



**MEDICINSKA FAKULTETEN**

Lunds universitet

Avdelningen för logopedi foniatri och audiologi

Institutionen för kliniska vetenskaper, Lund

# **Auditory Steady-State Response (ASSR) – en tillförlitlig mätmetod för att styra tidig intervention av hörselskadade barn?**

**Åsa Blomberg**

**Magisteruppsats, 2011**

**Vetenskapligt arbete, 30 högskolepoäng**

**Handledare:**

**Jonas Brännström**

## SAMMANFATTNING

Denna journalstudie har som mål att utvärdera den nya objektiva mätmetoden Auditory Steady-State Response (ASSR). Den introducerades vid Audiologisk avdelning i Malmö i samband med att neonatal hörselscreening startade i Region Skåne hösten 2005. Syftet med att införa mätmetoden var att kunna styrka vilka av de hörseltestade barnen som var i behov av tidig intervention genom hörapparat eller cochleaimplantat, samt att bilda oss en uppfattning om hörselskadans grad och kurvtyp för att kunna anpassa hörhjälpmedel på bästa sätt.

Studien är en jämförelse mellan estimerade hörtrösklar på 50 barn (75 öron) uppmätta genom ASSR vid 46-53 veckors gestationsålder och psykoakustiska hörtrösklar testade genom lekaudiometri vid 2-4 års ålder. Samtliga uppgifter är hämtade från journalanteckningar gjorda i samband med besök enligt, för avdelningen fastställt, vårdprogram för patientgruppen.

Korrelationen mellan de båda mätmetodernas resultat jämförs vid frekvenserna 0,5, 1, 2 och 4 kHz. Utöver denna har det i studien kontrollerats, genom att dela upp barnen i grupper, i vilken grad mellanörepubroblematik hos barnen, erfarenhetsnivån hos utövaren, och normal hörsel/hörselskada hos barnen påverkar mätresultatet.

Resultaten visar att det finns god korrelation mellan den estimerade hörtröskeln genom ASSR och lekaudiometri vid 2, och 4 kHz men att den är låg vid 1 kHz och saknas helt vid 0,5 kHz. Spridningen i resultaten har också genomgående varit mycket stor men har minskat i gruppen för enbart hörselskadade barn och gruppen där de 25 sist uppmätta barnen har ingått. Man kan därför på sannolika grunder anta att mätningarna skulle få betydligt högre korrelation om klinikern har stor erfarenhet och om man genom andra metoder först kan urskilja och sortera bort de barn som hör så bra att de inte behöver intervention, innan man gör utredningar med ASSR. Mätningen kan då fungera som en viktig kugge i det audiologiska testbatteriet vid spädbarnsutredningar.

**Sökord; ASSR, psykoakustiska hörtrösklar, tidig intervention, språklig utveckling.**

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING .....	4
2 SYFTE.....	5
2.1 Frågeställningar.....	6
3 BAKGRUND .....	6
3.1 Hörseln - en viktig del för språkutveckling .....	6
3.2 Forskning kring tidig intervention .....	7
3.3 Hörselscreening av nyfödda barn ger möjlighet till tidig intervention .....	8
3.4 Spädbarns hörsel är inte färdigutvecklad.....	9
3.5 Fördelar och nackdelar med olika elektrofysiologiska mätmetoder .....	10
3.6 Tidigare forskning och erfarenheter av elektrofysiologiska mätmetoder på spädbarn....	12
4 METOD.....	14
4.1 Urval .....	14
4.2 Bortfall .....	14
4.3 Journalgranskning .....	15
4.4 Forskningsetiska överväganden .....	15
4.5 Avdelningens metodik för elektrofysiologisk utredning .....	15
4.6 Avdelningens metodik för uppföljning genom lekaudiometri.....	16
4.7 Utrustning .....	16
5 RESULTAT .....	17
5.1 Presentationsval .....	17
5.2 Resultattabeller; jämförelse mellan korrelation för olika estimerade hörrösklar samt om signifikanta skillnader mellan olika grupper föreligger .....	18
5.3 Resultatfigurer; stapeldiagram över olika jämförelsegruppers resultat vid olika frekvenser presenterade som medelvärden.....	20
6 DISKUSSION .....	24
6.1 Metoddiskussion .....	24
6.2 Resultatdiskussion.....	24
6.3 Rekommendationer .....	25
7 REFERENSER.....	29
Bilaga 1. Riskfaktorer för hörselnedsättning hos barn.. .....	31
Bilaga 2. 80 Hz ASSR-protokoll: .....	32

Bilaga 3. Klinikens vårdprogram för barn som inte passerar neonatal hörselscreening på BB eller Neonatalavdelningen. .... 33

# 1 INLEDNING

Det finns olika icke invasiva elektrofysiologiska metoder att välja vid en fördjupad spädbarnsutredning (Hall, 2006). Hjärnstamsaudiometri (Auditory Brainstem Response, ABR) med toneburststimulering (frekvensspecifik ABR), ABR med klickstimulering (c-ABR) och Auditory Steady-State Response (ASSR) är de tre vanligaste metoderna.

Det är inte självklart vilken eller vilka mätningar man bör välja; ABR-svar tolkas manuellt och mätningens kvalitet blir beroende av klinikerns erfarenhetsnivå vilket inte anses vara fallet med ASSR då ett svar beräknas i utrustningen utifrån en fastställd beräkningsmodell. Dagens ASSR-utrustningar ger estimerade hörtrösklar utifrån de beräkningsformler fabrikanterna använder sig av. Dessa är dock anpassade för vuxna och ger dessutom ett spann på cirka 20 dB där det är tänkbart att hörtröskeln kan ligga. ABR ger robusta svar 10-15 dB över hörtröskeln (Rance, 2008; Hall, 2006). C-ABR har tidigare varit den mest använda metoden men klickstimulering ger mest energi i området runt 2 kHz vilket gör att en brant fallande diskanthörselförlust i värsta fall helt kan missas. Dock är någon form av ABR nödvändigt vid spädbarnsdiagnostik då ASSR-trösklar rapporterats på barn med auditiv neuropati (Hall, 2006). Alternativet att använda ABR-mätning med toneburststimulering är ofta mer tidskrävande och tid är något man jagar eftersom mätningarna utförs i spontansömn och då man inte kan förutsäga hur länge barnet kommer att sova. På ÖNH-kliniken, Skånes Universitetssjukhus, finns en policy att inte söva barn som väger mindre än 10 kilo om det inte är av största vikt och dit räknas inte hörselmätningar.

När neonatal screening startade på Audiologiska avdelningen i Malmö, var fördjupade utredningar på så pass späda barn helt nytt för personalen. Efter att ha läst övertygande forskningsresultat av bl.a. Robertson JR, O'Rourke och Stidham (2003) och Rance et al. (2005) valdes ASSR för hörtröskelbestämning på spädbarn tillsammans med c-ABR för att kunna utesluta auditiv neuropati. Utfallet har varit stabilt för barn med grava till mycket grava hörselnedsättningar som samtliga har genomgått intervention med hörapparat och/eller cochleaimplantat (CI) innan ett års ålder. De barn som haft lätta till måttliga hörselnedsättningar har tyvärr ofta hamnat i en gråzon där det varit svårt att ge föräldrarna ett klart besked på om hörapparat behövs eller inte, vilket ofta orsakar oro.

Tidig sågs behovet av följa upp resultaten från ASSR-utredningarna och jag som författat denna uppsats sammanställde årlig statistik över resultat och vidare åtgärder. För att ge mer tyngd åt en utvärdering av dessa beslöts att en evidensbaserad journalstudie skulle göras i form av en magisteruppsats.

Samtliga mätningar som studerats är utförda av legitimerade audionomer vid avdelningen och jag är själv audionom med mer än 20 års klinisk erfarenhet och nästan lika lång erfarenhet av elektrofysiologiska mätningar och psykoakustiska mätningar på barn. Ungefär hälften av mätningarna i studien är utförda av undertecknad.

## 2 SYFTE

Denna journalstudie är en evidensbaserad, systematisk sammanställning av resultat från utredningar på barn som inte passerat med ett tillfredsställande resultat i den neonatala hörselscreeningen i Malmö. Resultat mellan dess start 2005-10-01 till och med 2009-12-31 ingår i studien. Syftet är att objektivt granska avdelningens resultat i en strävan att öka skickligheten i att säkerställa om tidig intervention är nödvändig samt att förbättra kvaliteten på interventionen, så att hörselskadade barn inte skall komma efter jämnåriga normalhörande barn gällande språklig och socioemotionell utveckling.

### 2.1 Frågeställningar

- Hur väl korrelerar estimerade hörtrösklar uppmätta genom ASSR vid 46-53 veckors gestationsålder med lekaudiogram utförda i 2-4 års ålder?
- Hur mycket påverkar sekretorisk otitis media (SOM) mätsäkerheten i resultaten?
- Uppnås högre mätsäkerhet för barn där senare en sensorineural hörselsättning konstaterats med tanke på recruitmentfenomenet?
- Kan det verifieras att ASSR inte påverkas av klinikers erfarenhetsnivå utifrån det faktum att resultatet inte behöver tolkas manuellt?

## 3 BAKGRUND

### 3.1 Hörseln - en viktig del för språkutveckling

Histogenesen för hörselcellerna är lång och först i slutet av 6:e graviditetsmånaden är innerörat färdigutvecklat och har då nått sin slutliga storlek. I hörselorganet finns ca 3 500 inre hårceller och 15 000 yttre (Arlinger, 2007). Systemet innehåller även 30 000 fibrer i hörselnerven och 10 000 000 neuron i auditiva cortex (Hall, 2008). Auditiva cortex fungerar som en minnesbank för auditivt baserade språkmönster att använda som jämförelsematerial till aktuellt ljudmönster som tas emot (Arlinger, 2007). Auditiva cortex utvecklas fortfarande mycket upp till tonåren (Arlinger, 2007). Hörseln är en viktig byggsten för att kunna utveckla talat språk och för att kommunicera med andra människor. Kommunikationen utgör en basal del av den sociala interaktionen och har en avgörande betydelse för att uppnå en hög livskvalitet (Marschark och Hauser, 2008). Barn som föds med en hörselnedsättning eller förvärlar den innan de utvecklat sitt språk kommer att påverkas negativt även i den socioemotionella och kognitiva utvecklingen eftersom dessa är integrerade med den kommunikativa utvecklingen (Arlinger, 2007).

För normalhörande personer finns i tyst miljö ett visst överflöd av information i talsignalen i förhållande till vad som behövs för att vi faktiskt ska kunna tolka dess innehåll, s.k. redundans. Vid hörselproblem i form av nedsatt känslighet eller förvrängning i hörselsystemet minskar redundansen genom att överflödet av information minskar eller försvinner helt beroende på hur mycket av det som sägs som personen med hörselnedsättningen egentligen hör. Detta ersätts till viss del av gissningar baserade på vårt ordförråd, situationen och våra kognitiva färdigheter (Arlinger, 2007).

Den kognitiva förmågan består av perception, uppmärksamhet, arbetsminne, långtidsminne,

problemlösning och språkbehandling. I långtidsminnet lagras våra kunskaper och i arbetsminnet använder vi information som vi tar emot, bearbetar och lagrar över kort tid. Arbetsminnet är en central funktion för färdigheter som läsning och talförståelse (Lyxell, 2007). Barn som har högt utvecklad kognitiv förmåga har bättre förutsättningar att själva fylla i de bitar de missar i den faktiska språkliga informationen och därigenom tolka de språkljud de verkligen hör (Marschark och Hauser, 2008). Döva och hörselskadade barn är ingen homogen grupp och intervention måste baseras inte enbart på grad av hörselnedsättning utan även på den individuella auditiva och kognitiva kapaciteten (Marschark och Hauser, 2008).

Under normal neural utveckling sker förändringar av antalet neuron, synapser och axon i hjärnan på grund av pågående aktivitet beroende på vilka delar av hjärnan som tränas mest. Tidiga djurexperiment (som senare kunnat påvisas gälla även för människor genom magnetoenceleografi) har visat att om stimulering av en viss sensorisk modalitet upphört tidigt i livet får motsvarande neurala delar möjlighet att delta i funktioner i andra kvarstående modaliteter (Arlinger, 2007). Plasticiteten i både det auditiva och det kognitiva systemet är störst när barnet är litet. När det sker skador i t ex cochlean, som är vanligast vid hörselnedsättning, tillförsäkras den cortikala plasticiteten att det sker en omorganisering av hjärnbarkens nervceller så att dessa utnyttjas optimalt (Eberling och Worsoe, 2006).

Det är således viktigt med tidig intervention för att en gedigen lagring av ord i barnets långtidsminne skall möjliggöras. För att optimera detta är det bäst om den språkliga stimulansen främst kommer genom det språk som ligger föräldrarna närmast så att de med lätthet kan uttrycka sig ”ordrikt”. De problem hörselskadade barn har som inte tidigt stimuleras språkligt liknar ofta den hämmande effekt som personer upplever som lär sig ett andra språk senare i livet men måste använda sig av det i första hand (Marschark och Hauser, 2008). Det skiljer därför mindre i den språkliga utvecklingen hos de barn som föds döva och har döva föräldrar, där teckenspråket naturligt är rikt utvecklat och blir det första språket, jämfört med döva barn till normalhörande föräldrar vilka först själva var tvungna att lära sig teckenspråket som ett andra språk innan de kunde kommunicera med sitt barn. Och för dessa sistnämnda barn har cochleaimplantat varit en stor möjlighet till en god språkutveckling jämfört med tidigare (Marschark och Hauser, 2008).

### **3.2 Forskning kring tidig intervention**

Yoshinago-Itano, Sedey, Coulter och Mehl (1998) visade i en studie bestående av 72 döva och hörselskadade barn att oavsett grad av hörselnedsättningen, kognitiv förmåga, kön och socialgrupp så utvecklade samtliga barn, som hörselrehabiliterats före 6 månaders ålder, sitt språk snabbare och mer åldersadekvat än de barn som habiliterades vid högre åldrar. Utvärderingen gjordes enligt Minnesota Children Development Index vilken visade att barnen både utvecklades bättre språkligt och socioemotionellt. Men studien visade också att skillnaden var mindre för milda hörselnedsättningar där barn som fått hörapparat uppnådde 93 % av de normalhörande barnens totala språkstatus och de utan 85 % medan de med grava hörselnedsättningar som fått hörapparat nådde upp till 91 % medan de utan endast uppnådde 68 % av den totala språkstatus som normalhörande barn har.

Calderon och Greenberg (i Marschark och Hauser, 2008) gjorde en genomgång av forskning kring hörselskadade och döva barns språkutveckling och såg ett klart samband mellan tidig intervention och ökad förmåga till inläring, språklig förståelse så väl som social utveckling i synnerhet om även tecken som stöd användes. Forskning har även visat att

inlärningsprocesser där man utnyttjar en integration mellan motorisk aktivitet, kognitiv processering och socialt samarbete är bra för döva och hörselskadade barn (Marschark och Hauser, 2008).

### **3.3 Hörselscreening av nyfödda barn ger möjlighet till tidig intervention**

Vohr et al. (2000) redovisade i en studie gjord på 4478 barn från en neonatalavdelning (där barnen genom sin för tidiga födsel ingår i minst en av riskgrupperna för hörselnedsättning), 2348 barn från vanlig förlossningsavdelning (BB) utan risk för hörselnedsättning och 353 barn från BB men med annan risk för hörselnedsättning. Forskarna visade genom studien att det var nödvändigt att hörselscreena alla barn för att kunna erbjuda alla nyfödda barn med hörselskada tidig intervention, eftersom endast 50 % av hörselnedsättningarna hade upptäckts om man använt ”riskbarnskriterier” som urvalsgrund för hörselmätning (se Bilaga 1). Därför är neonatal hörselscreening en avgörande insats för att finna barn som genom tidig intervention kan ges större möjlighet att inte komma efter i språk- och socioemotionell utveckling jämfört med normalhörande barn. Den utförs i stora delar av världen och i Skåne infördes neonatal hörselscreening den 1 oktober 2005. Den innebär att alla barn ska ha erbjudits hörselkontroll några få dagar efter födseln. På BB samt på neonatalavdelningen utförs det otoakustiska emissionsmätningar med transient stimuli (TEOAE) 1-2 gånger innan hemgång.

I Sverige används i första hand screening med TEOAE som nyttjar en enkel olinjär 80 mikrosekunders klickstimulering. Otoakustiska emissioner (OAE) kontrollerar de yttre hårcellernas funktion (Grenner, 2003). OAE är preneuralt och är därför inte påverkade vid retrocochlear hörselnedsättning, t ex auditiv neuropati (Hall, 2000). De yttre hårcellerna tycks ha till funktion att ge friska öron god frekvensselektivitet även vid svaga ljudnivåer. Detta benämns ofta som den ”cochleära förstärkaren”. Den är dock inte perfekt utan den genererar en del distorsion och låter en del energi gå förlorad. Denna energi når mellanörat och skapar sekundära ljud i hörselgången som kan mätas upp om man placerar en mikrofon där. Baserat på forskning på ett stort antal patienter kan dessa OAE-svar tolkas och ge svar på om hörseln i området 1-4 KHz är 30 dBHL eller bättre (Grenner, 2003). Svaren tenderar att vara starkast i området 0,5-2,5 kHz, vilket troligen beror på att överföringen från cochlean tillbaka genom mellanörat är mest effektiv inom detta område (Moore, 1998). Om däremot OAE-svar saknas men hörseln ändå är god kan det vara ett tecken på onormal recruitment och predisponering för hörselskador (Hall, 2000). Nackdelen med OAE-mätningar är att svaret påverkas lätt av minsta lilla negativa påverkan såsom vax i hörselgången eller undertryck i mellanörat. Detta kan dock också ses som en fördel då tydligt OAE-svar också säkerställer ett normalt mellanörestatus (Hall, 2000).

På Skånes Universitetssjukhus utförs s.k. secondline screening på de audiologiska avdelningarna vilket innebär att audionomer testar om de barn som inte fått godkända OAE-svar bilateralt på BB. Även de barn som varit för tidigt födda (innan graviditetsvecka 37) eller av annan anledning anses tillhöra någon riskgrupp för hörselskada kontrolleras igen. På de sistnämnda görs både OAE-mätning och mätning med automatiserad ABR (a-ABR) för att utesluta auditiva neuropatier då risken för detta är störst inom dessa grupper (Hall, 2000). Målet är att barnen skall ha genomgått secondline screeningen inom en vecka.

Barn som inte får tydliga värden vid en secondline screening utreds med elektrofysiologiska hörselmätningar. Med tydliga värden menas att barnet har godkända OAE-svar och



definitionen är vald för hela Region Skåne utifrån tanken att otydliga svar skall kännas mindre definitivt och skrämmande för föräldrarna än inte godkända svar. Barnen är mellan 46-52 veckor gestationsålder då de testas på Audiologisk Avdelning i Malmö. Senare är det svårt att utföra mätningen då den tar mellan 1-1 1/2 timma och när barnen blir över 3 månader tenderar de att inte vilja sova tillräckligt djupt, tillräckligt länge.

I Bilaga 1 listas ett antal faktorer som utgör ökad risk för hörselnedsättning hos barn, en så kallad riskbarnslista som nämnts ovan. Den högra kolumnen i tabellen är de riktlinjer som togs fram i Region Skåne i samband med screeningens införande och de till vänster är framtagna i USA av Joint Committee of Infant Hearing (JCIH) (Hall, 2000). Man kan utläsa att riktlinjerna sammanfaller på de flesta punkter men att Region Skånes är lite mer preciserad.

Innan screeningen infördes arbetade man utifrån dessa riskbarnslistor och remiss skickades till Audiologisk avdelning för kontroll om barnet kunde identifieras i någon eller några av ovanstående grupper. Barnet kom då oftast vid 8-9 månaders ålder vilket är en bra ålder för att göra audiovisuella test (AV-test), vilket är ett test där barnet vänder sig mot en ljudkälla och belönas med en visuell stimulering genom exempelvis en bild på en skärm.

Överensstämmande med den forskning som nämnts ovan upptäcktes ungefär hälften av alla hörselskadade barn genom hörselkontroll via riskfaktorer. Den andra hälften identifierades först när föräldrarna själva upptäckte att barnet inte hörde, vilket vanligen sammanföll med att språket utvecklades dåligt vid 1-2 års ålder eller efter negativt BOEL-test inom Barnhälsovården (BHV), vilket utfördes vid 8 månaders ålder. BOEL är en förkortning av ”blicken orienterar efter ljudet” och är en enklare form av hörseltest med små bjällror, där barnet förväntas vända sig mot ljudkällan men utan ”belöning”. Det har efter införandet av neonatal hörselscreening tagits bort inom barnhälsovården och ersatts av ett frågeformulär till föräldrarna, då BOEL i hög grad är beroende på utövarens vana och skicklighet och testet som sådant hade låg specificitet. Anledningen till att uppföljande frågor kring hörseln ställs trots att de är hörseltestade på BB är att man vill fånga barn med progredierande hörselnedsättning, samt barn med sekretorisk otit av så svår grad att den behöver åtgärdas för att inte påverka språkutvecklingen.

Andelen testade inom screeningprogrammet i Malmö är hög och har legat mellan 97 och 99 % sedan starten. Ett fåtal föräldrar tackar nej och en liten andel (< 0,5 %) missas exempelvis om tillståndet för barnet är så kritiskt under den första levnadsperioden att hörselmätning inte kan prioriteras. Barnhälsovården är dock en väl fungerande kontrollinstans och de skickar remiss på alla icke hörseltestade barn senast i samband med ifyllandet av det standardiserade frågeformuläret som nämnts ovan.

### **3.4 Spädbarns hörsel är inte färdigutvecklad**

Nyfödda barns mellanöron kan utvecklas så att deras hörsel förbättras med 30 dB från födelsen tills barnet är ca 18 månader (Hall, 2000). Denna förbättring beror på:

- Bättre impedansmatchning; låg impedans i hörselgången möter hög impedans i vätskan i innerörat vilket minskar energin i ljudvågen. Detta förhållande utjämnas mer då hörselgångsvolymen ökar kraftigt det första året.
- Areadifferensen ökar från 1:1 till ca 17:1 från trumhinna till ovala fönstret (3,2 mm<sup>2</sup>) när barnet växer så att trumhinnans area ökar upp till 55 mm<sup>2</sup> då den vid födseln

koniskt formade och förtjockade trumhinnan dras ut när hörselgången vidgas i takt med att barnet växer.

- Hörselbenskedjans effekt ökar 1,3 ggr när den växer till sig så att hävstången blir längre (Hall, 2000).

Förutom en förbättring av ljudöverföringen i mellanörat fann Rance och Tomlin (2006) genom studier på normalutvecklade spädbarn att ASSR-svaren förbättrades ända upp till 2-3 års ålder men att de förbättrades så pass mycket som 6 dB under de 6 första levnadsveckorna trots att ljudtrycket i hörselgången minskade med 6 dB under samma period. Ett minskat ljudtryck innebär att ljudstimuleringen sker på en lägre nivå och borde om inget annat förändrats lett till ett sämre värde. Man kan därför anta att förbättringen var större än de 6 dB man kunde mäta upp. Forskare har även kunnat påvisa att barn under hela det första levnadsåret har ASSR-svar med mindre amplituder och att de ofta är en tredjedel till hälften så stora som hos en vuxen person, vilket gör svaren mer svårdektade (Rance, 2008). John, Brown, Muir och Picton (2004) visade i en jämförande studie på en grupp med 50 nyfödda barn som var yngre än 3 dagar gamla och en grupp med 20 spädbarn i åldern 3-15 veckor, att ASSR-svarens storlek i snitt var 32 % större i den äldre gruppen. Författarna rekommenderade därför inte ASSR som metod förrän barnen uppnått en ålder av 45-53 nativitetsveckor. Vidare rekommenderades inte ASSR som enda test i en spädbarnsutredning utan man rekommenderade kompletterande mätningar med c-ABR.

Anledningen till att amplituden är mindre hos spädbarn tros vara att de har svårt att registrera så snabb frekvens/amplitud (FM/AM)-modulation i testsignalen som 80 Hz, samt att hörselnervbanorna inte är fullt utvecklade hos ett spädbarn i motsats till innerörat. Man har kunnat påvisa morfologiska förändringar i hjärnstammen och större svarsamplituder ända upp till 2-3-årsåldern (Rance, 2008). Vid 18 månaders ålder kan man dock använda samma protokoll vid elektrofysiologiska mätningar som man använder på vuxna patienter (Hall, 2008).

### **3.5 Fördelar och nackdelar med olika elektrofysiologiska mätmetoder**

Det perifera och centrala auditiva systemet utgör ett extremt komplext sensoriskt system. Cochlean innehåller komplicerad interaktion mellan biomekaniska och metaboliska områden. Stora omkopplingsstationer återfinns i hjärnstammen som cochleariskärnorna, oliväriskärnorna och inferior colliculus vilka i sin tur består av ett antal subdivisioner. Antalet neuron och synapser ökar geometriskt från 30 000 fibrer i hörselnerven till över 10 000 000 neuron i auditiva cortex. Multipla nervbanor finns som korsar och sammanbinder höger och vänster hjärnhalva (Hall, 2006).

Hörselnerven utgör en del av den åttonde kranialnerven och den lämnar cochlean och tinningbenet genom en kanal där den tillsammans med den sjunde kranialnerven, facialisnerven, når fram till hjärnstammen. Axonerna i hörselnerven slutar i cochleariskärnorna som ligger ytligt på sidan av hjärnstammen (Arlinger, 2007). De afferenta axonerna är täckta av myelin som gör fibrerna mer elektriskt stimulerbara och gör att nervimpulsen går snabbare (Hall, 2000). Cochleariskärnorna sorterar olika typer av information från hörselnerven. Axonerna från dessa utgör separata uppåtstigande banor i hjärnstammen (Arlinger, 2007). Efter den första stationen korsas merparten av nervfibrerna vilket gör att höger öras nervrepresentation kan avläsas på vänster sida och vice versa. Några neurontyper alstrar nervimpulser när ljud startar, andra när de slutar, några beror på ljudets

frekvens och andra på skillnader i ljudmönster. Grupperna av neuron spelar en väsentlig roll i analysen av det inkommande ljudet innan det når det cortikala centrat (Eberling och Worsoe, 2006).

Elektrofysiologiska hörselmätningar utförs vanligtvis genom att fyra elektroder fästs på patienten. Man fäster en i pannan (oftast den positiva elektroden), en på kinden (jordelektroden) och en på varje örsnibb eller bakom varje öra på mastoiden (oftast de negativa elektroderna). Vid ABR sker stimuleringen genom klickar eller toneburstar och om man fäster elektroderna enligt ovan, erhålls svar där vågorna får positiva värden som mäter topparna uppåt från baslinjen för den elektriska aktiviteten från hjärnstammen. Amplituden för det elektriska svaret visas i mikrovolt. Absoluta latenstider för olika vågor (våg I-V) mäts i tid från stimuleringens början och fram till toppen av respektive våg. ASSR mäts däremot genom signaler med rena toner som är amplitud- och/eller frekvensmodulerade. Som steady-state i namnet antyder är signalen ständigt pågående vilket ger metoden den fördelen framför ABR att den inte tappar i energi i signalen den levererar till det auditiva systemet. ASSR-svar registreras högre upp i systemet än ABR – ett så kallat medellatenssvar (MLR) (Hall, 2006).

De anatomiska generatorerna för ASSR varierar som en funktion av moduleringen. Denna kunskap baseras i första hand på djurförsök och genom Brain Electric Source Analysis (BESA-teknik). Experimentella studier visar entydigt att ASSR-svar vid frekvens-/amplitudmodulation har sitt ursprung i hjärnstammens strukturer och i huvudsak från det subcortikala området (Hall, 2006). ASSR kan avläsas som en periodisk elektricitet från hjärnan framkallad via en periodiskt varierande akustisk signal, likt en modulerad sinuston. Signalen förblir konstant över en lång tid vilket är skillnaden från transienta svar där hjärnan återgår i vilofas innan en ny signal ges. Svaret avläses genom en algoritm som utvärderar om amplituden i energin överstiger signalen från bakgrundsljud och annan EEG-aktivitet från hjärnan, samt om tidpunkten där det auditoriska systemet "låser" på signalen överensstämmer med signalens fas (Rance, 2008). Aktiviteten som uppstår i samband med ljudstimuleringen kan avläsas i utrustningen via elektroderna genom en vektorbild i 360 grader, där eventuellt ökad EEG-aktivitet avläses i svarsamplitudens storlek genom stapelns längd och som ökad aktivitet inom ett specifikt område av basilarmembranet genom markering i vektorbilden som motsvarar det område som den frekvensmodulerade signalen presenteras inom. Svaret medelvärdesbildas i utrustningen och "phase coherence" avläses d v s fasöverensstämmelsen mellan stimuli och respons. Standardavvikelsen för test-retest är för luftledd ASSR är omkring 3-7 dB (Anders Jönsson, 2005).

Att kunna avläsa ASSR-svar erhållet genom ett kontinuerligt stimuli har ett antal potentiella fördelar eftersom kontinuerligt modulerade toner har större likheter med de toner som används vid vanlig audiometri. Vidare är det möjligt att leverera toner i samma styrka dvs. upp till 120 dBnHL jämfört med ABR där man pga. kalibreringskorrektioner inte bör gå över 100 dBnHL (Rance, 2008). En ytterligare fördel med ASSR är att utrustningen medelvärdesbildar själv och avläser sannolikheten för att det skall finnas ett svar eller inte. Utrustningen omvandlar trösklarna till ett estimerat audiogramvärde genom en algoritm skapad utifrån resultat på mängder av ASSR-mätningar uppmätta på vuxna gruvarbetare (Jönsson, 2005). Det krävs därför inte erfarenhet hos klinikern på samma sätt som vid ABR där en person avgör om vågorna är urskiljningsbara och reproducerbara för att få fram sannolika tröskelvärden. Dock presenteras inte någon annan information så svaret ger i efterhand ingen ytterligare möjlighet till analys.

En nackdel med ASSR jämfört med ABR är att det är en mindre robust metod då den

påverkas av vakenhetsgrad och därmed även av sedering. Svar med störst amplitud kan uppmätas vid 40 Hz modulation men dessa svar minskar med 50 % om personen sover. Detta är inte förvånande då även andra transient auditivt framkallade svar vid liknande latenstider, uppskattningsvis 30 ms, också påverkas av graden av vakenhet. För att kunna mäta med ASSR på spädbarn eller sovande personer måste man använda 80 Hz stimulering vilket ger till följd att svarsamplituderna blir lägre. Detta är i synnerhet ett problem vid 500 Hz eftersom det fysiologiska bakgrundsbruset oftare är högre i basområdet vilket för med sig att signal/brusförhållandet tenderar att bli för dåligt för att svar ska kunna registreras. Att man måste använda 80 Hz-ASSR samt att det är svårare att få ett exakt ljudtryck i en liten hörselgång gör att svaren ofta bli 15-20 dBnHL sämre för barn än för vuxna personer (Rance, 2008).

ASSR-svar växer till fortare på hörselskadade personer tack vare recruitmentfenomenet, som innebär att en person med en sensorineural hörselnedsättning har en abnormt stor tillväxt av upplevd hörstyrka nära hörtröskeln. Därför är metoden mer träffsäker för personer med gravare hörselnedsättningar. Däremot verkar inte ASSR påverkas av spridning av signalen över basilarmembranet som rapporterats vid ABR (även med toneburst) där underskattning av hörselskadan vid brant fallande diskantskador är en fara (Rance, 2008). En ytterligare nackdel med ASSR kan vara att det är svårt att utföra med en benledningstelefon vid stora sidoskillnader, då maskering behövs. Missvisande svar har påvisats i rapporter på grund av överhörning till andra örat, då patienten har ledningshinder. ASSR-mätningar kräver även en mer avslappnad patient än ABR-mätningar (Hall, 2006).

### **3.6 Tidigare forskning och erfarenheter av elektrofysiologiska mätmetoder på spädbarn**

Tidigare publicerad forskning visar att hörtrösklar uppskattade med ASSR varierar relativt mycket för spädbarn. Swanepoel, Hugo och Roode (2004) visade att 69 % av 20 testade öron fick värden som skiljde mindre än 10 dB från senare psykoakustisk uppmätt hörtröskel. De sämsta resultaten visade dock en skillnad på 20 dB. De fick bäst samband för gravare hörselnedsättningar och kunde påvisa att avsaknad av ASSR-svar alltid indikerade avsaknad av hörsel och behov av hörapparatintervention eller cochleaimplantat. Detta är inte alltid fallet vid ABR. Notabelt är att de mätt så högt som till 120 dBnHL vid ASSR-mätningarna.

Rance et al. (2005) rapporterade så pass bra överstämmande trösklar för 271 barn med sensorineural hörselnedsättning att rho-värdet för korrelationen blev 0,95, men för 19 barn med auditiv neuropati fann de dock värden som skilde mycket från de psykoakustiska trösklarna. I en senare studie samma år (Rance, 2008) gjord på 285 spädbarn yngre än 3 månader fann samma forskare att nivåerna för ASSR-svaret på de barn som senare befanns vara normalhörande låg 22-31 dB över hörtröskeln jämfört med de för barn som hade sensorineural hörselnedsättning där skillnaden endast var 1-18 dB. Rance rekommenderar efter den studien inte ASSR som ett första alternativ i utredningar efter hörselscreening, eftersom han funnit att 75 % av barnen som fastnat i en dito antingen är normalhörande eller har mycket lätta hörselnedsättningar. Rance rekommenderar i stället ABR med toneburst som mätmetod som ett första steg och att man på de barn där dessa mätningar indikerar en sensorineural hörselnedsättning går vidare med ASSR-mätningar (Rance, 2008).

Scherf, Brokx, Wuyts och Van de Heyning (2006) gjorde en studie på två grupper av forskningspersoner. Den första gruppen bestod av 40 vuxna i åldern 17 till 80 år (sammanlagt

69 undersökta öron) med varierande hörsel från 0dBHL till > 90 dBHL. Samtliga personer i denna grupp var vakna men avslappnade under mätningarna. Den andra gruppen bestod av 48 spädbarn i åldern 1-8 månader vilka var sövda med anestesi. För de vuxna fann man stark positiv korrelation ( $\rho = 0,82-0,91$ ) mellan hörtröskeln för rena toner vid audiogram och ASSR-svaret. 1 kHz var den mest robusta frekvensen och på personer med hörselnedsättning > 40 dBHL uppnåddes bäst korrelation. Men i grupp 2 fick man sämre överensstämmelse mellan ASSR-trösklarna och de senare audiovisuellt uppmätta hörtrösklarna, och vid 2 och 4 kHz var  $\rho = 0,78$ , vilket motsvarar det värde som används vid ABR men man fick betydligt sämre korrelation vid 1 och 0,5 kHz. Författarna rekommenderade därför användning av frekvensspecifik ABR på lägre frekvenser på spädbarn i stället för ASSR.

Robertson JR, O'Rourke och Stidham (2003) visade genom mätningar på 28 barn att ASSR hade samma träffsäkerhet som frekvensspecifik ABR när det gällde att påvisa hörselnedsättningar ner till 90 dBnHL men att ASSR var träffsäkrare vid riktigt grava hörselnedsättningar och därför är att föredra vid CI-utredningar. De mätte dock vid så starka ljudnivåer som upp till 127 dBnHL. Även de rekommenderade dock ABR med toneburstar vid låga frekvenser (250 och 500 Hz).

Swanepoel och Ebrahim (2009) gjorde en studie på 48 barn i åldrarna 1.9–2.8 år, där man jämförde värden mellan frekvensspecifik ABR och ASSR. De fann skillnader i medeltal på 9,8 dB vid 1 kHz, 3,6 dB vid 2 kHz och 10,5 vid 4 kHz mellan frekvensspecifik ABR och ASSR. För de flesta typer av hörselnedsättningar överensstämde tröskelvärdena bäst vid frekvenserna 2 och 4 kHz och författarna ansåg att ASSR är en tillförlitlig metod att använda tillsammans med frekvensspecifik ABR som en ”säkerhetskontroll” för att göra uppskatta hörtrösklar vid dessa frekvenser. Emellertid, för sensorineurala diskanthörselnedsättningar var korrelationen sämre och man rekommenderade därför ABR med toneburstar som metod. När man mätte ASSR vid 250 Hz och 500 Hz fick man överhuvudtaget dålig överensstämmelse med de psykoakustiska hörtrösklarna. De rekommenderade därför psykoakustiska mätmetoder i alla fall när det är möjligt.

Ahn, Lee, Kim, Yoon och Chung (2007) visade mycket god korrelation mellan tonaudiometri och ASSR, så pass bra att man föreslog följande ekvation för att beskriva sambandet:

$$\text{Hörtröskeln} = 1,05 * \text{ASSR-tröskeln} - 7,6.$$

De gjorde mätningar på 168 öron tillhörande personer i ålder 5-74 år med en snittålder på 31,2 år. Korrelationen ( $\rho = 0,91$ ) visades för måttlig till grav hörselnedsättning motsvarande mindre än 10 dB skillnad mellan ASSR-svaren och hörtröskeln för rena toner vid psykoakustisk audiometri, men sämre för gruppen lätt till måttlig hörselnedsättning ( $\rho = 0,62$ ). De ansåg trots att de inte gjort mätningarna på spädbarn att ASSR är ett väldigt gott alternativ vid spädbarnsutredningar. Dock poängterade de att resultatet påverkades i hög grad av barnets vakenhetsgrad, där de bästa resultaten uppmättes då barnet sov djupt under mätningen. Eftersom överensstämmelsen blev bättre vid gravare hörselnedsättningar kunde metoden rekommenderas vid tidig intervention ansåg författarna.

## 4 METOD

### 4.1 Urval

Studien består av på barn som utretts på Audiologiska avdelning i Malmö, Skånes Universitetssjukhus, under perioden 2005-2009. Enligt Region Skånes databas för OAE-screening (Jönsson, 2011) har det under perioden testats 18 701 barn som tillhör avdelningens upptagningsområde. I Tabell 1 visas att andelen testade barn har varit hög under hela perioden och har legat mellan 98-99 % av alla födda barn. Av dessa har 6,8 % utretts vidare i en så kallad secondline screening, vilket motsvarar 1277 barn och av dem har 87 barn motsvarande 4,7 promille utretts vidare med elektrofysiologiska mätningar, så kallad fördjupad utredning.

**Tabell 1.** Antal hörselscreenade och vidare utredda barn under perioden 2005-10-01 till 2009-12-31.

Utredningsnivåer	Antal barn	Andel i procent av antalet födda
Hörselscreening (TEOAE)	18 701	98,5 %
Secondline screening (TEOAE, a-ABR)	1277	6,8 %
Fördjupad utredning (ASSR, c-ABR)	87	4,7 ‰

Kriterierna för att utredas vidare med elektrofysiologiska mätningar är att barnet inte fått a-ABR-svar på 45 dBnHL på minst ett öra eller fått svar på 45 dBnHL bilateralt vid secondline screening. Nivåerna 35 och (om det behövs) 45 dB testas. De kliniska riktlinjerna för utredning gör att det på vissa barn finns värden från två öron men på andra inte.

Det har varit en större andel pojkar (52) än flickor (35) som har behövt fördjupad utredning. Hälften av barnen har haft annat etniskt ursprung vilket väl återspeglar antalet födda med annan härkomst i Malmö. Noterbart är att hälften av dem som helt saknat hörsel haft föräldrar som är kusiner eller på annat sätt är nära släkt.

Slutdatum för uppföljande psykoakustiska mätningar var 2011-04-15.

### 4.2 Bortfall

Totalt har under tidsperioden 87 barn, som nämnts ovan, genomgått fördjupad utredning men 37 barn har exkluderats från studien. I Tabell 2 (på följande sida) redovisas orsakerna till bortfallet och man kan utläsa att det beror på att de har haft för grava hörselnedsättningar och därför inte fått några uppmätta ASSR-trösklar (10 barn), att de inte har kunnat medverka till de uppföljande psykoakustiska mätningarna (11 barn varav 8 stycken per 2011-04-15 ännu var för unga för att det normalt är möjligt), att föräldrarna valt att inte fullfölja erbjudna kontroller (8 barn), att de flyttat till annan ort (3 barn), att barnen har varit för svårt sjuka för att kunna fullfölja kontroller (3 barn) eller på grund av att de avlidit (2 barn). Samtliga barn där föräldrarna valt att avstå fortsatt utredning, har vid den första elektrofysiologiska mätningen fått resultat som indikerat god hörsel på ett eller båda öronen. Detta ger ett totalt antal om 50 barn (varav 20 flickor) med totalt 75 undersökta öron.

**Tabell 2.** Redovisar bortfall från studien samt orsak till att barnen uteslutits ur studien.

Orsak	Antal barn
Inte klarat psykoakustisk lekaudiometri	11
Föräldrarna har valt att avsluta innan lekaudiometri utförts	8
Familjen har flyttat till annat sjukvårdande distrikt	3
Barnet har varit för svårt sjuk för att kunna medverka	3
Barnet har avlidit	2

### 4.3 Journalgranskning

De estimerade hörtrösklar som vi fått genom ASSR-mätningar har jämförts med de psykoakustiska hörtröskelvärden som uppmätts vid ungefär 2 ½ års ålder eller så snart barnet kunnat medverka till lekaudiometri.

Samtliga barn har bevakats för besök enligt för kliniken fastställt vårdprogram och samtliga uppgifter är hämtade från undersökningar (öronstatus och diagnos) och hörselmätningar (estimerade hörtrösklar) som gjorts i samband med dessa besök.

### 4.4 Forskningsetiska överväganden

Studien baseras på mätningar hämtade från utredningar med anledning av misstanke om hörselnedsättning eller som uppföljning av tidigare mätningar och är inte gjorda i forskningssyfte. Alla resultat presenteras endast på gruppnivå i dB vid olika frekvenser och kan inte på något sätt härledas till det enskilda barnet. Därför föreligger inte något integritetsintrång. Samtliga barn som går vidare så här långt för hörselutredning följs upp enligt gällande vårdprogram när de blivit äldre. Beroende på graden av misstanke om hörselnedsättning följs olika linjer men alla barn följs upp, på frivillig basis, tills ett lekaudiogram har presterats och alla har läkarkontakt.

### 4.5 Avdelningens metodik för elektrofysiologisk utredning

De föräldrar vars barn inte passerat secondline screening med ett tydligt resultat fick, efter stödjande samtal, besked om hur mätningen skulle gå till både muntligt och skriftligt och barnet bokades in för undersökning vid 46-53 veckors gestationsålder. De fick vid samma tillfälle veta att mätningen går bäst att utföra i spontansömn. De uppmanades att försöka hålla barnet vaket så länge som möjligt innan mätningen och att komma med barnet hungrigt. När elektroderna var fastsatta och ljudgivarna fasttejpade i barnets hörselgångar fick föräldrarna möjlighet att mata barnet med förhoppningen att barnet sedan skulle kunna sova genom hela mätningen som tog ca 1 ½ timma.

Mätningarna startade alltid med ABR eftersom den mätningen är mindre känslig för om barnet inte hunnit komma fullt till ro. Därefter mättes ASSR-trösklar inom intervallet 40-80 dBnHL.

Då högsta prioritet ligger i att utvärdera diskantthörseln börjar alltid mätningarna på 2 eller 4 kHz och avslutas med 500 Hz. Därför finns det färre mätresultat i basområdet då det missats om barnet har hunnit vakna innan mätningen var komplett genomförd. Det var även oftare

något tröskelvärde inte har kunnat mätas upp på 0,5 och 4 kHz än det var på 1 och 2 kHz, även när försök gjordes, vilket gör att det finns flest värden i mellanfrekvensområdet.

Anledningen till att mätningar på svagare nivåer inte utfördes var att det inte var exakta hörtrösklar som eftersträvades utan att kunna identifiera en hörselnedsättning som krävde tidig intervention. Anledningen till att mätningarna inte är utförda på starkare nivåer än 80 dBnHL är Jervell och Lange-Nielsens Syndrom (JLNS), som är ett sällsynt tillstånd som innebär medfödd dövhet och påverkan av hjärtats elektriska system (Freijd, 2006). Vid EKG-undersökning finner man avvikelse i QT-tiden vilket innebär att hjärtat tar längre tid på sig än normalt för att klara en ny sammandragning. Typiskt för patienten är att de kan svimma vid en skrämselfreaktion framkallad av t ex ljud. Svimningen beror på att hjärtats pumpförmåga sätts ur spel och blodtrycket sjunker vilket i värsta fall kan resultera i att barnet dör. Detta har hänt vid ett fall av CI-inkoppling i Oslo (Freijd, 2006). Då mätningarna gjordes på en audiologisk avdelning utan övervakning av hjärtverksamheten så var det inget som borde riskeras, även om den totala risken inte var stor. Detta ställningstagande utgjorde dock en nackdel då det var svårt se hur pass mycket hörselrester som fanns kvar vid grava hörselnedsättningar. Tidigare forskning har ju pekat på att ASSR-överensstämmelsen blir bättre vid grava hörselnedsättningar och att det är där ASSR är överlägsen ABR (Swanepoel et al., 2004). Dock har ingen grav hörselnedsättning missats på kliniken vilket räckt då dessa barn remitterats vidare till CI-teamet i Lund för ställningstagande till CI. Där gjordes nya mätningar innan eventuell operation och de gjordes då i narkos på operationsavdelningen med en adekvat föregående hälsoundersökning. Risken för att utlösa en skrämselfreaktion är också extremt liten då barnet är sövt.

#### **4.6 Avdelningens metodik för uppföljning genom lekaudiometri**

Lekaudiometrin utfördes i 5 dB-steg på 0,5, 1, 2, 4 och 6 kHz med rena toner i ett ljudisolerat rum. Lägsta presentationsnivå var 15 dBHL och maximal stimuleringsnivå var 100 dBHL. Barnet instruerades att trä klossar på en fast pinne varje gång de hörde en signal. Instruktionerna har främst skett visuellt genom att barnet har ”härmat” audionomen som utfört mätningen. Träningen skedde i fritt fält och barnet bekräftades ständigt. Träningen gick därefter vidare till att hörlurar sattes på barnet och till att barnet lade på klossar utan att bli bekräftat. I de fall där barnet hade så pass grav hörselnedsättning att de inte kunde uppfatta signalen tydligt i fritt fält användes en taktill vibrator vid inträningsfasen.

Lekaudiometrin kompletterades alltid med TEOAE-mätningar för att få en form av objektiv bekräftelse av det psykoakustiska mätresultatet. Detta på grund av att barn vid lekaudiometri vill tillfredsställa den vuxnes önskemål dvs. de vill bygga på klossarna och om utföraren inte är van och/eller tillräckligt uppmärksam kan man få falska positiva svar. Lekaudiometri utfördes från 20 månaders ålder men i de flesta fall var barnet minst 2,5 år och ett fåtal hade närmast sig 4 år innan de klarade av att medverka adekvat.

#### **4.7 Utrustning**

ASSR-mätningarna utfördes med en Audera (Grason-Staedler/VIASYS) med en medföljande fast förförstärkare. Denna utrustning har använts tillsammans med engångselektroder från Ambu (Neuroline 720 i silver/silverklorid). Eftersom barnen var späda med små öron fäste vi jordelektroden på kinden, pluselektroden i pannan och minuselektroden på mastoiderna.



Mätningar är utförda vid 0,5, 1, 2 och 4 kHz och är gjorda i 10-dB steg med AM/FM-modulerad signal. Vi har inte mätt på nivåer under 40 dBnHL och inte på nivåer över 80 dBnHL. Högpasfilteret har varit inställt på 30 Hz och lågpasfilteret på 1500 Hz. Hörtelefonen EAR 3A har använts som ljudgivare, (för exakta inställningar se bilaga 2).

Vid lekaudiometri presenterades stimuli genom ett par supraaurala hörtelefoner TDH 39P och på en Orbiter 922 till och med april 2009 och därefter på en Connera audiometer (båda från Madsen Electronics). Rena toner användes och audiometern var kalibrerad enligt standard (ISO389-1).

## 5 RESULTAT

### 5.1 Presentationsval

Resultaten från de elektrofysiologiska ASSR-mätningarna redovisas som den estimerade hörtröskel som markerats av utrustningen, dvs. det mest sannolika värdet för hörtröskeln enligt utrustningsalgoritmen. Den psykoakustiska hörtröskeln för rena toner (pure tone threshold, PTT) innebär det lägsta värdet där barnet själv markerat att han/hon uppfattat signalen. De frekvenser som jämförs är 0,5, 1, 2 och 4 kHz (TMV4). Presentation av resultaten visas genom tabeller och figurer utifrån följande funktioner:

- Medelskillnad; anger skillnaden i medelvärde mellan estimerade hörtrösklar genom ASSR-mätning och subjektivt uppmätta hörtrösklar (PTT).
- Median; anger medianvärdet i dB på skillnaden mellan ASSR och PTT.
- Min; anger i dB det värde där skillnaden mellan ASSR och PTT var minst – bäst överensstämmelse.
- Max; anger i dB det värde där skillnaden mellan ASSR och PTT var störst – sämst överensstämmelse.
- Standardavvikelse; ett sammanfattande mått på de enskilda observationernas spridning, i dB kring sitt gemensamma medelvärde. (Körner och Wahlgren, 1996).
- Överensstämmelse; Kontrollerad antingen utifrån korrelation mellan ASSR och PTT där rho-värdet jämförts med Pearsons´ korrelationskoefficienttabell (Altman, 1999) eller som verifikation på skillnad mellan resultat från olika jämförelsegrupper där alfanivå = 0,05 vilket innebär att ett värde under alfanivån visar på en signifikant skillnad, prövat genom T-test (\* =  $p < 0.05$  eller alfanivå=0.05; \*\* =  $p < 0.01$  eller alfanivå=0.01; \*\*\* =  $p < 0.001$  eller alfanivå=0.001).

Samtlig statistik har behandlats i Microsoft Excel och programmets formler och funktioner har använts vid uträkningar och till resultattabeller och figurer.

Urvalsgrupperna till tabeller och figurer är uppdelade för att kunna jämföra resultat enligt syftet med uppsatsen:

1. Samtliga mätresultat i dB/frekvens, i syfte att se om det finns korrelation mellan ASSR och PTT och om den varierar för de olika frekvenserna.
2. Samtliga mätresultat i dB/frekvens för de barn som senare visat sig vara mellanörefriska jämfört med de barn som haft SOM. Journalanteckningarna från

- barnens besök har granskats för att kunna fastställa vilka barn som haft SOM. Jämförelsegrupperna är valda för att utläsa om vi får en signifikant förändring mellan
3. ASSR-värden och subjektiva trösklar vid lekaudiometri om man utesluter barn där man kan anta att den konduktiva komponenten påverkat hörtrösklarna i hög utsträckning.
  4. Samtliga mätresultat i dB/frekvens för de barn som senare visat sig vara normalhörande ( $\leq 25$  dBHL vid TMV4) jämfört med de barn som fått en konstaterad sensorineural hörselnedsättning (TMV4  $> 25$  dB). Syftet med jämförelsegrupperna är att se om vi får en signifikant förbättring av resultaten för barn med en sensorineural hörselnedsättning där en eventuell recruitmenteffekt kan förstärka svaren vid ASSR-mätningar.
  5. Samtliga mätresultat i dB/frekvens på första hälften av barnen (1-25) jämfört med den sista halvan av barnen (26-50) i kronologisk ordning. Syftet med denna jämförelse är att se om utförarens kompetens/vana att mäta ASSR på spädbarn har påverkan på resultatet.

Avslutningsvis presenteras en figur med ett stapeldiagram där medeltalet från samtliga fyra frekvensers skillnad mellan den estimerade hörtröskeln och PTT jämförs enligt samma urvalsgrupper som en översikt.

Jag har valt att inte dela upp barnen i lättare, måttlig och grav hörselnedsättning trots att många forskare tidigare rapporterat att träffsäkerheten blir bättre ju sämre hörseln är. Anledningen till detta är att mätspannet inte är så stort eftersom mätningar inte utförts vid svagare än 40 dBnHL och inte starkare än 80 dBnHL. Värden saknas för många barn på enstaka frekvenser vilket skulle göra dessa grupper för små för att några slutsatser skulle kunna dras.

## **5.2 Resultattabeller; jämförelse mellan korrelation för olika estimerade hörtrösklar samt om signifikanta skillnader mellan olika grupper föreligger**

I Tabell 3 ( presenterad på nästa sida) kan man utläsa att korrelationen mellan den estimerade ASSR-tröskeln och den psykoakustiska hörtröskeln är acceptabel på 1 men god på 2 och 4 kHz samt att det på 0,5 kHz inte uppnås någon signifikant korrelation alls, beräknat på samtliga uppnådda trösklar/frekvens. Även där en signifikant korrelation uppnås är spridningen stor och det är stor skillnad på max och minvärden (80 dB). I tabellen ses även att medelskillnaden är större för de lägre frekvenserna och mindre för de höga. Standardavvikelsen är även den större för lägre frekvenser jämfört med de högre.

**Tabell 3.** Skillnader (i dB) mellan samtliga barns estimerade hörtröskel genom ASSR jämfört med PTT där antal \* anger signifikansgrad enligt Pearsons´ korrelationskoefficienttabell (Altman, 1999).

Frekvens (kHz)	Samtliga barn			
	0,5	1	2	4
Antal öron	32	64	69	54
Medelskillnad	28,2	26,8	20,1	20,3
Medianskillnad	25,5	22,5	19	17
Max	78	80	63	66
Min	0	2	0	0
Standardavvikelse	21,4	18,9	14,5	15,4
Korrelation	0,11	0,36**	0,57***	0,52***

\*\* indikerar  $p < 0.01$ ; \*\*\* indikerar  $p < 0.001$

I Tabell 4 kan man se att skillnaden mellan det estimerade värdet och PTT ökar för de barn som har SOM-problem, dock väldigt marginellt vid 2 kHz. Skillnaden mellan grupperna är signifikant för 0,5 och 1 kHz. Man kan dock notera att antalet är betydligt färre i SOM-gruppen och i synnerhet på 0,5 kHz vilket beror på att det på denna frekvens återfinns många ”inte uppnådda värden”. Man kan också se att för denna grupp är maxvärdet högt och spridningen stor.

**Tabell 4.** Skillnader i hörtröskel (dB) vid olika frekvenser estimerad genom ASSR och PTT för barn som varit mellanörefriska jämfört med barn som haft SOM-problematik. Antal ”\*” visar signifikansgrad av medelskillnaden mellan de båda grupperna prövat genom T-TEST.

Frekvens (kHz)	Mellanörefriska barn				SOM-barn			
	0,5	1	2	4	0,5	1	2	4
Antal öron	28	50	53	44	4	14	16	10
Medelskillnad	24,4	25,3	19,9	19,4	55,5	32,1	20,1	24,5
Medianskillnad	20,5	20	20	16	60	29,5	14	21,5
Max	61	77	47	50	78	80	63	58
Min	0	2	0	0	24	3	0	2
Standardavvikelse	18,6	18,3	13,4	13,7	22,6	20,8	18,3	21,5
Signifikansgrad av skillnad					**	**		

\*\**alfanivå* < 0.01

I tabell 5 (presenterad på nästa sida) kan man utläsa att det endast är en signifikant skillnad vid 1 och 2 kHz vilket indikerar man fått bättre överensstämmelse mellan estimerade ASSR-trösklar och PPT för barn med sensorineural hörselnedsättning för dessa frekvenser. För denna urvalsgrupp har överensstämmelsen mellan estimerat värde och PTT varit betydligt bättre än snittet (jfr Tabell 2) och framför allt i diskanten där det estimerade värdet i snitt registrerats till 14,4 dB från PTT vid 2 kHz och 18,2 dB från PTT vid 4 kHz. Man kan i gruppen för normalhörande barn notera stora skillnader mellan medelvärde och medianvärde där det sistnämnda visar betydligt bättre träffsäkerhet. Spridningen är stor även för dessa urvalsgrupper men bättre i gruppen för barn med sensorineural hörselnedsättning.

**Tabell 5.** Skillnader i hörtröskel (dB) vid olika frekvenser estimerad genom ASSR och PTT för barn som konstaterats vara normalhörande barns jämfört med de barn där sensorineural hörselnedsättning senare påvisats. Antal ”\*\*” visar signifikansgrad av skillnaden mellan de båda grupperna, prövat genom T-TEST.

Frekvens (kHz)	Normalhörande barn				Barn m sensorineural hns			
	0,5	1	2	4	0,5	1	2	4
Antal öron	10	30	33	24	20	28	25	20
Medelskillnad	31,3	34,7	26,9	23,7	27,9	24,1	14,4	18,2
Medianskillnad	22,5	31	20	16	30	20	10	20
Max	78	77	63	66	66	57	38	32
Min	0	4	0	2	0	7	0	0
Standardavvikelse	26,3	22,3	15,3	19,6	19,9	16,8	11	10,4
Signifikansgrad av skillnad						*	**	

\**alfanivå* <0.05, \*\**alfanivå* <0.01

I Tabell 6 kan man se en signifikant bättre överensstämmelse för de 25 sist utredda barnen på 1 kHz och framför allt på 4 kHz, där man överlag noterar de resultat med bäst överensstämmelse. I tabellen kan man även utläsa att spridningen är mindre och maxvärdet lägre för de 25 sista barnen.

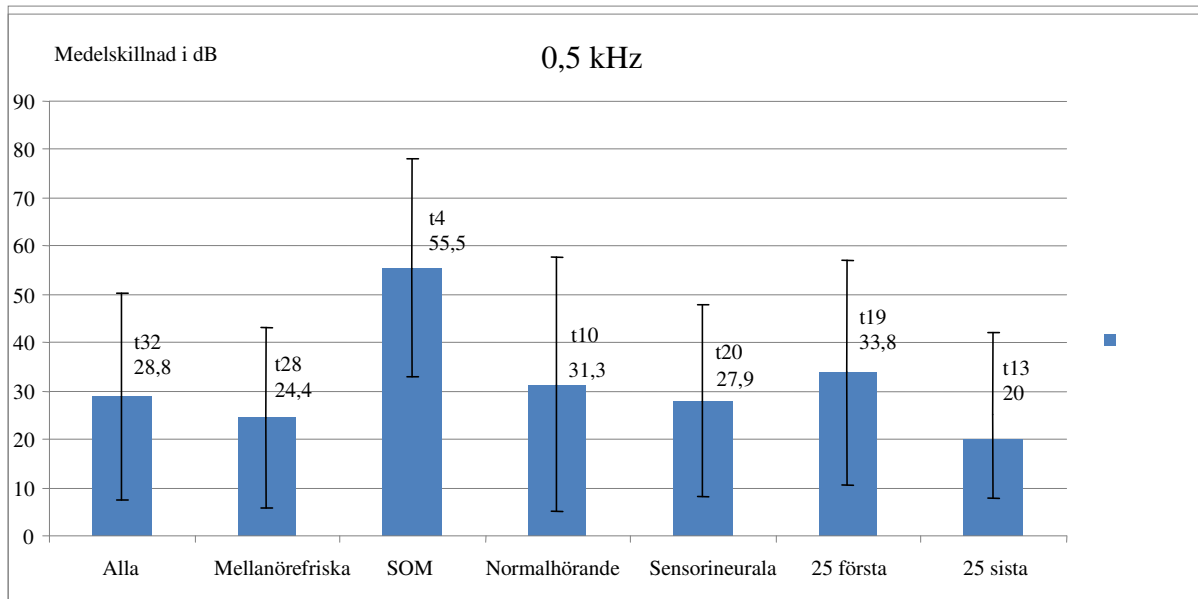
**Tabell 6.** Skillnader i hörtröskel vid olika frekvenser estimerad genom ASSR och PTT för de 25 första barnen jämfört med de 25 sista barnens. Antal ”\*\*” visar signifikansgrad av skillnaden mellan de båda grupperna, prövat genom T-TEST.

Frekvens (kHz)	De 25 första barnen				De 25 sista barnen			
	0,5	1	2	4	0,5	1	2	4
Antal öron	19	35	38	31	13	30	31	23
Medelskillnad	33,8	31,1	22,1	26,5	20	21,9	17,7	12
Medianskillnad	38	29	21	25	17	20	18	13
Max	78	80	63	66	55	45	50	30
Min	0	2	0	3	0	4	0	8
Standardavvikelse	23,3	21,2	15,6	16,3	17,1	14,3	13	8,6
Signifikansgrad av skillnad						*		***

\**alfanivå* <0.05, \*\*\**alfanivå* <0.001

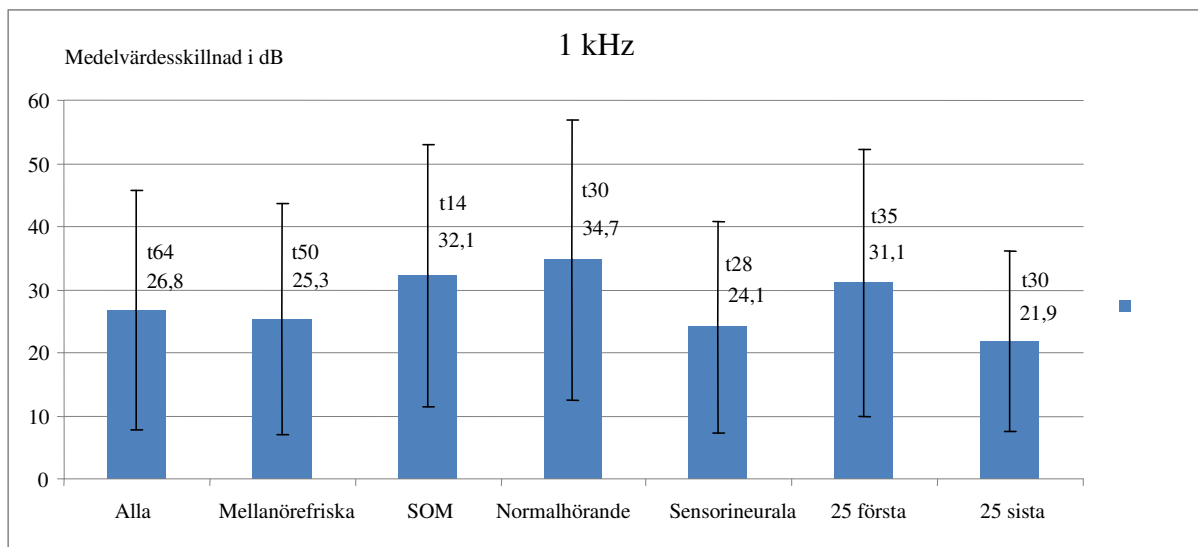
### 5.3 Resultatfigurer; stapeldiagram över olika jämförelsegruppers resultat vid olika frekvenser presenterade som medelvärden

Figur 1 (presenterad på nästa sida) visar att medelskillnaden mellan ASSR och PTT ligger kring 25-30 dB för samtliga grupper utom för SOM-gruppen som sticker ut kraftigt med en medelskillnad på 55,5 dB vilket är en signifikant skillnad jämfört med de mellanörefriska barnen, samt för de 25 första barnen där skillnaden blir 33,8. Spridningen är överlag stor.



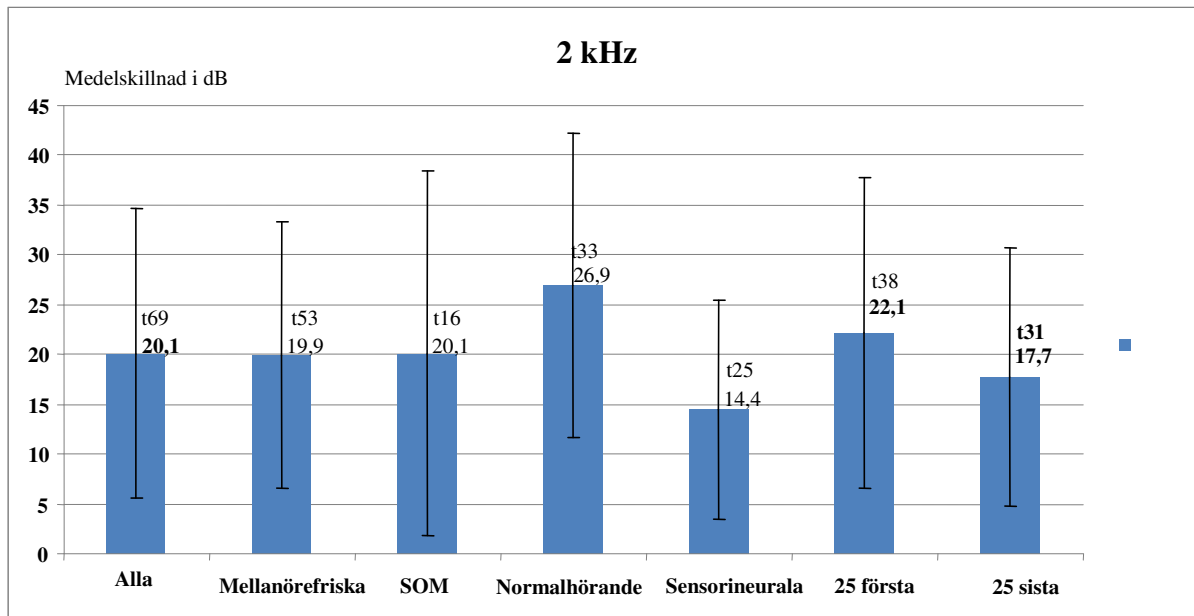
**Figur 1.** Skillnad i medeltal (dB) mellan estimerad hörtröskel genom ASSR och PTT genom lekaudiometri för 0,5 kHz. Felstaplarna indikerar standardavvikelsen. Notera att samma barn kan ingå i flera av grupperna. T = antal testade öron.

Figur 2 visar mer samlade värden för 1 kHz jämfört med dem som ses för 0.5 kHz i Figur 1. I figuren ses att grupperna med normalhörande barn, barn med SOM och de 25 första får värden över 30 dB men att det bästa resultatet, för de 25 sista barnen, närmar sig 20 dB. Spridningen är stor i samtliga grupper



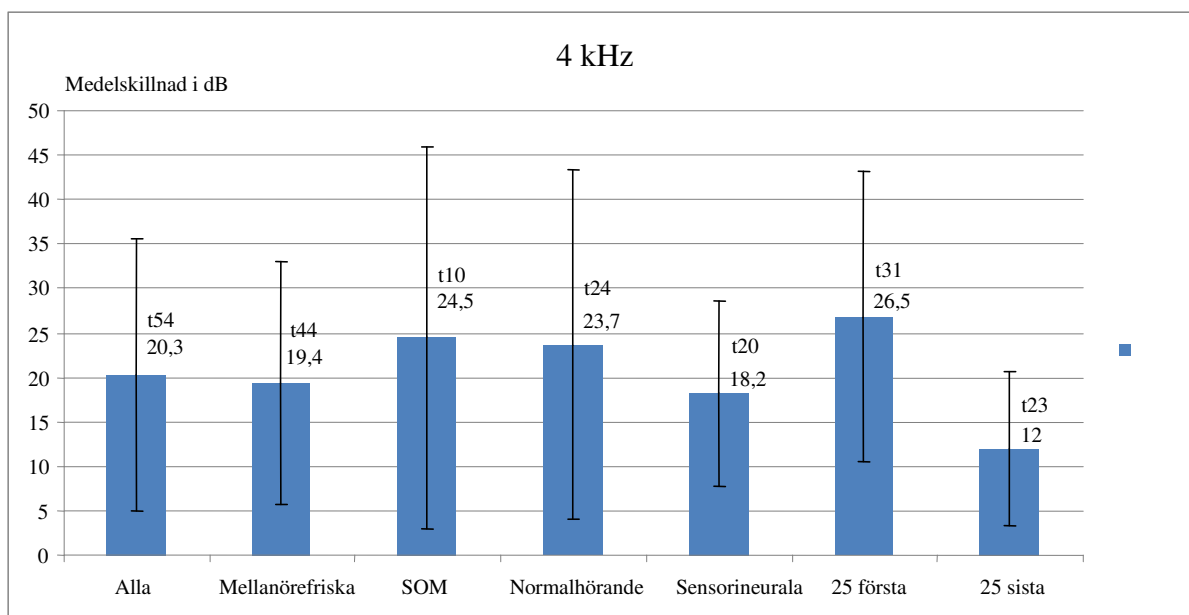
**Figur 2.** Skillnad i medeltal (dB) mellan estimerad hörtröskel genom ASSR och PTT genom lekaudiometri för 1 kHz tillsammans med standardavvikelsen. Felstaplarna indikerar standardavvikelsen. Notera att samma barn kan ingå i flera av grupperna. T = antal testade öron.

Figur 3 visar också mer samlade värden än de som redovisats vid 0,5 och 1 kHz men där gruppen för normalhörande sticker ut negativt (störst medelskillnad) och gruppen för sensorineurala positivt (minst medelskillnad). Samtliga medelvärden för den senare gruppen är lägre än för värdena på 0,5 och 1 kHz. Spridningen är fortsatt stor för alla grupper.



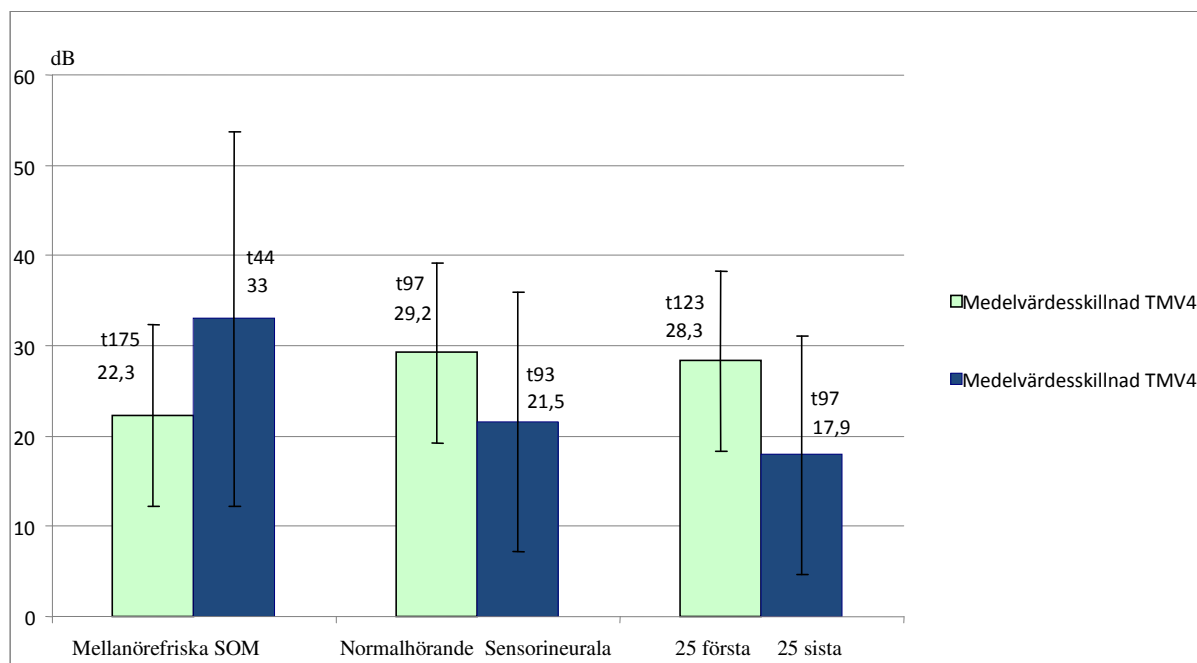
**Figur 3.** Skillnad i medeltal (dB) mellan estimerad hörtröskel genom ASSR och PTT genom lekaudiometri för 2 kHz tillsammans med standardavvikelsen. Felstaplarna indikerar standardavvikelsen. Notera att samma barn kan ingå i flera av grupperna. T = antal testade öron.

Figur 4 (presenterad på nästa sida) visar värden i nivå med dem för 2 kHz i Figur 3, vilket innebär att de är bättre än på 0,5 och 1 kHz. Här noteras den största skillnaden mellan de 25 första och 25 sista barnen där de 25 sista barnen får den minsta skillnaden mellan estimerat värde och PTT och den lägsta standardavvikelsen i hela undersökningen. Spridningen är dock fortsatt stor, även i den senare gruppen.



**Figur 4.** Skillnad i medeltal (dB) mellan estimerad hörtröskel genom ASSR och PTT genom lekaudiometri för 4 kHz. Felstaplarna indikerar standardavvikelsen. Notera att samma barn kan ingå i flera av grupperna. T = antal testade öron.

I figur 5 kan man avläsa att barn med SOM får sämre överensstämmelse tillsammans med de normalhörande barnen och de barn som utretts först. De barn som utretts sist är den enda grupp där den genomsnittliga skillnaden är mindre än 20dB. Spridningen är fortsatt stor för samtliga grupper.



**Figur 5.** Medelvärden (dB) för samtliga frekvensers skillnader (TMV4) mellan estimerad hörtröskel genom ASSR och PTT genom lekaudiometri i de tre olika jämförelsegrupperna. Felstaplarna indikerar standardavvikelsen. Notera att samma barn kan ingå i flera grupperna. T = antal testade öron.

## 6 DISKUSSION

### 6.1 Metoddiskussion

Fördelen med att integrera en studie i den dagliga verksamheten är att den gör minimalt intrång i verksamhetens produktion och är en möjlighet för alla att med vetenskaplig systematik följa upp sitt arbete. Man behöver inte heller ha föräldrarnas godkännande om man inte frångår klinikens vårdprogram för utvald patientgrupp. Nackdelen är att studien har pågått under lång tid och att en metodutveckling skett över tid under perioden som gjort att viktiga parametrar som varit önskvärda att titta på har måst uteslutas. Exempelvis hade det varit intressant att i studien inkludera de ABR-mätningar som utförts i samband med ASSR-mätningarna men det har fått uteslutas då mätningarna inte utförts på exakt samma nivåer och med samma inställningar i utrustningen under hela perioden. Detta hade ju inte hänt om det funnits ett fast protokoll för en forskningsstudie från början. Å andra sidan kunde ju i ett sådant fall själva studien förhindrat utvecklingen på avdelningen och minskat chanserna till att förbättra diagnostiseringen eftersom just denna studie grundas på en verksamhet som pågått under flera år.

Eftersom de värden som är uppmätta på den 25 sist utredda barnen visar bäst korrelation och minst skillnad mellan estimerade ASSR-hörtrösklar och PTT är det rimligt att anta att studien skulle få ett bättre resultat om samma studie görs om längre fram t ex på barn från 2010 och framåt. Det indikerar att det är bättre att göra en säker forskningsstudie inom områden där alla inblandade har en god erfarenhetsnivå.

### 6.2 Resultatdiskussion

Resultaten visar att det finns korrelation mellan den genom ASSR estimerade hörtröskeln och den psykoakustiskt uppmätta hörtröskeln på 1, 2, och 4 kHz men att den på 1 kHz är låg. Spridningen av resultaten har också varit genomgående mycket stor.

Resultaten visar inte någon enorm skillnad mellan grupperna men signifikant bättre värden har uppnåtts för de båda lägre frekvenserna när SOM-barnen uteslutits. Det är inte förvånande då det är just basområdet som påverkas mest av vätska bakom trumhinnan. Att träffsäkerheten ökar när SOM-barn utesluts är också väntat då deras hörsel fluktuerar beroende på deras mellanörestatus för dagen. Att utesluta dem från vidare utredning är dock farligt då det finns barn som både har en sensorineural hörselnedsättning och mellanöreproblem. Det är viktigt att man utökar sin kunskap om ledningshindrets storlek vilket kan göras både genom att säkert fastställa I-V latenser vid ABR eller genom att göra ABR-mätning med benledningstelefon.

Vidare uppnåddes signifikant bättre överensstämmelse på 1 och 2 kHz för barn med sensorineural hörselnedsättning jämfört med normalhörande barn. Detta var också väntat utifrån tidigare studier med tanke på recruitmenteffekten (Rance, 2008). Att det inte blev någon signifikant skillnad mellan dessa grupper vid 0,5 kHz kan kanske förklaras med att det vid denna frekvens inte fanns någon korrelation alls mellan ASSR och PTT. Jag är dock utan förklaring till varför inte en signifikant skillnad kunde mätas vid 4 kHz.

När erfarenhetsnivån hos klinikern prövats (de 25 första barnen jämfört med de 25 sista) har signifikanta skillnader noterats vid 1 och 4 kHz. Totalt sett har det noterats de minsta skillnaderna mellan ASSR och PTT för de 25 sista barnen. Att resultaten visar på större



träffsäkerhet när man har större erfarenhet talar emot vedertagna fördelar med ASSR där man antagit att man inte är beroende av klinikerns erfarenhet för ett säkert resultat eftersom ingen tolkning av svaret är nödvändig. Å andra sidan är det nog så att det inte är utrustningen i sig klinikern påverkar genom erfarenheten utan att man blir mer erfaren i patientarbetet vilket gör att man fäster elektroder och hörtelefoner bättre och inte minst att man utstrålar ett lugn och en säkerhet som överförs via mamman till barnet och som leder till att mätförhållandena blir bättre med minskade EEG-störningar.

På 8 barn återfanns värden där ASSR-hörtröskeln var bättre än PTT-hörtröskeln och i samtliga fall är det barn med sensorineurala hörselnedsättningar där det inte är orimligt att tro att hörseln sjunkit sedan första mättillfället. Dessutom har dessa ”negativa värden” avvikit i liten grad från PTT (max 8 dB).

De estimerade trösklar som fås kan därför antas vara den sämsta tänkbara tröskeln barnet kan höra på vid mättillfället och att det är sannolikt att hörseln är upp emot 20 dB bättre på 2-4 KHz och 30 dB bättre på 0,5 och 1 KHz med undantag för barn med mellanörepubroblematik där det kan skilja ännu mer i de två lägre frekvenserna. Dock är spridningen stor för samtliga kontrollerade grupper och den maximala uppmätta skillnaden är så stor som 80 dB eller strax under för samtliga kontrollerade grupper utom för gruppen med sensorineural hörselnedsättning och för gruppen med de 25 sista barnen där den minskar till 66 respektive 55 dB. Den bästa överensstämmelsen är 0 dB i alla grupper vilket ju kan resultera i att man underskattar hörselnedsättningen och avstår från hörapparat eller provar ut en för svag dito från början om man förlitar sig enbart till ovanstående medelvärden.

### 6.3 Rekommendationer

Medelskillnaden i resultaten för estimerade hörtrösklar genom ASSR och PTT genom lekaudiometri stämmer ganska väl överens med den förbättring av hörseln som kan ses hos ett barn det första 1 ½ året (Hall, 2000), vilket borde korrelera med eventuella ABR-mätningar då dessa i sådant fall också påverkas av att hörseln ännu inte är färdigutvecklad. Det stämmer även med att barn får 15-20 dBnHL sämre svar än vuxna beroende på att man måste välja 80 Hz ASSR (Rance, 2008). Men om det är orsaken borde eventuella ABR-svar ge bättre tröskelvärden. Det gör det hela ännu mer komplext. Resultaten i denna studie visar att det finns korrelation mellan estimerade ASSR-hörtrösklar och PTT på 1, 2, och 4 kHz men att den på 1 kHz är låg. På 0,5 kHz saknas korrelation överhuvudtaget och det är tveksamt om det tillför utredningen något att mäta på denna frekvens som påverkas mycket både av SOM-problem och då det som tidigare förklarats är en svår frekvens att få några värden på eftersom bakgrundsljud lätt maskerar stimuli vid denna frekvens när man använder 80 Hz ASSR som ju i sig ger små ASSR-svar (Rance, 2008).

Spridningen i resultaten har också varit genomgående mycket stor men är mindre i gruppen för enbart hörselskadade barn och i gruppen där de 25 sist uppmätta barnen har ingått. Man kan därför på sannolika grunder anta att mätningarna skulle få betydligt högre korrelation om man har stor erfarenhet och om man genom andra metoder, såsom frekvensspecifik ABR, först kan urskilja och sortera bort de barn som hör så bra att de inte behöver intervention. Resultaten visar dock att inget barn med grav hörselnedsättning har missats och ASSR kan ses som tillförlitlig metod för att detektera just denna grupp men inte för att styra tidig intervention för barn med milda till måttliga hörselnedsättningar. ASSR fyller dock en viktig funktion som en pusselbit i det audiologiska testbatteri som bör användas för att ge barn med

hörselnedsättning en god chans att inte språkligt och socioemotionellt komma efter sina normalhörande jämnåriga.

I Tabell 7 kan man utläsa vilka åtgärder som vidtagits efter den fördjupade utredningen. Av de 87 utredda barnen har 16 barn fallit bort från vidare uppföljningar beroende på att föräldrarna inte velat fortsätta, att de flyttat till annan ort eller på grund av att deras hälsa inte tillåtit det. Sjukvården har kunnat hjälpa 10 barn genom CI, 14 barn genom hörapparatutprovning före två års ålder och 8 har behandlats med plaströr genom trumhinnan mot sekretorisk otit varav två även har behövt hörapparat vilka ingår i de ovan nämnda 14. Vi har också kunnat friskförklara 14 barn utan vidare insatser. Detta ger en summa på 46 barn som vi antingen kunnat friskförklara eller hjälpa. Tyvärr kvarstår 25 barn (exkluderat de 16 barn som fallit bort) på vilka vi har fått divergerande svar så att föräldrarna olyckligtvis inte kunnat få ett entydigt besked utan har fått gå på fortsatta kontroller med sina barn.

**Tabell 7.** Åtgärdsfördelning efter fördjupad utredning

Åtgärder efter fördjupad utredning	Antal barn
Föräldrarna har valt att avsluta	8
Flyttat till annat sjukvårdande distrikt	3
Avslutat på grund av hälsoskäl	5
Intervention genom CI	10
Intervention genom hörapparat	14
Rörbehandlats för SOM	8
Friskförklarats	14
Exspektans och fortsatta kontroller	25

De barn som riskerar att hamna en längre tid i denna ”gråzon” är ofta barn med multihandikapp som gör dem mer svårtestade med subjektiva mätmetoder. I undantagsfall görs nya elektrofysiologiska mätningar i narkos när barnet är omkring 1 ½ år om föräldrarna är oroliga, om språkutvecklingen eller om den psykosociala utvecklingen varit dålig och där klara besked angående hörseln eventuella inverkan på barnets utveckling inte kunnat ges. Antalet riktigt tidiga hörapparatutprovningar hade legat högre om personalen inte känt en osäkerhet kring resultatet för barn där en lätt till måttlig hörselnedsättning indikeras och man har hellre avvaktat än att prova ut hörapparat i de fall där föräldrarna inte varit odelat positiva. Det är besvärligt för föräldrarna att lyckas med hörapparat på riktigt små barn. Det är svårt rent praktiskt då apparaterna lätt ramlar av de små öronen som dessutom växer mycket och nya öroninsatser behöver göras ofta. Men det beror inte bara på praktiska problem utan många föräldrar har svårt att acceptera en hörselnedsättning om den är lätt eller måttlig så att de själva tydligt märker att barnet reagerar på ljud. De har inte innan beskedet haft någon egen misstanke, utan hörselnedsättningen upptäcks genom en av alla andra kontroller som nyfödda barn genomgår. Beskedet kan också medföra självrannsakan kring graviditet, att man bär på dåliga gener eller i vissa kulturer skuld och skam. Man måste vara ödmjuk inför detta och känna av var föräldrarna står. Det går aldrig att framtvunga ett hörapparat användande men det är lättare om personalen inte själva är tveksamma till vad som är rätt. Stor erfarenhet och hög kompetens hos samtliga inblandade personalkategorier; audiolog/öronspecialist, audionom, specialpedagog, kurator samt eventuellt psykolog och logoped, är nödvändig. Tidig inkoppling av stöd till föräldrarna och ödmjukhet inför föräldrarnas reaktioner är lika viktiga delar för en lyckad tidig intervention som en förstärkningsmässigt perfekt anpassad hörapparat, men ju fler pusselbitar som personalen har att utgå ifrån desto lättare är det att tidigt kunna ge riktiga besked vilket ökar förtroendet från föräldrarna, samt deras motivation att träna sitt barn att använda hörapparat.

ASSR bör kompletteras med ytterligare elektrofysiologiska mätningar. Det är också mycket angeläget att understryka vikten av att följa upp samtliga barn med subjektiva mätningar när de blivit äldre. Det tvärprofessionella teamet som nämnts ovan, är nödvändigt för att utifrån tidigare erfarenheter, grundlig anamnes, och öronstatus kunna se när det är risk att resultatet hamnat 80 dB från den faktiska hörtröskeln och när det finns en risk för en under- eller överskattning av en hörselnedsättning.

Man bör ta en utförlig anamnes, ta stor hänsyn till denna och alltid ta hänsyn till den innan man börjar en utredning; tillhör barnet någon riskgrupp utifrån hereditet, graviditetsförlopp, syrgasvärden vid förlossningen eller låg födslovikt (< 1500 g), se bilaga 1.

ABR fyller även en viktig funktion i utredningen. Avdelningen startade med att mäta ABR endast för att identifiera om det över huvud taget gick att utläsa några svar för att utesluta neuropatier men började snabbt mäta även c-ABR-trösklar. För att få stöd i bedömningen av mellanörestatus är det viktigt att säkerställa våg I-V intervallet för att se om det finns en eventuell konduktiv komponent som orsakar eller förvärrar hörselnedsättningen.

Allt eftersom arbetet fortlöpt sedan införandet av screeningen och efter analyser av mätdata har medicinskt ansvarig på avdelningen bestämt att mäta alla barn som kan bli aktuella för teknisk habilitering ytterligare en gång och då med frekvensspecifik ABR med toneburstar. Dessa mätningar görs för att se om korrelation mellan de olika testerna finns så att ett bättre beslutsunderlag kan fås. På de barn som har en förskjuten våg I-V latens bör även en benledd tröskelmätning (c-ABR) utföras för att se en ev. skillnad mellan luft- och benledning.

Med anledning av ovanstående har ett nytt vårdprogram arbetats fram på Audiologisk avdelning i Malmö, vilket infördes 2011-01-01. Det presenteras i sin helhet i bilaga 3.

I dagsläget känner avdelningens läkare och audionomer sig säkrare på att tolka ASSR-svar än de nyligen införda ABR-mätningarna med toneburst. Dock är det troligt att, i takt med att skicklighet ökar i att analysera denna typ av ABR-svar, utredningsflödet ändras igen så att utredningen börjar med endast ABR-mätningar med både klickar och med toneburstar samt går vidare med ASSR vid besök två på de barn där tidigare mätresultat indikerat hörselnedsättning av sådan grad att intervention krävs. Detta med anledning både av resultaten i denna undersökning och av tidigare forskning (Rance, 2008; Robertson et al., 2003) som visat att ASSR är att föredra först när hörselskada föreligger. Rance (2008) visade att 75 % av de barn som fastnar i neonatal hörselscreening inte är i behov av tidig intervention och våra resultat indikerar liknande eller något lägre andel beroende på hur ”gråzonen” faller ut.

För att få ytterligare ett ben att stå på vid beslut om tidig intervention eller inte har det också införts besök tillsammans med logoped. Tanken är att alla barn som får eller kan tänkas behöva hörselhjälpmedel skall följas upp språkligt för att säkerställa att de inte missar onödigt mycket i sin språkutveckling beroende på hörselskadan och eller på dåligt anpassad hörapparat. Behovet av tidig intervention har påvisats vara viktig men skiljer ändå från barn till barn beroende av hörselskadans grad, av barnets kognitiva förmåga och beroende på vilken språklig stimulans barnet får i sin dagliga miljö. Målet måste därför bli att skickligheten i att diagnostisera hörselskador tidigt ökas men också i att kunna skraddarsy vidare habilitering utifrån det enskilda barnets behov.

Oavsett om ASSR inte är en fullt tillförlitlig metod så ger den betydligt bättre utgångspunkt för en god hörapparatpassning än endast ABR med klicktrösklar som tidigare var det självklara valet av elektrofysiologisk mätmetod. Man bör dock vara väl medveten om risken av att överskatta en hörselnedsättning och därmed vara försiktig med förstärkningsnivån i hörapparaten vid tidig intervention. Hörapparatförstärkningen kan sedan justeras med stöd från föräldraobservationer och med hjälp av AV-test med och utan hörapparat så snart barnet kan medverka till detta, oftast från 6-10 månaders ålder, eller om man är skicklig med insättningsförstärkningsmätningar kombinerat med mätning av det faktiska ljudtrycket i hörselgången. Men man bör även vara medveten om risken av att underskatta hörselnedsättningen så att barnet i onödan halkar efter på grund av att man avstått från intervention. Uppföljning och teamarbete blir ledord för framgång.

## 7 REFERENSER

- Ahn, J.H., Lee, H.-S., Kom, Y.-Y., Yoon, T.-H. & Chung, J.-W. (2007). Comparing pure-tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 136 (6). 966-71 PMID: 17547989.
- Arlinger, S. m fl. (2007). *Nordisk lärobok i audiologi*. (Ss. 79-80, 90, 92, 99 och 135). Bromma: CA Tegnér AB.
- Altman, D.G. (1999). *Practical statistics for medical research*. London: Chapman & Hall/CRC.
- Eberling, C. & Worsoe, K. (2006). *Når lyden bliver svagere*. (Ss. 15-17, 31,76). I svensk översättning av S. Arlinger. Herlev: Bording A/S.
- Freijd, A. (2006). JLNS. *Barnplantorna*, vårnumret 2006.  
<http://www.barnplantorna.se/UserFiles/file/tidning/bp061.pdf?PHPSESSID=1obcbp5iosl47504lme54sfrn1> (Senast besökt 2011-05-05.)
- Hall, J.W. III (2000). *Handbook of otoacoustic emission*. (Ss. 36, 48, 62 samt kapitel 8). Boston: Cengage.
- Hall, J.W. III (2006). *New handbook of auditory evoked responses*. (Ss. 40-48, 241-250 och 258-365). Boston: Pearson education Inc.
- Grenner, J. (2003). *Handbok ILOV6*. Bromma: CA Tegnér.
- Grenner, J. (2005). *Neonatala hörselutredningar i Skåne*. [www.skane.se/Usil/ONH](http://www.skane.se/Usil/ONH) (Senast besökt 2007-11-30.)
- ISO389-1. (1998). Acoustics: Reference zero for calibration of audiometric equipment. Part1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones. International Organization for Standardization 389-1.
- John, M.S., Brown, D.K., Muir, P.J. & Picton, T.W. (2004). Recording auditory steady-state responses in young infants. *Ear and Hearing*, 25(6). 539-53 PMID: 15604915.
- Jönsson, A. (2005). Undervisningsmaterial i samband med utbildningsdag gällande ASSR. Malmö: Otryckt material.
- Jönsson, S. (2011). Statistik ur Region Skånes dataserver för OAE-screening. (Kan ej sökas av obehörig). Malmö.
- Körner, S., Wahlgren, L.(1996). *Praktisk statistik*. Lund: Studentlitteratur.
- Lyxell, B. (2007). Kognition, hörselskador/dövhet och taluppfattning. Linköping: Institutionen för beteendevetenskap institutet för handikappvetenskap, Linköpings Universitet <http://www.ibv.liu.se/cdd/ihv/> (Senast besökt 2010-11-11.)

- Marschark, M. & Hauser, P.C. (2008). *Deaf Journal of American Academic Audiology*, 16 (5). 291-300 PMID: 16119256.
- Rance, G., Tomlin, D. (2006). Maturation of auditory steady-state responses in normal babies. *Ear and Hearing*, 27 (1).20-9 PMID: 16446562.
- Rance, G. (2008). *Auditory steady-state response; Generation, recording and clinical applications*. (Ss. 1, 15, 120, 131, 139-142, 151-152, 161-163, 165, 167, 169, 171, 173, 175-176 och 178-179). Oxford: Plural Publishing Inc.
- cognition*. (Ss. 4-6, 14-15, 24-28, 36-37, 45-47och 122-124). New York: Oxford University Press Inc.
- Moore, B.C.J. (1998). *Cochlear hearing loss*. (S. 20). London: Whurr Publisher Ltd.
- Rance, G., Roper, R., Symons, L., Moody LJ., Poulis, C., Dourlay, M. & Kelly, T. (2005). Hearing threshold estimation in infants using auditory steady-state responses.
- Robertson J.R.J., O'Rourke, C. & Stidham, K. (2003). Auditory steady-state response testing in children. *Otolaryngology Head Neck Surgery*, 129 (1). 107-13 PMID: 12869925.
- Scherf, F., Brokx, J., Wuyts, F.L. & Van de Heyning, P.H. (2006). The ASSR: Clinical application in normal hearing and hearing-impaired infants and adults, comparison with the click-evoked ABR and pure-tone audiometry. *International Journal of Audiology*, 45(5). 281-6 PMID: 16717018.
- Stueve, M.P. & O'Rourke C. (2003). Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response and behavioural test methods. *American Journal of Audiology*, 12(2). 125-36 PMID: 14964328.
- Swanepoel, D. & Ebrahim, S. (2009). Auditory steady-state response and auditory brainstem response threshold in children. *European Archives of Otorhinolaryngology*, 266(2). 213-9 PMID: 18560866.
- Swanepoel, D., Hugo, R. & Roode, R. (2004). Auditory steady-state responses for children with severe to profound hearing loss. *Archives of otolaryngology Head Neck Surgery*, 130(5). 531-5 PMID: 15148172.
- Vander-Werff, K.R. & Brown, C.J. (2005). Effect of audiometric configuration on threshold and suprathreshold auditory steady-state responses. *Ear and Hearing*, 26(3). 310-26 PMID: 15937412.
- Vohr, B.R., Widen, J.E., Cone-Wesson, B., Sininger, Y.S., Gorga M.P., Folsom, R.C & Norton, S.J. (2000). Identification of neonatal hearing impairment: Characteristics of infants in neonatal intensive care unit and well-baby nursery. *Ear and Hearing*, 21(5). 373- 82 PMID: 11059699.
- Yoshinago-Itano, C., Sedey, A.L., Coulter, D.K., Mehl, A.L. (1998). Language of early and later identified children with hearing loss. *Pediatrics*, 102(5). 1161-71 PMID: 9794949.

**Bilaga 1. Riskfaktorer för hörselnedsättning hos barn. (Hall, 2000; Grenner, 2007).**

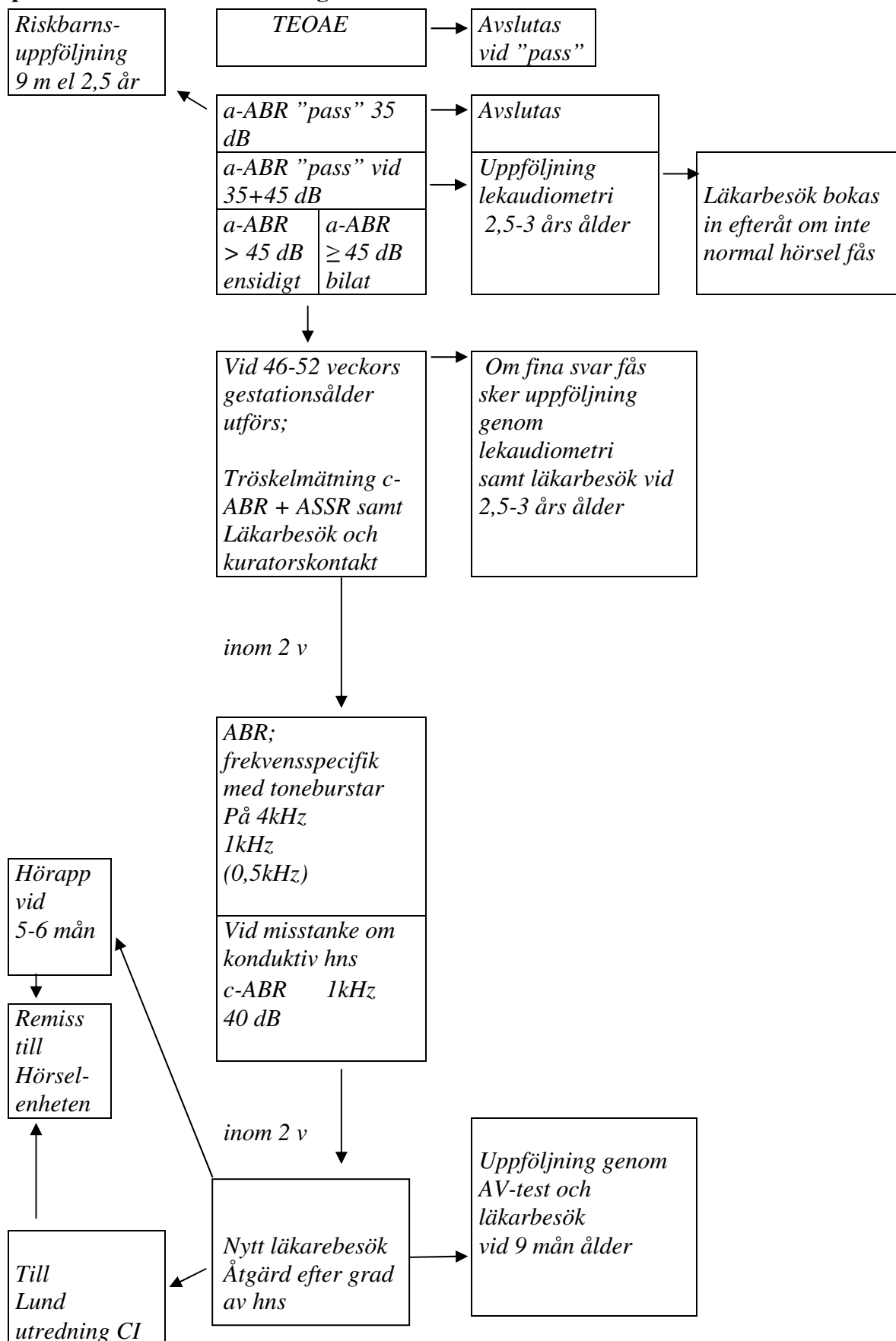
<b>The Joint Committee of Infant Hearing JCIH, 1982</b>	<b>Region Skåne (Audiolog Jan Grenner), 2005</b>
Hereditet för hörselskada	Hereditet för hörselskada
Kraniala avvikelser	Vid missbildning i hud, pigment, hår, centrala nervsystemet eller ögon kan man misstänka inneröreskada. Vid missbildning i käke, spottkörtlar, n. facialisområdet eller ytteröra kan man misstänka mellanöreskada. Inkluderar barn med läpp- och gomspalt! Däremot remitteras ej barn med isolerat preaurikulärt fibrom.
Kongenital infektion; cytomegalovirus, herpes, syfilis eller rubella	Infektion hos modern under graviditet med rubella, toxoplasmos, cytomegalovirus, lues (syfilis) eller herpes
Bakteriell meningit	Bakteriell meningit
Hyperbilirubeni som krävt blodbyte	Hyperbilirubeni neonatalt som föranlett blodbyte
APGAR värden på 0-3 >5 minuter	Grav asfyxi med cerebrala symptom (HIE, hypoxisk ischemisk encephalopati grad 2 eller 3) i nyföddhetsperioden
Födslösvikt <1500 gram	Virusmeningoencephalit

## **Bilaga 2. 80 Hz ASSR-protokoll:**

- Frekvens och amplitudmodulerade sinustoner
- Mätning på 0.5, 1, 2 och 4 KHz
- 100 % modulering av amplitud och 10 % av frekvens
- 82-106 moduleringar
- Varierad modulation – FM 10 % och AM 100 % 74-95 Hz (500/74, 1000/81, 2000/88 och 4000/95 Hz)
- Elektroplacering; kind, panna och mastoider
- Högpasfilter 30 Hz
- Lågpasfilter 1 500 Hz
- Filterlutning 6 dB/oktav
- Artefaktrejekt aktiverad
- Analystid 1 sek.
- Medelvärdesbildningstid 40 sek. – 15 min
- Algoritm för “phase coherence”



**Bilaga 3. Klinikens vårdprogram för barn som inte passerar neonatal hörselscreening på BB eller Neonatalavdelningen.**



I bilaga 3 kan man utläsa att beroende av barnets hörsel så följer uppföljningsbesöken olika vårdkedjor. Alla barn som genomgått en fördjupad utredning bör följas upp tills ett säkert lekaudiogram har kunnat genomföras och alla har audiologkontakt. Det är svårt att genom audiovisuella test säkerställa mindre hörselskador som bör följas tills det är säkrat att ingen progrediering sker. Det är även svårt att få säkra resultat vid ensidiga hörselnedsättningar i fritt fält. Även om ingen teknisk intervention sällan görs på dessa barn är insatser av Hörselenhetens barnteam, både gällande föräldrainsformation och gällande sanering av barnens ljudmiljö, av stor vikt.

Vidare kan man utläsa att barn där man direkt har kunnat säkerställa att hörapparat behövs påbörjar utprovning av dessa vid 6 månaders ålder i de fall föräldrarna samtycker. De barn där man inte är säker men misstänker att hörapparat eller rörisättning kommer att vara aktuellt följs upp vid 9 månaders ålder.

Barn där grav hörselnedsättning direkt misstänks remitteras till CI-teamet i Lund för ställningstagande till cochleaimplantat.

Alla barn som har konstaterats behöva intervention remitteras till Hörselenhetens barnteam för information och stöd till föräldrarna gällande habiliteringsinsatser.