ja ISO 8253-3. IEC-standardeja saa ostaa SESKO:sta (<http://www.sesko.fi>) ja ISO-standardeja Suomen Standardoimisliitosta (<http://www.sfs.fi>).

Tutkimustuloksiin vaikuttavia tekijöitä

Tutkimustilat vaikuttavat puheaudiometrinen testien tuloksiin. Äänien heijastuminen tutkimustilojen lattiasta, seinistä ja katosta sekä seisovat aallot (heijastuvat äänet vahvistavat tai vaimentavat toisiaan) voivat vääristää tutkimustuloksia. Kuulontutkimustilojen rakentamisessa käytettyjen materiaalien on sen vuoksi absorboitava ääniä ja vaimennettava kaikua riittävästi, jotta tiloille standardeissa asetetut vaatimukset täyttyvät. Kuulokkeiden, tutkittavan käyttämän mikrofonin ja vastauspainikkeen johtimet kuljetetaan äänierioöstä sen ulkopuolelle liitännäpaneelin ja/tai äänierion seinässä olevan reiän kautta. Reikä on suljettava riittävän tiiviisti, jotta sitä kautta äänierioön ei kulkeudu häiriöääniä. Myös tilojen valaistuksen, lämpötilan ja ilmanvaihdon on oltava sopiva sekä tutkijalle että tutkittavalle. Ne vaikuttavat mm. tutkittavan keskittymiseen ja mahdolliseen suljetussa paikassa esiin tulevaan ahdistuneisuuteen.

Kuulontutkimuksissa käytettävien *mittalaitteiden* on oltava toimintakuntoisia ja niiden antamien tulosten riittävän tarkkoja. Sen vuoksi audiometri on kalibroitava säännöllisin väliajoin, vähintään kerran vuodessa (päivittäisessä käytössä oleva audiometri mielellään puolen vuoden välein). Lisäksi tutkijan on seurattava kuulonvaraisesti tarkistamalla päivittäin, että tutkimuslaitteistot (audiometri, kuulokkeet, tietokone/CD-soitin, tutkittavan vastausmikrofoni ja tutkijan kuulokkeet) toimivat oikein ja niiden johtimet ovat kunnossa.

Tutkimustilanteen on oltava kiireetön, eikä tutkimusta pidä häiritä tai keskeyttää esimerkiksi vastaamalla puhelimeen tai keskustelemalla muun tutkimushenkilöstön kanssa, sillä se häiritsee tutkijan keskittymistä työhönsä. Tutkittavalle annettavien *ohjeiden* on oltava selkeitä eli tutkittavalle selitetään tarkkaan tutkimuksen kulku ja se, mihin sillä pyritään. On hyvä antaa tutkittavan myös *totutella* sanojen kuuntelemiseen ja vastausten antamiseen, jotta tutkimustapa selviää hänelle konkreettisesti. Puheaudiometrinen tutkimusten *suoritustavan* on noudatettava asiaa määrittelevien standardien ohjeistusta. Tutkimuksen luotettavaan

suorittamiseen sisältyvät sanojen esitystason oikean määrittämisen lisäksi myös *vastausten kirjaamisen ja tuloksen yhteen laskemisen* virheettömyys sekä se, kuinka hyvin tutkija saa vastauksesta selvää (tutkittavan puheen selkeys). Tarvittaessa tutkittavalle on järjestettävä puheen annettujen vastausten sijaan vaihtoehtoinen vastaustapa (kuvista näyttäminen tai kirjoittaminen käsin tai näppäimistön avulla).

Tutkimusta tehtäessä sanojen tai sanalistojen *esitystason onnistuneisuus* (suhteessa tutkittavan ääneskynnyksiin ja esim. roll-over -ilmiöön) on olennainen tutkimustulokseen vaikuttava tekijä. Puheen tunnistuskykykäyrää määritettäessä *valittujen määrittämisspisteiden määrä* vaikuttaa siihen, kuinka tarkka ja luotettava kuva tutkittavan tunnistuskykyfunktiosta saadaan. Liian vähäinen määrittämisspisteiden määrä ei välttämättä anna puheen tunnistuskyvystä oikeaa kuvaa samoin kuin sekään, jos määrittämisspisteitä on hyvin runsaasti (yhellä kerralla suoritettu tutkimus venyy tutkittavan keskittymiskykyyn nähden liian pitkäksi ja käytettävissä olevat sanat loppuvat). Toisinaan on tarpeen syöttää vastakkaiseen korvaan *peiteääntä*, jotta sanojen ylikuuluminen voitaisiin välttää.

Puheaudiometrinen tutkimusten tulokset vaihtelevat sen mukaan, millainen on käytetyn *äänitteiden laatu* (mikä on kuunneltavien sanojen ja mahdollisen taustakohinan välinen voimakkuusero, onko äänitteessä kaikua tai säröä), onko puhujana nainen vai mies (naisten puheesta saadaan jonkin verran paremmin selvää), ja se, mikä on puhujan äänen laatu ja hänen käyttämänsä puhenopeus. ISO-standardissa 8253-3 korostetaan sitä, että kuunneltavana puhemateriaalina on käytettävä äänitettä. Tutkijan mikrofonin lausumassa puhemateriaalissa (niin sanottu *live voice -esitystapa*) on eri esityskerroilla aivan liian paljon esimerkiksi voimakkuus-, kesto- ja painotusvaihteluita, eivätkä eri tutkimuskerrat ole sen vuoksi keskenään vertailukelpoisia.

Tutkimustulokset riippuvat myös siitä, onko testissä annettu *valintavaihtoehtoja vai ei* (eli onko kyseessä avoin vai suljettu eli valintavaihtoehdot sisältävä testaus). Valintavaihtoehdot mahdollistavat myös sanojen arvaamisen (sitä enemmän, mitä vähemmän vaihtoehtoja on kutakin sanaa kohti annettu). Hälyn seasta kuunneltavista sanoista on vaikeampi saada selvää kuin ilman taustahälyä esitetyistä sanoista, ja myös käytetyn taustahälyn tyyppi vaikuttaa tuloksiin. Myös tutkimuksessa käytetyn *sanaston piirteet* (sanojen tavumäärä ja rakenne, sanojen yleisyys eli esiintymistodennäköisyys tietyssä kielessä, sanojen sisältämien äänneiden yleisyys kielessä, sanojen tuttuus tutkittavalle [kielitaito, koulutustaso, henkilökohtainen sanavarasto, kuinka monta kertaa testattu samalla sanalistalla], sanaluokka, sanojen perättäinen järjestys sanalistalla ja testin pituus [sanojen

määrä]) vaikuttavat siihen, kuinka helppoa tai vaikeaa sanoista on saada selvää. Puheaudiometriset testit onkin pyritty laatimaan siten, että saman testin eri sanalistat vastaisivat toisiaan mahdollisimman hyvin eli samalla kuuntelutasolla esitettynä saman tutkittavan tulisi tunnistaa kahden eri listan sanoista suunnilleen sama määrä oikein.

Monet *tutkittavaan liittyvät tekijät* (vireystila, kielitaito, kielellinen päättelykyky, sairaudet, kielelliset häiriöt [esimerkiksi afasia, muistisairaudet], kognitiivinen suoritustaso, motivaatio, koulutustaso, kuulovian piirteet, korvien soiminen, vahatulppa, korvakäytävän painuminen litteäksi kuulokkeen alla jne.) vaikuttavat puheaudiometrinen tutkimusten tuloksiin. Sen vuoksi muun muassa tutkittavan vireystilan seuraaminen, riittävän vastausajan antaminen ja tutkittavalle sopivan vastaustavan järjestäminen sekä muiden tutkimuksen virhelähteiden poistaminen tai vähentäminen parantavat tutkimuksen luotettavuutta. Tuore meluallistutus saattaa aiheuttaa kuulokynnysten väliaikaista huononemista. Sen vuoksi meluallistusta olisi vältettävä juuri ennen kuulontutkimuksia tai tieto meluallistuksesta olisi kirjattava. Jotta voitaisiin välttyä fyysisen rasituksen aiheuttamilta virheiltilä kuulokynnyksissä, tutkittavan tulisi tulla paikalle vähintään viisi minuuttia ennen tutkimuksen aloittamista. Myös monet tutkijaan liittyvät tekijät (vireystila, terveydentila, mieliala/ahdistuneisuus/kiire/työtilan häiriöttömyys, työkokemus, kuulokyky, kielitaito, tutkimuskielen eri variaatioiden tuntemus jne.) voivat vaikuttaa tutkimustuloksiin.

Tutkimuslaitteet ja niiden kalibrointi

Taajuusvastevaatimus

Audiometriin liitetyn äänentoistolaitteen (esim. CD-soitin tai tietokone) taajuusvaste saa poiketa suorasta vasteesta enintään -2 dB taajuusalueella 125–8000 Hz. Puheaudiometrialaitteiston kokonaistaajuusvaste (äänilähteestä kuuntelupisteeseen) saa poiketa suorasta taajuusvasteesta alueella 125–250 Hz enintään +0/-10 dB, alueella 250–4000 Hz enintään +3/-3 dB ja alueella 4000–6300 Hz enintään +0/-5 dB (IEC645-2, kappale 10.1). Äänikenttäkäytössä tämä usein edellyttää erillisen taajuuskorjaimen käyttöä

huoneresonanssien kompensoimiseksi. Taajuusvasteen tarkistamiseksi voidaan äänilähteenä käyttää äänitteenä tallennettuja 1/3 oktaavin kohinakaistoja.

Ulkoisen äänentoistolaitteen liittäminen

Äänentoistolaite kytketään audiometrillä sähköisen signaalin ottoliitintään. Signaalitason säätöä varten on laitteessa tai audiometrissä erillinen säädin, jonka asetus kalibrointia ja normaalikäyttöä varten on määritelty puheaudiometrisen sanamateriaalin sisältävän äänitteen mukana toimitettavassa ohjeessa. Säädetty signaalitaso luetaan audiometrillä VU-mittarista tai näytöstä.

Kalibrointisignaali

Kalibrointisignaalinä käytetään tallennettua taajuusmodulointua signaalia, jonka keskitaajuus on 1 kHz ja kaistanleveys vähintään 1/3 oktaavia. Signaalin äänenpainetaso vastaa puhemateriaalin keskimääräistä äänenpainetasoa. Kalibrointisignaali on materiaali-kohtainen. Tämän vuoksi signaalitaso on tarkistettava ja tarvittaessa korjattava ottosignaalin tasonsäädöllä ennen tutkimusten aloittamista, jos kuunneltavaa materiaalia vaihdetaan (kun siirrytään eri puheaudiometrisestä testistä toiseen). Samaa kalibrointisignaalia käytetään laitteiston säännöllisin väliajoin tehtävään peruskalibrointiin alla olevan ohjeen mukaisesti.

Antotasojen asettaminen

Audiometrissä ei tavallisesti ole erillistä puheaudiometriakäyttöön tarkoitettua taajuuskorjainta, jonka avulla kuulokkeiden taajuusvastetta pystyisi korjaamaan. Näin ollen niin sanottua äänikenttäekvivalenttia kuulokeäänepainetasoa ei voida asettaa. Puheaudiometriaan käytettävä audiometri kalibroidaan IEC 60645-2 -standardin mukaisesti siten, että kuulokkeiden kautta tapahtuva puheaudiometriamittaus suoritetaan eri äänenpainetasolla kuin äänikentässä tapahtuva mittaus. Tulokset eivät siis ole keskenään suoraan vertailukelpoisia.

IEC 60645-2 -standardin sisältämän yleisen ohjeen mukaan kuulokkeiden antotaso kalibroidaan siten, että 1 kHz kalibrointisignaali antaa kuulokkeesta sellaisen äänenpainetason (dB SPL), joka vastaa audiometrinen vaimentimen asetusta (dB HL) lisätynä arvolla 20 ± 2 dB. Antotaso mitataan 6 cm^3 kytkinontelon avulla. Käytännössä kalibrointimenettely poikkeaa hieman tästä, riippuen käytettävästä puhemateriaalista ja kielialueesta. Suomessa säädetään yleisen käytännön mukaisesti sähköisen ottosignaalin tasoksi -3 dB, joka myös sitten toimii kaiken materiaalin referenssitasona. Referenssitasona käytetään asetusta -3 dB, koska joidenkin audiometrien dynamiikka on tavanomaista rajallisempi.

Kuulokkeiden kalibrointi suoritetaan 1 kHz kalibrointisignaalia käyttäen siten, että kuulokkeiden antotaso on 25 dB yli audiometrinen vaimentimen lukeman (esimerkiksi vaimentimen signaalitaso eli kuunteluvoimakkuus 60 dB HL antaisi kuulokkeesta antosignaalin $60 + 25 = 85$ dB SPL). Kalibrointisignaalina voidaan käyttää minkä tahansa puheaudiometrinen testimateriaalin sisältämää 1 kHz signaalia, kunhan huolehditaan siitä, että sähköisen signaalin ottotaso on säädetty oikealle tasolle. Äänikenttäkaiuttimen kalibrointi suoritetaan siten, että audiometrinen vaimentimen dB HL -lukema vastaa äänikentän äänenpainetasoa dB SPL. Käytännössä 1 kHz kalibrointisignaali asetetaan tasolle 60 dB HL, ja järjestelmän päätevahvistimen voimakkuudensäädin asetetaan antamaan 60 dB SPL referenssipisteessä. Kaiutin on asetettava suoraan tutkittavan eteen (kulma 0°). Referenssipiste, kaiuttimen korkeus sekä etäisyydet tutkittavasta ja huoneen seinäpinnoista on määritelty standardissa ISO 8253-2.

Puheaudiometriset tutkimukset

Valmistautuminen

Tutkimustilanne tulee järjestää rauhalliseksi. Tutkittavalle kerrotaan, millainen tutkimus hänelle tehdään ja mitä sillä halutaan selvittää. Myös tutkimuksen arvioitu kesto kerrotaan tutkittavalle. Jos vaikuttaa todennäköiseltä, että tutkittava ei tule jaksamaan koko pitkää tutkimusta, keskitytään olennaisimpaan. Tutkittavan käytöstä tarkkaillaan, ja jos hän on levoton tai pelokas, tai kertoo kärsivänsä ahtaan paikan kammosta, on asia selvitettävä keskustelemalla.

Aluksi tutkitaan potilaan korvalehdet ja korvantaustat ja tarkastetaan otoskoopilla korvakäytävät ja tärykalvot. Korvakäytävien iho-ongelmat ja tärykalvopoikkeavuudet kirjataan. Korvakäytävän tukkiva vaikko on poistettava ennen kuulon tutkimista. Äänirautakokeet tehdään, mikäli niitä ei ole tehty jo ennen äänesaudiometriaa. Kokeiden tulos merkitään kuulontutkimuslomakkeeseen. Jos toisen korvan kuulo on merkittävästi huonompi, käytetään sitä korvaa tutkittaessa peiteääntä.

Kuulokkeet asetetaan tutkittavan korville tiiviisti ja huolellisesti niin, etteivät ne paina korvalehtiä eivätkä aiheuta korvakäytävien litistymistä. Kuulokkeen keskellä oleva kaiutin tulee korvakäytävän kohdalle. Silmälasit ja korvakorut tai häiritsevät lävistyskorut on poistettava kuulokkeiden alta. Kuuloketutkimuksessa helposti kiinni painuvat korvakäytävät täytyy saada pidettyä auki. Korvakäytävään voi sen vuoksi asettaa putken pitämään sitä auki, mikäli tulppakuuloketta ei ole käytössä.

Tutkittavalle annetaan sanojen toistamista varten tarkat ohjeet. Epäselviksi jääneitä sanoja saa arvata. Testisanojen tulisi mahdollisuuksien mukaan kuulua tutkittavan äidinkieleen. Tarvittaessa kannattaa kysyä, mikä kieli tutkittavalla on eniten päivittäisessä käytössä. Jos tutkittava pystyy vastaamaan vain hyvin hitaasti, lista on keskeytettävä sanojen välillä, mutta asia täytyy kirjata audiogrammilomakkeeseen. Tutkittava voi tarvittaessa kirjoittaa vastaukset. Tutkittavaa on seurattava koko tutkimuksen ajan. Jos hän väsähtää,

kannattaa pitää tauko ja tarjota lasillinen vettä ja antaa hänen liikkua tutkimuhuoneessa. Joskus tinnituksen yltyminen vaikeuttaa tutkimusta, silloinkin voi tauko tulla tarpeeseen. Mikäli tutkimus on epäluotettava tai se joudutaan keskeyttämään, asia kirjataan lomakkeelle. Mahdollisuuksien mukaan tutkimus uusitaan myöhemmin. Saadut tutkimustulokset on lopuksi selitettävä tutkittavalle ymmärrettävästi, ja jos hän haluaa, myös mukana olevalle saattajalle. Paperituloste tutkimuksesta annetaan tutkittavalle.

Puhekynnyksen määrittäminen

Ääneskynnysmittaukset tehdään aina ennen puheen tunnistuskyvyn mittausta. Puhekynnysmittaus aloitetaan siitä korvasta, jossa oletetaan olevan parempi kuulo. ISO-standardista poiketen olemme vallitsevan kliinisen käytännön mukaisesti hiukan lyhentäneet puhekynnysmittauksen aloitustason hakemista koskevaa ohjeistusta *).

Puhekynnysmittauksen aloitustaso on 20 dB tutkittavan korvan kolmen taajuuden (0,5, 1 ja 2 kHz) ääneskynnyskeskiarvoa voimakkaampi. Tutkimuksessa kuuntelutetaan aina viisi sanaa kullakin kuunteluvoimakkuudella, ensin puhekynnysmittauksen aloitustasolla ja sen jälkeen kullakin esitystasolla, jota on laskettu 5 dB edellisestä kuunteluvoimakkuudesta. Tutkimus lopetetaan sille kuunteluvoimakkuudelle, jolla tutkittava epäonnistuu kaikkien viiden sanan tunnistamisessa. Puhekynnys on desibeleinä puhekynnysmittauksen aloitustaso vähennettynä oikein toistettujen sanojen määrällä (ja pyöristettynä lähimpään viiteen desibeliin).

Kun puheen tunnistuskyvyn mittaustuloksia tulkitaan, täytyy mittauksiin liittyvistä virhemahdollisuuksista olla tietoinen. Esimerkiksi, jos tutkittavan maksimaalinen tunnistuskyky jää alle 50 %, ei puhekynnyksen arvoa voida määrittää ollenkaan.

*⁾ ISO8253-3:1996 standardin kohdan 12 mukaisesti aloitustason määrittäminen tapahtuu seuraavasti:

Tutkittava tutustutetaan kynnysmittaukseen antamalla hänen kuunnella kuulokkeista muutamia sanoja riittävällä kuunteluvoimakkuudella (niin, että sanoista on mahdollista saada selvää). Tavallisesti tämä kuunteluvoimakkuus on 20 dB tutkittavan kolmen taajuuden (0,5, 1 ja 2 kHz) ääneskynnyskeskiarvoa voimakkaammalla tasolla. Sitten kuunteluvoimakkuutta vähennetään 5 dB askelmin ja annetaan tutkittavan kuunnella vähintään kaksi sanaa kullakin esitystasolla, kunnes hän ei enää tunnista oikein kaikkia esitettyjä sanoja.

Jos tutkittava ei tietyllä kuunteluvoimakkuudella kuule sanaa tai vastaa väärin, kuuntelutetaan toinen sana samalla esitystasolla. Jatketaan sanojen kuunteluttamista hiljaisemmillä kuunteluvoimakkuuksilla 10 dB portain, kunnes tutkittava epäonnistuu kahden peräkkäisen sanan tunnistamisessa samalla esitystasolla. Kuunteluvoimakkuutta nostetaan sen jälkeen 10 dB. Tämä taso on puhekynnysmittauksen aloitustaso.

Puheen maksimaalisen tunnistusprosentin (ja tunnistuskykykäyrän) määrittäminen

Mikäli puheen tunnistuskykyä tutkitaan useammalla kuunteluvoimakkuudella, samoja sanoja ei pitäisi antaa kuunneltavaksi samalla testauskerralla kuin kerran.

Puheen maksimaalista tunnistusprosenttia määritettäessä ensimmäisenä kuunteluvoimakkuutena käytetään puhekynnystä 25 dB voimakkaampaa esitystasoa. Tunnistusprosentti mitataan kokonaista sanalista käyttäen. Kuunteluvoimakkuutta pitäisi sen jälkeen nostaa 5 tai 10 dB askelmin, kunnes maksimaalinen tunnistusprosentti saavutetaan tai kunnes tutkittava valittaa epämiellyttävää oloa tai uupumusta. Mikäli tunnistusprosentti laskee suuremmilla esitystasoilla (ns. roll-over -ilmiö), tutkimusta tulee jatkaa pienemmillä kuunteluvoimakkuuksilla. Tutkimuksen lopussa sanojen maksimaalinen tunnistuskyky kirjataan prosentteina ja lisäksi se esitystaso desibeleinä, jolla se tuli esiin.

Peiteäänen käyttö

Jos puhesignaalin esitystaso on vähintään 40 dB suurempi kuin vastakkaisen korvan kahden parhaan luujohtokynnyksen keskiarvo taajuuksista 500, 1000 ja 2000 Hz, peiteääntä on käytettävä. Peiteäänien minimitason voi laskea kaavasta:

$$L_m = L_t - 40 \text{ dB} + (M_{Am} - M_{Bm})$$

Missä	L_t	on puheen esitystaso (dB HL)
	M_{Am}	on maskeerattavan korvan kahden parhaan ilmajohtokynnyksen keskiarvo taajuuksista 500, 1000 ja 2000 Hz esitettynä kuulokynnystasoasteikolla (HL)
	M_{Bm}	on maskeerattavan korvan kahden parhaan luujohtokynnyksen keskiarvo taajuuksista 500, 1000 ja 2000 Hz esitettynä kuulokynnystasoasteikolla (HL)

Huomioita

Ruotsinkielisillä sanoilla (CD-levy *Finlandssvenska ord*) puhekynnys haetaan kaksitavuisilla sanoilla samoin periaattein kuin suomenkielisessä tutkimuksessa. Käytössä ovat sanalistat *Tvåstaviga ord 1–3*. Puheen maksimaalinen tunnistuskykyprosentti haetaan yksitavuisilla sanoilla aloittamalla esitystasolta puhekynnys +30 dB. Käytössä ovat sanalistat *Enstaviga ord 1–3*. Tutkimus tehdään samoin periaattein kuin suomenkielisillä sanoilla ja samoilla peiteäänisäännöillä kuin edellä on esitetty. Ruotsinkielisiä yksitavuisia sanoja on vaikeampi kuulla kuin kaksitavuisia sanoja, joten puheen maksimaalisen tunnistusprosentin määrittäminen on usein tarpeen tehdä binauraalisena.

Kirjallisuutta

Evans, P. (1997). Speech audiometry for differential diagnosis. Julkaisussa M. Martin, M. (toim.), *Speech audiometry* (s. 131–149). 2nd Ed. London: Whurr.

Gelfand, S. A. (2009). *Essentials in audiology*. 3rd Ed. New York: Thieme.

Huttunen, K., Johansson, R., Kronlund, L., Marttila, T., Mäki-Torkko, E. & Sorri, M. (2000). Audiologian sanastoa. Julkaisussa E. Lonka, & A-M. Korpijaakko-Huuhka (toim.), *Kuulon ja kielen kuntoutus – Vuorovaikutuksesta kommunikointiin* (s. 389–399). Helsinki: Palmenia-kustannus.

Iivonen, A. (1991). Paljonko sanojen tunnistuksesta on arvausta ja mitä siitä seuraa. Julkaisussa K. Suomi (toim.) *Fonetiikan päivät – Oulu 1990. Papers from the meeting of Finnish phoneticians*. Logopedian ja fonetiikan laitoksen julkaisuja 5 (s. 139–151). Oulu: Oulun yliopisto.

International Electrotechnical Commission (1993). *Audiometers, Part 2 - Equipment for speech audiometry (IEC 60645-2)*. Geneva: International Electrotechnical Commission.

International Organization for Standardization (1992). *Acoustics – Audiometric test methods – Part 2: Sound field audiometry with pure tone and narrow band test signals (ISO 8253-2)*. Geneva: International Organization for Standardization.

International Organization for Standardization (1996). *Acoustics - Audiometric test methods. Part 3 - Speech audiometry (ISO 8253-3)*. Geneva: International Organization for Standardization.

Jauhiainen, T. (1974). *An experimental study of the auditory perception of isolated bi-syllable Finnish words*. Academic dissertation, Institute of Physiology. Helsinki: University of Helsinki.

Jauhiainen, T. (toim.), *Audiologia*. Helsinki: Duodecim.

Kronlund, L. (2000). Äänikenttämittaukset. Julkaisussa T. Marttila, J. Karikoski, T. Jauhiainen, & R. Lehtimäki (toim.), *Audiologian tutkimusvälineistä, genetiikkaa, lapsiaudiologian näkökulmia, teknistä audiologiaa. XXI Valtakunnalliset audiologian päivät.* (s. 83–88). Helsinki: Suomen audiologian yhdistys.

Kronlund, L. (2001). Kuulontutkimuslaitteet ja kalibrointi. Julkaisussa H. Löppönen & I. Nuojua (toim.), *Kuulo ja työ. Psykoakustiset kuulontutkimukset. Koulutus kuulonhuollossa. XXII Valtakunnalliset audiologian päivät* (s. 73–82). Helsinki: Suomen audiologian yhdistys.

Kronlund, L. & Viitanen L. (2008). Äänesaudiometria. Ilmajohdo- ja luujohtokynnysten määrittäminen. Julkaisussa R. Johansson (toim.), *XXIX Valtakunnalliset audiologian päivät* (s. 63–77). Helsinki: Suomen audiologian yhdistys.

Kronlund, L., Viitanen, L., Wäre, T., & Huttunen, K. (2009). Äänesaudiometria – ilma- ja luujohtokynnysten määrittäminen. Saatavilla osoitteessa: <http://www.sary.fi/aanesaudiometria.pdf>

Lucks Mendel, L., & Danhauer, J. L. (1997). *Audiologic evaluation and management and speech perception assessment.* San Diego, CA: Singular.

Palva, T. (1952). Finnish speech audiometry. Methods and clinical applications. *Acta Otolaryngologica (Suppl 101).*

Salmivalli, A., Jauhiainen, T., Kärjä, J., & Raivio, M. (1984). *Kuulontutkimus ja kuntoutus. 2. uusittu painos.* Helsinki: Instrumentarium.

Silman, S., & Silverman, C. A. (1997). *Auditory diagnosis. Principles and applications.* New York: Academic Press.

Stach, B. A. (1998). *Clinical Audiology: An introduction.* San Diego, CA: Singular.