

Liisa Eerola

Otoakustisen emissiotutkimuksen toteuttaminen neuvolassa

Metropolia

Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Hyvinvointiteknologia

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Liisa Eerola Otoakustisen emissiotutkimuksen toteuttaminen neuvolassa 44 sivua + 7 liitettä 25.11.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Hyvinvointiteknologia
Ohjaaja(t)	Yliääkäri, dosentti Miikka Peltomaa Yliopettaja Mikael Soini
<p>Työssä tutkittiin neuvoloissa työskentelevien terveydenhoitajien suhtautumista otoakustisen emissiotutkimuksen tekemiseen 3-vuotiaille neuvolakäynnin yhteydessä. Tarkoituksena oli selvittää, riittääkö terveydenhoitajilla aika tutkimuksen tekemiseen ja miten laitteen käyttö onnistuu heiltä. Tutkimuksissa käytetty laite oli nimeltään Titan, ja se saatiin lainaksi Interacoustics-nimiseltä yritykseltä. Yhteistyöneuvolana toimi Järvenpään Keskustan neuvola, jossa otoakustista emissiota tutkiva laite oli kokeilussa noin neljän kuukauden ajan. Tämän ajanjakson aikana terveydenhoitajat tutkivat tai yrittivät tutkia kaikki 3-vuotisneuvolakäynnille tulevat lapset ja kirjasivat ylös esiin tulleet ongelmat.</p> <p>Esiin tulleita ongelmia olivat esimerkiksi lasten vilkkaus tai ujous, jolloin tutkimuksen tekeminen ei onnistunut. Ongelmia tuotti myös lapsen korvaan tiiviisti sopivan tipin valitseminen, mutta muita ongelmia ei laitteen käyttö tuottanut. Koska otoakustinen emissiotutkimus on itsessään hyvin nopea, ei ongelmaksi muodostunut ajanpuute. Toisaalta, vaikka tutkimuksia ei juurikaan jouduttu jättämään ajanpuutteen vuoksi tekemättä, terveydenhoitajat olisivat halunneet neuvolakäynnille hieman lisääaikaa.</p> <p>Tämä työ on pilottitutkimus pidempiaikaiselle tutkimukselle, jossa tutkitaan onko tarvetta lisätä otoakustinen emissiotutkimus osaksi neuvoloiden kuulonseulontaa. Kyseisen tutkimuksen nimi on ”Objektiivinen kuulontutkimus 3-vuotisneuvolassa – tavoitteena kuntoutusta vaativien kuulovikojen varhaisempi löytäminen” ja siinä tutkitaan Järvenpään neuvoloissa kokonainen ikäluokka 3-vuotiaita. Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selvittää, onko pidempiaikaista tutkimusta mahdollista aloittaa. Koska neuvolassa työskentelevät terveydenhoitajat ottivat otoakustisia emissioita tutkivan laitteen hyvin vastaan ja osasivat käyttää sitä ilman suurempia ongelmia, on pidempiaikainen tutkimus mahdollista toteuttaa. Insinööriyön tulosten pohjalta selvisi kuitenkin, että ennen pidempiaikaisen tutkimuksen aloittamista pitää tehdä muutoksia tutkimuskäytäntöihin. Esimerkiksi terveydenhoitajat pitää perehdyttää paremmin oikean kokoisen tipin valintaan.</p>	
Avainsanat	OAE, otoakustinen emissio, kuulonseulonta

Author(s) Title	Liisa Eerola Using Otoacoustic Emission measurements In Child Health Clinics
Number of Pages Date	44 pages + 7 appendices 25 November 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Health Informatics
Instructor(s)	Miikka Peltomaa, Chief Physician, Docent Mikael Soini, Principal Lecturer
<p>The aim of this research was to study if it is possible to perform otoacoustic emission measurements in Finnish child health clinics. The main objective was to explore if the health nurses have enough time and skills to perform the otoacoustic emission measurements during the inspection of 3-year-old children. The device, which was used, was loaned from a company called Interacoustics and the name of the device was Titan. The child health clinic that took part in this study was the Järvenpää clinic in Finland. They used Titan for four months and during this period the health nurses tested or tried to test every three-year-old child that came to their clinic. They also documented the problems they faced when using Titan.</p> <p>The findings show that problems occurred mainly because the children were too lively or, on the other hand, too shy. One major problem was to find a probe which fits well enough, but that was actually the only problem concerning the use of the device. The lack of time was not a big problem; probably because it takes only less than 20 seconds to measure otoacoustic emissions.</p> <p>This research was part of a bigger project called “Objective hearing screening in inspection of three-year-olds – detecting hearing impairment which needs rehabilitation early on”. The above-mentioned study intends to examine an entire age group of three-year-old children in Järvenpää. The purpose of this study was to check if it is possible to start a longer project. Since the health nurses at the child health clinic learned how to use the device and they had no major problems using it, a longer-term study seems completely appropriate. However, before the longer-term study starts, there must be some changes made to the procedure. For example, the health nurses need better training for selecting the right probe.</p>	
Keywords	OAE, otoacoustic emissions, hearing screening

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ääni ja korvan anatomia	2
2.1	Ääni fysikaalisena ilmiönä	2
2.2	Kuuloaistimus	3
2.3	Ulkokorva ja välikorva	4
2.4	Sisäkorva	6
2.5	Kuulohermo ja kuuloaivokuori	8
3	Kuulon ja kielen kehitys	8
3.1	Lapsen kuulonvian aiheuttajat ja niiden merkitys kehitykseen	11
3.1.1	Konduktiiviset kuuloviat	12
3.1.2	Sensorineuraaliset ja sentraaliset kuuloviat	13
3.2	Miten lapsen kuulovamma vaikuttaa elämään?	13
4	Lasten kuulontutkimuksen nykytilanne ja menetelmät	15
4.1	Käyttäytymisvastetta tutkivat kuulontutkimukset	16
4.2	Psykoakustiset kuulontutkimukset	18
4.3	Lisäkuulontutkimukset	19
4.4	Otoakustinen emissio	20
4.4.1	Transienttien laukaisema otoakustinen emissio	21
4.4.2	Särösyntyinen otoakustinen emissio	22
4.4.3	Otoakustisen emission käyttö lapsille	23
5	Tutkimuksen toteutus	24
5.1	Tutkimuksen kohderyhmä	26
5.2	Yhteistyökumppanit	26
5.3	Eettiset kysymykset	27
5.4	Lasten vanhempien huoli	28
6	Otoakustinen emissiotutkimus Titanilla	28
6.1	Tulosten analysointi	30

6.2	Tutkimuksessa käytetyt arvot	32
6.3	Emissiotutkimuksen suorittaminen	33
6.4	Tuloksiin vaikuttavat tekijät	35
6.5	Tuki ja koulutus	36
7	Lopputulos	36
7.1	Tutkimuksen tulokset	36
7.2	Mitä muutoksia OAE-tutkimukseen tulee tehdä?	38
8	Johtopäätökset	40

Liitteet

Liite 1. Alkukysely OAE-tutkimuksesta ja Titan-laitteen käytöstä

Liite 2. Kysymyksiä OAE-tutkimuksesta ja Titan-laitteen käytöstä

Liite 3. Linaussopimus

Liite 4. Eettisen toimikunnan tutkimuslupa

Liite 5. Huoltajan suostumuslomake lapsen osallistumiseksi tutkimukseen

Liite 6. Tiedote lapsen huoltajalle tutkimuksesta – Kuulontutkimus 3-vuotisneuvolassa

Liite 7. Opas Titanin käyttöön

Lyhenteet ja Määritelmät

ABR *Auditory Brainstem Response*. Aivorunkovastetutkimus, jossa tutkitaan kuulohieron ja aivorungon toimintaa.

Audiogrammi

Kuulokäyrä, joka on kuulontutkimuksissa käytetty kuulokynnysten graafinen merkintätapa. Audiogrammi merkitään kuulontutkimuskaavioon.

Cortin elin Simpukassa sijaitseva karvasolujen, tukisolujen, tyvilevyn ja peitinkalvon muodostama kokonaisuus.

dB SPL *Sound pressure level*. Äänenpainetason ilmaisemiseen käytetty merkintä.

DPOAE *Distortion product otoacoustic emission*. Särösyntyinen otoakustinen emissio.

ISO 389 *International Organisation for Standardisation*. Kansainvälisen standardisointijärjestön 389-standardisarja. Sarjan standardit koskevat kuulontutkimuslaitteiden kalibrointimenetelmiä.

Konduktiivinen kuulovika

Kuulovika, joka johtuu ulkokorvassa tai välikorvassa olevasta kudonvauriosta tai -muutoksesta. Toisin sanottuna johtumisvika.

Kuulokynnys

Heikoin äänenpainetaso, joka aiheuttaa vasteen.

Kuulonseulonta

Kuulontutkimus tehdään joukolle ihmisiä, tarkoituksena on löytää kuulovaurioita. Joukkona voi olla esimerkiksi yksi ikäryhmä.

Käyttäytymisvasteellinen kuulontutkimus

Kuulontutkimus, jossa tulokset saadaan tutkittavan henkilön reaktiivisten vasteiden avulla.

LDL *Loudness discomfort level*. Epämiellyttävyyssynnys. Äänenpainataso, jota kovemmat äänen tuntuu henkilöstä epämiellyttäviltä.

OAE *Otoacoustic emission*. Otoakustinen emissio, joka on simpukan karvosolujen aktivoitumisesta aiheutuvaa ääntä (kaikua).

OAE-tutkimus

Otoakustinen emissiotutkimus on kuulontutkimus, jossa tutkitaan simpukan lähettämää kaikua.

Paikantamisvaste

Pään kääntäminen äänilähteen suuntaan.

Psykoakustinen kuulontutkimus

Kuulontutkimus, jossa tulokset saadaan tutkittavan henkilön tiedostettujen vasteiden avulla.

Sensorineuraalinen kuulovika

Kuulovika, joka johtuu vauriosta sisäkorvassa tai kuulohermossa.

SFOAE *Stimulus-frequency otoacoustic emissions*, stimulus-taajuuksiset otoakustiset emissiot.

SNR *Signal-to-noise ratio*, signaalikohinasuhde.

SOAE *Spontaneous otoacoustic emission*, spontaani otoakustinen emissio.

TEOAE *Transient evoked otoacoustic emission*. Transienttien laukaisema otoakustinen emissio. Lyhyen pulssimaisen ääneksen synnyttämä simpukan kaiku.

Tippi Kuulontutkimuksissa käytetty kuminen ”tutti”, joka kiinnitetään tutkimuslaitteen mittapähän ja joka asetetaan tutkittavan henkilön korvaan. Tipin koko riippuu korvakäytävän koosta.

Tympanometria

Tutkimus, jossa tutkitaan tärykalvon liikkuvuutta.

- Uikku Kuulontutkimuksissa käytetty laite, joka päästää määritettyä äänestä.
Käytetään erityisesti paikantamisvastetutkimuksissa.
- WHO *World Health Organisation*. Maailman Terveysjärjestö.
- Äänes Ääni, jonka ääniaalto on sinimuotoinen, eli jossa on vain yksi taajuus.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää, onko otoakustista emissiotutkimusta mahdollista toteuttaa 3-vuotisneuvolakäynnin yhteydessä. Insinööriyössä kiinnitettiin erityisesti huomiota asioihin, jotka tuottivat suurimpia ongelmia otoakustisen emissiotutkimuksen tekemisessä. Yhteistyöneuvolassa työskennelleet terveydenhoitajat eivät aiemmin olleet suorittaneet OAE-tutkimusta. Tätä selvitettiin pyytämällä terveydenhoitajia tutkimaan 3-vuotiaiden lasten otoakustista emissiota normaalin neuvolakäynnin yhteydessä ja tämän jälkeen kirjoittamaan ylös, mitä ongelmia he kohtasivat. Lapsille tehtyjen otoakustisten emissiotutkimusten tulokset tallennettiin ja myös niiden perusteella tehtiin päätelmiä mahdollisista haasteista.

Insinööriyössä käytettiin Interacousticsilta lainaksi saatua Titan-nimistä kuulontutkimuslaitetta. Laite oli saatu lainaksi Oticon Oy:n kautta. Titan-kuulontutkimuslaite soveltuu kuulonseulontaan, diagnostiikkaan ja klinisiin kuulontutkimuksiin. Kyseisellä laitteella voidaan otoakustisen emission lisäksi tutkia aivorunkovasteita sekä korvan impedanssia. Otoakustinen emissiotutkimus tutkii korvan simpukasta lähtevää kaikua, eikä näin ollen riipu tutkittavan henkilön vasteesta ääneeseen. Tällä hetkellä kyseistä laitetta käytetään synnytyssairaalassa lapsen synnyttyä. Tämän jälkeen tapahtuvat kuulontutkimukset ovat pääasiassa käyttäytymisvasteellisia ja psykoakustisia kuulontutkimuksia, jotka siis tarvitsevat aina lapselta vasteen joko reflektionisella käyttäytymisellä tai tiedostetulla käytöksellä. Näissä kuulontutkimuksissa on omat hankaluutensa. Lapsi saattaa reagoida esimerkiksi liikkeeseen eikä itse ääneen ja joskus lapsi reagoi tuttuun ääneen herkemmin kuin vieraaseen ääneen. Näiden seikkojen vuoksi on tarpeellista tutkia, pitäisikö neuvoloiden kuulonseulonnan käytäntöjä muuttaa. Varhainen kuulovian diagnosointi on tärkeää. Mitä nopeammin lapsi saadaan kuulonkuntoutuksen piiriin, sitä paremmat mahdollisuudet lapsella on kehittyä normaalisti esimerkiksi puheen ja sosiaalisten taitojen osalta.

Insinööriyö on osa isompaa tutkimuskokonaisuutta: ”Objektiivinen kuulontutkimus otoakustisella emissiotutkimuksella 3-vuotisneuvolassa - tavoitteena kuntoutusta vaativien kuulovikojen varhaisempi löytäminen”. Tutkimuskokonaisuuden alullepanija on dosentti ja korva-, nenä- ja kurkkutautien erikoislääkäri Miikka Peltomaa Järvenpään

Korvalääkärikeskus Ainosta. Tutkimuskokonaisuuden tarkoituksena on selvittää, onko tarvetta lisätä otoakustinen emissiotutkimus osaksi neuvoloissa tapahtuvaa kuulonseulontaa ja siinä tutkitaan yksi kokonainen ikäluokka Järvenpäässä asuvia 3-vuotiaita, eli yhteensä noin 450 lasta. Insinööriyö toimii pilottitutkimuksena kyseisessä tutkimuskokonaisuudessa ja työni tulosten perusteella tehdään muutoksia varsinaiseen tutkimukseen ennen sen aloittamista.

2 Ääni ja korvan anatomia

2.1 Ääni fysikaalisena ilmiönä

Ääni fysikaalisena ilmiönä tarkoittaa molekyylien värähtelyä ilmassa tai muussa väliaineessa, kuten vedessä. Ääniaaltojen etenemisnopeus riippuu väliaineen tiheydestä, lämpötilasta ja paineesta (ilmanpaine). Mitä alhaisempi ilman lämpötila on, sitä hitaammin ääni kulkee. Esimerkiksi 20 celsius-asteessa, normaalissa ilmanpaineessa, ääni etenee 343 m/s ja 0 celsius-asteessa 331,6 m/s. Tyhjiössä eivät ääniaallot kulje, sillä siellä ei ole molekyyliä, jotka värähtelisivät. Väliaineen tiheys taas vaikuttaa äänen nopeuteen siten, että mitä tiheämpi aine, sitä nopeammin ääniaallot siinä kulkevat. Painemuutokset aiheuttavat värähtelyliikettä väliaineen molekyyliissä. Värähtelyä voidaan kuvata molekyylien tihentymis- ja harvenemisvaiheina. Ääni leviää nestemäisissä ja kaasumaisissa väliaineissa äänilähteestä pallonmuotoisena paineaaltona ja kiinteissä aineissa pitkittäisinä ja poikittaisina kimmoaaltoina. Tielle osuvat esteet voivat joko imeä ääntä tai heijastaa sitä. (Suvanto & Laajalehto 2008: 244; Jauhiainen 2008: 11–12.)

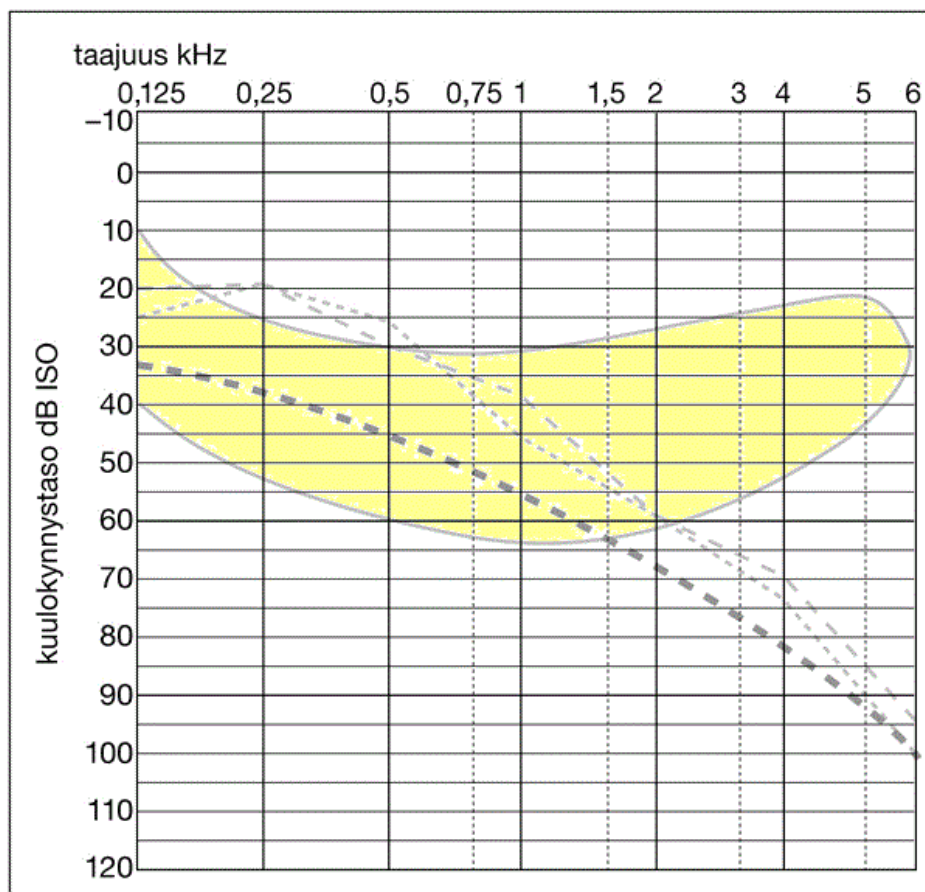
Äänenpaineen (p) yksikkö on Pascal (Pa). Äänenpainetasolla eli äänenvoimakkuudella (L_p) ei varsinaisesti ole yksikköä, mutta selvyys vuoksi käytetään usein dB SPL (dB Sound pressure level) eli desibeliä äänenpainetasossa. Äänenpainetaso kertoo sovitun vertailuäänepaineen (p_0) ja mitatun äänenpaineen (p) suhteen. Vertailuäänepaineen (p_0) on sovittu olevan 20 μ Pa. Äänenpainetaso (L_p) määritellään kaavalla $L_p = 20 \lg(p/p_0)$, jossa \lg on kymmenkantainen logaritmi. Jos äänenpaine (p) on esimerkiksi 20 μ Pa, eli $p = p_0$, niin L_p on 0 dB SPL. Äänen taajuuden (f) yksikkö on hertsi (Hz). Taajuus lasketaan kaavalla $f = 1/T$, jossa T kuvaa aikaa. Äänen taajuus on siis kääntäen verrannollinen äänen aallonpituuteen. (Jauhiainen 2008: 12; Suvanto & Laajalehto 2008: 282–283.)

2.2 Kuuloaistimus

Kuuloaistimus syntyy, kun äänen taajuus on matalimmillaan 15–20 Hz ja korkeimmillaan nuorella noin 20 000 Hz. Vanhetessa ihmisen kyky kuulla suuritaajuisia korkeita ääniä heikkenee ja vanhemmilla ihmisillä kuuloraja meneekin usein 10 000 Hz:n alapuolella. Ihmisen kuuloaluetta matalampia ääniä kutsutaan infraääniksi ja korkeampia ultraääniksi. Parhaiten ihminen kuulee taajuudet 1000–4000 Hz. Puhuminen tapahtuu noin 200–5000 hertsin taajuuksilla. Näitä taajuuksia kutsutaan puhetaajuuksiksi. (Nienstedt ym. 2006: 496–497; Bjålie ym. 1999: 111.)

Kuulokynnykseksi kutsutaan heikointa ääntä, joka aiheuttaa vasteen. Normaalikuulokynnysten keskiarvot on määritelty kansainvälisillä standardeilla, jotka kuuluvat ISO 389 -sarjaan. Näitä keskiarvoja käytetään esimerkiksi kuulonmittauslaitteiden kalibroinnissa. Kuulokynnys on määritelty niin, että normaalisti kuulevan ihmisen kuulokynnyksen äänenpainetaso (L_p) on 0 dB SPL. Kuulontutkimuksissa käytetään myös termiä LDL (loudness discomfort level), eli epämiellyttävyyss kynnyks. Epämiellyttävyyss kynnyksellä tarkoitetaan äänen tasoa, jossa äänestien taso koetaan sen voimakkuuden vuoksi epämiellyttävänä. Kipuraja ihmisellä on noin 120 dB SPL, eikä taajuus juuri vaikuta äänen epämiellyttävyyteen. Ihmisen puhuessa äänenpainetaso on noin 50 dB SPL ja kuiskatessa noin 30 dB SPL. (Gelfand 2001: 139; Jauhiainen 2008: 34–35; Suvanto & Laajalehto 2008: 283.)

WHO:n tekemän kuulovikojen vaikeusastemääritelmän mukaan ihmisellä on lievä kuulovika, jos kuulokynnys on 26–40 dB SPL. Kuulovika on keskivaikea, jos kuulokynnys on 41–60 dB SPL. Jos kuulokynnys on 61–80 dB SPL, määritellään kuulovika vaikeaksi. Kuulokynnyksen ollessa yli 81 dB kuulovika on WHO:n määritelmän mukaan erittäin vaikea. Kuulovika määritellään sen korvan mukaan, jossa kuulo on parempi. Kuulokynnystä ja epämiellyttävyyss kynnyksestä mitattaessa tulokset merkitään yleensä audiogrammina kuulontutkimuskaavioon. Kuulontutkimuskaavakkeessa pystyakselilla on äänenpainetaso (dB SPL) ja vaakakselilla taajuus (Hz). Audiogrammiin merkitään kuulokynnykseksi tavallisesti se äänenpainetaso, jolla saadaan heikoin luotettavasti mitattu äänes. Ihmisen puhealuetta kuvataan usein kuulontutkimuskaavakkeessa banaanin muotoisella alueella. Kuvassa 1 on kuulontutkimuskaavake, johon puhealue on merkitty keltaisella. (Jauhiainen, 2008: 99; Lonka & Korpijaakko-Huuhka 2000: 81.)



Kuva 1. Kuulontutkimuskaavake ja kuulobanaani (Jauhiainen & Yli-Pohja 2008)

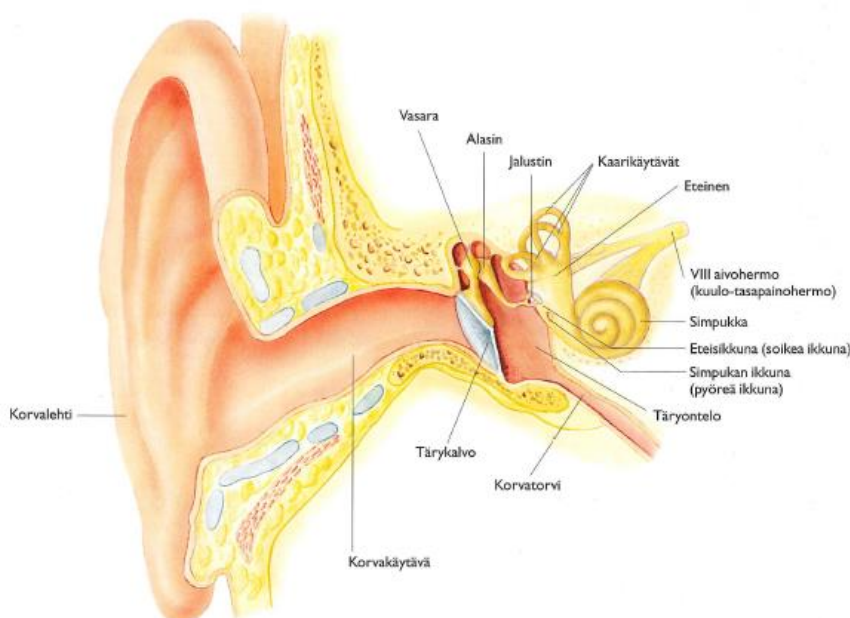
2.3 Ulkokorva ja välikorva

Korva voidaan jakaa kolmeen eri osaan: ulkokorvaan, välikorvaan ja sisäkorvaan. Ulkokorva koostuu korvalehdestä ja korvakäytävästä. Korvalehden pääasiallinen tarkoitus on johdattaa ääniaallot ympäristöstä korvakäytävään. Ääniaallot kulkevat ilman molekyylien värähtelynä ulkokorvasta tärykalvon kautta välikorvaan. Korvakäytävä on yleensä noin 9 mm korkea ja 6,5 mm leveä. Sen pituus vaihtelee noin 2,5 senttimetrinä 3,5 senttimetriin. Korvakäytävä ei yleensä ole aivan suora, vaan siinä on kaksi mutkaa, ja se muistuttaa S-kirjainta. Korvakäytävää pitkin ääniaallot pääsevät tärykalvolle. Tärykalvo (membrani tympani) on noin 0,1 mm paksu, ja se on ilmatiivis. Sen jälkeistä osaa korvassa kutsutaan välikorvaksi. (Elberling & Worsoe 2006: 9–11; Gelfand 2001: 48–49.)

Välikorvassa on ilman täyttämä välikorvaontelo, eli täryontelo (cavitas tympanica). Sen alaosaan liittyy korvatorvi (tuba auditiva), joka johtaa nieluun. Tämä putki on

suurimman osan ajasta tukossa, mutta esimerkiksi haukotellessa ja nieltäessä putki avautuu ja näin pitää välikorvan ilmanpaineen samana kuin ulkoilman. Välikorvaontelossa sijaitsee kuuloluuketju, johon kuuluvat vasara, alasin ja jalustin. Vasara on kiinni tärykalvossa ja niveltyy alasimeen. Alasin taas on niveltynyt jalustaan. Näiden kolmen kuuloluun avulla ääniaallot siirtyvät tärykalvolta sisäkorvaan. Varasaan ja jalustimeen on kiinnittynyt myös luustolihaksia, joiden tarkoitus on suojata aistinsoluja kovilta ääniltä supistamalla reflektionisesti. (Elberling & Worsoe 2006: 11; Bjälje ym. 1999: 112–113.)

Välikorvan ja sisäkorvan välissä on eteisikkuna, jota kutsutaan myös soikeaksi ikkunaksi. Jalustin on kiinni tässä ikkunassa. Välikorvassa äänenpaine vahvistuu noin 25-kertaiseksi, sillä sitä vahvistavat tärykalvon ja eteisikkunan pinta-alaero sekä kuuloluut. Tärykalvo on noin 15 kertaa suurempi kuin eteisikkuna. Kuuloluuketju vahvistaa värähtelyä vipujärjestelmänsä ansiosta. Välikorvan ja kuuloluuketjujen vahvistusta tarvitaan, sillä eteisikkunan takana on nestettä ja välikorvassa olevan ilman värähtely on vaikea muuttua nesteen värähtelyksi. Kuvassa 2 esitetään korvan anatomia. Kuva havainnollistaa, missä sijaitsevat korvan eri osat ja miten ne ovat liittyneet toisiinsa. Eli miten tärykalvo on kiinnittynyt vasaraan, vasara alasimeen, alasin jalustimeen ja lopulta jalustin simpukassa sijaitsevaan eteisikkunaan. (Bjälje ym. 1999: 113–114; Nienstedt ym. 2006: 494–495.)



Kuva 2. Korvan anatomia. (Bjälje ym. 1999: 113)

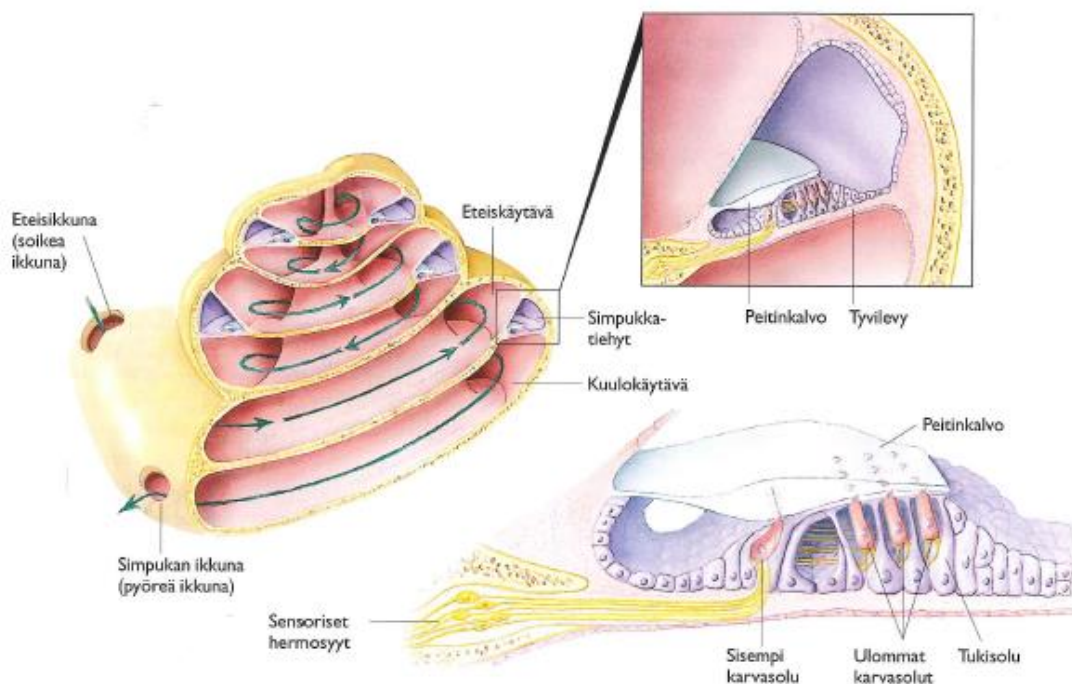
2.4 Sisäkorva

Sisäkorvassa sijaitsee simpukka (cochlea), kolme kaarikäytävää (canales semicirculares) sekä eteinen (vestibulum). Simpukka on ainoa sisäkorvan osa, joka aktivoituu äänen vaikutuksesta. Muut osat, eli eteinen ja kaarikäytävät, vaikuttavat tasapainoaistiin. Simpukka on muodostunut lähes kolmesta kierroksesta keskiosansa ympärillä. Siinä on kaksi ikkunaa, joita kutsutaan eteisikkunaksi, eli soikeaksi ikkunaksi ja simpukan ikkunaksi, eli pyöreäksi ikkunaksi. Soikeasta ikkunasta alkaa eteiskäytäväksi (scala vestibuli) kutsuttu käytävä, joka päättyy simpukan kärkeen. Pyöreästä ikkunasta taas alkaa kuulokäytävä (scala tympani). Eteiskäytävä ja kuulokäytävä ovat yhteydessä toisiinsa simpukan kärjessä. Kun jalustin aiheuttaa värähtelyä eteisikkunassa, värähtelee simpukan ikkuna samaan aikaan, mutta eri suuntaan: eteisikkunan painuessa sisälle simpukan ikkuna painuu ulospäin. Tämä johtuu siitä, että käytävissä oleva neste ei voi puristua kokoon, joten sen täytyy puristua kohti simpukan ikkunaa. (Bjälle ym. 1999: 114; Nienstedt ym. 2009: 495.)

Simpukassa sijaitsee myös keskikäytävä eli simpukkatiehye. Kuuloreseptorit, eli karvasolut, sijaitsevat keskikäytävässä neljässä rivissä tyvilevyyn kiinnittyneinä. Simpukan keskiosaa lähinnä sijaitsevat sisemmät karvasolut ja niiden vieressä on kolmessa rivissä uloimpia karvasoluja. Lisäksi niitä tukemassa ovat tukisolut, jotka ovat suoraan yhteydessä karvasoluissa oleviin aistinkarvoihin. Tukisoluja ympäröi peitinkalvo, eli katekalvo. Aistinkarvat, eli mikrovillukset, ovat ohuita ja jäykkiä ulokkeita ja ne sijaitsevat karvasolujen päissä. Tätä karvasolujen, tukisolujen, tyvilevyn ja peitinkalvon muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan Cortin elimeksi. Kummassakin simpukassa on noin 15 000 karvasolua. Karvasolut ja sensoriset hermosäikeet muodostavat keskenään synapseja. Kaikilla karvasoluilla ei siis ole omaa aksonia, vaan ne välittävät tietoa aivoihin noin 30 000 sensorisen hermosäikeen kautta aivojen kuuloalueelle. (Bjälle ym. 1999: 114–115, Nienstedt ym. 2009: 495.)

Simpukka koostuu kahdesta eri ontelojärjestelmästä, joista toista kutsutaan luiseksi onteloksi ja toista kalvoiseksi onteloksi. Eteiskäytävä ja kuulokäytävä kuuluvat simpukan luiseen osaan ja ovat siis osa sisäkorvan luista ontelojärjestelmää. Simpukan keskikäytävä taas on osa kalvoista ontelojärjestelmää. Simpukan eri ontelojärjestelmät sisältävät koostumukseltaan erilaisia nesteitä: kalvoinen ontelo sisältää endolymfaa, jossa on vain vähän natriumioneja ja paljon kaliumioneja. Luinen osa taas sisältää perilymfaa, jossa on paljon natriumioneja ja vähän kaliumioneja. Aistinkarvat sijaitsevat

kalvoisen ontelon endolympfatilassa. Eteisikäytävässä ja kuulokäytävässä tapahtuvan nesteen liikkeen seurauksena tyvilevy liikkuu aaltomaisesti kohti simpukan kärkeä. Aistinkarvat taipuvat, kun niiden päällä sijaitseva peitinlevy siirtyy tyvilevyn liikkeen ansiosta. Kuvassa 3 on suurennettuna simpukka, simpukan keskikäytävä ja Cortin elin. Nuolilla kuvataan, miten ääniaallon synnyttämä paineaalto kulkee simpukan sisällä eteisikkunasta kohti simpukan kärkeä ja sieltä kohti simpukan ikkunaa. Kuvassa on myös nimetty simpukan eri osat. (Bjälje ym. 1999: 114–115, Nienstedt ym. 2009: 495.)



Kuva 3. Simpukan ja Cortin elimen rakenne. (Bjälje ym. 1999: 114)

Äänen korkeus vaikuttaa, missä kohtaa simpukkaa ääni aiheuttaa ärsytyksen. Mitä matalampi ääni on, eli mitä pienempi äänen taajuus on, sitä lähempänä simpukan kärkeä oleviin reseptorisoluihin suurin ärsytys kohdistuu. Simpukan kärjessä tyvilevy on leveimmillään ja kyseisellä alueella se on myös pehmeimmillään. Korkeat suuritaajuuksiset äänet taas luovat ärsytyksen erityisesti simpukan juuressa eteisikkunan lähellä oleviin reseptorisoluihin. Tällä alueella tyvilevy on kapeimmillaan ja jäykimmillään. Ihmisillä on erittäin hyvä eri taajuuksien erotuskyky. Tämä johtuu aivojen kyvystä päätellä, missä kohtaa simpukkaa tyvilevyn värähdystaajuus on suurin. (Nienstedt ym. 2008: 495–496; Bjälje ym. 1999: 115–116.)

2.5 Kuulohermo ja kuuloaivokuori

Kuulohermo lähettää aivokuoren kuuloalueelle tietoa äänien taajuudesta, voimakkuudesta sekä ajasta. Kuulohermo muodostuu simpukan keskeltä gangliosoluista keskushermostoon menevistä aksoneiksi kutsutuista säikeistä. Kahdeksannen aivohermon (nervus vestibulocochlearis) muodostavat tasapainohermo sekä kuulohermo. Kuulorata päättyy lopulta kuuloaivokuoreen (cortex). Molemmista aivopuoliskoista löytyy oma kuuloaivokuori, ja ne ovat yhteydessä toisiinsa aivokurkiaisien kautta. Primaariset kuuloaivokuoret sijaitsevat ohimolohkoissa, ja ne ovat molemmat kooltaan noin 2 cm². Yleensä vasemman puolen kuuloaivokuori reagoi voimakkaammin kuunneltaessa puheääntä, kun oikea taas reagoi voimakkaammin musiikkiin. (Jauhiainen 2008: 80–84.)

Erikorkuiset äänet ovat edustettuina eri kohdissa ohimolohkoa niin, että matalimmat äänet ovat edustettuina lähimpänä ohimolohkon kärkeä. Kuuloaivokuorella osa neuroneista saa informaatiota molemmista korvista, mutta sivulta tullessa ääni tulee kuitenkin hieman eri aikaan molempiin korviin. Tämän ansiosta ihminen havaitsee, mistä suunnasta ääni tulee. Ääniaallon tullessa toiselta sivulta, saapuu ääniaalto korviin noin 0,001 sekunnin erolla, ja tämän eron perusteella neuronit pystyvät päättämään, mistä suunnasta ääni tulee. (Nienstedt ym. 2008: 497.)

3 Kuulon ja kielen kehitys

Korvien kehitys alkaa jo raskausaikana, joten monet eri raskaudenaikaiset tekijät voivat vaikuttaa kuuloon aiheuttaen erilaisia kuulovammoja (Hermansson 2012). Sikiö reagoi ääneen 25. raskausviikosta lähtien. Ennen syntymää tehtyjen kuulontutkimusten vasteet mitataan aivotoiminnasta, sikiön liikkeiden muutoksista sekä sydämen sykkeen muutoksista. Musikaalisten piirteiden erotuskyky kehittyy aikaisemmin kuin puheen erotuskyky. Aika-, taajuus-, voimakkuus- ja suuntaominaisuuksien erotuskyky kehittyvät syntymän jälkeen, vaikka on osoitettu, että jonkin asteista erotuskykyä on havaittavissa jo vastasyntyneillä. Nämä ominaisuudet kehittyvät ensin nopeammin ja sitten hidastuen aina kuuteen ikävuoteen asti. Ensimmäisten elinkuukausien aikana lapsen keskushermoston vasteet kehittyvät nopeasti ja jossain määrin kehitys jatkuu koko aikuisuuden läpi. Tämä johtuu siitä, että aivot ovat muokkautuva elin. Taulukosta

1 selviää, mitkä ovat normaalisti lapsen kielellisen kehityksen vaiheet. (Jauhiainen 2008: 58–59.)

Taulukko 1. Kielen kehityksen keskeisiä saavutuksia (Ahonen 2010)

7-9kk	Vauva jokeltelee monipuolisesti
10 - 15 kk	Vauva osaa käyttää eleitä ja ilmaisuja
1v 6kk	Lapsella on 10–30 merkityksellistä sanaa Hän ymmärtää useampia sanoja kuin pystyy itse tuottamaan Lapsi noudattaa lyhyitä toimintaohjeita ja kehotuksia Lapsella on symbolisia leikkitoimintoja
2 v	Lapsi tuntee yli 250 merkityksellistä sanaa (yksilöllinen vaihtelu 0–600 sanaa) Hän käyttää sanayhdistelmiä, joissa sanat taipuvat Lapsen ilmaisujen keskipituus on 5–6 morfeemia (merkityksellistä yksikköä)
2 v 6 kk	Lapsi oppii noin 10 uutta sanaa päivässä (reilut 3 000 sanaa vuodessa) Hänen puheessaan substantiivien ja verbien osuus on määrällisesti suuri, mutta myös adjektiivit, pronominit ja partikkelit yleistyvät Lapsen puheessa esiintyy taivutusmuotoja, kuten preesens - ja imperfektimuotoja, monikon tunnusta sekä genetiiviä, partitiivia, sisä- ja ulkopaikallissijoja Lapsi käyttää myös ”omatekoisia” muotoja ja taivutuksia
3 v	Lapsen puhe on lähes kokonaan ymmärrettävää Lapsi käyttää apuverbejä, eri aikamuotoja ja taivuttaa verbejä eri persoonamuodoissa Hänen puheessa on käsky-, kielto- ja kysymyslauseita Lapsi osaa ilmaista esineiden paikan ja sijainnin ja käyttää adjektiivien vertailuasteita Lapsen kielellinen tietoisuus alkaa: sana- ja loruleikit
4-5 v	Lapsen puheessa esiintyy eri sanaluokan sanoja samassa suhteessa kuin aikuisten arkipuheessa Lapsi hallitsee sanojen taivuttamisen ja lauseiden muodostamisen perussäännöt. Omatekoiset taivutusmuodot vähenevät Ilmaisujen tarkentuminen tulee esille, esimerkiksi ajan ilmaisuissa, paikan ja sijainnin kuvauksessa sekä esineiden ja asioiden laadullisessa tarkastelussa (koko, määrä, väri, muoto) Tarinankerrontataito

6 v	<p>Lapsi hallitsee noin 14 000 sanaa, ja sanojen ääntäminen on yleiskielen mukaista</p> <p>Lapsi nimeää sujuvasti esineitä ja symboleja</p> <p>Lapsi oivaltaa vähitellen, että sanat muodostuvat erillisistä äänneistä</p> <p>Hän havaitsee sanojen äänne-eroja, oppii yhdistämään, poistamaan, lisäämään ja laskemaan äänneitä</p> <p>Lapsi omaksuu vuorovaikutuksen perustaidot, eli keskittyy kuuntelemaan puhetta, esittää kysymyksiä kuulemastaan, vastaa hänelle esitettyihin kysymyksiin, puhuu vuorotellen ja toimii annettujen ohjeiden mukaisesti</p>
-----	---

Vaikka lapsi jökeltelisi ja rauhoittuisi ”kuullessaan puhetta”, ei se tarkoita, että hän kuulisi. Puheesta rauhoittuminen saattaa johtua esimerkiksi kasvojen näkemisestä ja jökellella voi kuurokin lapsi. Vasta kuuden kuukauden iässä kuulovammainen lapsi alkaa erottua normaalikuuloisista lapsista. Eron huomaa vähäisemmällä äännevarastolla ja jökeltelun vähenemisellä iän myötä. Jos lapselta löytyy kuulovamma, on tärkeää, että kuulonkuntoutus aloitetaan lapsen ollessa noin puoli vuotta vanha. Taulukko 2 kertoo, mitkä ovat lapsen kielellisen kehityksen viivästymisen merkkejä. Jos jotain taulukossa 2 mainitusta asioista ilmenee lapsella, on hyvä tehdä lapselle jatkotutkimuksia, sillä taulukossa mainitut asiat voivat kertoa lapsen mahdollisesta kuuloviasta. (Hermansson 2012.)

Taulukko 2. Kielellisen kehityksen viivästymisen piirteet (Bess & Humes 1995: 212)

12 kuukautta	Jökeltelussa ei erilaisuutta tai ääntelyssä ei imitointia
18 kuukautta	Ei yksittäisten sanojen käyttöä
24 kuukautta	Yksi-sanaisia ilmaisuja kymmenen tai alle kymmenen
30 kuukautta	Alle 100 sanaa, ei kaksisanaisia ilmaisuja
36 kuukautta	Alle 200 sanaa, ei helppojen, pelkistettyjen lauseiden käyttöä
48 kuukautta	Alle 200 sanaa, ei helppojen yksinkertaisten lauseiden käyttöä

3.1 Lapsen kuulonvian aiheuttajat ja niiden merkitys kehitykseen

Vuosittain tuhatta syntynyttä kohden noin 1–2 lapsella todetaan kuulovaurio (Nuutinen 2001: 73). Lisäksi arvioidaan, että kouluikään mennessä noin 9–10 lapsella tuhannesta on kuulovaurio (American Academy of Audiology 2011: 8). Lasten kuulovammat voidaan jakaa synnynnäisiin ja hankittuihin kuulovammoihin niiden syntyajankohdan mukaan. Synnynnäiset kuulovauriot voivat johtua joko geneettisistä tai raskaudenaikaisista sairauksista. Kuulovaurion voi aiheuttaa raskauden aikana sairastettu vihurirokko, sytomegalovirus tai toksoplasma. Myös raskauden aikainen hapenpuute saattaa aiheuttaa lapselle kuulovamman. (Jauhiainen 2008: 75.)

Geneettisissä kuulovaurioissa ainoa oire saattaa olla kuulon alenema. Tällöin sairautta kutsutaan ei-syndromaaliseksi. Jos sairauteen kuuluu muitakin rakenteellisia tai toiminnallisia poikkeavuuksia, puhutaan syndroomasta, eli oireyhtymästä. Noin puolissa varhaislapsuudessa todetuissa kuulovammoissa syy on geneettinen, näistä noin 70 % johtuu ei-syndromaalisista sairauksista ja loput 30 % jostakin syndroomasta. Nykyään tunnetaan noin 400 syndroomaa, jotka voivat aiheuttaa kuulonvian. Esimerkiksi Downin syndrooma voi aiheuttaa varhaista ikähuonokuuloisuutta, sensorineuraalisia kuulovaurioita ja johtumisvian aiheuttamaa kuulon alenemaa. Ikähuonokuuloisuudella tarkoitetaan astin- ja hermosolujen rappeutumisesta johtuvaa kuulon alenemaa. (Jauhiainen 2008: 180–184; Nuutinen 2011: 74–75.)

Varhaislapsuudessa todetuissa kuulovammoissa 25 %:ssa syy on tuntematon ja 25 %:ssa syy on hankittu (Nuutinen 2011: 73). Lapsella on riski saada hankituksi kuulovammaksi kutsuttu kuulonalenema, jos hän on esimerkiksi sairastanut aivokalvon tulehduksen tai muun infektion, kuten sikotaudin. Vaikka yleensä korvatulehduksen aiheuttamat kuulonalenemat ovat tilapäisiä, voi korvatulehduksesta seurata myös pysyvä kuulovamma. Seurauksena voi olla pysyvä kuulonalenema, jos korvatulehdus jatkuu tai toistuu useasti ja jos korvatulehduksen vuoksi korvassa on ollut nestettä vähintään kolmen kuukauden ajan. Myös pään alueen traumat, joista on aiheutunut tajunnan menetys tai kallon luunmurtuma, ovat kuulovamman riskitekijöitä. Tällainen päähän kohdistunut vamma voi aiheuttaa esimerkiksi tärykalvon repeämisen tai kuuloluuketjun katkoksen. Myös jotkin lääkkeet sekä meluallistus voivat aiheuttaa lapselle niin kutsutun hankitun kuulovamman. (Bess & Humes 1995: 209; Jauhiainen 2008: 182–183.)

Synnyinäisten ja hankittujen kuulovammojen lisäksi kuulovamma voi olla synnytyksen aikana saatu. Synnytyksen aikaisen kuulovaurion riskitekijöitä ovat hapen puute, hengitysvaikeudet, sydänpysähdys, keskosuus (syntymäpaino alle 1500g) tai keltaisuus. Jo mainittujen kuulovammojen lisäksi voidaan käyttää termiä ”toiminnallinen kuulohäiriö”. Toiminnalliset kuulohäiriöt johtuvat yleensä siitä, ettei lapsi ole osannut toimia kuulontutkimustilanteessa annettujen ohjeiden mukaisesti. Jos lapsella epäillään toiminnallista kuulohäiriötä, voidaan hänelle tehdä jatko kuulontutkimuksena esimerkiksi emissiotutkimus, jossa lapselta ei vaadita toiminnallista vastetta. (Jauhiainen 2008: 182–184.)

3.1.1 Konduktiiviset kuuloviat

Kuulovauriot voidaan jakaa sensorineuraalisiin ja johtoperäisiin, eli konduktiivisiin kuulovikoihin. Konduktiivisella kuuloviolla tarkoitetaan vikaa, joka estää tai heikentää äänen pääsyä sisäkorvaan normaalia kautta. Konduktiivinen kuulovika johtuu ulko- tai välikorvassa sijaitsevasta kudosaivuriosta tai -muutoksesta. Toisin sanoen kuulovian syy on korvakäytävässä, tärykalvossa tai kuuloluuketjussa. Jos kuulovika johtuu korvakäytävästä, syy on usein liiallinen vahantuoanto, jolloin vaha on muodostanut korvakäytävään tukkeen. Joskus syynä voi myös olla paha ihoinfektio tai ekseema korvassa, joka tukkii korvakäytävän. (Jauhiainen 2008: 160; Elberling & Worsoe 2008: 26–28.)

Jos kuulovika liittyy välikorvaan, syy voi johtua esimerkiksi korvatulehduksesta. Korvatulehdus on suhteellisen yleinen sairaus lapsilla, sillä arviolta 65 % lapsista sairastaa sitä jossain vaiheessa. Korvatulehduksen seurauksena välikorvaan saattaa muodostua mätä ja nestettä tai se saattaa muuttaa välikorvan painetta. Nämä taas voivat vähentää tärykalvon liikkuvuutta. Kun tärykalvo ei voi liikkua vapaasti, estyy ääniaaltojen aiheuttaman värähtelyn pääsy kuuloluuketjulle. Paineen muutosta välikorvassa voi muuttaa myös ulkoiset paineen muutokset, kuten lentäminen ja sukeltaminen. Johtumisvialt aiheuttavat maksimissaan noin 50 dB:n kuulon aleneman, mutta yleensä alenema on pienempi. Yleensä johtumisvialt häviävät kokonaan tai lähes kokonaan, kun esimerkiksi vaha on poistettu, infektiota parannettu tai tärykalvo reitetty. (Elberling & Worsoe 2006: 27–28.)

3.1.2 Sensorineuraaliset ja sentraaliset kuuloviat

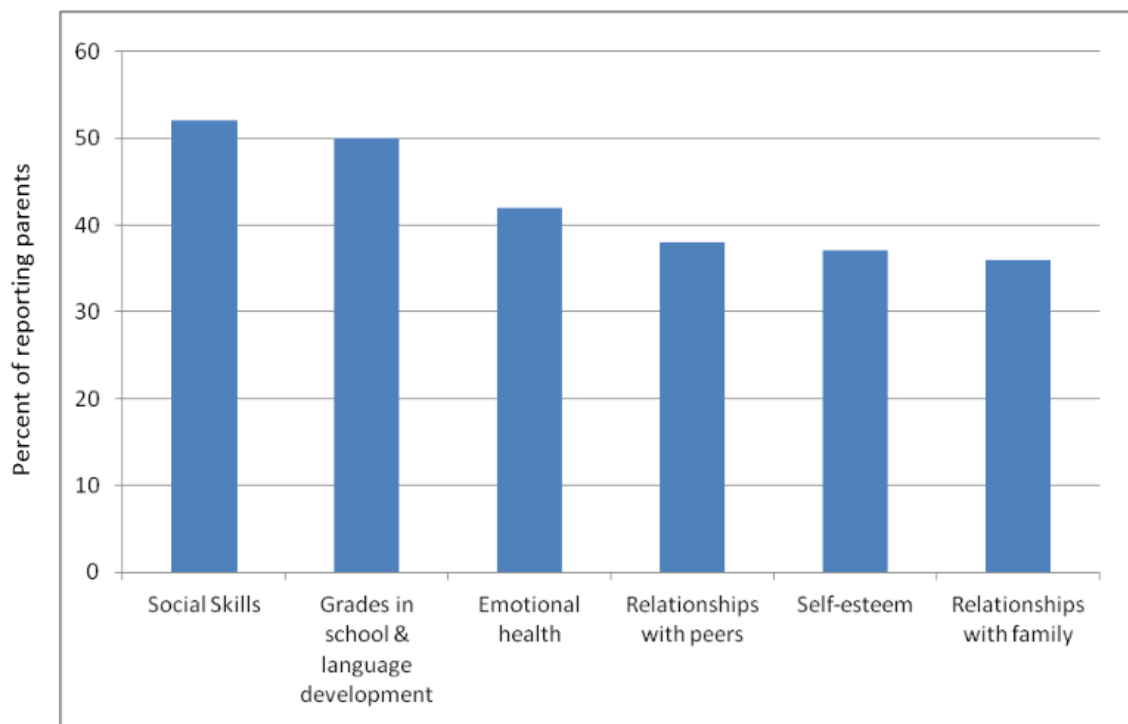
Sensorineuraalisilla kuulovioilla tarkoitetaan kuulovikoja, jotka sijaitsevat sisäkorvassa tai kuulohermossa. Simpukan vaurioitumisen seurauksena tullutta kuulovauriota kutsutaan kokleaariseksi vaurioksi. Karvasolujen vahingoittuminen on yleisin syy kokleaariseen kuulonalenemaan. Lievemässä kuulovammassa vain uloimmat aistinsolut ovat vahingoittuneet, kun taas vaikeammassa kuulovammassa myös sisemmät aistinsolut ovat vahingoittuneet. Aistinsolut voivat vahingoittua esimerkiksi melusta tai lääkityksestä, mutta myös ikä vaikuttaa aistinsolujen toimintaan. Muutoksia aistinsoluihin voi tehdä myös perinnölliset tekijät, jotka voivat aiheuttaa joko synnynnäisiä tai vasta myöhemmällä iällä ilmeneviä kuulovammoja. (Jauhiainen 2008: 160; Elberling & Worsoe 2006: 29–30.)

Simpukan jälkeisessä osassa olevaa vauriota kutsutaan retrokokleaariseksi kuulovammaksi. Retrokokleaariseksi kuulovammaksi voidaan laskea myös kuuloaivokuorella sijaitsevasta vammasta johtuvat kuulon alenemat. Tällöin kuulon alenema voi johtua vammasta, jonka aiheuttaja voi olla muuan muassa aivokuoressa tai aivorungossa oleva pahanlaatuinen kasvain. Retrokokleaarisia kuulovaurioita voi aiheuttaa myös kuulohermossa sijaitsevat kasvaimet. Kuulon alenema voi myös aiheutua sentraalisesta kuulovammasta. Tällöin henkilöllä on neurologinen sairaus, johon liittyy kuulon alenemisen lisäksi muita oireita. Sentraalisten kuulovammojen syytä on suhteellisen vähän. Sentraaliset kuulovauriot voivat johtua esimerkiksi keskushermoston sairauksista ja vammoista. (Elberling & Worsoe 2006: 36; Jauhiainen 2008: 162.)

3.2 Miten lapsen kuulovamma vaikuttaa elämään?

Kuulovamman vaikutus lapsen kielelliseen kehitykseen riippuu monesta tekijästä. Esimerkiksi kuulovamman syntyajankohta, vaikeusaste, kuulovammaan saatu kuntoutus sekä kuntoutuksen tehokkuus, mahdolliset kuulovaurion liitännäisvammat ja kieliympäristö ovat vaikuttavina tekijöinä lapsen kielelliseen kehitykseen. Kun lapsella on kuulovamma, se ei vaikuta ainoastaan lapseen, vaan koko perheen kommunikointiin ja kieleen. Suurin vaikutus vanhempien mielestä huonolla kuulolla on lasten sosiaalisin taitoihin sekä kouluarvosanoihin ja kielelliseen kehitykseen. Lapsen kuulovammalla koetaan olevan vaikutusta myös emotionaaliseen terveyteen sekä suhteisiin oman ikäisten ja perheen kanssa. Lisäksi vaikutusta itsetuntoon on havaittu. Kuulovamma

vaikuttaa siis monella tapaa lapsen arkeen. Kuvassa 4 oleva pylväsdiagrammi kuvaa, miten vanhemmat, joiden lapsella on kuulovamma, kokevat huonokuuloisuuden vaikuttavan lapsiin. Pylväät kuvaavat, kuinka monta prosenttia lasten vanhemmista kokee taulukossa mainitun asian olevan ongelma kuulovamman takia. (Lonka & Korpijaakko-Huuhka 2001: 144–145; Academy of Audiology 2011: 11.)



Kuva 4. Vanhempien raportoimat kuulovian aiheuttamat ongelmat (American Academy of Audiology 2011: 11)

Eri kuulovian tyypit aiheuttavat erilaisia puheen erottamisen ongelmia. Pääasiassa puheen erottamisen ongelmat voidaan jakaa kahteen tyyppiin: äänten vaiantumiseen ja äänten vääristymiseen. Äänen vaiantumista tapahtuu yleensä konduktiivisessa kuuloviassa. Kuulohavainnon vääristyminen taas yleensä johtuu sensorineuraalisesta kuuloviasta. Kuulovian tyyppi, aste sekä audiogrammin muoto vaikuttavat kuulovammaisen ihmisen puheen erotuskykyyn. Puheen erotuskykyyn vaikuttaa myös se, missä iässä kuulovamma on tullut. Kuitenkaan esimerkiksi audiogrammin muodon perusteella ei voida ennustaa, millaiset kielelliset taidot kuulovamman omaavalle lapselle kehittyvät, saati sitä, miten kommunikointi tulee sujumaan aikuisiässä. Audiogrammin muodon perusteella voidaan sen sijaan selvittää, mitkä asiat lapselle ovat vaikeita tai mahdottomia kuulla. (Lonka ja Korpijaakko-Huuhka 2000: 44–45.)

4 Lasten kuulontutkimuksen nykytilanne ja menetelmät

1940-luvulla lasten kuulontutkimusmenetelmät kehittyivät nopeasti, kun Englannissa alettiin tutkia pienten lasten reaktioita erilaisiin ääniin. Lasten luomiheijasteita ja äänen paikantamisvastetta tutkittiin muuan muassa rummuista, kelloista ja kulkusista saataviin ääniin. Kuulontutkimuksen tarkoituksena on havaita kuulovauriot sekä selvittää, miten hoito ja kuntoutus voitaisiin toteuttaa. Kuulontutkimuksen avulla myös selvitetään kuulon aleneman tai kuulemisvaikeuksien syy, sairaus sekä kuulovaurion sijainti. Lisäksi kuulontutkimuksen avulla määritellään kuulovaurion vaikeusaste sekä kuulovamman aiheuttamien haittojen aste. (Jauhiainen 2008: 127; Lonka & Korpijaakko-Huuhka 2000: 90–91.)

Lapsille tehdyt kuulontutkimukset voidaan jakaa käyttäytymisvastetta tutkiviin, psykoakustisiin sekä kuulojärjestelmän toimintaa tutkiviin tutkimuksiin. Käyttäytymisvasteita tutkivat kuulontutkimukset tutkivat lapsen reflektorisia vasteita ja reaktioita. Psykoakustisilla kuulontutkimuksilla tarkoitetaan tutkimuksia, joissa tutkittava vastaa annettuun äänekseen tietoisesti. Kuulojärjestelmän toimintaa mittaavissa tutkimuksissa taas tutkitaan korvan biosähköisiä tai akustisia ominaisuuksia ja niiden vasteita. Taulukko 3 kuvaa neuvoloissa tapahtuvan kuulonseulonnan nykytilannetta Suomessa. Taulukosta selviää myös, millä perusteilla lapsi voidaan lähettää jatkotutkimuksiin. (Jauhiainen 2008: 95–97; Lonka & Korpijaakko-Huuhka 2000: 90–91.)

Taulukko 3. Lasten kuulonseulonta neuvolassa (Sorri 2009)

Ikä (ja tutkimuksen tekijä)	Tutkimukset	Jatkotutkimuksiin lähetettävät
Koko neuvola- seurannan ajan	Vanhempien haastattelu	Vanhemmat epäilevät kuulovikaa
8 kk (lääkäri)	Paikannusvaste pienoisaudiometrillä	Paikannusvaste puuttuu
12 kk (terveydenhoitaja)	Yksinkertaisten ohjeiden ja kieltojen ymmärtäminen, sanojen tapailu	Jos kielenkehitys viivästynyt ja syntyy epäily kuuloviasta
18 kk (lääkäri)	Ikätasoinen puheen tuotto ja ymmärtäminen	Jos kielenkehitys viivästynyt ja syntyy epäily kuuloviasta

2 v (terveydenhoitaja)	Ikätasoinen puheen tuotto ja ymmärtäminen	Ks. yllä. Viivästynyt puheen kehitys edellyttää kokonaisvaltaista selvitystä
3 v (terveydenhoitaja)	Ikätasoinen puheen tuotto ja ymmärtäminen	Ks. yllä
4 v (terveydenhoitaja)	Audiometri (seulonta)	Kuulo huonompi kuin 20 dB 0,25–4 kHz
5 v (terveydenhoitaja +lääkäri)	Audiometri (seulonta), ellei ole tutkittu aiemmin	Kuulo huonompi kuin 20 dB 0,25–4 kHz
6 v (terveydenhoitaja)	Audiometri (kynnysmittaus kaikille)	Kuulo huonompi kuin 20 dB 0,25–4 kHz

Varhaislapsuuden kuulovammat tulisi olla selvillä viimeistään kuuden kuukauden ikään mennessä. Jos kuulovammat diagnosoidaan tähän ikään mennessä ja kuulonkuntoutus aloitetaan välittömästi, tulee lapsen puhe kehittymään todennäköisesti normaalisti tai lähes normaalisti. On kuitenkin tärkeää, että lapsen kuuloa seurataan koko kehityksen ajan, sillä kuulovamma saattaa kehittyä myös ajan mittaan. Vaikka synnyyslaitoksella otoakustinen emissiotutkimus olisi läpäisty, ei lapsen kuulonkehitys siltikään ole välttämättä normaali. Noin 10–20 % pysyvistä kuulovammoista ilmenee vasta myöhemmällä iällä, joten niitä ei huomata vastasyntyneelle tehdyssä kuulontutkimuksessa. (American Academy on Audiology 2011: 6–8.)

4.1 Käyttäytymisvastetta tutkivat kuulontutkimukset

Käyttäytymisvastetutkimuksissa tutkitaan lapsen spontaania reagoitua ääneen ja niitä tehdään erityisesti pienille lapsille. Heidän kohdallaan on vaikea toteuttaa psykoakustisia kuulontutkimuksia, sillä he eivät vielä välttämättä pysty kielelliseen vuorovaikutukseen eivätkä näin ollen pysty antamaan vastausta, kuulevatko mittausäänen. Käyttäytymisvastetta arvioivissa tutkimusmenetelmissä voidaan tutkia lapsen kuulon kehitystä kuuloherkkyyden osalta, eli mikä on heikoin äänenpainetaso, jolla vaste saadaan aikaan. Tutkittavia vasteita kyseisissä tutkimuksissa ovat muuan muassa heräämisheijaste, luomiheijaste, säpsähdysheijaste sekä Moron heijasteet. Luomiheijasteella tarkoitetaan silmien äkillistä sulkeutumista, kun taas säpsähdysheijaste ja Moron heijasteet ilmenevät koko kehon ekstensioli hasten (ojennus) reflekseinä. Heräämisvaste saattaa ilmetä vain hengitysmuutoksena tai

raajojen ja kehon liikkeinä. Näiden lisäksi voidaan tutkia muun muassa paikantamisvastetta. (Jauhiainen 2008: 95–97; 129; Queensland Government 2009: 33; Lonka & Korpijaakko-Huuhka 2000: 91.)

Käyttäytymisvastetta mittaavissa tutkimuksissa on otettava kuitenkin huomioon, että toiset lapset saattavat reagoida testiin, vaikkeivät itse äänistimulusta kuulisikaan. Toiset taas saattavat kuulla äänen, mutta eivät reagoi siihen. Niiden luotettavuus on siis rajallinen. Käyttäytymisvastetutkimuksiin vaikuttaa myös esimerkiksi ääniympäristö, johon lapsi on tottunut. Hiljaisessa ympäristössä kasvanut lapsi reagoi ääneen yleensä herkemmin kuin hälyisessä ympäristössä kasvanut lapsi. Lasten kuulontutkimuksia tehdessä on otettava huomioon myös lapsen reagointi herkemmin tuttuihin ääniin. (Queensland Government 2009: 33; Jauhiainen 2008: 127–129.)

Noin kahdeksan kuukauden iässä voidaan tehdä paikantamisvastetestti. Tässä testissä pidetään pienoisaudiometriä, eli ”uikkua”, puolen metrin päässä lapsen korvasta. Testissä lapsi ei pysty näkemään kättä, jossa uikku on. Uikku päästää 45 dB:n ääntä 3-4 kHz:n taajuudella. Testi on läpäisty, jos lapsi kääntää päätänsä uikun suuntaan. Syynä hylättyyn testiin voi olla esimerkiksi välikorvan tulehdus tai se, ettei paikantamisvaste ole vielä kehittynyt. Jos kyse on korvatulehduksesta, kuulonmittaus uusitaan 2-3 viikon kuluttua korvatulehduksen loppumisesta. Jos taas paikantamisvaste ei ole kehittynyt, tutkimus uusitaan yhdeksän kuukauden iässä. Jos paikantamisvaste ei ole tällöinkään kehittynyt, aloitetaan tarkemmat tutkimukset. Taulukosta 4 selviää, millaisia käyttäytymisvasteita normaalin kuulon omaavalta lapselta odotetaan missäkin iässä. Lisäksi taulukosta selviää, millä äänenvoimakkuudella äänes tulee päästää, jotta käyttäytymisvastetta saadaan aikaiseksi. Äänksen lähteinä ovat taulukossa puhe sekä uikku. Puheääni voi olla esimerkiksi kaiuttimista tullut ääni, jolloin äänen saa tarpeeksi hiljaisena. (Aarnisalo & Luostarinen 2015c.)

Taulukko 4 Lapsen käyttäytymisvasteet iän mukaan (Gelfand 2001: 379)

Ikä	Käyttäytymisvaste	Uikkututkimus (dB)	Puhe (dB)
0-6 viikko	silmien räpäytys, silmien avaaminen, säpsähdysvaste, heräämisvaste	78	40 – 60

6 viikkoa - 4 kuukautta	silmien räpäytys, silmien avaaminen, silmien liikkuminen, hiljentyminen	70	47
4 - 7 kuukautta	Kääntää päätä sivusuunnassa ääntä kohti, kuuntelee ääntä	51	21
7 - 9 kuukautta	Paikallistaa äänen sivuilta, epäsuorasti korvan tason alapuolelta	45	15
9 - 13 kuukautta	Paikallistaa äänen sivuilta ja korvan tason alapuolelta. Epäsuorasti korvan tason yläpuolelta	38	8
13 - 16 kuukautta	Paikallistaa äänen sivuilta sekä korvan tason ylä- ja alapuolelta	32	5
16 - 21 kuukautta	Paikallistaa äänen sivuilta sekä korvan tason ylä- ja alapuolelta	25	5
21 - 24 kuukautta	Paikallistaa äänen sivuilta sekä korvan tason ylä- ja alapuolelta	26	3

4.2 Psykoakustiset kuulontutkimukset

Puhe- ja kuiskauskuulontutkimuksia voidaan käyttää sekä käyttäytymisvastetta tutkivina tai psykoakustisina kuulontutkimuksina. Puhe- ja kuiskauskuulontutkimukset antavat kuitenkin vain viitteellisen kuvan tutkittavan kuulosta. Niitä ei voida käyttää tarkkaan diagnostiikkaan tai kuntoutuskartoituksen tekemiseen, mutta niitä voidaan käyttää alustavina tutkimusmenetelminä. Puhekuuloon vaikuttaa moni tekijä, kuten taustamelu, mahdollisuus lukea huulilta ja puheäänien voimakkuus. Puhe- ja kuiskaustutkimusten lisäksi myös äänirautaa voidaan käyttää alustavaan kuulontutkimukseen. Äänirautakokeessa metallinen äänirauta laitetaan soimaan lyömällä se kovaa pintaa vasten ja tämän jälkeen laitetaan äänirauta kiinni potilaan pään luihin. (Jauhiainen 2008: 95–97.)

Audiometriatutkimus voidaan tehdä lapselle noin viiden vuoden iästä eteenpäin. Nuoremmat lapset eivät todennäköisesti jaksakaan keskittyä kuulontutkimukseen vaadittua aikaa. 4–5-vuotiaalle voidaan tehdä leikkiaudiometriatutkimus, jossa lapsi laittaa esimerkiksi renkaan tappiin tai tekee muuta vastaavaa leluilla aina kuullessaan annetun piippaus-äänksen. Tarkoituksena on siis saada joku merkki siitä, että lapsi on

kuullut äänen. Audiometriatutkimus tehdään molempiin korviin erikseen käyttäen normaalisti taajuuksia 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ja 4000 Hz. Jos tutkimustulokset näyttävät siltä, että lapsen kuulo ei ole normaalilla tasolla, eli lapsen kuulokynnys on huonompi kuin 20 desibeliä, pitää lapselle tehdä jatkotutkimuksia. Jos syynä huonompaan kuin 20 desibelin kuulokynnykseen on korvatulehdus, uusitaan audiometriatutkimus 2-3 viikon päästä korvatulehduksen loppumisesta. (Aarnisalo & Luostarinen 2015a.)

Mittaustavan valintaan vaikuttavat paljon lapsen yksilölliset ominaisuudet. Esimerkiksi joillekin 3-vuotiaille lapsille leikkiaudiometritutkimus on jo mahdollista tehdä, mutta suurimmalle osalle ei. Kun tavallista audiometriatutkimusta on tutkittu kolmevuotiailla, on todettu, että heidän kohdallaan on 33 kertaa todennäköisempää, että lapsi saa tutkimuksesta tuloksen ”hylätty”, kuin vanhempien lasten kohdalla. Tutkimuksessa 3-vuotiaista 45 % prosenttia ei läpäissyt audiometriatestiä, kun neljä vuotiaista vain 7 % ei läpäissyt testiä. Tutkimuksessa havaittiin, että mitä enemmän ikää lapsilla oli, sitä pienempi ei-läpäisseiden määrä oli. Tämän vuoksi audiometriatutkimusta on syytä harkita, mikäli sitä ollaan tekemässä pienemmille lapsille. (Jauhiainen 2008: 131; American Academy of Audiology, 2011: 33.)

4.3 Lisäkuulontutkimukset

Lapselle voidaan tehdä lisäkuulontutkimuksia, jos vanhemmat epäilevät, että lapsella on kuulovamma tai jos lapsen kielellinen kehitys on myöhästynyt. Lisätutkimuksia voidaan tehdä myös lapsen kuuluessa riskiryhmään, eli lähisuvussa on aistinongelmia tai lapselle on diagnosoitu vamma tai sairaus, johon mahdollisesti liittyy aistihäiriöitä. Lisäksi lapset, joilla on ongelmia vuorovaikutuksessa, kommunikaatiossa ja käyttäytymisessä kuuluvat riskiryhmään. (Aarnisalo & Luostarinen 2015b.)

Lisäkuulontutkimuksiin kuuluu esimerkiksi ABR-tutkimus (Auditory Brainstem Response), eli aivorunkovastetutkimus. Nimensä mukaisesti aivorunkovastetutkimuksella pystytään saamaan tietoa aivorungon ja kuuloherron kunnosta. ABR-tutkimuksella voidaan tutkia, minkä tyyppinen ja kuinka vaikea kuulovaurio on kyseessä. Erilaiset poikkeavuudet reagoivat aivorunkovastemittaukseen eri tavalla. Näin ollen sillä voidaan tutkia myös, mikä poikkeavuus voisi olla kuulovamman aiheuttaja. Jokaiselta normaalikuuloiselta, mukaan lukien

vastasyntyneet, aivorunkovasteet ovat mitattavissa. Aivorunkovastetta mitattaessa ei tarvita käyttäytymisvastetta, joten se voidaan mitata myös potilaan ollessa esimerkiksi nukutettuna. Aivorunkovastetutkimusta käytetäänkin erityisesti sellaisissa tilanteissa, joissa käyttäytymisvastetta mittaavaa tutkimusta ei ole pystytty tekemään tai käyttäytymisvastetta mittaavien tutkimusten tulokset ovat epäluotettavia. Tällaisia tilanteita voi tulla eteen, jos potilas on lapsi, kehitysvammainen tai jos hänellä epäillään olevan toiminnallista huonokuuloisuutta. (Gelfand 2001: 357–359; Jauhiainen 2008: 153.)

Tympanometriatutkimusta on käytetty 1970-luvulta lähtien välikorvan toimintaa mitattaessa. Tympanometrialla ei varsinaisesti voi testata kuuloa, sillä se ei tutki auditiivisten reittien toimintaa välikorvan jälkeisissä osissa. Tympanometriatutkimuksessa mitataan tärykalvon liikkuvuutta ja näin ollen äänen johtumista välikorvassa. Tympanometrialla saadaan selville esimerkiksi välikorvassa olevat tulehdukset, joiden vuoksi korvaan kertyy nestettä ja eritettä. Tympanometriatutkimuksessa korvakäytävän painetta muutetaan ja mitataan korvan impedanssimuutoksia. Kun korvakäytävässä paine on suurempi kuin ulkoilmanpaine, tärykalvo työntyy sisäänpäin ja muuttuu jäykemmäksi. Samoin tapahtuu, jos korvakäytävässä paine on pienempi kuin ulkoilmanpaine, jolloin tärykalvo työntyy ulospäin. Terveessä korvassa tärykalvo pääsee liikkumaan vapaasti sisään ja ulos. Poikkeavat tulokset viittaavat välikorvan vaurioon tai toiminnan häiriöön. Kun ilmanpaine molemmilla puolilla tärykalvoa on sama, tärykalvo on normaaliasennossa. (American Academy of Audiology 2011: 29; Jauhiainen 2008: 141–142.)

4.4 Otoakustinen emissio

Otoakustinen emissio (OAE) löydettiin vuonna 1978, ja sen käyttö on kasvanut merkittävästi jo 1980-luvulla. OAE-tutkimuksessa korvakäytävään laitetaan kuuloke ja joissain tapauksissa myös mikrofoni. Kuulokkeilla mitataan ”kaikua”, joka syntyy sisäkorvassa. Kaiku syntyy joko mikrofoniin korvaan lähettämien ääneksien takia tai itseksensä. Otoakustista emissiota on siis kahta erilaista: spontaania sekä herätteellistä. Näiden kahden ero on se, annetaanko korvaan äänistimulus vai ei. Spontaanissa OAE:ssa stimulusta ei tarvita, mutta heräte OAE:ssa stimulus annetaan korvaan. (Bess & Humes 1995: 96–97.)

Spontaanissa otoakustisessa emissiossa (SOAE) korvasta mitataan mitä tahansa kaikuja, joita korvasta kuuluu. Alkuperäisen äänen lähde voi siis olla mikä tahansa. Yleensä ihminen ei itse kuule kaikuja, joita korva lähettää. Toisaalta joskus spontaani emissio voi olla niin kova, että toinen ihminen pystyy kuulemaan sen. Spontaanin emission taajuuteen ja voimakkuuteen voi vaikuttaa esimerkiksi sisäkorvan vaurio, henkilön fysiologinen tila sekä jopa vuorokauden aika. (Robinette & Glattke 2007: 69; Jauhiainen 2008: 147.)

Herätteelliset otoakustiset emissiotutkimukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, joita ovat transient-evoked otoacoustic emissions (TEOAE) eli transientin laukaisemat otoakustiset emissiot, distortion product otoacoustic emissions (DPOAE) eli särösyntyiset otoakustiset emissiot sekä stimulus-frequency otoacoustic emissions (SFOAE) eli stimulus taajuuksiset otoakustiset emissiot. Vaikka SFOAE voisi antaa hyödyllistä tietoa, ei sitä juurikaan käytetä, sillä siinä on ongelmia teknologiassa ja tulosten tulkinnassa. Käytetympiä menetelmiä ovat siis TEOAE sekä DPOAE. (Gelfand 2001: 365.)

Ennen otoakustista emissiota tutkivan laitteen käyttöönottoa pitää määrittää sopiva herkkyys (sensitivity) ja spesifisyys (specificity). Herkkyydellä tarkoitetaan laitteen kykyä tunnistaa mahdollisimman moni kuulovammainen lapsi, jonka pitäisi jäädä kiinni seulonnassa. Spesifisyydellä taas tarkoitetaan sitä, että laite antaa mahdollisimman monelle terveelle lapselle hyväksytyt tulokset. Jotta kuulonseulonta kelpaisi, herkkyys pitäisi olla vähintään 90–95 %, eli kuulovammaisista lapsista vähintään 90–95 % pitäisi jäädä testissä kiinni. Spesifisyyden pitäisi taas olla 5–10 %, eli terveistä lapsista korkeintaan 5–10 % saisi saada testeistä väärän tuloksen, eli jäädä testissä kiinni ilman syytä. Jos siis tutkimus tehtäisiin pian syntymän jälkeen ja tutkittujen lasten määrä olisi noin 10000, voitaisiin olettaa, että noin 10–20 lasta jäisi kiinni. Jos laitteen mitta-arvot olisi asetettu niin, että herkkyys olisi 90 % ja spesifisyys 10 %, pitäisi vähintään yhdeksän lapsen jäädä kiinni. Toisaalta taas korkeintaan 998 normaalisti kuulevaa lasta saisi jäädä kiinni. (American Academy of Audiology 2011: 23.)

4.4.1 Transienttien laukaisema otoakustinen emissio

TEOAE-mittauksessa korvaan lähetetään hyvin lyhyitä stimuluksia, click-ääneksiä. TEOAE:ssa voidaan käyttää kuulokynnystä voimakkaampaa tai heikompaa ääntä.

Yleensä käytettävä äänen voimakkuus on 82–83 dB SPL. Itse äänes kestää yleensä noin 80 mikrosekuntia, mutta myös lyhyitä äänespurskeita voidaan käyttää lähetettävänä ääneksenä. Muutamia millisekunteja myöhemmin click-äänksen päästön jälkeen simpukassa syntynyt ääni pitäisi saapua mittauslaitteistoon. Korvaa tutkitaan noin 20 millisekunnin ajan stimuluksen antamisesta. Ensimmäiseksi vasteet saadaan korkeilta taajuuksilta, sillä ne ovat peräisin läheltä simpukan tyveä. Viimeiseksi vasteet saadaan matalilta taajuuksilta, jotka ovat peräisin simpukan kärjestä. Normaalisti transienttien laukaisemaa otoakustista emissiota voidaan mitata aikuisilla noin 400–500 hertsin taajuuksilta 4000 hertsin taajuuksiin ja vauvoilla sekä pienillä lapsilla 400–500 hertsistä jopa 5000–6000 hertsiiin asti. Äänksen antaminen ja simpukasta saapuvan äänksen tutkiminen toistetaan useita kertoja, jotta varmistutaan otoakustisten emissioiden erottumisesta taustamelusta. Otoakustiset emissiot ovat amplitudiltaan hyvin pieniä ja niiden erottaminen taustan äänistä on hankalaa. (Gelfand 2008: 365–367; Jauhiainen 2008: 147–148.)

Lähes kaikilta normaalikuuloisilta saadaan mitattua transienttien laukaisema otoakustinen emissio. Tosin lieväkin johtumisvika tai häiriö välikorvassa, kuten välikorvan alipaine, saattaa aiheuttaa vasteen puuttumisen emissiotutkimusta tehtäessä. Syynä tähän on se, että vaikka vaste syntyisikin, se ei pääse takaisin mittapään mikrofoniin. Johtumisvian lisäksi kuulovika simpukassa voi estää otoakustisen emission mittaamisen. Jos kuulokynnys on huonompi kuin 25–30 desibeliä, ei yleensä otoakustista emissiota pystytä mittaamaan. Otoakustisella emissiolla ei pystytä mittaamaan kuulokynnystä, eli kuulon aleneman tasoa. (Gelfand 2008: 366–367; Jauhiainen 2008: 148–149.)

4.4.2 Särösyntyinen otoakustinen emissio

Särösyntyinen otoakustinen emissio löytyy yleensä kaikista normaalikuuloisista korvista, mutta jos kuulovika aiheuttaa yli 50–60 desibelin kuulonaleneman, vastetta ei löydy. DPOAE:ssa, eli särösyntyisessä otoakustisessa emissiotutkimuksessa, korvaan päästetään kahta eri taajuuksista äänestä. Näiden taajuuksien kuvaamiseen käytetään symboleja f_1 ja f_2 . Näistä kahdesta taajuudesta f_2 on aina korkeampi. Kyseisten äänesten avulla saadaan esille otoakustinen särösyntyinen emissio. Voimakkain emissio mitataan taajuudelta $2f_1 - f_2$. Tällöin emissio on noin 60 desibeliä heikompi kuin alkuperäinen äänes. Jos annetut äänekset ovat olleet voimakkuudeltaan esimerkiksi 85 desibeliä, tällöin emissio on voimakkuudeltaan noin 14 desibeliä. Särösyntyinen

otoakustinen emissio esiintyy muillakin taajuuksilla. Näitä taajuuksia ovat $3f_1 - 2f_2$, $4f_1 - 3f_2$, $2f_2 - f_1$, $3f_2 - 2f_1$ ja $4f_2 - 3f_1$. (Gelfand 2008: 367–368; Jauhiainen 2008: 149.)

Särösyntyisessä otoakustisessa emissiotutkimuksessa on myös määriteltävä päästettävien äänesten (f_1 ja f_2) äänenpainetaso, eli stimulustaso. Näitä kuvataan symboleilla L1 ja L2. Jos äänenpainetaso on korkeampi, esimerkiksi 75 dB SPL, pitäisi äänenpainetasojen L1 ja L2 pitäisi olla samat. Jos taas äänenpainetaso on matalampi, pitäisi L1:sen olla 10–15 desibeliä korkeampi kuin L2:sen. Jos siis L1 olisi 60 dB SPL, niin L2 pitäisi olla esimerkiksi 50 dB SPL. Ennen OAE-tutkimusten aloittamista pitää miettiä, mikä on sopiva stimulaatiotaso kyseiselle ikäryhmälle. Jos stimulaatio on liian heikko, saattaa tämä lisätä testin kestoa. Liian kova stimulus taas aiheuttaa virheellisiä mittaustuloksia ja lapset, joilla on lievä kuulovamma, läpäisevät testin. (Gelfand 2008: 368; Stevens 2002: 5.)

4.4.3 Otoakustisen emission käyttö lapsille

Otoakustinen emissiomittaus tehdään lapselle pian syntymän jälkeen, mutta ei kuitenkaan ensimmäisinä tunteina syntymän jälkeen. Liian aikainen tutkimus antaa vääriä tuloksia, sillä korvassa laite ei pysty erottamaan, onko välikorvassa pienempiä toimintahäiriöitä vai onko kyse varsinaisesta kuulovammasta. Korvassa saattaa syntymän jälkeen olla vielä jäänteitä lapsivedestä tai lapsenkinää. Tällöin lapsi ei läpäise OAE-tutkimusta, vaikka hänen kuulonsa olisi normaali. Jos otoakustinen emissiotutkimus tehdään vai muutamia tunteja syntymän jälkeen, neste ja lapsenkinä saattaa johtaa vääriin kiinnijäämisiin. Jopa 20 % tutkimuksista voi johtaa tulokseen, jossa normaali lapsi ei läpäise otoakustista emissiotutkimusta. Alle 24 tuntia syntymän jälkeen kaikilla lapsilla korvakäytävä on ainakin osittain tukkeutunut lapsenkinän takia. Tärykalvo on peittynyt noin 56 %:lla vastasyntyneistä, jos synnytyksestä on kulunut alle 24 tuntia, mutta jos synnytyksestä on kulunut kolme päivää, tärykalvo on peitossa ainoastaan 19 %:lla lapsista. Tukkeutunut korvakäytävä vaikuttaa sekä äänen kulkua korvakäytävästä simpukkaan, että simpukasta korvakäytävään. (Robinette & Glatcke 2007: 359–360; Robinette & Glatcke 2007: 10.)

Otoakustinen emissio on eniten käytetty metodi vastasyntyneiden kuulonseulonnassa sekä Yhdysvalloissa että Euroopassa. Käytetympi metodi on ollut TEOAE molemmilla alueilla, mutta nykyään DPOAE on kehittynyt ja sitä voidaan käyttää vaihtoehtona TEOAE:lle. Suomessa vastasyntyneiden kuulonseulonta on yleistynyt 2000-luvulla

(Kokkonen & Laitakari 2011). Synnytyssairaalassa otoakustisen emission tulos luetaan normaaliksi, jos molemmista tai toisesta korva saadaan vaste. Jos toisesta korva ei saada vastetta, tämä ei aiheuta jatkotutkimuksia, vaan tulos kirjataan ainoastaan neuvolalle tiedoksi. Lapsen toispuoleisella kuuloviialla ei ole havaittu vaikutusta puheen kehitykseen. On kuitenkin havaittu, että lapsilla, joilla on toispuoleisen kuulovika, on hieman enemmän käyttäytymisongelmia. Toispuoleisella kuuloviialla tarkoitetaan kuulovammaa, jossa toinen korva kuulee normaalisti, mutta toinen ei. (Queensland Government 2009: 68; Stevens 2002: 1–2; Tammela & Uotila 2015; American Academy of Audiology 2011: 13.)

Otoakustista emissiota pidetään merkityksellisenä metodina etenkin synnynnäisten kuulovikojen seulonnassa. Otoakustisen emissiotutkimuksen merkityksellisyys perustuu siihen, että suurimmassa osassa synnynnäisistä kuulovioista kuulohermot toimivat normaalisti. Jos kuulovamma olisi kuulohermoissa, OAE-tutkimus saattaisi silti antaa normaalit tulokset. Kun lapsille tehdään OAE-tutkimusta, on otettava huomioon, että lasten ja aikuisten korvat ovat erilaisia ja näin myös tulokset eroavat. Mitä nuorempi lapsi, sitä paremmin kaiut kuuluvat. Tämä johtuu pienemmästä korvakäytävästä ja välikorvasta, sekä siitä, että monet pienet lapset eivät vielä ole altistuneet melulle, joka tuhoaa uloimpia karvasoluja. (Stevens 2002: 1–2; Robinette & Glattke 2007: 371–372.)

5 Tutkimuksen toteutus

Insinööriyön tarkoituksena oli kartoittaa, pystytäänkö aloittamaan suurempi tutkimusprojekti, jolla selvitetään, olisiko aiheellista suorittaa OAE-seulontaa neuvolakäyntien yhteydessä. Tutkimusprojektissa selvitetään, onko otoakustisesta emissiotutkimuksesta merkittävää hyötyä kuulonseulonnassa ja kuulovikojen varhaisessa havaitsemisessa. Insinööriyö toimi pilottitutkimuksena edellä mainitussa tutkimusprojektissa ja sen tarkoituksena oli selvittää, onko neuvoloiden terveydenhoitajilla aikaa ja taitoa tehdä OAE-tutkimuksia 3-vuotisneuvolan yhteydessä. Erityisesti kiinnitettiin huomiota, mitä ongelmia terveydenhoitajat kohtasivat laitteen käytössä. On tärkeää tietää ennen vuoden kestävä projektin aloittamista, onko neuvoloilla valmiuksia osallistua kyseiseen tutkimusprojektiin. Vasta kun on selvitetty riittävästi, terveydenhoitajilla aikaa ja taitoja toteuttaa otoakustinen emissiotutkimus

lapsille 3-vuotisneuvolakäynnin yhteydessä, voidaan tehdä päätös, onko OAE-seulontaa tutkivaa projektia mielekästä toteuttaa.

Ennen insinööriyöhön liittyvien OAE-tutkimusten alkamista neuvoloiden henkilökunnalta selvitettiin heidän suhtautumisensa OAE-testiin alkukyselykaavakkeen avulla. Terveystenhoitajilla ei ollut aikaisempaa kokemusta OAE-tutkimuksen tekemisestä ja tutkimuksissa käytetyn emissiolaitteen käyttö oli heille täysin uusi kokemus. Alkukyselykaavakkeella kysyttiin muun muassa, kuinka vaikeaksi he uskoisivat mittalaitteen käytön ja uskoivatko he tutkimuksen tekemisen onnistuvan neuvolaympäristössä. Lisäksi kysyttiin, mitkä he kokivat suurimmiksi uhiksi testauksessa. Alkukyselykaavake löytyy liitteestä 1. Alkukaavakkeella kysellyistä asioista keskusteltiin myös samalla, kun laite vietiin neuvolaan käyttöön.

Neuvoloiden suhtautumista OAE-tutkimukseen selvitettiin myös testijakson jälkeen loppukyselykaavakkeella, johon he kirjasivat ylös kuinka monta mittausta he saivat suoritettua ja kuinka monen lapsen kohdalla aika ei riittänyt tutkimuksen tekemiseen tai muusta syystä tutkimus jäi tekemättä. Myös syyt, miksi tutkimus jäi tekemättä, kirjattiin ylös. Loppukyselykaavakkeessa kysyttiin myös terveydenhoitajien mielipidettä otoakustisesta emissiotutkimuksesta, kuten mikä laitteen käytössä oli hankalinta vai oliko laitteen käyttö kaiken kaikkiaan helppoa. Lisäksi kaavakkeessa kysyttiin, miten paljon lisäaikaa tutkimuksen teko heidän mielestään vaatisi. Tutkimusajanjakson jälkeen jaettu loppukyselykaavake löytyy liitteestä 2. Terveystenhoitajien täyttämien kaavakkeiden lisäksi tutkimusmateriaalina käytettiin terveydenhoitajien kanssa käytyjä keskusteluja ja sähköpostikeskusteluja laitteen käyttöön liittyen. Keskusteluja käytiin pääasiassa ennen projektin alkamista sekä projektin loppupuolella.

Lisäksi tarkisteltiin otoakustisten emissiotutkimusten tuloksia. Terveystenhoitajat tallensivat kaikkien tekemiensä tutkimusten tulokset tutkimuslaitteen sisäiseen muistiin. Tallennettujen tutkimustulosten perusteella tehtiin päätelmiä mahdollisista ongelmista. Jos esimerkiksi normaalikuuloiselta lapselta ei ole löydetty tarpeeksi vahvoja emissiovasteita, pystyttiin emissiotutkimusten tulosten perusteella tekemään päättelemään mistä tämä johtui. Neuvoloissa otoakustisten tutkimuksien tekeminen alkoi 12.6.2015, ja laite haettiin pois neuvolasta 5.10.2015. Tutkimusaika oli siis noin 4 kuukautta.

5.1 Tutkimuksen kohderyhmä

Tutkimuksen kohderyhmä oli 3-vuotiaat lapset. Kohderyhmä oli valikoitunut LKT (lääketieteen ja kirurgian tohtori) Miikka Peltomaan, LL (lääketieteen lisensiaatti) Jukka Kokkosen ja LT (lääketieteen tohtori) Antti Aarnisalon kanssa käytyjen sähköpostikeskustelujen pohjalta. Juuri tämä ikäryhmä valikoitui, sillä 3-vuotiaaksi mennessä syntymän jälkeen kehittyvät kuulovauriot ovat todennäköisesti jo ilmenneet. Esimerkiksi alle vuoden ikäisillä tällaiset kuulovammat eivät välttämättä ole vielä kehittyneet niin pitkälle, että ne voitaisiin havaita OAE-tutkimuksella. Toisaalta, mitä vanhempi lapsi on, kun kuulovamma huomataan, sitä vaikeampi on aloittaa kuulonkuntoutus. Pahimmassa tapauksessa lasten kuuloviat havaitaan vasta 5-vuotisneuvolassa, jolloin suoritetaan audiometriatutkimus. Tässä vaiheessa tärkeä ikä puheen kehittymisen ja ymmärtämisen kannalta on ohi.

3-vuotiaille lapsille ei vielä kannata tehdä audiometriatutkimusta, joten ainoiksi kuulontutkimusmenetelmiksi jäävät erilaiset kuiskaus- ja puhemittaukset sekä paikantamisvastetutkimus (uikkututkimus). Lisäksi jonkin näköistä arviota lasten kuulosta voidaan tässä iässä tehdä myös puheen kehittymistä tarkkailemalla. Nämä eivät kuitenkaan anna välttämättä todenmukaista kuvaa lapsen kuulosta, sillä lapsi voi pystyä kuulemaan puhetta ja erilaisia ääniä ainakin jonkin verran kuulovammasta huolimatta. Esimerkiksi puhe- ja kuiskausmittauksissa lapsen ei tarvitse kuulla kaikkia taajuuksia ymmärtääkseen silti, mitä puhutaan.

5.2 Yhteistyökumppanit

Yhteistyökumppaneina toimivat korva-, nenä- ja kurkkutautien erikoislääkäri Miikka Peltomaa Korvalääkärikeskus Ainosta. Hän lupautui tutkimaan lapset, joilta otoakustista emissiovastetta ei saatu. Hän on myös tutkimuksen ”Objektiivinen kuulontutkimus 3-vuotisneuvolassa – tavoitteena kuntoutusta vaativien kuulovikojen varhaisempi löytäminen” alullepanija. Lisäksi yhteistyökumppaneina ovat Antti Aarnisalo ja Jukka Kokkonen. He ovat olleet mukana antamassa vinkkejä ja pohtimassa muun muassa sopivaa ikäryhmää kuulontutkimukseen. Otoakustiset emissiotutkimukset suoritettiin Järvenpään keskustan neuvolassa, joten yhteistyötä on tehnyt myös Järvenpään Keskustan neuvola ja näin ollen Järvenpään kaupunki. Tutkimuksessa käytettiin Interacoustics:n Titan-kuulonmittauslaitetta. Laite saatiin tätä

insinööriyötä varten lainaksi Interacousticsilta Oticon Oy:n kautta. Lainaussopimus löytyy liitteestä 3.

Interacoustics A/S on vuonna 1967 perustettu yritys, joka liittyi WDH-konserniin (William Demant Holding) vuonna 1999. Ensimmäisen diagnostiikka-audiometrin Interacoustics toi markkinoille 1969 ja vuonna 1974 markkinoille tuli välikorvan tutkimuslaite. Tällä hetkellä Interacoustics valmistaa ohjelmia ja laitteita, jotka tutkivat aivorunkovastetta, otoakustista emissiota, impedanssia ja tasapainoa. Lisäksi he valmistavat audiometrejä. Interacousticsilta löytyy niin pienempiä kannettavia laitteita (esimerkiksi Titan) kuin suurempia, klinikkakäyttöön tarkoitettuja. Interacoustics toimii tällä hetkellä yli sadassa maassa. Yhteyshenkilönä Interacousticsilla on toiminut Jessica Arrue Ramos.

5.3 Eettiset kysymykset

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettiseltä toimikunnalta on haettu lupa tutkimuksen tekemiseen helmikuussa 2015. Tutkimuslupahakemus koski pääasiassa tutkimusta, jossa tutkitaan pitäisikö OAE-tutkimus ottaa Suomessa osaksi neuvoloiden kuulonseulontaa, eli tutkimusta nimeltä ”Objektiivinen kuulontutkimus 3-vuotisneuvolassa – tavoitteena kuntoutusta vaativien kuulovikojen varhaisempi löytäminen”. Tutkimuslupaa haettiin siis tällä nimellä, koska tämän insinööriyön aihe, miten neuvolahenkilökunta suhtautuu otoakustisen emissiotutkimuksen tekemiseen, oli pilottitutkimus edellä mainitulle tutkimukselle. Näin eettiseltä toimikunnalta haettiin samalla tutkimuslupaa myös insinööriyöhön. Liitteessä 4 löytyy eettisen toimikunnan antama tutkimuslupa.

Kaikilta vanhemmilta kysyttiin lupa tutkimuksen tekemiseen. Vanhemmat allekirjoittivat lupalomakkeen, jossa kerrottiin tutkimuksesta, sen tavoitteista ja tarkoituksista. Lupalomakkeella vanhemmat sitoutuvat siihen, että lapsi voidaan tutkia. Vanhemmat saivat mukaansa myös tiedotteen tutkimuksesta, jossa kerrottiin muuan muassa tutkimuksen tarkoitus ja sen toteuttajat, minkälainen OAE-tutkimus on tutkimusmenetelmänä sekä mitä tutkittaessa tapahtuu. Lupalomake löytyy liitteestä 5 ja tiedote lasten vanhemmille liitteestä 6. Vanhemmat saivat myös kysellä tutkimuksen tekeväältä terveydenhoitajalta, mikäli he halusivat lisätietoa. Terveydenhoitajia oli informoitu ennen tutkimusjakson alkua otoakustisesta emissiotutkimuksesta sekä sen

tarkoituksista. Sekä terveydenhoitajat että lasten vanhemmat saivat olla yhteydessä Miikka Peltomaahan, mikäli he tarvitsivat lisätietoa kuulosta tai kuulovioista.

5.4 Lasten vanhempien huoli

Jos lapsella epäillään kuulovikaa, tarvitsevat vanhemmat tukea heti epäilyn tultua esiin. Tuen tarve riippuu perheen yksilöllisistä tarpeista. Tilanne kuulovammadiagnoosin jälkeen saattaa vanhemmista tuntua sekavalta. Tämän vuoksi on tärkeää, että vanhempia informoidaan ja selvitetään tilanne perusteellisesti. Diagnoosivaiheessa onkin varattava tarpeeksi aikaa keskustelemiseen lapsen vanhemman kanssa. Tämän vuoksi jokainen, joka ei läpäissyt OAE-tutkimusta, lähetettiin Miikka Peltomaan luokse jatkotutkimuksiin ja keskustelemaan epäilyistä. Jos vielä tämän käynnin tai käyntien jälkeen lapsella epäiltiin kuulovikaa, voitiin lapselle kirjoittaa lähete Helsingin yliopistollisen keskussairaalan korvaklinikalle. (Lonka ja Korpijaakko-Huuhka 2000: 130; Hyvärinen ym. 2011.)

Kuulon kehitystä ajatellen lapsen vanhempien, etenkin äidin reaktiot ja toimintatavat vaikuttavat suuresti lapsen vuorovaikutustaitoihin. Vanhemmat, joiden lapsella on vaikea kuulovamma, saattavat usein jättää huomiotta lapsen kommunikointiyritykset tai suhtautua näihin epäasianmukaisesti. On siis tärkeää, että vanhemmat oppivat tunnistamaan lapsen kommunikaatioaloitteita ja vastaamaan niihin. Lapselle pitäisi jutella, leperrellä sekä kommunikoida ilmeillä ja katseilla. On hyvä myös leikkiä erilaisia sormi- ja matkimisleikkejä. Joskus vanhemmissa saattaa herätä kuulovammadiagnoosin seurauksena kieltämisreaktio. Vanhemmat uskovat havaitsevansa lapsella reaktiota ääniin, vaikka kyseessä voi todellisuudessa olla esimerkiksi reagoimista liikkeisiin ja valoihin. (Lonka ja Korpijaakko-Huuhka 2000: 132–133; Hyvärinen ym. 2011.)

6 Otoakustinen emissiotutkimus Titanilla

Tässä tutkimuksessa käytettiin emissiotutkimusten tekemiseen Interacousticsin Titan-nimistä kuulontutkimuslaitetta. Se on helppokäyttöinen, eikä sen käyttäminen vaadi paljoakaan teknistä osaamista. Laite on myös kevyt ja sitä voidaan käyttää joko yksinään tai tietokoneen välityksellä. Tässä tutkimuksessa laitetta käytettiin ilman tietokonetta. Näin laite oli helposti siirreltävässä huoneesta toiseen, joka oli tärkeää,

sillä yhtä laitetta käytti useampi terveydenhoitaja. Kuvassa 5 Titan on lataustelineessään. Sininen osa on tippä, joka laitetaan tutkittavan henkilön korvaan.



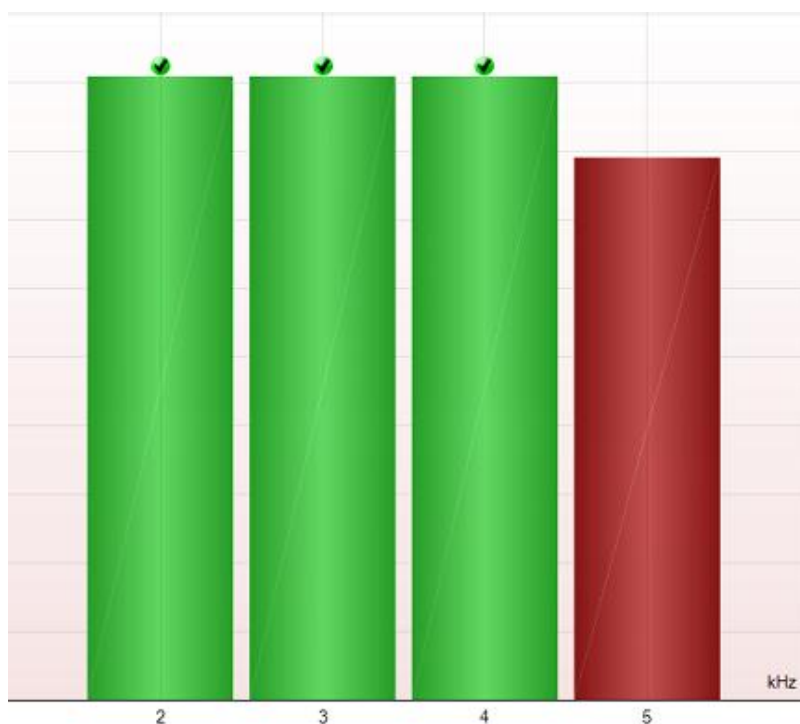
Kuva 5. Titan käyttövalmiina lataustelineessään (Interacoustics 2012)

Titan-laitetta voi soveltaa omien tarpeiden mukaan ja siihen voi valita useampia eri tutkimusprotokollia, kuten aivorunkovastetutkimuksen, tympanometrian ja otoakustisen emissiotutkimuksen. Titanilla on mahdollista käyttää sekä TEOAE:ta että DPOAE:ta. Neuvolassa käytössä ollut laite oli ohjelmoitu niin, että siitä löytyi ainoastaan DPOAE sekä tympanometri. Näin laite on mahdollisimman helppokäyttöinen ylimääräisten tutkimusvaihtoehtojen puuttuessa. Titaniin saa myös tallennettua tutkimustulokset ja tätä ominaisuutta käytettiin hyväksi tässä projektissa. Terveydenhoitajat tallensivat kaikkien tutkittujen lasten tutkimustulokset laitteeseen. Näin tutkimusten tuloksia pystyttiin analysoimaan myös myöhemmässä vaiheessa.

6.1 Tulosten analysointi

Tutkittaessa otoakustista emissiota Titanilla saa laitteessa valita näkymän, jolla tutkimustulokset näytetään. Näkymävaihtoehtoina on pylväsdiagrammi ja viivadiagrammi. Viivadiagrammissa on esillä enemmän tietoja tutkimuksen tuloksista. Pylväsdiagrammi antaa tiedoksi vain sen, ovatko tutkitut taajuudet löytyneet vai ei. Molemmissa vaihtoehdoissa saa tosin myös esille lyhyen numeraalisen yhteenvedon (point summary) tutkituista taajuuksista.

Neuvolassa käytössä olleessa Titanissa oli näkymäksi valittu pylväsdiagrammi, sillä terveydenhoitajien ei tarvinnut analysoida tuloksia. Terveydenhoitajille on todennäköisesti helpompaa, jos tutkimuksen tulokset olivat selkeästi näkyvissä heti tutkimuksen loputtua. Laite näyttää tulokset pylväsdiagrammin muodossa niin, että jokaisella taajuudella on oma pylväänsä. Kuvassa 6 nähdään, millaisen tuloksen laite antaa, jos 5000 hertsin taajuudelta ei ole saatu tarpeeksi vahvaa emissiovastetta. Tämä tarkoittaa mahdollisesti sitä, että simpukan juuressa sijaitsevat karvasolut ovat vahingoittuneet. Muilta taajuuksilta tarpeeksi vahvat emissiovasteet ovat löytyneet.



Kuva 6. Särösyntyisen emissiotutkimuksen tulokset pylväsdiagrammina.

Yhteenvedon (point summary) näkee joko itse laitteesta, tai tutkimusten tulokset voi myöhemmin siirtää tietokoneelle. Kuvassa 7 näkee, millaisen yhteenvedon laite antaa tutkimuksen jälkeen, kun emissiotutkimusta tarkastellaan tietokoneelta. Kuvassa 7 on kyse samasta emissiotutkimuksesta, josta kuvan 6 pylväsdiagrammi on otettu. Vasemman puolimmaisessa sarakkeessa (f2) on ilmoitettu mitatut taajuudet, vasemmalta katsottuna toisessa sarakkeessa (DP level) on ilmoitettu, kuinka kova särösyntyisen ääneksen taso on ollut. Kolmannessa sarakkeessa (noise) on ilmoitettu kohina ja neljännessä sarakkeessa (SNR) kohinan ja särösyntyisen ääneksen erotus, eli signaalikohinasuhde. Viides sarake (reliab.) kertoo, kuinka luotettava tulos on ja viimeinen sarake (detected) ilmoittaa, onko vaste löytynyt. 5000 hertsin kohdalla vaadittua emissiovastetta ei siis ole löytynyt, sillä särösyntyisen emission vaste on ollut -13,3 dB SPL. Tutkimuksessa mittausarvot oli määritetty niin, että 5000 hertsin taajuudella emissiovasteen olisi pitänyt olla vähintään -6 dB SPL, jotta vaste olisi ollut hyväksytty. Signaalikohinasuhde oli määritelty niin, että sen tuli olla yli kuusi desibeliä ja näin ollen se oli määriteltyä arvoa suurempi.

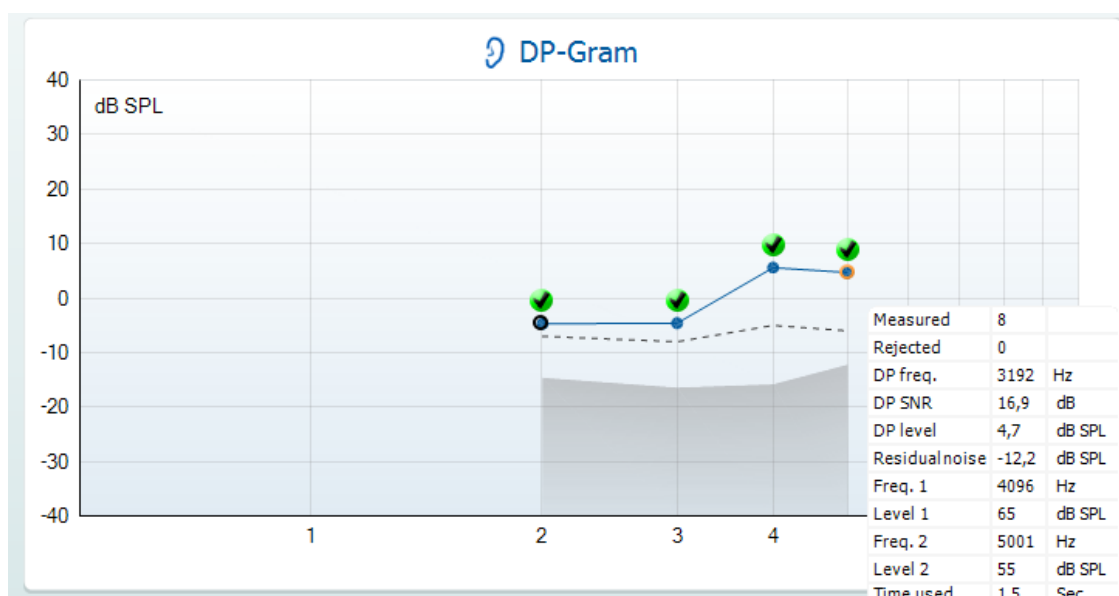
Point summary

f2 (Hz)	DP level (dB SPL)	Noise (dB SPL)	SNR	Reliab. (%)	Detected
2000	2.0	-12.0	14.0	99.1	✓
3000	1.5	-16.0	17.5	99.8	✓
4000	0.4	-16.0	16.4	99.3	✓
5000	-13.3	-23.6	10.3	94.8	

Kuva 7. Särösyntyisen otoakustisen emissiotutkimuksen tarkemmat tulokset

Kuvassa 8 on näytetty, millaisen tulokset Titan antaa, jos laitetta käytetään tietokoneeseen kytkettynä viivadiagrammia näkymänä käyttäen. Kuvassa 8 on kyseessä eri mittaus kuin kuvissa 6 ja 7. Kuvassa 8 saadut emissiovasteet on merkitty sinisellä viivalla ja vasteiden minimivaatimustaso katkoviivalla. Harmaalla näkyvä palkki kertoo kohinan tasosta. Jokaisesta tutkitusta taajuudesta ja siitä saadusta vasteesta saa enemmän tietoa viemällä hiiren kyseisen taajuuden päälle. Kuvassa 8 on näytetty tarkemmat tiedot 5000 hertsin tutkimuksesta. Tiedoista selviää, että tutkimukseen on

käytetty yhteensä 1,5 sekuntia, ja se on siinä ajassa suoritettu 8 kertaa, joista yhtäkään tutkimuskertaa ei hylätty. Taajuus f_1 on ollut 4096 Hz ja f_2 on ollut 5001 Hz. Särösyntyinen otoakustinen emissio on mitattu taajuudelta ($2f_1-f_2$), joka on ollut 3192 Hz. Emissiovasteen voimakkuus on ollut 4,7 dB SPL. L1 on ollut 65 dB SPL ja L2 on ollut 55 dB SPL. Kohinan voimakkuus (residual noise) on ollut -12,2 dB SPL, joten signaali-kohinasuhde (SNR) on ollut 16,9 dB.



Kuva 8. Titanin antamat tulokset viivadiagrammina

6.2 Tutkimuksessa käytetyt arvot

Titanissa pystyy itse määrittämään käytettävät arvot. Tässä tutkimuksessa käytettiin samoja arvoja, kuin aikaisemmin Eiserman et Al [2008] on käyttänyt 3-vuotiaille tehdyssä DPOAE-tutkimuksessa. Tutkittavat taajuudet (f_2) olivat insinööriyössä suoritetuissa tutkimuksissa siis 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz ja 5000 Hz. Päästettävien äänestien taajuuksien suhde, eli f_2/f_1 suhde, oli 1,22. Toisin sanoen jos esimerkiksi f_2 olisi 2000 Hz, $f_1 = 2000\text{Hz}/1,22$. Eli f_1 olisi noin 1640 Hz. Jotta emissiotutkimuksen tulos olisi hyväksytty, kaikilta neljältä taajuudelta piti löytyä emissiovaste. Emissiotutkimuksessa äänenpainetasot oli määritelty niin, että L1, eli äänenpainetaso taajuudella f_1 oli 65 dB SPL ja L2, eli äänenpainetaso taajuudella f_2 oli 55 dB SPL. Äänenpainetasojen ero L1-L2 oli siis 10dB.

Jotta tutkimus olisi läpäisty, särösyntyisen (distortion product) ääneksen äänenpainetaso piti minimissään olla 2000 Hz:ssä -7 dB SPL, 3000 Hz:ssä -8 dB SPL, 4000 Hz:ssä -5 dB SPL ja 5000 Hz:ssä -6 dB SPL. SNR (signal-to-noise ratio), eli signaalikohinasuhde, piti olla kaikilla taajuuksilla vähintään 6 desibeliä. Toisin sanoen mitatun särösyntyisen ääneksen ja kohinan erotus piti siis olla vähintään 6 desibeliä, jotta mittaustulos voitiin hyväksyä ja voitiin todeta ääneksen erottuvan kohinasta. Taustamelua sai olla enintään 30 desibeliä. Jos tämä raja ylittyi, testi keskeytyi.

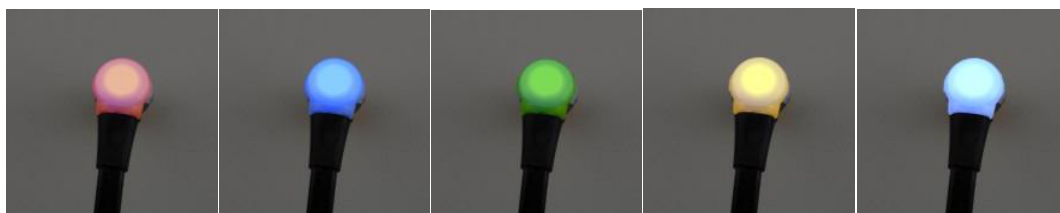
Laitteen herkkyys ja spesifisyys muuttuvat signaalikohinasuhteen ja tutkitun ääneksen äänenpainetason mukaan. Mitä pienempi hyväksytyksi määritellyn ääneksen äänenpainetaso on, sitä vähemmän normaalisti kuulevia lapsia jää kiinni, eli sitä spesifimpi tutkimus on. Jos hyväksytyksi määritellyn ääneksen äänenpainetaso on kuitenkin liian pieni, voivat lapset, joilla on kuulovamma, läpäistä testin. Näin ollen tutkimuksen herkkyys kärsii. Tutkimuksen herkkyys paranee, kun hyväksytyksi määritellyn ääneksen taso on korkeampi. Tällöin siis kasvaa myös todennäköisyys, että ne lapset, joilta kuulovika löytyy, jäävät kiinni. Toisaalta vaaditun äänenpainetason ollessa liian korkea, voi olla, että normaalikuuloisia lapsia jää kiinni ja tutkimuksen spesifisyys on näin ollen huonompi. Tutkimuksen spesifisyys on parempi signaalikohinasuhteen ollessa korkeampi. Jos taas signaalikohinasuhde on matalampi, on herkkyys parempi.

6.3 Emissiotutkimuksen suorittaminen

Titan tutkii lapsen korvasta saatavaa otoakustista emissiota, eli korvan simpukasta lähtevää kaikua. Laitteessa on mittapää, johon kiinnitetään laitetta varten suunniteltu tippi. Tippejä löytyy erikokoisia ja sen on istuttava tiiviisti lapsen korvaan. Mittaajan on siis osattava valita oikean kokoinen tippi, joka ei ole liian suuri eikä liian pieni lapsen korvakäytävään nähden. Epäsopivalla tipillä ei saada luotettavia testituloksia ja testi voi jopa keskeytyä vuotavan tipin vuoksi. Laite kertoo, kun mittapää on asetettu tiiviisti korvaan, joten mittaajan ei tarvitse itse päätellä, onko mittapää oikein korvassa. Laite kertoo mittapäässä olevan valon avulla jos tippi esimerkiksi vuotaa. Tällöin valo on keltainen. Jos tippi on tiiviisti korvassa, valo on vihreä. Nämä valot auttavat kokemattomampaakin tutkimuksen tekijää suorittamaan tutkimuksen. Koska laitteessa oli asennettuna sekä tympanometri, että DPOAE, pitää ennen tutkimuksen aloittamista valita tarvittava protokolla. Oikean protokollan valitsemiseen, kuten muihinkin Titanin

käytössä oleviin toimintoihin kuten esimerkiksi tietojen tallentamiseen löytyi ohjelehtinen, joka annettiin terveydenhoitajille samalla, kun laite vietiin testikäyttöön. Liitteestä 7 löytyy kyseinen ohjelehtinen.

Ennen tutkimuksen aloittamista pitää päättää, kummasta korvasta tutkimus suoritetaan. Valinta tehdään painamalla laitteen L- tai R-näppäintä. Punainen symboloi oikeaa korvaa ja sininen vasenta korvaa. Ruudun pääväri vaihtuu valitun korvan mukaan. Valittuna olevaa korvaa symboloiva väri näkyy myös laitteen mittapäässä olevasta valosta. Mittapään valot ovat kuvattu kuvassa 9. Kun oikea korva on valittuna, mutta mittapää ei ole vielä korvassa, on mittapäässä olevan valon väri punainen, jos taas valittuna on vasen korva, valo on sininen. Vihreä valo tarkoittaa, että mittapää on tiiviisti korvassa ja tutkimus voidaan aloittaa. Keltainen väri tarkoittaa, että mittausta ei vielä voida suorittaa. Syitä tähän voi olla esimerkiksi liian meluisa ympäristö, tippi vuotaa tai mittapää on tukossa. Valon palaessa valkoisena on laite juuri laitettu päälle, ja mittapään tila on toistaiseksi tuntematon.



Kuva 9. Mittapään väri vaihtoehdot. (Interacoustics 2012)

Kun lapsi istuu hiljaa ja rauhallisesti paikallaan, voidaan mittaus aloittaa. Mittaus tapahtuu painamalla laitteesta start-nappia ja lopun mittauksen laite suorittaa itsenäisesti. Kun laite on suorittanut tutkimuksen, se ilmoittaa tämän. Tässä vaiheessa laite kertoo myös tulokset, eli sen, onko tutkimus hyväksytty vai hylätty. Tuloksen näkee suoraan laitteen ruudulta, jossa jokaisella mitattavalla taajuudella on oma palkkinsa. Jos kyseinen taajuus on hyväksytty, palkin väri on vihreä, jos taas taajuus ei ole mennyt läpi, väri jää oikeassa korvassa punaiseksi ja vasemmassa korvassa siniseksi. Tutkimus on siis erittäin helppo toteuttaa, eikä vaadi erityistä teknistä osaamista laitteen käyttäjältä.

Tutkimus kestää muutamista sekunneista muutamiin kymmeneen sekunteihin. Tässä projektissa maksimimittausajaksi oli valittu 20 sekuntia. 20 sekuntia ei välttämättä ole tarpeeksi pitkä aika, mutta koska 3-vuotias lapsi kyllästyy nopeasti ja alkaa liikkua, ei

pidemmästä testausajasta välttämättä olisi ollut käytännön hyötyä. Jos maksimimittausaika olisi esimerkiksi 60 sekuntia, saatettaisiin pystyä karsimaan vielä muutamia virheellisesti kiinnijääneitä. Eli sellaisilta normaalikuuloisilta lapsilta, joilta ei ole 20 sekunnin aikana löytynyt otoakustista emissiota, voisi otoakustinen emissio löytyä 60 sekuntin aikana. Mittausaika vaikuttaa siis tutkimuksen spesifisyyteen. Mitä pidempi tutkimusaika on, sitä parempi on myös tutkimuksen spesifisyys. Eli mitä pidempi aika, sitä suuremmalta määrältä normaalisti kuulevista lapsista löytyy emissiovaste.

Testauksessa sovittujen käytäntöjen mukaan, mikäli lapsi ei läpäissyt testiä, voitiin testi suorittaa uudestaan. Tämä riippui tietysti siitä, oliko lapsi vielä rauhallinen ja suostuvainen uusintamittaukseen. Mikäli lapsi ei läpäissyt seuraavaakaan testiä, voitiin samalla laitteella suorittaa tympanometritutkimus. Tämän avulla voitiin selvittää johtuuko otoakustisessa emissiotutkimuksessa puuttuva vaste korvatulehduksesta. Tympanometritutkimuksen tuloksista huolimatta kaikki lapset, jotka eivät läpäisseet OAE-tutkimusta, lähetettiin korvalääkäri Miikka Peltomaan luo jatkotutkimuksiin. Toisin sanoen tympanometritutkimus tehtiin lähinnä rauhoittelemaan vanhempia ja antamaan pikainen vastaus, mikäli oli syytä epäillä korvatulehdusta.

6.4 Tuloksiin vaikuttavat tekijät

Moni asia saattaa vääristää tuloksia. Esimerkiksi jos mittaajaa ei ole koulutettu tarpeeksi, saattaa hän tehdä virheitä, jotka vaikuttavat tuloksiin. Yksi uuden mittaajan usein tekemistä virheistä on se, ettei käytetä tarpeeksi istuvaa tippiä. On tärkeää, että käytettävä tippi on suurin mahdollinen, joka korvaan sopii (Robinette & Glatke 2007: 357). Otoakustisissa emissiomittauksissa on havaittu, että suurin yksittäinen mittaustulokseen vaikuttava tekijä on juuri tipin istuvuus. Tiiviisti istuva tippi on tärkeä, sillä sen tarkoitus on kerätä mahdollisimman suuri osa otoakustisen emissiovasteen tuottamasta äänestä, sekä estää ulkoisten äänten pääsyä mittauspään mikrofoniin. Mittaus on hyvä suorittaa toiseen kertaan, jos tulos ensimmäisillä kerroilla on hylätty. Parhaimmassa tapauksessa mittauskertojen välillä olisi useampia viikkoja, jolloin esimerkiksi mittaustulokseen vaikuttanut korvatulehdus olisi parantunut. Tätä ei valitettavasti voitu projektissamme toteuttaa. Syynä tähän oli lyhyt testausajanjakso, joka siis oli neljä kuukautta. Neuvoloissa ei myöskään voitu toteuttaa uusintamittauksien vaatimia lisäkäyntejä ajanpuutteen vuoksi. (Stevens 2001: 2.)

Tutkimustilan on oltava mahdollisimman hiljainen. Ympäristön äänet, kuten ilmastointi, muiden laitteiden äänet, puhuminen ja itkeminen on minimoitava. Mitattavan itsensä on myös oltava hiljaa ja mahdollisimman paikallaan mittauksen ajan. OAE-laite itsessään on otettava huomioon mahdollisena äänilähteenä. Laitteen kuntoa täytyy seurata ja on kiinnitettävä huomiota mahdollisiin poikkeaviin ääniin. Yksittäiset äänet eivät vaikuta mittaukseen niin paljoa, sillä OAE-laitteissa on ominaisuus, joka tunnistaa ne eikä anna niiden vaikuttaa mittaustulokseen. (Robinette & Glattke 2007: 358; Stevens 2002: 4.)

6.5 Tuki ja koulutus

Ennen kuin laitteet otettiin käyttöön, neuvolan terveydenhoitajille pidettiin koulutus, jossa neuvottiin Titan-laitteen käyttöä. Terveydenhoitajat pääsivät myös testaamaan Titanin käyttöä mittaamalla otoakustista emissiota toisiltaan. Myös erikokoisia tippettä tutkittiin ja näytettiin, mikä tippikoko sopii monelle 3-vuotiaalle lapselle. Koulutuksessa kerrottiin myös, mitkä ovat yleisimmät ongelmat OAE-mittauksessa ja miten toimia ongelmatilanteissa. Heille kerrottiin myös, miten laitteen päivittäinen puhdistus tapahtuu. Koulutuksen lisäksi neuvolaan annettiin ohjelehtisiä OAE-laitteesta. He saivat myös käyttöönsä listan erikokoisista tippettä, jonka perusteella pystyi tarkistamaan minkä värinen tippetti oli minkäkin kokoinen. Neuvoloiden terveydenhoitajille jaettiin myös minun yhteystietoni, jos heille heräsi kysymyksiä laitteesta ja sen käytöstä. He saivat siis olla yhteydessä sähköpostitse tai puhelimitse toimistoaikoina, mikäli heillä siihen oli tarvetta.

7 Lopputulos

7.1 Tutkimuksen tulokset

Terveydenhoitajat suhtautuivat ennen projektin aloittamista uuteen laitteeseen erittäin hyvin. Kaikki ottivat laitteen positiivisesti vastaan. Yhteensä tutkimukseen osallistui neljä terveydenhoitajaa. Alkukyselykaavakkeeseen vastasi vain yksi terveydenhoitajista. Hän uskoi, että laitteen käyttö onnistuu neuvolaympäristössä. Hän arvioi laitteen käytön melko helpoksi, kun vaihtoehtoina oli erittäin helppo, melko helppo, melko vaikea, erittäin vaikea. Muut kolme terveydenhoitajaa vastasi samoihin kysymyksiin suullisesti alussa käydyissä keskusteluissa. He olivat kaikki samoilla

linjoilla kuin alkukyselykaavakkeeseen vastannut terveydenhoitaja, eli he uskoivat, että otoakustisen emissiotutkimuksen tekeminen onnistuu neuvolaympäristössä, ja he kuvailivat laitteen käyttöä melko helpoksi saamansa koulutuksen perusteella.

Testijakson aikana terveydenhoitajilla ei kertaakaan noussut esiin kysymyksiä laitteen käytöstä. Tutkimusjakson jälkeen käydyt keskustelut ja tehty loppukysely osoitti, että laitteen käyttö oli terveydenhoitajien mukaan pääasiassa melko helppoa, kuten he olivat etukäteen ajatelleetkin. Loppukyselykaavakkeen täytti neljästä terveydenhoitajasta kolme. Kaksi terveydenhoitajaa osallistui tutkimusjakson loppuun keskusteluihin, joissa käsiteltiin esiin tulleita ongelmia ja minkälaista laitteen käyttö on ollut. Loppukyselykaavakkeilla vain yksi terveydenhoitaja kuvaili laitteen käyttöä melko vaikeaksi, kun vaihtoehtoina oli erittäin helppo, melko helppo, melko vaikea, erittäin vaikea. Muut kuvailivat laitteen käyttöä helpoksi tai melko helpoksi. Suurimmaksi ongelmaksi laitteen käytössä muodostui oikean kokoisen tipin valinta. Tämän mainitsi ongelmaksi kolme terveydenhoitajaa.

Keskustelujen ja loppukyselykaavakkeen perusteella suurin ongelma koko tutkimusprosessia ajatellen oli kuitenkin lapsen paikallaan pysyminen sekä lapsen ja ympäristön meluisuus. Tämä muodostui ongelmaksi kaikkien terveydenhoitajien mielestä. Otoakustinen emissiotutkimus tehtiin yhteensä yhteensä kuudelletoista lapselle. Lapsia, jotka tulivat 3-vuotisneuvolakäynnille, mutta joiden kohdalla tutkimus jouduttiin kokonaan jättämään tekemättä, oli noin kymmenen. Kaikki terveydenhoitajat joutuivat jättämään tutkimuksen tekemättä vähintään kerran lapsen vilkkauksen takia. Muita syitä testin väliin jättämiseen olivat lapsen ujous sekä vastaanotolla mukana olleet sisarukset, joiden vuoksi nousi melutaso liian korkeaksi tutkimuksen suorittamiseen. Kaikkien tutkimuksia tehneiden terveydenhoitajien mielestä neuvolakäynnillä olisi saanut olla 15 minuuttia lisää aikaa OAE-tutkimuksen tekemiseen. Tästä huolimatta vain yhden kerran emissiotutkimus jätettiin tekemättä ajanpuutteen vuoksi. Vaikka ongelmia olikin, kaikki tutkimuksessa mukana olleet terveydenhoitajat olivat sitä mieltä, että otoakustinen emissiotutkimus voisi tulla osaksi neuvolan kuulonseulontaa.

Suureksi ongelmaksi muodostui iso määrä kiinni jääneitä lapsia, joiden kuulo kuitenkin oli normaali. Tutkimuksen spesifisyys ei siis ollut kohdillaan. Kuudestatoista tutkitusta lapsesta jopa 9 lasta jäi kiinni tutkimuksessa. Kolme lasta kiinnijääneistä ei läpäissyt testiä, koska tarpeeksi vahvoja emissiovasteita ei löytynyt. Kahdelta näistä kolmesta

lapsesta emissiovasteet jäivät puuttumaan vain toisesta korvasta. Yhdeksästä kiinnijääneestä kuudelta emissiovasteet kyllä löytyivät, mutta signaalikohinasuhde oli liian matala ja tämän vuoksi lapsi ei läpäissyt testiä. Näistä kuudesta kolmelta löytyi toisesta korvasta normaali emissiovaste, eli tutkimus oli läpäisty toisen korvan osalta. Kaikissa tapauksista, kun lapsi ei läpäissyt tutkimusta, hän jäi kiinni useammasta kuin yhdestä taajuudesta.

7.2 Mitä muutoksia OAE-tutkimukseen tulee tehdä?

Positiivisesta vastaanotosta huolimatta tutkimusta ei voisi tällaisenaan ottaa mukaan suurempaan projektiin, sillä kiinnijääneitä lapsia oli liikaa. Todennäköisin syy suurelle määrälle kiinni jääneitä oli lasten vilkkaus ja keskittymiskyvyn loppuminen kesken tutkimuksen. Terveystenhoitajat raportoivat lapsen vilkkaudesta ja lisäksi keskittymiskyvyn loppumisesta kertoo se, että usein ensimmäisenä mitatusta korvasta otoakustiset emissiovasteet löytyivät kaikilta taajuuksilta ja tutkimus oli läpäisty, mutta toisen korvan kohdalla tutkimusta ei ole läpäisty.

Myös epäsoviva tippi voi aiheuttaa sen, ettei lapsi läpäise tutkimusta. Jos lapsi on ollut rauhallinen ja siitä huolimatta kohina on ollut liian voimakasta, voidaan olettaa, että tippi on ollut epäsoviva (Robinette & Glatke 2007: 357). Ennen pidemmän tutkimusprojektin aloittamista pitää antaa terveystenhoitajille enemmän koulutusta, jotta he onnistuvat valitsemaan oikean kokoisen tipin. Toisaalta pelkällä koulutuksella ei tätä ongelmaa voida ratkaista, vaan oikean kokoisen tipin valinta helpottuu kun kokemusta tulee lisää.

Terveystenhoitajien mukaan suurimmalla osalla 3-vuotiaista on vielä vaikeuksia keskittyä ja olla paikallaan tutkimuksen vaatimaa aikaa. He ehdottivatkin, että soviva kohderyhmä voisi olla 4-vuotiaat, jotka ovat keskimäärin rauhallisempia ja heillä on parempi keskittymiskyky kuin 3-vuotiaat. Jos kuitenkin mietitään kuulovammaisia lapsia, aikainen diagnosointi on ensiarvoisen tärkeää. Tämän vuoksi 3-vuotiaat olisivat ideaalinen kohderyhmä. Lisäksi osalle 4-vuotiaista pystytään jo toteuttamaan audiometritutkimus, joten heidän kohdallaan ei ole tarpeellista tehdä OAE-tutkimusta 4-vuotiaana. Tämän vuoksi on hyvä pitää kohderyhmä jatkossakin 3-vuotiaissa. Koska kohderyhmä pidetään jatkossakin 3-vuotiaissa, pitää miettiä keinoja, joilla lapsen saa

olemaan hetki paikallaan. Voisiko esimerkiksi videokuva tai muu vastaava saada lapsen rauhoittumaan vaadituksi ajaksi?

Pohdittavaksi jää myös, missä vaiheessa käyntiä otoakustinen emissiotutkimus kannattaisi suorittaa. Tämä riippuu tietysti lapsesta itsestään ja todennäköisesti onkin parempi arvioida sopiva ajankohta jokaisen lapsen kohdalla yksilöllisesti. Jos tutkimuksen jättää neuvolakäynnin loppupuolelle, voi olla, ettei lapsella enää riitä keskittymiskyky. Jos taas tutkimus suoritetaan heti alussa, voi olla, että lapsi on vielä sen verran ujo ja vierastaa terveydenhoitajaa, ettei tutkimuksen tekeminen tämän vuoksi onnistu. Ympäristön meluisuus ja lasten vilkkaus ovat sellaisia tekijöitä, joita on vaikeaa tai mahdotonta muuttaa. Esimerkiksi tutkimushuoneessa olevia sisaruksia on erittäin vaikeaa saada pysymään hiljaisina tutkimuksen ajan. Edellä mainitut seikat tulevat siis varmasti tuottamaan ongelmia myös jatkossa.

Mittausaikaa ei kannata muuttaa pidemmäksi, sillä terveydenhoitajien mukaan jo 20 sekuntia tuntuu monelle lapselle liian pitkältä ajalta olla paikallaan. Neuvolakäynnille voisi varata hieman lisääaikaa OAE-tutkimuksen vuoksi, jos tämä vain on mahdollista neuvoloiden puolelta. Testi itsessään ei aikaa juuri vie, mutta enemmän aikaa vaatii tipin valinta sekä lapsen rauhoittaminen, jotta tutkimus voidaan aloittaa. Jos neuvolakäynnillä olisi terveydenhoitajien mainitsema 15 minuuttia lisääaikaa, voisi emissiotutkimuksen ajankohtaa miettiä enemmän ja jäisi enemmän aikaa myös saada lapsi rauhalliseksi. Tietysti lisääaikaa vaatii myös se, jos haluttaisiin suorittaa uusintatutkimus lapsille, jotka eivät OAE-tutkimusta läpäisseet. Tämä vaatisi kokonaan oman neuvolakäynnin esimerkiksi kahden viikon päästä ensimmäisestä käynnistä. Vuoden kestävän tutkimusprojektin aikana tämä ei kuitenkaan ole välttämätöntä, sillä tutkimuksessa kiinni jääneet lapset voidaan lähettää Miikka Peltomaan luo tarkempiin tutkimuksiin.

Jos otoakustinen emissiotutkimus otettaisiin vakituisesti osaksi neuvoloiden kuulonseulontaa, voitaisiin molemmista korvista kiinni jääneet lapset tutkia uudestaan muutaman viikon kuluttua ensimmäisestä tutkimuksesta. Myös Eiserman et Al:n (2008) tutkimuksissa käytettiin useamman tutkimuskerran strategiaa. Lapsille tehtiin jopa kolme erillistä tutkimusta, jos he eivät ensimmäisillä kerroilla läpäisseet emissiotutkimuksia. Kyseisessä tutkimuksessa ensimmäisen kerran jälkeen kiinni jääneitä lapsia oli jopa 18 %, toisen kerran jälkeen 6 % ja kolmannen kerran jälkeen 5,7 %. Jos kuitenkin lapsen toisesta korvasta saataisiin normaalit vasteet, seuraava

tutkimus voitaisiin tehdä vasta esimerkiksi seuraavan normaalin neuvolakäynnin yhteydessä. Tämä tarkoittaisi 3-vuotiaalle, että seuraava tutkimus voitaisiin tehdä 4-vuotisneuvolakäynnin yhteydessä. Emissiotutkimusten tuloksien perusteella viideltä lapselta löytyi vaste ainakin toisesta korvasta, joten kiinnijääneiden määrä laskisi yhdeksästä lapsesta viiteen, eli 56 %:sta 31 %:iin.

Pohtia pitää myös sitä, käytetäänkö jatkossa tutkimuksessa TEOAE:ta tai DPOAE:ta. TEOAE:n puolesta puhuu se, että sitä on käytetty Suomessa ja muualla maailmassa enemmän, joten on todennäköisesti helpompaa jatkaa totutulla linjalla. Koska TEOAE:ta käytetään enemmän, on myös tietämys siitä laajempi. Näin ollen oikeiden mittausarvojen valitseminen voisi olla helpompaa. Myös tutkimuksia, jotka on tehty TEOAE:lla, löytyy huomattavasti enemmän kuin DPOAE:lla tehtyjä. Näitä voisi käyttää apuna valittaessa mittausarvoja niin, että ne ovat mahdollisimman sopivat 3-vuotiaalle.

Transienttien laukaiseman otoakustisen emissiotutkimuksen puolesta puhuu myös se, että se havaitsee myös lievemmat kuulovammat kuin DPOAE. Transienttien laukaisemassa otoakustisessa emissiotutkimuksessa vasteet jää saamatta, jos kuulokynnys on noin 25–30 dB SPL, kun taas särösyntyisessä otoakustisessa emissiotutkimuksessa vasteet jää saamatta vasta kun kuulokynnys on 50–60 dB SPL. Toisin sanoen DPOAE havaitsee keskivaikeat, vaikeat ja erittäin vaikeat kuuloviat, kun TEOAE havaitsee näiden lisäksi lievätkin kuulovammat. Insinööriyössä käytettiin särösyntyistä otoakustista emissiota kokeilumielessä. Jatkoa ajatellen tällä ei ole merkitystä, sillä Titania käytetään samalla tavalla, oli sitten kyseessä TEOAE-tutkimuksesta tai DPOAE-tutkimuksesta. Toisin sanoen terveydenhoitajat suorittavat mittauksen samalla tavalla ja laite antaa tulokset samalla tavalla. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi jatkossa kannattaa käyttää TEOAE:ta.

8 Johtopäätökset

Insinööriyössä kartoitettiin ongelmia, joita otoakustisen emissiotutkimuksen tekemisessä 3-vuotisneuvolan yhteydessä on. Tarkoituksena oli selvittää, onko mahdollista aloittaa pidempi tutkimusprojekti, jossa tutkitaan, onko tarvetta lisätä otoakustinen emissiotutkimus osaksi neuvoloiden kuulonseulontaa. Insinööriyössä selvisi, että terveydenhoitajat osaavat käyttää emissiotutkimuslaitetta hyvin, lukuun ottamatta sopivan tipin valintaa. Terveydenhoitajille tulee siis opastaa sopivan kokoisen tipin

valitaa, vaikka toisaalta tipin valinta on taito, jota ei täysin voi koulutuksella opettaa, vaan taito karttuu tutkimuksia tekemällä.

Tipin valinnan lisäksi lasten vilkkaus tuotti hankaluuksia tutkimustilanteessa. Myös lasten ujous, ja vastaanotolla mukana olleiden sisarusten äänekkyyys tuotti ongelmia. Nämä ovat kuitenkin seikkoja, joita on vaikea muuttaa, mutta joillakin muutoksilla voidaan vaikuttaa näihin asioihin. Esimerkiksi videokuvan näyttäminen tutkimuksen aikana ja emissiotutkimuksen ajankohdan oikea sijoittaminen neuvolakäynnille, saattavat saada saada joitakin lapsia rauhoittumaan vaadituksi ajaksi. Jos tutkimuskäynnillä on mukana sisaruksia, voivat hekin mahdollisesti rauhoittua katsomaan videokuvaa tutkimuksen ajaksi. Olisi hyvä, jos tutkimuskäynnille on neuvoloiden puolelta mahdollista varata 15 minuuttia lisääaikaa. Näin terveydenhoitajilla olisi enemmän aikaa rauhoittaa lasta ja enemmän valinnanvapautta päättää, missä vaiheessa neuvolakäyntiä emissiotutkimus suoritetaan.

Levottomien lapsien ja epäsovivien tippien seuraus oli suuri määrä kiinni jääneitä lapsia. Lisäksi montaa lasta ei pystytty edes tutkimaan edellä mainittujen seikkojen vuoksi. Samaa ei saa tapahtua pidempiaikaisessa tutkimusprojektissa, joten muutoksia tulee tehdä ennen tutkimusprojektin käynnistämistä. Ennen pidempiaikaisen tutkimuksen aloittamista, pitää terveydenhoitajille opettaa enemmän oikean kokoisen tipin valintaa. Lisäksi pitää pohtia keinoja, joilla lapsi ja mahdolliset sisarukset saadaan rauhoittumaan tarvittavaksi ajaksi. Kun nämä asiat on saatu selvitettyä, voidaan aloittaa tutkimus ”Objektiivinen kuulontutkimus otoakustisella emissiotutkimuksella 3-vuotisneuvolassa - tavoitteena kuntoutusta vaativien kuulovikojen varhaisempi löytäminen”.

Lähteet

1. Aarnisalo, Antti. & Luostarinen, Leena. 2015a. Audiometriatutkimus. Verkkodokumentti. Terveysten- ja hyvinvoinnin laitos. <<https://www.thl.fi/fi/web/lastenneuvolakasikirja/ohjeet-ja-tukimateriaali/menetelmat/kuulo/audiometritutkimus>>. Luettu 26.10.2015.
2. Aarnisalo, Antti. & Luostarinen, Leena. 2015b. Kuulo. Verkkodokumentti. Terveysten- ja hyvinvoinnin laitos. <<https://www.thl.fi/fi/web/lastenneuvolakasikirja/ohjeet-ja-tukimateriaali/menetelmat/kuulo>>. Luettu 26.10.2015.
3. Aarnisalo, Antti. & Luostarinen, Leena. 2015c. Paikantamisvaste. Verkkodokumentti. Terveysten- ja hyvinvoinnin laitos. <<https://www.thl.fi/fi/web/lastenneuvolakasikirja/ohjeet-ja-tukimateriaali/menetelmat/kuulo/paikantamisvaste>>. Luettu 26.10.2015.
4. Ahonen, Timo. 2010. Kielen kehityksen keskeisiä saavutuksia. Verkkodokumentti. Duodecim. <<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nix01470&suositusid=hoi50085>>. Luettu 27.3.2015
5. American Academy of Audiology. 2011. Childhood Hearing Screening Guidelines. Verkkodokumentti. Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/ncbddd/hearingloss/documents/AAA_Childhood%20Hearing%20Guidelines_2011.pdf>, Luettu 23.3.2015
6. Bess, Fred & Humes, Larry. 1995. Audiology - the fundamentals. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins.
7. Bjålie, J., Haug, E., Sand, O., Øystein V. & Tøvertud K. 1999. Ihminen Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY
8. Elberling, Claus & Worsoe, Kirsten. 2006. Fading Sounds – about hearing and hearing aids. Herlev: The Oticon Foundation.
9. Gelfand, Stanley A. 2001. Essentials of Audiology. New York: Thieme.

10. Hermansson, Elina, 1.7.2012. Kuulon kehitys ja seulonta. Verkkodokumentti. Duodecim.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=kot00610>.
Luettu 3.4.2015.
11. Hyvärinen, A., Dietz, A. & Löppönen, H. 2011. Lasten kuulonkuntoutuksen polku. Verkkodokumentti. Duodecim.
<http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo99494>. Luettu 23.6.2015
12. Interacoustics a/s. Explore the Titan with ABR/OAE and impedance - Interacoustics. <<http://www.interacoustics.com/titan>>. Luettu 22.3.2015.
13. Interacoustics a/s. 2012. Operating Manual. Luettu 22.3.2015.
14. Jalanko, Hannu. 2014. Kuulohäiriöt lapsella. Verkkodokumentti. Duodecim.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00436>.
Luettu 2.11.2015.
15. Jauhiainen, Tapani (toim.). 2008. Audiologia. Helsinki: Duodecim.
16. Jauhuainen, Tapani & Yli-Pohja, Päivi. 2008. Kun kuulee huonosti. Verkkodokumentti. Duodecim.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ati00020>.
Luettu 2.11.2015.
17. Laitakari, Jaakko & Kokkonen, Jukka. 2011. Mitä korvan ja kuuloratojen toimintatutkimukset kertovat kuulosta. Verkkodokumentti. Duodecim.
<http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo99496>. Luettu 26.10.2015.
18. Lonka, Eila & Korpijaakko-Huuhka, Anna-Maija (toim.). 2000. Kuulon ja kielen kuntoutus. Tampere: Palmenia

19. Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist S. 2006. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.
20. Auditory Steady State Response Test Protocol. 2009. Verkkodokumentti. Queensland Government.
<<http://www.health.qld.gov.au/healthyhearing/docs/dppga59-135.pdf>>. Luettu 30.10.2015.
21. Robinette, Martin & Glatke, Theodore. 2007. Otoacoustic emissions Clinical Applications. 3rd ed. New York: Thieme.
22. Sorri Martti, 2009. Synnynnäinen huonokuuloisuus. Verkkodokumentti. Duodecim. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00062>. Luettu 5.11.2015.
23. Stevens, John (toim.). 2002. Neonatal Hearing screening and assessment. Verkkodokumentti.
<http://abrpeerreview.co.uk/onewebmedia/NHSP%20TEOAE_protocol.pdf>. Luettu 24.3.2015
24. Suvanto, Kari & Laajalehto, Kari. 2008. Tekniikan fysiikka 2. Helsinki: Edita.
25. Tammela, Outi. & Uotila, Jukka. 2015. Vastasyntyneiden kuulonseulonta Taysissa. Verkkodokumentti. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri.
<http://www.tays.fi/fi-FI/Ohjeet/Potilasohjeet/Vastasyntyneiden_kuulonseulonta_Taysissa%289302%29>. Luettu 4.11.2015.

Alkukysely OAE-tutkimuksesta ja Titan-laitteen käytöstä

Kuulemasi ja/tai saamiesi ohjeiden perusteella, kuinka vaikealta/helpolta laitteen käyttö vaikuttaa?

Erittäin helpolta	<input type="checkbox"/>
Melko helpolta	<input type="checkbox"/>
Melko vaikealta	<input type="checkbox"/>
Erittäin vaikealta	<input type="checkbox"/>
En osaa sanoa	<input type="checkbox"/>

Mistä asiasta olisit toivonut lisätietoa?

Uskotko, että OAE-tutkimuksen tekeminen onnistuu neuvolakäynnin yhteydessä?

Kyllä	<input type="checkbox"/>
Ei	<input type="checkbox"/>

Jos vastasit ei, minkä asian luulet muodostuvan ongelmaksi?

Kiitos vastauksistasi!

Kysymyksiä OAE-tutkimuksesta ja Titan-laitteen käytöstä**Kuinka monta kertaa jouduit jättämään testin tekemättä ajanpuutteen vuoksi?**

0

noin 1-5

noin 6-10

yli 10

Kuinka paljon lisäaikaa neuvolakäyntiin olisit toivonnut?

**Jouduitko jättämään testin tekemättä jostain muusta syystä? Mistä?
Kuinka monta kertaa?****Minkälaisia ongelmia kohtasit testiä tehdessä?**

Laite ei käynnistynyt lainkaan

Laite ei toiminut annettujen ohjeiden mukaan

Tippiä ei saanut tiiviisti lapsen korvaan

Lapsi liikkui liikaa tai ei ollut hiljaa testin aikana

Ympäristö oli liian meluisa

Muuta

Jos vastasit muuta, mitä:

Kuinka helpoksi/vaikeaksi koit laitteen käytön?

Erittäin helppoa

Melko helppoa

Melko vaikeaa

Erittäin vaikeaa

Kerro lyhyesti mikä oli laitteen käytössä vaikeinta?**Koetko, että tämä voisi tulla osaksi neuvolan kuulonseulontaa**

Kyllä

Ei

Jos vastasit ei, miksi:**Muita ideoita miten tutkimusta voisi parantaa:****Kiitos vastauksistasi!**

Lainausopimus



Loan Authority

The following document outlines the agreement between Interacoustics A/S and the party listed below for the loan of equipment for research purposes.

Contact person:	Liisa Eerola
Institution:	Oticon Oy
Address:	PL 408 (Laivalahdenkatu 2 b A) FI - 00811 Helsinki
Phone:	+358 40 940 2200
Email address:	le@oticon.fi
Loan period:	6 May 2015 – 6 May 2016

The equipment below is loaned for the purpose of research/validation in agreement with Liisa Eerola

The following conditions apply:

- The hardware/software outlined below remains the property of Interacoustics A/S unless otherwise has been agreed with Interacoustics A/S.
- The hardware/software outlined below is loaned for the purposes of research/validation with mutual benefit for Liisa Eerola and Interacoustics A/S.
- Due care in the handling and operation of the loaned hardware/software shall be taken.
- The hardware/software outlined below shall be returned to Interacoustics A/S at the end of the research period unless otherwise agreed with Interacoustics A/S.
- Startup disposables are provided complementary while additional disposable supplies can be negotiated.
- Interacoustics A/S will support the Liisa Eerola of with product-related questions and be a sparring partner for Liisa Eerola of during the time of research/validation.
- The test results gathered during the research, on the equipment below, shall be shared on a regular basis during the data acquisition period.
- If mutually agreed between Liisa Eerola and Interacoustics A/S, the data collected can be published in relevant scientific media.
- Interacoustics shall be allowed to refer to the published research in question and use the conclusion of the research in their scientific marketing of the product worldwide.

Loan equipment:

Model:	Titan
Serial No:	SN0928947 (Firmware 11134825)
Included parts:	Hardware/Software: Titan handheld unit with basic probe (ID020197) Clinical probe extension (ID017866) Power supply Cradle complete Titan Suite PC Software TCB Carrying Bag USB cable USB adaptor



	2x Li Batteries 2 and 5 cc cavity 0.1 and 0.5 cc cavity Startup disposables provided: BET55 Ear tips Cleaning floss
--	---

By signing below, I, Liisa Eerola agree to the terms outlined above.

Signature: _____ Date: _____



Eettisen toimikunnan tutkimuslupa



JÄRVENPÄÄN KAUPUNKI
Sosiaali- ja terveystieteiden palvelualue
Palvelualuejohtaja

PÄÄTÖS

17.4.2015 § 73

SOSTER 648/2015
Kaava U.13.00

Asia	TUTKIMUSLUPA: Objekttiivinen kuulontutkimus otoakustisella emissiotutkimuksella 3-vuotisneuvolassa - tavoitteena kuntoutusta vaativien kuulovikojen varhaisempi löytäminen		
Selostus asiasta	<p>LKT Miikka Peltomaa (Korvalääkärikeskus Aino) on hakenut tutkimuslupaa 3-v neuvolan yhteydessä tehtävään otoakustiseen emissiomittaukseen (OAE).</p> <p>Tarkoituksena on parantaa otoakustisten emissiomittauksiin perustuvien kuulonmittausten (OAE) avulla diagnostiikkaa ja varhaista kuulon kuntoutusta sekä tutkia, kuinka mittaus soveltuisi 3-v neuvolatarkastuksen yhteyteen ja löydetäänkö kuntoutusta vaativat kuuloviat varhaisemmin.</p> <p>Tutkimuksesta (kesto 1 v) ei koidu kustannuksia Järvenpään kaupungille, tutkittaville eikä heidän huoltajilleen. Tavoitteena on saada 400 - 420 lasta tutkimukseen. Tutkijat perehdyttävät terveydenhoitajat tutkimuslaitteen käyttöön.</p> <p>Johtajalääkäri Eeva Ketola ja kasvun tuen johtaja Leena Rauhala ovat puoltaneet tutkimusta ja se on esitelty keskeisille toimijoille.</p> <p>Tutkimustulokset tullaan julkaisemaan kansainvälisessä vertaisarvioidussa tiedejulkaisussa.</p>		
Päätös ja sen perustelut	<p>Tutkimuslupa myönnetään sillä edellytyksellä, että tutkimustulokset toimitetaan Järvenpään kaupungin käyttöön sosiaali- ja terveyskeskuksen toiminnan kehittämisessä hyödynnettäväksi.</p> <p><i>Tiina Salminen</i> Palvelualuejohtaja Tiina Salminen</p>		
Muutoksenhaku	Päätös koskee vain valmistelua/täytäntöönpanoa, joten päätökseen ei saa kuntalain 91 §:n mukaan hakea muutosta.		
Jakelu	LKT Miikka Peltomaa, hyvinvointiteknologian opiskelija Liisa Eerola (Metropolia amk), johtajalääkäri Eeva Ketola, kasvun tuen johtaja Leena Rauhala, neuvolan esimies Leena Salonen, ylilääkäri Tuula Salokangas		
Tiedoksianto asianosaiselle	Postitse pvm	Sähköpostitse pvm 17.4.2015	Luovutettu pvm

Huoltajan suostumuslomake lapsen osallistumiseksi tutkimukseen

Olen saanut tätä tutkimusta koskevan tiedotteen ja suullista tietoa tästä tutkimuksesta ja ymmärtänyt tutkimusta koskevan tiedon.

Tiedot antoi: _____

Olen saanut myös esittää hänelle kysymyksiä tutkimuksesta. Myös lapselleni on kerrottu tästä tutkimuksesta ja hänen myönteinen mielipiteensä on selvitetty siten, kuin se hänen kehitystasonsa huomioiden on mahdollista.

Kaikkia tähän tutkimukseen osallistuvia osapuolia sitoo salassapitovelvollisuus. Tutkimustiedot käsitellään luottamuksellisina, sekä siten koodattuna, että lapseni henkilöllisyyttä ei ole mahdollista selvittää ilman tutkijalääkärin vastuulla olevaa purkukoodia.

Ymmärrän, että lapseni osallistuminen tähän tutkimukseen on vapaaehtoista ja voin perua tämän suostumuksen, ja keskeyttää hänen osallistumisensa tutkimukseen milloin tahansa ennen tutkimuksen päättymistä. Tutkimuksen keskeyttäminen ei kuitenkaan vaikuta millään tavoin hänen mahdollisesti tarvitsemaansa jatkoseurantaan tai hoitoon.

Suostumuksen päiväys: _____

Annan suostumukseni siihen, että lapseni osallistuu tähän tutkimukseen

Lapsen nimi: _____

Lapsen syntymäaika: _____

Lapsen osoite: _____: _____

Huoltajan (1) Allekirjoitus

Huoltajan (2) allekirjoitus (tarvittaessa)

Nimen selvennys

Päiväys

Nimen selvenys

Päiväys

Olen kertonut tästä tutkimuksesta tutkimustiedotteen mukaisesti sekä lapselle että hänen huoltajalleen ja otan vastaan tämän suostumuksen:

_____ Järvenpäässä _____

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen allekirjoitus ja nimenselvennys

Päiväys

Tätä suostumusasiakirjaa on tehty kaksi kappaletta, joista toinen annetaan huoltajalle ja toinen arkistoidaan neuvolan tutkimuskansioon.

Tiedote lapsen huoltajalle tutkimuksesta – Kuulontutkimus 3-vuotisneuvolassa

Tutkimuksen nimi

Kuulontutkimus otoakustisella emissiovastetutkimuksella 3-vuotisneuvolassa - tavoitteena vakavien kuulovikojen nykyistä parempi löytäminen. Tässä vaiheessa on kyse pilottitutkimuksesta, jolla kartoitetaan laitteen soveltuvuutta neuvolakäyttöön.

Pyyntö osallistua tutkimukseen

Helsingin yliopistollinen keskussairaala (HUS) ja Korvalääkärikeskus Aino Järvenpäästä yhdessä Järvenpään terveyskeskuksen kanssa tekee tutkimusta lasten 3-vuotisneuvolatarkastukseen tulevia lasten kuulosta. Lapsenne on 3-vuotisneuvolakäynnillä ja siksi teillä on mahdollisuus päästä osallistumaan tutkimukseen. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja teidän osuuttanne siinä.

Osallistumisen vapaaehtoisuus

Osallistuminen tähän tutkimukseen on vapaaehtoista. Voitte kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen tai keskeyttää osallistumisenne syytä ilmoittamatta milloin tahansa.

Lukekaa rauhassa tämä tiedote. Jos Teillä on kysyttävää, voitte olla yhteydessä tutkijalääkäriin tai muuhun tutkimuksen henkilökuntaan. Jos päätätte osallistua tutkimukseen, pyydämme Teitä allekirjoittamaan suostumuslomakkeen.

Tutkimuksen toteuttaja

Tämän tutkimuksen toteuttavat Helsingin yliopistollisen keskussairaalan korvaklinikka ja Korvalääkärikeskus Aino Järvenpäästä yhteistyössä Järvenpään terveyskeskuksen kanssa. Pilottitutkimuksessa on mukana myös Metropolia ammattikorkeakoulun opiskelija, joka tekee lopputyötä tutkimuksessa käytettävän laitteen sopivuudesta neuvolaympäristöön. Tutkimuksen rekisterinpitäjä on Helsingin yliopistollinen keskussairaala (HUS), joka vastaa tutkimuksen yhteydessä tapahtuvan henkilötietojen käsittelyn lainmukaisuudesta.

Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Lapsen kuulovamma on normaalin puheenkehityksen turvaamiseksi kuntoutettava mahdollisimman varhain. Huolimatta vastasyntyneiden ja neuvolajärjestelmän kuulonseulonnasta Suomessa kuntoutusta vaativia kuulovikoja löydetään säännöllisesti jopa vasta kouluun meneviltä lapsilta. Tämä johtuu seulontajärjestelmän heikkouksista ja vastasyntyneisyyskautta myöhemmin kehittyvistä kuulovioista. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää miten ylimääräinen objektiivinen kuulontutkimus (otoakustinen emissiotutkimus) olisi toteutettavissa suomalaisessa neuvolassa 3-vuotiskäynnin yhteydessä. Tutkimuksessa arvioidaan ylimääräisen kuulontutkimuksen merkitystä lapsen kuulovikojen varhaisessa diagnosoinnissa. Tutkimuksen tuloksia käytetään lasten kuulon diagnostiikan kehittämiseen niin Suomessa kun kansainvälisestikin.

Pilottitutkimuksen aikana toteutettava kuulontutkimus suoritetaan samalla tavalla kuin edellä mainitussa varsinaisessa tutkimuksessa. Samalla tarkastellaan myös laitteen sopivuutta 3-vuotisneuvolakäynnin yhteyteen.

Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen toimenpiteet

Otoakustiset emissiot (OAE) perustuvat sisäkorvan ulompien aistinsolujen liikevasteeseen ääniärsyksen seurauksena. Kun sisäkorvaan johdetaan ääni, joka taivuttaa kuuluelimen aistinsolujen karvoja, reagoivat terveen aistinsolut aktiivisella liikkeellä, jonka aiheuttama heikko ääni on mitattavissa korvakäytävästä. Mittaus on yksinkertainen, lapselle kivuton ja vie aikaa noin minuutin. Tutkimuslaite antaa tuloksena joko toimivista sisäkorvan karvasoluista kertovan normaalivasteen tai puuttuvan vasteen. Tutkimuksessa neuvolan terveydenhoitaja asettaa lapsen korvakäytävän suulle pientä tuttia muistuttavan mittauskärjen. Laite on siis korvakäytävän suulla, ei mene korvan sisään eikä aiheuta lapselle kipua. Laite antaa lapsen korvaan hentoja ääniä ja samalla mittaa sisäkorvan karvasoluista takaisin heijastuvia ääniä tarkalla mikrofoniilla.

Tutkimuksesta aiheutuvat mahdolliset hyödyt

Valtaosalla tässä tutkimuksessa mitattavista lapsista otoakustinen emissiotutkimus antaa normaalin tuloksen. Tämä tulos on vahvistus lapsen normaalista kuulosta. Poikkeava tulos ei aina tarkoita vakavaa kuulovikaa. Poikkeavan emissiotutkimuksen

saaneet lapset saavat Järvenpäässä (Korvalääkärikeskus Aino, erikoislääkäri Miikka Peltomaa) ilmaisen korvalääkärin tarkastuksen.

Tutkimuksen mahdollisesti aiheutuvat haitat ja epämukavuudet

Otoakustinen emissiotutkimus on pitkään ollut käytössä luotettava ja turvallinen tutkimusmenetelmä. Sen ei ole todettu aiheuttavan mitään haittaa lapsille. 3-vuotiaan lapsen ollessa kyseessä ainoa haitta on lähinnä se epämukavuus, joka lapselle voi tulla lyhyen paikallaan vietettävän mittaushetken aikana. Mittaushetken lapsi voi istua vanhemman sylissä.

Tietojen luottamuksellisuus ja tietosuojat

Tutkimuksessa lapsenne henkilöllisyys sekä muut tunnistettavat tiedot ovat ainoastaan tutkimuksen henkilökunnan tiedossa, ja he kaikki ovat salassapitovelvollisia. Kaikkia lapsestanne kerättäviä tietoja käsitellään siten, ettei yksittäisiä tietojanne pystytä tunnistamaan tutkimukseen liittyvistä tutkimustuloksista, selvityksistä ja julkaisuista.

Tutkimusrekisteriin talletetaan vain tutkimuksen tarkoitus kannalta välttämättömiä henkilötietoja. Lapsenne nimeä tai henkilötunnusta ei tallenneta tutkimusrekisteriin. Tutkimustuloksissa ja muissa asiakirjoissa lapseenne viitataan vain tunnistekoodilla. Rekisteriä säilytetään Järvenpään terveyskeskuksen neuvolassa niin kauan kunnes tutkimus on päättynyt. Tutkimusrekisteristä on laadittu henkilötietolain 10 §:n mukainen rekisteriseloste, jonka saatte halutessanne nähtäväksi.

Jos osallistumisenne tutkimukseen jostain syystä keskeytyy, keskeyttämiseen mennessä kerättyjä tietoja käytetään osana tutkimusaineistoa ja laitteen turvallisuusarviointia.

Tutkimuksen kustannukset ja taloudelliset selvitykset

Tutkimukseen liittyvät toimenpiteet ovat Teille ja lapsellenne maksuttomia.

Tutkittavan vakuutusturva

Jos tutkimuksen takia tehdystä toimenpiteestä aiheutuu Teille henkilövahinko, voitte hakea korvausta.

Vahingoista haetaan korvausta potilasvakuutuksesta. Se korvaa potilasvahinkolain mukaisesti terveyden- ja sairaanhoidon yhteydessä aiheutuneita henkilövahinkoja laissa tarkemmin säädellyin edellytyksin. Potilasvakuutuskeskus huolehtii potilasvahinkojen korvauskäsittelystä.

Tutkimuksen jälkeen

Tutkimustulos on valmis heti mittauksen jälkeen. Neuvolan terveydenhoitaja kertoo teille onko lapsenne emissiotutkimustulos normaali vai poikkeava. Normaali tulos ei aiheuta jatkotoimenpiteitä. Poikkeavan tuloksen saaneet lapset ohjataan vastaanottokäynnille korvalääkärikeskus Ainoon, missä tutkijalääkäri Miikka Peltomaa tutkii lapsen korvat ja kertoo tutkimuksen ja jatkotoimien tarpeesta tarkemmin.

Lisätietoja

Jos Teillä on kysyttävää tutkimuksesta, voitte olla yhteydessä tutkijalääkäriin tai muuhun tutkimuksen henkilökuntaan. Heidän kanssaan voitte keskustella kaikista tutkimuksen aikana mahdollisesti ilmenneistä mahdollisista haittavaikutuksista, epäilyttävistä oireista ja muista mieltänne askarruttavista asioista.

Yhteystiedot

Dosentti, erikoislääkäri Miikka Peltomaa, Korvalääkärikeskus Aino, Järnefeltinkatu 1, 04400 Järvenpää, p. 09-279 02300

Opas Titanin käyttöön



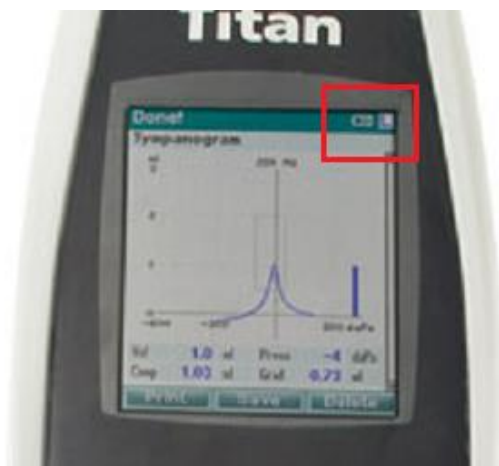
Ohjeet Interacoustics Titanin käyttöön

Laite lataantuu telineessään, jos teline on kiinnitettyä verkkovirtaan. Telineessä on valoja, jotka kertovat latausyksikön tilasta:

- Ensimmäinen valo ("Titan") vilkkuu, kun akku lataantuu. Kun valo pysyy vihreänä, laite on kiinni lataustelineessä ja akku on lataantunut.
- Kesimmäinen valo ("Spare") kertoo vara-akun tilan: Jos valo palaa vihreänä, vara-akku on paikallaan ja lataantunut, jos valo taas vilkkuu, akku lataantuu parhaillaan. "Spare" valosta teidän ei tarvitse välittää, sillä vara-akkua ei ole käytössä tämän tutkimuksen aikana.
- Kolmannen valon ("Power") palaessa latausasema on kytkettyä verkkovirtaan.



Akun tila selviää Titan-laitteen ruudulta: Akku-symboli sijaitsee ruudun oikeassa nurkassa ja se vaihtaa väriä, kun akkua on vain vähän jäljellä. Kun akkua on jäljellä liian vähän mittaamisen suorittamiseen, ruudulle ilmestyy varoitus tästä.



Mittaus voidaan tehdä joko niin, että Titan on telineessään, tai niin, että laitetta pitää kädessä. Titania voi käyttää sekä tietokoneen kanssa, että yksinään. Tämän tutkimuksen yhteydessä Titania käytetään ilman tietokonetta.

Käyttöympäristö:

Titania tulee käyttää hiljaisessa ympäristössä. Esimerkiksi liikenteen melu tai ilmastointi saattaa vaikuttaa tutkimuksen tulokseen. Myös mitattavan tulee olla hiljaa ja mahdollisimman paikallaan mittauksen ajan, sillä esimerkiksi yskiminen tai nieleminen saattaa vaikuttaa mittauksen tuloksiin. Jos melua on liikaa, laitteen ylälaitaan ilmestyy teksti ”too much noise”.

Ennen mittausta

Valitse tippi, joka sopii tiiviisti lapsen korvaan. Jos tippi ei tunnu istuvan korvaan, vaihda tippikokoa.

Tipit ovat kertakäyttöisiä, joten käytä aina uutta tippiä kullekin mitattavalle. Aseta tippi sondiin (läpinäkyvä putki mittauspäässä) niin, että se menee pohjaan asti!



Titania menee päälle painamalla L- tai R -näppäintä.

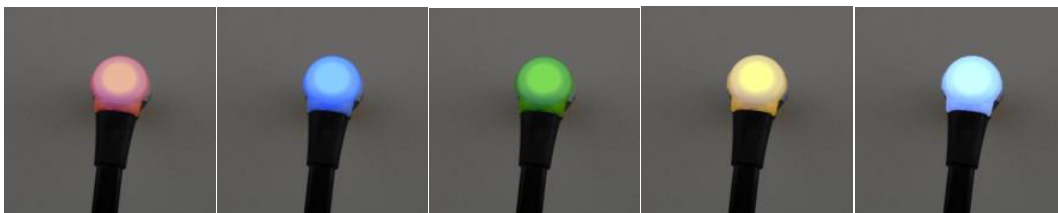
Näytössä näkyy tekstit, mitä kulloinkin tapahtuu ylärivin näppäimistä (esim. ”OK”, ”Save” tai ”Delete”). Ohjelmaa valitessa tulee painaa näppäintä, joka on ”Protocol”-tekstin alapuolella ja sen jälkeen ylös- ja alaspäin

nuolilla voi valita käytettävän ohjelman (DPOAE tai Tympanometri). Kun oikea ohjelma on valittuna, paina ”OK”. Valittu testi näkyy ruudulla toisella rivillä, esim. ”DPOAE”. Tympanometritesti tulee suorittaa vain, jos OAE-mittausta ei läpäistä kahtena peräkkäisenä mittauskertana.

L (vasen)- tai R (oikea) -näppäimistä voi valita, kummasta korvasta mittaus suoritetaan. Sondin päässä palava valo kertoo, kumpi korva on valittuna (punainen = oikea, sininen = vasen). Myös ruudun oikeassa yläkulmassa on pieni L/R merkinä siitä, kumpi korva on valittuna.

Molemmat korvat testataan!

Ylhäällä lukee myös ”Test:” ja sen perässä mikä on sondin tila korvassa tai onko mahdollisesti jotain häiriötekijöitä (tiivis ’in the ear’, vuotaa ’leak’, tukossa ’blocked’) Samat tiedot saa selville myös sondin valon väristä.



Värikoodit

Punainen: Oikea korva on valittuna, sondi ei ole korvassa

Sininen: Vasen korva on valittuna, sondi ei ole korvassa

Vihreä: Sondi on korvassa tiiviisti

Keltainen: Sondi on korvassa, mutta vuotaa, on liian meluisaa tai on tukossa

Valkoinen: Sondi on juuri kiinnitetty ja sen status on tuntematon

Valo vaihtuu vihreästä punaiseksi/siniseksi: testi on suoritettu

Huom! Mittauksen aikana valo sammuu, tämä on normaalia.

Mittaus

Kun tippi on tiiviisti korvassa ja potilas on rauhallinen, voidaan aloittaa mittaus. Tämä tapahtuu painamalla "Start" näppäintä (teksti lukee ruudussa). Kun testi on valmis, laite ilmoittaa sen ruudulla. Älä paina Stop-näppäintä kesken mittauksen, ellei mittausta pidä jostain syystä lopettaa kesken mittauksen. Kun laite on suorittanut mittauksen, sondin valo muuttuu siniseksi/punaiseksi ja sondin voi poistaa potilaan korvasta. Testin päätyttyä näytön yläosassa lukee "test:"-tekstin perässä "Done!"

Mikäli kaikki palkit ovat muuttuneet vihreiksi, eli palkki on kokonainen ja sen huipulla on tämä merkki "✓", tarkoittaa se, että testi on läpäisty. Jos taas yksi tai useampi palkeista on jäänyt siniseksi (vasen korva) tai punaiseksi (oikea korva) tarkoittaa tämä, että tulos on hylätty. Jos tällainen testitulos tulee, mittauksen voi tehdä uudestaan. Jos seuraavakin mittauskerta tuottaa saman tuloksen, tulee tehdä potilaalle tympanometri-mittaus. Tällä selvitetään onko potilaalla esimerkiksi korvatulehdusepäily, joka vaikuttaa OAE-tutkimuksen tulokseen. Tympanometritutkimuksessa normaalissa korvassa kuvaajan huippu osuu suorakulmion sisään tai lähelle sitä. Jos huippu taas osuu suorakulmion vasemmalle puolelle, on välikorvassa alipainetta, mutta ei eritettä (eli lapsella esim. flunssa). Jos vaan huippua ei ole, vaan kuvaaja on lähes litteä, voi korvassa olla eritettä.

Jos lapsi ei läpäise OAE-tutkimusta kummallakaan mittauskerralla, tulee hänet lähettää Miikka Peltomaan vastaanotolle Korvalääkärikeskus Ainoon. Vaikka tympanometri-

tutkimuksessa selviäisikin, että lapsella on korvatulehdus, tulee lapsi lähettää Peltomaan luokse.

Kun mittaukset molemmista korvista on suoritettu, voidaan tiedot tallentaa. Vaikka toisesta korvasta testi ei olisi läpäisty, mittaa silti ensin toinenkin korva ja tallenna sitten tulokset. Tämän jälkeen voi tehdä uusintamittauksen korvasta, joka ei läpäissyt testiä.

Tuloksien tallentaminen

Paina "Save" ja valitse "New client: No Name X", jossa X on jokin numero. Tämän jälkeen paina keskimmäisestä näppäimestä, eli "Edit New". Tämän jälkeen avautuu kenttä, johon voi tallentaa lapsen tietoja. Tallentakaa tiedot myös niistä mittauksista, jotka eivät mene läpi. Pilottitestauksen yhteydessä ei tarvitse täyttää kaikkia näitä tietoja, vaan riittää, että lapset erotellaan toisistansa jollan tapaa. Riittää siis, että etunimikenttään kirjoittaa esim. "A", "B", "C" ja niin edelleen, kunhan kaikki mittaustulokset tulee tallennettua. Tämän jälkeen paina "Save" ja vielä uudestaan "Save". Tämän jälkeen laite näyttää ruudun "Saving...". Kun tiedot on tallennettu, Titan palaa automaattisesti takaisin mittausruutuun ja edellisen mittauksen tiedot tyhjenevät mittauskentästä.

Jos lapselle joudutaan tekemään uusintamittaus, voidaan tulokset tallentaa samaan asiakasprofiiliin Titanin muistiin. Tämä tapahtuu painamalla "Save" ja sen jälkeen etsimällä asiakaslistasta ylös- ja alaspäin nuolia käyttämällä oikea profiili ja painamalla sen jälkeen "Save" uudestaan.

Tämän jälkeen Titanin voi sammuttaa painamalla "L" ja "R" näppäimiä pohjassa yhtä aikaa.

Puhdistus

Tipit vaihdettava joka potilaan jälkeen!

Älä puhdistu anturia vedellä.

Sondin puhdistus tapahtuu irrottamalla laitteen pää kiertämällä päätä vastapäivään ja tämän jälkeen hellästi vetämällä sondi pois mittapäästä. Puhdistu sondin kaikki kolme aukkoa käyttämällä laitteen mukana toimitettuja puhdistusnauhoja. Puhdistus olisi hyvä tehdä kerran päivässä tai jos sondissa näyttää olevan vaikkua. Vaikku sondissa saattaa vääristää tuloksia.



Varoitukset ja vikatilanteissa:

- Käytä vain laitteen mukana toimitettuja tippejä.
- Älä aseta sondin kärkeä potilaan korvaan ilman tippi-osaa.
- Säilytä laitetta 0 °C - 50 °C:n lämpötilassa, käytä huoneenlämmössä (15 °C – 35 °C)
- Valkoinen valo palaa, kun sondin status ei ole määritelty, esim. juuri laitteen käynnistyessä. Jos väri ei muuta siniseksi/punaiseksi, kannattaa sammuttaa ja käynnistää laite uudelleen.

Jos sinulle herää kysymyksiä laitteen käytöstä, ota yhteyttä Liisa Eerolaan (email [le\(at\)oticon.fi](mailto:le(at)oticon.fi) tai p. 040 940 2200)