

ÄÄNESAUDIOMETRIA

ILMA- JA LUUJOHTOKYNNYSTEN MÄÄRITTÄMINEN

Suomen audiologian yhdistyksen työryhmä:

Lars Kronlund

Lauri Viitanen

Tarja Wäre

Kerttu Huttunen

Nämä ohjeet ovat päivitetty versio Valtakunnallisten audiologian päivien 2008 julkaisussa painetuista ohjeista. Ne perustuvat kansainväliseen standardiin ISO 8253-1. Kyse ei siis ole uusien kuulontutkimusmenetelmien käyttöönotosta, vaan siitä, että kynnysmäärittämisessä nykyisin maassamme vallitsevaa sekavaa käytäntöä halutaan selkeyttää. Haluamme myös antaa kentällä toimiville kuulontutkijoille kirjallista materiaalia tueksi, kun he ohjaavat kuulontutkijaopiskelijoita kynnysmittausten tekemisessä. Kokenut kuulontutkija pystyy hieman oikaisemaan ohjeiden noudattamisessa, mutta tämä oikaisukyky perustuu monen vuoden kokemukseen. Kokemusta ei voi opettaa, se on hankittava oman työn kautta. Ennen kuin kokemusta on, pitää olla ohjeita, joihin nojautua.

Sisällys

1. Yleistä
2. Ilmajohtokynnysten määrittäminen
 - 2.1. Totuttelu
 - 2.2. Kynnysmäärittäminen
3. Luujohtokynnysten määrittäminen
4. Peiteäänien käyttö kuulontutkimuksissa
 - 4.1. Yleistä
 - 4.2. Peiteäänien käyttö ilmajohtotutkimuksissa
 - 4.2.1. Peiteäänien tason arviointi ilmajohtotutkimuksissa
 - 4.2.2. Ilmajohtotutkimuksissa käytettävän peiteäänien tason tarkistus tasannemenetelmällä
 - 4.3. Peiteäänien käyttö luujohtotutkimuksissa
 - 4.3.1. Peiteäänien tason arviointi luujohtotutkimuksissa
 - 4.3.2. Luujohtotutkimuksissa käytettävän peiteäänien tason tarkistus tasannemenetelmällä

1. Yleistä

Ennen kuulontutkimuksia korvat on aina tutkittava otoskoopilla. Vaikkua ei saa olla tukkimassa korvakäytäviä. Korvakäytävien muoto vaikuttaa kuulokkeiden sijoittamiseen korvien päälle. Jos korvakäytävät ovat helposti lyttyyn painuvat, voi ilmajohtotutkimuksen tehdä tulppa- eli inserttikuulokkeella tai käyttää avartavaa putkea korvakäytävän suulla. Myös äänirautakokeet tehdään ennen kynnysmäärityksen aloittamista. Ennakkotiedot potilaan kuulosta, korvastatuksesta sekä äänirautakokeet kertovat meille, esiintyykö toisessa tai molemmissa korvissa mahdollisesti konduktiivista kuulonalenamaa. Se on huomioitava peiteäänen tasoa määritettäessä. Tutkimus aloitetaan paremmin kuulevaksi tiedetystä korvasta. Ellei ole tiedossa, että korvien välillä olisi suurta eroa, tutkimus voidaan aloittaa oikeasta korvasta.

Kynnysmääritys tehdään niin sanotulla Hughson-Westlake menetelmällä, joka on laskevien ja nousevien rajamenetelmien sovellus. Totuttelun jälkeen testisignaalien antaminen aloitetaan kuulumattomalta alueelta ja äänenvoimakkuutta nostetaan, kunnes tutkittava kuulee äänen. Kuulokynnys määritetään tuonnetun selvitetyin haarukoinnin avulla.

Ensin tutkitaan kuulokynnys 1000 Hz taajuudella. Sen jälkeen tutkitaan sitä suurempien taajuuksien kynnykset oktaavin tai puolen oktaavin välein nousevassa järjestyksessä (1500, 2000, 3000, 4000, 6000 ja 8000 Hz). Kontrolloidaan 1000 Hz kuulokynnys. Jos uudelleen mitattu kynnyks poikkeaa edellisestä (eli mittauksen alussa saadusta tuloksesta) 10 dB tai enemmän, on kaikki kynnykset mitattava uudestaan. Jos 1000 Hz kontrollimitaus sen sijaan ei poikkeaa edellisestä tai poikkeaa siitä vain 5 dB, jatketaan pienten taajuuksien tutkimisella laskevassa järjestyksessä (750, 500, 250 ja 125 Hz). Sen mukaan, millaisia tavoitteita kuulontutkimukselle on kulloinkin asetettu, voidaan joitakin taajuuksia jättää pois (esimerkiksi, kun seurataan kynnysten muutosta hoidon aikana tai taudin edetessä).

Kun kaikki valitut taajuudet on tutkittu, siirytään toisen korvan tutkimiseen. Testiäänen kesto on 1–2 sekuntia. Kuulokynnys määritetään 5 dB tarkkuudella. Jos kuulo on hyvä, kynnykset määritetään tarpeen mukaan -10 dB HL saakka (HL = hearing level, kuulokynnystaso tai kuulotaso).

Jos kuulokynnysten ero korvien välillä on niin suuri, että ylikuulumista saattaa esiintyä, on paremman korvan kuulo maskeerattava käyttämällä peiteääntä. Molemmipuoleisessa konduktiivisessa kuulonalenamassa on peiteääntä käytettävä kummankin korvan tutkimisessa, vaikka tutkittaisiin ilmajohtokynnyksiä.

2. Ilmajohtokynnysten määrittäminen

2.1. Totuttelu

Ääni annetaan tasolla 50 dB tai joka tapauksessa tutkittavalle hyvin kuuluvalla voimakkuudella. Jos tutkittava kuulee annetun äänen, lasketaan äänenvoimakkuutta 15 dB portain, kunnes ääni ei enää kuulu. Näin saavutetulta tasolta alkaa kyseisen taajuuden kynnysmäärittäminen.

Jos 50 dB:n voimakkuinen ääni ei kuulu, nostetaan äänenvoimakkuutta 15 dB portain, kunnes ääni kuuluu. Sitten lasketaan äänenvoimakkuutta uudelleen 15 dB portain, kunnes ääni ei enää kuulu ja aloitetaan varsinainen tutkimus siltä tasolta.

2.2. Kynnysmäärittäminen

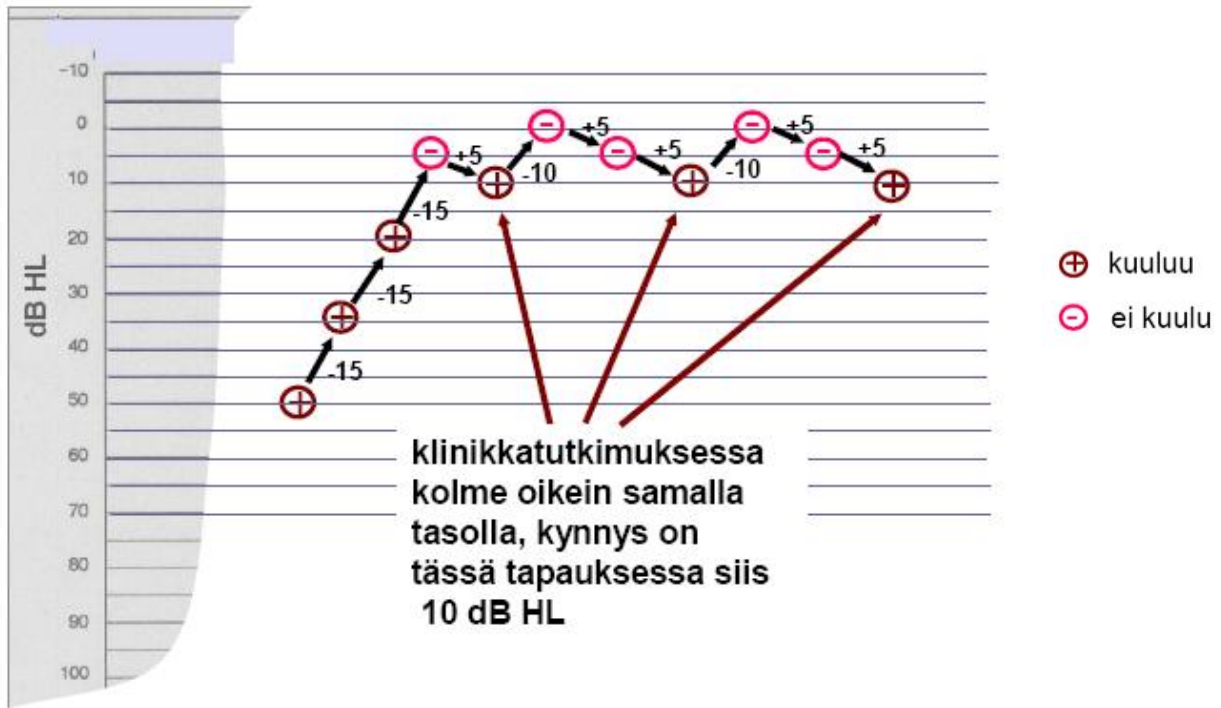
Tutkimus aloitetaan edellä haetulta kuulumattomalta alueelta ja äänenvoimakkuutta nostetaan 5 dB portain, kunnes ääni kuuluu. Lasketaan äänenvoimakkuutta 10 dB portain, kunnes ääni ei kuulu. Aloitetaan uusi nousu 5 dB portain, kunnes ääni kuuluu.

Klinikkatutkimuksessa kunkin taajuuden kuulokynnystasoksi määritellään se taso, jolla on saatu kolme vastausta korkeintaan viidestä noususuuntaisesta jaksosta. Jos viiden noususuuntaisen jakson jälkeen ei ole saatu riittävän monta vastausta samalla tasolla annettuihin signaaleihin, nostetaan äänenvoimakkuutta 10 dB viimeksi kuullusta tasosta ja aloitetaan kyseisen taajuuden kynnysmittaus alusta.

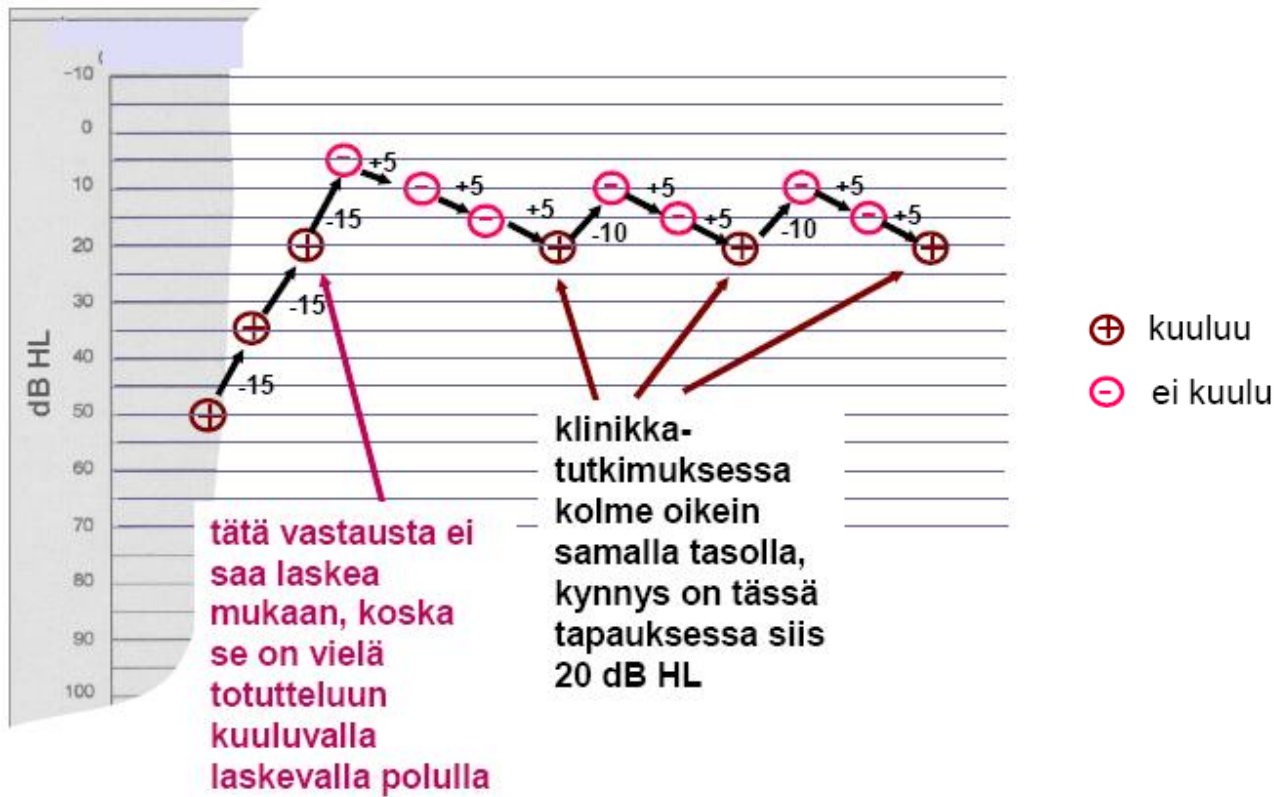
Ei-kliinisessä tutkimuksessa kuulokynnystason määrittämiseksi riittää kaksi vastausta samalla tasolla korkeintaan kolmesta noususuuntaisesta jaksosta. Jos kolmen noususuuntaisen jakson jälkeen ei ole saatu riittävän monta oikeaa vastausta samalla tasolla, lisätään äänenvoimakkuutta 10 dB viimeksi kuullusta tasosta ja aloitetaan kyseisen taajuuden tutkiminen alusta.

Ei-kliininen tutkimus tarkoittaa seulontatarkoituksiin tehtyä kuulontutkimusta, joka kuitenkin on tavanomaista seulontatutkimusta tarkempi, koska se antaa viitteellisen kuulokäyrän. Ei-kliininen kuulontutkimus ei ole diagnostinen, eikä sen perusteella saa kirjoittaa esim. lausuntoa tutkittavan kuulokyvystä.

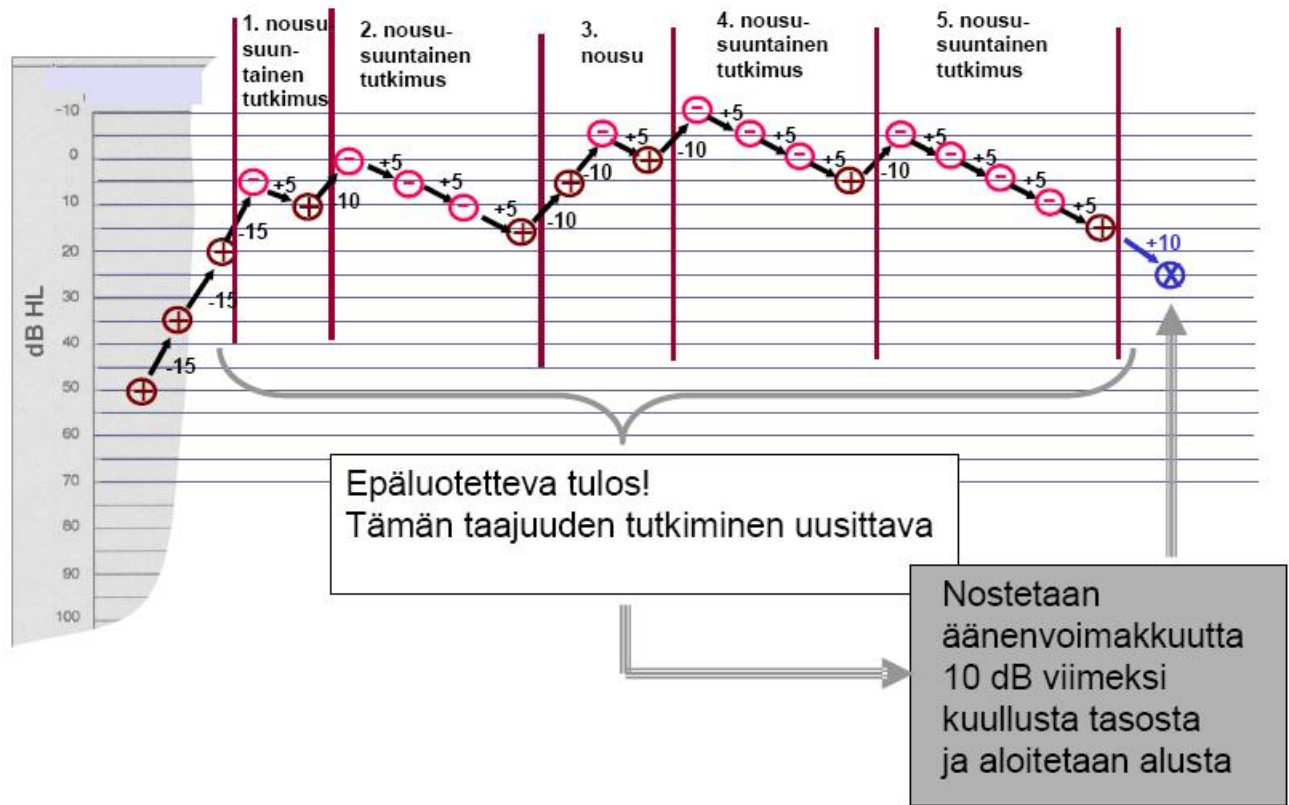
Klinikkatutkimus:



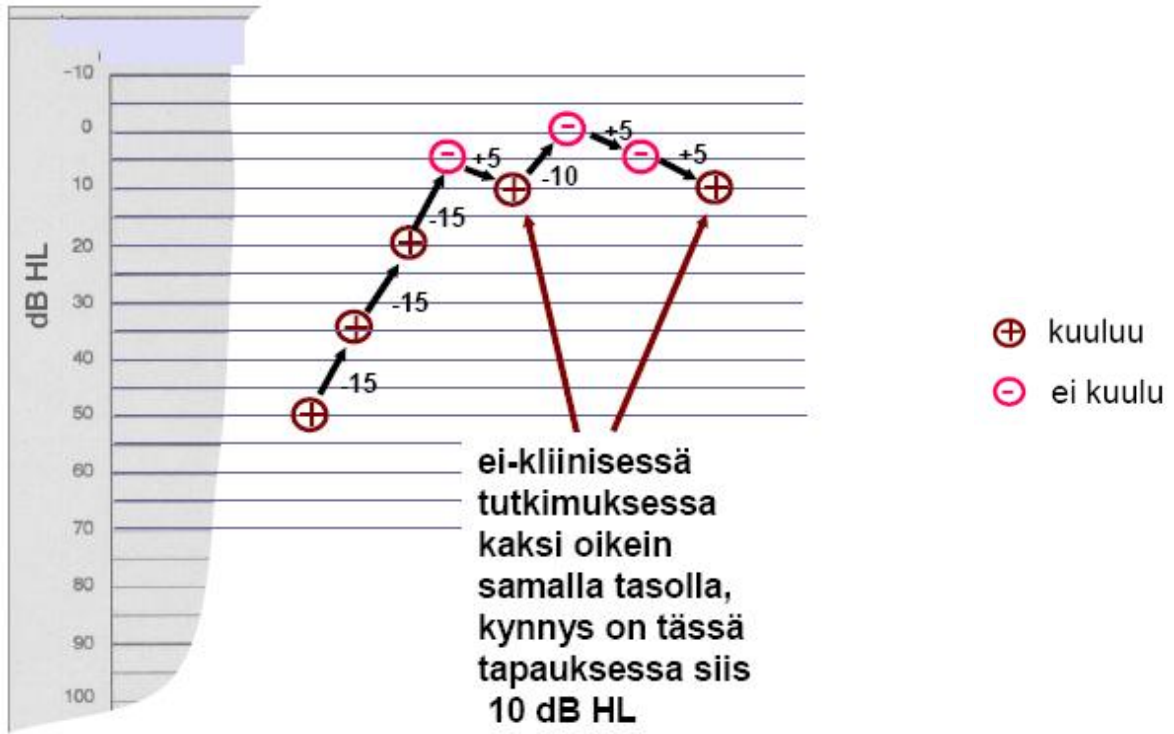
Klinikkatutkimus:



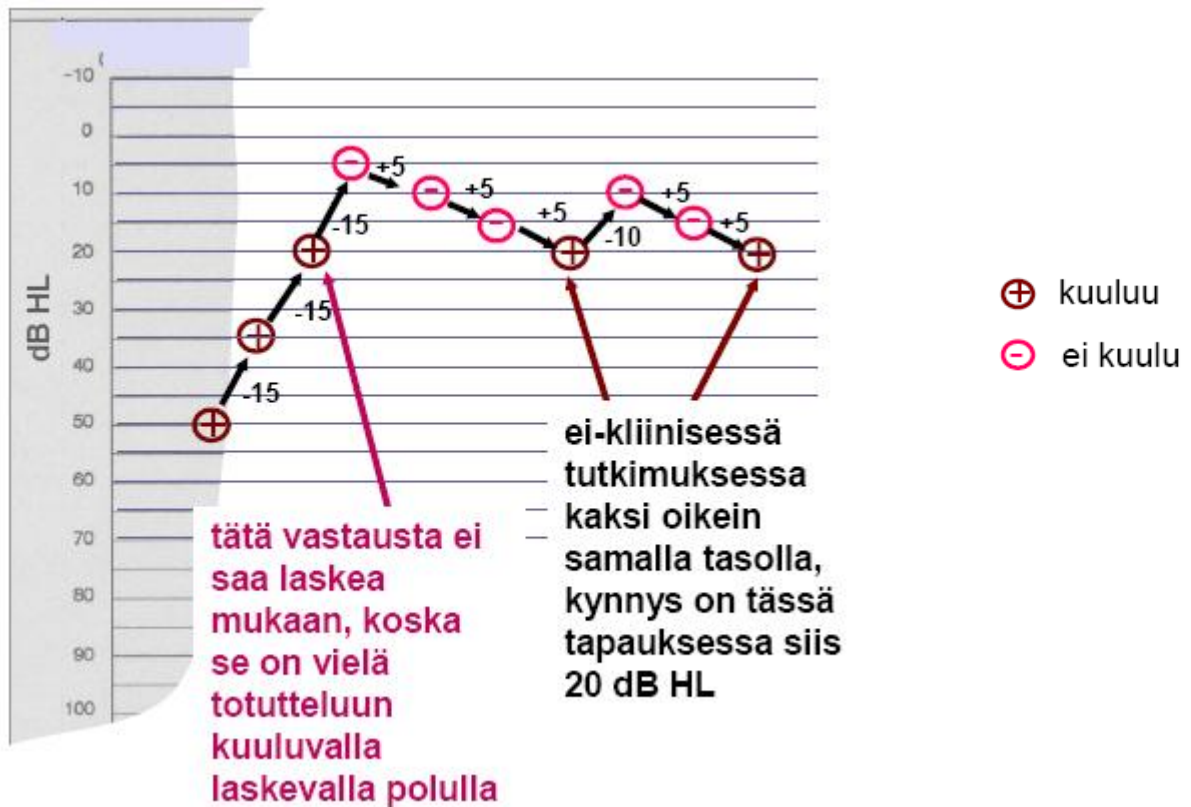
Klinikkatutkimus:



Ei-kliininen tutkimus:



Ei-kliininen tutkimus:



3. Luujohtokynnysten määrittäminen

Luujohtokuulo tutkitaan, kun ilmajohtokynnykset ovat 15 dB HL tai sitä huonommat. Luujohtokynnykset määritetään samalla tekniikalla kuin ilmajohtokynnykset. Ensin tutkitaan kuulokynnys 1000 Hz taajuudella. Sen jälkeen tutkitaan sitä suurempien taajuuksien kynnykset oktaavin tai puolen oktaavin välein nousevassa järjestyksessä (1500, 2000, 3000 ja 4000 Hz). Kontrolloidaan 1000 Hz kuulokynnys. Jos uudelleen mitattu kynnyksen poikkeama edellisestä (eli mittauksen alussa saadusta tuloksesta) 10 dB tai enemmän, on kaikki kynnykset mitattava uudestaan. Jos 1000 Hz kontrollimitaus sen sijaan ei poikkea edellisestä lainkaan tai poikkeaa siitä vain 5 dB, jatketaan pienten taajuuksien tutkimisella laskevassa järjestyksessä (500 ja 250 Hz). Sen mukaan, millaisia tavoitteita kuulontutkimukselle on kulloinkin asetettu, voidaan joitakin taajuuksia jättää pois (esimerkiksi, kun seurataan kynnysten muutosta hoidon aikana tai taudin edetessä). On varmistettava, että käytettävä audiometri on kalibroitu kaikilla niillä taajuuksilla, joita tutkimuksessa käytetään.

Luujohtotutkimusta tehtäessä käytetään aina peiteääntä.

4. Peiteäänien käyttö kuulontutkimuksissa

4.1. Yleistä

Ylikuulumisen riski on olemassa kuuloketyypistä riippuen silloin, kun tutkittavien korvien kuulokynnysten välinen ero on:

TDH-39 -kuulokkeita käytettäessä: 40 dB tai suurempi (tutkittavan korvan ilmajohtokynnykset verrattuna vastakkaisen puolen luujohtokynnyksiin)

inserttikuuloketta käytettäessä: 70 dB tai suurempi (tutkittavan korvan ilmajohtokynnykset verrattuna vastakkaisen puolen luujohtokynnyksiin)

luujohtokuuloketta käytettäessä: 0 dB

Äänesaudiometriatutkimuksessa käytetään peiteääninä kapeakaistaista kohinaa. Tarvittavan peiteäänien voimakkuus on arvioitavissa taulukoiden avulla tai määriteltävissä laskentakaavojen avulla. On suositeltavaa kontrolloida valittu peiteäänitaso niin sanotulla tasannemenetelmällä (ks. jaksot 4.2.2. ja 4.3.2.).

4.2. Peiteään käyttö ilmajohtotutkimuksissa

4.2.1. Peiteään tason arviointi ilmajohtotutkimuksissa

Peiteään minimitaso voidaan laskea seuraavan kaavan avulla:

$$M_{\min} = A_t - F_a + (A_m - B_m)$$

kaavassa A_t on tutkittavan korvan ilmajohtokynnys
 F_a on interauraalinen vaimennus (TDH-39 -ilmajohtokuuloketta käytettäessä 40 dB, inserttikuuloketta käytettäessä 70 dB)
 A_m on maskeerattavan korvan ilmajohtokynnys
 B_m on maskeerattavan korvan luujohtokynnys

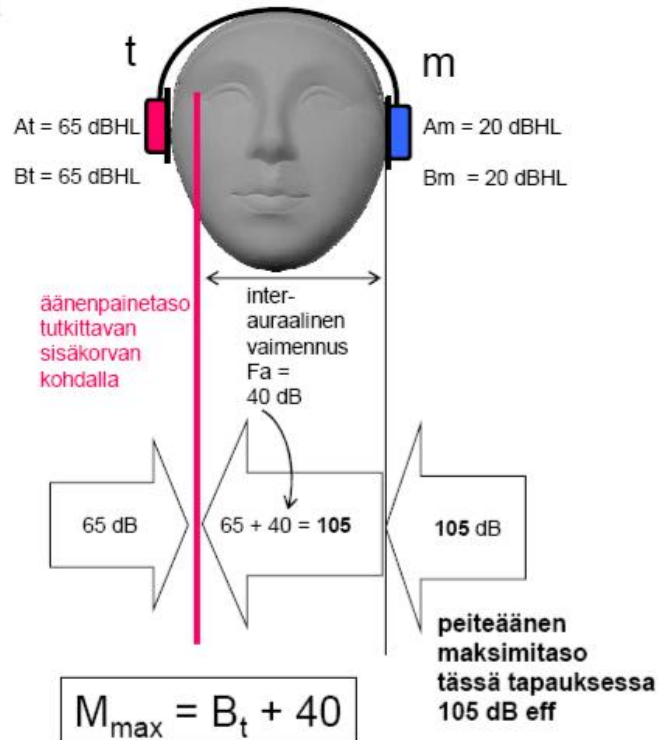
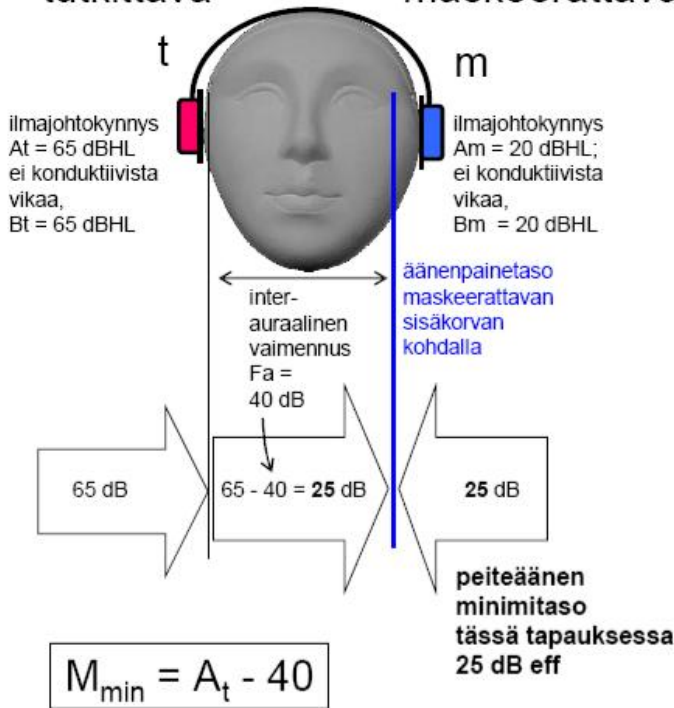
Peiteään maksimitaso ei saa ylittää tutkittavan korvan luujohtokynnyksen (B_t) ja interauraalisen vaimennuksen (F_{am}) summaa:

$$M_{\max} = B_t + F_{am}$$

Peiteään maksimitaso ei myöskään saa ylittää maskeerattavan korvan epämielilyttävyyssynnystä. Peiteään teoreettiset minimi- ja maksimitasot muutamassa esimerkkitapauksessa on esitetty kuvissa. Käytännössä peiteään minimitasoksi valitaan usein teoreettista minimitasoa jonkin verran suurempi taso.

tutkittava

maskeerattava

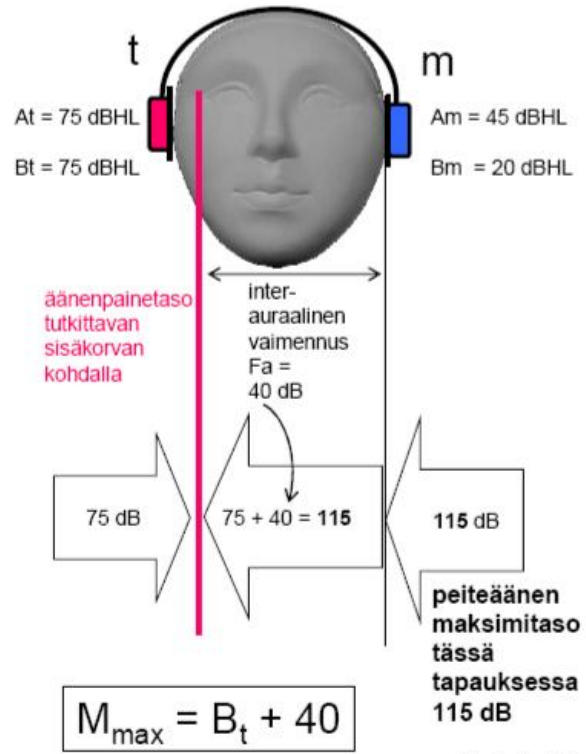
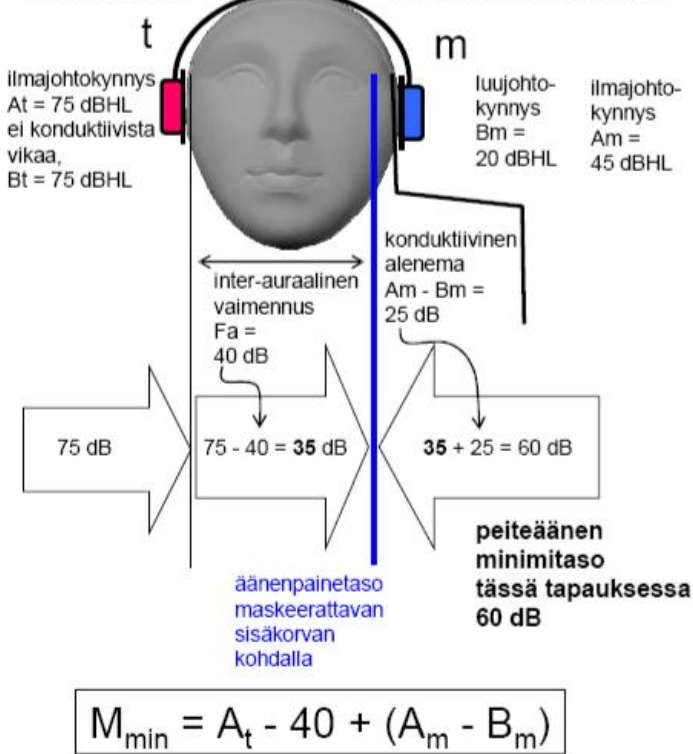


Ilmajohtotutkimuksen peiteäänän laskennalliset minimi- ja maksimitasot. Ei konduktiivista kuulonalenamaa.

epämiellyttävyyskynnys ei saa ylittyä

tutkittava

maskeerattava



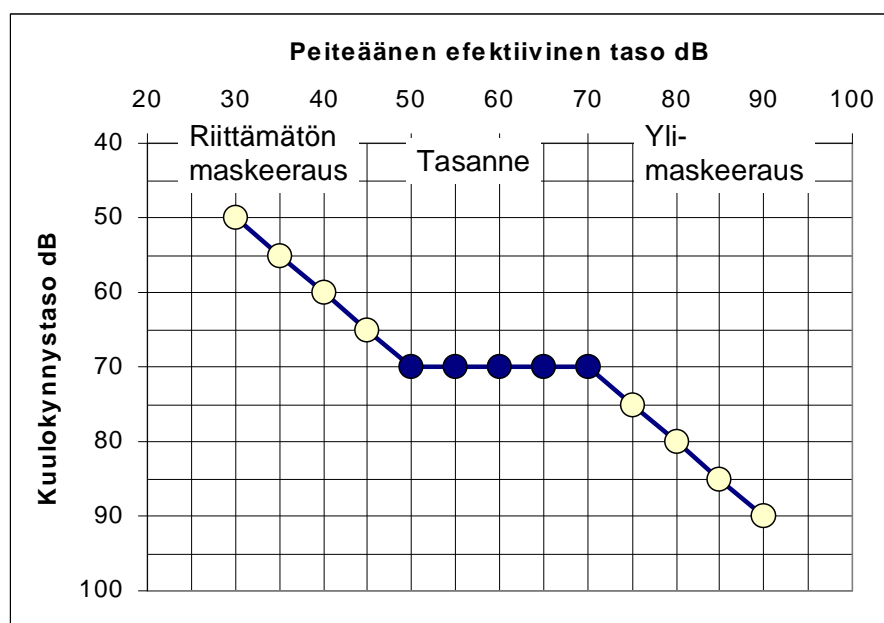
Ilmajohtotutkimuksen peiteäänän laskennalliset minimi- ja maksimitasot. Maskeerattavassa korvassa konduktiivinen kuulonalenema.

epämiellyttävyyskynnys ei saa ylittyä

4.2.2. Ilmajohtotutkimuksissa käytettävän peiteäänien tason tarkistus tasanne- menetelmällä

Esimerkkitapaus kuvassa.

1. vaihe: haetaan kuulokynnys ilman maskeerausta
2. vaihe: annetaan tutkittavaan korvaan testiääni 1. vaiheessa (eli ilman maskeerausta) mitatulla kuulokynnystasolla. Maskeerattavaan korvaan annetaan efektiivistä peiteääntä sen ilmajohtokynnystä vastaavalla voimakkuudella. Lisätään maskeerausta, kunnes tutkittava ei kuule ääntä enää tai kunnes maskeerauksen voimakkuus ylittää tutkittavaan korvaan annetun äänen voimakkuuden. Jos tutkittava kuulee äänen, kun maskeerausääni on yhtä voimakas kuin tutkittava ääni, on kuulokynnys löytynyt. Jos kuunneltava ääni maskeerautuu, nostetaan tutkittavan taajuuden äänen voimakkuutta, kunnes ääni kuuluu.
3. vaihe: nostetaan maskeerausta 5 dB. Jos testiääni ei kuulu, nostetaan sen voimakkuutta tasolle, jolla tutkittava sen kuulee. Toistetaan, kunnes testiääni kuuluu, vaikka maskeerausta nostetaan yli 10 dB. Kun testiääni ei enää vaadi tason nostoa kuuluakseen, vaikka maskeeraus nousee, on päästy tasanteelle ja kuulokynnys on löytynyt.
4. Jos maskeeraus nostetaan yli tasanteen määräämän tason, tapahtuu ylimaskeerausta. Tällöin maskeerausääni peittää ylikuulumisen vuoksi tutkittavan korvan testiääntä ja tutkittavan korvan kuulokynnukseksi saadaan todellista kynnystä huonompi tulos.



4.3. Peiteään käyttö luujohtotutkimuksissa

4.3.1. Peiteään tason arviointi luujohtotutkimuksissa

Peiteään minimitaso voidaan laskea kaavasta:

$$M_{\min} = B_t + (A_m - B_m)$$

kaavassa B_t on tutkittavan korvan luujohtokynnys

A_m on maskeerattavan korvan ilmajohtokynnys

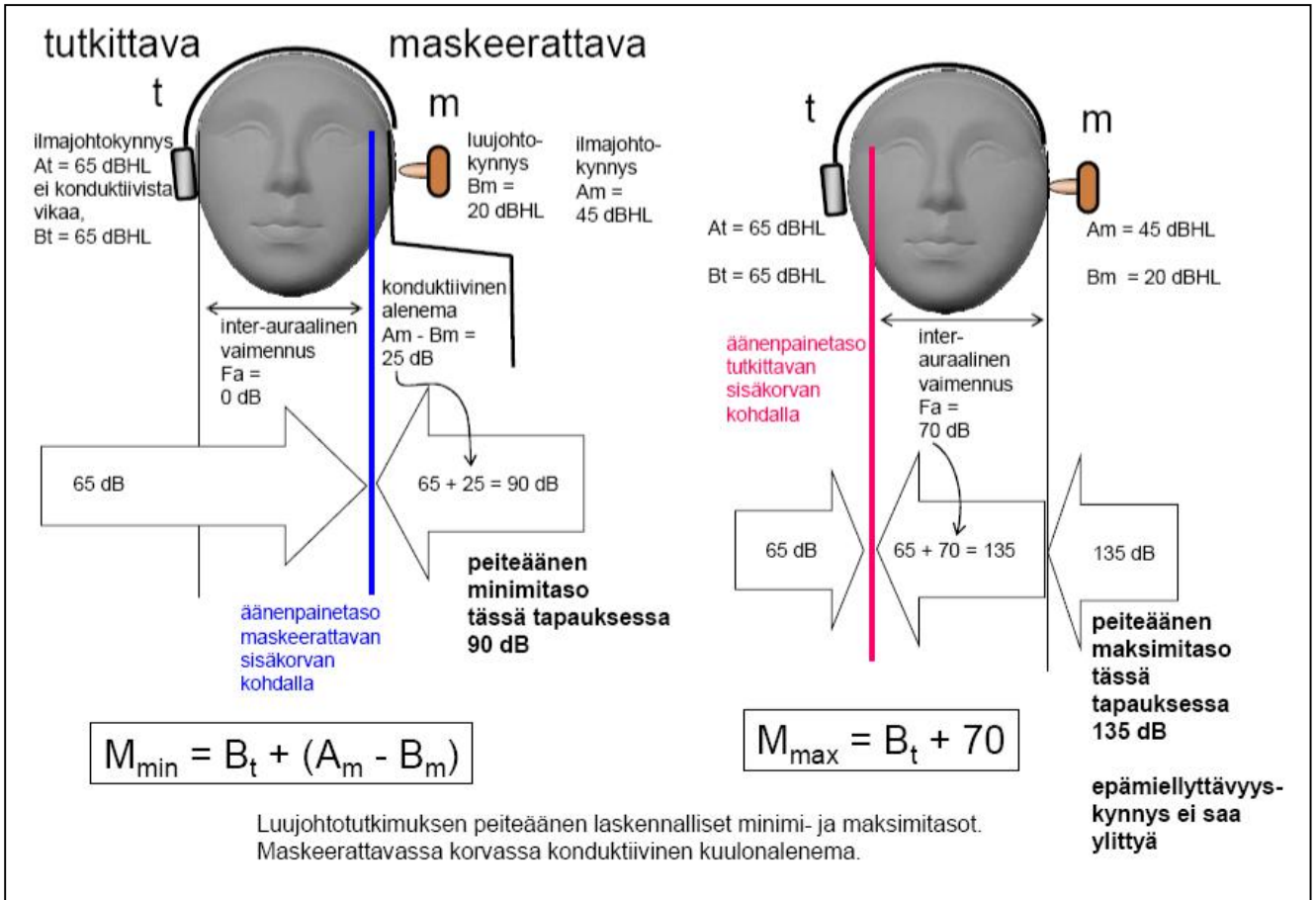
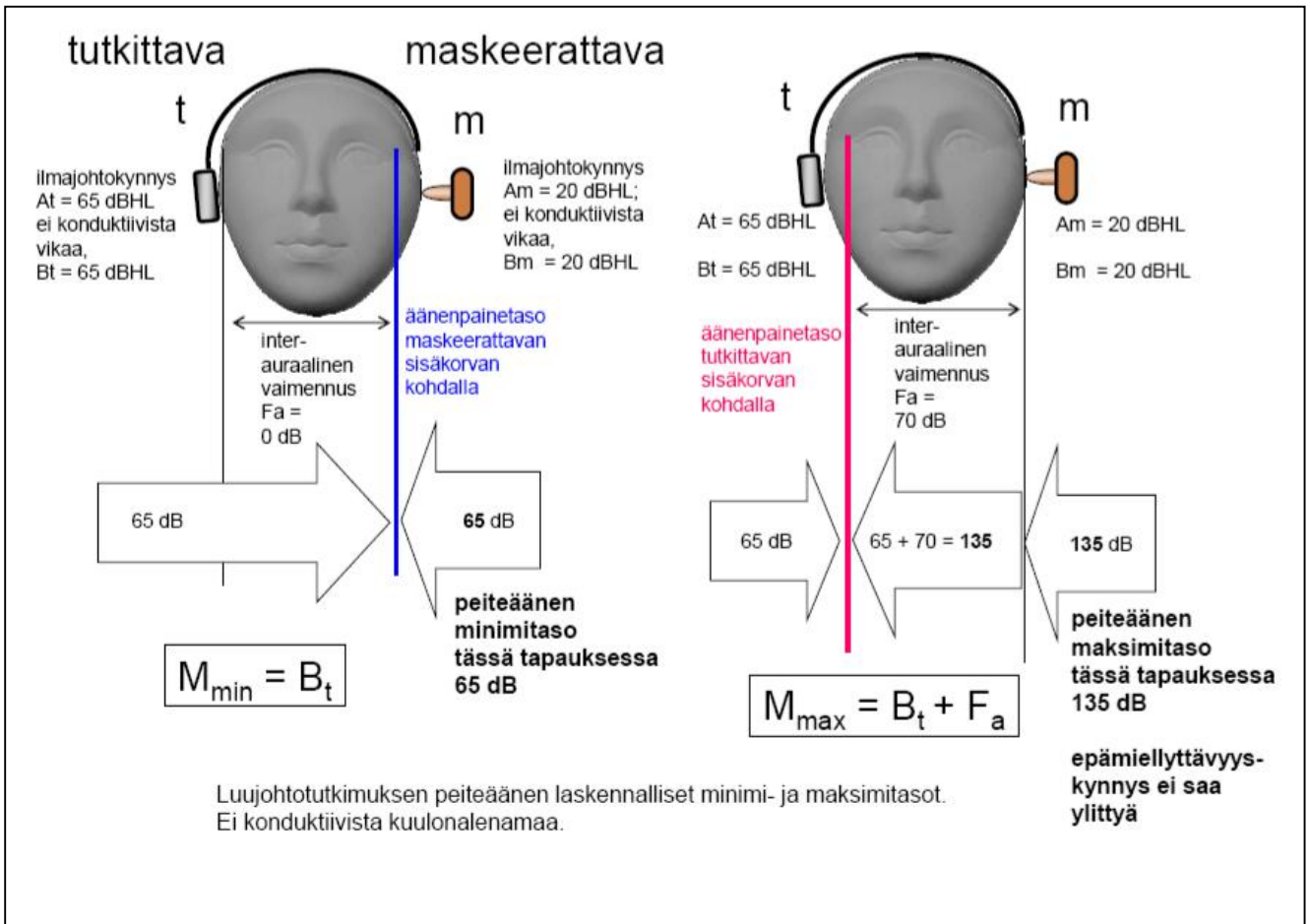
B_m on maskeerattavan korvan luujohtokynnys

Peiteään maksimitaso ei saa ylittää tutkittavan korvan luujohtokynnyksen (B_t) ja interauraalisen vaimennuksen (F_{am}) summaa:

$$M_{\max} = B_t + F_{am}$$

Peiteään maksimitaso ei myöskään saa ylittää maskeerattavan korvan epämiellyttävyyskynnystä.

Kummankin korvan konduktiivisissa kuulonalenemissa kannattaa kaikissa tutkimuksissa käyttää maskeeraukseen inserttikuuloketta. Näissä tapauksissa voi olla hankalaa – ja joskus jopa mahdotonta – saada luotettavia tuloksia, sillä maskeerattavan korvan konduktiivisen aleneman vuoksi joudutaan käyttämään niin voimakasta peiteääntä, että ylikuuluminen on mahdollista.



4.3.2. Luujohtotutkimuksessa käytettävän peiteäänien tason tarkistus tasanne- menetelmällä

1. vaihe: haetaan kuulokynnys ilman maskeerausta
2. vaihe: annetaan tutkittavaan korvaan testiääni 1. vaiheessa (eli ilman maskeerausta) mitatulla kuulokynnystasolla. Maskeerattavaan korvaan annetaan peiteääntä sen ilmajohtokynnystä vastaavalla voimakkuudella. Lisätään maskeerausta, kunnes tutkittava ei kuule ääntä enää tai peiteäänien voimakkuus on vähintään 40 dB suurempi kuin testiäänien voimakkuus. Jos testiääni edelleen kuuluu, kun peiteääni on vähintään 40 dB sitä voimakkaampi, on kuulokynnys löytynyt. Jos testiääni ei kuulu, nostetaan sen voimakkuutta, kunnes tutkittava sen taas kuulee.
3. vaihe: nostetaan maskeerausta 5 dB. Jos testiääni ei kuulu, voimistetaan testiääntä, kunnes tutkittava sen kuulee. Toistetaan, kunnes ääni kuuluu, vaikka maskeerausta nostetaan yli 10 dB. Kun testiääni ei vaadi tason nostoa kuuluakseen vaikka maskeeraus nousee, on päästy tasanteelle ja kuulokynnys on löytynyt.
4. Jos maskeeraus nostetaan yli tasanteen määräämän tason, tapahtuu ylimaskeerautumista. Tällöin maskeerausääni peittää ylikuulumisen vuoksi tutkittavan korvan testiääntä ja tutkittavan korvan kuulokynnykseksi saadaan todellista kynnystä huonompi tulos.

Viitteet

Arlinger S (toim.): Nordisk Lärobok i Audiologi, Bromma, C. A. Tegnér AB, 2007.

ISO 8253-1, Acoustics – Audiometric test methods - Part 1: Basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry, Geneva, International Organization for Standardization, 1989.

Jauhiainen T (toim.): Audiologia, Duodecim, 2008.

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

Salmivalli A, Jauhiainen T, Kärjä J, Raivio M: Kuulontutkimus ja kuntoutus, Helsinki, Instrumentarium, 1984.

SAME: Metodbok i praktisk hörselmätning, Solna, LIC förlag, 1983.