



**TURUN
YLIOPISTO**

Jäännöskuulon säilyminen sisäkorvaistuteleikkauksissa

Kliininen laitos
Korva-, nenä- ja kurkkutautioppi
Syventävien opintojen opinnäytetyö

Laatija:
Otso Mielismäki

31.3.2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Syventävien opintojen opinnäyte

Oppiaine: Korva-, nenä-, kurkkutautioppi

Tekijä: Otso Mielismäki

Otsikko: Jäännöskuulon säilyminen sisäkorvaistuteleikkauksissa

Ohjaajat: EL Tytti Willberg, EL Johannes Routila

Sivumäärä: 24 sivua

Päivämäärä: 31.3.2025

Kuulonalenema voi aiheuttaa potilaalle merkittävää haittaa ja toimintakyvyn laskua. Vaikeaa ja keskivaikeaa kuulovikaa voidaan kuntouttaa sisäkorvaistutteilla, joissa ääniprosessori välittää leikkauksessa sisäkorvaan asennetun elektrodijohdon välityksellä sähköisiä signaaleja, jotka aivot tulkitsevat ääneksi. Nykyisillä leikkausmenetelmillä voidaan säästää potilaan omia ääntä aistivia karvasoluja eli säilyttää jäännöskuuloa. Tämän tutkielman tavoite on tarkastella jäännöskuulon säilymistä sisäkorvaistuteleikkauksissa.

Aineistona oli Turun yliopistollisessa keskussairaalassa vuosina 2017–2024 leikattuja sisäkorvaistutepotilaita. Leikattuja korvia oli yhteensä 51 kappaletta. Aineisto jaettiin kahteen ryhmään: elektroakustinen stimulaatio (EAS) -sovitukseen käyttäjiin (27 kpl) ja kontrolliryhmään (24 kpl), joilla ei suunniteltu EAS-sovituksen käyttöönottoa leikkauksen jälkeen. Aineistoon kerättiin muun muassa äänes- ja puheaudiometrisia mittaustuloksia.

Kontrolliryhmällä leikkausta edeltävät kuulokynnykset olivat keskimäärin EAS-ryhmää suurempia. Kontrolliryhmällä 0,125 kHz:n taajuudella kuulokynnys oli 26,2 dB suurempi, 0,250 kHz:n taajuudella 32,1 dB, 0,500 kHz:n taajuudella 25,6 dB ja 1 kHz:n taajuudella 7,3 dB suurempi. EAS-ryhmällä kuulokynnysten taso nousi vuoden kohdalla leikkauksesta 0,125 kHz:n taajuudella keskimäärin 8,1 dB, 0,250 kHz:n taajuudella 9,3 dB, 0,500 kHz:n taajuudella 3,9 dB ja 1 kHz:n taajuudella 11,3 dB. Leikkauksen myötä hälypuhetestitulokset paranivat. EAS-ryhmällä leikattavasta korvasta mitattujen hälypuhetestitulosten keskiarvo parani leikkausta edeltävästä arvosta vuoden seurannassa arvosta -1,5 dB arvoon -4,7 dB.

Avainsanat: kuulo, jäännöskuulo, sisäkorvaistute, sisäkorvaistuteleikkaus

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
1.1	Kuulonalenema	4
1.1.1	Kuulon kuntoutusmuodot	5
1.2	Sisäkorvaistute	5
1.2.1	Sisäkorvaistuteleikkaus	6
1.3	Sisäkorvaistutekuntoutus	8
1.3.1	Jäännöskuulo	8
1.3.2	Elektroakustinen stimulaatio (EAS) -sovitus	8
1.3.3	Hälypuhetesti	8
2	Aineisto ja Menetelmät	10
3	Tulokset	12
3.1	Aineisto	12
3.2	Tausta	12
3.3	Kuulokynnysmittaukset ennen ja jälkeen leikkauksen	15
3.4	Jäännöskuulon säilyminen	16
3.5	Hälypuhetestitulokset	17
4	Pohdinta	19
4.1	Tulokset	19
4.2	Jäännöskuulon säilyminen sisäkorvaistuteleikkauksissa	19
	Lähteet	21

1 Johdanto

1.1 Kuulonalenema

Kuulonalenema voi aiheuttaa potilaalle merkittävää haittaa. Kuulonaleneman tyyppiä ja vaikeusastetta selvitetään useimmiten äänesaudiometrialla, eli kuulontutkimuksella, jossa tutkitaan äänen välittymistä sisäkorvaan ilmajohtumisella tavallisesti 0,125–8 kHz:n ja luujohtumisella 0,25–4 kHz:n taajuusalueilla. Mitä enemmän ääntä joudutaan voimistamaan sen havaitsemiseksi, sitä merkittävämpi kuulonaleneman vaikeusaste on. Nollatasona käytetään terveyden nuorten ihmisten keskimääräistä kuulokynnystä. Äänen voimakkuus ilmoitetaan desibeleinä (dB), ja normaalin kuulokynnyksen alarajaksi on määritetty 20 dB:n äänenpainetaso. (1)

Kuulonaleneman vaikeusaste määritellään paremman korvan ääneskynnysten keskiarvon mukaan ja ilmoitetaan keskimääräisenä kuulokynnysarvona (BEHL, Better ear hearing level). EU-määritelmän mukaan keskiarvo lasketaan äänesaudiometriavulla taajuuksilta 0,5; 1; 2 sekä 4 kHz. Koska pelkän toisen korvan kuulovika voi jo aiheuttaa merkittävää haittaa, määräytyy kuulonaleneman haitta-aste huonomman korvan kuulon mukaan, jos korvien kuulokynnysarvojen väli on yli 20 dB. (2) Kuulovian vaikeusaste määräytyy BEHL-arvon korvan kuulon perusteella seuraavasti. Lievässä kuuloviassa kuulokynnysarvo on yli 20 dB, mutta alle 40 dB. Keskivaikeassa puolestaan yli 40 dB, mutta alle 70 dB. Vaikeassa yli 70 dB, mutta alle 95 dB ja erittäin vaikeassa kuuloviassa kuulokynnys on yli 95 dB (3). Pienillä lapsilla kuulovian vaikeusastetta arvioidaan aivorunkoherätevästeiden mittauksella, ja synnynnäisen kuulovian diagnoosi pyritään yleensä varmistamaan alle kuuden kuukauden iässä (1,8).

Kuulovika voi olla alkuperältään konduktiivinen eli johtumistyyppinen, aistimistyyppinen eli sensorineuraalinen tai sekatyypinen, jossa on sekä johtumis- että aistimishäiriö (1). Johtumistyyppisessä kuuloviassa ääniaallon eteneminen on osittain tai kokonaan estynyt korvakäytävän tai välikorvan alueella. Tämän voivat aiheuttaa muun muassa äkillinen välikorvan tulehdustila, välikorvaerite, synnynnäinen korvakäytävän tai välikorvan rakennepoikkeavuus, korvakäytävän tai välikorvan vamma tai sisäkorvan luurakenteen aineenvaihduntasairaus otoskleroosi. (3, 4)

Aistimistyyppisessä eli sensorineuraalisessa kuuloviassa äänen aistiminen on häiriintynyt, jolloin syy voi olla esimerkiksi sisäkorvan simpukan aistinsoluissa tai kuuloaistia välittävissä hermosoluissa (3). Sensorineuraalisen kuulovian voivat aiheuttaa erilaiset geenivirheet, sisäkorvaa vahingoittavat ototoksiset lääkkeet, erilaiset sikiöaikaiset infektiot tai vaikeat varhaisvaiheet, kuten synnytyksen aikana kehittynyt sikiön hapenpuute (1,3). Aistimistyyppinen kuulovika voi olla etenevä ja se voi painottua esimerkiksi matalille tai korkeille taajuusalueille.

1.1.1 Kuulon kuntoutusmuodot

Kuulonkuntoutusta voidaan toteuttaa kaikissa kuulovian vaikeusasteissa. Lähtökohtaisesti siihen ryhdytään, jos potilaalla on yli 30 desibelin BEHL, etenkin kun siitä on haittaa työskentelyyn, opiskeluun tai vastaavanlaisen toimintakyvyn ylläpitoon. Lapsilla kuntoutusta tarvitaan, mikäli kuulovika uhkaa kielen, puheen ymmärtämisen tai vuorovaikutuksen kehitystä. (1)

Keskeinen osa kuulonkuntoutusta ovat kuulokojeet ja istutettavat kuulolaitteet. Laite vahvistaa akustisia ääniaaltoja potilaan kuulovian vaikeusasteen ja äänesaudiogrammissa todettujen eri taajuuksien kuulokynnysten voimakkuuden mukaan. Kuulokojeet toimivat kuntoutusmuotona vain, jos potilaalla on sisäkorvan Cortin elimessä tarpeeksi toimivia aistinsoluja havaitsemaan voimistettun äänen. Mikäli aistinsoluja ei ole jäljellä tai niitä ei ole tarpeeksi ääniaaltojen värähtelyn havaitsemiseksi, äänenvoimakkuuden vahvistus ei saa kuulohermoa välittämään ääntä. Tällöin voidaan käyttää sisäkorvaistutteita, joilla on käyttöaihe vaikean tai erittäin vaikea-asteisen kuulovian kuntoutusmuotona ja tietyissä tapauksissa myös keskivaikeissa kuulovioissa. (1,6,8) Istuteella on mahdollista kuntouttaa myös sitä osaa Cortin elimestä, jossa aistinsoluja ei ole. Sisäkorvaistute mahdollistaa kuurona syntyvälle kyvyn kuuloaistimukseen sekä puheen ja vuorovaikutuksen kehitykseen. Lisäksi se mahdollistaa puheen kehityksen jälkeen merkittävän kuulovian saaneille kuuloaistin palauttamisen ja toiminta- tai työkyvyn parantamisen. (9)

1.2 Sisäkorvaistute

Sisäkorvaistute sisältää ulkoisen ja sisäisen osan. Ulkoinen osa käsittää korvan taakse asetettavan ääniprosessorin ja ihon päällä sijaitsevan kelan. Istutteen sisäinen osa käsittää kuuloa aistivaan Cortin elimeen asennettavan elektrodiketjun, jossa simpukan tyven alueelle jäävät elektrodit välittävät korkeita ja kohti simpukan kärkeä työntyvät elektrodit matalia ääniä. Elektrodijohto kiinnittyy korvan takana sijaitsevan ulkoisen osan kelan kohdalle, ihon ja lihaskerroksen alle tulevaan istutteen runko-osaan. Ääniprosessorin mikrofonit keräävät ympäristön ääniä, jotka koodataan sähköiseksi signaaliksi. Signaali siirtyy kelan ja sisäisen osan elektrodiketjun välityksellä Cortin elimeen, jossa se aiheuttaa kutakin taajuusaluetta vastaavien aistinsolujen ärsytyksen. Tämä puolestaan aiheuttaa signaalin kuulohermossa, joka edelleen välittää sen isoaivokuoren kuuloalueelle, jossa alun perin sähköisesti tuotettu signaali tulkitaan äänenä. (9,10) Sisäkorvaistutteen avulla voidaan kuuloelimen korkeita taajuuksia vastaava kuollut alue korvata ja samalla säilyttää matalien taajuuksien luonnollinen kuuloaistimus.



Kuva 1. Sisäkorvaistutteen ulkoinen osa.

Suomessa ei ole selkeää yhtenäistä ohjeistusta sisäkorvaistuttekuntoutuksen kriteereistä, vaan päätös hoidosta tehdään yksilöllisesti. Hoidon saamiselle ei ole yläikärajaa, eikä kehitysvammakaan ole este. Päätöksentekoon vaikuttavia asioita ovat muun muassa kuulovian vaikeusaste ja eteneminen, potilaan kokema subjektiivinen haitta ja työskentelyn, opiskelun tai yleisen elämäntilanteen tuomat kuulo vaatimukset. (8) Hoidontarpeen arvioinnin avuksi on käytössä hälypuhetesti, josta on kirjoitettu luvussa 1.3.3.

Potilaan soveltuvuutta sisäkorvaistuttekuntoutukseen arvioidaan lisäksi erilaisilla kuvantamistutkimuksilla, joilla kartoitetaan esimerkiksi potilaan sisäkorvan anatomista rakennetta ja kuulohermoa. Sisäkorvaistutteen asettamiselle voivat olla esteenä vaikea anatominen poikkeavuus, kuulohermon tai sisäkorvan kasvain sekä vaikea-asteinen sisäkorvan vaurio. Lievissä tapauksissa voi olla mahdollista soveltaa leikkaustekniikkaa hoitovasteen saavuttamiseksi (8).

Sisäkorvaistuttekuntoutusta tulee arvioida yhtenä vaihtoehtona muiden hoitomuotojen joukossa, sillä esimerkiksi pitkälle edenneessä otoskleroosissa sisäkorvaistuttekuntoutuksesta on parempi hyöty kuin stapedotomia-toimenpiteestä (7).

1.2.1 Sisäkorvaistuteleikkaus

Sisäkorvaistuteleikkaus vaatii jokaiselle potilaalle yksilöllisen suunnitelman. Suunnitelman laatimisen avuksi potilailta kuvataan sisäkorva tietokonetomografia- (TT) ja magneettiresonanssikuvauksella (MRI).

Leikkaustyylillä vaihtelee hieman toimenpiteen tekijän mukaan, mutta pääpiirteet ovat samat (14). Toimenpide tehdään useimmiten yleisanestesiassa, joskin iäkkäillä toimenpide on toteutettu myös paikallispuudutuksessa (15). Potilaille tehdään retroaurikulaarinen viilto, josta paljastetaan kartiolisäkkeen luinen pinta (planum mastoideum). Luuta poraamalla muodostetaan reitti kartiolisäkkeen ilmapitoisen lokeroston läpi. Seuraavaksi kasvohermon ja makushermon (chorda tympani) väliin jäävään kolmioon porataan aukko (posteriorinen tympanotomia), josta on näkymä välikorvaan ja simpukassa sijaitsevaan pyöreään ikkunaan. Sen päältä poistetaan luinen kieleke ja kalvorakenteita. Mikäli pyöreän ikkunan anatomian takia sisäkorvaistutteen elektrodiketjua ei ole mahdollista viedä sisään suoraan pyöreän ikkunan läpi, sitä voidaan laajentaa tai sen viereen voidaan tehdä ylimääräinen aukko, kokleostooma. Sisäkorvaistutteen sisäisen osan kela asetetaan kallon pinnan pehmytkudosten irrottelun ja kalloon poratun syvennyksen muodostamaan taskuun. Kelan asentamisen jälkeen asetetaan elektrodiketju pyöreästä ikkunasta tai kokleostoomasta simpukkaan. Elektrodiketjun sisäänvienti toteutetaan hitaasti ja rauhallisin liikkein. Kitkasta aiheutuvan vaurioitumisen ehkäisemiseksi voidaan käyttää hyaluronihappoa (19,20). Pyöreä ikkuna suljetaan pienellä palalla lihaskalvoa. Maadoituselektrodi asennetaan tarvittaessa ohimolihaksen alle, minkä jälkeen leikkaushaava suljetaan (11). Toimenpiteen lopuksi tehdään impedanssimittaus, jossa arvioidaan, miten sähkövirta välittyy elektrodista kudoksiin. Lisäksi eri istutevalmistajilla on käytössä erilaisia toimenpiteen aikaisia mittaustekniikoita, esimerkiksi Cochlear käyttää transimpedance matrix -mittausta (TIM). TIM-mittauksen avulla voidaan havaita elektrodiketjun virheasento esimerkiksi, jos elektrodiketjun pää taittuu kaksin kerroin (16,17). Leikkauksen jälkeen elektrodin oikea asento varmistetaan kartiokeilatietokonetomografiakuvauksella, josta elektrodiketjun tekemä kaarros voidaan mitata asteina.

Noin joka kymmenes potilas saa toimenpiteestä komplikaation. Yleisimpiä komplikaatioita ovat leikkaushaavan infektio, mustelma, ohimenevä huimaus ja chorda tympanin ärsytyksestä aiheutuva ohimenevä makuaistin muutos. Vakavat komplikaatiot ovat harvinaisia. (8,11) Toimenpide voi vaurioittaa potilaan jäljellä olevaa jäännöskuulon tasoa, vaikka nykyaikaisilla elektrodijohdoilla ja hellävaraisella leikkaustekniikalla se onkin harvinaista.

Sisäkorvaistuteleikkauksen jälkeen tehtävä uusintaleikkaus on harvinainen (13). Leikkaus saatetaan joutua uusimaan esimerkiksi elektrodiketjun virheasennon, leikkausalueen infektion tai kolesteatooman muodostuksen vuoksi. Lisäksi sisäkorvaistutteen vikaantuminen ja elektrodiketjun ulostyöntyminen ovat aihe toimenpiteen uusimiselle. Leikkausta edeltävällä huolellisella suunnittelulla voidaan saada parempi lopputulos. (12,13)

1.3 Sisäkorvaistutekuntoutus

Sisäkorvaistute aktivoidaan 1–4 viikkoa leikkauksen jälkeen, joskin etenkin työikäisellä vaikeasti kuulovammaisella potilaalla aktivointi voidaan suorittaa jo heti leikkausta seuraavana päivänä. Aktivaation jälkeen potilaita seurataan säännöllisesti ja tehdään tarvittaessa säätöjä istutteeeseen. Jokainen potilas vaatii omanlaisensa säädöt istuttelelle, ja jokainen sisäkorvaistutteen elektrodiketjun elektrodikontaktikohta säädetään erikseen (8). Aktivaation jälkeen potilaiden havaitsema ääni kuulostaa metalliselta, tietokonemaiselta ja korkeataajuiselta. Ajan kanssa kuitenkin kuuloaisti muovautuu tunnistamaan sähköiset signaalit ääneksi, ja havaitun äänen laatu muuttuu täyteläisemmäksi, kirkkaaksi ja lämpimäksi. (21)

1.3.1 Jäännöskuulo

Jäännöskuulolla tarkoitetaan potilaan kuuloaistin tasoa ilman kuulon apuvälineitä istuteleikkauksen jälkeen. Tämän huomioiminen on osa potilaan sisäkorvaistutekuntoutusta, sillä nykyaikaiset elektrodiketjut ja leikkaustekniikat onnistuvat säästämään potilaan jäännöskuuloa. Jäljellä olevasta kuulosta voi olla hyötyä potilaalle esimerkiksi musiikkia kuunnellessa tai hälyisessä tilassa kuulemisessa, vaikka tutkimuskirjallisuuden perusteella jäännöskuulon merkitys esimerkiksi puheentunnistukseen ei vaikutakaan merkittävältä (8,27). Leikkauksen vaikutusta jäännöskuuloon voidaan mitata vertaamalla leikkausta edeltävää äänesaudiogrammia leikkauksen jälkeiseen.

1.3.2 Elektroakustinen stimulaatio (EAS) -sovitus

Elektroakustinen stimulaatio -sovitus eli hybridisovitus hyödyntää potilaan jäännöskuuloa. Mikäli potilaalla on jäännöskuulo matalilla taajuuksilla ja kuulovika korkeilla taajuuksilla, hybridisovitus on hyödylliseksi todettu vaihtoehto (18). Hybridisovituksessa voimistetaan samanaikaisesti potilaan jäljellä olevan kuulon matalia taajuuksia akustisesti ja luodaan elektrodiketjun välityksellä äänisignaaleja korkeammilta taajuuksilta. Potilas siis kuulee matalat taajuudet ilmajohtumisen kautta ja korkeammat taajuudet sisäkorvaistutteen avulla. Näin potilaan kuuloaistin vahvistus on monipuolisempaa.

1.3.3 Hälypuhetesti

Hälypuhetestin avulla voidaan arvioida kuuloviasta aiheutuvaa haittaa äänes- ja puheaudiometriän ohella. Lisäksi hälypuhetesti auttaa arvioimaan sisäkorvaistutekuntoutuksen tulosta vastaamalla arkista tilannetta, jossa potilas joutuu kuuntelemaan ympäristössä, jossa on taustahälyä ja -melua. Hälypuhetestissä potilaalle toistetaan puhetta ja taustakohinaa samaan aikaan. Taustahälyn ja puheen voimakkuuksien

suhdetta mitataan ja kirjataan ylös (Signal-to-noise ratio, SNR). Mitä vähemmän puhetta tarvitsee voimistaa suhteessa taustahälyn voimakkuuteen, sitä parempi hälypuhetestin tulos on. (22)

2 Aineisto ja Menetelmät

Tutkimuksessa kerättiin vuosina 2017–2024 Turun yliopistollisessa keskussairaalassa tehtyihin sisäkorvaistuteleikkauksiin liittyvää dataa. Data kerättiin taannehtivasti potilastietojärjestelmän potilasasiakirjoista, audiogrammeista sekä suomen- ja ruotsinkielisistä hälypuhetestien tuloksista. Aineistoon valittiin potilaat, joilla oli suunniteltu elektroakustisen sovituksen käyttöönotto sisäkorvaistuteleikkauksen yhteydessä sekä 24 verrokkia, joilla elektroakustista sovitusta ei ollut. Tutkimukseen kerättävän datan tarkastelu aloitettiin ennen sisäkorvaistuteleikkausta toteutetuista kirjauksista ja tutkimuksista aina yhden, viiden ja kymmenen vuoden kohdalla toteutettuihin kontrollikäynteihin ja -tutkimuksiin. Mitattavat data-arvot kirjattiin REDCap-ohjelman lomakepohjaan.

Potilaan taustasta kerättävät tiedot olivat syntymäaika, sukupuoli, kuulovian etiologia, kuulon kuntoutuksen alkamisikä sekä äidinkieli. Kuulovian etiologian eri vaihtoehtoja olivat varmistettu geenivirhe tai epäily geenivirheestä, Ménièreen tauti, otoskleroosi, vaikeat varhaisvaiheet, sikiöaikainen infektio tai sen epäily, trauma, todettu sisäkorvan rakennepoikkeavuus, kuulohieron rakennepoikkeavuus, muu syy tai syy, joka ei ole tiedossa.

Potilaiden kuulontutkimuksista kerättiin tietoa ennen sisäkorvaistuteleikkausta, yhden vuoden kuluttua leikkauksesta sekä viiden vuoden kuluttua leikkauksesta. Samalla kerättiin tietoa toisen puolen korvan kuulontutkimuksista. Tarkasteltavia kuulontutkimuksia olivat äänesaudiogrammi, suomenkielisellä sanamatriisilla tehty hälylausetesti (FMST), suomekielisellä sanamatriisilla tehty lyhennetty hälylausetesti (FINSIMAT) sekä Jauhiaisen sanalistoihin perustuva kaksitavuisten sanojen testi. Hälylausetestin tulos kirjattiin 50 %:n adaptiivisena kynnyksenä (desibeli, dB). Kuulohistoriaan liittyen kirjattiin ylös, käyttikö potilas kuulokojetta leikkaukseen asti, milloin viimeksi potilas oli käyttänyt kuulokojetta tai oliko potilas käyttänyt kuulokojetta ollenkaan.

Mikäli potilaalle oli tehty äänesaudiogrammi kerättiin ilmajohtumisella mitatusta kuulosta vasteet ja kuulokynnykset seuraavista taajuuksista: 0,125 kHz, 0,250 kHz, 0,500 kHz, 1,000 kHz, 2,000 kHz, 4,000 kHz, 6,000 kHz ja 8,000 kHz. Luujohtumisvasteet ja -kuulokynnykset kerättiin seuraavista taajuuksista: 0,250 kHz, 0,500 kHz, 1,000 kHz, 2,000 kHz ja 4,000 kHz.

Sisäkorvaistuteleikkauksesta kirjattiin ensimmäisen leikkauksen päivämäärä, istutevalmistaja ja elektrodityyppi, leikkaustekniikka (onnistuiko istutteen asentamien pyöreästä ikkunasta, pitikö pyöreää ikkunaa laajentaa tai porattiinko pyöreän ikkunan viereen uusi reikä (kokleostooma)). Lisäksi tarkasteltiin, tehtiinkö leikkauksen aikana transimpedanssimittaus (transimpedance matrix, TIM), tehtiinkö leikkauksen jälkeen korvan kartiokeilatografia-tutkimus (KKTT), josta kirjattiin ylös elektrodin insertiokulma asteina sekä mahdollisen komplikaation, elektrodin kärjen taittumisen, näkyminen. Eri istutevalmistajavaihtoehtoja olivat Cochlear, AB, Oticon ja MedEI. Cochlear-valmistajan elektrodeista kirjattiin ylös potilaan tarkempi elektrodityyppi: CI512, CI522, CI532, CI612, CI622 tai CI632.

Vuoden ja viiden vuoden kohdalla katsottiin, oliko sisäkorvaistute säännöllisessä käytössä, oliko elektroakustinen stimulaatio (EAS) -sovitus ollut käytössä, oliko EAS-sovitus omalla bassonalueen kuulolla tai oliko pelkästään sähköinen sovitus käytössä. EAS-sovituksen aloitus ja lopetustajaudet kirjattiin myös ylös.

Toisesta korvasta kerättiin ylös mahdollisen kuulonkuntoutuksen muoto: sisäkorvaistute, kuulokoje tai ei kuntoutusta. Lisäksi kerättiin samat kuulotutkimusten tulokset kuin leikatusta korvasta.

Tuloksia tarkasteltiin REDCap-ohjelman luomista tilastoinneista. Lisäksi tuloksien havainnollistamiseen käytettiin Excel- ja SPSS-ohjelmissa tehtyjä kaavioita.

3 Tulokset

3.1 Aineisto

Tarkasteltavaan dataan sisältyi 41 leikkauspotilasta. Näistä kymmenelle tehtiin sisäkorvaistuteleikkaus molempiin korviin eli tarkasteltavia istuteleikkauskorvia oli yhteensä 51 kappaletta. Leikatut korvat jaettiin kahteen ryhmään sen perusteella, suunniteltiinko potilaalle elektroakustinen stimulaatio (EAS) -sovitus käyttöön vai ei. Potilaat, joille EAS-sovitusta ei suunniteltu käyttöön olivat osa kontrolliryhmää. Leikattujen korvien tarkempi jako on esitetty taulukossa 1.

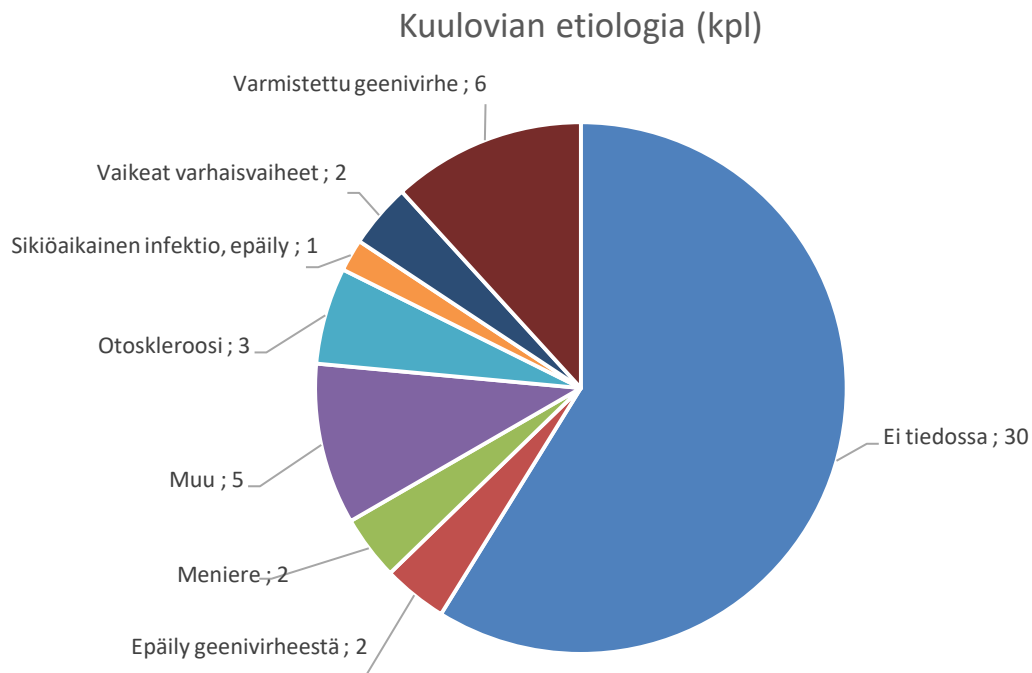
	EAS-ryhmä	Kontrolliryhmä
Miehet	8 kpl	15 kpl
Naiset	19 kpl	9 kpl
Yhteensä	27 kpl	24 kpl

Taulukko 1. Leikkauspotilaiden jakautuminen sukupuolen perusteella.

Yhden vuoden kohdalla seurantakäyntejä oli EAS-ryhmässä 25 kpl ja kontrolliryhmässä 2 kpl. Viiden vuoden kohdalla seurantakäyntejä oli kolmella potilaalla, joista kaikki olivat osa EAS-ryhmää.

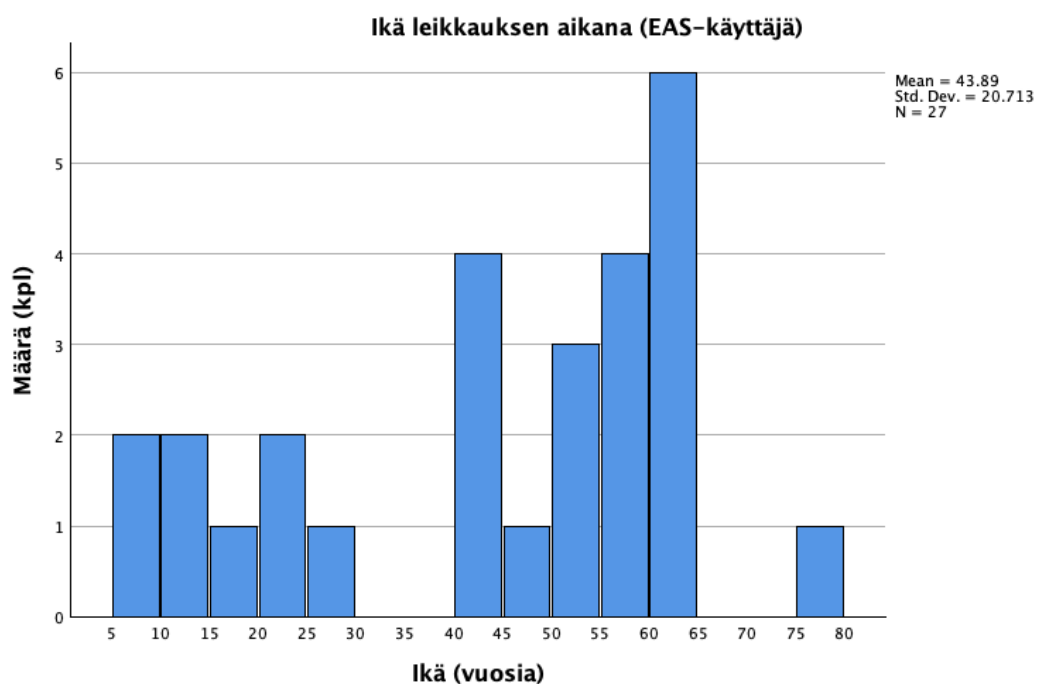
3.2 Tausta

Suomea äidinkielenä puhuvia oli 45 kpl, ruotsia 3 kpl ja muuta kieltä äidinkielenään puhuvia 3 kpl. Suurin osa kuulovikojen aiheuttajista ei ollut tiedossa. Muu-kategoriassa kuulovian syntymekanismina eniten oli sairastettuja infektioita. Kuulovian taustasyitä on esitetty tarkemmin kuvassa 2.

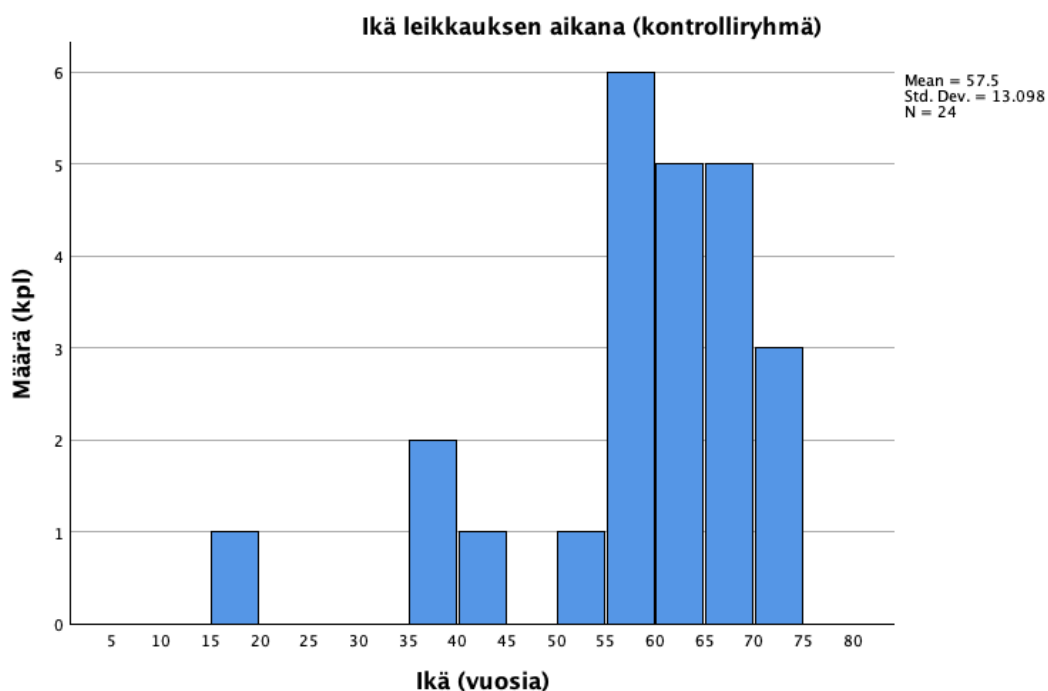


Kuva 2. Kuulovian etiologia.

Potilaiden keskimääräinen ikä leikkauksen aikana vaihteli EAS-ryhmän ja kontrolliryhmän välillä. EAS-ryhmässä keskimääräinen ikä leikkauksen aikana oli noin 44 vuotta ja kontrolliryhmässä noin 58 vuotta. Kaikkien potilaiden keskimääräinen ikä leikkauksen aikana oli noin 50 vuotta. EAS-ryhmässä oli enemmän alle 30-vuotiaana leikattuja (8 kpl), kun taas kontrolliryhmässä alle 30-vuotiaana leikattuja korvia oli vain 1 kpl. Leikkauksenaikaiset ikäjakaumat EAS- ja kontrolliryhmien välillä on esitetty tarkemmin kuvissa 3 ja 4.



Kuva 3. Ikä sisäkorvaistuteleikkauksen aikaan (EAS-ryhmä).



Kuva 4. Ikä sisäkorvaistuteleikkauksen aikaan (kontrolliryhmä).

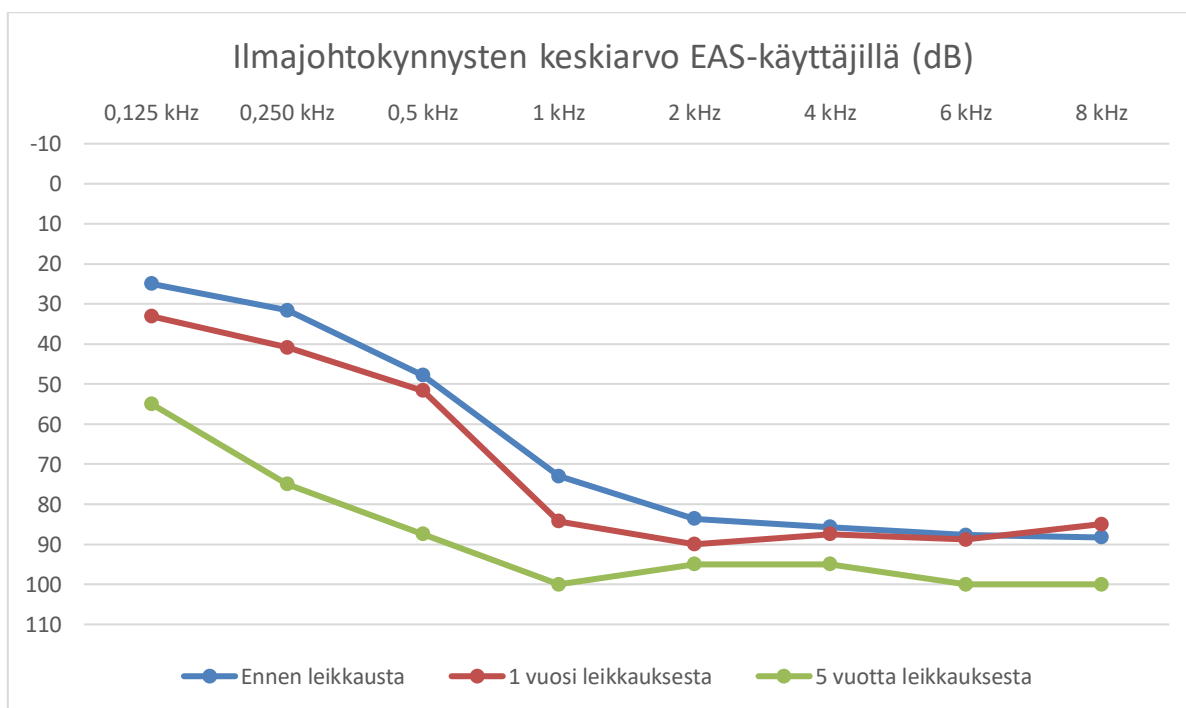
EAS-ryhmässä oleville potilaille suunniteltiin elektroakustinen stimulaatio -sovituksen käyttöönotto. Seurannassa yhden vuoden kohdalla EAS-sovituksen käyttäjiä oli 18 kpl. Neljällä EAS-sovitus oli käytössä omalla bassonalueen kuulolla. Yhdellä EAS-sovitus oli otettu käyttöön, mutta oli vaihdettu

täysin sähköiseen sovitukseen. Kahdella EAS-sovitusta ei ollut otettu koskaan käyttöön. Lisäksi kahdella potilaalla sisäkorvaistuteleikkauksesta oli tarkasteluhetkellä kulunut alle vuosi, joten tarkastelua EAS-sovituksen käyttöönotosta ei heillä voitu tehdä.

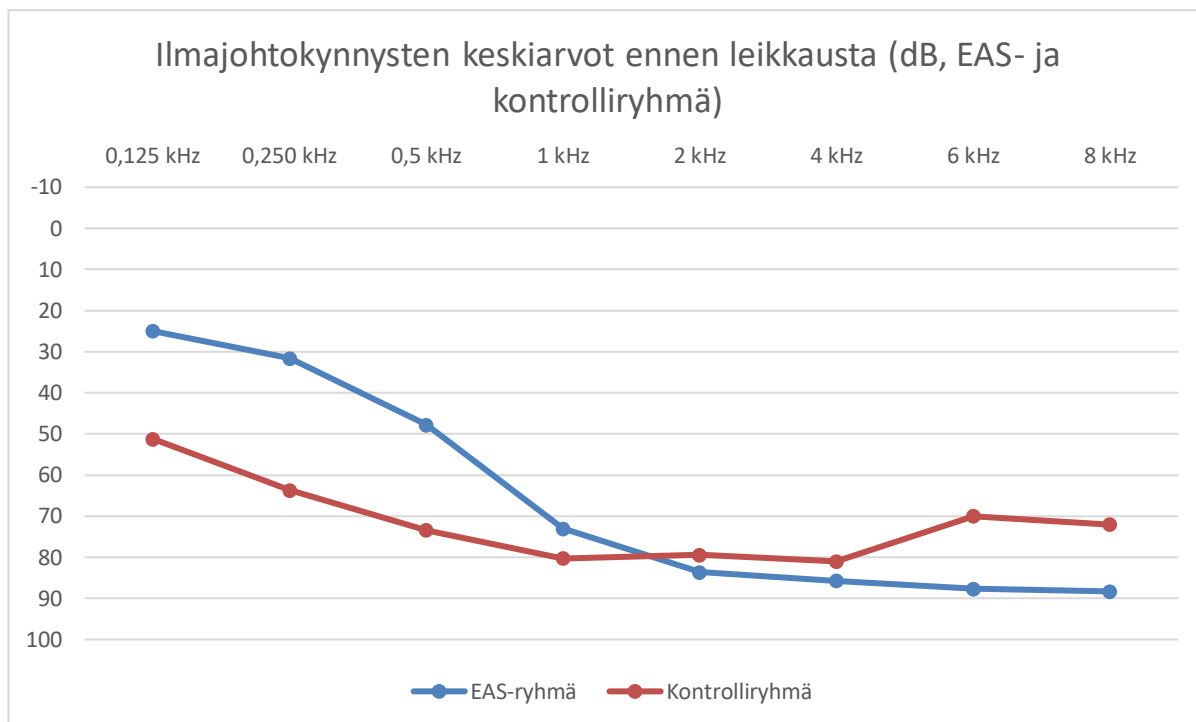
3.3 Kuulokynnysmittaukset ennen ja jälkeen leikkauksen

EAS-ryhmässä 25:llä oli saatavilla ilmajohtumisen kuulokynnysmittaustulokset ennen leikkausta ja kontrolliryhmässä 23:lla. Seurannassa vuoden kohdalla ilmajohtumisen kuulokynnysmittauksia oli saatavilla EAS-ryhmästä 16:sta. Kontrolliryhmään kuuluvien potilaiden jäännöskuuloa ei seurattu kuulontutkimuksin. Viiden vuoden seurantakäynnillä käyneestä kolmesta potilaasta kahdella oli ilmajohtokynnykset mitattu. Luujohtumisen kuulokynnysmittaukset ennen leikkausta oli saatavilla EAS-ryhmässä 18:sta ja kontrolliryhmässä 7:llä. Yhdelläkään potilaalla ei ollut luujohtomittauksia seurantakäynneiltä. Kuulokynnysmittausten keskiarvot ovat esitetty kuvissa 5 ja 6.

Ennen toimenpidettä mitatuista ilmajohtumisen keskiarvoista havaitaan, että kontrolliryhmällä kuulovian aste oli keskimäärin suurempi. Kontrolliryhmällä 0,125 kHz:n taajuudella kuulokynnys oli 26,2 dB suurempi, 0,250 kHz:n taajuudella 32,1 dB, 0,500 kHz:n taajuudella 25,6 dB ja 1 kHz:n taajuudella 7,3 dB suurempi.



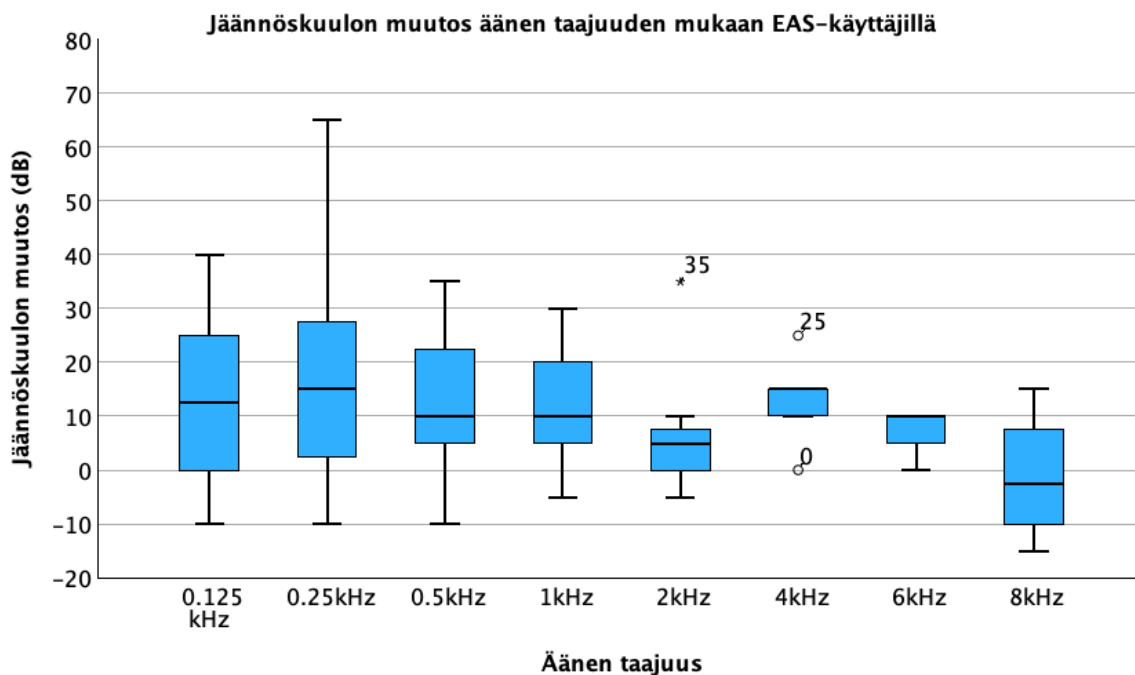
Kuva 5. Ilmajohtokynnysten keskiarvot ennen leikkausta sekä 1 ja 5 vuotta leikkauksen jälkeen (EAS-ryhmä).



Kuva 6. Ilmajohtokynnysten keskiarvo ennen leikkausta (EAS- ja kontrolliryhmä).

3.4 Jäännöskuulon säilyminen

Jäännöskuulon muutosta tarkasteltiin 16:sta EAS-ryhmän leikatusta korvasta, joista oli mitattu ilmajohtokynnyksen ennen leikkausta ja yhden vuoden seurantakäynnin kohdalla. Kontrolliryhmästä yhdelläkään ei ollut mittaustuloksia sekä ennen leikkausta että yhden vuoden kohdalla. Tuloksissa positiivinen arvo kuvastaa kuulokynnyksen suurenemista eli kuuloaistin heikentymistä.



Kuva 7. Jäännöskuulon muutokset vuoden kohdalla verrattuna leikkausta edeltävään kuulon tasoon (EAS-ryhmä).

3.5 Hälypuhetestitulokset

EAS-ryhmällä kuudella oli tehty leikattavan korvan hälypuhetesti ennen toimenpidettä. Näillä kuudella mittaustulosten keskiarvo ennen leikkausta oli -1,5 dB ja vuoden kohdalla leikkauksesta -5,8 dB. Vuoden kohdalla kaikkiaan 18 EAS-ryhmän istutekorvasta oli mitattu hälypuhetestin tulokset, joiden keskiarvo oli -4,7 dB. Viiden vuoden kohdalla kahdella oli mitattu hälypuhetestin tulokset, joiden keskiarvo oli -7,9 dB.

Molempien korvien hälypuhetestejä oli mitattu kahdeksalla EAS-käyttäjällä sekä ennen leikkausta että jälkeen. Näistä toisen korvan kuntoutuksena neljällä oli sisäkorvaistute ja neljällä kuulokoje. Kahdella toisen korvan kuntoutusmuoto vaihtui kuulokojeesta sisäkorvaistutteeksi ennen kontrollikäyntiä.

Hälypuhetestitulosten keskiarvo näillä potilailla ennen leikkausta oli -1,4 dB ja 1 vuoden kontrollikäynnin kohdalla oli -5,1 dB. Kaikkien EAS-ryhmän molempien korvien hälypuhetestitulostmittausten (11 kpl) keskiarvo ennen leikkausta oli -1,8 dB ja vuoden kohdalla (17 kpl) keskiarvo oli -5,5 dB.

Yhdellä EAS-käyttäjällä tehtiin Jauhiaisien sanatesti leikkauskorvalla. Sanatestin tulos oli vuoden kontrollikäynnin kohdalla 44 prosenttiyksikköä parempi.

Kontrolliryhmästä neljälle potilaalle oli tehty hälypuhetesti leikatulla korvalla ennen leikkausta. Näistä korvista mitattu hälypuhetestituloksien keskiarvo oli -0,4 dB. Vain yhdellä oli mittaustulos vuosi leikkauksesta. Molempien korvien hälypuhetestimittauksia oli tehty kontrolliryhmässä ennen leikkausta 11 kappaletta, joista toisen korvan kuntoutuksena seitsemällä oli sisäkorvaistute ja neljällä kuulokoje. Mittausten keskiarvo näillä potilailla oli -4,3 dB. Vastaavasti vuoden kohdalla tehtyjen mittausten (2 kpl) keskiarvo oli -4,7 dB.

Hälypuhetestitulosten keskiarvo leikattavalla korvalla	EAS-ryhmä	Kontrolliryhmä
Ennen toimenpidettä	-1,5 dB (6 kpl)	-0,4 dB (4 kpl)
Vuoden kohdalla	-4,7 dB (18 kpl)	-
5 vuoden kohdalla	-7,9 dB (2 kpl)	-

Taulukko 2. Hälypuhetestitulosten keskiarvo leikattavasta korvasta mitattuna (EAS- ja kontrolliryhmä).

Hälypuhetestitulosten keskiarvo molemmista korvista mitattuna	EAS-ryhmä	Kontrolliryhmä
Ennen toimenpidettä	-1,8 dB (11 kpl)	-0,4 dB (11 kpl)
Vuoden kohdalla	-5,5 dB (17 kpl)	-4,7 dB (2 kpl)
5 vuoden kohdalla	-	-

Taulukko 3. Hälypuhetestitulosten keskiarvo molemmista korvista mitattuna (EAS- ja kontrolliryhmä).

4 Pohdinta

4.1 Tulokset

EAS-ryhmän keskimääräinen ikä leikkauksen aikana oli kontrolliryhmää nuorempi (EAS-ryhmän ikä noin 44 vuotta ja kontrolliryhmän 58 vuotta). Tämä selittyy jäännöskuulon tasolla, joka muuttuu iän myötä. Kuuloviat ovat yleensä eteneviä, jolloin ikääntyessä kuulon taso heikkenee. Mitä vanhempi potilas leikkaushetkellä siis on, sitä todennäköisemmin omaa kuuloa ei ole enää tarpeeksi jäljellä EAS-sovituksen hyödyntämiseksi.

Seurantakäyntejä tarkasteltaessa EAS-ryhmällä oli enemmän dataa yhden ja viiden vuoden kohdalla. Kontrolliryhmässä vain 3:lla oli seurantakäyntejä vuoden kohdalla, mikä johtuu siitä, että kaikista muista kontrolliryhmän leikkauksista ei ollut datan keruuhetkellä kulunut vielä vuotta.

Kuulokynnysmittauksista havaitaan, että leikkausta edeltävästi EAS-ryhmän matalien taajuuksien kuulokynnystulokset ovat kontrolliryhmää parempia eli EAS-ryhmällä oli enemmän omaa kuuloa jäljellä. Lisäksi nähdään, että kuulovian vuoksi korkeilla taajuuksilla kuulo ei monella ole mitattavissa. Tämä puoltaa EAS:n käyttöönottoa, sillä matalilla taajuuksilla on hyödynnettävissä oleva kuulotaso ja korkeiden taajuuksien kuulonalenema on mahdollista korvata sisäkorvaistutteella.

Hälypuhetestituloksia tarkastellessa voidaan todeta, että mitä kauemmin sisäkorvaistute on ollut käytössä, sitä parempi hälypuhetestin tulos on. Lisäksi molempien korvien hälypuhetestissä saadaan todennäköisesti parempi tulos, jos molemmissa korvissa on käytössä sisäkorvaistutteet. Ajan myötä istute saadaan säädettyä potilaalle ja ennen kaikkea potilas tottuu istutteen äänimaisemaan. Tällöin hälypuhetestitulokset paranevat, vaikka EAS ei olisi käytössä.

4.2 Jäännöskuulon säilyminen sisäkorvaistuteleikkauksissa

Potilaan jäännöskuulon säilymiseen vaikuttaa moni tekijä, kuten potilaan kuulon lähtötaso, leikkaustekniikka ja mahdolliset komplikaatiot. Lisäksi ikääntyessä kuulo saattaa heikentyä ikäkuulon ja etenevän kuulovian takia. 140 potilaan tutkimuksessa tutkittiin jäännöskuulon säilymistä sisäkorvaistuteleikkauksissa matalilta (125, 250 ja 500 Hz) taajuuksilta. Yli 75 %:n kuulon säilyminen leikkausta edeltäviin mittauksiin luokiteltiin täydellisenä säilyvyytenä, yli 25 % säilyminen osittaisena, alle 25 % säilyminen pienenä ja mittaamaton kuulon taso täydellisenä kuulon menetyksenä. Tutkimuksessa todettiin täydellinen jäännöskuulon säilyvyys 14, osittainen säilyvyys 36, pieni säilyvyys 42 ja täysi jäännöskuulon menetys 48 potilaalla. (23)

Toisessa 52 potilaan (yli 18-vuotiaiden) tutkimuksessa havaittiin täydellinen jäännöskuulon säilyvyys 30 %:lla, osittainen 35,8 %:lla, pieni säilyvyys 20,8 %:lla ja täydellinen jäännöskuulon menetys 13 %:lla. (26)

Lapsien sisäkorvaistuteleikkauksia käsittelevän katsauksen mukaan lapsilla jäännöskuulon säilyminen on samaa luokkaa tai parempaa kuin aikuisten leikkaustoimenpiteissä. Matalien taajuuksien jäännöskuulon täydellinen säilyminen todettiin 39,5–54 %:lla lapsipotilaista. (24)

Suomessa toteutetussa 11–67-vuotiaita potilaita ja 17 sisäkorvaistutetoimenpidettä käsittelevässä tutkimuksessa seurattiin jäännöskuulon säilymistä noin 2 vuoden ajalta. Jäännöskuulon täydellinen säilyminen todettiin 14:lla, osittainen säilyminen 1:llä ja pieni jäännöskuulon säilyminen 2:lla. Yhdelläkään potilaalla ei todettu jäännöskuulon täydellistä menetystä. Keskimääräinen kuulokynnystason lasku leikkauksen jälkeen oli 11 dB. (25) Kaikissa seuranta tutkimuksissa jäännöskuulon taso laski sitä enemmän, mitä pidempään seuranta toteutettiin.

Tässä tutkimuksessa potilaiden jäännöskuulojen taso laski toimenpiteen jälkeisessä seurannassa, jolloin EAS-sovituksesta ei todennäköisesti ole pysyvää hyötyä. Keskeinen hyöty EAS-sovituksessa on kuitenkin sujuva kuntoutus varhaisvaiheessa sekä sopeutuminen aktivointivaiheen äänimaisemaan.

Lähteet

1. Klockars, T., Aarnisalo, A. A., & Nuutinen, J. (2011). Korva-, nenä- ja kurkkutaudit ja foniatrian perusteet ([Neljäs, täysin uudistettu painos]). Korvatieto.
2. Sosiaali- ja terveysministeriö. Haittaluokat ja haitta-aste. Lääkärin käsikirja (2015). ykt01139. Kustannus Oy Duodecim.
3. Jukka Kokkonen. Kuulokäyrän tulkinta ja heikentynyt kuulo. Lääkärin käsikirja (2023). ykt00979. Kustannus Oy Duodecim.
4. Timo Hirvonen. Otoskleroosi. Lääkärin käsikirja (2023). ykt00981. Kustannus Oy Duodecim.
5. Ilkka Kivekäs, Voitto Kotti, Sari Vikman ja Juha-Pekka Vasama. Vaikean kuulovian merkitys ja hoito, Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2021;137(4):367–372.
6. Kauma, I., Kotila, L., Audiologia. Kandidaattikustannus., & Lääketieteenkandidaattiseura. (2017). Therapia Fennica (10. laitos.). Kandidaattikustannus Oy.
7. Abdurehim Y, Lehmann A, Zeitouni AG. Stapedotomy vs Cochlear Implantation for Advanced Otosclerosis: Systematic Review and Meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016 Nov;155(5):764-770. doi: 10.1177/0194599816655310. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27329418.
8. Dietz, A., Willberg, T., Sivonen, V., & Aarnisalo, A. A. (2018). Sisäkorvaistute - kokeellisesta hoidosta arkipäivän kuntoutukseksi. *Suomen lääkärilehti*, 73(9), 570-576.
9. Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am.* 2020 Feb;53(1):87-102. doi: 10.1016/j.otc.2019.09.004. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31677740.
10. Mowry SE, Woodson E. Cochlear Implant Surgery. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020 Jan 1;146(1):92. doi: 10.1001/jamaoto.2019.2274. PMID: 31556929.
11. Carlson ML. Cochlear Implantation in Adults. *N Engl J Med.* 2020 Apr 16;382(16):1531-1542. doi: 10.1056/NEJMra1904407. PMID: 32294347.

12. Canzano F, Di Lella F, Guida M, Pasanisi E, Govoni M, Falcioni M. Revision cochlear implant surgery for clinical reasons. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2023 Feb;43(1):65-73. doi: 10.14639/0392-100X-N2096. PMID: 36860152; PMCID: PMC9978301.
13. Zeitler DM, Budenz CL, Roland JT Jr. Revision cochlear implantation. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009 Oct;17(5):334-8. doi: 10.1097/MOO.0b013e32832dd6ac. PMID: 19502980.
14. Kant E, Markodimitraki LM, Stegeman I, Thomeer HGXM. Variability in surgical techniques for cochlear implantation: an international survey study. *Cochlear Implants Int.* 2022 Jul;23(4):195-202. doi: 10.1080/14670100.2022.2051242. Epub 2022 Mar 22. PMID: 35317714.
15. Emilio A, Max T, Rolf S, Giorgio L, De Luca P, Pasquale V, Filippo R, Alfonso S. Local anesthesia vs. general anesthesia in cochlear implant surgery: Impact on surgical duration, postoperative recovery, costs and clinical insights. An extensive meta-analysis. *Am J Otolaryngol.* 2024 Nov-Dec;45(6):104462. doi: 10.1016/j.amjoto.2024.104462. Epub 2024 Aug 5. PMID: 39116718.
16. Hoppe U, Brademann G, Stöver T, Ramos de Miguel A, Cowan R, Manrique M, Falcón-González JC, Hey M, Baumann U, Huarte A, Liebscher T, Bennett C, English R, Neben N, Ramos Macías A. Evaluation of a Transimpedance Matrix Algorithm to Detect Anomalous Cochlear Implant Electrode Position. *Audiol Neurootol.* 2022;27(5):347-355. doi: 10.1159/000523784. Epub 2022 Mar 18. PMID: 35306487.
17. Hans S, Arweiler-Harbeck D, Kaster F, Ludwig J, Hagedorn E, Lang S, Meyer M, Holtmann LC. Transimpedance Matrix Measurements Reliably Detect Electrode Tip Fold-over in Cochlear Implantation. *Otol Neurotol.* 2021 Dec 1;42(10):e1494-e1502. doi: 10.1097/MAO.0000000000003334. PMID: 34766947.
18. Li C, Kuhlmeier M, Kim AH. Electroacoustic Stimulation. *Otolaryngol Clin North Am.* 2019 Apr;52(2):311-322. doi: 10.1016/j.otc.2018.11.008. Epub 2019 Jan 5. PMID: 30617011.

19. Laszig R, Ridder GJ, Fradis M. Intracochlear insertion of electrodes using hyaluronic acid in cochlear implant surgery. *J Laryngol Otol.* 2002 May;116(5):371-2. doi: 10.1258/0022215021910816. PMID: 12080996.
20. Ramos BF, Tsuji RK, Bento RF, Goffi-Gomez MV, Ramos HF, Samuel PA, Brito R. Hearing preservation using topical dexamethasone alone and associated with hyaluronic acid in cochlear implantation. *Acta Otolaryngol.* 2015 May;135(5):473-7. doi: 10.3109/00016489.2014.995831. Epub 2015 Feb 26. PMID: 25719419.
21. Dorman MF, Natale SC, Buczak N, Stohl J, Acciai F, Büchner A. Cochlear Implant Sound Quality. *J Speech Lang Hear Res.* 2025 Jan 2;68(1):323-331. doi: 10.1044/2024_JSLHR-23-00678. Epub 2024 Nov 19. PMID: 39560498.
22. Sivonen, Willberg, Sinkkonen, Aarnisalo, Dietz. Suomenkielinen puheaudiometria ja uudet hälypuhetestit. *Suomen lääkirlehti* 41/2017 (72): 2302–2307
23. Kant E, Jwair S, Thomeer HGXM. Hearing preservation in cochlear implant recipients: A cross-sectional cohort study. *Clin Otolaryngol.* 2022 May;47(3):495-499. doi: 10.1111/coa.13927. Epub 2022 Mar 15. PMID: 35263011; PMCID: PMC9314029.
24. Marinelli JP, Carlson ML. Hearing preservation in pediatric cochlear implantation. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2024 Dec 1;32(6):410-415. doi: 10.1097/MOO.0000000000001011. Epub 2024 Sep 17. PMID: 39365266.
25. Iso-Mustajärvi M, Sipari S, Löppönen H, Dietz A. Preservation of residual hearing after cochlear implant surgery with slim modiolar electrode. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020 Feb;277(2):367-375. doi: 10.1007/s00405-019-05708-x. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31673779; PMCID: PMC6981311.
26. Harrison L, Manjaly JG, Ellis W, Lavy JA, Shaida A, Khalil SS, Saeed SR. Hearing Preservation Outcomes With Standard Length Electrodes in Adult Cochlear Implantation and the Uptake of Electroacoustic Stimulation. *Otol Neurotol.* 2020 Sep;41(8):1060-1065. doi: 10.1097/MAO.0000000000002702. PMID: 32569131.
27. Schaefer S, Sahwan M, Metryka A, Kluk K, Bruce IA. The benefits of preserving residual hearing following cochlear implantation: a systematic review. *Int J Audiol.*

2021 Aug;60(8):561-577. doi: 10.1080/14992027.2020.1863484. Epub 2021 Jan 10.
PMID: 33426931.