



Sahlgrenska akademien  
VID GÖTEBORGS UNIVERSITET  
Institutionen för neurovetenskap och fysiologi  
Enheten för audiologi

## EXAMENSARBETE I AUDIOLOGI, 15 högskolepoäng

### Fördjupningsnivå 1

#### Titel

Jämförelse mellan ”Auditory Brainstem Response (ABR) och ”Auditory Steady State Response” (ASSR) för att uppskatta hörseltrösklar på barn i narkos.  
Kan testtiden minska om 500 Hz utesluts vid ASSR-mätning?

#### Författare

Birgitta Wallström-Berg

#### Handledare

Tomas Tengstrand

#### Examinator

Lennart Magnusson

#### Sammanfattning

##### Syfte

Syftet med denna studie var att utvärdera den kliniska användbarheten av ASSR-mätning på barn i narkos,

##### Metod

I studien har en jämförelse gjorts mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR. Dessutom undersöktes tidsåtgången vid ASSR-mätning när frekvenserna 0,5; 1; 2 och 4 kHz ingick i jämförelse med om frekvens 0,5 kHz uteslöts. Retrospektivstudie där elektrofysiologiska mätningar hämtats från en databas.

##### Resultat

Tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR visade på god överensstämmelse. Frekvens 0,5 kHz vid ASSR-mätningen tenderar att vara något avvikande. Studien visar att testtiden blev längre vid ASSR-mätningen om alla frekvenser ingick. Däremot blev tiden kortare om 500 Hz uteslöts.

##### Konklusion

En god överensstämmelse fanns mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR, även om frekvens 500 Hz var avvikande. Frekvens 0,5 kHz bör även fortsättningsvis ingå i testet då den ger viktig information i basområdet. Studien visade att en ASSR-mätning tar kortare tid att utföra om 500 Hz utesluts. Den totala testtiden för ABR- och ASSR-mätning blev 56 minuter, vilket är en rimlig tid vid test av barn i narkos. Den relativt korta testtiden beror på att inga eller mycket lite störningar förekommer vid ABR- och ASSR-mätning i narkos. ABR- och ASSR-mätning bör användas i kombination med varandra

Nyckelord: Auditory Brainstem Response, Auditory Steady State Response, Narkos, Dikotisk, 90 Hz ASSR



The Sahlgrenska academy  
AT UNIVERSITY OF GOTHENBURG  
Institute of Neuroscience and Physiology  
Department of Audiology

## RESEARCH PROJECT IN AUDIOLOGY, 15 credits Advanced level 1

Title

Comparison between Auditory Brainstem Response (ABR) and Auditory Steady State Response (ASSR) for estimated hearing thresholds of children under general anesthetics. Could the test duration be reduced by excluding 500 Hz in the ASSR measurement?

Author

Birgitta Wallström-Berg

Supervisor

Tomas Tengstrand

Examiner

Lennart Magnusson

### Abstract:

#### Objective

The objective of this study was to investigate the clinical application to use ASSR in anesthetized children

#### Design

One main ambition of the investigation was to compare hearing threshold using ABR with estimated hearing threshold using ASSR. Another aim was to examine if the duration of an ASSR measurement could be reduced by only using the frequencies 1, 2 and 4 kHz and exclude the frequency 0.5 kHz. This is a retrospective study using electrophysiological measurement from a database.

#### Result

Results showed a high correlation between hearing threshold using ABR and estimated thresholds using ASSR, with the frequency 0.5 kHz showing a slightly lower correlation. Result also showed that the test duration was increased when using all test frequencies in ASSR-measurement compared to when 0.5kHz was excluded.

#### Conclusion

The study showed a high correlation when comparing hearing threshold using ABR and ASSR. Although the frequency 0.5 kHz showed a slightly lower correlation, it should still be included in the tests because it supplies vital information about the bass region

The mean test duration for both types of hearing threshold measurements on anesthetized children was 56 minutes. This is a reasonable time to use on anesthetized children. The test duration was reduced when excluding the test frequency 0.5kHz in ASSR-measurement. The relatively short duration required for both test methods is enabled by the absence of disturbances when testing children under general anesthetics. ABR and ASSR should both be used together when estimating threshold in anesthetized children.

Keyword Auditory Brainstem Response, Auditory Steady State Response, Anesthetic Children, Dikotic, 90 Hz ASSR

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>INLEDNING</b>	1
<b>BAKGRUND</b>	1
Elektrofysiologiska mätningar	2
Tidsåtgång vid ASSR-mätning	6
Skillnaden mellan ABR- och ASSR mätning	6
ABR och ASSR mätning i narkos	7
Audiogrammens konfiguration	8
<b>SYFTE</b>	8
<b>FRÅGESTÄLLNINGAR</b>	8
<b>MATERIAL OCH METOD</b>	8
Deltagare	8
Narkos	9
Mätutrustning	9
Elektroder	9
Tillvägagångssätt vid mätningarna	9
Analys	10
Etiska överväganden	11
<b>RESULTAT</b>	11
Jämförelse mellan ABR- och ASSR-mätning	11
Testtid vid ASSR-mätning	13
<b>DISKUSSION</b>	14
Metoddiskussion	14
Resultatdiskussion	16
<b>KONKLUSION</b>	20
<b>REFERENSLISTA</b>	21

## ***Tack till***

*Tomas Tengstrand för positiv och uppmuntrande handledning*

*Marianne Yxell för värdefull språkgranskning*

*Mina kollegor Jenny Sandell, Åsa Winzell-Julin för värdefulla synpunkter och  
uppmuntran*

*Mina arbetskamrater som gett uppmuntran under arbetets gång*

## **Definitioner**

ABR: Auditory Brainstem Response (hjärnstamsaudiometri)

ASSR: Auditory Steady State Response

FM: Frekvensmodulerad

AM: Amplitudmodulerad

MM: Mixmodulerad

dBnHL: Decibel normalized Hearing Level

## **INLEDNING**

Ett av audionomens verksamhetsområden är att utreda och diagnostisera olika typer av hörselnedsättningar hos barn. Därför läggs stor vikt på att så tidigt som möjligt identifiera och diagnostisera barn med hörselnedsättning. En god hörsel är också viktig för barns språkutveckling och kommunikation (1). De mätmetoder som används bygger delvis på att barnet ska lyssna och reagera på ljudstimuli, så kallade psykoakustiska mätningar och som komplement finns andra olika typer av mätmetoder. Hjärnstamsaudiometri är en av de elektrofysiologiska mätmetoder som i många år använts på barn vid diagnostisering och som framförallt är den mätmetod som använts då ett barn av olika anledningar inte vill medverka vid psykoakustiskt test eller som av olika anledningar är svårtestat. Nackdelen med hjärnstamsaudiometri är att mätningen i första hand ger svar i diskantområdet medan den endast ger svagt reproducerbara svar i basområdet. Vid diagnostiseringen av barn kan ett mera frekvensspecifikt svar vara en fördel, då basområdet kan ge viktig information vid anpassning av hörhjälpmedel. Under många år har hjärnstamsaudiometri utförts i verksamheten på barn och vuxna. I den här undersökningen jämförs Auditory Brainstem Response (ABR), som är den vanligaste elektrofysiologiska mätmetoden i verksamheten, med Auditory Steady State Response (ASSR) på barn i narkos. Specifikt undersöks tiden det tar att utföra en ASSR-mätning i narkos.

## **BAKGRUND**

En audionom använder dagligen olika mätmetoder, och utifrån frågeställningen som finns angiven i remissen gör audionomen val om vilka mätmetoder som ska användas. Frågeställningen på barn kan vara sen språkutveckling, hörselnedsättning vid olika typer av funktionshinder, ärftlighet, trauma samt olika sjukdomstillstånd i örat (1, 2). Det är viktigt att använda evidensbaserade mätmetoder där besluten bygger på bästa tillgängliga vetenskapliga resultat från välgjorda undersökningar och metoder. De vanligaste mätmetoderna som används brukar delas in i fyra grupper: psykoakustiska, akustiska, otoakustiska emissioner samt elektrofysiologiska mätningar (3). I psykoakustiska metoder ingår olika tester där toner presenteras via hörlurar, benledare eller högtalare. Tittlådeaudiometri är vanligast i åldern 1-3 år. Barnet uppmuntras att t.ex. vrida på huvudet mot ett presenterat ljud genom att en bild introduceras vid ljudkällan. För lite äldre barn används lekaudiometri, som kräver lite mer aktiv medverkan från barnet. Barnet uppmuntras att flytta en kloss vid presentation av ljud. Denna metod anses lämpligast för barn

från cirka 2,5 års ålder. I akustiska metoder ingår tympanometri samt stapediusreflexmätning, där tympanometri är den mätmetod som ofta används vid test av barn. Vid tympanometri mäts trumhinnesystemets och mellanörats rörlighet. Tympanometri ger en grafisk kurva där ett antal kvantitativa variabler tolkas. Otoakustiska emissioner (OAE) mäter de yttre hårcellernas funktion i innerörat och det vanligaste testet är Transient Evoked Otoacoustic Emission (TeOAE). I de elektrofysiologiska mätningarna ingår ABR- och ASSR (3, 5). Vid användning av olika testmetoder på barn, bör minst två oberoende mätningar utföras vid utredning av barnets hörsel. Det kan vara en psykoakustisk mätning som tittlåda eller lekaudiometri som används i kombination med TeOAE, eller psykoakustisk mätning i kombination med ABR- och ASSR-mätningar (4, 5).

Ibland finns det barn som av olika anledningar inte kan eller vill medverka vid psykoakustiska tester och ibland kan det vara svårt att tolka svaren även om barnet medverkat. Orsaken till att barn är svårtestade kan bero på ett antal faktorer bl.a. ålder, olika funktionshinder eller svårigheter att medverka vid tester. När ett barn inte medverkar är det viktigt att det finns ett flertal mätmetoder som kan användas i kombination med varandra (2, 6). En viktig fråga att ställa sig när ny teknik ska introduceras är vad i testet som är bättre eller sämre än redan använda mätmetoder. När nya mätmetoder införs i verksamheten ska mätmetoderna också vara kliniskt testade innan de tas i bruk (7).

### **Elektrofysiologiska mätmetoder**

Electric Response Audiometry (ERA) är samlingsnamnet för en grupp mätmetoder, som innebär registrering av de spänningsvariationer som uppstår i nervbanorna vid akustisk stimulering (3).

#### *Beskrivning av ABR-mätning*

ABR är en av de vanligaste elektrofysiologiska mätningarna som använts kliniskt sedan början av 70-talet. ABR är en viktig mätning för att upptäcka hörselnedsättning i området 1000-4000 Hz och ses som ett komplement till psykoakustiska mätningar. ABR är den mätmetod som i kliniskt arbete används för att uppskatta hörtrösklar på små barn vid misstänkt hörselnedsättning, där psykoakustiska mätmetoder av olika anledningar inte kan utföras. Mätningen utförs genom att fyra elektroder fästs på patientens huvud, varefter ljudstimuli presenteras i örat/öronen (8).

Elektrodena registrerar den elektriska aktivitet som uppstår i nerverna när ett transient

Ljudstimuli ges i ett fungerande hörselsystem. Via elektroderna kan den elektriska aktiviteten fångas upp och registrera svaret som framkallas vid mätningen (7).

Vid ABR-mätning presenteras ljudstimulit med ett visst tidsintervall. Det finns störkällor i form av annan EEG-aktivitet från hjärnan och muskelaktiviteter. Dessa uppträder dock mera slumpmässigt, vilket gör att svaret som uppkommer till följd av ljudstimuleringen kan urskiljas från störkällan. När ett svar sedan ska avläsas måste en medelvärdesbildning på minst 1000 svep utföras. Signalkvaliteten förbättras ytterligare vid fler svep (9). Vid analys av ABR-mätningar studeras i första hand latens och i andra hand amplitud. Vid bedömning av latens bestäms den absoluta latenstiden, dvs. tiden från att ett stimuli ges till dess att svaret uppträder. Bild 1 visar en vågform med förklaring av amplitud och våglängd, amplituden kan även beskrivas som höjden av ett toppvärde.

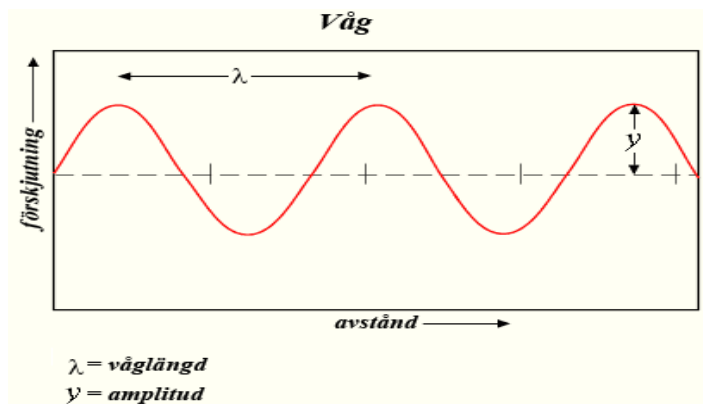


Bild 1. Illustration av amplituden och våglängd

En ABR kurva anses bestå av fem vågtoppar som vardera kan tilldelas Jewett markering I, III och V. Våg I III och V är vågformer som vanligtvis markeras och som avspeglar svar från cochlean upp till hjärnstammen. De olika vågorna I, III och V uppträder på olika platser längs hörselbanorna. Jewett markeringarna presenteras sedan i en grafisk presentation vilket underlättar tolkning av latensförändringar i förhållande till stimuleringsnivån. Ju starkare stimuleringsnivå som används desto tydligare är svaren vid mätningen, vilket innebär att tydligare Jewett-vågor kan avläsas vid höga stimuleringsnivåer, i ett normalt fungerande hörselsystem, dock beroende på patientens hörselnedsättning. Vid lägre stimuleringsnivå försvinner Jewett-våg I-III, men våg V kan följas till nivåer på 10-20 dBnHL vid normal hörsel i frekvensområdet 1000-4000 Hz. Vid



den lägsta testnivå som Jewett-våg V kan identifieras bedöms sedan graden av hörselnedsättning. Den som utför mätningen markerar på vilken nivå som Jewett-våg V lägst kan bedömas (3, 10, 11).

För att eliminera störningar vid ABR-mätning är det viktigt att patienten kan vara avslappnad, annars förlängs testtiden. Av den anledningen utförs testet på små/svårttestade barn i narkos, vilket eliminerar störningar som kan förekomma i vaket tillstånd (12).

### *Beskrivning av ASSR-mätning*

Vid ASSR fästs fyra elektroder på patientens huvud. Vid mätningen används amplitud- och/eller frekvensmodulerade sinustoner. Ljustimulit vid ASSR påverkar därför ett mindre område på basilarmembranet, vilket möjliggör ett frekvensspecifikt svar på fyra frekvenser 0,5, 1, 2 och 4kHz (13). I litteraturen beskrivs ASSR som den metod där 500 Hz bäst kan urskiljas (7, 14). För att avläsa ett ASSR svar måste signalen matematiskt beräknas via en fourieranalys där en komplex signal delas upp i frekvens och amplitud. En statistisk analys utförs och presenterar den nivå där ett svar har registrerats, vilket sker automatiskt av mätutrustningen, då mätresultatet inte kan avläsas visuellt (8). Även vid ASSR-mätning är det viktigt att patienten är avslappnad och mätningen utförs därför i narkos på yngre barn (12).

### *Olika stimuli vid ASSR-mätning*

Olika typer av stimuli används för att framkalla ASSR. Sasha m fl (15) beskriver olika typer av stimuli: frekvensmodulerad sinussignal (FM), amplitudmodulerad sinussignal (AM) och som tredje alternativ en amplitud- och frekvensmodulerad sinussignal (MM)

### *Frekvensmodulerad (FM).*

Beskrivs som en bärton som varierar i frekvens över tid (bild 2). Om en signal på 1000 Hz är frekvensmodulerad på 20 % kommer signalen att flytta sig mellan 900-1100 Hz  $\pm 10$  %. En frekvensmodulerad signal upptar ett bredare område i cochlean men med samma styrka på bärtonen. FM beskrivs som en bärton som vandrar fram och tillbaka över basilarmembranet. Vanligtvis används en bärfrekvens på 90 Hz men det kan variera mellan olika utrustningar (16).

### *Amplitudmodulerad (AM)*

Vid test med en amplitudmodulerad sinussignal varierar denna mellan full styrka (100 %) och utebliven signal (0 %) vilket ger mest energi vid och på sidan av signalen (bild 2). Den amplitudmodulerade signalen upptar ett smalare område i cochlean men med en varierande styrka (15, 16).

### *Amplitud/frekvensmodulerad (MM)*

ASSR kan även utföras med en kombination av AM och FM och benämns då mixmodulerad (MM). Sasha M, Dimitrijevic m fl (15) beskriver att den mixmodulerade sinusignalen (100 % AM, 25 % FM) gav tydligare svar i jämförelse med enbart AM stimulering. Den mixmodulerade sinussignalen beskrivs ha tydligare svar på tröskelnära nivåer på frekvenserna 750-4000 Hz.

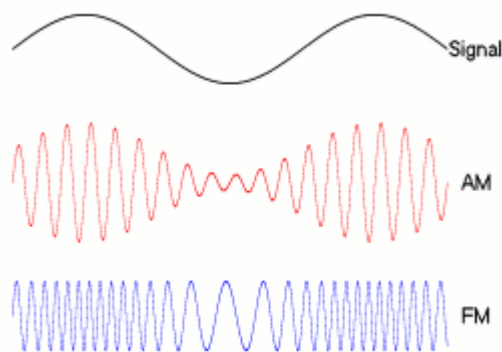


Bild 2 Bärton (signal), amplitud respektive frekvensmodulering.

### *Modulationsfrekvens 40Hz eller 90Hz*

Reiden m fl (17) jämförde i sin studie om en bärton på 40 Hz skiljer sig från en bärton på 90 Hz på personer i vaket tillstånd. Undersökningen visade att 40 Hz (AM) var att föredra i jämförelse med 90 Hz (AM) på personer i vaket tillstånd. På barn och nyfödda rekommenderas en bärton på 80-100 Hz, eftersom den är mindre känslig för sömndjup (17, 18).

### *Monotisk alternativt dikotisk stimulering*

Vid ASSR-mätning används monotisk eller dikotisk stimulering. Vid monotisk multipel stimulering presenteras flera kontinuerliga toner i ett öra i taget (19) till skillnad mot dikotisk

stimulering då en eller flera kontinuerliga toner presenteras samtidigt i patientens båda öron. Det måste skilja minst 1 oktav mellan tonerna för att tonerna inte skall interferera med varandra (20).

### **Tidsåtgång vid ASSR-mätning**

En viktig fråga när nya mätmetoder ska introduceras är hur lång tid det tar att utföra testet, vilket kan vara viktigt vid test av småbarn (7). Herdman och Stapell (19) undersökte testtiden vid ASSR-mätning. Resultatet visade tiden 49 minuter  $\pm$  13 på en grupp personer med brant fallande hörselnedsättning. Vid en hörselnedsättning av mer rak karaktär var testtiden 44 minuter  $\pm$  14. I studien hade monotisk multipel stimulering använts och samtliga mätningar var utförda i vaket tillstånd. Luts m fl (21) beskriver testtiden vid stimulering på fyra frekvenser på en grupp normalhörande till 55 minuter och på en grupp med nedsatt hörsel till 75 minuter. Tiden var beroende på hur många svep som utfördes vid mättillfället. I studien beskrivs en kombination av testtid och precision för att uppnå tröskelvärden. En testtid på maximalt en timme föreslås vid test på små barn. Testtiden är av betydelse då barnet ska sövas, eftersom testet ofta kombineras med andra undersökningar. Fördelen med narkos är att störningarna som annars förekommer i vaket tillstånd elimineras, vilket gör att testtiden kan minska (12). Luts och Wouter (22) jämförde ASSR-utrustningarna MASTER och AUDERA och beskrev att båda utrustningarna gjort det möjligt att erhålla frekvensspecifika svar på personer med nedsatt hörsel på en acceptabel testtid. Luts m fl (21) beskrev även metoden att utföra ASSR- mätningen genom att höja respektive sänka i 5 dB steg. Nackdelen om mätningarna utförs i 5 dB steg var att testtiden skulle öka till upp till en timme, vilket skulle vara en nackdel vid test av små barn i narkos.

### ***Skillnaden mellan ABR- och ASSR-mätning***

Det finns flera skillnader mellan ABR- och ASSR-mätningar. En skillnad är att mätningarna utförs med olika typer av stimuli och en annan skillnad är att olika svarsanalyser utförs vid registreringen. Vid ABR-mätningen används transienta stimuleringar som är separerade med perioder av tystnad och vid ASSR-mätningen används huvudsakligen en sinusformad kontinuerlig stimulering som är amplitud- och/eller frekvensmodulerad. Vid ASSR- mätning utförs en regressionanalys vid registreringen, som sedan presenteras på den nivå där ett svar har registrerats till skillnad mot ABR- mätningen där en medelvärdesberäkning utförs och där svaren sedan kan avläsas manuellt (7). ASSR ger ett frekvensspecifikt svar på frekvenserna 0,5; 1; 2 och

4 kHz därför att ljudstimuleringen vid ASSR-mätningen påverkar ett mindre område på basilmembranet, vilket möjliggör ett mera frekvensspecifikt svar (13). Vid ABR-mätning kan inte ett frekvensspecifikt svar erhållas vid transient stimulering utan mätningen avspeglar svar i frekvensområdet 1-4 kHz och ger svagt reproducerbara svar i basen (8). En av fördelarna med ASSR-mätningen är att den kan utföras på personer med normala/lättare/måttliga samt svåra hörselnedsättningar då en högre stimuleringsnivå kan användas vid svåra hörselnedsättningar (Bild 3). ABR-mätningen används på normala/lätta och måttliga hörselnedsättningar, men testet går ej att utföra vid svåra hörselnedsättningar (7, 23).

Normalområde för tontrösklar	-10- 20 dBHL
Lätt hörselnedsättning	21- 39 dBHL
Måttlig hörselnedsättning	40- 69 dBHL
Svår hörselnedsättning	70- 94 dBHL
Mycket svår hörselnedsättning ink dövhet	>94 dBHL

*Bild 3. Olika grader av hörselnedsättning (European Working Groups on Genetic of Hearing Impairment 1996)*

### **ABR- och ASSR-mätning i narkos**

Robertsson m fl (23) beskriver i sin studie ett testprotokoll som inkluderar tympanometri, stapediusreflexmätning, OAE, ABR samt ASSR som använts på barn i narkos. Barnen var mellan 7 och 61 månader gamla. Genom att använda en kombination av olika testmetoder kunde tio barn identifieras med hörselnedsättning och åtta barn med normal hörsel. ASSR-mätning beskrivs som en bra metod i kombination med ABR- mätning på barn i narkos. Fördelen med ASSR-mätningen var att den gav ett frekvensspecifikt svar och att den kan användas vid diagnostisering av både lättare och svåra hörselnedsättningar. Sherf m fl (24) jämförde två olika grupper, normalhörande barn och barn med hörselnedsättning. I en del av studien undersöktes samstämmighet mellan frekvenserna 2-4 kHz vid ABR- och ASSR-mätning. I studien beskrivs en hög samstämmighet för frekvenserna 2-4 kHz vid jämförelse mellan ABR- och ASSR-mätningen.

Rekommendationen är att kombinera ABR- och ASSR-mätning med OAE, tympanometri och stapediusreflexmätning. Den korta testtiden vid ASSR-mätning och möjligheten att utföra mätningen frekvensspecifikt beskrivs som en fördel i jämförelse med ABR.

## **Audiogrammens konfiguration**

Johansson och Brown (25) undersökte audiogrammens konfiguration och vilken påverkan den kan ha vid ABR- och ASSR- mätningen. Vid audiogram av typ ”flat loss” fanns likvärdiga svar för ABR och ASSR, men för personer med sluttande audiogram fanns en större spridning på ABR i jämförelse med uppskattade trösklar vid ASSR-mätning. D’haenens m fl (26) beskriver vad som händer vid omtest av ASSR-mätningar och om likvärdiga svar kan fås vid en omtest. Studien visar att frekvenserna 1000, 2000 och 4000 Hz är frekvenser som gav likvärdiga svar vid en omtest. Den svagaste korrelationen fanns för frekvensen 500 Hz. Andra beskriver 1000 Hz vid ASSR-mätning som den mest reproducerbara frekvensen (12, 24). I en annan klinisk studie jämfördes deltagarnas hörtrösklar med ASSR-mätning. Hälften av deltagarnas hörtrösklar var bättre än 25 dB HL. De andra deltagarna hade måttlig till svår hörselnedsättning. När hörtrösklar jämfördes med ASSR fanns en skillnad vid ASSR-mätningen på 35 dB på de deltagare som hade bättre hörtrösklar än 25 dB HL. Skillnaden minskade med ökad grad av hörselnedsättning (27).

## **SYFTE**

Syftet med studien var att utvärdera den kliniska användbarheten av ASSR-mätning på barn i narkos.

## **Frågeställningar**

Hur väl överensstämmer tröskelmätningar med ABR jämfört med tröskelmätningar med ASSR?

Hur lång tid tar en ASSR-mätning att utföra på fyra frekvenser?

Hur mycket minskar testtiden om frekvensen 500 Hz utesluts vid multistimulering?

## **MATERIAL OCH METOD**

### **Deltagare**

I studien ingick 16 barn i åldrarna 3-6 år. Fem ABR-mätningar exkluderades i materialet pga. att tröskelmätning med ABR inte utförts på tillräckligt många testnivåer och vid ett tillfälle då ABR-utrustningen ej fungerade. Vid analys av ASSR-mätningar ingick samtliga 16 barn i studien.

Samtliga barn som ingick i studien var sövda på dagkirurgen vid Mölndals sjukhus. På ett flertal barn kunde öronstatus inte fastställas vid besök på öronmottagningen. Psykoakustiska mätningar hade misslyckats, inte gått att genomföra eller varit svårbedömda. I samråd med

öronmottagningen togs beslut om att utföra elektrofysiologiska mätningar i kombination med att barnet skulle sövas för paracentes, rörisättning eller annan åtgärd.

### **Narkos**

Samtliga barn var sövda enligt rutin. Vid premedicinering gavs Pentothal rektalt, alternativt fick barnen dricka Midazolam Atropin, beroende på vikt. Inne på operationssalen gavs intravenöst Propofol/Rapifen för att barnen skulle somna in. Därefter mask med gas innehållande 2 % Sevofluran kombinerat med syrgas 0,85 liter/min och lustgas 1,1 liter/min.

### **Mätutrustning**

Vid ABR- och ASSR-mätningar användes Interacoustics Elipse med programvaran OtoAccess. Instickstelefoner Eartone 3B. Vid ABR-mätning var antal stimuleringar 2000, stim/sek 21,1, polaritet alternated, filter 100 Hz -3000 Hz, fönster 12ms och presentationsnivå 200  $\mu$ V. Vid ASSR-mätningen används modulationfrekvens 90 Hz som standard och 100 % amplitudmodulerad. I programmet hade inställningen ” barn” valts som alternativ, vilket innebär att utrustningen med automatik ställs in med modulationsfrekvens 90 Hz

### **Elektroder**

Vid ABR- och ASSR-mätning användes engångselektroder med placering bakom höger (A2) respektive vänster öra (A1). Den tredje elektroden placerades i mitten av pannan nära hårfästet (Cz) och den fjärde placerades på kinden (E). Före samtliga mätningar hade huden slipats med sandpapper innan elektroderna fästs på huden så att en god kontakt upprätthölls mellan hud och elektrod. Impedansen kontrollerades innan testet startade och var lägre än 3 k $\Omega$ . Samtliga elektroder hade likvärdig impedans innan mätningen startade.

### **Tillvägagångssätt vid ABR- och ASSR-mätning**

Tröskelmätning med ABR utfördes på samtliga patienter med stimuleringsnivåerna 80, 60, 40, 30 och 20 dBnHL som standard. Under mätningen var det framför allt Jewett våg I, III och V som studerades genom att de olika vågformerna successivt växer fram genom den medelvärdesbildningen som utförs vid testet. Vid mätningar där Jewett-våg V var svår att identifiera, utfördes flera mätningar på samma testnivå för bättre reproducerbarhet. Efter att

mätningen avslutats markerades Jewett-våg I, III och V, men vid tröskelnära nivåer kunde enbart Jewett-våg V identifieras. ASSR-mätningen utfördes på frekvenserna 0,5, 1; 2 och 4 kHz. Mätningen startades på testnivån 65 dBnHL som standard. När tröskel uppnåddes sänktes stimuleringsnivån till 40 dBnHL. Därefter sänktes stimuleringsnivån i 10 dB steg tills svar ej uppnåddes. En tröskel räknas som uppnådd då man inte får något svar på en lägre stimuleringsnivå. Mätningen utfördes med dikotisk stimulering, d.v.s. stimulering på fyra olika frekvenser samtidigt i båda öronen. Testtiden för varje stimuleringsnivå var förinställd på sex minuter. Under testet fanns möjlighet att förlänga testtiden med en minut eller mer för att uppnå tröskelvärdet för den aktuella testnivån. Vid mätningen omvandlades de uppmätta trösklarna till uppskattade trösklar (estimerade värden) i audiogramform och presenterades i dBHL.

## **Analys**

Undersökningen utfördes som en kvantitativ forskning där material från elektrofysiologiska mätningar behandlades retrospektivt. Samtliga barn som testades då utrustningen fanns tillgänglig på kliniken ingick i studien. Samtliga elektrofysiologiska tester var utförda av samma audionom. Databasinsamling skedde via protokoll från elektrofysiologiska mätningar som hämtades från en databas och oidentifierades. Undersökningen bestod av två olika delar. I den första delen gjordes en jämförelse mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR. I den andra delen mättes tiden det tog att utföra en ASSR-mätning när alla fyra frekvenser ingick samt om frekvens 500 Hz uteslöts.

### *Del 1. Jämförelse mellan ABR- och ASSR-mätning.*

En analys av de elektrofysiologiska mätningarna utfördes för att jämföra resultatet mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR på barn i narkos. I den första delen ingick 11 patienter där både ABR- och ASSR-mätningar utfördes. Resultatet av ABR-mätningarna presenteras i text och anger den nivå där Jewett-våg V kunnat identifieras, vilket visade graden av hörselnedsättning. Därefter grupperas barnen i tre olika grupper: normala, lätta och måttliga hörselnedsättningar. Uppskattade trösklar vid ASSR-mätning presenteras i tre olika tabeller utifrån den gruppering som utfördes vid ABR-mätningen.

### *Del 2. Tidsåtgång för en ASSR-mätning*

En beräkning gjordes på den totala effektiva mättiden det tog att utföra ASSR-mätning i narkos på frekvenserna 0,5; 1; 2 och 4 kHz, och om tiden minskade om frekvens 500 Hz uteslöts. Mätningarna som omfattade alla frekvenser jämfördes med mätningarna där 500 Hz uteslöts. Resultatet av undersökningen presenteras med deskriptiv statistik och redovisas med medelvärde, standardavvikelse samt min- och maxtid. En statistisk analys med t-test med 2 sidig fördelning (icke-parad) oberoende observation presenteras i resultatet. Nivån för statistisk signifikans sattes vid  $p \leq 0,05$ .

### **Etisk övervägande**

Samtliga protokoll hade hämtats från en databas och aidentifierats omedelbart. Undersökningsmaterialet kan inte kopplas till någon specifik patient. I materialet ingick samtliga elektrofysiologiska mätningar som utfördes under en viss testperiod då utrustningen fanns tillgänglig på kliniken.

## **RESULTAT**

### *Del 1. Jämförelse mellan ABR- och ASSR-mätning*

Vid bedömning av protokollen från ABR-mätningarna hade samtliga barn grupperats enligt följande:

#### *Grupp 1. Normal hörsel (n=5)*

Våg V identifierades vid ABR-mätningen ner till 20 dBnHL på vänster/höger öra.

I tabell I visas resultatet av uppskattade trösklar vid ASSR-mätning på fem barn för vänster respektive höger öra.



**Tabell I.** Uppskattade trösklar i dBHL vid ASSR-mätning på fyra frekvenser för vänster respektive höger öra

	VÄNSTER				HÖGER			
FREKVEN(S) (Hz)	500	1000	2000	4000	500	1000	2000	4000
MÄTNING 1	5	5	5	5	15	5	5	5
2	40	20	20	20	40	20	20	20
3	50	30	20	20	45	20	20	20
4	40	20	20	20	30	30	20	20
5	20	20	20	20	10	10	10	10

*Grupp.2 Lätt hörselnedsättning (n=5)*

Våg V identifierades vid ABR-mätning till 30-35 dBnHL på vänster/höger öra.

I tabell II visas resultatet från uppskattade trösklar vid ASSR-mätningen på fem barn för vänster respektive höger öra

**Tabell II.** Uppskattade trösklar i dBHL vid ASSR-mätning på fyra frekvenser för vänster respektive höger öra

	VÄNSTER				HÖGER			
FREKVEN(S)(Hz)	500	1000	2000	4000	500	1000	2000	4000
MÄTNING 1	50	40	30	20	50	40	20	30
2	20	20	20	20	30	10	20	30
3	30	30	20	30	30	20	20	20
4	30	10	10	10	20	10	10	20
5	50	30	20	30	50	30	20	20

*Grupp 3. Måttlig/svår hörselnedsättning (n=1)*

Våg V identifierades till 40 dBnHL på vänster öra samt 70 dBnHL på höger öra.

I tabell III visas uppskattade trösklar vid ASSR-mätning på ett barn för vänster respektive höger öra

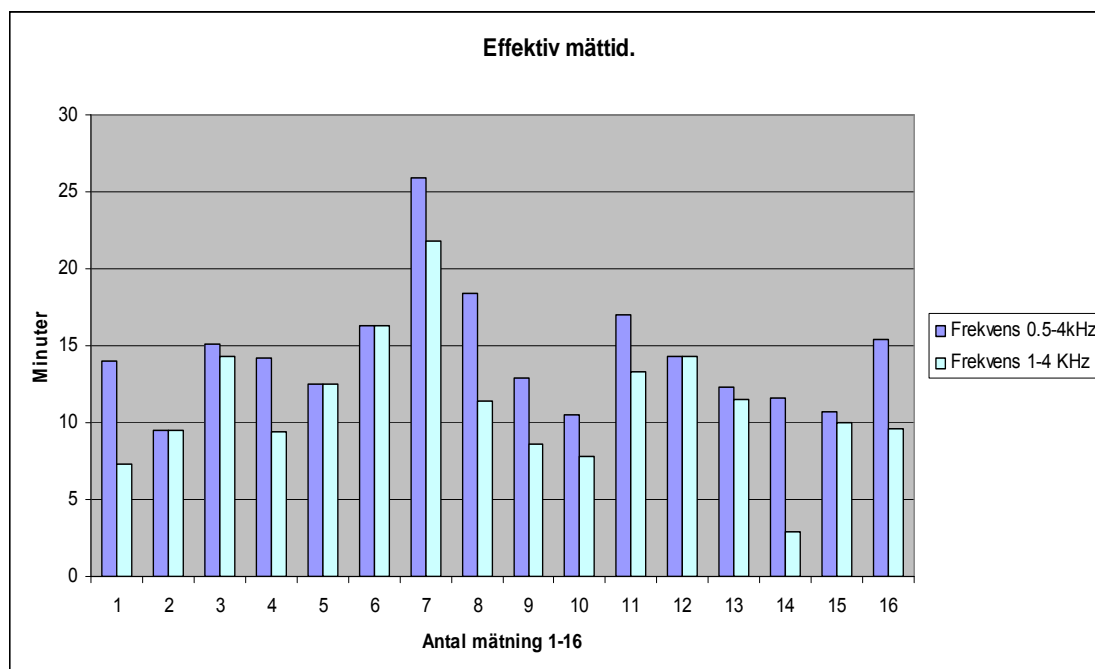
**Tabell III.** Uppskattade trösklar i dBHL vid ASSR-mätning på fyra frekvenser för vänster respektive höger öra.

	VÄNSTER				HÖGER			
FREKVEN(S)(Hz)	500	1000	2000	4000	500	1000	2000	4000
MÄTNING 1	55	35	25	35	55	45	25	25

### Latenstid för ABR med tröskel mätning

På samtliga 11 barn där tröskelmätning med ABR var utförd hade våg V identifierats med latenstiden 6,13-8,17 ms vänster öra och 7,07-8,00 ms på höger öra. Normalvärden för gruppen är 5,5-9,0 ms.

### Testtid vid ASSR-mätning



**Figur 1** Testtid för frekvenserna 0,5-4 kHz jämförs med testtiden på frekvenserna 1-4kHz

I figur 1 visas testtiden då alla frekvenser ingick samt då 500 Hz uteslöts. Vid fem mätningar var mättiden längre än 15 minuter och vid elva mätningar var mättiden 10-15 minuter när samtliga frekvenser ingick. När 500 Hz uteslöts som testfrekvens hade två mätningar en testtid på 15 minuter, sex mätningar var testtiden 10-15 minuter och vid åtta tillfällen var testtiden mindre än 10 minuter. En jämförande analys med t-test med 2-sidig fördelning (icke-parad) oberoende observationer, gav ett p-värde på 0,04, vilket visar statistisk signifikans mellan de två oberoende tidsobservationerna.

**Tabell IV.** Testtid presenterad som medelvärde, standardavvikelse samt min och max testtid då alla frekvenser ingick och när 500 Hz uteslöts.

	<i>MV</i>		<i>SD</i>		<i>MIN</i>		<i>MAX</i>
<i>FREKVENNS 0,5-4 KHZ</i>	14,41		3,91		9,54		25,86
<i>FREKVENNS 1-4 KHZ</i>	11,29		4,29		2,87		21,87

## **DISKUSSION**

Syftet med studien var att utvärdera användbarheten av ASSR i den kliniska verksamheten. Historiskt sett har ABR- mätning varit förhärskande bland elektrofysiologiska mätningar som kompletterande tester på små barn, där barnen varit svårtestade eller där psykoakustiska tester av olika anledningar inte kunnat utföras (2). Aoyagi m fl (18) beskriver ABR-mätning som den mest använda metoden vid test av små barn. ASSR-mätning är en mätning som tillkommit under de senaste åren. Den används alltmer i verksamheten och är ett viktigt komplement till ABR-mätningar. ABR- och ASSR-mätningar beskrivs som metoder som ska användas i kombination med varandra inga slutsatser bör tas enbart utifrån en mätning, oberoende av vilken typ av mätning som utförts (2, 23). På många av barnen hade psykoakustiska tester misslyckats eller varit svårbedömda, en fördel skulle då vara att i samband med att barnen är sövt, få tillgång till två oberoende mätningar.

### **Metoddiskussion**

#### *Urvalet av deltagare*

En nackdel med undersökningen var att tidsperioden var begränsad eftersom utrustningen endast fanns tillgänglig under en viss tid på kliniken. Det insamlade materialet bygger på 16 testtillfällen då ABR- samt ASSR-mätning utfördes på barn i narkos. Få testpersoner gör att det inte går att generalisera resultatet för en större population, men det går att urskilja tendenser i materialet. Antalet barn som testades under perioden var beroende av hur många remisser som inkommit från öronläkare, audionom eller barnteam.

#### *Narkos*

Barnen som ingick i studien var sövda enligt rutin på dagkirurgen, Mölndals sjukhus. Under testperioden hade inga problem/svårigheter uppstått beroende på narkos. Det är dock känt att vissa narkospreparat kan ha betydelse vid elektrofysiologiska tester. Under åren som ABR-mätningar utförts i narkos på kliniken hade problem uppstått enbart vid ett tillfälle då narkosmedlet Ketalar användes, vilket helt slog ut möjligheten att avläsa några svar vid ABR-mätningen. Vid ett annat

tillfälle när en ASSR-mätning utfördes blev testtiden extremt kort på samtliga frekvenser. Ingen paracentes eller rörisättning skulle utföras på barnet som sövts och därför användes vid tillfället ett lägre narkosdjup. Detta antyder att narkosmedel/narkosdjup kan påverka ASSR-mätningen.

### *Mätutrustning*

Endast vid ett tillfälle under mätperioden gick ABR-mätningarna inte att utföra, vilket visade sig bero på att utrustningen var felinställd vid mättillfället. I den uppkomna situationen kunde ASSR-mätning utföras istället. Utrustningen bör kontrolleras med regelbundenhet och förinställda protokoll med tydliga angivelser om utrustningens inställningar skall finnas till hands som en trygghet för audionomen som utför testerna. När ett barn skall sövas och utrustningen inte fungerar innebär detta en mycket stressig situation för audionomen och den som utför testet bör därför ha kunskap om vilka felkällor som i första hand bör kontrolleras när problem uppstår.

### *Faktorer som kan påverka mätningen och felkällor vid ABR- och ASSR-mätningar*

Vid elektrofysiologiska mätningar bör patienten vara avslappnad för att eliminera störningar. Fördelen med att utföra ABR- och ASSR-mätningen i narkos är att de flesta störningar som förekommer i vaket tillstånd elimineras (12). En god kontakt upprätthölls mellan hud och elektrod genom att huden slipats med sandpapper och impedansen kontrollerats innan testet startade (7). På mätutrustningen som användes saknades möjligheten att, direkt via datorn, kontrollera impedansen under pågående mätning. Kontrollen kunde enbart utföras via speciell dosa som vid mättillfället fanns placerad nära patienten. Vid enstaka tillfällen hade elektrodernas impedans kontrollerats under pågående mätning, eftersom en hög impedans på en enskild elektrod kunde påverka mätningen. Det förekommer att paracentes utfördes innan test, vilket innebär att öronläkare med ett speciellt instrument sticker hål på trumhinnan för att avleda vätska eller sekret. På ett flertal av barnen hade plaströr placerats i trumhinnan före ABR- och ASSR-mätningen. Vid dessa åtgärder uppstod ett litet hål på trumhinnan. Psykoakustiska tester har visat att en basnedsättning kan förekomma vid hål på trumhinnan. Detta kan påverka ABR- och ASSR-mätningarna. Jag har inte hittat några studier där paracentes eller rörisättning beskrivits som en åtgärd innan ABR- och ASSR-mätning och om detta skulle kunna påverka mätresultatet. Det händer att en blödning uppstår i samband med rörisättning vilket kan orsaka att blod tätar igen den hörtelefon som finns placerad i hörselgången. Blod kan även tränga ut via angränsande slang som suttit fäst i hörtelefonen. I mätsituationer där detta förekommit byttes hörtelefonen ut i

samband med upptäckten, och slangen rengjordes innan testet återupptogs. Under pågående mätning ska audionomen som utför mätningen vara uppmärksam på felkällor som kan påverka mätresultatet. I en operationssal finns många olika typer av utrustningar. Mycket få störningar har dock förekommit från annan medicinsk utrustning och i de fall då en påverkan funnits hade medicinskteknisk utrustning stängts av utan säkerhetsrisk för barnet.

### *Metod vid ASSR-mätning*

När det gäller metodiken vid ASSR-mätning finns ingen konsensus för hur en mätning skall utföras. Det finns ingen metodik för mätning vid tröskelnära nivåer. Räcker det med ett svar på varje frekvens vid tröskelnära nivåer för att svaret skall godkännas, eller bör två lika svar eftersträvas för att godkänna svaret? Erfarenheten är viktig då audionomen ställs inför frågan om mätningarna skall godkännas eller om ytterligare mätningar skall utföras på samma testnivå. Önskvärt vore att det funnits mera standardiserade metoder att använda sig av som vid tonaudiometri (3). Luts och Wouters (21) beskriver två metodvarianter vid ASSR-mätning. Den ena innebär att testnivån sänks i 20 dB steg. Om svar uteblir höjdes testnivån med 10 dB. Den andra metoden innebär att testnivån höjs och sänks i 5 dB steg. Nackdelen om mätningarna utförs i 5 dB steg är att testtiden ökar upp till 60 minuter, vilket är en nackdel vid test av små barn i narkos.

### **Resultatdiskussion**

#### *Hur väl överensstämmer tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR?*

Vid jämförelse mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR fanns en överensstämmelse i undersökningen, dock ej vid måttlig-svår hörselnedsättning. I den första gruppen som innehöll barn med normal hörsel fanns en tydlig överensstämmelse mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR. Avvikande var frekvensen 500 Hz där tre av fem mätningar vid ASSR tenderade att avvika med 20-30 dB i jämförelse med övriga frekvenser 1-4 kHz. I den andra gruppen, barn med lätt hörselnedsättning, fanns en överensstämmelse mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR. Avvikande även här var frekvensen 500 Hz där två av fem ASSR-mätningar tenderar att avvika med 20-30 dB i jämförelse med övriga frekvenserna 1-4 kHz. I den tredje gruppen med måttlig-svår hörselnedsättning identifierades våg V på 40 dBnHL på vänster öra. Tröskelmätning med

ABR visade på god överensstämmelse jämfört med ASSR. På höger öra identifierades våg V på 70 dBnHL vid ABR-mätningen. ASSR-mätningen resulterade dock i betydligt bättre uppskattade trösklar på frekvenserna 1-4kHz. Undersökningen visade här en sämre överensstämmelse mellan tröskelmätningen med ABR och uppskattade trösklar med ASSR för höger öra. Nackdelen var att det enbart ingick en patient i denna grupp, vilket gör det svårt att dra några slutsatser.

Sherf m fl (24) beskriver en god överensstämmelse för frekvenserna 2-4 kHz vid ABR- och ASSR mätningar. I studien ingick barn med normal hörsel och barn med hörselnedsättning. Resultatet visade på god överensstämmelse i samtliga grupper vid jämförelse mellan ABR- och ASSR-mätning. Aoyagi m fl (18) visade i sin studie att likheter finns mellan Jewett-våg V vid ABR-mätning jämfört med trösklar vid ASSR-mätning. Jewett-våg V benämns i litteraturen som den vågform som lättast kan avläsas vid en mätning och som visar högst amplitud i jämförelse med Jewett-våg 1 och III (11). Cone-Wesson m fl (28) beskriver att ABR- och ASSR-mätningar på barn kan användas vid normala till svåra hörselnedsättningar. Studien belyser att ABR- mätningarna under lång tid funnits i den kliniska verksamheten och att ASSR-mätningen kan komplettera redan använda mätmetoder. Andra studier förespråkar ytterligare tester som OAE, tympanometri och stapediusreflexmätning, ABR- och ASSR-mätning i kombination med varandra (23).

#### *Frekvens 500 Hz vid ASSR-mätning*

Ahn m fl (14) beskriver att ASSR-mätning är den metod där basfrekvensen 500 Hz bäst kan urskiljas och som är viktig vid test av små barn för att få tillgång till ett mera frekvensspecifikt svar.

Avvikande i den aktuella undersökningen var att frekvens 500 Hz uppvisade ett sämre uppskattat värde i jämförelse med övriga frekvenser, och att testtiden förlängdes då 500 Hz ingick som testfrekvens. Frekvens 500 Hz beskrivs som den frekvens som i diagnostiskt syfte kan komplettera en ABR-mätning och skulle i många fall vara ett viktigt komplement vid anpassning av hörhjälpmedel på barn. Canale och Lacilla (27) beskriver ASSR mätningen som en viktig mätning vid anpassning av hörapparat. Min egen erfarenhet var att 500 Hz var den frekvens som förlängde testtiden, vilket bekräftas av tidsåtgången som presenterats i resultatet. En av anledningarna till att frekvens 500 Hz påverkar mätningens testtid är att man vid test måste invänta ett resultat innan testnivå kan ändras. I denna undersökning noterades en extrem kort mättid vid mätning 14 (fig 3) när 500 Hz hade uteslutits. Orsaken till den korta testtiden kan inte

närmare förklaras i undersökningen. Många tidigare studier beskriver svårigheter vid test av frekvens 500 Hz i jämförelse med frekvenserna 1-4 kHz (13, 21). Andra studier beskriver fördelen med ASSR-mätning för det frekvensspecifika svaret och då framför allt för frekvens 500 Hz (14). En av anledningarna till att 500 Hz kan vara svårt att identifiera kan bero på påverkan från EEG signaler. Många av EEG signalerna är lågfrekventa och ligger nära frekvens 500 Hz, vilket kan bidra till svårigheten att detektera frekvens 500 Hz vid ASSR-mätning.

#### *Förlängning av testtiden*

Vid ett flertal tillfällen förlängdes testtiden från förinställda 6 min till 8 minuter, då tendenser fanns att ett svar skulle erhållas. Detta gällde inte enbart frekvensen 500 Hz utan även frekvenserna 1-4 kHz. Hur mycket skall tiden förlängas, eller bör en omtest utföras på samma stimuleringsnivå?

Här finns ingen tydlig rekommendation om hur testet skall utföras. Audionomen får förlita sig på sin egen erfarenhet och en tydligare metodik vore önskvärd. En idé för framtida forskning skulle vara att utforma en tydligare metodik för ASSR-mätningar, speciellt vid tröskelnära nivåer.

#### *Tidsaspekt*

I den aktuella undersökningen fanns en tidskillnad mellan de olika testfrekvenserna vid ASSR-mätning, framför allt för frekvens 500 Hz som vid mätningen förlängde testtiden. T-test visade fördel om frekvens 500 Hz uteslöts. En spridning fanns mellan kortast/längst testtid i minuter för bägge grupperna. Vid jämförelse mellan mätningarna (fig 3) visade 12 mätningar en kortare testtid om frekvensen 500 Hz uteslöts. De resterande fyra mätningarna visade samma testtid vid bägge mätningarna. Att utesluta 500 Hz kan i vissa fall vara befogat när testtiden ökar markant under pågående test, men måste i så fall avgöras i varje enskilt fall. Hur lång tid en mätning kan pågå beskrivs i flera studier. Luts m fl (21) beskriver att testtiden vid ASSR-mätning vid stimulering på fyra frekvenser tog 55 minuter på en grupp normalhörande (n=10), och 75 minuter på en grupp med nedsatt hörsel (n=10), beroende på hur många svep som utfördes. I studien beskrivs kombinationen av testtid och precision för att uppnå tröskelvärden. När barnet är sövt finns goda förutsättningar att minska testtiden då barnet är avslappnat och endast lite störningar förekommer. En testtid på maximalt en timme föreslås på barn. I den aktuella undersökningen hade testnivån vid ASSR-mätningen sänkts i 10 dB steg vid tröskelnära nivåer och gav en testtid på mellan 10 och 26 minuter. Tidsåtgången vid ABR med tröskelmätning beräknades till 30 minuter. Den sammanlagda tiden för

ABR och ASSR blev som kortast 40 minuter och som längst 56 minuter, vilket visar mindre testtid än vad andra studier beskrivit. Bedömningen blev att testtiden var relevant eftersom två olika tester kunde utföras samtidigt när barnet var sövt. Luts och Woulter (22) beskriver att både utrustningen MASTER och AUDERA gjort det möjligt att erhålla frekvensspecifika svar på personer med nedsatt hörsel på en acceptabel testtid. Vilket även Interacoustics Elipse med programvaran OtoAccess visat.

### *Olika mätmetoder i kombination*

En tidig identifiering och diagnostisering av små, ibland svårtestade barn är en viktig del i audionomens arbete. Flera olika mätningar ska utföras för att kunna dra slutsatser av resultatet. Inga slutsatser bör tas enbart utifrån en mätning, oberoende av vilken typ av mätningar som utförts. Vid elektrofysiologiska mätningar i narkos bör ABR- och ASSR kombineras, då tiden det tar att utföra båda mätningarna ligger på en acceptabel nivå. Cone-Wesson m fl (28) beskriver tydligt i sin studie att ABR- och ASSR-mätning ska användas i kombination med varandra på samma sätt som en audionom kombinerar tonaudiometri med talaudiometri i sitt arbete.

Även andra studier beskriver att ABR- och ASSR-mätning bör användas i kombination med varandra (28). Att utföra TeOAE i samband med narkos kan också vara en möjlighet då barnet är avslappnat och endast vissa störningar kan förekomma från narkosutrustningen. TeOAE har inte tidigare utförts som rutin då barnet varit sövt utan endast utförts vid vissa tillfällen och frågeställningar. Att få tillgång till två-tre oberoende mätningar kan vara en fördel vid bedömning av testresultatet.

Robertsson m fl (23) beskriver OAE som en viktig del vid screening på små barn och att OAE bör kombineras med andra tester. Både ABR- och ASSR är viktiga mätningar som är användbara i verksamheten. Syftet var att utvärdera den kliniska användbarheten av ASSR-mätning på barn i narkos där undersökningen visar på fördelar om de används i kombination med varandra.

Mätningarna har i de flesta situationer utförts utan svårigheter i narkos. Utrustningen är lätt att använda även om metodiken vid test kan utvecklas. Båda mätningarna bör användas i kombination med varandra vilket även andra studier förespråkat (28). Undersökningen visar att mätningarna utfördes på en acceptabel testtid och att mätningarna var till stor nytta vid diagnostisering av barnets hörsel i kombination med andra tester. I samband med att barnet blir större och lättare kan medverka vid andra mätmetoder, kommer de elektrofysiologiska mätmetoderna att kompletteras med psykoakustiska tester. Som ytterligare framtida forskning kan en jämförelse mellan ASSR och psykoakustiska mätningar vara intressant att jämföra på barn. En annan idé är att analysera ASSR-mätningar där paracentes eller rorisättning utförts på barns och jämföra med mätningar där enbart trumhinnestatus är faställd innan test.



## **KONKLUSION**

Resultatet visar en god överensstämmelse mellan tröskelmätning med ABR och uppskattade trösklar med ASSR-mätning, även om frekvens 500 Hz varit något avvikande. Testfrekvensen 500 Hz bör även fortsättningsvis ingå i testet, då den ger viktig information i basområdet. I de fall där hörselhabilitering och hjälpmedel är aktuell på barnet kan resultatet från mätningen där samtliga frekvenser ingår vara en viktig tillgång.

Undersökningen visade att testet tar längre tid att utföra om alla frekvenser ingår i jämförelse om 500 Hz utesluts. Vid ASSR-mätning blev den effektiva testtiden mellan 10-26 minuter när alla frekvenser ingick, vilket är en rimlig tid då barnen är sövda. Tillsammans med tröskelmätning med ABR skulle den totala testtiden maximalt bli 56 minuter för bägge mätningarna.

Den relativt korta testtiden påverkas av att inga eller mycket lite störningar förekommer vid ABR- och ASSR-mätning i narkos

Det är viktigt med en tidig diagnostisering av barn som av olika anledningar är svårtestade eller inte kan medverka vid psykoakustiska mätningar eller där resultatet av psykoakustiska tester varit svårt att bedöma. Elektrofysiologiska mätningar blir därför en viktig tillgång för att kunna dra slutsatser i kombination med andra mätningar som utförts

## REFERENSLISTA

1. Miniscalco-Mattson C, Mårild S, Pehrsson NG. Evaluation of a language-screening programme for 2,5-years-olds at child health Center in Sweden. *Acta Paediatr.* 2001; 90: 339-344.
2. Kaga K, Shindo M, Tamai F, Tanaka Y. Changes in auditory behaviours of multiply handicapped children with deafness after hearing fitting. *Acta Otolaryn.* 2007; 127: 9-12.
3. SAME. Handbok i hörselmätning. Bromma: CA Tegnér, 2004
4. Jabukikova J, Kabatova G, Pavlovcinova. Newborn screening and strategy for early detection og hearing loss infants. *Int J Pediatr Otorhi*, 2009;73(4):607-612.
5. Roeser R.J, Valente M, Dunn H.H. Neonatal hearing screening follow up and diagnosis *Audiology diagnosis.* New York: 2000. p. 527-544.
6. Rance G, Field W, Richards, Lawrence T, Cohen, Vidi de S, Greame M. The automated prediction of hearing threshold in sleeping subjects using auditory steady- state evoked potentials. *Ear Hear* 1995;16:499-507.
7. Hall JW. Frequencyspecific auditory brain stem response (ABR) and auditory steady-state response (ASSR). *New handbook of auditory evoked responses.* Boston: Pearsson; 2007. p. 258-312.
8. Hall JW. Introduction to Auditory Evoked Response measurement. *New Handbook of Auditory Evoked Response.* Boston: Pearsson; 2007. p. 58-108.
9. Elberling C, Osterhammel P. *Auditory Elektrophysiology in clinical practice.* Köpenhamn: Oticon, 1989
10. Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. *The auditory Brain Stem Response Audiology diagnosis.* New York: 2000. p. 451-469.

11. Jewett DL, Williston JS. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans, *Brain* 1971;94:681-696.
12. Frenadez AM, Fernandez MA, Martinez LF, Alvarez AB, Leon M, Quevedo M. Comparative study between auditory steady state response, auditory brainstem response, and liminar tonal audiometry. *Acta otorinotaryngol Esp*; 2007;58(7):290-295.
13. Sturzebecher E, Cebulla M, Elberling C, Berger T. New Efficient stimuli for evoking frequency specific auditory steady state response. *J Am Acad audiol*. 2006;17:448-461.
14. Ahn HJ, Lee HS, Kim YJ, Yoon TH, Chung JW. Comparing pure tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. *Otolaryng-Head neck*. 2007;136:966-971.
15. John S, Dimitrijevic A, Roon P, Picton TW. Multiple Auditory steady state responses to AM and FM stimuli. *Audiol Neuro otol*; 2001;6:12-27.
16. John MS, Picton TW. MASTER: a windows program for recording multiple auditory steady state responses. *Comput meth programs biomed*. 2000;61:125-150.
17. Reijden C, Mens L, Snik AD. Frequency-specific objective audiometry: tone-evoked brainstem responses and steady state responses to 40 Hz and 90 Hz amplitude modulated stimuli. *Int J Audiol*. 2006;45:40-45.
18. Aoyagi M, Suzuki Y, Yokota M, Furuse H, Watanabe T, Ito T. Reliability of 80 Hz amplitude-modulation following response detected by phase coherence. *Audiol neur* 1999;4:28-37.
19. Herdman A, Stapell D. Auditory steady state response thresholds of adults with sensorineural hearing impairments. *Int J audiol* 2003;42:237-248.
20. John MS, Lins OG, Boucher BI, Picton TW. Multiple. Auditory steady state response

(MASTER): stimulus and recording Parameters. *Audiology* 1998;37:59-82.

21. Luts H, Wouter J. Hearing assessment by recording multiple auditory steady state responses:;the influence of test duration. *Int J Audiol* 2004;43:471-478.

22. Luts H, Wouter J. Comparison of Master and Audera for measurement of auditory steady-state response. *Int JAudiol*.2005;44:244-253.

23. Robertsson JB, O'Rourke C, Stidham K. Auditory steady-state response testing children:Evaluation of a new technology. *Otolaryng.Head Neck*.2003;129(1);107-113.

24. Scherf F, Brok J, Wuyts FL, Heyning PH. The ASSR: Clinical application in normal hearing and hearing-impairment infants and adult comparison with click evoked ABR and pure tone audiometry. *Int J Audiol*. 2006;45:281-286.

25. Johansson T A, Brown C J. Threshold Prediction using the auditory steady -state response and the tone burst auditory brain stream response: A within subject comparison. *Ear Hear*. 2005;26(6);559-576.

26. D'Haenens W, Vinck B, Vel E, Maes L, Bockstael A, Keppler H et al. Auditory steady-state responses in normal hearing adults. A test-retest reliability study. *Int J Audiol* 2008;47:489-498.

27. Canale A, Lacilla M, Luigi A, Albera R. Audiotory steady state response and clinical application. *Arch otorhinolaryn*.2006;263:499-503.

28. Cone-Wesson B, Dowell R, Tomlin D, Rance G, Ming WJ. The Auditory steady state response:Comparisson with the Audiotory Brainsteam response. *J Am Acad Audiol*.2002;13:173-187.