



GÖTEBORGS UNIVERSITET
Sahlgrenska akademien
Institutionen för neurovetenskap och fysiologi
Enheten för Audiologi

SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE I AUDIOLOGI (AUX860), 15 hp

Avancerad nivå

Titel Referensvärden inom audiologisk diagnostik Variationer mellan hörselkliniker i Sverige	
Författare: Åsa Winzell Juhlin	Handledare Tomas Tengstrand och Lennart Magnusson
	Examinator Kim Kähäri
Syfte: Syftet med denna studie var att undersöka eventuella variationer hos de referensvärden som används vid svenska audiologiska kliniker vid impedansaudiometri, OAE och ABR. Dessutom syftade studien till att granska aktuella riktlinjer för audiologisk diagnostik i länder där sådana finns framtagna. Slutligen var syftet också att undersöka vad som låg till grund för inställningar av mätparametrar och grundinställningar i olika fabrikanter mätutrustning.	
Metod: Ett frågeformulär framställdes för datainsamling om referensvärden och testutrustning och besvarades av ett antal audiologiska kliniker i Sverige (n=6). En sökning på databaser och i sökmotorer på internet gjordes för att inhämta information om riktlinjer och referensvärden från andra länder. För teknisk information om mätutrustning kontaktades leverantörer av sådan utrustning och i vissa fall inhämtades informationen via tekniska manualer.	
Resultat: Enkätsvaren tyder på att audionomer och andra som utför audiologiska tester inte använder samma referensvärden vid de tester som undersökts. Studien visar också att det saknas konsensus för mätparametrar och tolkning av mätresultat vid exempelvis OAE och ABR. Resultatet presenteras deskriptivt i tabeller.	
Slutsats: I många länder finns nationella riktlinjer för testutförande, tolkning och dokumentation vid audiologisk diagnostik. Detta arbete visar på ett behov av sådana riktlinjer även i Sverige.	
Nyckelord: Audiologisk diagnostik, riktlinjer, referensvärden, ABR, OAE, Impedansaudiometri, tympanometri, stapediareflexmätning.	



University of Gothenburg
The Sahlgrenska Academy
Institute of Neuroscience and Physiology
Unit of Audiology

MASTER RESEARCH THESIS IN AUDIOLOGY(AUX860), 15 ECTS

Advanced level

Title Reference values in audiological diagnostics Variations between audiological clinics in Sweden	
Author Åsa Winzell Juhlin	Supervisor Tomas Tengstrand och Lennart Magnusson
	Examiner Kim Kähäri
<p>Objective: This study aimed to investigate possible variations in reference ranges used for tympanometry, acoustic stapedius reflex measurement, ABR and OAE in audiological clinics in Sweden. Another aim was to review national guidelines and recommendations for audiological diagnostics used in other countries. Finally the study aimed to investigate the basis of settings and reference values used by different manufacturers of audiological equipment.</p> <p>Method and study sample: A questionnaire was created with the purpose to collect data on reference values and test equipment. This was sent to a number of audiological clinics in Sweden and six (6) of them participated in the study. Diagnostic guidelines and recommendations used in other countries were found through various databases and Internet search engines. Technical information on medical equipment was solicited through vendors, and in some cases instruction manuals were consulted. All results are presented descriptively in tables.</p> <p>Result: The results from this study suggest that there are variations in the reference values used for immittance audiometry, ABR and OAE in Sweden. The study also identifies a lack of consensus around the interpretation of test results and in the configuration of equipment used.</p> <p>Conclusion: Many countries establish national guidelines regarding reference values and the interpretation and documentation of tests results in audiological diagnostics. This study demonstrates the need for such guidelines in Sweden.</p> <p>Key Words: Audiological diagnostics, guidelines, reference range, ABR, OAE, Immittance audiometry, tympanometry, stapedius reflex measurement.</p>	

FÖRORD

Arbetet med denna uppsats inleddes i tanken redan 2007 då min kollega och vän Birgitta Wallström-Berg och jag fick i uppdrag att sammanställa riktlinjer och arbetsätt för den audiologiska diagnostiken tillsammans med de övriga audionomerna vid vår arbetsplats på Mölndals sjukhus. Tack Birgitta, för din entusiasm, din energi och ditt ständiga stöd både då och nu. Stort tack riktas även till enhetschef Lisbeth Forsman för all stöttning och uppmuntran under arbetets gång.

Det finns flera personer som betytt mycket genom sitt intresse, sin inspiration och med sina glada tillrop: Ann-Marie, Margareta, Rebecka och alla andra kära kollegor på hörselverksamheten i Mölndal. Maria, Sofie, Hanna och alla vid enheten för audiologi vid Göteborgs Universitet. Inger Wikström, vars engagemang för audiologisk diagnostik inspirerade mig redan som student.

Stort tack till mina handledare Tomas Tengstrand och Lennart Magnusson för genomläsningar och värdefulla reflektioner av diverse versioner av text. Tomas, utan din entusiasm och glädje skulle detta arbete sjunkit som en stor sten i ett hav av svårtydd teknisk data för länge sen. Tack för din tid, ditt engagemang och arbete med detta.

Slutligen, kärlek och tack till min fina familj. Tack älskade pappa för all inspiration och goda råd.

Åsa

Innehåll

1. INLEDANDE SAMMANFATTNING	1
2. BAKGRUND:.....	2
2.1 Audionomens yrkesroll och ansvar	2
2.2 Tolkning, riktlinjer och referensvärden inom audiologisk diagnostik	3
2.2.1 Svenska Audiologiska Metodboksgruppen (SAME).....	3
2.2.2 Nationella riktlinjer?.....	3
2.2.3 Utanför Sverige.....	4
2.3 Diagnostiska mätmetoder.....	5
2.3.1 Impedansaudiometri – Tympanometri	5
2.3.2 Impedansaudiometri – Stapediusreflexmätning	7
2.3.3 Otoakustiska Emissioner (OAE).....	8
2.3.4 Auditory Brainstem Response (ABR)	12
2.4 Problemformulering.....	18
3. SYFTE	18
3.1 Frågeställningar	18
4. MATERIAL OCH METOD.....	18
4.1 Design	18
4.2 Urval	19
4.3 Datainsamling	19
4.4 Databearbetning och analys	19
4.5 Etiska överväganden	20
5. RESULTAT	20
5.1 Tympanometri	20
5.2 Stapediusreflexmätning.....	23
5.3 OAE	24
5.3.1 TEOAE	24
5.3.2 DPOAE.....	25
5.4 ABR	26
6. METODDISKUSSION.....	28
7. RESULTATDISKUSSION	29
7.1 Tympanometri:	29
7.2 Stapediusreflexmätning.....	31
7.3 OAE	32
7.3.1 TEOAE	33

7.3.2 DPOAE.....	34
7.4 ABR	35
8. KONKLUSION	38
REFERENSLISTA	39
BILAGOR.....	46
Bilaga 1	46
Bilaga 2.....	54
Bilaga 3.....	55
Bilaga 4.....	56

Förkortningar och begrepp

AAA	American Academy of Audiology: Världens största audiologiska yrkesorganisation.
ABR	Auditory Brainstem Response. Hjärnstamsaudiometri,
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association: Amerikansk förening inom audiologi och logopedi.
BSA	The British Society of Audiology. Brittisk förening för audiologisk forskning, praxis och utbildning. Europas största audiologiska förening.
IFCN	The International Federation of Clinical Neurophysiology: 59 länder som gått samman med syftet att förbättra undervisning och praktisk klinisk neurofysiologi.
NHS	Newborn Hearing Screening. Screeningprogram från Public Health England.
OAE	Otoakustiska Emissioner: Två huvudsakliga typer: DPOAE (registrering med tonpar) och TEOAE (registrering med klick).
SAME	Svenska Audiologiska Metodboksgruppen.
SNR	Signal-to-noise ratio. Signal- brusförhållande.

Med begreppet **referensvärde** avses i detta arbete: *Ett jämförelsevärde som används när man tolkar resultat av mätning eller bedömning* (Svensk ordbok, 2009).

1. INLEDANDE SAMMANFATTNING

Audionomen utför ett omfattande och viktigt diagnostiskt arbete vars resultat beaktas av flera olika yrkeskategorier såsom läkare, kuratorer och andra audionomer. En korrekt, tydlig och enhetlig journaldokumentation och tolkning av mätvärden samt ett enhetligt arbetsätt bör därför vara något att eftersträva. Denna studie syftar till att analysera om och hur referens- och normalvärden vid diagnostiska mätningar är enhetliga eller varierar. Studien blickar också utåt för att se hur audionomens diagnostiska arbete analyseras och presenteras i andra länder. Några länder har ett mycket väl utvecklat system för att hålla det diagnostiska arbetet enhetligt och baserar detta på evidensbaserad kunskap. Dessa länder har fått medverka som goda exempel i denna uppsats. I studien presenteras också jämförelser på gräns- och riktvärden för olika diagnostiska mätningar. Dessa värden är tagna från tidigare genomförd forskning och från de riktlinjer som används i de länder som omnämns i detta arbete.

Då den audiologiska diagnostiken omfattar ett stort antal mätningar har endast vissa av dessa valts ut för att passa inom ramen för detta arbete. Flera undersökningar finns mycket väl dokumenterade i boken ”Metodbok i praktisk hörselmätning”, utarbetad av Svenska Audiologiska Metodboksgruppen (SAME). Där finns metodbeskrivningar och referensvärden för flera av de mätningar som ingår vid diagnostiska undersökningar. Audionom- utbildningarna i Sverige följer denna metodbok och den används som referensmaterial i det kliniska arbetet för yrkesverksamma audionomer. Den saknar däremot uppdaterad information om flera tester som idag genomförs frekvent på audiologiska kliniker och därför saknas referensvärden för flera mätningar och en enhetlig metodbeskrivning för hur de skall genomföras och tolkas (Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME], 2004). Därför har fokus i denna studie lagts på tre testmetoder som saknas eller är i behov av uppdatering i ovan nämnda metodbok:

- Impedansaudiometri
- Otoakustiska emissioner (OAE)
- Hjärnstamsaudiometri (Auditory Brainstem Response (ABR)).

Texten är utformad för att antingen läsas från början till slut där alla tester beskrivs teoretiskt följt av material och metod, resultat och diskussion. För den som är intresserad av ett specifikt test går det också bra att läsa texten med teoretisk bakgrund och resultat för ett test i taget.

2. BAKGRUND:

2.1 Audionomens yrkesroll och ansvar

Audionomens yrkesroll har ändrats genom åren. I boken ”Metodbok i praktisk hörselmätning”, utarbetad av Svenska Audiologiska Metodboksgruppen (SAME) omnämns i förordet, skrivet 1982, yrkesgruppen som Hörselvårdsassistenter (SAME, 2004). Utbildningen var då tvåårig sedan 1977 och hade dessförinnan varit ettårig sedan tidigt 60-tal. De allra första att utföra hörselmätningar kallades audiometriser och var ofta självlärda eller genomgick en kortare utbildning på några veckor. 1994 startade den första treåriga utbildningen och yrkeskategorin genomgick ett titelbyte till audionom. Det blev en skyddad yrkestitel 1999 och året efter antogs en etisk kod för audionomer. (Lindström, I 2001). Audionomer blev en legitimerad yrkesgrupp 2006 (Registret över legitimerad hälso- och sjukvårdspersonal (HOSP)). Det innebär bland annat att de omfattas av Hälso- och sjukvårdslagen (HSL). Flera legitimerade yrkesgrupper, exempelvis sjuksköterskor, barnmorskor och optiker har sina arbetsuppgifter väl beskrivna och definierade av socialstyrelsen. Där står det detaljerat vilka skyldigheter och rättigheter de har i sin yrkesutövning (SOSFS 1995:4). För audionomer saknas en sådan beskrivning. Men i den *Etiska koden för Audionomer* som framtoggs av en arbetsgrupp för Svenska Audionomföreningen (2001) söker man återspegla audionomyrkets mål och även de skyldigheter och rättigheter som audionomen har. Man beskriver också att det i audionomens arbete ingår att förebygga hörselskador samt att bedöma, diagnostisera, åtgärda och utvärdera hörsel- och kommunikationsförmåga. Liksom övriga legitimerade yrkesgrupper skall audionomen arbeta enligt evidensbaserad praxis. I patientsäkerhetslagen står det i kapitel 6 under allmänna skyldigheter att läsa *”Hälso- och sjukvårdspersonalen ska utföra sitt arbete i överensstämmelse med vetenskap och beprövad erfarenhet...”* (Patientsäkerhetslag 2010:659, kap 6). Då audionomen omfattas av Hälso- och sjukvårdslagen (HSL) skall de tillämpa de riktlinjer som finns i Socialstyrelsens föreskrifter om informationshantering och journalföring i hälso- och sjukvården (SOSFS). Enligt dessa föreskrifter skall audionomen se till att patientjournalen innehåller undersökningsresultat och att *”Rutinerna för dokumentation av patientuppgifter ska säkerställa att uppgifterna så långt som möjligt dokumenteras med hjälp av nationellt fastställda begrepp och termer, klassifikationer och övriga kodverk.”* (SOSFS 2008:14, kap 3 § 2, § 6).

2.2 Tolkning, riktlinjer och referensvärden inom audiologisk diagnostik

2.2.1 Svenska Audiologiska Metodboksgruppen (SAME)

I boken ”Metodbok i praktisk hörselmätning” som arbetats fram av SAME-gruppen, finns metodbeskrivningar och referensvärden för flera av de mätningar som ingår vid diagnostiska undersökningar. Audionomutbildningarna i Sverige följer denna metodbok och den används som referensmaterial i det kliniska arbetet för yrkesverksamma audionomer. Metodboken sammanställdes av arbetsgruppen med start 1980. Det har sedan utkommit ett antal upplagor och metodboken kompletterades med en ”Handbok i praktiskt hörselmätning” som utkom 1990 med nyutgåva 2004. Metodboken beskriver främst det praktiska genomförandet av följande diagnostiska tester:

- Psykoakustiska test med ton- och talstimulus
- Barnaudiometriska test såsom lekaudiometri och observationsaudiometri
- Impedansaudiometriska test såsom tympanometri, stapediareflexmätning och tubarfunktionsprov
- Elektrofysiologiska test såsom Electrocochleografi och ABR (Brainstem Response Audiometry).

Handboken tillkom som ett komplement till metodboken för att ge ökad förståelse för varför test utförs, hur testen skall tolkas och varför de skall genomföras. Böckerna ses som en helhet och är ett viktigt inslag i den svenska audiologiska verksamheten (SAME, 2004).

Flera av de tester som avhandlas i SAME ”Metodbok i praktisk hörselmätning” och ”Handbok i praktisk hörselmätning” har utvecklats och förändrats vilket har gjort beskrivningen av metodiken och tolkning av dessa tester förlegad. I böckerna saknas också tester som idag utförs regelbundet på audiologiska kliniker i Sverige. Ett exempel är registrering av otoakustiska emissioner som samtliga landsting i Sverige idag erbjuder som hörselscreening för alla nyfödda barn. Det är även en vanlig mätning vid diagnostik av barn och vuxna på de audiologiska klinikerna i landet. (Rikshandboken i barnhälsovård, 2015).

2.2.2 Nationella riktlinjer?

Förutom SAME metod- och handbok finns det inte många nationella riktlinjer att tillgå vid tolkning och genomförande av vanliga audiologiska diagnostiska undersökningar. Några goda exempel finns det, däribland Nordisk Lärobok i Audiologi (Arlinger, 2007) som tillkom på initiativ av det Nordiska Audiologiska Sällskapets styrelse då de ansåg att det fanns behov av

en nyare lärobok i audiologi. Ambitionen var också att alla nordiska länder skulle vara representerade för att skapa ett gemensamt innehåll. Boken täcker hela det audiologiska ämnet: språklig kommunikation, anatomi och fysiologi, genetik, hörselmätningar, hörselskador, rehabilitering och habilitering m.m. Då den innehåller det mesta inom audiologins breda område blir den inte lika specifik beträffande de diagnostiska mätningarna som exempelvis SAME-böckerna är. År 2010 utkom en upplaga av ÖNH-handboken där viss tolkning av resultat för bland annat mätningen tympanometri är angiven. Boken är inriktad på diagnostik av öron-näsa-halssjukdomar i primärvården och inte primärt avsedd för ÖNH-specialister eller audionomer (Friis-Liby & Groth, 2010).

På hörselverksamheten vid ett universitetssjukhus i Västsverige upplevde audionomerna att de saknade samlade riktlinjer för dokumentation och enhetliga referensvärden för utrustningen vid audiologisk diagnostik och tillsatte därför en arbetsgrupp som tog fram ett dokument där de enades om riktlinjer och referensvärden samt hur dessa skulle beskrivas i text i patientens journal (bilaga 1). Dokumentet innehåller inte fullt ut referenser till vetenskapliga artiklar utan vissa riktlinjer och referensvärden har hämtats från leverantörer av teknisk utrustning och saknar vetenskapliga referenser. Audionomen skall, som övriga legitimerade yrkesgrupper arbeta enligt evidensbaserad praxis och därför har det arbetsdokument som omnämns endast använts internt på kliniken men tas med i denna bakgrund som ett gott exempel på dokument för gemensamma riktlinjer. Flera dokument med riktlinjer för olika mätningar, diagnosställningar och analyser finns att hitta vid en sökning på Internets sökmotorer. Ett exempel är Linda Ivarssons (2012) dokument ”Hörselscreening av 4-åringar inom BHV” för Barnhälsovårdens hörselscreeningsrutiner vid hörselmätningar på barn. Där finns noga förklarad testmetodik, tolkning och referensvärden för den testgruppen.

2.2.3 Utanför Sverige

Det finns ett antal exempel runt om i världen för hur nationella och enhetliga riktlinjer eller rekommendationer kan se ut. I litteraturen ses ofta referenser till the British Society of Audiology (BSA), American Academy of Audiology (AAA), American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) och flera andra stora organisationer. ASHA:s (2004) dokument *Scope of Practice* har som syfte att definiera audionomens verksamhetsområde och praxis. Där finns samlat alla de rekommendationer och riktlinjer som finns framtagna för de olika delarna av audionomens arbete; rehabilitering, diagnostisering, screening m.m. I England har the British Society of Audiology (BSA, u.å) tagit fram dokument som de omnämner

”*Recommended Procedures and Publications*” där de ger tydliga rekommendationer för hur den brittiska audionomens diagnostiska och rehabiliterande arbete skall genomföras. BSA:s dokument rörande diagnostik innehåller även i vissa fall vilka referensvärden som bör användas och kortfattat hur resultaten skall dokumenteras. Dessa finns att nå via internet och uppdateras löpande.

I mitten av 90-talet publicerade arbetsgruppen the European Working Group on Genetics of Hearing Impairment ett dokument som bland annat redogör för hur en hörselnedsättning kan beskrivas och klassificeras (Martini & Mazzoli, 1999). Detta dokument ligger delvis till grund för hur en del audionomer dokumenterar testresultat, bland annat återfinns det som referens i det dokument som togs fram av audionomerna vid sjukhuset i Västsverige (bilaga 1).

2.3 Diagnostiska mätmetoder

Inom den audiologiska diagnostiken arbetar audionomer med ett stort antal mätmetoder för diagnostisering vid hörsel- och balansutredningar. Bland de mätningar som är aktuella idag omskrivs i SAME Metod- och Handbok mätningarna i ton- och talaudiometri, impedansaudiometri samt hjärnstamsaudiometri (ABR) (SAME, 2004). I de dokument som BSA och ASHA använder som riktlinjer medtas även där ton- och talaudiometri, tympanometri samt screeningaudiometri för nyfödda. Inom screeningaudiometrin omnämns bland annat ABR och otoakustiska emissioner (OAE). Då tonaudiometri och till viss del talaudiometri redan finns väl dokumenterat i SAME metod- och handbok (SAME, 2004) så kommer de inte att inkluderas vidare i detta arbete.

I denna studie har fokus lagts på de impedansaudiometriska testerna tympanometri och stapediusreflexmätning samt ABR och OAE och dessa mätningars referensvärden. Det är vissa skillnader på hur mätningarna genomförs på vuxna, små barn under förskoleålder och i vissa fall spädbarn. Här beskrivs dock mätningarna utifrån hur de utförs på vuxna om inget annat anges.

2.3.1 Impedansaudiometri – Tympanometri

Tympanometri anses vara en viktig diagnostik mätning som ger information om trumhinnans rörlighet, mellanöretrycket och mellanörebenens status. Det gör tympanometri till ett värdefullt instrument vid diagnostisering av olika mellanöretillstånd, exempelvis mediaotit, otoscleros och trumhinneperforation. Under mätningen ändras lufttrycket i hörselgången,

samtidigt avläses förändringar i ljudtrycksnivån hos en applicerad bärton och en uppskattning kan göras av impedansförändringar i mellanörat (G. Lidén, G. Björkman, H. Nyman & H. Kunov, 1977).

Vid mätning på vuxna och barn över ca sex månader används oftast bärtonen 226 Hz, vid mätning på mindre barn används ofta en högre bärtonsfrekvens. Vid diagnostiska tympanogram placeras mätproben i hörselgången och tryckförändringen i örat sker relativt långsamt. En hastighet på 50 daPa/s eller långsammare rekommenderar BSA (2013). Vid screeningtympanogram används en snabbare tryckförändring, ofta över 200 daPa/s.

Undersökningar där jämförelse gjorts mellan 200 och 400 daPa/s visar att hastigheten påverkar det uppmätta resultatet för både den maximala mellanöreadmittansen och till viss del även mellanöretrycket (Margolis & Heller, 1987).

Resultatet av ett tympanogram presenteras på olika sätt och kan delas upp i ett klassiskt och ett absolut system. Det klassiska systemet grundar sig på kvalitativ tolkning där tympanogram delas upp i olika typer. Det systemet används ofta kliniskt då det anses vara enkelt för användaren. Ett absolut system baseras på att presentera mätdata kvantitativt (Clark, Roeser & Mendrygal, 2011).

Det klassiska systemet och dess typer finns i olika utföranden. Olika indelningar av tympanometriska former beskrivs av Lidén (1969) och Jerger (1970) som föreslog att de tympanometriska formerna skulle indelas i tre olika typer: A, B och C. Indelningen baseras på förhållandet mellan tryck och komplians, dvs. hur kompliansen ändras med varierat tryck. Ett typ A-tympanogram återfinns i öron med normal mellanörefunktion eller med otoscleros och har sin maximala komplians nära 0 daPa. Jerger (1970) beskriver också ett ”djupt” typ A som uppmäts vid bland annat hörselbensavbrott och har ett mycket högt kompliansvärde. Ett typ B-tympanogram visar inget, eller endast ett marginellt kompliansmaximum och en relativt oförändrad komplians trots tryckförändring. Vid tympanogram av denna typ betonas vikten av att även beskriva hörselgångsvolymen. Om resultatet för ett typ B visar på en låg volym eller en hög volym är av stor vikt för den kliniska tolkningen. En låg volym tyder på nedsatt rörlighet hos trumhinnan, som vid exempelvis serös mediaotit. En mycket hög volym är tecken på exempelvis trumhinneperforation. Ett typ C-tympanogram gäller enligt Jergers system vid ett negativt mellanöretryck som understiger -100 daPa.

Numera indelas ofta typ A-tympanogram i tre deltyper: A, A_d och A_s där A_d visar en mycket hög maximal komplians och ett A_s visar en mycket låg maximal komplians. Även typ C indelas ibland i flera deltyper; exempelvis som C1 och C2 där C1 har ett högre tryck än ett C2 som uppmäts vid mycket låga mellanöretryck. (Onusko, 2004). I ÖNH-handboken omnämner Friis-Liby & Groth (2010) även en typ P. Det beskrivs även av Lous, Ryborg, Damsgaars och Munck (2012) som ett tympanogram med en komplianstopp vid ett positivt tryck över 50 daPa.

Vid användning av ett absolut system beskrivs tympanogrammet kvantitativt med värden för mellanöretryck, tympanometrisk bredd eller gradient, mellanörekomplians och ekvivalentvolym. Vad som anses vara normala referensvärden varierar mellan olika testutförare och utrustningar (Clark, Roeser & Mendrygal, 2011).

Hunter & Sanford (2014) anser att det klassiska, kvalitativa systemet har fördelar, exempelvis att det är lätt att avläsa men också att det kan leda till feltolkningar och missuppfattningar på grund av bristande precision. De rekommenderar istället att kvantitativa referensvärden bör ingå vid analys för att korrekt skilja mellan normala och patologiska mellanöretillstånd. Även BSA (2013) betonar risken för feltolkningar då det saknas konsensus för vad de olika kvalitativa typerna exakt innebär.

2.3.2 Impedansaudiometri – Stapediusreflexmätning

Stapediusreflexmätning utgår från vetskapen om att starka akustiska stimuli presenterade i en normal fungerande stapediusreflexbana utlöser en kontraktion av stapediusmuskeln i mellanörat. Stapediusmuskeln innerveras av den motoriska grenen av facialisnerven (N VII). Kontraktionen är bilateral, det innebär att vid stimulering på ena sidan kontraherar muskeln på båda sidor (Feeny & Schairer, 2014). Borg (1973) beskrev den reflexbåge som involveras vid stapediusreflexmätningen som bestående av överlappande signalvägar, både ipsilaterala och kontralaterala. Reflexbågen omfattar både efferenta och afferenta signalbanor och inkluderar hörselnerven (N VIII), ventrala cochleariskärnorna, oliva superior, facialiskärnorna samt facialisnerven (N VII).

Vid stapediusreflexmätningen stimuleras ena örat med starka akustiska signaler samtidigt som en mätprob i samma eller motsatta örat registrerar eventuella impedansförändringar som uppstår på grund av stapediusmuskeln påverkan på mellanörebena och trumhinnan. Tre

fysiologiska orsaker kan bidra till att mätningen inte ger något resultat: mellanörepublem, hörselnedsättning i stimulusörat och neural påverkan (Clark, Roeser & Mendrygal, 2011). Normalt används rena toner vid frekvenserna 500, 1000 och 2000 Hz vid klinisk mätning. Stimulustonen ökas i 5 dB-steg tills dess att en impedansförändring uppstår och avläses. Reflextröskeln anses vara uppnådd vid den stimulusnivå där en impedansförändring först konstaterats. Den kan vara inom normalt område, förhöjd eller utebli helt. I ett normal fungerande system anses normalområdet vara 75 - 95 dB HL (Gelfand, 2009). En impedansförändring på 0,02 eller 0,03 mmho vid stimulering anses vara kriteriet för en konstaterad impedansförändring men det kan variera beroende på mätutrustning och tolkning (Feeney & Schairer, 2014). Enligt SAME Metodbok (2004) ska stimulusnivån ökas i 5-dB steg, tre gånger om möjligt, efter uppmätt reflextröskel. Reflexsvarets amplitud skall öka vid varje höjning för att en tillväxt skall kunna konstateras och därmed är reflextröskeln fastställd vid den stimulusnivå där den första impedansförändringen konstaterades.

Maximal stimulusnivå varierar mellan olika utrustningar och rekommendation saknas i metodböcker som SAME Metodbok (2004). I *Handbook of Clinical Audiology* anger Feeney & Schairer (2014) 105 dB HL som gräns för att skydda hörseln från skador. Hunter, Ries, Schlauch, Levine och Ward (1999) beskriver ett fåtal fall då personer efter höga stimuli vid stapediusreflexmätning fått en permanent hörselnedsättning och rekommenderar en maximal stimulusnivå på 115 dB SPL vilket motsvarar ungefär 105 dB HL vid de frekvenser som testas kliniskt.

2.3.3 Otoakustiska Emissioner (OAE)

Otoakustiska emissioner är svaga ekon, svarsljud från hårcellerna i cochlean som kan fångas upp av en liten mikrofon placerad i hörselgången. Ljuden uppkommer när örat stimuleras med ljud genom en prob i hörselgången. Svaren som registreras vid ett OAE-test är en indikation på fungerande yttre hårceller och mätmetoden är en betydande del av dagens hörselscreening-program för nyfödda. OAE används också vid differentialdiagnostiska undersökningar av vuxna och barn och för att undersöka effekter av vissa behandlingar (Kemp, 2002). Det är möjligt att avläsa emissioner från specifika delar av cochlean vilket gör undersökningen frekvensspecifik, med det går ändå inte att överföra resultatet till hörtrösklar. Registrerade svar kommer från inneröron med normal eller nära normal funktion, men det går inte att uppskatta graden av eventuell nedsättning vid uteblivna svar (Kemp, Ryan, & Bray, 1990). Det finns två typer av OAE; framkallade emissioner (*evoked emissions*) som uppstår

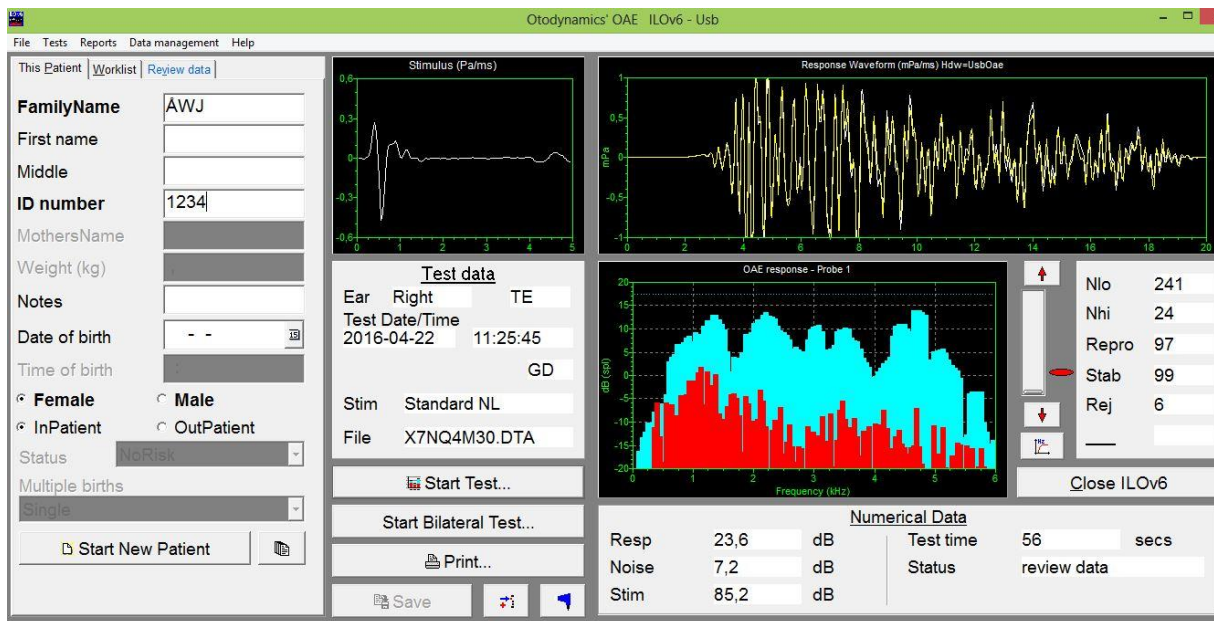
då örat stimuleras med ljud och spontana emissioner som finns där utan att någon yttre ljudkälla behövs. Två olika tester där emissioner kan registreras som följd av en yttre ljudstimulering är Transient Evoked Otoacoustic Emissions (TEOAE) och Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAE) och båda anses mätbara i de allra flesta öron med normal yttre- och innerörefunktion. Spontana emissioner, SOAE (Spontaneous Otoacoustic Emissions) är ljud som kan uppmätas utan att något yttre stimulus ges men mätningen av SOAE anses ha ringa kliniskt värde (Hall 2000).

TEOAE

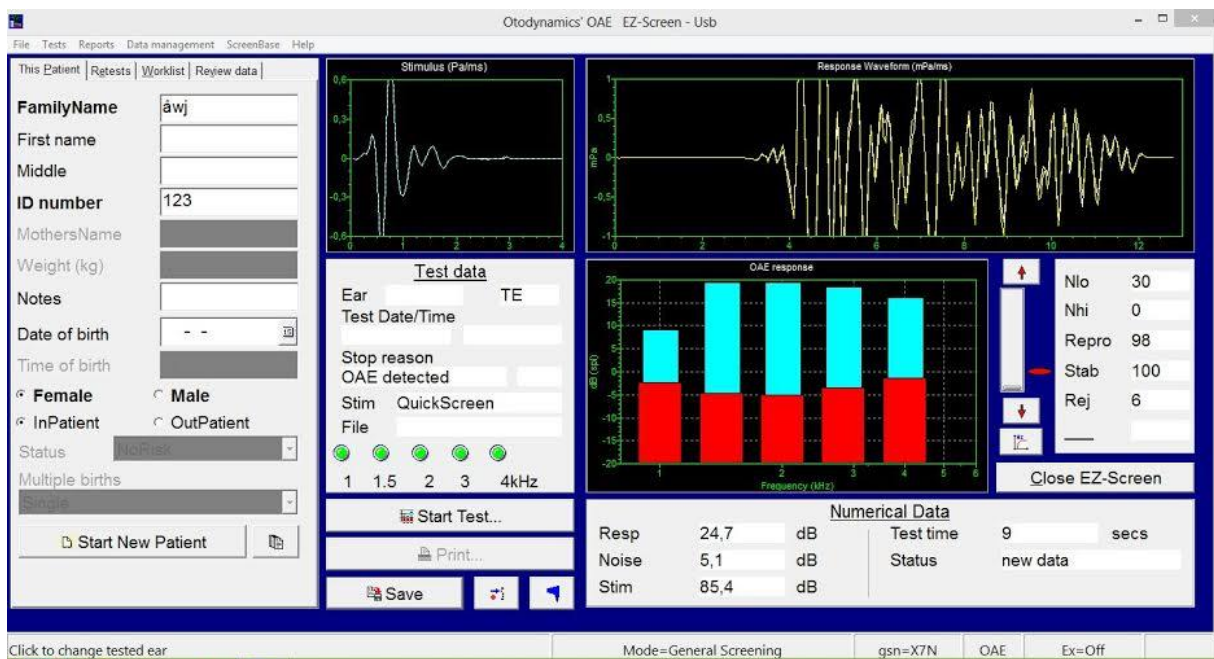
TEOAE är emissioner som uppkommer som ett svar på stimulering med bredbandiga klickar; transienter, som oftast innehåller frekvenser mellan 500 och 6000 Hz och har så jämt fördelad ljudintensitet som möjligt. Klickarnas intensitet kan variera mellan olika mätutrustningar och testutförare, men ofta används en ljudstyrka på 80-85 dB SPL (Hall 2000). Kemp (2002) skriver att vid användning av ett klick på ca 84 dB peSPL brukar ett svar kunna registreras om personen har hörtrösklar som är 20 dB HL eller bättre. Starkast svar kommer från frekvensbanden i talområdet, 1-4 kHz. Den klickstimulering som används kan ha olika karakteristik och kan variera mellan olika mätningar och utrustningar. TEOAE är en viktig metod vid hörselscreeningen av små barn och ingår i många länders neonatala screeningprogram.

TEOAE används dels som en diagnostisk mätning (figur 1) och i screeningutförande (figur 2) och dessa skiljer sig åt till viss del. Det diagnostiska testet ger mer information, bland annat mer frekvensspecificitet medan screeningmätningen oftast ger ett enkelt svar av typen *pass* eller *refer/fail* (godkänt – icke godkänt).

Det svar som registreras och avläses vid ett diagnostiskt test uppkommer efter att klickstimulus getts och brukar registreras ca 5-20 ms efter klicket. På grund av cochleans utformning uppmäts svaren från den basala delen först, vilket är den del som representerar de höga frekvenserna. Ju senare svar desto längre upp i cochlean har svaren sitt ursprung och representerar allt lägre frekvenser (Gelfand, 2009). Antalet klickar som används, hastigheten de presenteras med och flera andra testparametrar kan skilja mellan den diagnostiska undersökningen och screeningundersökningen (Kei, Sockalingam, Holloway; Agyik, Brinin, & Baine 2003).



Figur 1. Diagnostiskt TEOAE från Otdynamics ILOv6



Figur 2. Screening-TEOAE från Otdynamics EZ.Screen.

TEOAE som screeningtest är snabbt, enkelt, smärtfritt och kostnadseffektivt men har också begränsningar. Antalet falskt positiva svar vid neonatalscreening kan vara högt och skapar onödig oro hos föräldrar och en belastning på sjukvården i och med behovet av uppföljningstester. Falskt positiva svar kommer av flera anledningar, bland annat felaktig placering av mätproben, mellanöre- och hörselgångsstatus, spädbarnets ålder, störningar från testpersonen eller från omgivningen, m.fl. Det är viktigt att utföraren av testet är väl insatt i metodiken, att tydliga instruktioner ges och att övriga testförhållanden är så optimala som

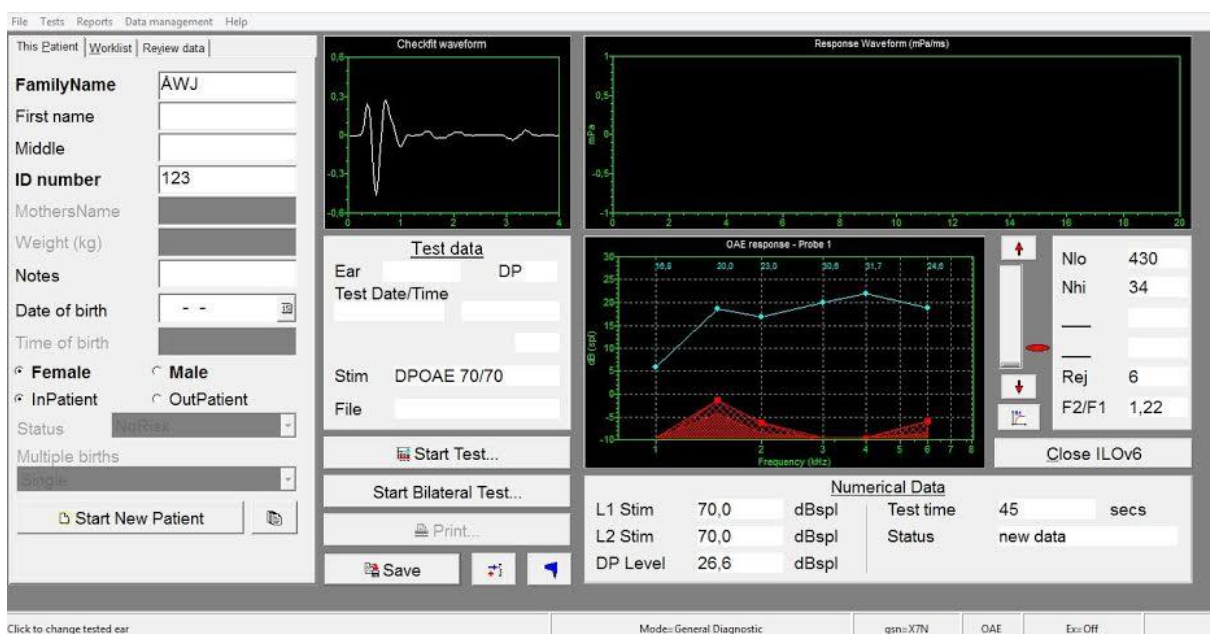
möjligt för att hålla nere behovet av uppföljningstester och vidareremittering (Zhang & McPherson, 2008). Olika testprotokoll används i de olika screeningprogrammen och även olika parametrar för när ett svar ska anses vara godkänt eller inte. Akinpelu et al. (2014) gick igenom tio artiklar som undersökte neonatal hörselscreening med TEOAE eller DPOAE och identifierade skillnader på vilka kriterier som gällde för godkänt. De kriterier som pekades ut var signal-brus-förhållande (Signal-Noise-Ratio, SNR) samt vilka och hur många frekvenser som skulle finnas med för ett godkänt resultat. De undersökte också olika OAE-utrustningars tekniska skillnader och deras olika testalgoritmer och hur det påverkade antalet godkända svar (Akinpelu, Peleva, Funnell & Daniel, 2014).

DPOAE

DPOAE står för Distortion Product Otoacoustic Emissions (Figur 3) och används frekvent i den kliniska världen. Det som uppmäts är intermodulationsdistorsion som uppstår när cochlean stimuleras av två sinustoner med ett visst frekvensförhållande. Sinustonernas frekvenser benämns f_1 och f_2 och de kan ha olika intensitet men frekvensförhållandet mellan dem är fast. Vid frekvensförhållandet $f_2/f_1 = 1,22$ anses de starkaste distorsionsprodukterna uppstå och det används därför oftast vid kliniska mätningar. Flera distorsionsprodukter uppstår vid stimuleringen men kliniskt avläses oftast endast den som går att hitta vid frekvensen $2f_1 - f_2$ och kallas f_{dp} . Svaret f_{dp} uppmäts vid flera olika frekvenser då tonerna f_1 och f_2 varieras under testets gång och svaren ritas in i ett DP-gram (Kemp, 2002). Andra frekvensförhållanden, exempelvis $f_2/f_1 = 1,12$ och distorsionsprodukter som uppstår vid exempelvis $2f_2 - f_1$ har undersökts, bland annat av Erminy, Avan & Bonfils (1998) och Rao, Tusler & Formo (2014). De har funnit vissa fördelar med att analysera DPOAE vid $2f_2 - f_1$, exempelvis att det tidigare visat tecken på åldersförändringar i cochlean. Men det förhållande som vanligen används, $2f_1 - f_2$ ger tydligare, starkare svar och har fortsatt klinisk dominans. Stimulusintensiteten som används för frekvenserna f_1 och f_2 varierar mellan olika mätningar och utrustningar. Intensiteten på stimuleringstonerna benämns som L_1 och L_2 och generellt anses de starkaste emissionerna alstras då dessa nivåer är lika eller om L_1 är 10-15 dB starkare än L_2 . Vid starkare stimulus, 70 dB SPL exempelvis, är det lämpligare att använda samma stimulusnivå vid båda testfrekvenser och vid lägre stimulus, exempelvis 50-60 dB bör de ha olika nivå, enligt ovan (Gaskill & Brown, 1990)

Ett flertal andra parametrar finns att ta hänsyn till vid tolkning och analys av DPOAE förutom frekvens och stimulusintensitet: vilket frekvensområde som undersöks, vilket SNR som gäller

för giltigt svar och hur många frekvenser som anses krävas svar vid för att det skall anses representera en normal fungerande cochlea. Även totalnivån hos emissionen i förhållande till patientens ålder kan vara ett kriterium vid tolkning (Abdala & Visser-Dumont, 2001). Abdala & Dhar (2012) gjorde en undersökning på 156 öron indelade i sju åldersgrupper från nyfödda till äldre vuxna för att undersöka ålderseffekter på cochleär funktion. De visade att DPOAE var som mest robusta hos små barn vid 6-8 månader och att DPOAE-nivån sjunker med åldern, mest tydligt hos äldre vuxna. Vid tolkningen bör alltså ålder, brusnivån i rummet, testförhållanden och hörselgångs- och mellanöreresonans också tas med vid bedömningen av svar vid DPOAE (Abdala & Visser-Dumont, 2001).

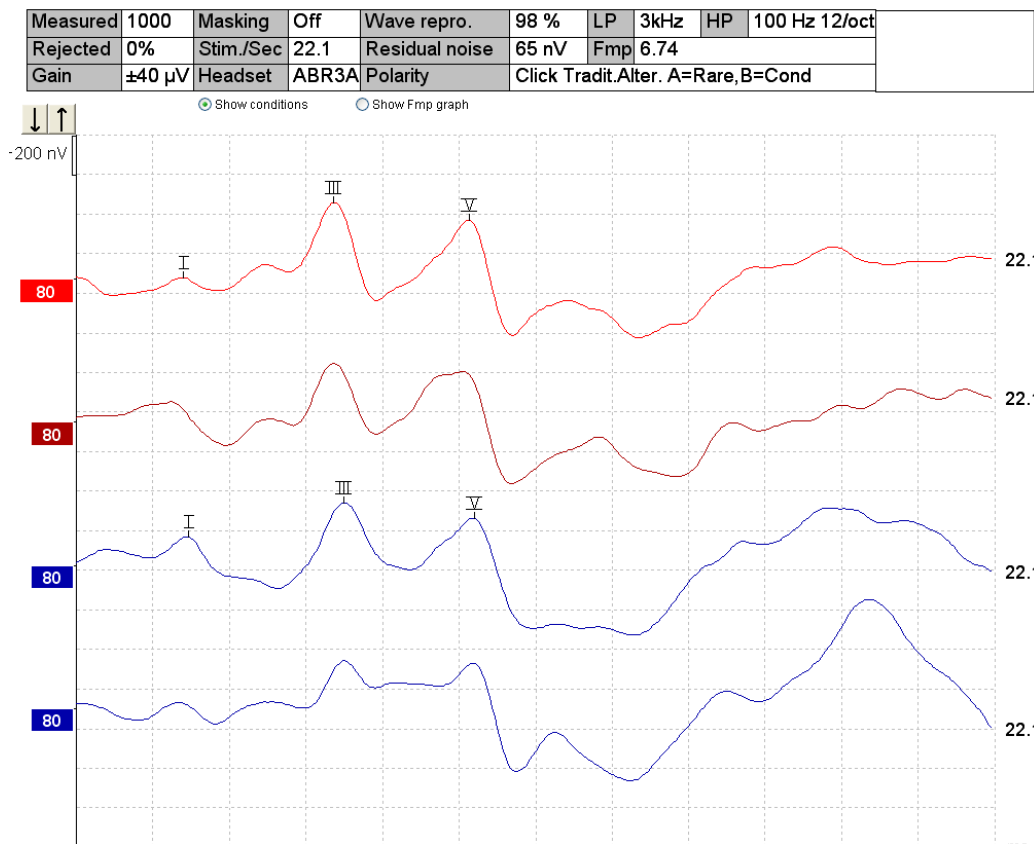


Figur 3. DPOAE med Otodynamics ILOv6 med stimulusnivån L1=L2=70 dB SPL och förhållandet $f_2/f_1 = 1,22$.

2.3.4 Auditory Brainstem Response (ABR)

ABR är en elektrofysiologisk mätning som uppmäter elektriska svar från neuron i hörselbanan. Svaren kommer som en följd av akustiska stimuli och registreras med hudelektroder (SAME, 2004). Svaren kallas för Auditory Evoked Responses (AER) och uppkommer efter stimulering med klickar, toner eller andra akustiska signaler (Hall, 2007). I Sverige används numera ofta uttrycket ABR-svar (Arlinger, 2007). ABR-svaren beskrevs som vågor (*waves*) första gången av Jewett och Williston (1971) då de uppmätte en distinkt serie av svar de första 9 ms efter att de presenterat ett akustiskt klick. De omnämnde vågorna med romerska bokstäver från I till VI. De fann att våg V var den största och mest konsekvent

förekommande under testen vilket de ansåg borde tyda på att den skulle ha en viktig framtida klinisk roll.



Figur 4: Exempel på ABR-mätning där Jewett-vågor I, III och V identifierats (Tengstrand, 2016)

Fortfarande används den romerska numreringen (figur 4) och precis som förutsågs är våg V av stort kliniskt värde. Numera är kunskapen större om var i hörselbanan de olika vågorna genereras och detta beskrivs utförligt av bland annat Hall (2007). Vid klickstimulering med en stark stimuleringsnivå, mer än 70 dB HL uppkommer vågorna I till V i ett normal fungerande hörselsystem på följande vis:

- Våg I anses härröra från aktionspotentialer i början av hörselnerven (N VIII) och uppträder ca 1,5 ms efter stimulus. Därefter uppträder vågorna med ca 1 ms intervall.
- Våg II efter ca 2,5 ms och har sitt ursprung i slutet av hörselnerven, N VIII, innan inträdet i hjärnstammen.
- Våg III uppträder efter ca 3,5 ms och tros härröra från cochleariskärnan (cochlear nucleus, CN) och även från oliva superior (SOC) men det är inte helt klarlagt.
- Våg IV anses inte helt klarlagt var dess ursprung är men den är heller inte kliniskt av särskilt stor betydelse. Den uppkommer efter ca 4,5 ms och ses som en del av den uppåtgående delen av våg V.

- Våg V har stort kliniskt värde och uppträder efter ca 5,5 ms. Dess ursprung är omtvistat men anses uppkomma från de nervfibrer som leder in i colliculus inferior på den kontralaterala sidan.

De första två vågorna är ipsilaterala svar, troligen även våg III, medan våg IV och V är bilaterala respektive kontralaterala svar (Hall, 2007). Latenstider och intervallet mellan vågorna skiljer sig mellan nyfödda och vuxna personer. Jiang, Zheng, Sun & Liu (1990) undersökte normalhörande barn och vuxna (178 barn mellan en månad och sex år indelade i sju åldersklasser och 21 vuxna mellan 22 och 36 år). De påvisade att latenstiderna hos spädbarn är längre och att det är först vid treårsåldern som latenstiderna var samma för barn och vuxna.

ABR - mätning

Elektroder används för att mäta de svaga elektriska svaren från hörselbanan men det finns flera svårigheter med mätningen. ABR-svar har en liten amplitud och är begravda i en mängd elektriskt bakgrundsbrus. Elektrodernas placering är därför av stor vikt och de måste ha god kontakt med huden. Det är inte bara viktigt att impedansen är låg mellan elektroden och huden utan även att de olika elektroderna har så lika impedans som möjligt. Hur hög impedansen får vara varierar, men enligt vissa rekommendationen bör den inte överstiga 5 kΩ (ASHA, 1988). Elektrodplaceringen vid ABR varierar men vanligt är att använda fyra elektroder. Elektroder på vänster mastoid (M1) eller örsnibb (A1) respektive höger mastoid (M2) eller örsnibb (A2). Dessa är de inverterade (-) referenselektroderna. På hjässan eller övre delen av pannan placeras en aktiv, icke-inverterad (+) elektrod, vertelextroden. På kinden eller nedre delen av pannan placeras en jordelektrod. Vid mätningen jämförs sedan aktiviteten mellan referenselektroden och den aktiva elektroden. Elektrisk aktivitet som förekommer vid båda elektroder förkastas som oönskat brus och endast de svar som blir kvar skickas vidare och förstärks, ett förfarande som kallas *common mode rejection*. Det finns andra delar i ABR-systemet som förkastar oönskade signaler såsom artefakter av olika slag, detta kallas *artifact rejection*. Filtrering är ytterligare ett sätt att få fram ett så störningsfritt svar som möjligt. Högpas- och lågpasfilter tar bort frekvenser under och över den eftersökta signalen (Hall, 2007). Medelvärdesbildning (*averaging*) används vid ABR för att förbättra SNR. Samtidigt som stimulus pågår samlas det förstärkta och filtrerade svaret upp ett stort antal gånger i svep (*sweeps*). I varje svep finns både störning och signal, men eftersom signalen förekommer vid samma tid i varje svep växer den fram och blir allt tydligare för varje svep medan bruset skiljer sig åt mellan varje svep och dämpas. Antalet svep som bör användas varierar men ofta

räcker 1000-4000 stycken. Varje svep har samma tidsskala (*sweep length*) och är anpassat efter det område som eftersöks (Elberling & Osterhammel, 1989). Uttrycket epok (*epoch*) används ibland för att beskriva dessa tidsbestämda punkter som medelvärdesberäknas (ASHA, 1988).

Vid ABR används oftast klickar eller tonebursts för att framkalla ett ABR-svar. Hörtelefoner, instickstelefoner eller benledare används som ljudgivare. Hur parametrar som påverkar stimulus är inställda varierar mellan olika test och utrustningar: Frekvens, duration, hastighet och intensitet påverkar alla mätresultatet. Monaural eller binaural stimulering och eventuell användning av kontralateral maskering är andra påverkande faktorer. Ytterligare en parameter som påverkar mätresultatet är stimuluspolaritet och handlar om åt vilket håll membranet på ljudgivaren går åt. Polariteten delas upp i tre kategorier: *Condensation*, där membranet rör sig mot trumhinnan och ger ett positivt tryck. *Rarefaction*, där membranet rör sig från trumhinnan och ger ett negativt tryck. Den tredje kategorin kallas *Alternating polarity*, där alterneras klicket mellan de två.

Ett klick är en mycket kort (ca 0,1 ms) akustisk signal. Frekvensmässigt är den mycket bredbandig och stimulerar större delen av basilarmembranet men svaret representerar endast det övre frekvensområdet över ca 1000 Hz, delvis på grund av cochleans utformning (Hall, 2007). Fördelarna med klickstimulus är att de ger robusta svar med så lite stimulusartefakter som möjligt. De är väl lämpade för mätningar av just den typ av respons som ABR är men en nackdel är bristen på frekvensspecificitet. Tonebursts används då mätningen kräver en viss frekvensspecificitet. Det är korta sinussignaler som varierar i duration, in- och utsvängningsförlopp och utseende (ASHA, 1988). Ett tredje stimulus används i viss utrustning och kallas *chirps*. Det bygger på idén att kompensera för den fördröjning som uppstår i cochlean vid klickstimulus på grund av den vandrande vågens väg längs basilarmembranet från bas till apex. Ett chirp är även det ett kort stimulus men de högre frekvenserna kommer något senare än de lägre för att kompensera för den naturliga fördröjningen. Denna kompensation har visat sig öka amplituden på ABR-svaren. (Cebulla, Stürzebecher, Elberling & Müller, 2007).

Ljudstyrkan hos stimulus uttrycks oftast i antingen dB peSPL eller dB nHL. Enheten dB peSPL (*peak equivalent sound pressure level*) används vid exempelvis klick och innebär att ljudtrycksnivåns topp-till-topp-värde motsvarar toppvärdet hos en sinuston med samma

ljudtrycksnivå (dB SPL). Enheten dB nHL (*normalized hearing level*) är en psykoakustisk referensnivå där normalhörande individer uppfattar ett stimulus med en viss intensitet som samma hörstyrka som en sinuston. Vid klickar innebär det att 0 dB nHL är ekvivalent med 25-35 dB peSPL (Elberling & Osterhammel, 1989).

Ytterligare en testparameter att ta hänsyn till är den repetitions hastighet (*stim/sec*) som dessa stimuli presenteras med. Den hastighet som väljs påverkar både svarets amplitud och latenstiderna. Viktigt vid val av stimulushastighet är att den ej har en faktor som är delbar med 50 eller 60 Hz för att undvika störningar från strömförsörjningen som kan påverka vid medelvärdesbildningen. (Pratt et al. 1999). Med högre repetitions hastighet ökar latenstiderna och de tidigare vågorna får en mindre amplitud medan testtiden förkortas. En repetitions hastighet på 10/s eller mindre krävs för att få så tydliga svar som möjligt men högre hastighet används vid vissa undersökningar. Amplituden hos våg V påverkas inte lika mycket som våg I och III vid ökad stimulushastighet över 10/s. (Picton, Stapells & Campbell, 1981).

ABR - klinisk nytta

ABR används bland annat vid neurodiagnostiska undersökningar och enligt en metastudie av Koors, Thacker & Coelho (2012) har ABR en hög sensitivitet och specificitet som testmetod vid diagnostisering av vestibularisschwannom. Vid neurologiska undersökningar med ABR används chirps (Cebulla et al. 2007) eller klickar som stimulus då de ger svar med starkare amplitud på grund av bättre synkronisering av fibrerna i hörselnerven. Vid neurologiska undersökningar bör stimulusnivån vara stark nog, minst 60-65 dB nHL för att svaren skall komma så snart efter stimulus som möjligt. (ASHA, 1988). Det finns rekommenderade standards för hur en neurodiagnostisk undersökning med ABR ska utföras för så säkra svar som möjligt. Bland annat *the International Federation of Clinical Neurophysiology* (IFCN) har tagit fram rekommendationer för hur en neurodiagnostisk undersökning med ABR ska genomföras. (Pratt, Aminoff, Nuwer & Starr, 1999). Även *the American Clinical Neurophysiology Society* har noga definierade riktlinjer för mätning av ABR (*American Clinical Neurophysiology Society*, 2008).

En annan väl definierad och undersökt användning för ABR är hörselscreening av nyfödda. Ibland används en automatiserad hjärnstamsaudiometri (aABR) vilket har skapat nya förutsättningar för hörselscreening av nyfödda då det kan genomföras redan på BB (SBU-rapport 2004). Vid en aABR är alla testkriterier redan inställda av fabrikanter och svaret

presenteras som ”pass” eller ”refer”. Testet kräver inte lika mycket av användaren och exempelvis ASHA anser att testet kan genomföras av personer som inte är audionomer. I de fall testet inte ger ett ”pass” vid en eller ett par tillfällen utförs en diagnostisk ABR. De flesta aABR-utrustningar testar med klickstimulus vid runt 35 dB nHL med en hastighet av 30-37 repetitioner/s. Ofta kan inte utföraren själv bestämma vilka parametrar som skall uppfyllas för att testet skall anses godkänt utan alla inställningar är fast inställda i utrustningen av leverantören (ASHA, 2013).

ABR - tolkning

Vid tolkning av ABR-resultat med klickstimulus används flera data för bedömning av svaret: absoluta latenser, latensskillnader mellan vågorna, interaural latensskillnad, absoluta och relativa amplituder, reproducerbarhet m.fl. (ASHA, 1988). Tolkningen av resultat från ABR-mätningar baseras ibland på normalmaterial som respektive klinik själv tagit fram.

Exempelvis Kapoor et al (1996) genomförde ABR på 50 barn i åldern sex månader till tolv år för att ha ett normalområde att jämföra sina resultat med. En annan undersökning av normalmaterial genomfördes av Charak, Kale, Deshpande & Biswas (2013) på 40 barn med en uppskattad normal hörselnsfunktion. Båda studierna hänvisar till vikten av normalmaterial baserat på den testmetodik som kliniken använder och det patientunderlag just den kliniken har. Hall (2006, s 14, 212-220) redogör för analysen av latens, amplitud och vågformens polaritet vid tolkning av ABR-resultatet, där latens anses vara den enklaste att klassificera. Analys av vågorna, dess reproducerbarhet, hur de definieras och väljs är en stor och viktig del vid tolkningen. Vid neurodiagnostiska undersökningar med stark klickstimulus (≥ 70 dB nHL) avläses vanligen följande parametrar:

- Latenstiden mellan våg I-V (*interwave latency*), normalt ca 4 ms.
- Absolut latenstid för våg V vid ca 5,5 ms.
- Våg I/V amplitudförhållande på ca 0,5 (Hall, 2006).

Analys av interaural tidsdifferens (IATD) av våg V brukar avläsas och skillnaden bör vara mindre än 0,3-0,4 ms. Denna analys kan göras även om våg I saknas i testresultatet och även små neurala störningar kan hittas även om de absoluta latenserna för respektive öra är inom normalområdet. Vid analys av IATD är det däremot viktigt att ta hänsyn till eventuell sensorisk eller konduktiv asymmetri som kan ge senare latenser (ASHA, 1987).

2.4 Problemformulering

Det finns nationella riktlinjer och rekommendationer framtagna i bland annat England (BSA) och USA (ASHA) och (AAA) för audionomens arbetssätt, tolkning och till viss del även dokumentation vid audiologisk diagnostik. Klinisk erfarenhet säger att det i Sverige saknas konsensus gällande referensvärden, tolkning och hur testparametrar i utrustningen är inställd för flera audiologiska mätningar. Det saknas forskning på hur stora variationerna i så fall är mellan olika utrustningar och referensvärden.

3. SYFTE

Syftet med studien var dels att undersöka vilka referensvärden som användes vid diagnostiska mätningar i Sverige samt att jämföra de riktlinjer som framtagits för audiologisk diagnostik i länder där detta gjorts.

3.1 Frågeställningar

1. Varierar de referensvärden som används vid audiologisk diagnostik mellan olika kliniker och mätutrustningar och i så fall i vilken omfattning?
2. På vilket sätt används riktlinjer i andra länder och varierar de sinsemellan?
3. Vilka är fabrikanternas olika referensvärden i deras diagnostiska mätutrustning och vad grundas de på?

4. MATERIAL OCH METOD

4.1 Design

Studien har genomförts dels med ett frågeformulär som skickats till 16 audiologiska kliniker i Sverige. Frågeformulärets syfte var att inhämta uppgifter om vilken diagnostisk utrustning som används, hur mätutrustningen är inställd och vilka referensvärden som används vid tolkning av mätdata. Tillverkare vars utrustning, enligt enkäten, används har också tillfrågats vad deras referensvärden grundas på. Dessutom har en sökning gjorts för att undersöka de riktlinjer som används för audiologisk diagnostik i andra länder. Vidare har en sökning gjorts på tidigare genomförda studier för att undersöka eventuella variationer av testparametrar, referensvärden och normalvärden. Sökningarna har gjorts på databaserna Pubmed, CINAHL och Scopus men även via andra sökmotorer på internet.

4.2 Urval

Audiologiska kliniker på 16 olika orter i Sverige inkluderades. Klinikernas verksamhetschefer kontaktades via epost (se bilaga 2) och informerades om studiens syfte och ombads att i förväg föreslå en eller två personer som var väl insatta i klinikens diagnostiska utrustning. Dessa personer kontaktades sedan och ombads fylla i ett frågeformulär. Inklusionskriterierna var att kliniken skulle ha tillgång till den utrustning som används vid de diagnostiska undersökningarna tympanometri, stapediusreflexmätning, ABR samt OAE och att det skulle finnas en person med ansvar för mätutrustningen. Utifrån dessa kriterier valdes universitetssjukhusen ut då de förväntades ha tillgång till ovanstående utrustning samt ytterligare kliniker där vi på förhand visste att utrustningen fanns (T. Tengstrand, personlig kommunikation, oktober 2015). De leverantörer som ombads bidra med information om utrustning valdes utifrån de svar som kom från klinikerna. Även de fick e-post skickat till sig (bilaga 3). För att hämta information om riktlinjer i andra länder valdes två länder som anses stå i framkant för sådant arbete; USA och England.

4.3 Datainsamling

Ett frågeformulär med öppna och slutna svarsalternativ skickades tillsammans med ett följebrev till den, eller de personer som utsetts vid varje klinik (bilaga 4). Det fanns vare sig tidigare material eller tidigare enkät att tillgå, därför användes en egendesignad enkät. Sammanlagt 16 kliniker kontaktades och 10 av dem föreslog personer som ansågs lämpliga att svara på enkäten. Av de 10 enkäter som sedan skickades ut besvarades sex stycken. Av de sex kunde svaren från fem användas. Tre leverantörer av mätutrustning kontaktades varav endast en svarade. Den datainsamling som behövdes för att svara på frågeställningen gick till stor del att finna på leverantörernas hemsidor på internet i de två fall då inga svar inkom. Avläsning av inställningar i testutrustning från leverantören Interacoustics har gjorts direkt från mjukvaran för de olika testerna. Detta har gjorts genom att testprotokoll tillhörande de olika testerna valts och referensvärden och inställningar noterats.

4.4 Databearbetning och analys

Svaren från frågeformulären analyseras och presenteras deskriptivt i tabeller. Även resultat från leverantörernas utrustning och övriga undersökningar som påträffats vid sökning i artiklar och andra länders riktlinjer presenteras deskriptivt.

4.5 Etiska överväganden

I denna studie informeras kliniker och verksamhetschefer brevlades om insamlingsmetoden och studiens syfte. Allt deltagande är helt frivilligt. Insamlad information innehåller inga persondata och därför bedöms ingen etisk prövning behövas för denna studie. Inga kliniker eller svars personer presenteras med namn i resultatet (Vetenskapsrådet, 2011).

5. RESULTAT

Resultaten presenteras deskriptivt i 13 tabeller uppdelade efter respektive diagnostiskt test: tympanometri, stapediusreflexmätning, OAE och ABR. I alla tabeller används uttrycket 'n/a' från engelskans *not available* om ingen uppgift gått att finna. För respektive diagnostiskt test presenteras tabeller med resultat från de klinikerna som svarade på enkäten och tabeller med resultat från andra källor. Sex kliniker svarade totalt men endast fem presenteras i tabellerna. Klinik sex har endast svarat att de använder generella mät- och referensvärden och inte angett närmare mätparametrar eller tolkningar varför inga värden finns att presentera. I vissa svar har det uppgivits att annan person tolkar svaren och detta anges i tabellen för att visa att tolkning görs, men inte av dem som svarat på enkäten. I de fall kommentarer lagts till vid svar på enkäten presenteras de under respektive test som ett citat.

5.1 Tympanometri

De mätningar i tympanometri som inkluderats i denna uppsats genomförs med en bärton på ca 226 Hz. Vid användning av bärtonfrekvensen 226 Hz är enheterna mmho och cm^3 (ml) praktiskt sett utbytbara. Enkäten inleddes med frågor som avsåg utrustning och flera av klinikerna hade både screeningutrustning och diagnostisk utrustning. Med bredd avses i enkäten det som i engelsk litteratur kallas för *width* och anger hur brett tympanogrammet är i daPa vid 50 % av den uppmätta maximala mellanörekompliansen. I vissa artiklar och metodböcker används uttrycket gradient för samma mått och anges även då i daPa. I annan litteratur används uttrycket gradient för att beskriva lutningen som ett förhållande mellan två punkter i komplianstoppen (ASHA, 1988; BSA 2013, Arlinger 2007).

Tabell 1

Enkät svar: Parametrar som avläses vid tolkning och anses vara inom **normalområdet**. – **Tympanometri**.

	Klinik 1	2	3	4	5
Normalvärden					
Tryck (daPa)	-100 – 50	-100 – 50	-50 – 50	-100 – 50	-100 – 50
Bredd (daPa)	Annan tolkar	n/a	n/a	n/a	n/a
Mellanörekomprians (mmho/ml)	Annan tolkar	0,3 – 1,7	0,3 – 1,4	n/a	n/a
Hörselgångsvolym (ml, mmho)	Annan tolkar	Anges vid tymp, typ B	0,6 – 1,5	n/a	Stor/liten kavitet

Tabell 2

Normalvärden enligt riktlinjer, metodböcker och mätutrustning – **Tympanometri**.

Normalvärde	Nordisk Lärobok i Audiologi (2007)	SAME Handbok (2004)	BSA (2013)	ASHA (1990)	Madsen Otoflex	Inter acoustics Titan
Tryck (daPa)	-50 – 50	± 25	-50 – 50	-200 – 100	-100 – 50	-100 – 50
Bredd/Gradient (daPa)	n/a	n/a	< 200	50 - 110	n/a	n/a
Mellanörekomprians (mmho/ml/cm³)	0,3 – 1,5	0,4 – 1,3	0,3 – 1,6	0,3 – 1,4	0,3 – 1,7	0,3 – 1,6
Hörselgångsvolym (ml, mmho/cm³)	< 2 – 3	ca 0,8	0,6 – 2,5	ca 1 – 1,5	n/a	n/a

Tabell 3

Enkät svar: Gränsvärden vid användning av typer enligt det klassiska, kvalitativa systemet. – **Tympanometri**.

Typklassificering	Klinik 2	3	5
A	0,3– 1,7mmho -100 – 50daPa	>0,3ml -50 – 50daPa	0,3 – 1,7mmho -100 – 50daPa
A_s	<0,3mmho -100 – 50daPa	n/a	< 0,3mmho -100 – 50daPa
A_d	>1,7mmho -100 – 50daPa	n/a	>1,7mmho -100 – 50daPa
C	< -100daPa 0,3 – 1,7mmho	0,3 – 1,4ml >-50daPa	< -100daPa 0,3 – 1,7mmho
B	Rakt	< 0,2ml < 0,2ml	Rakt

Kommentar från enkät svar angående frågan om klassificering:

”Generellt gör audionomerna inte klassificeringar i typer utan kurvan bedöms i termer av övertryck/undertryck/flack o.s.v. och ger tillsammans med otoskopi underlag för åtgärd eller rehab. Vid hörselundersökning mot ÖNH-klinik lämnas kurvan över för bedömning av läkare.”

Tabell 4

Normalvärden från tre undersökningar på normalhörande vuxna individer med 226 Hz bärton. Varierande pumphastighet. – *Tympanometri*.

	Margolis & Heller (1987) <i>n=87 vuxna</i>		Roup et al (1998) <i>n=102</i>		Wiley et al. (1996) <i>n=2147</i>	
	90% range	Mean (\bar{x})	90% range	Mean (\bar{x})	90% range	Mean (\bar{x})
Tryck (daPa)	-83 – 0	-16,2	-103,5 – 4,2	-30	n/a	n/a
Bredd (daPa) (width)	51 – 114	77	35,8 – 95	66,86	n/a	n/a
Mellanörekomprians (mmho/ml/cm ³)	0,27 – 1,4	0,72	0,3 – 1,5	0,72	0,2 – 1,5	0,66
Hörselgångsvolym (ml, mmho/cm ³)	0,6 – 1,5	1,05	0,9 – 1,8	1,3	0,9 – 2,0	1,36

I enkätsvaren från de olika klinikerna varierar vilka parametrar som avläses vid mätningen och vad som anses vara inom ett normalområde (tabell 1). Normalområdet för de vanliga mätparametrarna *mellanöretryck* och *mellanörekomprians* varierar mellan klinikerna och även vid jämförelser med riktlinjer, metodböcker, och inställningar i testutrustning (tabell 2).

Endast tre av klinikerna har inkommit med enkätsvar om huruvida de använder typklassificering eller inte men även där används olika referensvärden för de olika typerna (tabell 3). I mätutrustning anges ibland typkurvor enligt ett klassiskt system men utan referens. Madsen Otoflex refererar i sin tekniska specifikation till Jergers (1970) normtyper vid klassifikationen av de olika tympanogrammen.

Vad som anses vara en normal hörselgångsvolym varierar för de olika riktlinjer som presenteras i tabell 2. Tabell 4 visar undersökningar på större populationer med vuxna individer och deras normalvärden ligger gott och väl inom de värden som anses som normala vid avläsning av tympanogram enligt enkäten och andra riktlinjer för mellanörekomprians, volym och bredd. Däremot hamnar flera av de som ligger inom 90 % området i tabell 4 utanför vad som anses vara ett normalt mellanöretryck av både kliniker och riktlinjer. Normalt mellanöretryck varierar också mycket mellan riktlinjer från BSA och ASHA (tabell 2). BSA poängterar däremot att det är kliniskt relevant först då trycket ligger under -100 daPa. De använder alltså sina riktvärden på olika sätt och är därför svåra att jämföra.

5.2 Stapediusreflexmätning

Vid stapediusreflexmätning används antingen dB HL eller dB SPL vid angiven intensitet. I resultaten nedan och även i resultatdiskussionen anges intensitet i dB HL om inget annat anges. Vid de frekvenser som används kliniskt för stapediusreflexmätning, 500, 1000 och 2000 Hz är ett värde angivet i dB HL ca 10 dB mindre än om samma nivå anges i dB SPL.

Tabell 5

Enkät svar - Stapediusreflexmätning

	Klinik 1	2	3	4	5
Normalområde reflextrösklar (dB HL)	75 – 95	75 – 95	Läkare bedömer	75 – 95 dB över hörtröskel	75 – 95 med tillväxt
Admittansförändring kriterium (mmho)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Tillväxtkriterier (steg = 5 dB stimökning)	0,03 mmho 1 steg	2 steg	Visuell bedömning	0,02 mmho 2 steg	1 steg
Kontralateralt Maxstim¹	100 dB SPL	110	105	110	110
Ipsilateralt Maxstim¹	100 dB SPL	110	100	105	110

¹I vissa svar framgår det ej om det är dB SPL eller dB HL som avses, det är utskrivet i de fall det funnits uppgift.

Kommentar från enkät svar:

”Vid automatisk stapediusreflexmätning görs ingen tillväxtkoll, men den mäter 2 ggr när ett svar har uppmätts, 0,02 räknas som svar.” (klinik 3)

Tabell 6

Ur svenska läroböcker och tillverkares grundinställningar - Stapediusreflexmätning

	Nordisk Lärobok i Audiologi (2007)	SAME Handbok (2004)	Madsen Otoflex	Inter-acoustics Titan	Inter-acoustics AT 235
Normalområde reflextrösklar (dB HL)	75 – 95	75 – 95	n/a	n/a	n/a
Admittansförändring - kriterie (mmho)	n/a	Visuell bedömning	0.02	Ställbart <0,02	Ställbart <0,02
Tillväxtkriterier (steg = 5 dB stimökning)	n/a	3 steg om möjligt	Ställbart 0-3 steg	n/a	n/a
Kontralateralt Maxstim (dB HL)	n/a	Anges ej	n/a	115 (100)	n/a
Ipsilateralt Maxstim (dB HL)	n/a	Anges ej	n/a	105	n/a

I resultaten från klinikerna (tabell 5) är svaren relativt väl överensstämmande. Vad som anses vara ett normalområde varierar inte och överensstämmer väl med det som anges i svensk litteratur (tabell 6). Kriteriet för admittansförändring och i viss mån även tillväxtkriterier är också relativt lika. Däremot kan en skillnad ses i maximal stimuleringsnivå mellan de olika klinikerna, variationen är mellan 100 dB HL som minst och 110 dB HL som mest. Det är svårtolkat i vissa fall då det är oklart om det är dB HL eller SPL som avses. De olika testutrustningarnas mätparametrar är i de flesta fall möjliga att ställa in av användaren och sällan finns rekommenderade parametrar i de tekniska specifikationerna.

5.3 OAE

5.3.1 TEOAE

Vid enkätsvar från klinikerna var det mycket få svar som rörde diagnostiska TEOAE-parametrar. Flera kliniker angav att de använde screening-TEOAE, d.v.s. att de endast avläser ett *pass* eller *refer*. Därför jämförs inte enkätsvar från klinikerna för TEOAE utan istället jämförs olika screeningprotokoll och testutrustningar med varandra. De testutrustningar som är inkluderade är de som klinikerna i enkäten angett att de använder.

Tabell 7

Jämförelser av defaultinställning av testprotokoll och kriterier för pass i utrustning och från rekommenderade testprotokoll för barn - TEOAE

Testparameter	Inter-acoustics Eclipse	Otodynamics Echocheck	Madsen Accuscreen	NHSP - barn (Kemp et al. 2001)	AAA -barn (2012)	ASHA - barn (2013)
Frekvenser – testade (<i>f</i>)	5 st vid 0,5 – 5,5 kHz	1, 5 – 3,2 kHz	1,4 – 4 kHz	1 – 4 Minst 4	n/a	Minst 3: 2, 3, 4 kHz
Stimulusnivå (dB peSPL)	83	max 84 ± 3 ¹	70 – 84 ²	80 – 88	80 ± 3dB	80
Frekvenser – obligatoriska för pass (<i>f</i>)	Minst 3 2, 3 kHz är obl.	Minst 4	Brusvägt medelvärde	Minst 2	Majoritet	2 - 4 kHz
SNR för pass (dB)	> 3	> 6	n/a	≥6	> 3 – 6	Minst 4, helst 6
Analysis window (ms)	3 – 18	4 – 10	5 – 12	4 – 10 el 12,5	10 – 12,5	n/a

¹Otodynamics Echocheck använder en stimuleringssekvens bestående av fyra klickar där de tre första klickerna tillsammans är lika stora som det sista.

²Madsen Accuscreen använder en stimuleringssekvens bestående av fyra klick där det första klicket är lika stort som de tre efterföljande. De tre efterföljande klickerna subtraheras därefter från det första i varje sekvens för att undvika artefakter.

Vid jämförelse mellan de olika parametrarna i tabell 7 var det tydligt att det finns en viss variation i hur testet avläses och tolkas. Både Otodynamics Echocheck och Madsens AccuScreen använder speciella parametrar för om ett svar skall tolkas som ett *pass*. AccuScreen använder ett brusvägt medelvärde för att beräkna den statistiska sannolikheten att en emission har registrerats i tidsfönstret (5-12ms). Interacoustics Eclipse refererar till NHSP rekommenderade testprotokoll för neonatalscreening som grund för sina referensvärden och inställningar.

5.3.2 DPOAE

Enkäten gav endast svar från tre kliniker. För de övriga har det antingen saknats uppgifter eller angivits att DPOAE inte används. Av de tre kliniker som angav att de genomförde diagnostiska DPOAE var det inte någon som använde sig av DPOAE i screeningutförande. I resultattabellerna presenteras därför de svar som gavs för diagnostisk tolkning och för olika screeningutförande i apparatur åtskilda då det inte finns någon anledning att jämföra dem. Inga referenser till fabrikanternas val av inställningar (tabell 9) finns med i resultatet för DPOAE.

Tabell 8

Enkät svar: Kriterier för *pass* - DPOAE.

Testparameter	Klinik 2	4	5
Använda Stimulusnivåer L1/L2 (dB SPL)	65/55 70/70	65/55	65/55 70/70
Stimulusfrekvenser f_2 (kHz)	1, 1.5, 2, 3, 4, 6	1, 1.5, 2, 3, 4, 6	1, 1.5, 2, 3, 4, 6
Passkriterier SNR	6 dB	6 dB	ca 3 – 6 dB

Tabell 9

Defaultinställningar i screeningutrustning/screeningprogram - DPOAE

Testparameter	Accuscreen	Capella	Interacoustics Eclipse
Använda Stimulusnivåer L1/L2 (dB SPL)	60/50	Ställbart	65/55
Stimulusfrekvenser f_2 (kHz)	5, 4, 3, 2 kHz	Ställbart	Quick DP-Gram 1, 2, 4, 6 Extended DP-Gram: 0.5, 1, 2, 4, 6, 8
Passkriterier SNR	Minst 3 av 4 frekvenser Med komplex statistisk beräkning.	Ställbart	7 dB

5.4 ABR

Det finns olika typer av ABR-undersökningar beroende på syftet med mätningen:

automatiserad ABR (aABR) som används främst vid neonatalscreening, neurodiagnostisk ABR, tröskelmätningar och mer frekvensspecifika ABR. Resultatet nedan har begränsats till neurodiagnostiska undersökningar, men även screeningprotokoll för neontalscreening finns med för jämförelse. I enkäten har det inte efterfrågats vilket testprotokoll som avses, däremot efterfrågades tolkningsvärden. Dessa har lagts till för att jämföra konsensus. De behandlas ytterligare i diskussionen utifrån litteraturen.

Tabell 10

Enkät svar för undersökning med klickar. Inställningar för vuxna har valts när det funnits alternativ. - ABR

Testparameter	Klinik 1	2	3	4	5
Stimulus type	Click	Click	Click	Click	Click
Antal svep	n/a	2000	2000	2000	1000
Stim rate/s	n/a	22,1	21,1	17,1	22,1
Recording length	n/a	12 ms	10 ms	12 ms	12 ms
Polarity	n/a	Alternate	Rarefaction	Alternate	Alternate
Filter settings (Input amp)	n/a	LP: 3000 Hz HP: 100 Hz	LP: 3000 Hz HP: 150 Hz	LP: 7500 Hz HP: 33 Hz	LP: 2000 Hz HP: 50 Hz
Värden använda vid tolkning	IATD ¹ : 0,3 ms IPL ² : 4 ms	IATD ¹ : 0,2 – 0,3 ms IPL ² : 4,5 ms	Bedöms av läkare	IATD ¹ : 0,2 – 03 ms IPL ² : Läkare bedömer	IATD ¹ : 0,3 ms IPL ² : 4,5
Använda normalområden	Tillverkarens förinställda värden	Tillverkarens förinställda värden	Eget normalmaterial	Tillverkarens förinställda värden	Eget normalmaterial

¹IATD: Interaural tidsdifferens (våg V). ²IPL: Interpeak latens (I-V)

Tabell 11

Fabrikantens defaultinställningar för neurodiagnostisk undersökning - ABR

Testparameter	GSI Audera	Eclipse	GN Otometrics Chartr
Stimulus type	Click	Click	Click
Antal svep	2000	3000	3000
Stim rate/s	49,08	39,1	49,1
Recording length	20 ms	20 ms	20 ms
Polarity	Alternating	Alternating	Alternating
Filter settings	LP: 1500 Hz HP: 30 Hz	LP: 1500 Hz HP: 25 Hz	LP: 1500 Hz HP: 30 Hz

Tabell 12

Guidelines och rekommenderade inställningar för neurodiagnostisk undersökning - ABR

Testparameter	IFCN²	ACNS³
Stimulus type	Click	Click
Antal svep	2000	1000 – 4000
Stim rate/s	10	5-200 (Beroende på frågeställning) Rekommenderat 8-10
Recording length	10ms eller 12 – 20ms	10 – 15ms
Polarity	n/a	Alternating, Rarefaction, Condensation (Beroende på frågeställning)
Filter settings	LP: 3000Hz HP: 10 – 30Hz	LP:2500 – 3000Hz HP:10 – 30Hz

²IFCN = The International Federation of Clinical Neurophysiology³ACNS: American Clinical Neurophysiology Society

Tabell 13

Guidelines och rekommenderade inställningar, neonatalscreening - ABR

Testparameter	NHSP	AAA
Stimulus type	Click	Click
Antal svep	2000 (min 1500)	Minimum 1000 (Rekommenderat > 6000 med manuellt stopp vid säkra svar)
Stim rate /s	45,1 – 49,1	27 – 39
Recording length	20 ms	20 ms
Polarity	Alternating	Alternating
Filter settings	LP: 1500 Hz HP: 30 Hz	LP: 1000 – 1500Hz HP: 30 – 50Hz

I resultatet från klinikernas inställningar vid ABR-mätningar (tabell 10) efterfrågades inget specifikt testprotokoll men trots detta har klinikerna uppgett i det närmaste helt lika uppgifter. En klinik anger att de använder 1000 svep och de övriga 2000. Alla rapporterar att de använder klickstimulering. En liten skillnad kan också ses i stimuleringshastighet, 17,1; 21,1 och 22,1. En klinik rapporterar att de använder Rarefaction och de övriga Alternating polaritet. Filtringen skiljer sig däremot en hel del mellan klinikerna. Det lägsta ställda HP-filtret är inställt på 33 Hz och det högsta på 150 Hz, med olika värden däremellan. LP-filtreringen är som lägsta 2000 Hz och som högsta 7500 Hz. Inställningarna för hur filtreringen är inställd är den parameter som varierar mest mellan de fyra kliniker som svarade. Några skillnader i hur resultaten tolkas kunde inte avläsas då de flesta angav att läkare bedömer

resultatet i efterhand. De kliniker som uppgav att de tolkar den interaurala tidsdifferensen har angett normalvariationen till mellan 0,2 - 0,3 ms. För de fem kliniker som svarade på enkätfrågan om huruvida förinställda normalområden används uppgav tre att de använder fabrikantens förinställda värden och två att de använder ett eget framtaget normalmaterial.

Fabrikanternas defaultinställningar för neurodiagnostisk ABR (tabell 11) är i stort sett identiska med små variationer för antal svep och stimuleringshastighet. Men just stimuleringshastigheten skiljer sig betydligt vid jämförelse mellan klinikernas inställningar och de förinställda parametrarna i testutrustningarna. (tabell 10 och 11) Klinikerna uppgav hastigheter mellan 17,1 och 22,1 och fabrikanternas stimuleringshastighet är inställd på 39,1 och 49,1. Detta är samma skillnad som kan ses vid jämförelse av stimuleringshastigheten mellan neonatalscreeningprotokollen (tabell 13) och de neurodiagnostiska undersökningarna (tabell 14). En betydligt snabbare stimuleringshastighet rekommenderas vid screening av spädbarn än vid de neurodiagnostiska undersökningarna. Även filterinställningarna skiljer sig åt. Men eftersom det inte angetts i enkätsvaren vilket testprotokoll som används är det svårt att jämföra resultaten. Interacoustics Eclipse hänvisar till NHSP:s rekommendationer för testprotokoll vid ABR, men det gäller för neonatalscreening och inte diagnostiska undersökningar för vuxna.

6. METODDISKUSSION

Det urval som gjordes vid utskick av enkäten grundades på att den utrustning som finns på universitetsklinikerna inte finns tillgänglig på alla diagnostiska enheter i Sverige. Inom ramen för ett magisterarbete bedömdes det vara tillräckligt med en liten svarsfrekvens då ingen statistisk beräkning avsågs. Målet med enkäten var att samla in nog med data för att hitta möjliga skillnader. I ett vidare arbete skulle det vara önskvärt med en mer komplett kartläggning av vilken utrustning som finns vid kliniker i Sverige och hur de är inställda för att exakt påvisa skillnader. Frågeställningarna blev till viss del svåra att svara på men har ändå kunnat diskuteras utifrån de resultat som inkommit.

Enligt Polit & Beck (2012) bör egendesignade frågeformulär endast användas i de fall inget passande validerat frågeformulär finns tillgängligt. Då frågeformuläret i denna studie endast syftat till att samla in data om hur utrustning är inställd och inget färdigt frågeformulär fanns tillgängligt skapades ett sådant för detta arbete. De frågor som ställdes var medtagna för att täcka

in så stora delar av de diagnostiska undersökningarna som möjligt. För att avgöra vilka frågor som skulle vara möjliga att svara på undersöktes ABR-, OAE- och impedansutrustning av olika slag för att kontrollera att svaren gick att få fram. Ett problem med enkäten var att den blev mycket omfattande och vissa delar blev svåra att svara på. Vid vissa kliniker saknades den tekniskt ansvarige, eller väl insatta personen, och därför blev en del svar mycket kortfattade och många frågor besvarades inte alls. För att underlätta uppmuntrades svarspersonen att bifoga utskrift på de inställningar som fanns i programmen och det har också gjorts i några av svaren. Det hade varit önskvärt att författaren själv eller en speciellt utsedd person hade avläst all utrustning runt om på klinikerna för att få så likvärdiga data som möjligt. Detta har inte varit möjligt inom ramen för arbetets storlek. Svaren från enkäten anses ändå ha bidragit till att frågeställningarna till viss del kunnat besvaras.

Kontakten med fabrikanterna kunde ha skett på annat sätt då den mailkonversation som skedde endast ledde till svar från en av tre fabrikanter. Det har lett till att frågeställning tre varit svår att svara på. Informationen har funnits tillgänglig till viss del på internetsidor och på annat sätt men ej gått att verifiera eller undersöka vidare i detta magisterarbete.

7. RESULTATDISKUSSION

I många audionomers dagliga arbete ingår diagnostiska tester, tolkning av dessa samt journaldokumentation av testresultat. Avsikten med denna uppsats har varit att undersöka huruvida audionomer arbetar och tolkar testresultat på samma sätt. Ett enhetligt arbetssätt vore önskvärt för att underlätta audionomers arbete och även för att öka patientsäkerheten vid delgivning till andra av tolkningar och dokumentation. I arbetets syfte finns inte journaldokumentation omnämnt, men då analys och tolkning av våra tester går hand i hand med dokumentation av resultatet kommer denna resultatdiskussion även gå in på journaldokumentation av testresultat.

7.1 Tympanometri:

Impedansaudiometriska test såsom tympanometri finns väl beskrivna i litteraturen och även i SAME metod- och handbok (SAME, 2004) som ofta används i den kliniska verksamheten. Trots detta finns det oklarheter vid tolkning av bland annat tympanometri. I resultatet från de kliniker som medverkade i enkätundersökningen (tabell 1 och 3) varierar de referensvärden som används och klinikerna använder också olika parametrar i sin tolkning. Vissa använder

typklassificeringar och andra gör det inte. Underlaget i enkäten ger inte utrymme för någon statistisk beräkning men olikheter finns och visar på att audionomerna inte menar samma sak när de använder uttryck som *normalområde* eller klassificeringar såsom typ A. Det är heller inte helt korrekt att jämföra de normalvärden som går att avläsa i riktlinjer från BSA och ASHA (tabell 2) då de ibland använder referensvärden för normalområden och ibland ett värde som gränsar till patologiskt. I enkätundersökningen uppger en klinik att det inte är audionomen som utfört mätningen som tolkar den utan audionomen scannar endast in resultatet för att i efterhand tolkas av läkare. De gånger de beskriver kurvan använder de mer allmänt beskrivande uttryck som *flackt*, *övertryck*, *undertryck* osv. Det visar sig alltså att tympanometri är en undersökning som tolkas och dokumenteras på olika sätt trots att normalområdet enligt flera undersökningar är väl kartlagt i litteraturen (tabell 4).

Ett värde som enligt enkätundersökningen inte används vid tolkning av tympanometri är bredd/gradient. Detta är ett värde som både ASHA och BSA rekommenderar i sina riktlinjer och anses vara av vikt vid bland annat diagnostiseringen av sekretorisk mediaotit. Även Nordisk Lärobok i Audiologi (NLA) beskriver både bredd och gradient och hur gradienten är ett sätt att i vissa fall skilja mellan typ A- och typ B-tympanogram (Arlinger, 2007). Det vore därför intressant att ta reda på orsaken till att bredd/gradient inte används i någon högre grad, åtminstone inte av de kliniker som medverkade i denna studie. En orsak kan vara avsaknaden av konsensus om hur gradienten skall beräknas och därmed vilken enhet som används vid presentation av resultatet. Gradient efterföljs ibland av enheten daPa då den räknats ut på samma sätt som tympanometrisk bredd (width). Ibland är den ett förhållande mellan två punkter i tympanogrammetts komplanstopp och presenteras då som en faktor mellan 0 och 1 för att visa hur flack eller spetsig kurvan är (de Jonge, 1986). Denna begreppsförvirring kan bidra till osäkerhet.

Just begreppsförvirring är ett av problemen vid impedansaudiometriska mätningar och även avsaknaden av standardisering. I riktlinjerna från ASHA presenteras en ordlista för hur olika begrepp bör användas som ett försök till standardisering (ASHA, 1988). Men i detta dokument och även i många artiklar och metaböcker beskrivs ofta undersökningarna på ett sätt som kan vara svårt att sätta sig in i utan en fördjupad kunskapsnivå i fysik och matematik. Det finns litteratur som beskriver testet på ett sätt som inte kräver samma bakgrundkunskap men det vore önskvärt att det fanns i större omfattning och även översatt till svenska. Värt att nämna i sammanhanget är Nordisk Lärobok i Audiologi (NLA) som beskriver

impedansaudiometri på ett lättförståeligt sätt (Arlinger, 2007). Några ord som ASHA (1988) definierat i sina riktlinjer är bland annat uttrycket *akustisk immittans* som är ett samlingsbegrepp för akustisk admittans, akustisk impedans eller de båda ihop. Då det i klinisk tolkning oftast handlar om admittans och inte impedans är *immittans* och *immittansaudiometri* uttryck värda att överväga vid användning i svensk litteratur. Akustisk admittans och komplians är två begrepp som ofta används synonymt av fabrikanter och i litteraturen vilket även det skapar viss förvirring. ASHA rekommenderar att ordet peak-kompenserad statisk admittans (peak compensated static admittance) används och detta ses ofta i artiklar och metodböcker. BSA (2013) använder båda uttrycken i sina rekommendationer. NLA använder uttrycket ”mellanörats statiska komplians (SC) för att uttrycka mellanörekomplians. Även här vore det önskvärt med ett överenskommet svensk uttryck för att undvika missförstånd vid tolkning och även vid dokumentation av testresultat. Hur ska då tolkning bli enhetlig och referensvärdena desamma? En fråga att ställa är huruvida tympanometri skall tolkas och klassificeras enligt det klassiska systemet som exempelvis Lidén (1969) och Jerger (1970) föreslog. Flera kliniker använder sig av detta system och exempelvis ÖNH-boken rekommenderar användningen av typbeteckningar (Friis-Liby & Groth, 2010). Däremot visar detta arbete på att gränsvärdena för de olika typerna och även vilka typer som används varierar mycket mellan rekommendationer, mätutrustningar och kliniker. BSA (2013) rekommenderar att vissa resultat skall presenteras kvantitativt, däribland mellanöretryck, admittans och att formen skall beskrivas i ord. De anser att typbeteckningar kan förvirra och förleda.

En annan fråga gällande tolkning och dokumentation är om det bör finnas information om huruvida testet är ett screeningtest eller ett diagnostiskt test. Med vilken hastighet trycket ändras vid mätningen påverkar till viss del resultatet för både den maximala admittansen och mellanöretrycket (Margolis & Heller, 1987). Möjligen vore det önskvärt att i dokumentationen ange om det är en screeningmätning eller en diagnostisk mätning som genomförts för att undvika feltolkningar.

7.2 Stapediusreflexmätning

Vid tolkning och utförande av stapediusreflexmätning tyder svaren från klinikerna i enkäten på konsensus. Även SAME metodbok överensstämmer med hur testet genomförs idag. Ett par saker kring testet är värda att diskutera utifrån enkätresultaten och litteraturen. Dels så finns det en viss oklarhet i vad som skall anges som tillväxtkriterium. SAME Handbok (2004)

anger att det om möjligt skall ske en tillväxt i tre 5 dB-steg efter första kompliansförändringen för att det skall anses vara en fastställd tröskel med tillväxt. Klinikerna visar i sina svar på enkäterna (tabell 5) att det inte är normen vid mätningar. Vad det beror på är oklart, men testet kräver mycket starka stimulerings signaler. Att öka nivån med uppåt 15 dB efter första fastställda kompliansförändring på 0,02 - 0,03 mmho riskerar en alldeles för stark stimulering för patienten att tolerera eller att maximal stimuleringsnivå uppnåtts innan tillväxtkriteriet uppfyllts. Ett kritiskt öga och en tydlig tillväxt på två 5 dB-steg verkar vara det som flera kliniker i enkäten går efter. Även genomgången av olika fabrikanter inställningar tyder på att de låter användaren till stor del avgöra vad en fastställd tillväxt är, och att den visuella bedömningen spelar stor roll.

Svaren från klinikerna tyder på en viss oenighet angående maximal stimuleringsnivå. En misstolkning sker ibland vid rapporteringen av stimuleringsnivå vid framförallt ipsilateralt test då nivåerna ibland presenteras som dB SPL och ibland som dB HL. Hunter, et. al (1999) pekar på risken för skadligt starka stimuleringsnivåer och anser att en nivå på maximalt 115 dB SPL bör användas. De flesta testutrustningar idag använder dB HL som enhet för nivån och 115 dB SPL motsvarar ca 105 dB HL vid de frekvenser som används vid stapediusreflexmätningen. Möjligen bör detta vara en rekommendation på svenska kliniker för att undvika risken för skada eller obehag för patienten. Några rekommendationer eller riktlinjer från exempelvis ASHA och BSA har inte gått att finna vid de sökningar som gjorts i detta arbete.

7.3 OAE

Vid genomgång av litteratur, enkätsvar och även i mer informella samtal med andra audionomer upplevs det som att många ser OAE mestadels som ett screeningtest för framförallt spädbarn eller små barn. Professor James Hall har studerat OAE under många år och diskuterar detta i en internetbaserad kurs om OAE där han bland annat propagerar för ökad användning av OAE vid diagnostik av äldre barn och vuxna och försöker visa på OAE som ett bra sätt att bedöma yttre hårcellsfunktion (Hall, 2015). Kanske har framgången med screening OAE fått oss att glömma bort den som ett viktigt diagnostiskt redskap även vid bedömningen av vuxna inför exempelvis rehabilitering och annan diagnostisering?

7.3.1 TEOAE

Vid arbete med bakgrund och även vid analys av resultaten i detta arbete framgick det att TEOAE som diagnostisk mätning inte var något som frekvent togs upp. De svar som inkom och de artiklar och metodböcker som refereras i detta arbete innehöll mest information om TEOAE som screeningmätning och DPOAE som den kliniska diagnostiserande mätmetoden. Vid TEOAE med screeningtest avläses ett *pass* eller *refer* för godkänt eller icke godkänt mätresultat. Det som var intressant vid analys av svar från enkäten var att jämföra de utrustningar klinikerna använder vid screening-TEOAE, dels med varandra men också med rekommenderade parametrar från några befintliga testprotokoll från ASHA, AAA och NHSP. Då detta test oftast bara ger svaret godkänt eller icke godkänt torde det vara av vikt att det är samma parametrar och förutsättningar som jämförs. Så var dock inte fallet vid jämförelse mellan olika default-inställningar i utrustning och för testprotokollens rekommendationer (tabell 7). Det var variationer dels i hur många frekvenser som skulle finnas med för godkänt resultat och även vilket frekvensområde svaren skulle finnas inom. Utrustningen som använde det bredaste frekvensområdet låg mellan 0,5 och 5,5 kHz och krävde svar vid fem frekvenser för ett accepterat svar och utrustningen som använde det minst breda frekvensområdet låg mellan 1,5 och 3,2 kHz. Det var också variationer i hur stort SNR skulle vara för ett godkänt resultat; från 3 dB till 6 dB. Vissa inställningsparametrar gick inte att avläsa och därför är det svårt att jämföra olika utrustningar på ett korrekt sätt. En del fabrikanter använder speciella typer av stimulus och även alternativa sätt att tolka svaren, bland annat genom att titta på en statistisk sannolikhet för ett svar med ett brusvägt medelvärde snarare än fasta SNR för några specifika frekvenser. Det är alltså svårt att veta vad utrustningens gröna lampa för *pass* innebär då det inte finns en fastställd standard för detta i Sverige.

Frågan är hur mycket det egentligen påverkar i den kliniska vardagen? Akinpelu et al. (2014) sammanställde tio olika studier vars syfte bland annat var att undersöka hur olika testparametrar och kriterier för *pass* påverkar mängden vidareremitteringar (test där utslaget varit negativt och remiss för vidare tester krävs) och det positiva prediktiva värdet av neonatalscreening. De tio studierna tittade på olika faktorer som kan påverka såsom barnets ålder och på olika kriterier för *pass*. Flera av undersökningarna i studien använde fyra frekvenser med ett specifikt SNR-värde för att svaret skulle anses som godkänt. I en studie användes fem frekvenser varav tre skulle vara godkända. SNR-värdet skiljde mellan 3, 4, 5 och 6 dB. Detta liknar det som kan avläsas i resultatet i detta arbete (tabell 7). Det studien bland annat visade var att screening av högre frekvenser, 2 - 4 kHz eller 2 - 5 kHz bidrog till

färre som vidareremitterades än för test vid 1 – 4 kHz. Däremot sågs överraskande nog färre vidareremitteringar vid ett högre SNR-förhållande än ett lägre. Artikelförfattarna spekulerar i om det har att göra med att de utrustningar som krävde ett högre SNR hade tekniska fördelar och därmed gav färre falskt positiva svar. Studien som Akinpelu et al. gjorde visade alltså att testparametrarna är av betydelse men troligen också utrustningens teknik i sig.

För att säkerställa både att arbetet i den svenska neonatalscreeningen och i den kliniska verksamheten i övrigt är lika borde det vara av vikt att ha en konsensus för vilka parametrar som skall beaktas och hur de skall tolkas vid TEOAE. Då det finns riktlinjer och nationella bestämmelser i många andra länder som skulle fungera som underlag för svenska riktlinjer, borde inte ett sådant arbete vara särskilt omfattande eller svårt.

7.3.2 DPOAE

DPOAE används i viss utrustning i screeningutförande men används även diagnostiskt och tolkas då av den som utför mätningen. DPOAE genomfördes endast på tre av de kliniker som medverkade i enkätundersökningen och de angav i princip samma stimulusnivåer, testade frekvenser samt kriterier för *pass* i form av SNR (tabell 8). Ingen av de kliniker som svarade använde DPOAE som screeningtest utan då användes istället TEOAE.

Hur ska då DPOAE tolkas och vad är ett godkänt svar? Abdala & Visser-Dumont (2001) studerade detta och ansåg att DPOAE diagnostiskt ska delas in i tre kategorier: a) uteblivna emissioner, b) tydliga och normala registrerade emissioner samt c) registrerade, men inte normala emissioner. De poängterade att vad som anses vara ett uteblivet svar varierar mellan olika utrustningar då de bland annat beräknar brusgolv på olika sätt, men anser att ett uteblivet resultat är när DPOAE saknas vid minst två eller fler f_2 -frekvenser enligt den för utrustningen gällande SNR-beräkning. De anser att endast en frekvens inte kan återspegla en normal cochleär funktion. De två kriterier de sätter upp för registrerade, normala DPOAE är a) minst 3-6 dB SNR vid ungefär 70 % av det testade området. Det motsvarar fyra till fem av sex f_2 -frekvenser. Och b) total DPOAE-nivå med hänsyn till patientens ålder med hänsyn till att mindre barn har starkare och mer robusta DPOAE. Den tredje kategorin, registrerade men inte normala emissioner, är intressant då det är ofta förekommande i den kliniska världen. Abdala & Visser Dumont (2001) beskriver denna kategori som den mest utmanande vid diagnostik då det är svårt att hitta gränser mellan de tre kategorierna och att risken är att patienter med svårtolkade resultat registreras som icke uppmätta. Vad författarna menar med denna kategori är exempelvis DPOAE som registreras med fullgott SNR men med en totalnivå av

emissionerna som är orimligt låg med hänsyn till patientens ålder. Ett annat fall kan vara då det endast förekommer emissioner i ett begränsat frekvensområde. Frågan är alltså hur resultatet ska tolkas för olika åldrar vid användning av diagnostisk DPOAE.

Screeningprotokoll och dess rekommendationer är olämpliga att använda då de oftast är framtagna för nyfödda eller små barn och inställningen i olika utrustningar varierar. En annan fråga är vad som skall tolkas som ett godkänt svar. Två viktiga punkter bör tas med i denna diskussion:

- 1) Dokumentation av testresultat är av största vikt. Då bör resultat anges för varje frekvens med tillhörande SNR. Eventuellt bör även OAE-svarens totalnivå inkluderas då det finns en ålderspåverkan på emissionsnivån. Dessutom bör testförhållanden vid alla OAE-mätningar dokumenteras då resultaten påverkas av yttre faktorer och även av störningar från patienten själv.
- 2) Den som utför testet bör vara den som tolkar och även dokumenterar resultatet. Att dokumentera resultatet väl ger möjlighet för någon att i efterhand tolka resultatet, men den som utför testet har alltid en fördel då den kan analysera svaret utifrån den verkliga testsituationen.

Att uppnå konsensus för vad som ska tolkas som ett normalt DPOAE och vilka SNR-värden och testfrekvenser som ska gälla kanske inte är möjligt. Men att ha någon form av tolkningsmall eller rekommendation för tolkning, dokumentation och möjligen en indelning i olika kategorier som exempelvis Abdala & Visser-Dumont (2001) föreslår, är värt att diskutera. Hall (2015) propagerar i sin internetbaserade kurs för en ökad klinisk användning av testet på vuxna och äldre barn och kanske kräver det att tolkningen av testet förenklas för att detta ska uppnås. Riktlinjer och rekommendationer kan vara en väg för att underlätta vid den kliniska användningen, minska eventuell osäkerhet vid tolkningen samt uppmuntra att testutföraren själv är den som tolkar och dokumenterar resultatet. Om det blir mindre osäkerhet kring detta kanske intresset och användningen av DPOAE ökar.

7.4 ABR

ABR används som diagnostisk metod med flera olika syften; spädbarnsscreening, hörtröskelbestämning, neurodiagnostiska undersökningar och även viss frekvensspecifik tröskelmätning. Syftet med mätningen påverkar de testparametrar som används för att testet skall utföras optimalt, och de olika testprotokollen kan vara svåra att skilja åt. I den enkät som klinikerna svarade på saknades uppgifter om vilket testprotokoll som avsågs. Det fanns endast uppgifter om stimulus och ett fåtal andra testparametrar. Det har därför varit svårt att jämföra

klirikernas uppgifter då det är av vikt att veta vad testets avsikt är då de olika inställningarna avläses och jämförs. Det som ändå framgår är att klinikernas val av inställningar är relativt lika (tabell 10). Här är det viktigt att beakta att de flesta av klinikerna som medverkade i enkäten använder samma testutrustning.

En tolkning av enkätsvarens parametrar tyder på att de avser ett testprotokoll som används vid grundläggande neurodiagnostisk undersökning och i viss mån vid tröskelmätningar med klickstimulus. En orsak till denna tolkning är stimuleringshastigheten som skiljer mellan klinikernas inställningar, neonatalscreeningens och de mer ingående neurodiagnostiska undersökningarnas rekommendationer. I bland annat IFCN's (1999) rekommendationer används en låg stimuleringshastighet på 11/s för neurologiska bedömningar medan vid test för hörtröskelbedömning används snabbare stimulus på 20-40/s. Vid jämförelse mellan klinikernas inställningar (tabell 10), de neurodiagnostiska testprotokollen från fabrikanternas default-inställningar (tabell 11) och de rekommenderade testprotokollen från IFCN och ACNS (tabell 12) ses skillnader i svephastighet, filtrering och tidsfönstrets omfattning.

Stimuleringshastigheter på 8/s som lägst till 49,1/s som snabbast, högpasfilter från 10 Hz som lägst till 150 Hz som högst och tidsfönstrets längd som är 10 ms för vissa test och 20 ms för andra. I resultatet ses olika testprotokoll och inställningar och hur de kan variera mellan olika testprotokoll och mätningar. Det är alltså svårt att göra några jämförelser av de data som inhämtats, och som beskrivs i metoddiskussionen hade resultaten varit lättare att jämföra om testutrustning och tolkning kunnat avläsas av en och samma person. Brister i enkätens utformning och vid insamling av data gör därför en egentlig jämförelse ointressant.

Enkätsvaren visar dock att det är en stor skillnad mellan de olika testparametrar som används beroende på vad syftet med testet är och som audionom är det alltså av vikt att ha god kunskap om detta vid ABR.

Den jämförelse som gått att göra av svaren från klinikerna var den gällande filtrering. Filtreringen skiljde sig åt mellan klinikerna vid jämförelse av dess bandbredd (tabell 10). Filtrering är nödvändigt för att ta bort elektriska störningar från patienten eller omgivningen under mätningen men kan också påverka resultatet negativt. Hall (2007) anser att det kliniskt mest säkra är att filtrera så lite som möjligt för att filtreringen inte ska påverka testet, speciellt om det går att filtrera signalen i efterhand, å andra sidan kan för lite filtrering påverka testtiden negativt. I resultatet (tabell 10) kan skillnader utläsas mellan klinikernas använda högpasfiltrering på mellan 33 och 150 Hz och lågpasfiltrering på mellan 2000 och 7500 Hz.

På flera ställen i rekommendationer och litteratur anges den lägsta gränshfrekvensen för högpassfiltret till mellan 10-30 Hz och den högsta gränshfrekvensen för lågpassfiltret till 3000 Hz, men testets syfte påverkar vald filterbredd. Värt att tänka på är att viss litteratur är äldre och i princip endast talar om analog filtrering och mätningar i äldre testutrustning och är alltså ännu en viktig aspekt att ta hänsyn till när ett ABR utförs.

Vid analys av de resultat som uppmäts vid ABR finns väl angivet av exempelvis Hall (2007) och av IFCN (Pratt et al. 1999) vilka referensvärden som bör användas vid neurodiagnostiska undersökningar och även vid tröskelmätningar med ABR. Trots att referensvärden finns att tillgå använder många kliniker sitt eget normalmaterial, detta ses både i resultatet från enkäten i detta arbete (tabell 10) och i litteraturen (Kapoor et al, 1996 & Charak et al, 2013). I litteraturen anges orsaken till ett eget insamlat normalmaterial vara att de vill säkerställa sina normalvärden efter de testparametrar de använder och med det kliniska underlag de har. Det finns väl definierat av bland annat Hall (2007) och i ISO 389-9 hur ett normalmaterial skall tas fram. Däremot finns det anledning att fundera över om egna normalmaterial behövs om det istället finns en konsensus baserad på de resultat som framkommit i tidigare undersökningar. Konsensus för hur testparametrar skall vara inställda för olika testprotokoll och hur resultaten skall tolkas torde underlätta för audionomer och andra testutförare på klinikerna.

När det gäller tolkning av testresultat så anser bland annat NHSP (2013) att den visuella bedömningen av ett ABR-svar är av stor vikt. Det dokumentet gäller framför allt ABR vid neonatalscreening och inte neurodiagnostiska undersökningar eller tröskelmätningar på vuxna patienter. Men det är viktigt att värdera och lyfta fram den betydelse ett tränat öga har för tolkningen. Att under testets utförande kunna avläsa och bedöma testförhållande och resultat torde vara av vikt. En diskussion värd att ha vid annat tillfälle är om det kan finnas en felkälla i att en annan person än den som utfört testet i efterhand bedömer resultatet.

Neonatalscreening med ABR används i många länder och bland annat England, USA och andra länder har väl fastställt vilket testprotokoll som gäller (BSA, ASHA, AAA) (tabell 13). Sverige saknar fortfarande nationellt fastställda testprotokoll och konsensus för analys och testparametrar. Vid ABR för neurodiagnostiska undersökningar och tröskelmätningar tyder resultatet i denna uppsats på att den utrustning kliniken har, vilken programversion som

används och testets syfte påverkar parametrarna mycket varför det kan vara svårt att ha riktlinjer för detta. Fortsatt diskussion och forskning kring detta vore önskvärt.

Att audionomen, eller annan person som genomför klinisk ABR behöver ha en god kunskap om utrustningen och de testparametrar som används är av vikt för testresultatet, detta påpekar även BSA och ASHA i sina riktlinjer. Slutligen är dokumentation värd att nämna här då denna uppsats visat att endast ange värden som ”*inom normalområdet*” inte är tydligt nog utan att det bör finnas information om vad normalområdet är och även noga ange hur testet gått till och vilka mätparametrar som använts vid testet. Hur dokumentationen av resultat från ABR exakt ska se ut är därför något som behöver undersökas vidare.

8. KONKLUSION

Syftet med denna uppsats har dels varit att undersöka de referensvärden som används vid de diagnostiska mätningarna tympanometri, stapediareflexmätning, OAE och ABR. Vidare har uppsatsen syftat till att jämföra och undersöka hur testresultat tolkas och hur audionomer använder den testutrustning som krävs vid audiologisk diagnostik. Det har resulterat i en mängd data som dels visar på den enormt breda kunskap och kompetens som audionomen besitter. Men den tyder också på att audionomer inte alltid använder samma referensvärden eller menar samma sak vid användandet av uttryck såsom *normalområde*. Inte heller finns konsensus för hur testerna skall tolkas eller hur testutrustningens parametrar skall vara inställda. Detta arbete har inte kunnat visa på några exakta skillnader men visar på ett stort behov av fortsatt forskning och arbete med enhetliga nationella riktlinjer liknande de som redan finns i många andra länder. Arbetet syftade inte till att undersöka dokumentation av testresultaten men i diskussionen har ämnet ändå tagits upp då testutförande, tolkning och dokumentation går hand i hand i det diagnostiska arbetet. Då det i patientjournalen ska dokumenteras testresultat bör även denna fråga tas upp i framtida forskning och förslag eller riktlinjer för dokumentation av testresultat bör tas fram.

REFERENSLISTA

Abdala, C., & Dhar, S. (2012). Maturation and aging of the human cochlea: a view through the DPOAE looking glass. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 13(3), 403-421.

Abdala, C., & Visser-Dumont, L. (2001). Distortion product otoacoustic emissions: a tool for hearing assessment and scientific study. *The Volta review*, 103(4), 281.

Akinpelu, O. V., Peleva, E., Funnell, W. R. J., & Daniel, S. J. (2014). Otoacoustic emissions in newborn hearing screening: A systematic review of the effects of different protocols on test outcomes. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 78(5), 711-717.

American Academy of Audiology. (2012). *Audiologic Guidelines for the Assessment of Hearing in Infants and Young Children*. Hämtad 2016-03-22, från http://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/ChildhoodScreeningGuidelines.pdf_5399751c9ec216.42663963.pdf

American Clinical Neurophysiology Society. (2006) Guideline 9C: Guidelines on short-latency auditory evoked Potentials1. (2008). *American Journal of Electroneurodiagnostic Technology*, 46(3), 275.

American Speech-Language-Hearing Association. (1988). *The short latency auditory evoked potentials: a tutorial paper by the Working Group on Auditory Evoked Potential Measurements of the Committee on Audiologic Evaluation*. Alexandria, Va: ASHA, 9.

American Speech-Language-Hearing Association. (1988). *Tympanometry [Relevant Paper]*. Hämtad 2016-03-29 från <http://www.asha.org/policy/RP1988-00027/>.

American Speech-Language-Hearing Association. (1997). *Guidelines for audiologic screening*. Hämtad 2013-04-16 från <http://asha.org/policy/GL1997-00199.htm>

American Speech-Language-Hearing Association. (2004). *Scope of Practice in Audiology*, ASHA. www.asha.org/policy.

American Speech-Language-Hearing Association (2013). *Expert Panel Recommendations on Newborn Hearing Screening*, ASHA.

Arlinger, S. (2007). *Nordisk lärobok i audiologi* (1. uppl. ed.). Bromma: CA Tegnér.

Borg, E. (1973). On the neuronal organization of the acoustic middle ear reflex. A physiological and anatomical study. *Brain Research*, 49(1), 101-123.

British Society of Audiology. *Recommended Procedures and Publications*. Hämtad 2015-09-18, från <http://www.thebsa.org.uk/resources/>

British Society of Audiology. (2013). *Recommended Procedures: Tympanometry*. British Society of Audiology.

Cebulla, M., Stürzebecher, E., Elberling, C., & Müller, J. (2007). New clicklike stimuli for hearing testing. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(9), 725-738.

Chalak, S., Kale, A., Deshpande, V. K., & Biswas, D. A. (2013). Establishment of normative data for monaural recordings of auditory brainstem response and its application in screening patients with hearing loss: A cohort study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 7(12), 2677-2679.

Clark, J. L. Roeser, R.J & Mendrygal, M. (2011). Middle Ear Measures. In R. J. Roeser, M. Valente & H. Hosford-Dunn (Eds.), *Audiology diagnosis* (pp. 380-399). New York: Thieme.

Elberling, C., & Osterhammel, P. A. (1989). *Auditory electrophysiology in clinical practice*. Oticon A/S.

Erminy, M., Avan, P., & Bonfils, P. (1998). Characteristics of the acoustic distortion product 2f₂-f₁ from the normal human ear. *Acta oto-laryngologica*, 118(1), 32-36.

Feeny, M.P. & Schairer, K.S. (2014). Acoustic Stapedius Reflex Measurements. In J. Katz (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology* (7th edition., pp. 165-173). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health.

Feirn, R., Lightfoot, G., Meredith, R., Minchom, S., Parker, G., Brennan, S., & Booth, R. (2011). *Guidelines for the early audiological assessment and management of babies referred from the newborn hearing screening programme*. NHSP Early assessment guidelines v3.1.

Friis-Liby, J. & Groth, A. (red.) (2010). *ÖNH-handboken*. (1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Gaskill, S. A., & Brown, A. M. (1990). The behavior of the acoustic distortion product, 2f1-f2, from the human ear and its relation to auditory sensitivity. *Journal of the Acoustical Society of America*, 88(2), 821-840.

Gelfand, S. A. (2009). *Essentials of audiology* (3.th ed.). New York: Thieme.

Hall, J. W. (2000). *Handbook of otoacoustic emissions*. San Diego, Calif: Singular Thomson Learning.

Hall, J. W. (2007). *New handbook of auditory evoked responses*. Boston, MA: Pearson.

Hall, J. W. (2015, August). A clinician's guide to OAE measurement and analysis. *AudiologyOnline*, Article 14981. Hämtad 2016-05-09, från <http://www.audiologyonline.com>.

Hunter, L. L., Ries, D. T., Schlauch, R. S., Levine, S. C., & Ward, W. D. (1999). Safety and clinical performance of acoustic reflex tests. *Ear and Hearing*, 20(6), 506-506.

Hunter, L. L. & Sanford, C. A. (2014). Tympanometry and Wideband Acoustic Immittance. In J. Katz (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology* (7th edition., pp. 137-149). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health.

Ivarsson, L. (2012, rev 2014). "*Hörselscreening av 4-åringar inom BHV*", Audiologisk avdelning, Skånes universitetssjukhus, Lund. Hämtad 2015-09-17, från <http://www.rikshandbokenbhv.se/Dokument/Undersokningar/Manual%20h%C3%B6rselscreening,%20Rikshandboken%20BHV.pdf>

- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology*, 92(4), 311-324.
- Jewett, D. & Williston, J. S. (1971). Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain*, 94(4), 681-696.
- Jiang, Z. D., Zheng, M. S., Sun, D. K., & Liu, X. Y. (1991). Brainstem auditory evoked responses from birth to adulthood: Normative data of latency and interval. *Hearing research*, 54(1), 67-74.
- Jonge, R. D., & De Jonge, R. (1986). Normal tympanometric gradient: A comparison of three methods. *Audiology*, 25(4-5), 299-308.
- Kapoor, R. K., Kumar, R., Shukla, R., Misra, P. K., Sharma, B., & Dwivedee, S. (1996). Brainstem auditory evoked response-A normative study in children. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 48(2), 144-149.
- Kei, J., Sockalingam, R., Holloway, C., Agyik, A., Brinin, C., & Baine, D. (2003). Transient evoked otoacoustic emissions in adults: A comparison between two test protocols. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(10), 563-573.
- Kemp, D.T. (2002) Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medical Bulletin*, 63, 223-241.
- Kemp, D. T., Ryan, S., & Bray, P. (1990). A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear and hearing*, 11(2), 93-105.
- Kemp, D., Thornton, R., Kimm, L., Lutman, M., Watkin, P. (2001) *Transient evoked otoacoustic emission (TEOAE) testing in babies. Recommended test protocol*. Working group on universal neonatal hearing screening, NHSP.
- Koors, P. D., Thacker, L. R., & Coelho, D. H. (2013). ABR in the diagnosis of vestibular schwannomas: a meta-analysis. *American journal of otolaryngology*, 34(3), 195-204.

Lexikaliska institutet, & Svenska akademien. (2009). *Svensk ordbok: Utgiven av svenska akademien* (1. uppl. ed.). Stockholm: Norstedt.

Lidén, G. Björkman, G. Nyman, H & Kunov, H. (1977) Tympanometry and Acoustic Impedance. *Acta Oto-Laryngologica*, 83:1-6, 140-145

Lidén, G. (1969). The scope and application of current audiometric tests. *The Journal of Laryngology and Otology*, 83(6), 507-520.

Lindström, I. (2001). Audionomutbildningen – förr och nu. *Audionomen*, 2, 23-29.

Lous, J., Ryborg, C. T., Damsgaard, J. J., & Munck, A. P. (2012). Tympanometry in general practice: use, problems and solutions. *Family practice*, 29(6), 726-732.

Margolis, R. H., & Heller, J. W. (1987). Screening Tympanometry: Criteria for Medical Referral: Original Papers. *International Journal of Audiology*, 26(4), 197-208.

Martini, A., & Mazzoli, M. (1999). Achievements of the European Working Group on genetics of hearing impairment. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 49, 155-158.

Onusko, E. (2004). Tympanometry. *American family physician*, 70(9), 1713-1720.

Otometrics. *MADSEN OTOflex 100 & OTOsuite Immittance Module, Reference manual*, Doc No. 7-50-0880-EN/21

Otometrics (2013). *MADSEN AccuScreen OAE & ABR Screener, Test Methods*. Doc no. 7-50-1010-EN/02

Otodynamics (2006). *Echocheck User Manual*, Issue 14.

Picton, T. W., Stapells, D. R., & Campbell, K. B. (1981). Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. *The Journal of Otolaryngology. Supplement*, 9, 1-41.

Polit, D. F. & Beck, C. T. (2012). *Nursing Research. Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice*. (9th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health. Lippincott Williams & Wilkins.

Pratt, H., Aminoff, M., Nuwer, M. R., & Starr, A. (1999). Short-latency auditory evoked potentials. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. Suppl*, 52, 69-77.

Rao, A., Tusler, E. M., & Formo, A. (2014). Comparison of 2f1-f2 DPOAE and 2f2-f1 DPOAE fine structure in young and middle-aged adults. *International journal of audiology*, 53(3), 165-173.

Rikshandboken i barnhälsovård.(2015). *Hörsel och lekaudiometri*. Hämtad 2015-10-27, från <http://www.rikshandboken-bhv.se/>

Roup, C. M., Wiley, T. L., Safady, S. H., & Stoppenbach, D. T. (1998). Tympanometric screening norms for adults. *American Journal of Audiology*,7(2), 55-60.

Roush, J., Drake, A., & Sexton, J. E. (1992). Identification of middle ear dysfunction in young children: A comparison of tympanometric screening procedures. *Ear and Hearing*, 13(2), 63-69.

SBU Alert. *Allmän hörselscreening av nyfödda*. Version 1. Stockholm: Statens beredning för medicinsk utvärdering (SBU); 2004. Hämtad från <http://www.sbu.se>

SFS 1982:763. *Hälso- och sjukvårdslag*. Hämtad 2014-10-11, från Sveriges Riksdag, https://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Halso--och-sjukvardslag-1982_sfs-1982-763/

SFS 2010:659. *Patientsäkerhetslag*. Hämtad 2015-12-15, från Sveriges Riksdag, http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659/

Socialstyrelsen (2007). Registret över legitimerad hälso- och sjukvårdspersonal (HOSP). Hämtad 2014-10-20, från Socialstyrelsen.

[http://www.socialstyrelsen.se/register/verksamhetspersonal/legitimeradpersonal\(hosp\)](http://www.socialstyrelsen.se/register/verksamhetspersonal/legitimeradpersonal(hosp))

SOSFS 1995:4. *Socialstyrelsens föreskrifter och allmänna råd; Legitimerade optikers arbetsuppgifter inom hälso- och sjukvården.* Hämtad 2015-09-18, från

<http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/1995-4>

SOSFS 2008:14. *Socialstyrelsens föreskrifter om informationshantering och journalföring i hälso- och sjukvården.* Hämtad 2015-12-15, från Socialstyrelsen,

<http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/2008-14>

Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME]. (2004). *Metodbok i praktisk hörselmätning* (2. uppl.) Bromma: CA Tegnér AB.

Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME]. (2004). *Handbok i hörselmätning.* Bromma: SAME och C-A Tegnér AB.

Svenska Audionomföreningen. (2001). *Etisk kod för audionomer.* Hämtad 2015-12-10, från http://www.srat.se/Documents/Audionomerna/Audionomerna_%20Etisk%20kod.pdf

Vetenskapsrådets rapportserie (2011). *God forskningssed* 1:2011

Wiley, T. L., Cruickshanks, K. J., Nondahl, D. M., Tweed, T. S., Klein, R., & Klein, B. E. (1996). Tympanometric measures in older adults. *Journal of the American Academy of Audiology*, 7(4), 260-268.

Zhang, V. W., & McPherson, B. (2008). A review of otoacoustic emission hearing screening technology. *Audiological Medicine*, 6(2), 100-114.

BILAGOR

Bilaga 1



DOKUMENTATION
VID AUDIOLOGISK
DIAGNOSTIK

Habilitering & Hälsa
version 1.2

FÖRORD

Detta häfte är resultatet av ett arbete genomfört av audionomerna på Enheten diagnostik och rehabilitering Mölndal, sammanställt av audionomerna Birgitta Wallström-Berg och Åsa Winzell Juhlin. Häftet är tänkt att användas som stöd vid dokumentation av resultat från ton- tal- och impedansaudiometri. Sist i detta häfte finns några exempel. De är inte att ses som mallar utan som förslag.

Att inkludera en sammanfattande beskrivning av hörseln är ibland av stort värde vid dokumentation. Då ges möjligheten att förmedla en helhetsbild av personens hörsel grundat på genomförda tester, tidigare diagnoser och anamnes.

Mölndal 2008

INDEX

- Tonaudiometri
- Talaudiometri
- Impedansaudiometri
- Förslag

TONAUDIOMETRI

Vid dokumentation anges:

- Typ
- Grad
- Form
- TMV
- Luft-benledningsgap
- Asymmetri
- Signifikant förändring
- Obehagsnivåtrösklar

TYP

- **Konduktiv:** Normala benledningshörtrösklar (≤ 20 dBHL) och luft- benledningsgap ≥ 15 dB
- **Kombinerad:** Benledningshörtrösklar > 20 dBHL och luft- benledningsgap ≥ 15 dB
- **Sensorineural:** Luft- och benledningshörtrösklar > 20 dB och luft- benledningsgap < 15 dB

GRAD (TMV 0,5, 1, 2 och 4kHz)

- **Normalområde för tontrösklar** -10 – 20 dBHL
- **Lätt hörselnedsättning** 21 – 39
- **Mättlig hörselnedsättning** 40 – 69
- **Svår hörselnedsättning** 70 – 94
- **Mycket svår hörselnedsättning inkl dövhet** > 94

(European Working Group on Genetics of Hearing Impairment; 1996)

TMV

I dokumentationen anges:

- **TMV**_{0,5; 1, 2kHz}
 - **TMV**_{3, 4, 6kHz}
- och/eller
- **TMV4**_{0,5; 1, 2, 4kHz}

LUFT-BENGAP

Vid ≥ 15 dB mellan luft- och benledningshörtrösklar anges frekvensområde och luft- bengapets omfattning.

ASYMMETRI

Sidoskillnad på ≥ 10 dB på tre intilliggande frekvenser eller minst 15dB på en frekvens. Ange frekvensområde, asymmetris omfattning och vilket öra som är det sämre örat.

SIGNIFIKANT FÖRÄNDRING

Avser:

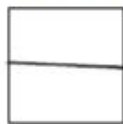
- ≥ 10 dB på tre intilliggande frekvenser
- ≥ 15 dB vid en frekvens
- > 15 dB av TMV4

vid jämförelse med tidigare audiogram inom den senaste 10-årsperioden. Ange omfattning, frekvens och datum för tidigare mätning.

OBEHAGSNIVÅTRÖSKLAR

Då testet utförs används enligt lokal överenskommelse vid Mölndals hörselvård maxstim 100dBHL. Resultat anges med trösklarnas värde och en eventuell bedömning av dynamikområdet.

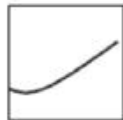
FORM/KONFIGURATION



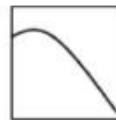
Rak: Liten, eller ingen skillnad av hörselnedsättningens grad (± 20 dB) över hela frekvensområdet.



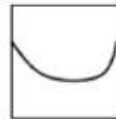
Fallande/sluttande



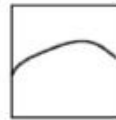
Stigande



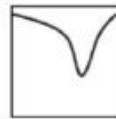
Brant fallande eller brant stigande



Hängmatta



Inverterad hängmatta



Notch/dip

TALAUDIOMETRI

- Taluppfattning i brus (FB S/N+4)
- Taluppfattning i tyst (FB)
- HTT
- Talaudiometri i ljudfält

TALUPPFATTNING I BRUS (FB S/N+4)

Ange testets fulla namn. Presentationsnivå anges vid dokumentation i de fall nivån avviker från förväntad lagomnivå eller då lagomnivån ej kunnat uppnås eller tolererats. Ange resultat och om det är inom eller utom förväntat värde. Förväntat värde kan anges.

Vid konduktiv eller kombinerad nedsättning grundas det förväntade värdet på TMV för benledningshörtrösklar vid 3 och 4kHz samt ett uppskattat värde för 6kHz.

Vid följande tillfällen anges inget förväntat värde:

- Basnedsättning
- Patienter över 80 år eller med DTMV >80
- Patienter som ej har svenska som modersmål

Skillnad i testresultat mellan öronen och/eller mellan testtillfällen anses signifikant om skillnaden är ± 10 procentenheter från ett predicerat värde.

TALUPPFATTNING I TYST (FB)

Ange att det är FB-listor som använts och resultatet på respektive öra.

HÖRTRÖSKEL FÖR TAL - HTT

Ange resultat och om det överensstämmer med TMV ± 10 dB. Ange också testmaterial.

IMPEDANSAUDIOMETRI

TYMPANOMETRI

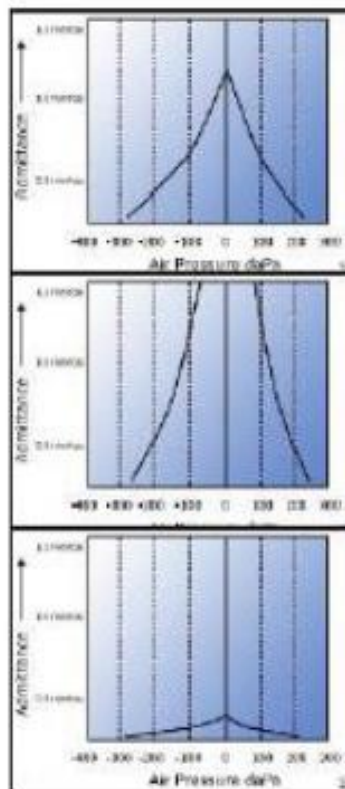
Vid dokumentation anges:

- Typ
- Mellanöretryck (TPP)
- Statisk admittans/mellanörekomprians (SA).

Vid typ A är det i de flesta fall tillräckligt att ange att testet är utan anmärkning.

Följande värden gäller mätning med lågfrekvent bärton (226Hz).

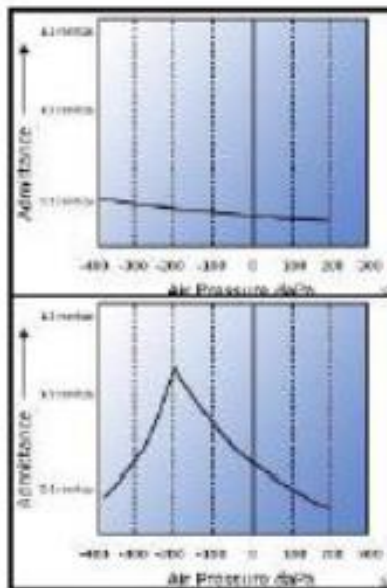
Gränsvärden är tagna från Madsens Otoflex.



Typ A: Mellanöretryck
-100 – 50daPa (vuxna)
-200 – 50daPa (barn)
Mellanörekomprians:
0,3 – 1,7mmho

Typ A₀: Mellanöretryck
-100 – 50daPa (vuxna)
-200 – 50daPa (barn)
Mellanörekomprians:
> 1,7mmho

Typ A_n: Mellanöretryck
-100 – 50daPa (vuxna)
-200 – 50daPa (barn)
Mellanörekomprians:
< 0,3mmho



Typ B: Inget kompliansmax inom mätområdet (ange mätområde). Ange också hörselgångsvolymen (Ear canal volume, ECV).

Typ C: Mellanöretryck
 <-100 daPa (vuxna)
 <-200 daPa (barn)
 Mellanörekomplians:
 0,3 – 1,7mmho

STAPEDIUSREFLEXMÄTNING

Kontralaterala reflextrösklar:

- Normala: 75 – 95dBHL
- Förhöjda > 95dBHL
- Tidiga < 75dBHL

Om reflextrösklarna är inom normalområdet och har god tillväxt behöver inga trösklar anges. I övriga fall anges reflextrösklarnas nivåer, och tillväxten kommenteras. Ange om reflexerna är inverterade. Om inga svar fås anges maxstim.

Ispilaterala reflextrösklar:

Ange om reflexer kunnat registreras eller ej.

FÖRSLAG

"Bilateral, sensorineural hörselnedsättning. I basområdet normala hörtrösklar, vid 1kHz brant fallande till svårt nedsatta i diskanten. TMV 25/28, DTMV 63/58."

"Taluppfatning i brus (FB S/N+4) 38% på höger och 44% på vänster. Värden är inom de förväntade."

"Taluppfatning i brus (FB S/N+4) 22% på höger, 18% på vänster. Värden är sämre än de förväntade (36/42)"

"Obehagsnivåer för rena toner vid 80-85dBHL bilateralt. Dynamikområdet är förminskat i området 2-4kHz."

"Vid jämförelse med tidigare audiogram (050428) ses en signifikant försämring på 20-25dB bilateralt i området 2-8kHz."

"Asymmetri 30-35dB i området 250-750Hz till höger öras nackdel."

"Luft-ben-gap 30-35dB bilateralt i frekvensområdet 2-4kHz."

"FB S/N+4: Förväntat värde är baserat på DTMV för benledningshörtrösklar vid 3och 4kHz samt ett skattat värde för 6kHz."

"FB S/N+4: Förväntat värde anges ej på grund av..."

Referenser och tack

Fakta till innehållet i detta häfte är bland annat taget ur boken "Audiology Diagnosis" av Roeser, Valenete och Hosford-Dunn samt riktlinjer från "European Working Group on Genetics of Hearing Impairment".

Stort tack för all hjälp till enhetschef Inger Wikström, teknisk audiolog Tomas Tengstrand och överläkare Radi Jönsson, mottagningen för Audiologi SU.

Bilaga 2

Hej,

Jag heter Åsa Winzell Juhlin och arbetar som audionom i Göteborgsområdet. Denna höst arbetar jag med en magisteruppsats som avser att kartlägga de referensvärden som används i den audiologiska diagnostiken. Syftet är att undersöka om vi i det diagnostiska arbetet analyserar och tolkar testresultat på samma sätt eller om vi arbetar olika. För att passa inom ramen för en magisteruppsats begränsas arbetet till att kartlägga OAE, ABR och Impedansmätningar. Arbetet handleds av teknisk audiolog Tomas Tengstrand och teknisk audiolog och docent Lennart Magnusson vid Hörselverksamheten, Sahlgrenska sjukhuset, Göteborg.

Anledningen till att du får detta mail är att jag önskar få kontakt med personer som är lämpliga att svara på en enkät. Personen/personerna jag söker bör vara väl insatta i hur den diagnostiska utrustningen på er klinik är inställd och även hur testresultat avläses och tolkas. Det kan vara **fler än en person** som är lämplig för detta, **exempelvis en teknisk audiolog och en audionom** som svarar tillsammans. I samband med att enkäten skickas till enheten kommer ett följebrev att bifogas, där kommer uppsatsens syfte att beskrivas närmare.

Du får gärna svara på detta mail med förslag på personer som du tycker passar beskrivningen ovan eller en bekräftelse på att du själv kan medverka i denna undersökning. Hör gärna av dig om du har frågor, antingen via mail eller på telefon.

Tack på förhand!
Vänligen,

Åsa Winzell Juhlin, 0732-034741
Leg Audionom, hörselverksamheten Mölndal.
Universitetsadjunkt, Audionomutbildningen, Göteborgs Universitet
asa.juhlin@vgregion.se

Handledare:
Tomas Tengstrand,
Teknisk Audiolog, hörselverksamheten, Sahlgrenska sjukhuset, Göteborg.
tomas.tengstrand@vgregion.se

Bilaga 3

Hej,

Jag heter Åsa Winzell Juhlin och arbetar som audionom vid Hörselverksamheten, Mölndals sjukhus. Jag är just nu i full gång med en magisteruppsats vid Göteborgs Universitet. Uppsatsen går under arbetsnamnet "*Referensvärden vid audiologisk diagnostik - en enkätstudie*". Syftet är att kartlägga och undersöka hur enhetligt vi (i Sverige) mäter, avläser och tolkar resultat vid främst testerna: Tympanometri (ej Wideband i detta arbete), Stapediusreflexmätning, OAE (DPOAE och TEOAE) och ABR.

Uppsatsen kommer dels att innehålla en enkät som går ut till ett antal kliniker som arbetar med fördjupad diagnostik. Enkäten innehåller frågor om normalvärden, referensvärden, tolkning, maxstim, inställningar i programvara mm. Uppsatsen kommer dessutom att innehålla information om de riktlinjer som finns i exempelvis USA och England för audiologisk diagnostik. Min ambition är också att kunna jämföra inställningar i olika mätutrustning för att få ett så omfattande material som möjligt. Målet är att se om, och i såfall hur mycket referensvärdena skiljer sig.

Med detta mail ber jag om hjälp med information som jag tror kan hjälpa till i mitt magisterarbete eftersom flera kliniker i Sverige använder just er mätutrustning. Jag är ute efter information som handlar om de **normalvärden, referensvärden och förinställda testparametrar** som används i era produkter som rör just ABR, OAE, Tympanometri och Stapediusreflexmätning. Jag är exempelvis intresserad av vilka förinställda värden som används och vad de är baserade på. Dessutom vad normalområden, typer av Tympkurvor mm är baserade på, exempelvis vilken undersökning eller vilket undersökningsmaterial.

Handledare för arbetet är Teknisk Audiolog Tomas Tengstrand och Lennart Magnusson.

Hör gärna av dig om du har några frågor, jag ser fram emot din medverkan och hjälp med detta!

Vänligen,

Åsa Winzell Juhlin
Leg. Audionom
0732-034741
Hörselverksamheten, Mölndals sjukhus

Bilaga 4

Enkät - Referensvärden och testparametrar i den audiologiska diagnostiken

Denna enkät innehåller frågor om de diagnostiska mätningarna tympanometri, stapediuss-reflexmätning, ABR och OAE. Frågorna gäller tolkning och analys av testresultat samt inställda parametrar i testutrustningen. Enkäten är en del av ett magisterarbete vid Göteborgs Universitet.

Frågor som gäller tolkning och analys besvaras med fördel av de personer som normalt utför i det diagnostiska arbetet, eller av en person väl insatt i vilka värden som används vid tolkning av testresultat. För frågor som gäller inställning av utrustningen, exempelvis ABR så går det bra med en ”skärmdump” eller utskrift från systemet.

Om det finns flera testutrustningar på arbetsplatsen eller på närliggande kliniker bör dessa också ingå i undersökningen. Enkäten skickas elektroniskt och går att fylla i flera gånger. Det går bra att fylla i endast delar av enkäten flera gånger om det är endast viss utrustning som finns i flera utföranden, exempelvis flera olika inställningsparametrar av ABR men endast en för OAE.

Skulle det inte gå att spara enkäten elektroniskt så går det bra att skriva ut den, eller de delar av enkäten som behövs och skicka skriftligt. Om den önskas i pappersformat så kontakta snarast Åsa Winzell Juhlin så skickar jag gärna papperskopior. Det går också bra att lämna svaren muntligt via telefon.

Om du har frågor är du välkommen att kontakta Åsa Winzell Juhlin:
asa.juhlin@vgregion.se telefon, 0732-034741.

Arbetet handleds av tekniska audiologer, Tomas Tengstrand, Hörselverksamheten SU, tomas.tengstrand@vgregion.se och Lennart Magnusson lennart.magnusson@vgregion.se.

Tack så mycket för din medverkan!

Svara gärna innan den 15/11-2015 till asa.juhlin@vgregion.se eller muntligt till telefon 0732-034741.

Åsa Winzell Juhlin
Hörselverksamheten
Mölnåls sjukhus
A-huset, plan 3
431 80 Mölnåls

Tympanometri

Tympanometer saknas:

Tillgänglig utrustning:

Tillverkare: Modell:

Endast screeningmätare:

Bocka för de parametrar som vanligtvis avläses vid tolkning av tympanogram:

Mellanöretryck: Normalvärde:

Bredd: Normalvärde:

Mellanörekompans: Normalvärde:

Gradient: Normalvärde:

Hörselgångsvolym: Normalvärde:

Typklassificering (ex. A, B):

Om klassificering med typer (A, As, B, C etc.) används, inom vilka gränsvärden finns de olika typerna? (T.ex. C-tymp: mellanöretryck < -100daPa, komplians 0,3-1,4 mmho...)

Kommentarer:

Stapediusreflexmätning

Stapediusreflexmätare saknas:

Tillgänglig utrustning:

Tillverkare: _____ Modell: _____

Endast screeningmätare:

Vad tolkas som reflextrösklar inom normalområde? (t.ex. 75-95dB SPL)

Vad är normalt maxstim vid mätningen?

Kontralateralt: _____

Ipsilateralt: _____

Vad anses vara en kompliansförändring? (ex. 0,02mmho) _____

Tillväxtkriterier? (ex. minst 0,02mmho, två 5dB-steps stömmnivåökning)

Kommentarer:

Auditory Brainstem Response (ABR)

ABR-utrustning saknas:

Tillgänglig utrustning:

Tillverkare: Modell:

Endast screeningutrustning:

Bifoga gärna en utskrift eller en utskriven skärmbild av inställda testparametrar. (T.ex. antal, svep, klickar, filter mm).

Vilka hörtelefoner finns tillgängliga?

Benledningsmätare: Supraaurala hörtelefoner: Instickstelefoner:

Vilka typ av stimuli används som standard? (T.ex. klickar, tonebursts)

Vilka latenser/vågor/skillnader används vid tolkning av resultatet och vad anses vara inom normalområdet?

- Absoluta latenser (våg I-V):
Normalvärden?:
- Interaural tidsdifferens (IATD):
Normalvärde?
- Interpeak latens (IPL):
Normalvärde?
- Annat?

Används förinställda normalområden i programvaran? Ja Nej

Om ja, vad är normalområdet baserat på? (T.ex. egen mätning, tillverkarens)

Kommentarer:

Otoakustiska Emissioner (OAE)

OAE-utrustning saknas:

Tillgänglig utrustning:

Endast screeningmätare: Diagnostisk TEOAE: Diagnostisk DPOAE:

Tillverkare: Modell:

TEOAE: Används ej:

Vad är passkriterium? (Skärmbild eller utskrift på inställningar går bra)

DPOAE: Används ej:

Vilken stimulinivå/er används som standard?

Vilka stimulifrekvenser används som standard?

Vad är passkriterium? (Skärmbild eller utskrift på inställningar går bra)

Kommentarer: