

Vastasyntyneiden kuulonseulontojen toteutuminen TYKS:ssä 2007–2008

Kliininen laitos
Lastentautien klinikka
Turun yliopisto

Laatija:
Lauri Mäkinen

5.3.2026

Turku

Syventävien opintojen kirjallinen opinnäytetyö

Tutkinto-ohjelma, oppiaine: Lääketieteen lisensiaatti, Lastentautioppi

Tekijä(t): Lauri Mäkinen

Otsikko: Vastasyntyneiden kuulonseulontojen toteutuminen TYKS:ssä 2007–2008

Ohjaaja(t): Dosentti Helena Lapinleimu, LT Tytti Willberg

Sivumäärä: 19 sivua

Päivämäärä: 5.3.2026

Vastasyntyneiden kuulonseulonnat ovat levinneet laajamittaiseen käyttöön länsimaissa 2000-luvun alussa. Niiden on osoitettu olevan kustannustehokkaita keinoja kuulovikojen varhaisessa diagnostiikassa, joka on lapsen kehityksen kannalta merkittävä tekijä. Kuulovikojen varhainen diagnoosi mahdollistaa lapsen hoidon ja kuntouttamisen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin lapsi pystyy kehittymään ikäluokkaa vastaavalla tasolla kielellisesti, sosiaalisesti ja kognitiivisesti. Seulontakäytännöt ovat kehittyneet vuosien varrella ja pohjautuvat tällä hetkellä pääosin otoakustiset emissiot (OAE) ja aivorunkovaste (ABR) -tekniikoihin.

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida vastasyntyneiden kuulonseulontojen kattavuutta, tarkkuutta ja tuloksia Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS). Lisäksi yritimme etsiä mahdollisia ongelmakohtia seulontakäytännöissä ja kirjauksissa potilaskertomusteksteistä. Selvitimme tutkimusaineistosta, miten seulontatulokset oli merkitty potilaskertomuksiin, oliko korvakohtaisia tuloksia saatavilla ja miten ne suhteutuvat nykyisiin kansainvälisiin suosituksiin. Tutkimme myös, kuinka monella vastasyntyneellä todettiin kuulovika ja mikä heidän kuulonseulontatuloksensa oli.

Tutkimusaineistona käytettiin otosta Turun Yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) 2007-2008 syntyneistä lapsista (n=1603). Aineistosta rajattiin pois lasten teho-osastolle päätyneet lapset ja muissa Varsinais-Suomen synnytyssairaaloissa syntyneet lapset. Potilasasiakirjoista kerättiin lapsien perustiedot: sukupuoli, raskausviikot, kotipaikka, mahdollinen monikkoraskaus, syntymäpituus, syntymäpaino ja päänympärysyntyessä. Itse kuulontutkimusten osalta kerättiin tiedot tehtyjen OAE-seulojen korvakohtaisista lukumäärästä ja tuloksista (läpäisee/ei läpäise). Lisäksi keräsimme tiedot mahdollisista ABR-jatkotutkimuksista samalla periaatteella. Lapsilta, joilla oli tehty myöhemmin TYKS:n kuuloklinikalla kuulontutkimuksia, kerättiin myös niiden tulokset.

Vastasyntyneiden kuulonseulontojen kattavuus oli 100 % tutkimuspopulaatiossa. Kuuloseulan repputi 38 henkilöä eli noin 2,4 % koko tutkimuspopulaatiosta. Kuuloseulan repputaneilla synnynnäisiä kuulovikoja oli 2 henkilöllä eli noin 5,3 % repputaneista. Heillä myös OAE- ja ABR-tutkimukset olivat poikkeavat. Tämän aineiston perusteella synnynnäisten kuulovikojen prevalenssi oli noin 1,25 tuhatta henkilöä kohti, mikä vastaa kansainvälisissä julkaisuissa esiintyviä lukuja. OAE-seulojen korvakohtaisia tietoja oli vain lukumäärän osalta 27 %:lla lapsista ja seulontatulosten osalta 26 % lapsista. ABR-tutkimusten korvakohtaisia tuloksia oli saatavilla lukumäärän osalta 67 % ja tutkimustulosten osalta 82 %.

Seulontojen kattavuus oli tutkimuspopulaatiossa 100 % ja kaikki synnynnäiset kuuloviat jäivät kiinni seulonnoissa. Seulonta oli herkkää, mutta tarkkuus oli väärrien positiivisten takia hieman matalampi. Korvakohtaisten tulosten ilmoittamisessa oli puutteita ja niitä oli saatavilla vain pieneltä osalta tutkimuspopulaatiota. Lisäksi potilastietojärjestelmän kirjauksissa oli merkittäviä eroja henkilöiden välillä, jotka aiheuttavat haasteita tulosten tulkinnassa. Tämä aiheuttaa haasteita myös potilasturvallisuudessa ja potilaan oikeusturvassa. Tutkimus olisi hyvä toistaa tuoreemmalla populaatiolla, jotta nähdään, onko kehitystä tai muutosta tapahtunut vuodesta 2007.

Avainsanat: Kuulonseulonta, vastasyntyneet, varhainen diagnostiikka, otoakustiset emissiot (OAE)

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Kirjallisuuskatsaus	2
2.1	Kuuloaisti	2
2.2	Korvan anatomia	2
2.3	Kuuloviat	4
2.4	Kuulontutkimukset	4
2.4.1	Otoakustiset emissiot (OAE)	5
2.4.2	ABR-tutkimus ja muut herätevastetutkimukset	5
2.5	Vastasyntyneiden kuuloseula	6
2.5.1	Vastasyntyneiden kuulonseulontojen tavoitteet	9
2.6	Muut kuulonseulonnat	9
3	Tutkimuksen tarkoitus	11
4	Aineisto ja menetelmät	12
4.1	Tutkimusaineisto	12
4.2	Tutkimusmenetelmät	12
5	Tulokset	13
6	Pohdinta ja johtopäätökset (Discussion)	16
	Lähteet	18

1 Johdanto

Vastasyntyneiden kuulonseulontojen juuret ovat jo 1980-luvun loppupuolella, jolloin Yhdysvalloissa löydettiin ensimmäistä kertaa teknologiaa, jota voisi soveltaa kuulonseulontaan vastasyntyneillä lapsilla. Laajamittaisemmat vastasyntyneiden kuulo-seulat ovat tulleet käyttöön Yhdysvalloissa 90-luvun alussa ja Suomessa 2000-luvun alkupuolella. (1) (2) (3) 90-luvun alussa perustettiin myös kansainvälisesti tunnettu asiantuntijaryhmä The Joint Committee on Infant Hearing (JCIH), joka koostuu kuuloon erikoistuneista terveydenhuollon ammattilaisista kuten audiologeista, lääkäreistä ja fyysikoista. (3) He ovat julkaisseet lausuntoja ja suosituksia vastasyntyneiden kuulonseulonnoista ja -tutkimuksista vuosina 1994, 2000, 2007 ja 2019. (1)

Synnynnäiset kuuloviat ovat harvinaisempia kuin myöhemmin elämässä ilmenevät hankinnalliset kuuloviat. Journal of the American Medical Associationin (JAMA) katsauksen mukaan noin 1.1/1000 vastasyntyneellä on vaikeusasteeltaan vakava molemminpuolinen synnynnäinen kuulovika. Tämän lisäksi noin 1–2 /1000 vastasyntyneellä on lievempi molemminpuolinen tai vain toispuoleinen synnynnäinen kuulovika. (3) World Health Organizationin (WHO) mukaan synnynnäisten kuulovikojen prevalenssi eri väestöissä on välillä 0,5–5 tapausta tuhatta vastasyntyntä kohden. (4)

Lapsen puheen kehittyminen on lähes täysin kuulon varassa. Hoitamaton kongenitaalinen kuulovika johtaa vakaviin vaikeuksiin lapsen kehityksessä esimerkiksi vuorovaikutuksessa, kognitiossa ja opinnoissa. (5)(3) Nykyään hoidon ovat mullistaneet sisäkorvaistutukset, joilla kuuloaisti voidaan käytännössä palauttaa, mikäli korvan toiminta on muilta osin normaalia. Varhaisella interventiolla saavutetaan parhaimmat tulokset, jotka mahdollistavat lapsen kehittymisen ikäryhmää vastaavalla tasolla.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) syntyneiden lasten kuulonseulontojen toteutumista ja tuloksia 2007 vuonna syntyneiden lasten potilasaineistosta. Tutkimus oli rekisteritutkimus, joka kerättiin TYKS:n sähköisistä potilasasiakirjoista useamman henkilön toimesta.

2 Kirjallisuuskatsaus

2.1 Kuuloaisti

Kuuloaistin toiminta mahdollistaa ääniaaltojen eli väliaineessa kulkevien paineaaltojen havaitsemisen ja niiden muuntamisen mekaanisesta aaltoliikkeestä sähköiseksi hermoimpulssiksi. Kuuloaistimukseen tarvittavat anatomiset rakenteet sijaitsevat korvassa, joka jaetaan anatomisesti ulkokorvaan, välikorvaan ja sisäkorvaan. Lisäksi aistinelimiin kuuluu aivohermo VIII eli *n.vestibulocochlearis*, joka vastaa impulssien kuljetuksesta aivojen kuulo- ja tasapainoalueille. Korvan toinen tehtävä kuulemisen lisäksi onkin tasapainon aistiminen ja ylläpito, mutta siihen osa-alueeseen ei tässä opinnäytetyössä syvennyttä tarkemmin.

2.2 Korvan anatomia

Ulkokorvan korvalehden tehtävä on kerätä ympäristön ääniä korvakäytävään, jossa ne kohtaavat tärykalvon. Ääntä kuljettavat paineaallot saavat korvakäytävän päässä olevan tärykalvon värähtelemään siihen osuessaan. Anatomisesti tärykalvo erottaa ulkokorvan ja välikorvan toisistaan. Välikorvassa sijaitsevat kuuloluut välittävät tärykalvolle tulleet ääniaallot mekaanisesti sisäkorvaan. Samalla ne vahvistavat aallon voimakkuutta.

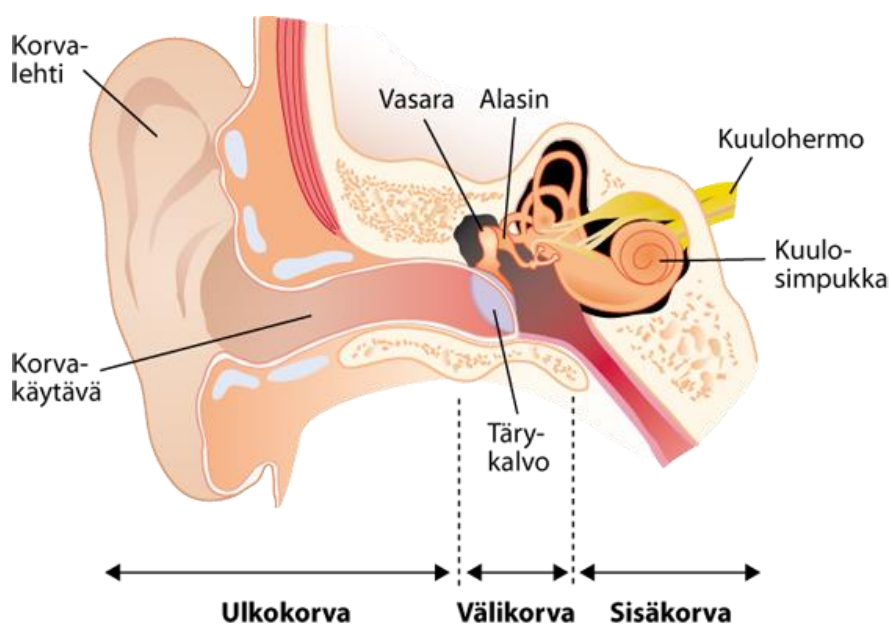
Kuuloluuketju muodostuu tärykalvoon kiinnittyneestä vasarasta (*malleus*), alasimesta (*incus*) ja jalustimesta (*stapes*), joka on yhteydessä sisäkorvan simpukan soikeaan ikkunaan. Soikea ikkuna erottaa välikorvan ja sisäkorvan toisistaan.

Sisäkorvan rakenne on monimutkainen, ja siihen kuuluvat simpukka, tasapainoelin ja VIII aivohermo. Simpukan ulkopintaa verhoaa luinen labyrintti, joka sisältää perilymfanestettä täynnä olevat *scala vestibulin* ja *scala tympanin*. Näiden välissä on simpukan sisäpuolta verhoava kalvoinen labyrintti, joka sisältää koostumukseltaan erilaista endolymfanestettä täynnä olevan *scala median*. Yksinkertaistetusti *scalat* ovat nesteen täyttämiä putkimaisia kanavia, jotka ovat kiertyneet simpukalle ominaiseen spiraalimaiseen muotoon. *Scalat* kulkevat päällekkäin muodostaen kolme samansuuntaista kanavaa.

Soikeasta ikkunasta saapuneet mekaaniset aallot siirtyvät *scala vestibulin* perilymfanesteessä kulkeviksi aalloiksi. Ne kulkeutuvat kohti spiraaliksi kiertyneen simpukan kärkeä, jossa *scala vestibuli* kohtaa *scala tympanin*. Aallot jatkavat kulkuaan *scala tympanissa*, jonka päätepiste on yhteydessä pyöreään ikkunaan. Se tasaa aaltojen aiheuttamaa painetta ja myös suoja

aistinsoluja osaltaan liian voimakkailta impulsseilta. Näiden kahden *scala*-ontelon välissä simpukan sisimmässä osassa sijaitsee endolymfatäyteinen *scala media*. Siellä sijaitsee Cortin elin, jossa varsinaiset kuuloaistinsolut sijaitsevat. Aistinsolut jaetaan sisempiin ja ulompiin karvasoluihin. Sisäkarvasolut aistivat itse ääntä, kun taas ulkokarvasolut parantavat äänenlaatua ja vahvistavat sitä. Itse hermoimpulssi syntyy niin, että aaltojen liike muissa *scaloissa* saa *scala median* basillaarimembraanin värähtelemään, jolloin karvasolut osuvat niiden yläpuolella olevaan *membrana tectoriaan*. Tämä ärsyke aiheuttaa hermoimpulssin *n.vestibulocochlearikseen*, joka vie viestin aivojen kuuloalueille.

Eri äänenkorkeudet aistitaan eri kohdissa simpukkaa. Matalat bassoäänet aistitaan simpukan apikaalisessa osassa eli kärjessä, kun taas korkeat äänet aistitaan basillaariosissa simpukan alkuosissa. Simpukan anatomia mahdollistaa ihmiselle kuuloalueen, joka on laajuudeltaan 20–20000 hertsiä (Hz). Ihmisen kuuloalueen alittavia erittäin matalia ääniä kutsutaan infraääniksi. Niiden taajuus on alle 20 Hz, eikä niitä siis voi kuulla korvilla. Ne voi tosin tuntea esimerkiksi värinänä, epämiellyttävänä tuntemuksina tai paineena. Kuulokynnyksen ylittäviä ääniä kutsutaan ultraääniksi, joiden taajuus on yli 20000 Hz. Ultraääniä ei myöskään voi kuulla, eikä niitä voi tuntea samalla tavalla kuin infraääniä. Ultraääniä hyödynnetään nykyään laajasti lääketieteessä esimerkiksi kuvantamisessa sekä kudonsvaurion aiheuttamisessa High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) -hoidoissa.



Kuva 1. Korvan anatomia poikkileikkauksessa

Lähde: Kuuloavain.fi (2019). Kuulo ja kuulovammat.

Saatavissa: <https://www.kuuloavain.fi/info/kuulo-ja-kuulovammat/>

2.3 Kuuloviat

Kun korvan toiminta häiriintyy niin, että se vaikuttaa kuuloaistimukseen, puhutaan kuuloviasta. Kuuloviat voidaan jakaa konduktiivisiin, sensorineuraalisiin, sekamuotoisiin ja sentraalisiin vikoihin. (6) Konduktiivinen kuulovika tarkoittaa häiriötä välikorvassa, missä ääni ei pääse etenemään välikorvaa pidemmälle. Se voi johtua kuuloluuketjun vauriosta tai esteestä korvakäytävässä. Tällaisia kuulovikoja aiheuttavat esimerkiksi korvavaikku, välikorvatulehdus ja otoskleroosi. (7) Sensorineuraalisella kuulovialla tarkoitetaan sisäkorvaperäistä kuulovikaa, jossa kuuloaistimus ei välity kuuloaistinsoluista kuulohermoa pitkin aivojen kuuloalueille. Tällaista kuulovikaa aiheuttavat esimerkiksi ikäkuulo, meluvamma, Ménièreen tauti ja akustikusneurinooma eli vestibulaarischwannooma. (7) Lisäksi suurin osa lapsilla todettavista synnynnäisistä kuulovioista ovat geenivirheen aiheuttamia sensorineuraalisia kuulovikoja. (4) Sekamuotoisella kuulovialla tarkoitetaan kuulovikaa, jossa on sekä sentraalisen, että konduktiivisen kuulovian piirteitä. Sentraalinen kuulovika on harvinainen keskushermostoperäinen kuulovika. Siinä vika sijaitsee aivojen kuuloalueilla, kuten isoaivojen kuuloaivokuorella tai aivorungossa. Sentraalisen vian voi aiheuttaa esimerkiksi aivokasvain, aivoverenkierron häiriö tai aiovamma. (8)

Synnynnäiset kuuloviat ovat harvinaisempia kuin myöhemmin ilmenevät hankinnalliset kuuloviat. Näiden kuulovikojen prevalenssi on länsimaissa hieman väestöstä riippuen 0,5–5 tuhatta vastasyntyntä kohden. (4) Synnynnäiset kuuloviat voidaan jakaa karkeasti geneettisiin ja ei-geneettisiin kuulovikoihin. Tarkemmin geneettiset kuuloviat jaetaan vielä syndroomisiin ja ei-syndroomisiin sen perusteella, liittyykö niihin kuulovian lisäksi jokin laajempi oireyhtymä. Noin 50 % synnynnäisistä kuulovioista on geneettisiä. (4) Suurin osa synnynnäisistä kuulovioista johtuu geneettisistä tekijöistä, pään alueen kehityshäiriöistä ja raskausajan infektiosta. (8) Kongenitaalinen sytomegalovirus (CMV) infektio on yleisin ei-perinnöllisen synnynnäisen kuulovian aiheuttaja. (9)

2.4 Kuulontutkimukset

Kuulon tutkimiseen on kehitetty useita erilaisia menetelmiä, joista tunnetuin on äänesaudiometria. Tässä tutkimuksessa tutkittavalle annetaan taajuudeltaan ja voimakkuudeltaan erilaisia ääniä joko kuulokkeiden tai äänikentän avulla. Tulokseksi saadaan audiogrammi, joka kertoo tutkittavan kuulokynnyksistä eri äänien taajuuksilla. Tätä tutkimusta käytetään usein perustutkimuksena kuulovikojen seulonnassa ja diagnostiikassa.

Kuuloa voidaan tutkia myös muilla menetelmillä kuten otoakustisilla emissioilla (OAE) ja herätevastetutkimuksilla (evoked potentials), jotka ovat neurofysiologisia tutkimusmenetelmiä. Herätevastetutkimusten periaatteena on tutkia aivojen sähköisiä vasteita ulkoisiin ärsykkeisiin eli kuuloa tutkittaessa vasteita ääniärsykkeisiin. Tällaisia tutkimuksia ovat esimerkiksi auditory brainstem response (ABR), auditory steady-state response (ASSR), kortikaalivaste (CAEP) ja elektrokokleografia (ECochG tai ECoG) -tutkimukset. (6)(10)

2.4.1 Otoakustiset emissiot (OAE)

Vastasyntyneiden kuulonseulonnoissa tärkeimpiä tutkimuksia ovat OAE-tutkimukset. Otoakustiset emissiot ovat hyvin hiljaisia sisäkorvan toiminnasta vapautuvia ääniä eli emissioita. Ne syntyvät siitä, kun ulkokarvasolut supistuvat vahvistaessaan ääntä Cortin elimessä. Emissio on äänenvoimakkuudeltaan niin heikko, että sitä ei voi kuulla paljaalla korvalla ilman vahvistusta. (6) Emissioiden mittaamiseen käytetään erikoistuneita mittausinstrumentteja, jotka ovat nykyään helppokäyttöisiä ja pitkälle automatisoituja.

OAE:t voidaan jakaa eri tyypeihin mittausmenetelmän ja havaitun emission perustella. Seulonnoissa käytetään usein transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) alatyyppejä. Näitä emissioita syntyy vasteena lyhyihin klikkiärsykkeisiin. Lisäksi on olemassa myös alatyypit distortion product otoacoustic emission (DPOAE) ja spontaneous otoacoustic emission (SOAE). DPOAE perustuu kahden eri taajuuden äänien aiheuttamaan ulkokarvasolujen distortio-emissioihin. SOAE:t ovat nimensäkin mukaan spontaaneja, ilman varsinaista ärsykettä ilmeneviä emissioita. (11)

2.4.2 ABR-tutkimus ja muut herätevastetutkimukset

ABR (auditory brainstem response) eli aivorunkovastetutkimusta voidaan käyttää kuulokynnysten tutkimiseen esimerkiksi vastasyntyneiden kuulonseulonnoissa ja sensorineuraalisten kuulovikojen erotusdiagnostiikassa. (6) Tutkimus perustuu kuulohermon ja aivorungon sähköisten tapahtumien mittaamiseen päänahasta elektrodien avulla samalla, kun korvaan annetaan ääniärsykettä. Se voidaan tehdä tutkittavan ollessa hereillä, unessa, sedaatioissa tai yleisanestesiassa. ABR-tutkimus toimii parhaiten korkeammilla taajuuksilla 2–4kHz:n välillä ja usein käytetäänkin laajakaistaista klikkiä tai chirp -ärsykettä. (10) aABR-tutkimuksella tarkoitetaan automatisoitua ABR-tutkimusta, joka on erityisesti tarkoitettu vastasyntyneiden kuulonseulontaan. Siinä käytetään standardoituja ärsykeitä ja automaattista analyysiä, joka nopeuttaa seulontaa. (12)

Auditory steady-state response (ASSR) tutkimus on myös herätevastetutkimus, jossa tutkitaan taajuusspesifit vasteet moduloidulla ärsykkeellä. Tutkittavan on oltava unessa tai täysin liikkumatta ja rentoutuneena, jotta tutkimus on tarkka. Sitä käytetään täydentävänä jatkotutkimuksena erikoissairaanhoidossa. (6) Kortikaalivaste (CAEP) -tutkimuksessa mitataan ihon pintaelektrodein kohdennetusti aivojen hitaita kortikaalisia vasteita ääniärsykkeisiin. Tutkimus tehdään tutkittavan ollessa hereillä. (6) Tutkimusta voidaan käyttää erikoissairaanhoidossa esimerkiksi kuulokojeiden ja sisäkorvaistutteen seurantaan. (13) Elektrokokleografiassa (ECochG tai ECoG) mitataan simpukan ja kuulohieron alkuosan sähköisiä potentiaaleja ääniärsykkeisiin. Sitä käytetään erikoissairaanhoidossa Ménièreen taudin, endolymfa hydropsin ja auditiivisen neuropatian jatkotutkimuksena. (14)

2.5 Vastasyntyneiden kuuloseula

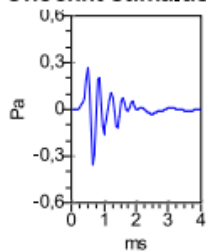
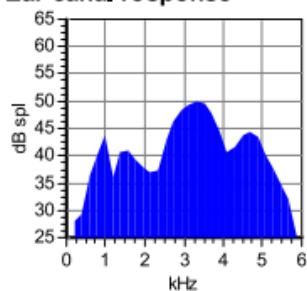
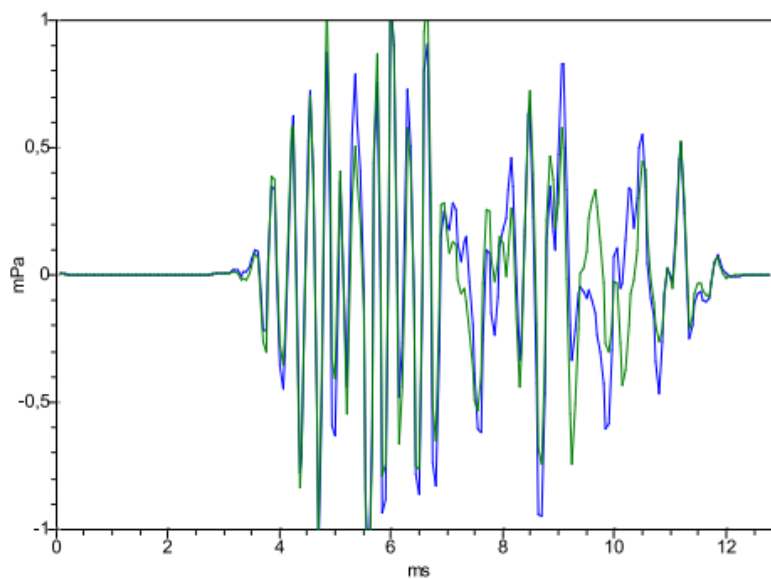
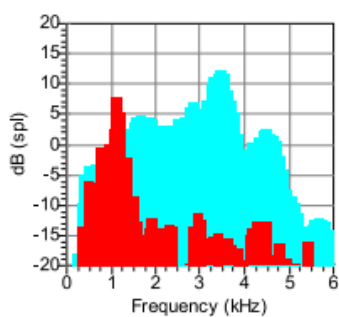
Vastasyntyneiden kuuloseulat ovat tulleet laajamittaiseen käyttöön Yhdysvalloissa 90-luvun alussa ja Suomessa 2000-luvun alkupuolella. (1) (2) Nykymuotoinen vastasyntyneiden kuuloseula perustuu tekniikaltaan OAE- ja ABR-tutkimuksiin. (12) Seulonnoissa käytetään pääsääntöisesti ensitutkimuksena non-invasiivista OAE-tutkimusta. (2) Se tehdään yleensä vastasyntyneen lapsen ensimmäisinä elinpäivinä sairaalassa ennen kotiutumista. Teknisesti OAE-seulonnoissa käytetään TEOAE- ja DPOAE tekniikoita sairaaloista ja käytännöistä riippuen. (15) Seulontatapahtuma itsessään kestää vain muutaman minuutin, ja se tehdään sairaalan osastolla. Jotta tutkimus olisi mahdollisimman tarkka, on tutkimustilan oltava mahdollisimman hiljainen. Nykyisten suositusten mukaan seulonnat tulisi tehdä molemmista korvista. Hyväksytyt seulontatulokset on siis molempien korvien normaali vaste. (1)(5)(16) Ajallisesti pyritään 1–3–6 periaatteeseen, jossa seulonta pitäisi tehdä yhden kuukauden ikään mennessä. Kolmen kuukauden ikään mennessä tulisi diagnosoida kuulovika ja hoidollinen interventio tulisi tehdä 6 kuukauden ikään mennessä. (5) Seulontoihin käytettävä mittauslaite on usein kannettava, esimerkiksi Interacoustics Titan® tai vastaava seulontoihin kehitetty tuote.

Kuuloseulan periaatteena on se, että otoakustisia emissioita ei saada esiin, jos korvassa on konduktiivinen kuulovika tai sisäkorvaperäinen kuulovika ylittää 40 dB. (1) OAE-tutkimusten jälkeen käytetään ABR-tutkimuksia jatkotutkimuksina lapsille, jotka eivät läpäise seula. ABR-tutkimusta käytetään myös riskilapsille, kuten vastasyntyneiden teho-osastolla hoidossa oleville lapsille tai lapsille, joiden lähisuvussa on synnynnäinen kuulovika. (17)(3)



Kuva 2. Interacoustics Titan.

Lähde: Interacoustics (2025). Titan – Handheld tympanometer. Saatavissa: <https://www.interacoustics.com/tympanometers/titan>

Checkfit stimulus**Ear canal response****Response waveform****OAE Spectrum**

Freq (kHz)	Signal (dB spl)	Noise (dBspl)	SNR (dB)
1.0	1,4	8,6	-7,2
1.4	9,9	-2,9	12,8
2.0	10,1	-7,8	17,9
2.8	16,8	-7,5	24,3
4.0	15,0	-6,2	21,2

Test Summary

Total OAE response = 20,0dBspl

Total Noise = 10,1dBspl

Test Environment

NLo = 45 NHi = 175 RejLev = 3mPa, 43,5dBspl

Repro = 91% Stim stab = 99%

Test time = 35s

Hardware= USBOAE

Probe = Probe 1

Kuva 3. Normaali OAE-tutkimus.

Lähde: TYKS Kuulokeskus

2.5.1 Vastasyntyneiden kuulonseulontojen tavoitteet

Vastasyntyneiden kuulonseulonnoilla pyritään havaitsemaan kuuloviat mahdollisimman varhain, jotta niihin voidaan puuttua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Varhainen interventio kuulovioissa parantaa ennustetta merkittävästi ja mahdollistaa parhaassa tapauksessa lapsen toimimisen ikäryhmää vastaavalla tasolla ilman rajoitteita. Nykyään hoidon ovat mullistaneet kuulokojeet ja sisäkorvaistutukset, joilla kuuloaisti voidaan usein palauttaa. Ennen käytännössä ainoa vaihtoehto täysin kuuroille lapsille oli viittomakielen opettelu. (18)

Kuulovikojen varhainen diagnosointi on tärkeää lapsen kehityksen kannalta, sillä puheen kehittyminen on käytännössä kokonaan kuuloaistin varassa. Jos lapsi ei kuule ympäristön puhetta, ei hän pysty oppimaan ympärillä puhuttua kieltä. Lapsi oppii normaalisti ensimmäiset sanansa jo ensimmäisten elinvuosiensa aikana. Tällöin alkaa myös sosiaalinen vuorovaikutus kielellisesti, mikä vaikuttaa kognitiiviseen ja psykososiaaliseen kehittymiseen. (17)

Suomessa seulontoja tehtiin pitkään vain yhdestä korvasta. Nykysuositukset kuitenkin suosittelevat vahvasti tutkimuksen tekoa molemmista korvista, sillä on mahdollista, että kuulovika on vain toisella puolella tai, että se on vielä vaikeampi ei-tutkitulla puolella. Lisäksi suositeltaisiin kirjaamaan standardoidusti molempien korvien tutkimustulokset ylös potilastietojärjestelmiin, jotta ne olisivat helposti tulkittavissa esimerkiksi silloin, kun lapsi siirtyy sairaalasta neuvolaseurantaan. Kirjauksissa olisi myös tärkeää kertoa, kuinka monta kertaa OAE-tutkimusta yritettiin ja mitkä yksittäisten tutkimuskertojen tulokset olivat. Tällöin tiedetään tarkemmin, onko lapsi läpäissyt seulan ensimmäisellä tutkimuskerralla vai vasta monen yrityksen jälkeen. (1)

2.6 Muut kuulonseulonnat

Kuuloa seulotaan vielä jatkossa neuvolassa ja kouluterveydenhuollossa. Ensimmäisen kerran neuvolassa kuuloa seulotaan noin kahdeksan kuukauden ikäisiltä lapsilta testaamalla paikantamisvaste. Se tehdään pienoisaudiometrillä eli uikulla, josta annetaan 45 desibelin vahvuisia 3–4 kHz ääniärsykykeitä puolen metrin päästä lapsen korvasta. Lapsi läpäisee seulan, jos hän reagoi ääniärsykykeeseen esimerkiksi kääntämällä pään äänen suuntaan tai osoittamalla muutoin kuulevansa äänen. Molemmat korvat tulee testata. Seuraava virallinen seulonta tehdään viiden vuoden ikäisiltä lapsilta yleensä äänikentässä. Siinä tutkitaan hiljaisessa

huoneessa kaiuttimen avulla, kuuleeko lapsi äänen 20dB tasolla taajuuksilla 500, 1000, 2000 ja 4000 Hz. Kaikilla muilla neuvolakäynneillä seurataan myös lapsen kielen kehitystä ja tiedustellaan vanhemmilta lapsen reagoitua ääniin. Kouluun siirryttäessä tehdään seuraava kuulontutkimus ensimmäisellä luokalla. Tällöin yleensä lapsi on jo niin kehittynyt, että voidaan tehdä äänesaudiometria kuulokkeita käyttäen hiljaisessa huoneessa. Tässä tutkimuksessa lapsi painaa nappia tai ilmoittaa muutoin, kun kuulee annetun äänen. Kuulokkeita käyttämällä päästään testaamaan molemmat korvat erikseen, joten se on tarkempi kuin äänikenttätutkimus. Viimeinen seulontatutkimus tehdään koulussa kahdeksannen luokan terveystarkastuksen yhteydessä. Se tehdään samaan tapaan äänesaudiometriana kuulokkeiden avulla. Näiden tutkimusten lisäksi kuulontutkimuksia tai seulontoja tehdään esimerkiksi puolustusvoimissa, työterveydessä ja ikäneuvoloissa. (19)(6)

3 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tavoitteena oli analysoida TYKS:ssä vuonna 2007–2008 toteutuneita vastasyntyneiden kuulonseulontoja. Keskityimme tarkemmin vielä niiden tarkkuuteen, kattavuuteen ja tuloksiin. Pyrkimyksenä oli selvittää, jäikö lapsia seulontojen ulkopuolelle ja kuinka moni seulotuista lapsista reputti seulan. Näistä lapsista halusimme vielä selvittää, kuinka monella lapsella todellisuudessa oli synnynnäinen kuulovika. Lisäksi kiinnostuksen kohteena oli itse seulontaprotokollan kehittäminen ja toimintatapojen parantaminen. Tämän tarkempaan arviointiin selvitettiin, kuinka monella lapsella tutkimustulokset oli merkattu korvakohtaisesti, oliko tutkimuskertoja merkitty potilastietoihin, sekä miten tutkimustulokset oli kirjattu potilaskertomukseen. Tutkimuksessa käytetty aineisto on peräisin Turun Yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) 2007–2008 syntyneiden lasten kohortista.

4 Aineisto ja menetelmät

4.1 Tutkimusaineisto

Tämän tutkimuksen aineistona toimi otos Turun Yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) aikavälillä 2007–2008 syntyneitä lapsia. Tutkimuksen aineistosta jätettiin pois muualla Varsinais-Suomen alueella syntyneet lapset eli vain TYKS:ssä syntyneet otettiin mukaan tutkimukseen. Täten päästiin tutkimaan nimenomaan TYKS:ssä käytössä olevaa kuulonseulontaprotokollaa. Lisäksi tutkimuksesta jätettiin pois lapset, jotka päätyivät lasten teho-osastolle jatkohoitoon synnytyksen jälkeen, koska lasten teho-osaston seulontaprotokolla eroaa yleisestä vastasyntyneiden kuulonseulonnasta. Näillä ehdoilla tutkimukseen rajautui osallisiksi 1603 henkilöä (n=1603).

Tutkimusaineisto koostettiin neljän eri henkilön sähköisestä potilastietojärjestelmästä keräämistä tiedoista. Tutkimusaineistossa tehtiin oletus, että lapset, joilla ei ole tehty jatkotutkimuksia TYKS:n kuulokeskuksessa on normaali kuulo.

4.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus oli rekisteritutkimus valmiista tutkimusaineistosta. Aineisto kerättiin potilasasiakirjoihin merkityistä tiedoista. Lapsien perustietoina kerättiin sukupuoli, raskausviikot, kotipaikka, mahdollinen monikkoraskaus, syntymäpituus, syntymäpaino ja päänympärys syntyessä. Itse kuulontutkimusten osalta keräsimme tiedot tehtyjen OAE-seulojen lukumäärästä ja viimeisimmän seulan tuloksesta vasemmasta korvasta ja oikeasta korvasta. Lisäksi keräsimme tiedot mahdollisista ABR-jatkotutkimusten lukumäärästä ja niiden korvakohtaisista tuloksista. Lapsilta, joilla oli tehty myöhemmin TYKS:n kuuloklinikalla kuulontutkimuksia, kerättiin myös niiden tulokset.

Itse tulokset kirjattiin koodattuna Microsoft Excel taulukkoon. Koodien purkuun tehtiin oma hakemisto erilliseen Exceliin, josta jokaiselle koodille löytyi selitys. Data suojattiin salasanalla ja sitä säilytettiin tietoturvallisesti TYKS:n verkon sisäisellä kovalevyllä, johon on rajoitettu pääsy.

5 Tulokset

Tutkimuksen kokonaisaineistona oli siis $n = 1603$. Tästä otoksesta kaikille tehtiin vastasyntyneiden kuuloseula eli ketään ei jäänyt seulontojen ulkopuolelle. Kuuloseulan läpäisi 1565 henkilöä eli noin 97,6 % koko tutkimuspopulaatiosta. Kuuloseulan reputti yhteensä 38 henkilöä eli noin 2,4 % koko tutkimuspopulaatiosta. Reputtaneista 12 henkilölle eli noin 32 % tehtiin jatkotutkimuksena ABR tutkimus. Heistä 7 henkilöllä eli noin 58 % myös ABR oli poikkeava. Kaiken kaikkiaan ABR tutkimuksia tehtiin 33 henkilölle eli noin 2,1 % koko tutkimuspopulaatiosta. Tutkimuksia tehtiin siis myös alkuperäisen OAE-seulan normaalisti läpäisseille lapsille yhteensä 21 kappaletta. Näistä 19 oli normaaleja ja 2 poikkeavia.

Taulukko 1. Tutkimuspopulaatiolle tehdyt kuulontutkimukset.

ABR tutkimukset eroteltu tarkemmin.

	N	%
OAE kuuloseula	1603	100
ABR yhteensä	33	2,1
ABR seulan läpäisseille	21	1,3
ABR seulan reputtaneille	12	32

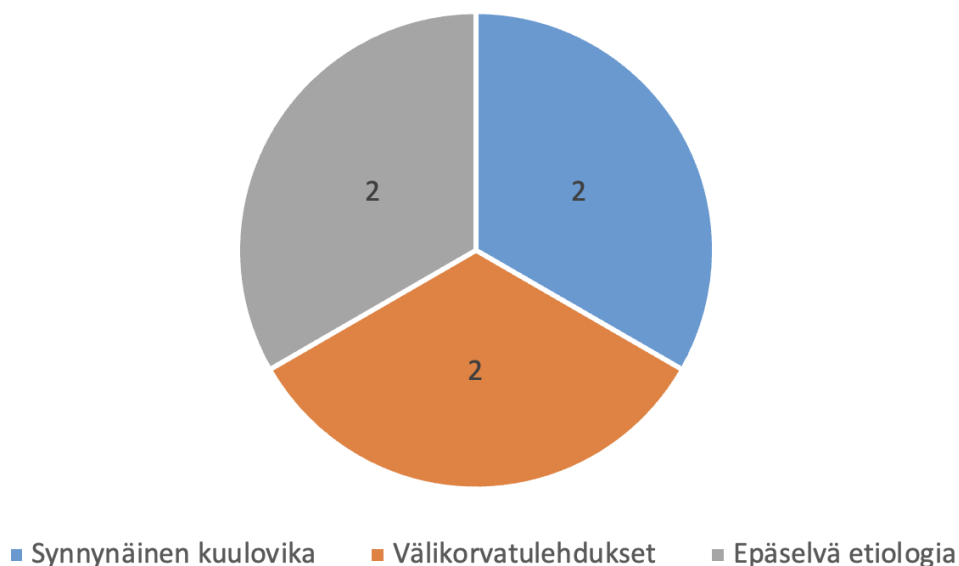
Taulukko 2. Kuulontutkimusten tulokset.

	N	%
OAE kuuloseulan läpäisi	1565	97,6
OAE kuuloseulan reputti	38	2,4
ABR normaali	24	72,7
ABR poikkeava	9	27,3

Kuulovikoja koko aineistossa oli kaiken kaikkiaan kuudella henkilöllä. Kuuloseulan reputtaneilla kuulovikoja oli kahdella henkilöllä eli noin 5,3 % reputtaneista. Heillä molemmilla myös OAE ja ABR tutkimukset olivat poikkeavat. Kuuloseulan läpäisseillä kuulovikoja oli neljällä henkilöllä eli noin 0,26 % seulan läpäisseistä. Potilastiedoista löydettiin, että näiden neljän tapauksen kohdalla kuulontutkimuksia oli tehty vuosina 2014–2017 TYKS:ssä. Näistä kahdella tapauksella kuulonaleneman taustalla olivat toistuvat välikorvatulehdukset ja molemmilla kuulovian vaikeusaste oli lievä. Kolmannella tapauksella löytyi lievä konduktiivinen kuulovika. On mahdollista, että tämä kuulovika voi olla niin lievä synnynnäinen kuulovika, että se ei jäänyt vastasyntyneiden OAE-seulassa kiinni. On myös mahdollista, että vastasyntyneenä on seulottu vain yksi korva, jolloin vika ei ole jäänyt kiinni.

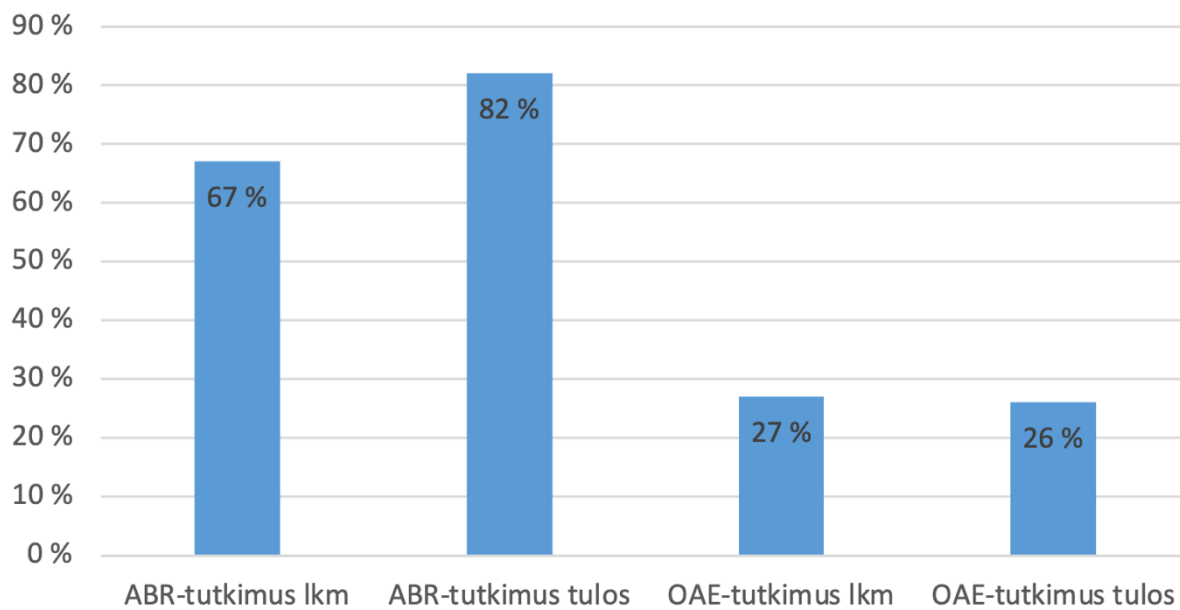
Neljännellä tapauksella esiintyi kuulontutkimuksissa yksittäisiä madaltuneita arvoja, mutta kuulo oli lopulta osoittautunut seurannassa normaaliksi. Voidaan siis todeta, että ainakin kolme tapausta neljästä reuttaneesta eivät kuitenkaan olleet synnynnäisiä kuulovikoja. Yhden tapauksen kohdalla tätä ei voitu poissulkea, mutta toisaalta kuulovian vaikeusaste oli lievä ja seulontatulokset normaali. Voidaan siis käytännössä todeta, että lapset, joilla oli synnynnäinen kuulovika, jäivät kiinni kuulonseulonnoissa. Tämän aineiston perusteella synnynnäisten kuulovikojen prevalenssi oli noin 1,25 tuhatta henkilöä kohden.

Kuulovikojen etiologia aineistossa (n=6)



Kuva 4. Aineistossa esiintyvien kuulovikojen etiologia (n=6).

Suurimmalla osalla tutkimuspopulaatiota seulontatuloksia ei ollut saatavilla korvakohtaisina potilastietojärjestelmässä. OAE seulouissa 1184 henkilöllä eli noin 74 % korvakohtaisia tuloksia ei ollut saatavilla. OAE tutkimusten korvakohtainen lukumäärä oli saatavilla 430 tapauksessa eli noin 27 % koko tutkimuspopulaatiota. ABR seulouissa korvakohtaiset tulokset olivat saatavilla 27 tapauksessa eli noin 82 % tapauksista, joille ABR tehtiin. ABR tutkimusten korvakohtainen lukumäärä oli saatavilla 22 tapauksessa eli noin 67 % tapauksista, joille ABR tehtiin.



Kuva 5. ABR- ja OAE-tutkimusten korvakohtaisten tulosten saatavuus prosentteina.

6 Pohdinta ja johtopäätökset (Discussion)

Vastasyntyneiden kuulonseulontojen kattavuus TYKS:ssä on tämän tutkimuksen perusteella täysi, eikä ketään jäänyt seulontojen ulkopuolelle. Lisäksi aineistosta voidaan todeta, että kaikki henkilöt, joilla oli synnynnäinen kuulovika, jäivät kiinni vastasyntyneiden seulonnoissa. Täten siis voidaan todeta seulontojen onnistuneen. Kuulonseulontoja voidaan tämän tutkimuksen perusteella pitää todella herkkinä, mutta tarkkuus on hieman matalampi, sillä reuttaneita oli 38 ja heistä vain kahdella oli oikea kuulovika. Toisaalta seulontatutkimuksissa joudutaan aina tasapainottelemaan herkkyyden ja tarkkuuden välillä, jotta kaikki kuuloviat saadaan kiinni ja vääriä positiivisia tulee mahdollisimman vähän. Kuulovikojen prevalenssi aineistossa oli 1,25 / 1000 henkilöä kohden, joka oli samaa luokkaa, mitä kansainväliset tutkimukset keskimäärin ilmoittavat omissa aineistoissaan. (4)(3)

Korvakohtaisia tuloksia aineistossa oli suhteellisen huonosti saatavilla. Vain 26 % oli eroteltu eri korvien OAE-seulontatulokset ja samoin vain 27 % korvakohtainen OAE-seulontatutkimusten lukumäärä oli saatavilla. Tämän selittää se, että suurin osa tuloksista oli merkitty potilastietojärjestelmään esimerkiksi ”kuulontutkimus ok” tai ”kuulontutkimus normaali” teksteillä. Nykysuositusten mukaan molempien korvien tulokset tulisi merkitä erikseen, jotta tiedetään, että molemmat korvat on tutkittu, sillä kuulovika voi olla vain toisessa korvassa. Lisäksi tutkimuskertojen määrä olisi myös tärkeää kirjata potilaskertomukseen, jotta jatkotutkimusten tarvetta, väärin positiivisten osuutta ja ladunvalvontaa voidaan arvioida mahdollisimman hyvin. On selkeä ero siinä, jouduttiinko seulontatutkimus toistamaan esimerkiksi 5 kertaa vai 1 kerran. Tällöin esimerkiksi väärän positiivisen todennäköisyys kasvaa. On myös potilaan oikeusturvan ja potilasturvallisuuden kannalta parempi, mikäli molemmat korvakohtaiset tulokset ja -lukumäärät ovat kirjattu potilaskertomukseen. Tällöin tuloksia selvitettäessä esimerkiksi uudessa hoitopaikassa on pienempi todennäköisyys väärinymmärryksille tai hoitovirheille.

Epäselviä merkintöjä oli myös potilasteksteissä useita kuten ”OAE ei osaa sanoa” tai ”muut normaalit”. Tällaiset merkinnät voivat vaarantaa potilasturvallisuutta, sillä ne jättävät isolta osin tietoja avoimiksi ja pakottavat lukijan tekemään oletuksia. Usein ”muut normaalit” tapauksissa syvemältä potilastietojärjestelmästä eri kertomuksesta löytyi kuitenkin maininta kuulontutkimuksesta, joten saatiin ainakin tieto siitä, että tutkimus on tehty. ”OAE ei osaa sanoa” tapauksissa löytyi myös yleensä toiset merkinnät OAE tutkimuksesta tai ABR jatkotutkimuksesta syvemältä eri kertomuksesta. Lisäksi muutamissa tapauksissa merkintää

kuuloseulasta ei ollut ollenkaan synnytyskertomuksessa, vaan se löytyi vain syvemmältä eri hoitokertomuksesta. Se, että eri tietoja löytyy synnytyskertomuksesta verrattuna muihin hoitokertomuksiin, on myös riskitekijä potilasturvallisuuden kannalta.

Kuulonseulontajärjestelmän arvioiminen ja tutkiminen on tärkeää, jotta seulontojen laatu pysyy korkeana ja potilaat saavat turvallista mahdollisimman hyvälaatuista hoitoa.

Tutkimuksen perusteella erityisesti merkintätapojen yhtenäistämiseen, korvakohtaisten tulosten kirjaamiseen ja kirjauspaikan valintaan tulisi kiinnittää huomiota. Lisäksi kansainvälisten suositusten seuraaminen on tärkeää, jotta uusin tutkimustieto saadaan kliiniseen käyttöön. Täten hoidon laatua ja turvallisuutta saadaan myös parannettua. Tämä tutkimus olisi mielekästä toistaa tuoreemmalle potilasmateriaalille, jotta nähdään ovatko seulontamenetelmät kehittyneet 2007 vuoden jälkeen.

Lähteet

1. The Joint Committee on Infant Hearing. Year 2019 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. *JEHDI: The Journal of Early Hearing Detection and Intervention*. 2019;4(2):1–44. doi:10.15142/fptk-b748
2. Luotonen M. Vastasyntyneiden kuulonseulonta. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* [Internet]. 2008 [viitattu 24. syyskuuta 2025];(2). Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo96995>
3. Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing Loss in Children: A Review. *JAMA - Journal of the American Medical Association*. American Medical Association; 2020. s. 2195–205. doi:10.1001/jama.2020.17647 PubMed PMID: 33258894.
4. World Health Organization. Newborn and infant hearing screening CURRENT ISSUES AND GUIDING PRINCIPLES FOR ACTION WHO Library Cataloguing-in-Publication Data Newborn and infant hearing screening: current issues and guiding principles for action. Geneva. Report.
5. World Health Organization. HEARING SCREENING CONSIDERATIONS FOR IMPLEMENTATION. Geneva; 2021. Report.
6. Juhani Nuutinen. Korva-, nenä- ja kurkkutaudit ja foniatrian perusteet [Internet]. Helsinki: Korvatieto Oy; 2011 [viitattu 24. syyskuuta 2025]. Saatavissa: <https://www-kandidaattikustannus-fi.ezproxy.utu.fi:2443/artikkeli/knk-ja-foniatrian-perusteet/etusivu-9/13073/>
7. Jukka Kokkonen. Lääkäriin käsikirja [Internet]. 2023 [viitattu 24. syyskuuta 2025]. Kuulokäyrän tulkinta ja heikentynyt kuulo. Saatavissa: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00979/search/kuulovika>
8. Korver AMH, Smith RJH, Van Camp G, Schleiss MR, Bitner-Glindzicz MAK, Lustig LR, ym. Congenital hearing loss. *Nat Rev Dis Primers*. 12. tammikuuta 2017;3. doi:10.1038/nrdp.2016.94 PubMed PMID: 28079113.
9. Goderis J, De Leenheer E, Smets K, Van Hoecke H, Keymeulen A, Dhooge I. Hearing loss and congenital CMV infection: A systematic review. *Pediatrics*. American Academy of Pediatrics; 2014. s. 972–82. doi:10.1542/peds.2014-1173 PubMed PMID: 25349318.
10. Interacoustics. Interacoustics Academy [Internet]. [viitattu 24. syyskuuta 2025]. Saatavissa: <https://www.interacoustics.com/academy>
11. Young A, Ng M. Otoacoustic Emissions. *StatPearls* [Internet]. 2025 [viitattu 24. syyskuuta 2025]. Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/744838> PubMed PMID: 35593808.
12. American Academy of Audiology. Newborn Hearing Screening [Internet]. [viitattu 24. syyskuuta 2025]. Saatavissa: <https://www.audiology.org/consumers-and-patients/children-and-hearing-loss/newborn-hearing-screening/>

13. Guo Q, Meng C, Lyu J, Li Y, Chen X. Objective evaluation of hearing aids fitting efficacy in pediatric populations using cortical auditory evoked potentials. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1. tammikuuta 2026;200. doi:10.1016/j.ijporl.2025.112651 PubMed PMID: 41325690.
14. Cumpston E, Totten DJ, Hohman MH. Electrocochleography [Internet]. 2025 [viitattu 19. helmikuuta 2026]. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK599517/> PubMed PMID: 38261683.
15. Kanji A, Khoza-Shangase K, Moroe N. Newborn hearing screening protocols and their outcomes: A systematic review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* Elsevier Ireland Ltd; 2018. s. 104–9. doi:10.1016/j.ijporl.2018.09.026 PubMed PMID: 30368368.
16. Korhonen K, Lehtonen L, Salonen J. Vastasyntyneen kuulonseulonta Tyksissä. Turku; 2023.
17. Wroblewska-Seniuk KE, Dabrowski P, Szyfter W, Mazela J. Universal newborn hearing screening: Methods and results, obstacles, and benefits. *Pediatric Research.* Nature Publishing Group; 2017. s. 415–22. doi:10.1038/pr.2016.250 PubMed PMID: 27861465.
18. Yoshinaga-Itano C, Coulter D, Thomson V. Developmental outcomes of children with hearing loss born in Colorado hospitals with and without universal newborn hearing screening programs. *Seminars in Neonatology.* 2001;6(6):521–9. doi:10.1053/siny.2001.0075 PubMed PMID: 12014893.
19. Antti Aarnisalo, Leena Luostarinen. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2021. Kuulon tutkiminen lapsilla ja nuorilla.