



MEDICINSKA FAKULTETEN

Lunds universitet

Avdelningen för Logopedi, Foniatri & Audiologi

Institutionen för kliniska vetenskaper, Lund

Avdelningen för Audiologi

Nyttan av funktionen olinjär frekvenskomprimering i hörapparater hos skolbarn med lätt till måttlig hörselnedsättning.

Jessica Ågren

**Audiologiutbildningen, Lunds universitet, 2013
Magisteruppsats, 30 högskolepoäng**

Handledare: Jonas Brännström

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning	3
2. Bakgrund	3
2.1. Sensorineural hörselnedsättning.....	3
2.2. Döda regioner.....	5
2.3. Talsignalens uppbyggnad och konsekvenserna av hörselnedsättning.....	6
2.4. Auditiv deprivering och acklimatisering.....	6
2.5. Neural plasticitet.....	7
2.6. Hörapparater.....	8
2.7. Begränsningar i hörtelefonen.....	9
2.8. Återkoppling.....	9
2.9. Olinjär frekvenskomprimering.....	10
3. Problemformulering	12
4. Metod	12
4.1. Testdeltagare.....	12
4.2. Audiogram.....	14
4.3. Taltest.....	15
4.4. Hörapparatsanpassning.....	16
4.5. Olinjär frekvenskomprimering.....	16
4.6. Kontrollgrupp.....	17
4.7. Kvalitetssäkring.....	17
4.8. Insatsen.....	18
4.9. Frågeformulär.....	18
4.10. Etiskt övervägande.....	18
5. Resultat	19
6. Diskussion	22
6.1 Metoddiskussion	22
6.1.1 Metoddiskussion.....	22
6.1.2 Testdeltagare.....	22
6.1.3 Audiogram.....	22
6.1.4 Taltest.....	23
6.1.5 Hörapparaten.....	24
6.1.6 Frågeformulär.....	24
6.2 Resultatdiskussion	25
6.2.1 IOI-HA.....	25
6.2.2 Taluppfattning.....	26
6.3 Sammanfattning	28
Referenser	
Bilagor	

Sammanfattning

Denna studie undersökte nyttan av funktionen olinjär frekvenskomprimering i hörapparater anpassade för skolbarn i åldern 9-20 år. Syftet var att jämföra nyttan av Phonak's hörapparat Versata Art och dess funktion olinjär frekvenskomprimering, med namnet SoundRecover; en grupp där funktionen olinjär frekvenskomprimering var aktiv i hörapparaten/hörapparaterna jämfördes med en grupp där olinjär frekvenskomprimering var inaktiv i hörapparaten/hörapparaterna.

Skiljer sig taluppfattningsförmågan mellan de med olinjär frekvenskomprimering i hörapparaterna och de utan? Skiljer sig den upplevda nyttan med hörapparaten/hörapparaterna mellan grupperna mätt med frågeformulär? Förbättrar sig testresultaten över tid?

Antalet testdeltagare i studien var 10 testdeltagare. Testdeltagarna hade en mild till måttlig sensorineural hörselnedsättning, där hörselnedsättningen var av måttlig till svår grad i diskanten. Nyttan utvärderades med taltestet maximal taluppfattning, mätt i ljudfält, samt med frågeformuläret International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA).

Resultaten visade ingen skillnad i upplevd nöjdhet utifrån IOI-HA mellan testgruppen som hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i hörapparaten/hörapparaterna och kontrollgruppen som hade funktionen olinjär frekvenskomprimering inaktiv i hörapparaten/hörapparaterna. Resultaten visade inte heller någon skillnad i nöjdhet mellan första tillfället frågeformuläret fylldes i och andra tillfället frågeformuläret fylldes i, varken för testgruppen eller kontrollgruppen. För hela gruppen fanns en statistisk signifikant ökad nöjdhet för IOI-HA, underskalan "introspektion" och det globala värdet, ses från första tillfället frågeformuläret fylldes i till andra tillfället frågeformuläret fylldes i.

Det fanns ingen skillnad mellan grupperna i uppnått medelvärde på maximal taluppfattning vid tillfälle 1 och 2 mellan kontrollgruppen och testgruppen, varken för höger öron, vänster öron eller bästa öra. Resultaten visade att interventionen hade en positiv inverkan på taluppfattningsförmågan för båda grupperna, dock var värdet för kontrollgruppen bättre än för testgruppen där taluppfattningsförmågan ökade för både höger och vänster öron, medan testgruppens värde visade en statistisk signifikant ökning endast för höger öron. Detta innebär att interventionens påverkan av taluppfattningsförmågan var som störst under den första månaden efter hörapparatsutprovningen.

Sammanfattningsvis, funktionen olinjär frekvenskomprimering var i denna begränsade studie inte avgörande för hur bra taluppfattningsförmåga eller hur stor nytta deltagarna upplevde av hörapparaten/hörapparaterna.

För förkortningar hänvisas till bilaga 3.

Nyckelord

Olinjär frekvenskomprimering, SoundRecover, IOI-HA, Maximal taluppfattning, Skolbarn, Sensorineural hörselnedsättning, Sensorineural diskantnedsättning, IF-mätning

1. INLEDNING

Idén till denna uppsats uppstod på Audiologisk avdelning i Malmö, där frågan lyfts från kollegor om inte funktionen olinjär frekvenskomprimering i hörapparaten Versata Art från Phonak kan vara en möjlighet att förbättra nöjdhet och taluppfattning med hörapparater för patienter med brant fallande diskantnedsättningar. Studier har gjorts internationellt men ingen studie har ännu utvärderat funktionen på svenska hörapparatsanvändare. Då det är en hörapparat som nu finns med i Region Skånes sortiment över upphandlade hörapparater är det aktuellt att utvärdera funktionen. Förhoppningsvis ska uppsatsen kunna ligga till grund vid val av hörapparat och öka vår kunskap om olinjär frekvenskomprimering.

Testdeltagarna i uppsatsen är skolbarn. För skolbarn är det av absolut vikt att kunna höra optimalt för att utvecklas språkligt och kognitivt, utvecklas i sin inlärning och utveckla sin sociala kompetens och integrationsförmåga. Olinjär frekvenskomprimering är enligt tillverkarna framtagen att förbättra just taluppfattningsförmåga och hörbarhet för är det aktuellt att utvärdera funktionen på just skolbarn.

För patienter med svårare hörselnedsättningar i diskanten är det svårt att utnyttja information från talsignalens högre frekvenser. Detta även om hörapparaten levererar ändamålsenlig förstärkning i diskanten; exempelvis för personer med hörtrösklar på 70 dB HL och sämre i diskanten är det svårt att extrahera tillräcklig information från högre frekvenser för att uppnå en god taluppfattning. För en del av dessa patienter kan förstärkning i diskanten till och med försämra taluppfattningen för språkljud i låg- och mellan frekvensregistret (Dillon, 2001).

Komprimering i amplitud, förstärkning i hörapparaten, är en vanlig algoritm i hörapparater. Genom komprimering förstärks utsignalen olika mycket beroende på insignalen, ett svagt ljud kan på så vis förstärkas mer än ett starkt ljud. Att komprimera i frekvensled är däremot mindre vanligt är att komprimera i amplitudled. Genom kompression i frekvensled förflyttas utsignalen, så att ett ljud vid högre frekvens kan diskrimineras vid lägre frekvens. Detta bygger på antagandet att diskriminationen är bättre där hörseln är bättre, det vill säga vid lägre frekvens vid en hörselnedsättning vid högre frekvens. Då olinjär frekvenskomprimering manipulerar ljudet på ett nytt sätt, är det av vikt att utvärdera funktionen som sådan, både genom objektiv och subjektiv utvärdering.

Denna uppsats har utvärderat nyttan av funktionen olinjär frekvenskomprimering som funktion i Phonaks hörapparat Versata Art hos skolbarn, i åldrarna 10-20 år, genom taluppfattningstest i ljudfält och frågeformuläret International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA).

2. BAKGRUND

2.1 Sensorineural hörselnedsättning

En sensorineural hörselnedsättning beror på förändringar i innerörat och/eller den första delen av hörselnerven. Ljuden kan inte längre påverka hörselnerven på ett normalt sätt efter det att det passerat cochleas vätskesystem och hårceller (Elberling & Worsøe, 2006). Vid en sensorineural hörselnedsättning är oftast hårcellerna skadade, där de yttre hårcellerna

skadas lättare än de inre hårcellerna. De inre hårcellerna överför information från cochlea vidare till hörselnerven medan de yttre hårcellerna tycks fungera som förstärkare genom att kontraheras/supraheras. De yttre hårcellerna gör t.ex att även svaga ljud blir hörbara (Andersson & Arlinger, 2007). Skador i de yttre hårcellerna försämrar förmågan att höra tal i bullriga miljöer medan skador på inre hårceller och auditiva neuroner försämrar samma förmåga redan i tysta miljöer (Basket & Shannon, 2006).

En hörselskada kan påverka hörseln både kvantitativt – t.ex. att vissa ljud inte alltid är hörbara – som kvalitativt – att ljud trots att det är hörbart uppfattas som förvrängda och upplevs ha försämrad kvalitet. En av de viktigaste faktorerna som avgör vilka funktionella följder en hörselskada ger upphov till är var i hörselorganet skadan är belägen, vilken eller vilka strukturer som är skadade och hur. En sensorineural skada ger förutom nedsatt känslighet upphov till olinjära effekter (Andersson & Arlinger, 2007). De olinjära effekterna vid en sensorineural hörselnedsättning gör att viktiga dimensioner i hörsel påverkas, bland annat hörstyrkefunktion, försämrad känslighet avseende frekvens och tid, försämrad taluppfattning, ökade maskeringseffekter samt försämrad ljudlokalisering (Elberling & Worsøe, 2006).

En försämrad hörstyrkefunktion innebär att hörstyrkan stiger avsevärt brantare hos personer med sensorineural skada jämfört med normalhörande, då avståndet – det så kallade dynamikområdet- från minsta detekterbara ljud till att ljudet blir obehagligt starkt är mindre till följd av hörselnedsättningen (Elberling & Worsøe, 2006). För en person med hörselnedsättning är detta område reducerat, eftersom hörtröskeln hos en person med hörselnedsättning ligger på förhöjd nivå i förhållande till normalhörande. Vid en måttlig hörselnedsättning kan hörtrösklarna ligga vid 60 dB HL vid 1000- till 4000 Hz och upp till 70-90 dB HL vid 6000- 8000 Hz, området från minsta detekterbara ljud till att ljud blir obehagligt starka reduceras till 20-30 dB istället för 100-120 dB som är normalt. Detta innebär i sin tur att ljud fortare går från knappt hörbara till obehagligt starka (Andersson & Arlinger, 2007).

Ljudnivåupplösning representerar lyssnarens förmåga att uppfatta små ändringar eller variationer i ljudnivå. För personer med sensorineural hörselnedsättning är förmågan att uppfatta ändring eller skillnad i ljudnivå inte generellt sämre än hos normalhörande utan ibland till och med bättre, detta beror på deras brantare hörstyrkefunktion (recruitment) (Andersson & Arlinger, 2007; Gelfand, 2001).

Förutom en nedsatt känslighet i hörselnivå, har personer med sensorineural hörselskada en försämrad förmåga att skilja på två simultana ljud. Detta kallas frekvensupplösning och innebär förmågan att separera mellan olika frekvenskomponenter, såsom att uppfatta skillnader i tonhöjd (Andersson & Arlinger, 2007).

Personer med sensorineural hörselnedsättning har också svårare att urskilja två ljud som ligger nära varandra i tid. Vid så kallad forward masking påverkas maskeringsgraden av hur starkt och långvarigt det maskerande ljudet är och maskeringseffekten kan sträcka sig ungefär 100-200 msec efter att maskeringsljudet upphört (Andersson & Arlinger, 2007; Gelfand, 2001). Genom denna mekanism kan t. ex en stark vokal maskera en efterföljande svag kortvarig konsonant i mänskligt tal. Tidsupplösning involverar inte enbart cochlea utan också det auditiva nervsystemet (Andersson & Arlinger, 2007).

Konsekvenserna av en försämrad tidsupplösning är framför allt att det blir svårare för den hörselskadade att förstå tal – särskilt i miljöer med bakgrundsbuller. Tal består av olika segment med varierande styrka och frekvensinnehåll, bland annat starka vokalljud som är representerade i basen som varierar med svagare konsonantljud som är representerade i diskanten. För att kunna urskilja och uppfatta talets svaga konsonanter krävs därför en god tidsupplösning – i synnerhet i störande miljöer (Elberling & Worsøe, 2006). Det blir svårare

för den hörselskadade att förstå tal – speciellt i svåra lyssningssituationer och bullriga miljöer.

Begreppet kritiska band används för att beskriva det frekvensområde inom vilket två samtidiga toner inte kan skiljas åt eller uppfattas var för sig. Det kritiska bandet är frekvensberoende och motsvarar ett frekvensområde på cirka 20 %, vid centerfrekvensen 1000 Hz är det kritiska bandet och därmed frekvensupplösningen cirka 200 Hz och vid centerfrekvensen 4000 Hz cirka 800 Hz (Elberling & Worsøe, 2006). För normalhörande blir frekvensupplösningen sämre (bredare) när frekvensen ökar men också när styrkan på ljudet avtar mot hörtröskeln (Andersson & Arlinger, 2007). På liknande vis försämras frekvensupplösningen för personer med sensorineural hörselnedsättning, där vibrationsmönstret på basilarmembranet uppfyller ett större område vilket gör det svårare att diskriminera mellan två eller flera samtidiga toner (Elberling & Worsøe, 2006). Det krävs då större skillnad i frekvens än för normalhörande för att höra skillnad i tonhöjd (Andersson & Arlinger, 2007). Vid sensorineural hörselnedsättning över 60dB HL har de flesta av de yttre hårcellerna gått förlorade, och förmågan att skilja två eller flera samtida toner från varandra reduceras kraftigt, motsvarande en försämrad frekvensupplösning (Elberling & Worsøe, 2006).

Sammanfattningsvis, förutom försämrad hörsel är sensorineural hörselnedsättning förknippat med fenomen som påverkar ljudkvaliteten och diskriminationen av ljudet.

2.2 Döda regioner

En effekt av sensorineural hörselnedsättning är dessutom en ökad risk för döda regioner i cochlea. En död region är ett område i cochlea där de inre hårcellerna och/eller neuronerna fungerar dåligt, eller inte alls (Moore, 2004). De inre hårcellerna har till uppgift att omvandla vibrationer på basilarmembranet till aktivitet i hörselnerven. Denna funktion försämras i en död region vilket leder till att mindre, eller ingen, information från vibrationerna på basilarmembranet blir tillgänglig för hjärnan (Kluk & Moore, 2006).

En död region i högfrequensområdet innebär att det är i cochleas bas som skadan sitter medan en död region i lågfrequensområdet innebär att det är i cochleas topp som skadan sitter. Basket och Shannon (2006) visade i sin studie att döda regioner har en negativ inverkan på taluppfattningen såväl i buller som under tysta förhållanden. Taluppfattningen minskar i takt med att storleken på den döda regionen ökar. Denna effekt är mer påtaglig när en död region var lokaliserad i cochleas apikala region. I en studie gjord av (Moore, 2004) presterade testpersoner med diskant hörselnedsättning med döda regioner sämre vid taluppfattningstest jämfört med testpersoner med hörselnedsättning utan döda regioner. I studien lågpasfilterades talet med olika gränshänsfrens och man kunde då se ett samband mellan gränshänsfrens och taluppfattningsförmåga. Testpersoner utan döda regioner kunde utnyttja höga hänsfrens, det vill säga taluppfattningsförmågan ökade när gränshänsfrens för det lågpasfilterade talet flyttades upp mot högre hänsfrens, medan testpersoner med döda regioner inte kunde utnyttja höga hänsfrens i samma utsträckning (Moore, 2004).

Vid hörselmätning kan man teoretiskt inte uppnå en hörtröskel vid en hänsfrens i en död region, eftersom det inte finns någon, eller mycket liten, transmission av informationen från basilarmembranet. Däremot kan man vid höga ljudnivåer stimulera fungerade regioner intill den döda regionen genom vibration i basilarmembranet så att ljudet registreras vid en annan hänsfrens. Detta fenomen kallas off-frequency listening (Moore & Vinay, 2009). Rent praktiskt kan detta fenomen resultera i ett falskt-positiv resultat på audiogrammet; trots att den rätta platsen för hänsfrens inte stimulerades visar audiogrammet en uppnådd men förhöjd hörtröskel till följd av att intilliggande hänsfrens i samma utsträckning stimuleras.

Förekomsten av döda regioner är alltså ofta relaterad till brant fallande diskantnedsättningar, men även vid lättare diskantnedsättningar och basnedsättningar kan döda regioner förekomma. Audiogrammet säger dock inte hela sanningen om det finns döda regioner eller ej, studier har visat att döda regioner även kan vara relaterat till hörselnedsättning vid lägre frekvenser (Moore, 2004). Moore och Vinay (2009) konstaterade också att döda regioner är extremt vanligt när hörtrösklarna är sämre än 90 dB HL.

2.3 Talsignalens uppbyggnad och konsekvenserna av hörselnedsättning

Konsekvenserna av hörselnedsättning med skadelokalisation i cochlea, såsom försämrad tids- och frekvensupplösning, ökade maskeringseffekter, försämrad hörstyrkefunktion och ljudnivåupplösning samt förekomst av döda regioner, har också en negativ effekt på taluppfattningsförmågan.

Vid en sensorineural hörselnedsättning är den dominerande hörselnedsättningen oftast i diskanten. Detta gör att det blir svårare att höra de energisvaga konsonanterna. Då främst talspektrat i låga frekvenser är tillgängligt för hjärnan, resulterar detta i försämrad taluppfattningsförmåga vid samtal på normal talstyrka (Elberling & Worsøe, 2006). Redan vid en lätt sensorineural diskantnedsättning på 25-30 dB HL i området 2000-4000 kHz försämras förmågan att uppfatta tal, i synnerhet i bakgrundsbuller (Andersson & Arlinger, 2007). Av de energisvaga konsonanterna delar man upp klusilerna [p t k b d g] i tonlösa och tonade klusiler, de tonade klusilerna [b d g] kännetecknas av stämveckssvängningar och är i motsats till de tonlösa klusilerna [p t k] representerade vid lägre frekvenserna. Frikativorna [f s ʃ] är representerade av brus med högre frekvensinnehåll. För personer med hörselnedsättning i diskanten innebär både klusiler och frikativor en förväxlingsrisk (Andersson & Arlinger, 2007). Auditivt är det också mer krävande att skilja mellan olika klusiler t. ex [p t k] än mellan klusiler och nasaler [m n]. Detta beror på att de är representerade i olika frekvensområden. Sammantaget förväxlas konsonanter oftare med varandra än med vokaler, på grund av det låga energiinnehållet.

Grovt sagt ligger cirka 25 % av de akustiska ledtrådarna till taluppfattningen över 3000 Hz, vilket belyser diskantnedsättningars påverkan på taluppfattningen (Andersson & Arlinger, 2007).

För barn med svår till grav hörselnedsättning är det mycket svårt att identifiera språkljud med högre frekvensinnehåll, såsom engelskans [s] och [z]. Tillika har ny forskning visat att även barn med måttlig hörselnedsättning har svårigheter att identifiera språkljuden [s] och [z]. Barn med måttlig hörselnedsättning påvisar också i högre grad än normalhörande barn svårigheter med produktionen av språkljudet [s]. Tillika påverkas barns livskvalité såväl som emotionella, psykosociala och akademiska förmågor redan vid måttlig hörselnedsättning (Stelmachovicz, Lewis, Choi & Hoover, 2007).

Att den dominerande delen av hörselnedsättningen är lokaliserad till diskanten vid sensorineural diskantnedsättning, där flera av våra svagaste och betydelseskiljande språkljud är lokaliserande, bidrar tillsammans med skadelokalisationen i cochlea, som ger upphov till att ljudkvaliteten förvrängs, till försämrad taluppfattning.

2.4 Auditiv deprivering och acklimatisering

En effekt av försämrad diskriminering av språkljud, till följd av hörselnedsättning, är att hörselnerven och hjärna försämrar sin förmåga att känna igen språkljud. Detta kallas auditiv acklimatisering och deprivering.

Auditiv deprivering innebär att hjärnan förlorar sin förmåga att känna igen och tolka ljud, detta till följd av att ljud som tidigare varit hörbara blivit ohörbara då ett öra som drabbats av hörselskada inte fått förstärkning via hörapparat. Med acklimatisering syftar man på den anpassningsprocess i de centrala nervbanorna som uppkommer när ljud som tidigare varit ohörbara görs hörbara, t. ex med hörapparatsförstärkning. En förbättrad taluppfattning har enligt rapporter visats efter en viss tids tillvänjning av hörapparatsanvändning till följd av att de centrala funktionerna i hjärnan lärt sig känna igen och tolka de "nya ljuden" som gjorts hörbara genom hörapparatsförstärkning (Smeds & Leijon, 2000).

För att en acklimatiseringseffekt ska vara möjlig måste hörapparaten förse användaren med ny användbar information, dvs. att man genom förstärkning gör tidigare ohörbara ljud hörbara. Olinjär signalbehandling ger upphov till mer acklimatiseringseffekter jämfört med linjär förstärkning (Smeds & Leijon, 2000).

Auditiv acklimatisering kan ske snabbt hos barn som har större potential för inläring, men kan ta upp till flera månader för vuxna. Detta beror troligen på olika neurala plasticitet för barn och vuxna men också på andra faktorer såsom grad av hörselnedsättning (Smeds & Leijon, 2000).

Ching, Scollie, Dillon, Seewald, Britton & Stenberg (2010) visade i sin studie med 48 barn att taluppfattningen förbättrades efter 6- och 12 veckor, jämfört med 2 veckor efter hörapparatsutprovningen. Också Gatehouse (1992) visar i sin studie på barn att taluppfattningen förbättrades över tid, där taluppfattningen var signifikant bättre fyra till sex månader efter initial anpassning. Taluppfattningen fortsatte att förbättras upp till 12 veckor efter anpassningen av hörapparat. Munro och Lutman (2003) jämförde taluppfattningen hos 16 vuxna med dubbelsidig diskantnedsättning och monaural hörapparatanpassning. Vid utprovningstillfället var taluppfattningen oförändrad jämfört med före utprovningen. En förbättring i taluppfattningen var först mätbar 6 veckor efter hörapparatsanpassningen, detta gällde för det hörapparatsanpassade örat medan örat utan hörapparat inte hade förbättrats alls och där det snarare förelåg depriveringsrisk.

2.5 Neural plasticitet

Det tar det tid för hjärnan att tillgodogöra sig de ljudelement som de nya hörapparaterna ställer till förfogande. Olika studier har visat att det kan ta tre – fyra månader innan hjärnan vant sig vid de nya ljuden. Ju längre hjärnan har vant sig vid att klara sig utan den hjälp som en hörapparat kan ge, ju längre tid tar det också att för hjärnan att vänja sig (Elberling & Worsøe, 2006). Även om man är van hörapparatsanvändare och har vant sig vid hörapparatsförstärkning behandlar en funktion såsom olinjär frekvenskomprimering ljudet på ett nytt sätt, vilket är ovant för hörapparatsanvändaren.

Plasticitet påverkar troligen resultatet av hörapparatsanvändning, där det spelar en roll om denna omorganisation i det centrala auditiva systemet har ägt rum före utprovningen av hörapparat. Hur pass bra man vänjer sig vid sin hörapparat och vilken nytta den ger, kan delvis bero på hur det auditiva systemet reagerar och habituerar för förstärkta ljud. Ökad stimulering med hörapparat kan sekundärt förorsaka plasticitet som i sin tur resulterar i acklimatisering (Andersson & Arlinger, 2007).

Då funktionen olinjär frekvenskomprimering behandlar ljudet på ett nytt sätt, kan man anta att det tar tid för hjärnan att vänja sig vid ljudbilden.

2.6 Hörapparater

Det elementära syftet med hörapparatsförstärkning är att göra, för personen med hörselnedsättning, ohörbara ljud hörbara, och därmed förbättra taluppfattningen samt motverka deprivering.

Hörapparater är till definition akustiska hörhjälpmedel som anpassas till den enskilde patienten och är tänkta som universella hjälpmedel som försöker kompensera för den individuella hörselnedsättningen.

De första programmerbara digitala hörapparaterna kom på 1990-talet. Utvecklingen av hörapparater från att vara analoga till att vara digitala har lett till att hörapparater idag förutom att bara kompensera för hörselnedsättning genom att förstärka ljud också har en viss möjlighet att hantera de olinjära konsekvenserna av hörselskadan i cochlea (Andersson & Arlinger, 2007). Att cochleas signalomvandling är olinjär innebär i praktiken att svaga ljud förstärks mer än starka ljud medan starka ljud förstärks mindre. I hörapparaten innebär det att för svaga insignaler är förstärkningen relativt stor med den avtar för starkare signaler. Denna funktion i hörapparaten kallas automatisk förstärkningskontroll (engelska; Automatic Gain Control, AGC), och är framtagen för att tillgodose det reducerade dynamikområdet (Andersson & Arlinger, 2007; Elberling & Worsøe, 2006). För att tillgodose det reducerade dynamikområdet används kompression i hörapparaten, kompressorn i hörapparaten är en förstärkare som automatiskt reglerar förstärkningen efter förändringar i signalen, så som att dra ned förstärkningen i hörapparaten när ljudnivån blir för stark (Dillon, 2001). De starkaste språkljuden är vokalerna. Dessa kan vara upp till 30 dB starkare än de svagaste språkljuden (tonlösa konsonanter). För personer med reducerat dynamikområde till följd av hörselskada, kan det vara svårt att göra de svagaste språkljuden tillräckligt starka utan att göra de starkare språkljuden obehagligt starka. De starkare språkljuden tenderar också att maskera de svagare språkljuden, även om de starkare språkljuden inte korrelerar med vad som upplevs som obehagligt (Dillon, 2001). För att kompensera för detta vanliga problem utvecklades syllabisk kompression. Syllabisk kompression använder snabb kompression som ökar förstärkningen för svaga språkljud och minskar förstärkningen för starka språkljud (Dillon, 2001). Syllabisk kompression har den nackdelen att det naturliga mönstret av styrkevariationer i tal och nivåskillnader mellan olika språkljud förvrängs (Smeds & Leijon, 2000). Dessa nivåskillnader i tal hjälper normalhörande att identifiera språkljuden. Trots att de svaga språkljuden gjorts hörbara kan det vara svårare för hörapparatsanvändaren att identifiera språkljudet till följd av att styrkevariationerna förvrängts (Dillon, 2001).

En annan form av avancerad olinjär signalbehandling är den som ska kompensera för den situation som patienter med sensorineural hörselnedsättning har som svårast att höra i, nämligen tal i bullriga miljöer (Andersson & Arlinger, 2007). När ljudmiljön inte är optimal utan innefattar en massa störljud, sjunker hörbarheten och därmed taluppfattbarheten (Elberling & Worsøe, 2006). En effektiv teknik för att förbättra taluppfattbarheten i bullriga miljöer är att förbättra signal-brusförhållandet. Med hörapparat kan signal-brusförhållandet förbättras med hjälp av riktningmikrofon (Elberling & Worsøe, 2006). En riktningmikrofon drar ned brus som kommer från olika riktning samtidigt som mikrofonen håller god känslighet för ljud som kommer från en riktning. Riktningmikrofoner kan ha olika känslighet, för framifrån, bakifrån och från sidan kommande ljud. Ju mer känsligheten ökas för bakifrån kommande ljud, ju mindre blir känsligheten för från sidan kommande ljud (Dillon, 2001). Riktningmikrofoner i hörapparater idag har i regel maximal känslighet för ljud som kommer framifrån och mindre känslighet för ljud som kommer från sidan eller bakifrån. Detta förbättrar signal-brus-

förhållandet när det önskade talet kommer framifrån medan en stor del av det störande bakgrundsbullret kommer från andra riktningar (Dillon, 2001; Smeds & Leijon, 2000).

I situationer där talare och storkällan befinner sig i tydligt olika riktningar i rummet kan riktningmikrofon ge väsentlig förbättring av signal-brus-förhållandet. I laboratorieundersökningar har riktningmikrofoner visat sig ge upp till 6-8 dB förbättrat signal-brusförhållande (Andersson & Arlinger, 2007). Dock är detta resultat svårare att uppnå i verkligheten då storkällorna ofta är nära talaren eller där efterklang i rummet gör att störljudet når hörapparaten mer eller mindre från alla riktningar (Andersson & Arlinger, 2007).

Olinjära hörapparater är överlägsna analoga hörapparater i det avseendet att de försöker kompensera för de olinjära fenomen i cochlea som påverkas negativt vid sensorineural hörselnedsättning, bland annat hörstyrkefunktion, försämrad taluppfattning, ökade maskeringseffekter samt försämrad ljudlokalisering.

2.7 Begränsningar i hörtelefonen

Då en ofullständig hörbarhet för högre frekvenser har en negativ inverkan på språkförståelse och språkutveckling samt ger en ökad risk för deprivering av hörselnerven, är tillräcklig förstärkning i diskanten av största vikt vid hörapparatsanpassning. För att kunna utnyttja förstärkningen i hörapparaten och dess funktioner krävs att hörapparaten kan kompensera för hörsselförlusten.

Enligt Dillon (2001) är det inte möjligt att ge förstärkning över 8000 Hz. Redan vid 6000 Hz börjar frekvensresponsen att avta. En studie gjord av Pittman, Stelmachowicz, Lewis & Hoover (2002) visade att barn behöver en hörapparat med en bandbredd upp till 9000 Hz för att kunna identifiera fonemet /s/ när ett barn eller en kvinna pratar. Samma studie visade att samma fonem producerat av mansröster däremot var som bäst identifierat omkring 4 – 5 kHz.

Wolfe et al. (2010) rapporterade i sin studie att barn i åldern 5 – 13 år med måttlig hörselnedsättning presterade sämre jämfört med normalhörande barn på att känna igen ord med University of Western Ontario (UWO) Plural-test. Plural-testet är ett taluppfattningstest som är utvecklat för att testa hörapparatsanvändares förmåga att diskriminera fonemet [s] när det är bundet till morfem för att indikera plural, t ex. ant[s], balloon[s]. Barnen var försedda med hörapparater med en bandbredd på 7100 Hz, men klarade ändå inte av att identifiera mer än 84 % av orden rätt. Sämst resultat som uppvisades hos barnen var 60 % rätt.

Bohnert, Nyffeler och Keilmann (2010) hävdade i sin studie att förstärkningen i konventionella hörapparater börjar avta redan vid 5000 kHz.

För patienter med svår hörselnedsättning vid högre frekvenser innebär hörtelefonens begränsning i förstärkningsförmåga att tillräcklig förstärkning i diskanten ej kan uppnås, vilket påverkar taluppfattningen negativt då inte talsignalens högre frekvensinnehåll görs hörbart.

2.8 Återkoppling

Ett fenomen som gör det svårt att uppnå tillräcklig förstärkning i diskanten är akustisk återkoppling.

Akustisk återkoppling innebär att en del av hörapparatsens utsignal tar sig tillsammans med insignalen in i hörapparaten (Dillon, 2001; Andersson & Arlinger, 2007). Fenomenet fortsätter tills signalen växt sig så pass stark att hörapparaten ändrar sin signalbehandling för att skydda mot för höga ljudnivåer (Dillon, 2001). Risken för återkoppling ökar i takt med ökat

förstärkningsbehov, vid svårare hörselnedsättning är alltså risken för återkoppling större (Smeds & Leijon, 2000).

Återkoppling kan förutom att framkalla obehag, maskera talsignalen. Simpson, Hersbach och McDermott (2006) påpekade i sin studie att det är svårt att nå tillräcklig förstärkning med hörapparaten då hörselnedsättningen för de höga frekvenserna är svår till grav (>71 dB HL till >91 dB HL), detta eftersom hörapparater inte kan leverera så pass mycket förstärkning som krävs utan att börja återkoppla.

Om man inte kan öka avskärmningen mellan hörtelefon och mikrofon, t ex genom en tätare insats eller ökat avstånd, kan en minskning av hörapparatsens förstärkning vara enda lösningen för att reducera återkopplingen i analoga och enklare digitala hörapparater (Andersson & Arlinger, 2007). Dock medför detta att patienten får en otillräcklig förstärkning i hörapparaten och därmed försämrade hörbarhet och taluppfattning (Dillon, 2001). Ett bättre sätt är att minska förstärkningen vid enbart de frekvenser där återkoppling uppstår, även om det är svårt att sänka förstärkning för enskilda frekvenser utan att påverka intelligande frekvenser. Ju fler kanaler hörapparaten har, ju mer kan man sänka förstärkningen vid en viss frekvens utan att påverka intelligande frekvenser (Dillon, 2001). Vissa nyare hörapparater reglerar förstärkningen i ett smalt frekvensband just där det finns starkast tendens till återkoppling (Andersson & Arlinger, 2007).

Med digital signalbehandling i hörapparaten kan man genom fasmodulation minska återkoppling på de frekvenser där förstärkningen i hörapparaten är tillräckligt stark för att skapa återkoppling (Dillon, 2001).

Ett annat sätt är att addera en konstgjord signal med fixerad förstärkning och fas som så nära som möjligt efterliknas den yttre akustiska återkopplingen. Denna konstgjorda signal används för att "släcka ut" återkopplingssignalen, genom att subtrahera den konstgjorda signalen från hörapparaten insignal (Smeds & Leijon, 2000; Dillon, 2001).

Då risken för återkoppling ökar vid ökat förstärkningsbehov, innebär en svår hörselnedsättning i diskanten och basen att återkoppling är en möjlig risk vid förstärkning med hörapparat. Tillsammans med hörtelefonens begränsningar bidrar återkoppling till att tillräcklig förstärkning i diskanten kan vara svår att uppnå.

2.9 Olinjär frekvenskomprimering

Då det är svårt att uppnå tillräcklig förstärkning i diskanten på grund av begränsningar i hörtelefonen och återkopplingsrisk, samt det faktum att förekomsten av döda regioner är förknippat med försämrade taluppfattning även när språkljud görs hörbara, har funktionen olinjär frekvenskomprimering utvecklats.

Olinjär frekvenskomprimering innebär att ljud med högre frekvensinnehåll förflyttas nedåt till lägre frekvenser för att förbättra hörbarheten. Detta görs utifrån antagandet att vid sensorineural diskantnedsättning är hörseln bättre och därmed hörbarheten bättre vid lägre frekvenser. Funktionen komprimerar utsignalens bandbredd med ett justerbart förhållande. Vilka ljud som förflyttas (komprimeras) bestäms av en knäpunkt. Under knäpunkten behålls förstärkningen utan inverkan av olinjär frekvenskomprimering, medan kompression sker ovanför knäpunkten vid högre frekvenser (Glista et al., 2009). Glista et al. (2009) visade att testdeltagarna förbättrade taluppfattningsförmågan för tal med högre frekvensinnehåll, medan taluppfattningsförmågan för vokaler var oförändrad. Funktionen arbetar olinjärt och tillämpar mer kompression ju högre frekvens ljudkomponenterna har (Simpson et al., 2006).

Simpson et al. (2006) undersökte i sin studie bland annat den subjektiva preferensen för var i frekvens knäpunkten ligger. De 10 vuxna testpersonerna i studien hade brant fallande diskantnedsättning och fick hörapparater med funktionen olinjär frekvenskomprimering programmerat med knäpunkterna 1000 Hz, 1250 Hz, och 1600 Hz med respektive kompressionsförhållande 4:1, 2:1 och 0,5:1. Det visade sig att testpersonerna generellt föredrog högre knäpunkt kombinerad med kompressionsförhållandet 2:1. En svaghet i studien är dock att endast 10 testpersoner inkluderats, samt att den endast undersöker preferensen hos en grupp med homogen hörselnedsättning. Endast 4 av de 10 testpersonerna föredrog samma knäpunkt.

Av de 10 testpersonerna i studien av Simpson et al. (2006) fortsatte endast sju av testpersonerna sitt deltagande. Av dessa 7 testpersoner visade ingen av testpersonerna signifikant förbättrad taluppfattning. Vid den subjektiva utvärderingen, genomförd med frågeformuläret The Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB), visade endast 1 av de 7 testpersonerna förbättrad nöjdhet med hörapparaten med olinjär frekvenskomprimering jämfört med tidigare konventionell hörapparat. En ytterligare svaghet i studien var att 3 av de 7 testpersonerna var ovana hörapparatsanvändare, det vill säga i samma studie fanns både testdeltagare som inte använde hörapparat före deltagande i studien och testdeltagare som var vana hörapparatsanvändare före deltagande i studien..

I en studie gjord av Bohnert et al. (2010) visade testdeltagare med grav hörselnedsättning bättre resultat vid taltest i brus med hörapparater programmerade med funktionen olinjär frekvenskomprimering. För 8 av 11 testpersoner förbättrades taluppfattningsförmågan. Den subjektiva utvärderingen i studien visade statistiskt signifikant förbättrad nöjdhet, mätt i medelvärde, för de 11 testpersonerna. Testdeltagarnas kommentarer berörde ljudkvalitén där främst frikativor, [s] och [f] upplevdes ha förvrängd ljudkvalité. Testpersonerna i Bohnert's studie hade en svår sensorineural hörselnedsättning med brant fallande hörtrösklar i diskanten.

Wolfe et al. (2011) undersökte nyttan med olinjär frekvenskomprimering på 15 barn i åldrarna 5-13 år med en medelålder på 10,4 år. Testpersonerna hade mild till måttlig hörselnedsättning i basen och måttlig hörselnedsättning i diskanten. Samtliga barn visade förbättrad taluppfattning med hörapparaterna med olinjär frekvenskomprimering jämfört med tidigare hörapparater. Dock gällde detta endast då taltestet var utfört i tystnad; för tal i brus fann de ingen signifikant förbättring. Samtliga barn visade också förbättrade hörtrösklar vid audiometri i ljudfält med hörapparaterna med olinjär frekvenskomprimering på.

Den olinjära frekvenskomprimeringsstrategin tillåter endast komprimering i banden för höga frekvenser vilket gör att naturliga formantförhållanden förblir desamma. I lägre frekvensband bevaras också tonhöjden hos kvinnor, män och barn (Wolfe et al., 2010). Simpson, Hersbach och McDermott (2005) påpekade i sin studie att för frekvenserna ovanför knäpunkten, vilka komprimeras, behålls inte de naturliga formant-förhållandena, vilket de anser kan påverka upplevelsen av till exempel musik. En fara de ser med den förinställda programmeringen, som utgår från patientens bästa öra, är för patienter med asymmetiska hörselnedsättningar. För dessa patienter kan en annan knäpunkt behövas för det sämre örat jämfört med det bättre örat.

Några konklusioner som Glista et al. (2009) drog av sin studie på 24 testdeltagare, 13 vuxna och 11 barn, med svår till grav diskantnedsättning är att testdeltagarna med svårast hörselnedsättning i diskanten blev bäst hjälpta, i form av förbättrad taluppfattningsförmåga, av funktionen olinjär frekvenskomprimering. En annan gemensam faktor för de testdeltagare som blev bäst hjälpta var åldern, där de yngre testdeltagande presterade bättre med hörapparat med olinjär frekvenskomprimering jämfört med de äldre testdeltagarna i studien.

3. PROBLEMFÖRMULERING

För patienter med svår hörselnedsättning i diskanten kan det vara svårt att med hörapparat/hörapparater extrahera tillräcklig information från talsignalens innehåll i högre frekvenser, på grund av hörselnedsättningens omfattning, hörtelefonens begränsningar och risken för återkoppling. För patienter med sensorineural hörselnedsättning kan dessutom skadelokalisationen i cochlea medföra att ljudbilden förvrängs och taluppfattningsförmågan försämras. Vid förekomst av döda regioner i cochlea är ännu mindre information från vibrationerna på basilmembranet tillgänglig för hjärnan, vilket kan innebära ytterligare försämrad taluppfattning.

På grund av hörtelefonens begränsning i att ge tillräcklig förstärkning, återkopplingsrisk samt svårighet att extrahera tillräcklig information från talsignalens högre frekvenser för patienter med svår sensorineural diskantnedsättning, utvecklades funktionen olinjär frekvenskomprimering.

Tidigare studier har visat att yngre testdeltagare kan gynnas mer av funktionen olinjär frekvenskomprimering jämfört med äldre testdeltagare.

Syftet med denna magisteruppsats var att jämföra nyttan av Phonak's hörapparat Versata Art och dess funktion olinjär frekvenskomprimering, med namnet SoundRecover, hos skolbarn i åldern 9-20 år; en grupp där funktionen olinjär frekvenskomprimering var aktiv i hörapparaten/hörapparaterna jämfördes med en grupp där olinjär frekvenskomprimering var inaktiv i hörapparaten/hörapparaterna.

- Skiljer sig taluppfattningsförmågan för testdeltagare med måttlig till svår diskantnedsättning mellan de med olinjär frekvenskomprimering i hörapparaterna och de utan?
- Skiljer sig den upplevda nyttan med hörapparaten/hörapparaterna för testdeltagare med måttlig till svår diskantnedsättning mellan grupperna mätt med frågeformulär?
- Förbättrar sig testresultaten över tid?

4. METOD

4.1 Testdeltagare

Register över skolbarn med hörselnedsättning med och utan hörapparat vid respektive audiologisk avdelning, Malmö/Lund, vid Skånes Universitetssjukhus, granskades för att hitta lämpliga testdeltagare. I första gallringen plockades 58 lämpliga testdeltagare ut. Då var urvalet grovt, testdeltagare med audiogram som visade på sensorineural hörselnedsättning samt var vana hörapparat användare valdes ut. Därefter exkluderades 23 testpersoner på grund av utvecklingsförsening, flat loss (grad av hörselnedsättning i bas och diskant är lika), allt för grav hörselnedsättning (för lätt hörselnedsättning exkluderades automatiskt i och med att endast hörapparat användare inkluderades i studien), konduktiv hörselnedsättning, ålder

under 6 år och över 20 år, förstagångsanvändare samt behärskade svenska språket otillräckligt för studien, se tabell 1.

Efter denna systematiska gallring av testdeltagare återstod 35 lämpliga testpersoner, 21 testdeltagare tillhörande audiologisk avdelning i Lund och 14 testdeltagare tillhörande audiologisk avdelning i Malmö. Efter utskick av brev med förfrågan om testdeltagande, se bilaga 1, som gjordes den 5:e mars 2012 erhöles 8 svar. 4 av dessa 8 svar kom från Malmö och 4 av dessa svar kom från Lund. De testpersoner som tackat ja till deltagande i studien ringdes upp och informerades om att insamlingen av anmälningar skulle pågå till den 13:e mars 2012. Påminnelsebrev, se bilaga 2, skickades ut den 27:e mars 2012 till återstående 27 testpersoner som inte svarat. Fram till slutdatum för anmälan erhöles ytterligare 2 svar från testdeltagare som tackade ja, båda testdeltagarna tillhörde audiologisk avdelning i Lund, se tabell 1.

Antalet testdeltagare i studien var efter denna rekryteringsprocess 10 testdeltagare och totalt 18 öron, då 2 av testdeltagarna har ensidig hörapparatsanpassning på grund av ensidig dövhet och ensidig hörselnedsättning. Av dessa 18 öron är 9 vänsteröron och 9 högeröron.

Tabell 1. Rekrytering av testdeltagare.

Rekrytering	N	Malmö	Lund	Funktionshinder	Flatloss	Grav hns	Konduktiv hns	Språkbrister	Ej hörapparat
Utvalda	58	21	37						
Exkluderade	23	7	16	4	10	6	1	1	1
Utskickade ansökningar	35	14	21						
Mottagna svar	10	4	6						

Testdeltagarna delades in i 2 grupper med 5 testdeltagare i respektive grupp; en kontrollgrupp som hade funktionen olinjär frekvenskomprimering inaktiv i sin/sina hörapparat/hörapparater och en testgrupp som hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sin/sina hörapparat/hörapparater. Fördelningen mellan grupperna gjordes så identisk som möjligt utifrån ålder, hörselnedsättning, tidigare hörapparatstyp samt bilateralt- eller unilateral hörapparatsanpassning – där de 2 testdeltagare med ensidig hörapparatsanpassning sattes i var sin grupp. Fördelning av testpersoner utifrån tidigare hörapparatstyp gjordes så identisk som möjligt genom att 2 testpersoner som använt modellen Versata tidigare sattes i var sin grupp, 2 testpersoner som använt Phonaks modell Savia tidigare sattes i var sin grupp samt de testpersoner som använt GN Resound eller Oticon tidigare fördelades jämt mellan grupperna (se Tabell 2).

Tabell 2. Fördelning av testdeltagare (TD) i kontrollgruppen och testgruppen.

Grupp	Testperson	Unilateral/bilateral hörapparat	TMV4 (luft) höger/vänster	Tidigare hörapparat	Tidigare Soundrecover
Kontrollgrupp	TD2	Bilateral	48/51 dB HL	Versata, Phonak	Ja
Kontrollgrupp	TD3	Bilateral	44/31 dB HL	Safari, Oticon	Nej
Kontrollgrupp	TD4	Unilateral	4/68 dB HL	Azure, GN Resound	Nej
Kontrollgrupp	TD7	Bilateral	43/35 dB HL	Azure, GN Resound	Nej
Kontrollgrupp	TD10	Bilateral	60/59 dB HL	Savia, Phonak	Nej
Testgrupp	TD1	Bilateral	41/30 dB HL	Azure, GN Resound	Nej
Testgrupp	TD5	Bilateral	50/53 dB HL	Savia, Phonak	Nej
Testgrupp	TD6	Bilateral	49/44 dB HL	Azure, GN Resound	Nej
Testgrupp	TD8	Unilateral	59/ - dB HL	Versata, Phonak	Ja
Testgrupp	TD9	Bilateral	39/39 dB HL	Live, GN Resound	Nej

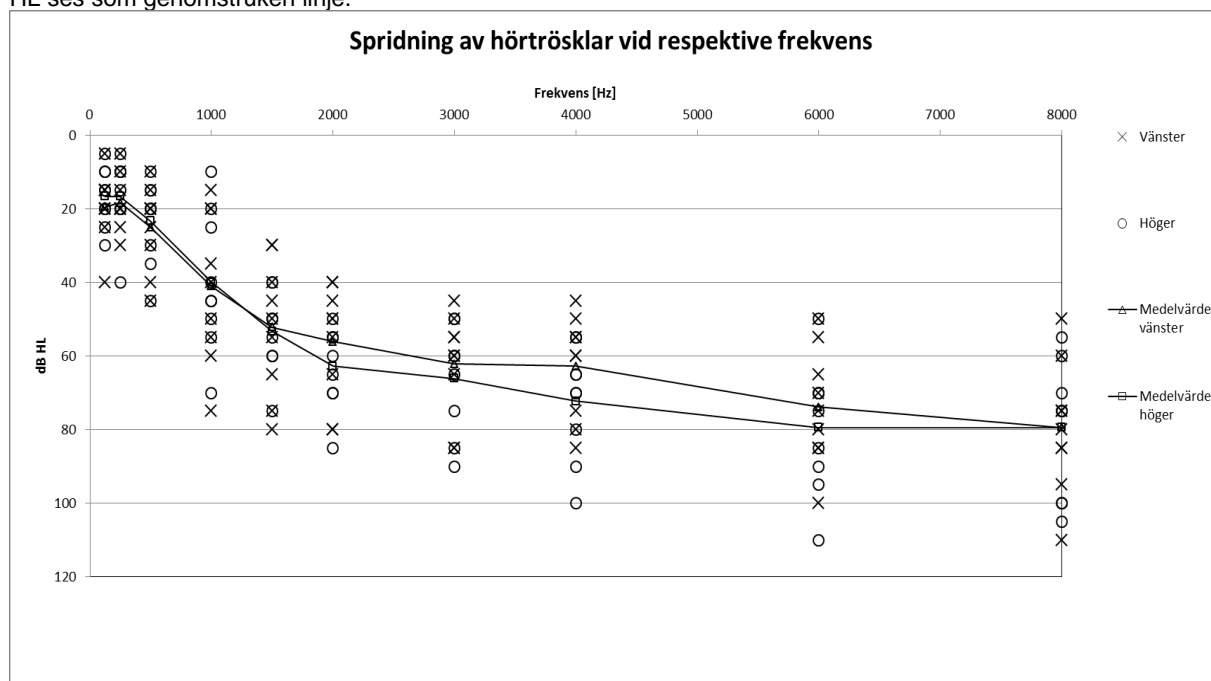
Medelåldern i kontrollgruppen var 12 år (11,8 år) och i testgruppen 14 år (14,4 år). Medelåldern för samtliga testdeltagare var 13 år (13,1 år). Tonmedelvärde (för frekvenserna 500-, 1000-, 2000- & 4000 Hz), i bästa öra, var 48 dB HL för kontrollgruppen och 45 dB HL i testgruppen. TMV4 för samtliga testdeltagare var 46 dB HL. Medelhörselnedsättningen enligt Världshälsoorganisationen (WHO) definitioner var en måttlig hörselnedsättning för båda grupperna (Andersson & Arlinger, 2007).

Testpersonerna var inte själva medvetna om vilken grupp, test- eller kontrollgrupp, de tillhörde under testperioden. Placeboeffekt är därför en möjlig risk för de testdeltagare som tillhört kontrollgruppen. Å andra sidan ges möjlighet att jämföra testdata mellan grupperna och på så vis säkrare dra slutsatser från testdata.

Metoddelen har utförts på audiologisk avdelning i Malmö och i Lund. Förfarandet i metoddelen har gjorts så identisk som möjligt på respektive ort; likadan audiometer och samma hörtelefoner har använts. Likvärdiga ljudisolerade testrum har använts vid hörapparatsutprovning, ljudfältmätning och samma högtalarplacering har använts. Endast en testare användes.

Antal testtillfällen för varje testdeltagare var 4 stycken. Vid första testtillfället togs nytt audiogram samt taltest i ljudfält med testdeltagarens tidigare hörapparat/hörapparater. Vid andra testtillfället programmerades hörapparaten/hörapparaterna Phonaks Versata Art samt kvalitetssäkrades genom IF-mätning. En månad efter programmering av hörapparat/hörapparater utfördes taltest i ljudfält samt fylldes frågeformuläret (IOI-HA) i. Förfarandet upprepades 3 månader efter programmering av hörapparat/hörapparater.

Figur 1. Spridning av hörtrösklar i dB HL för nio högeröron och nio vänsteröron, medelvärde för hörtrösklar i dB HL ses som genomstruken linje.



4.2 Audiogram

Nytt tonaudiogram togs för samtliga testdeltagare. Audiogram har tagits med TDH-39P lurar med såväl luft- och benledningströsklar, för att utesluta konduktiva hörselnedsättningar. Audiometer från Aurical Madsen har använts och hörtrösklar är uppmätta vid frekvenserna 125-, 250-, 500-, 1000-, 1500-, 2000-, 3000-, 4000-, 6000- och 8000 Hz.

Inklusionskriterierna för grad av sensorineural hörselnedsättning var för hörtrösklar i basen (125 Hz till och med 1000 Hz) < 60 dB HL. Var hörtröskeln sämre än 60 dB HL vid 125 Hz, 500 Hz och 1000 Hz, exkluderades testpersonen. För hörtrösklar i diskanten (1500 Hz till och med 8000 Hz) gällde inklusionskriteriet >40 dB HL till < 110 dB HL. För grav hörselnedsättning uteslöts genom exklusionskriteriet att hörtrösklar inte får vara sämre än 110 dB HL. Testpersoner med uppnådda hörtrösklar exkluderades.

Diskanttonmedelvärdet (frekvenserna 3000-, 4000- och 6000 Hz) fick inte vara mindre än 50 dB HL eller mer än 95 dB HL för att exkludera för grav hörselnedsättning.

4.3 Taltest

Samtliga taltest utfördes i ljudfält och med metoden Maximal taluppfattning (Same, 2004), innehållande listor med fonetiskt balanserade ord (FB-lista) avsedda att användas på patienter från 10 års ålder. FB-lista 3 har undvikts då den innehåller hög andel omoderna ord och FB-lista 1 har använts som träningslista (Same, 2004). Alla testpersoner har fyllt 10 år eller fyller 10 år under året, varvid barnanpassade listor ej använts. Samma ordlista användes aldrig mer än en gång för varje testperson. FB-listorna balanserades mellan testdeltagarna enligt metoden latinsk kvadratmetod, se tabell 3.

Tabell 3. Tallistor fördelat över testdeltagare (TD) 1-10. Testperson 4 (TD 4) och testperson 8 (TD 8) har ensidig hörselnedsättning respektive ensidig dövhet.

Tallista	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TD7	TD8	TD9	TD10
FB-lista 2	2					2				
FB-lista 4	4	4					4			
FB-lista 5	5	5	5				5	5		
FB-lista 6	6	6	6	6			6	6	6	
FB-lista 7	7	7	7	7	7		7	7	7	7
FB-lista 8	8	8	8	8	8	8	8		8	8
FB-lista 9		9	9		9	9	9		9	9
FB-lista 10			10		10	10			10	10
FB-lista 11					11	11			11	11
FB-lista 12					12	12				12

Maximal taluppfattning testades med en FB-lista per öra. Då taluppfattningstestet gjordes vid 3 tillfällen användes totalt 6 FB-listor per testdeltagare, förutom för testdeltagarna med unilateral hörapparatpassning där 3 listor använts. Testpersonerna informerades om vilket ordmaterial, och vilka störljud i de fall där maskering behövdes, som skulle presenteras. Därefter instruerades testpersonen att upprepa det sista ordet i meningen som hon/han hör samt att gissningar är tillåtna och att hon/han vid osäkerhet ska upprepa så mycket av ordet han kan. FB-lista 1 användes som träningslista, detta gjordes för att testpersonen ska få en uppfattning om metoden i testet innan start.

Två stycken högtalare var placerade vid sidan av testpersonen; båda i 45 graders vinkel från 0 grader azimut. Avståndet mellan högtalare och testperson var aldrig mindre än 1 meter. Talsignalen presenterades på nivån 65 dB SPL som motsvarar normal samtalsstyrka och är en enligt Same (2004) rekommenderad nivå vid taltester i ljudfält. Talet presenterades först via högtalaren som var placerad intill det bästa öra och därefter i högtalaren som var placerad vid sämsta örat. Maskeringsbrus användes där det skilde 40 dB eller mer mellan testnivån och motsatt öras bästa tonmedelvärde för luft- eller benledning. För att beräkna maskeringsstyrka användes formeln: $S_n = T_t - 40 + (M_L - M_B)$ där S_n står för nödvändig maskeringsstyrka, T_t ; talnivån i testörat, M_L ; motsatta örats tonmedelvärde för luft och M_B ; motsatta örats tonmedelvärde för ben. Vid maskering informerades testpersonen om att det kommer ett störande brusljud och från vilken högtalare samt att testpersonen skulle

ignorera det störande bruset och fokusera på talet. Hela FB-listor med 50 ord har använts. Före varje mätning kalibrerades utnivån med den inspelade 1000 Hz-tonen med audiometerens VU-mätare.

Taltestet genomfördes vid 3 tillfällen; vid nybesöket med patientens dåvarande hörapparater, vid återbesök 1 månad efter anpassning av studiens hörapparat och vid återbesök 3 månader efter anpassning av studiens hörapparat. Första taltestet genomfördes med patientens dåvarande hörapparater för att ha ett värde på vilken taluppfattning patienten hade med tidigare hörapparater innan anpassning av studiens hörapparat. Vid återbesök nummer 1 gjordes taltestet kort tid efter anpassningen, 1 månad, för att se om där fanns mätbara effekter över kort tid. Därefter tittade jag på långtidseffekten vid återbesök nummer 2, efter 3 månader, för att se om där fanns förbättrad taluppfattning över tid, så kallad aklimatiseringseffekt.

I samband med taltesterna utfördes otoskopi för att utesluta vax i hörselgången och dokumentera öronstatus.

4.4 Hörapparatsanpassning

Hörapparaten/hörapparaterna Phonak Versata Art anpassades med utgångspunkt det enligt tillverkarna förprogrammerade anpassningsläget i programmeringsmodulen iPFG 2.6. Det förprogrammerade anpassningsläget utgår från audiogrammets bästa öra för att undvika för stark kompression i funktionen SoundRecover (se nedan). Juniorläget, som är rekommenderat för åldern 0-18 år, användes för samtliga testpersoner för att kunna jämföra testpersonerna som en så homogen grupp som möjligt. Åldersspannen i Juniorläget delas in i åldern 0-4 år, 5-8 år och 9-19 år. Då samtliga testdeltagare är mer än 10 år eller fyllde 10 år under år 2012 användes läget 9-19 år för alla testdeltagare. Förutom ålder angavs typ av insats, ventilation samt plottades nytaget audiogram in i programvaran. Preskriptionsmetoden NAL-NL1 användes, därmed valdes Phonaks förvalda preskriptionsmetod DSLv5a. Återkopplingskontrollen utfördes för att optimera supression av återkoppling genom återkopplingshanteraren.

Förutom SoundRecover justerades valbara program in. Det automatiska programmet SoundFlow valdes som grundprogram i hörapparaten/hörapparaterna för samtliga testdeltagare. SoundFlow växlar automatiskt signalbehandlingen, som riktmikrofoner och bullerreducering, utifrån hörapparatsens klassifikation av lyssningsmiljön. Enligt företaget görs denna justering kontinuerligt för att resultera i ett unikt program för varje situation i realtid, utan att hörapparatsanvändaren behöver reglera något manuellt. Funktionen SoundRecover arbetar i samtliga programlägen i det automatiska programmet SoundFlow (www.phonakpro.com/soundrecover). Testpersonerna i min studie var skolbarn, därmed var det aktuellt med program som stödjer tilläggsteknik i skola och under fritid. Utöver det automatiska grundprogrammet lades programmen T (telespole), MT (mikrofon + slinga), FM (frekvensmodulerat hjälpmedel) och FM+M (frekvensmodulerat hjälpmedel + mikrofon) in efter behov då hörapparaten behöver vara kompatibel med eventuella skolhjälpmedel. Som skolhjälpmedel används Microlink till teleslinga och Mylink som FM-system. SoundRecover är aktivt i samtliga program där mikrofonläget används.

Under testtiden var volymkontrollen (VK) fränkopplad för samtliga testpersoner, för att undvika att för svag förstärkning påverkade testresultatet. Efter programmering av hörapparaten vid första besöket gjordes inga justeringar av parametrarna vid återbesöken.

Testdeltagaren uppmanades att endast använda denna "studie-hörapparat" under sitt deltagande i studien.

4.5 Olinjär frekvenskomprimering

"SoundRecover compresses and shifts high frequencies, expanding audibility to include the full spectrum of sounds", uppger hörapparatstillverkaren Phonak (www.phonakpro.com/soundrecover). SoundRecover är deras namn på funktionen olinjär frekvenskomprimering som finns i deras hörapparatsmodeller Versata, Exélia, Audéo, Nadia och Nios (www.phonakpro.com/soundrecover).

Olinjär frekvenskomprimering innebär att högfrekventa ljud förflyttas nedåt till lägre frekvenser för att förbättra hörbarheten. Funktionen komprimerar utsignalens bandbredd med ett justerbart förhållande. Vilka ljud som förflyttas (komprimeras) bestäms av en knäpunkt. Under knäpunkten behålls förstärkningen utan inverkan av SoundRecover, medan kompression sker ovanför knäpunkten dvs. vid högre frekvenser. Funktionen arbetar olinjärt och tillämpar mer kompression på ljudkomponenter ju högre frekvens ljudkomponenterna har (Simpson et al., 2006).

Ett förslag för knäpunkt och kompressionsgrad beräknas av utprovningssprogrammet iPEG utifrån audiogram för patientens bästa öra och tillverkarnas rekommendationer. De rekommenderade inställningarna är sedan reglerbara för audionomen. Knäpunkten anger från och med vilken frekvens som olinjär frekvenskomprimering ska arbeta och därmed också kompressionsförhållandet. Kompressionsförhållandet anger med hur stor grad SoundRecover ska komprimera. Om knäpunkten sätts mer mot basen, blir kompressionen större eftersom den komprimerar över ett större område. Om knäpunkten sätts högre upp i diskanten blir kompressionen mindre eftersom den komprimerar över ett mindre område. Under knäpunkten sker ingen komprimering. Vid slutet av anpassningen av hörapparaten kontrollerades att fonemen /s/ och /sh/ var identifierbara genom att testpersonerna fick upprepa dessa utifrån min egen röst i normal samtalsnivå.

4.6 Kontrollgruppen

För kontrollgruppen kopplades funktionen olinjär frekvenskomprimering ur i hörapparaten/hörapparaterna. Därefter justerades valbra program in, det automatiska programmet SoundFlow lades in som grundprogram. Utöver grundprogrammet lades program med T-läge och FM-läge in vid behov för att stödja eventuell tilläggsteknik i skola och på fritiden. Vid slutet av anpassningen av hörapparaten kontrollerades att fonemen /s/ och /sh/ var identifierbara genom att testpersonerna fick upprepa dessa utifrån min egen röst i normal samtalsnivå. Volymkontrollen kopplades ur. Efter programmering av hörapparaten gjordes inga justeringar av parametrarna vid återbesöken. Testdeltagaren uppmanades att endast använda denna "studie-hörapparat" under sitt deltagande i studien.

4.7 Kvalitetssäkring

Hörapparatsanpassningen verifierades i samtliga fall med insättningsförsäkning, så kallad IF-mätning. Vid mätning av IF matchade jag hörapparaternas förstärkning efter målkurvan för den valda perskriptionsmetoden NAL-NL1. Skillnaden mellan målkurva och uppmätt förstärkning fick vara 5 dB. Vid t.ex. återkoppling accepterades avvikelse från målkurvan. Som mest avvek uppmätt förstärkning 15 dB från målkurvan för en testdeltagare, på grund av återkopplingsproblematik. I ytterligare ett fall avvek uppmätt förstärkning 12 dB från målkurvan av samma anledning. IF-mätningarna utfördes med Aurical från Otometrics. Mätsignalen som användes var utrustningens inbyggda modulerade talvägda brus, Modulated Speech Weighted Noise (MSWN) som är ett standardiserat brus framtaget av American National Standard Institute (ANSI). Enligt tillverkarna Phonaks rekommendationer

bör en talvägd brussignal användas vid verifikation av IF (www.phonakpro.com/soundrecover).

För testdeltagarna i testgruppen utfördes IF-mätningen först med funktionen SoundRecover inaktiv, vid nivåerna 60 dB SPL och 65dB SPL, enligt tillverkarna Phonaks rekommendationer. Förstärkningen matchades efter målkurvan, dock togs hänsyn till att förstärkningen inte nådde målkurvan i diskanten. Detta eftersom förstärkningen vid högre frekvenser skiftas till lägre frekvenser av funktionen SoundRecover. Mätningen utfördes sedan med SoundRecover aktiv, vid nivåerna 60 dB SPL och 65 dB SPL. Förstärkningen kontrollerades så att förstärkningen över gränsfrekvensen hade skiftats till lägre frekvenser och låg inom hörbart område samt matchade målkurvan. Förstärkningen ovanför "cut-off frequency" matchades inte efter målkurvan då denna förstärkning komprimeras mot hörbart område i lägre frekvenser. Utöver nivåerna 60 dB SPL och 65 dB SPL användes nivån 80 dB SPL, detta för att verifiera att för starka ljudnivåer ej presenterades i hörapparaten. Nivån 80 dB SPL mättes utan SoundRecover aktiv för kontrollgruppen och med SoundRecover aktiv för testgruppen.

För kontrollgruppen där SoundRecover var inaktiv, matchades förstärkningen efter målkurvan även i diskanten. Dock togs hänsyn till att förstärkningen inte nådde målkurvan till fullo vid återkopplingsproblematik. I övrigt kvalitetssäkrades hörapparatsutprovningen för kontrollgruppen och testgruppen exakt likadant.

4.8 Insatsen

Insatsernas ventilation har varierat mellan 0-3 mm. I ett fall där insatserna satt uppenbart dåligt i öronen togs avtryck och nya insatser tillverkades för att minska risken för återkoppling.

4.9 Frågeformulär

Testdeltagarnas ålder varierade mellan cirka 10-20 år, därför fylldes frågeformuläret i under besöket tillsammans med testperson, förälder och mig själv. IOI-HA är ett frågeformulär utvecklat av Cox med kollegor (Cox & Alexander, 2002) med syftet att utvärdera effekten av hörselrehabiliteringen. IOI-HA har valts då det är väl använt inom forskning och det finns flera rapporter med stora patientgrupper som underlag ($n > 150$) (Hickson, Clutterbuck & Khan, 2010), samt att det utvärderar effekten av hörselrehabiliteringen på ett relevant sätt (Brännström & Wennerström, 2010). IOI-HA har även använts i forskning på barn (Priwin, Jönsson, Hultcrantz & Granström, 2007). Frågeformuläret består av sju delfrågor som behandlar utkomsten från hörselrehabiliteringen med fokus på hörappartanvändningen: (1) Användningstid, (2) Nyttan, (3) Kvarstående aktivitetsbegränsningar, (4) Tillfredsställelse, (5) Kvarstående hörselproblems påverkan på deltagande, (6) Påverkan på andra, och (7) Livskvalité. Varje delfråga har en fem-gradig skala, där ett högre värde är förknippat med bättre resultat och ett lägre värde är förknippat med ett sämre resultat (Cox & Alexander, 2002). Delfrågorna kan delas upp i 2 underskalor: introspektion och interaktion. I underskalan introspektion ingår fråga 1, 2, 4 och 7, vilka alla berör patientens egna erfarenheter med hörapparaten, och i underskalan interaktion ingår fråga 3, 5 och 6, vilka alla berör patientens samspel med andra. Dessutom tittar man på det sammanlagda värdet för samtliga 7 frågor, det så kallade globala värdet, där minimum kan vara 7 poäng och maximum 35 poäng. Frågeformuläret fylldes i vid återbesök nummer 1 och vid återbesök nummer 2. Frågeformuläret fylldes i under intervjuform där frågorna ställdes till testdeltagare/och förälder och förklarades/förenklades för testpersonen/och förälder där det var nödvändigt.

4.10 Etiskt övervägande

Studien har godkänts av Etiska kommittén vid Avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi, Institutionen för kliniska vetenskaper, Lunds Universitet. Vid hörapparatsanpassning kan ljudnivån upplevas stark och skulle t.o.m vara skadlig. Genom att kvalitetssäkra med IF-mätning säkerställs att det inte varit skadligt höga ljudnivåer i testdeltagarnas hörapparater.

5. RESULTAT

Tabell 4 visar resultaten på frågeformuläret IOI-HA, för testgruppen och kontrollgruppen. Independent-samples t-test användes för att jämföra dessa resultat mellan kontrollgruppen och testgruppen vid första tillfället frågeformuläret fylldes i. Det fanns ingen signifikant skillnad i skattning av underskalan introspektion för testgruppen och kontrollgruppen. Det fanns heller ingen signifikant skillnad för interaktionsunderskalan- eller det globala värdet vid första tillfället. Independent-samples t-test visade ingen signifikant skillnad mellan kontrollgruppen och testgruppen vid det andra tillfället som frågeformuläret fylldes i, varken för introspektionsunderskalan, interaktionsunderskalan eller det globala värdet.

Tabell 4. Medelvärden och standardavvikelser för IOI-HA; globalt värde, introspektionsunderskalan och interaktionsunderskalan för testgruppen och kontrollgruppen.

Nöjdhet IOI-HA	Tillfälle	Grupp	N	Medelvärde	Std. Avvikelse	t	p
Introspektion	1	Testgrupp	5	16.8	2.168	-0.884	0.4
		Kontrollgrupp	5	17.8	1.304		
Interaktion	1	Testgrupp	5	13.20	1.483	1.313	0.2
		Kontrollgrupp	5	14.20	0.837		
Globalt värde	1	Testgrupp	5	30.00	3.391	0.320	0.8
		Kontrollgrupp	5	29.20	4.438		
Introspektion	2	Testgrupp	5	18.00	2.550	-0.331	0.7
		Kontrollgrupp	5	18.40	0.894		
Interaktion	2	Testgrupp	5	14.00	1.414	-0.272	0.8
		Kontrollgrupp	5	14.20	0.837		
Globalt värde	2	Testgrupp	5	32.00	3.937	0.284	0.8
		Kontrollgrupp	5	31.40	2.608		

Paired-samples t-test användes för att utvärdera om interventionen haft påverkan på testpersonernas skattning av upplevd effekt av hörselrehabiliteringen mätt med IOI-HA. Varken för testgruppen eller kontrollgruppen fanns det någon statistisk signifikant skillnad i nöjdhet mellan första tillfället frågeformuläret fylldes i och andra tillfället frågeformuläret fylldes i för introspektionsunderskalan, interaktionsunderskalan eller det globala värdet. För hela gruppen med samtliga testdeltagare kan dock en statistisk signifikant skillnad ses i skattning av upplevd effekt av hörselrehabiliteringen för introspektionsunderskalan från första tillfället frågeformuläret fylldes i till andra tillfället; $t(9) = -2.377$, $p < 0.05$ (dubbelsidigt test). Också för det globala värdet ses en statistisk signifikant skillnad från första tillfället frågeformuläret fylldes i till andra tillfället frågeformuläret fylldes i; $t(9) = -2.436$, $p < 0.05$ (dubbelsidigt test). För underskalan interaktion sågs ingen statistisk signifikant skillnad efter intervention, se tabell 5.

Tabell 6 visar resultaten för taltestet maximal taluppfattning för kontrollgruppen och testgruppen. Independent-samples t-test användes för att jämföra uppnått värde vid taltestet mellan testgruppen och kontrollgruppen. Det fanns ingen signifikant skillnad i värdet på maximaltaluppfattning vid tillfälle 1, 2 och 3, varken för höger öron, vänster öron eller utifrån bästa öra.

Tabell 5. Medelvärden och standardavvikelser för IOI-HA; globalt värde, introspektionsunderskalan och interaktionsunderskalan för samtliga testdeltagare mellan första tillfället frågeformuläret fylldes i och andra tillfället frågeformuläret fylldes i. *Resultatet är signifikant vid 0.05-nivån.

Nöjdhet IOI-HA	Tillfälle	N	Medelvärde	Std. Avvikelse	t	Df	p
Introspektion	1	10	17	1.77	-2.377	9	0.041*
	2	10	18	1.82			
Interaktion	1	10	14	1.25	-0.937	9	0.373
	2	10	14	1.10			
Globalt	1	10	30	3.75	-2.436	9	0.038*
	2	10	32	3.16			

Tabell 6. Medelvärden och standardavvikelser för maximal taluppfattning (%) för testgruppen och kontrollgruppen.

Maximal taluppfattning, respektive öra	Tillfälle	Grupp	N	Medelvärde	Std. Avvikelse	t	p
Maximal taluppfattning Vänster öra	1	Testgrupp	4	89.00	8.406	2.272	0.070
		Kontrollgrupp	5	63.60	23.169		
Maximal taluppfattning Höger öra	1	Testgrupp	5	80.00	9.381	0.554	0.597
		Kontrollgrupp	4	75.75	13.720		
Maximal taluppfattning Vänster öra	2	Testgrupp	4	97.75	0.500	1.318	0.258
		Kontrollgrupp	5	89.00	14.832		
Maximal taluppfattning Höger öra	2	Testgrupp	5	95.40	3.715	1.374	0.212
		Kontrollgrupp	4	91.25	5.377		
Maximal taluppfattning Vänster öra	3	Testgrupp	4	95.25	9.500	0.473	0.650
		Kontrollgrupp	5	92.40	8.562		
Maximal taluppfattning Höger öra	3	Testgrupp	5	96.00	4.528	0.730	0.489
		Kontrollgrupp	4	93.25	6.801		
Maximal taluppfattning Bästa öra	1	Testgrupp	5	87.20	10.060	1.826	0.105
		Kontrollgrupp	5	70.60	17.658		
Maximal taluppfattning Bästa öra	2	Testgrupp	5	96.00	3.937	0.600	0.565
		Kontrollgrupp	5	94.00	6.325		
Maximal taluppfattning Bästa öra	3	Testgrupp	5	96.80	4.868	0.504	0.628
		Kontrollgrupp	5	95.00	6.325		

Paired-samples t-test användes för att utvärdera om interventionen haft påverkan på testpersonernas taluppfattningsförmåga över tid. Tabell 7 visar statistik över hur interventionen påverkade taluppfattningsförmågan mellan tillfälle 1 och 2 för kontrollgruppen och testgruppen. För testgruppen fanns en statistisk signifikant ökning i maximal taluppfattning för höger öron från tillfälle 1 till tillfälle 2; $t(4) = 3.904$ $p < 0.05$ (dubbelsidigt test). Ingen signifikant skillnad kunde ses för vänster öron.

Samma tabell visar att det för kontrollgruppen fanns en statistisk signifikant ökning i maximal taluppfattning för både höger öron från tillfälle 1 till tillfälle 2; $t(3)=3.376$ $p<0.05$ (dubbelsidigt test), och för vänster öron från tillfälle 1 till tillfälle 2; $t(4)=2.930$ $p<0.05$ (dubbelsidigt test).

Tabell 7. Medelvärde och standardavvikelse för maximal taluppfattning (%) för testgruppen och kontrollgruppen mellan första tillfället taltestet utfördes och andra tillfället taltestet utfördes. *Resultatet är signifikant vid 0.05-nivån, **Resultatet är signifikant vid 0.01-nivån.

Maximal taluppfattning, respektive öra	Tillfälle	Grupp	N	Medelvärde	Std. Avvikelse	t	df	p
Maximal taluppfattning, höger öra	1	Testgrupp	5	80%	9.38	3.904	4	0.017**
	2		5	95%	3.72			
Maximal taluppfattning, vänster öra	1	Testgrupp	4	89%	8.41	-2.172	3	0.118
	2		4	98%	0.50			
Maximal taluppfattning, höger öra	1	Kontrollgrupp	4	76%	13.72	3.376	3	0.043*
	2		4	91%	5.38			
Maximal taluppfattning, vänster öra	1	Kontrollgrupp	5	63%	23.17	2.93	4	0.043*
	2		5	89%	14.83			

Tabell 8 visar att det för testgruppen fanns en statistisk signifikant ökning i maximal taluppfattning för höger öron från tillfälle 1 till 3; $t(4)= 6.48$ $p<0.05$ (dubbelsidigt test). Ingen signifikant skillnad kunde ses för vänster öron. För kontrollgruppen visade Paired-samples t-test att det fanns en statistisk signifikant ökning i maximal taluppfattning för både höger och vänster öron, från tillfälle 1 till 3; $t(3) = 4.6$ $p<0.05$ (dubbelsidigt test), respektive från tillfälle 1 till 3; $t(4) = 3.1$ $p<0.05$ (dubbelsidigt test).

Tabell 8. Medelvärde och standardavvikelse för maximal taluppfattning (%) för testgruppen och kontrollgruppen mellan första tillfället taltestet utfördes och tredje tillfället taltestet utfördes. *Resultatet är signifikant vid 0.05-nivån, **Resultatet är signifikant vid 0.01-nivån.

Maximal taluppfattning, respektive öra	Tillfälle	Grupp	N	Medelvärde	Std. Avvikelse	t	df	p
Maximal taluppfattning, höger öra	1	Testgrupp	5	80%	9.38	6.48	4	0.003**
	3		5	96%	4.528			
Maximal taluppfattning, vänster öra	1	Testgrupp	4	89%	8.41	-0.835	3	0.465
	3		4	95%	9.50			
Maximal taluppfattning, höger öra	1	Kontrollgrupp	4	76%	13.72	4.636	3	0.019**
	3		4	93%	5.38			
Maximal taluppfattning, vänster öra	1	Kontrollgrupp	5	64%	23.27	3.05	4	0.038*
	3		5	92%	8.56			

Tittar man på liknande data, tabell 9, för hela gruppen ser man att det fanns en statistisk signifikant förbättring i taluppfattningsförmåga från tillfälle 1 (då taluppfattningstestet utfördes med testdeltagarens gamla hörapparat/hörapparater) till 2 (då taluppfattningstestet utfördes med testdeltagarens nya hörapparat/hörapparater en månad efter utprovning), både för höger- och vänster öron; höger öron tillfälle 1 till 2; $t(8) = -5.517$, $p < 0.05$ (dubbel-sidigt test) och vänster öron tillfälle 1 till 2; $t(8) = -3.175$, $p < 0.05$ (dubbel-sidigt test).

Även mellan tillfälle 1 till 3 (tre månader efter utprovning) fanns en statistisk signifikant förbättring i taluppfattningsförmåga för både höger öron och vänster öron; höger öron tillfälle 1 till tillfälle 3; $t(8) = -8.2$, $p < 0.05$ (dubbel-sidigt test), och för vänster öron tillfälle 1 till 3; $t(8) = -2.659$, $p < 0.05$ (dubbel-sidigt test). Ingen statistisk signifikant skillnad i taluppfattningsförmåga kunde ses från tillfälle 2 till 3.

Tabell 9. Medelvärde och standardavvikelser för maximal taluppfattning (%) för samtliga testdeltagare. N=9. *Resultatet är signifikant vid 0.05-nivån, **Resultatet är signifikant vid 0.01-nivån

Maximal taluppfattning, respektive öra	Tillfälle	N	Mean	Std. Deviation	t	df	p
Maximal taluppfattning, höger öra	1	9	78%	10.94	-5.517	8	0.001**
	2	9	94%	5.75			
Maximal taluppfattning, vänster öra	1	9	75%	21.77	-3.175	8	0.013**
	2	9	93%	11.46			
Maximal taluppfattning, höger öra	1	9	78%	10.94	-8.192	8	0.000**
	3	9	95%	5.45			
Maximal taluppfattning, vänster öra	1	9	75%	21.77	-2.659	8	0.029*
	3	9	94%	8.592			
Maximal taluppfattning, höger öra	2	9	94%	4.75	-0.848	8	0.421
	3	9	95%	5.45			
Maximal taluppfattning, vänster öra	2	9	93%	11.46	-0.278	8	0.788
	3	9	94%	8.53			

6. DISKUSSION

6.1 Metoddiskussion

6.1.1 Testdeltagare

Antal testdeltagare i studien var begränsat till 10 testdeltagare, varför resultaten bör tolkas med försiktighet. Då funktionen olinjär frekvenskomprimering främst är avsedd för personer med hörselnedsättning av typen sensorineural diskantnedsättning samt att testdeltagarna skulle vara skolbarn i åldern 6-20 år, reducerade antalet lämpliga testdeltagare för studien till 35 testdeltagare. Av dessa 35 tackade 10 testdeltagare ja till att vara med i studien, vilket resulterade i 9 höger öron och 9 vänster öron. Testdeltagarna delades in i 2 grupper, en kontrollgrupp och en testgrupp. Grupperna matchades utifrån ålder, hörselnedsättning och hänsyn togs också till vilken hörapparatstyp de tidigare använt. Kön fördelningen var inte jämn i studien där 9 av 10 testpersoner var pojkar. Testdeltagare i testgruppen och kontrollgruppen följde samma studieprotokoll, och testdeltagarna var omedvetna om vilken grupp, test- eller kontrollgrupp, de tillhörde. Ändå är en viss placeboeffekt möjlig då samtliga

testdeltagare fick prova en ny hörapparat som skulle utvärderas i en studie vilket kan öka tron på hörapparaten. Dock minimerar testupplägget skillnaden i placeboeffekt mellan respektive grupp. Då testdeltagarna var omedvetna om vilket grupp de tillhörde och vilken hörapparatsinställning de hade i sina hörapparater, bemötte jag testdeltagarna i största möjliga mån likadant. En svaghet i studien är dock den "den mänskliga faktorn" att ha en testare. För att öka antalet testdeltagare övervägdes alternativet att rekrytera från fler orter i Skåne. Dock sågs även detta som alltför tidskrävande i relation till studiens storlek.

6.1.2 Audiogram

Majoriteten av tidigare studier har fokuserat på hörselnedsättning av måttlig till svår grad, (Bohnert et al., 2010; Simpson et al., 2005; Wolfe et al., 2010; & Wolfe et al., 2011). För att öka antalet testdeltagare utgick jag från ett bredare inklusionskrav för grad av hörselnedsättning där jag även inkluderade hörselnedsättning av lätt grad och grav grad i studien. Glista et al. (2009) inkluderade i sin studie testpersoner med hörselnedsättning från svår till grav där testdeltagare med sämst diskanttonmedelvärde blev bäst hjälpta av funktionen olinjär frekvenskomprimering. Genom ett brett inklusionskrav för grad av hörselnedsättning var tanken att öka antalet testpersoner vilket ökar styrkan i testresultaten, samtidigt som en negativ aspekt är att testresultaten beror på en större spridning av hörselnedsättningsgrad. Efter rekrytering utifrån inklusionskriterierna tackade dock ingen testdeltagare med svår till grav grad av hörselnedsättning ja till deltagande i studien. Därav var testdeltagarnas medelvärde på hörselnedsättningen av lätt till måttlig grad, i denna begränsade studie. Diskanttonmedelvärdet var emellertid av graden måttlig till svår för testdeltagarna i studien. Inklusionskriterierna garanterade att hörselnedsättning av typen flatloss, för lätt hörselnedsättning och för grav hörselnedsättning exkluderades.

6.1.3 Taltest

Då en del av studiens syfte var att utvärdera taluppfattningsförmågan med hörapparater gjordes samtliga taltest med metoden Maximal taluppfattning med fonetiskt balanserade ordlistor (FB-listor), då det värderar hörapparaten/hörapparaternas funktion i ljudfält (Same, 2004). Eftersom syftet var att utvärdera en hörapparatfunktionens möjliga påverkan av taluppfattningsförmågan användes taltest utan brus istället för taltest med brus. Detta då studien inte avsåg att utvärdera en hörapparatfunktionens möjliga påverkan på taluppfattningsförmågan i en specifik realistisk situation såsom att uppfatta tal i bakgrundsbuller (Sveriges kommuner och landsting, 2008).

Listorna randomiserades enligt metoden latinsk kvadrantmetod, för att undgå att testpersonen testades med samma FB-lista flera gånger. Då samtliga testdeltagare utförde taluppfattningstest vid 3 tillfällen sammanlagt kan det trots att de aldrig hörde samma FB-lista mer än en gång finnas en viss träningseffekt då samma test upprepades flera gånger. Då testpersonerna är mellan åldern 10-20, och merparten av testtillfällen ägde rum efter arbetstid, kan inte testpersonernas koncentrationsgrad uteslutas från att ha haft en eventuell påverkan på testresultaten. Var testpersonen uppenbart okoncentrerad påkallades uppmärksamheten (dock erbjöds ej ett nytt testtillfälle). Ett av inklusionskriterierna var att testdeltagarna ska behärska svenska språket, men på vilken språklig nivå testdeltagarna låg har inte kontrollerats i studien. Det första taltestet gjordes först när testdeltagarna redan var indelade i grupper varför en spridning i resultat vid testet maximal taluppfattning inte kontrollerades. Två testpersoner i kontrollgruppen, TD10 och TD4, hade från början låg taluppfattning på vänster öra 32 % respektive 48 % vilket påverkar testresultatet eftersom deras procentuella ökning har möjlighet att bli större jämfört med testpersoner med högre taluppfattning från början. Hela 50-ords listor har använts för samtliga testdeltagare, detta då

halva listor med endast 25 ord har visar sig ge sämre mät noggrannhet (Hagerman, 1976; 1977).

Majoriteten av tidigare studier har använt en högtalarplacering där teststimulit presenteras från högtalare placerade i 0 graders vinkel azimuth relativt till testdeltagaren (Bohnert et al., 2010; Simpson et al., 2005; Wolfe et al., 2010; Wolfe et al., 2011; Glista et al., 2009). För att konsekvent kunna använda samma högtalarplacering på respektive ort, Malmö och Lund, användes istället en högtalarplacering där teststimulit presenterade i 45 graders vinkel från 0 grader azimuth. Det viktigaste är att vara konsekvent och att ha samma princip på alla mätplatser för att kunna jämföra resultat (Handikappinstitutet, 1995).

6.1.4 Hörapparaten

Samtliga hörapparater verifierades enligt kvalitetssäkringsmetoden IF-mätning. Samma typ av utrustning användes i Malmö och i Lund. Utrustningen kalibrerades före mätningen vid samtliga mättillfällen. Genom IF-mätningen kontrollerades förstärkningen samt inställningarna för samtliga testdeltagare. För en av testdeltagarna som hade vaxproppar bilateralt där läkare inte kunde suga rent på grund av vaxets hårdhet och hörselgångens dimensioner, fick mättillfället uppskjutas en vecka så att testpersonen kunde droppa vaxupplösande medel (Revaxör) och sedan på nytt extrahera vaxet före mätning. Dock försenades testdeltagarens utprovning endast med en vecka vilket borde påverka resultatet minimalt.

Ingen IF-mätning gjordes på äldre hörapparater, det vill säga hörapparaten/hörapparaterna som testdeltagaren hade före sitt deltagande i föreliggande studie. Detta innebär att man ej kan jämföra hur väl målkurvan matchades mellan studiens hörapparater och äldre hörapparater. Det är möjligt att målkurvan är bättre matchad i denna studie jämfört med vid tidigare anpassning. För samtliga testdeltagare var det dock första gången deras hörapparat/hörapparater kvalitetssäkrades med metoden IF-mätning.

Funktionen SoundRecover justerades enligt företaget Phonak's förslag på anpassning. Detta optimerade att samtliga testdeltagare med funktionen aktiv har haft samma inställningsmetod vilket minimerar spridningen i hur hörapparaterna varit inställda.

För två av testdeltagarna med återkopplingsproblematik, TD 4 och TD 5, fick en avvikelse med 15 dB respektive 12 dB från målkurvan accepteras. Dessa testdeltagare fick nya insatser, vilket dock tog minst 6 veckor att leverera. Då inga justeringar var tillåtna under själva testperioden matchades inte dessa testdeltagares förstärkning på nytt när deras nya insatser levererats. Dock tillhörde dessa testdeltagare varsin grupp. Resten av testdeltagarnas förstärkningskurva låg inom 5 dB från målkurvan, vilket ansågs vara en rimlig nivå. I en studie av Aazh och Moore (2007) som utvärderar nyttan av matchad målkurva accepterade man 10 dB avvikelse från målkurvan.

6.1.5 Frågeformulär

Trots att IOI-HA är väl använt inom forskning och också använt vid forskning med barn som testdeltagare (Priwin et al., 2007), kan man inte frånga att det är svårare att utvärdera subjektiv nöjdhet hos barn jämfört med vuxna. Skillnaderna är till exempel att barnet behöver få frågorna förenklade och förklarade på ett annat vis än vuxna. I vissa fall fick också förälder/föräldrarna hjälpa barnet att förstå frågan och sätta den i rätt bemärkelse, som att till exempel relatera frågan till en viss ljudmiljö. Frågeformuläret fylldes i under intervju-form vilket möjliggjorde förklaringar och hjälp av förälder/föräldrar. Dock är svagheten med intervjuform att man inte kan garantera exakt lika behandling, där olika frågor förklarades på olika sätt utifrån testdeltagarens behov. Ytterligare en svaghet med intervjuform, där testdeltagaren svarade direkt på testarens frågor, är möjligheten att testdeltagaren värderade

nöjdheten högre, och därmed bättre, när testaren var med jämfört om de fyllt i frågeformuläret anonymt. Avslutningsvis kan dock tilläggas att samtliga testdeltagare svarade på samtliga frågor i frågeformuläret på ett adekvat sätt, sedan får man ha i åtanke att testdeltagarna i denna studie är barn i åldern 10-20 år.

Tabell 12 visar medelvärde för varje enskild delfråga och det globala värdet i jämförelse med tidigare svenska studier (Öberg, Lunner & Andersson, 2007; Brännström & Wennerström, 2010; Priwin et al., 2007). I likhet med studien av Priwin et al. (2007) låg denna studies värden något högre (vilket indikerar ett bättre resultat) än tidigare studier. Medelvärdet på delfrågorna låg i denna studie på 3.9-4.9, vilket är högre än tidigare rapporterade studier (Cox & Alexander., 2002; Brännström & Wennerström, 2010; Öberg et al., 2007), men lägre än rapporterade värden i Priwins et al. (2007). Utmärkande för denna studie är att delfråga 1, 5 & 6 erhöll de högsta värdena vilket delvis är gemensamt med tidigare studier; (Priwin et al., 2007; Hickson et al., 2010; Cox & Alexander, 2002; Brännström & Wennerström, 2010). Att denna studies värden på delfrågorna var högre än majoriteten av tidigare rapporter kan bero på att det är olika patientgrupper. Tidigare studiers testresultat har baserats på vuxna testdeltagare, med undantag för studien av Priwin et al. (2007) som baserats på testresultat från barn i åldern 6-18 år, och denna studie som baserats på testresultat från barn i åldern 10-20 år. Tilläggas bör att i Priwins studie med totalt 22 testdeltagare är att endast 6 stycken testdeltagare, som tillhörde grupp 4, är representerade i tabell 10.

Att testdeltagarna i denna studie, likaså i Priwins studie (Priwin et al., 2007), har varit informerade om att de ingår i forskning jämfört med Brännström och Wennerström (2010) där testdeltagarna har varit ovetande, kan ha påverkat testdeltagarnas skattning av värdet på de enskilda delfrågorna. Enligt Öberg, Andersson, Wänström och Lunner (2008) kan detta inverka på testresultatet när uppföljning sker inom ett år efter avslutad hörselrehabilitering.

Vidare påverkar sannolikt antalet testdeltagare studiernas testresultat, där hänsyn ska tas till att denna studie samt Priwins studie har ett mycket lågt antal testdeltagare i jämförelse till tidigare studie av Öberg et al. (2007) och Brännström och Wennerström (2010). Även tidsintervallet för användningstid för hörapparaten/hörapparaterna kan ha betydelse, där bland annat Kramer, Goverts, Dreschler, Boymans och Festen. (2002) rapporterar att högre värden på IOI-HA var förknippat med längre användningstid.

6.2 Resultatdiskussion

6.2.1 IOI-HA

Ingen skillnad kunde ses i hur testgruppen skattade hörapparaten/hörapparaternas effekt på hörselrehabiliteringen, utifrån frågeformuläret IOI-HA, jämfört med kontrollgruppen. Det vill säga deltagare ur kontrollgruppen var lika nöjda med hörapparatens effekt på hörselrehabiliteringen som deltagare ur testgruppen. För testdeltagarna spelade det alltså ingen roll, för hur de upplevde effekten på hörselrehabiliteringen i studien, om de hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv eller inaktiv i sina hörapparater. Hänsyn bör tas till det låga antalet testdeltagare med endast fem testdeltagare i respektive grupp, samt att spridningen mellan testdeltagare var stor.

För de enskilda grupperna var för sig kunde heller ingen skillnad med IOI-HA ses från återbesök 1 (1 månad efter hörapparatsutprovningen) till återbesök 2 (3 månader efter hörapparatsutprovningen). Detta innebär att testgruppen som hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv inte blev bättre hjälpta än kontrollgruppen som inte hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv. Då grupperna var matchade att vara så lika som möjligt och behandlades lika, förutom att de hade hörapparaterna olika anpassade, minimerades att faktorer såsom tid eller testupplägg påverkade resultatet. Dock bör hänsyn

tas till det låga antalet testdeltagare i respektive grupp. Detta resultat stämmer väl överens med en studie av Simpson et al. (2006) där endast 1 av 7 testdeltagare som hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sina hörapparater skattade effekten på hörselrehabiliteringen bättre jämfört med sina tidigare hörapparater utan olinjär frekvenskomprimering. I den studien användes frågeformuläret APHAB. I studien av Bohnert et al. (2010) visade däremot samtliga 11 testdeltagare som haft funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sina hörapparater statistiskt signifikant förbättrad nöjdhet, mätt i medelvärde, utifrån deras egna frågeformulär som var utvecklat specifikt för studien.

I denna studie, kan dock en statistisk signifikant skillnad ses över hur alla testdeltagarna tillsammans skattade upplevd effekt på hörselrehabiliteringen, från första tillfället frågeformuläret fylldes i till andra tillfället frågeformuläret fylldes i. Då den upplevda effekten på hörselrehabiliteringen är bättre, oavsett om de haft funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv eller inaktiv i sina hörapparater. Deltagande i studien påverkade alltså samtliga testdeltagares skattning av upplevd effekt av hörselrehabiliteringen positivt, lika mycket oberoende av vilken grupp testdelagarna tillhört. I denna studie låg medelvärden för de enskilda delfrågorna och globala värdet i IOI-HA något högre än tidigare studier, med undantag för studien av Priwin et al. (2007), se tabell 10. Detta kan bero på det låga antalet testdeltagare, att målgruppen var barn samt att testdeltagarna var medvetna om sitt deltagande i en studie.

Tabell 10. Medelvärden för delfrågorna 1-7, vid 1:a, respektive 2:a, tillfället frågeformuläret IOI-HA fylldes i jämfört med tidigare rapporter (Priwin et al., 2007; Öberg et al., 2007; Brännström & Wennerström, 2010).

Nöjdhet IOI-HA, dlefråga	1:a tillfället (N=10)	2:a tillfället (N=10)	(Priwin et al, 2007) (N=6)	(Öberg et al, 2007) (N=152-162)	(Brännström et al, 2010) (N=199-224)
1.Användningstid	4.8	4.9	5.0	3.9	3.9
2.Nytta	3.9	4.1	5.0	4.1	4.0
3.Kvarstående aktivitetsbegränsningar	4.1	4.4	4.2	3.6	3.5
4.Tillfredställelse	4.5	4.9	4.3	4.3	4.3
5.Kvarvarande hörselproblems påverkan på deltagande	4.9	4.9	4.2	4.3	4.1
6.Påverkan på andra	4.7	4.8	4.8	4.0	3.9
7.Livskvalitet	4.2	4.4	4.8	3.7	3.9
Globalt värde	29.6	31.7	-	27.9	27.7

6.2.2 Taluppfattning

Vid jämförelse kunde ingen skillnad ses i taluppfattningsnivå, mellan testgruppen och kontrollgruppen. Detta indikerar att oberoende om testdeltagarna i denna studie hade funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sina hörapparater eller inte så var taluppfattningen, mätt med testet Maximal taluppfattning, inte tillräckligt olika mellan grupperna. Dock ska återigen hänsyn tas till att det endast är 5 testdeltagare i respektive grupp, även standarddivisonen var hög vilket indikerar stor individuell spridning (se tabell 7). Resultatet uppnådde heller inte signifikansnivån.

Kontrollgruppen visade signifikant förbättrad taluppfattning efter hörapparatsintervention (från första gången taltestet utfördes till tredje gången taltestet utfördes samt från första gången taltestet utfördes till andra gången taltestet utfördes) för både höger- och vänster öron.

Jämfört med testgruppen, där endast höger öron uppvisade förbättrat resultat vid taluppfattningstest, förbättrade kontrollgruppen sin taluppfattningsförmåga mer än testgruppen. I denna studie med 10 testdeltagare var alltså funktionen olinjär frekvenskomprimering inte avgörande för att testdeltagarna skulle förbättra sin taluppfattning. Vidare bör det dock tilläggas att spridningen var större i kontrollgruppen. Dessutom hade 2 av testdeltagarna i kontrollgruppen, TD10 och TD4, en låg taluppfattningsförmåga vid första testtillfället, 32 % respektive 48 %. Resultatet i denna studie liknar de resultat som Simpson et al. (2006) delger i sin studie där ingen av de 7 testdeltagarna med funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sin/sina hörapparat/hörapparater uppnår signifikant förbättrad taluppfattning.

För samtliga testdeltagare i föreliggande studie förbättrades taluppfattningsförmågan allra mest från tillfälle 1 till tillfälle 2. Detta innebär att skillnaden var störst mellan resultatet testdeltagarna uppnådde med den gamla hörapparaten/hörapparaterna vid tillfälle 1 och den nya hörapparaten/hörapparaterna vid tillfälle 2 (en månad efter anpassning). Både för höger- och vänster öron var förbättringen signifikant vid 0.01-nivån, se tabell 9. Att en god effekt kunde uppnås redan efter en månad, och att resultatet inte förbättrades efter ytterligare två månader, skulle i detta fall indikera att acklimatiseringseffekten var kort. Hänsyn bör tas till att samtliga testdeltagare var vana hörapparatsanvändare, där hörselnerv- och cortex ljudstimulerats via hörapparatsförstärkning. Resultatet skulle kunna stämma överens med Smeds & Leijon (2000) antagande att acklimatiseringseffekten kan ske snabbt hos barn med större potential för inläring. Glista et al. (2009) visade i sin studie att av 24 testdeltagare, varav 11 barn, blev barnen bättre hjälpta av funktionen SoundRecover än de vuxna. Också (Ching et al., 2010) visar i sin studie, där 48 barn ingick, att taluppfattningen förbättrades från 6 veckor efter hörapparatsanpassningen. Dock kan man inte förbise att en eventuell inläringseffekt kan ha påverkat testresultatet, där testdeltagarna presterar bättre vid andra tillfället taltestet utförs jämfört med första tillfället taltestet utförs.

Då denna studie inte kunnat styrka att testdeltagare med funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sin/sina hörapparat/hörapparater är bättre hjälpta än testdeltagare utan funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sin/sina hörapparat/hörapparater, kan man fundera på 3 antaganden: att studiens valda hörapparat Phonak's Versata är bättre än tidigare hörapparat; att matchad målkurva och tillräcklig förstärkning i diskanten är mer avgörande för testdeltagarens skattning av hörapparaternas effekt och förmåga att uppfatta tal än en viss funktion såsom olinjär frekvenskomprimering. Slutligen, att medverkan i studien och omhändertagandet motiverade testdeltagarna och deras föräldrar till aktiv träning vilket förbättrade testdeltagarnas taluppfattning och även deras upplevelse av hörapparaternas effekt. För testdeltagarna i testgruppen hade en längre träningsperiod med mer pedagogiskt, logopediskt och audiologiskt stöd eventuellt varit nödvändigt för att ha möjlighet att vänja sig vid den nya ljudbilden som funktionen olinjär frekvenskomprimering ställer till förfogande, för att kunna uppnå en tillfredställande upplevd effekt.

Eftersom ingen av de 10 testdeltagare som deltog i studien fått sina tidigare hörapparater kvalitetssäkrade med metoden IF-mätning, är det en möjlig hypotes att matchad målkurva och tillräcklig förstärkning i diskanten påverkat testresultatet för samtliga testdeltagare. Dock behöver ytterligare studier göras där vissa aspekter behöver kontrolleras bättre, för att entydigt kunna svara på om hörapparater med funktionen olinjär frekvenskomprimering är bättre än en hörapparat utan funktionen olinjär frekvenskomprimering. Aspekter som behöver kontrolleras är hur väl tidigare hörapparater uppnått målkurva (genom IF-mätning), språklig förståelse och kognitionens påverkan på testresultatet då tidigare forskning visar att det finns bevis för att centrala funktioner såsom kognition, uppmärksamhet och minne spelar en betydande roll för hur man tillgodogör sig akustisk information såsom tal och hur mycket nytta en hörapparat ger (Akeroyd, 2008). Antalet testdeltagare behöver vara större, dessutom bör inklusionskriteriet vidgas till att innefatta även taluppfattningsförmåga före

studien för att kunna matcha grupperna bättre utifrån taluppfattningsförmåga. Det behövs fler testgrupper med mindre spridning av grad av hörselnedsättning i varje grupp med fler testdeltagare för att kunna jämföra upplevd effekt på hörselrehabiliteringen mellan grupper av testdeltagare med olika grad av hörselnedsättning. Att ha ett längre tidsspann för hörselrehabiliteringen, eventuellt med mer pedagogisk intervention, hade behövts för att se om omhändertagandet kan påverka effekten på hörselrehabiliteringen för testdeltagarna med funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i sina hörapparater. Det hade också varit intressant att studera om AVT kan ha en positiv effekt på taluppfattningsförmåga och upplevd effekt av hörselrehabiliteringen med hörapparatsintervention. Avslutningsvis hade det varit intressant att jämföra förstagångsanvändare, dvs. deltagare som får sina första hörapparater, med vana hörapparatsanvändare. Detta för att se om erfarenhet av tidigare konventionell hörapparat kan påverka hur man vänjer sig och tillgodogör sig funktionen olinjär frekvenskomprimering, jämfört med att få funktionen olinjär frekvenskomprimering i sin första hörapparat.

6.3 Sammanfattning

Funktionen olinjär frekvenskomprimering var i denna begränsade studie inte avgörande för hur bra taluppfattningsförmåga eller hur stor nytta deltagarna upplevde av hörapparaten/hörapparaterna. Man kan spekulera i att tillvänjningstiden var för kort i denna studie för att vänja och tillgodogöra sig ljudbilden med funktionen olinjär frekvenskomprimering aktiv i hörapparaten/hörapparaterna.

Min hypotes är att kvalitetsäkringsmetoden IF-mätning d.v.s. tillräcklig förstärkning, i denna studie, har varit mer avgörande för hur taluppfattningsförmågan och nyttan förbättrats, än hörapparatsfunktionen olinjär frekvenskomprimering. Vidare anser jag att IF-mätning är viktig som kvalitetssäkringsmetod för att tillgodose basala hörappartsegenskaper, såsom tillräcklig förstärkning, för att hörappartsanvändaren ska kunna tillgodogöra sig funktioner som behandlar ljudet på ett nytt sätt såsom olinjär frekvenskomprimering.

REFERENSER

Aazh, H., & Moore, B.C.J. (2007). The value of routine real ear measurement of the gain of digital hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(8), 653-664. DOI: 18326152.

Andersson, G., & Arlinger, S. (2007). *Nordisk handbok I audiologi*. Bromma: C A Tegnér.

Akeroyd, M.A. (2008). Are individual differences in speech reception related to individual differences in cognitive ability? A survey of twenty experimental studies with normal and hearing-impaired adults. *International Journal of Audiology*, 47(2), 53-71. DOI: 19012113.

Basket, D., & Shannon, R.V. (2006). Frequency transposition around dead regions simulated with a noiseband vocoder. *The journal of the Acoustical Society of America*, 119(2), 1156-1163. DOI:16521776.

Bohnert, A., Nyffeler, M., & Keilmann, A. (2010). Advantages of a non-linear frequency compression algorithm in noise. *European Archives of Oto-rhino-laryngology*, 267(7), 1045-1053. DOI: 20127102.

Brännström, J., & Wennerström, I. (2010). Hearing aid fitting outcome: clinical application and psychometric properties of a Swedish translation of the international outcome inventory for hearing aids (IOI-HA). *Journal of the American Academy of Audiology*, 21(8), 512-521. DOI: 21034698.

Ching, T.Y., Scollie, S.D., Dillon, H., Seewald, R., Britton, L., & Steinberg, J. (2010). Prescribed real-ear and achieved real-life differences in children's hearing aids adjusted according to the NAL-NL1 and the DSL v.4.1 prescriptions. *International Journal of Audiology*, 49(1), 16-25. DOI: 20109083.

Cox, R.M., & Alexander, G.C. (2002). The international outcome inventory for hearing aids (IOI-HA): psychometric properties of the English version. *International Journal of Audiology*, 41(1), 30-35. DOI: 12467367.

Dillon, H. (2001). *Hearing Aids*. Sydney: Boomerang Press.

Elberling, C., & Worsøe, K. (2006). *När ljuden blir svagare*. Herlev: Bording A/S.

Gatehouse, S. (1992). The time course and magnitude of perceptual acclimatization to frequency responses: evidence from monaural fitting of hearing aids. *Journal of the Acoustical Society of America*, 92(3) 1258-68. DOI: 1401514.

Gelfand, S.A. (2001). *Essentials of Audiology* (2:nd ed). New York, NY: Thieme Medical Publishers, Inc.

Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., Parsa, V., & Johnson, A. (2009). Evaluation of nonlinear frequency compression: clinical outcomes. *International Journal of Audiology*, 48(9), 632-644. DOI: 19504379.

Guidelines for verifying hearing instruments with soundrecover. [PDF-fil].
www.phonak.com/soundrecover

Hagerman, B. (1976). Reliability in the determination of speech discrimination. *Scandinavian audiology*, 5, 219.

Hagerman, B. (1977). Försämrad noggrannhet med 25-ordslista vid bestämning av taldiskrimination. *Audionytt*, 1(17), 28.

Handikappinstitutet. (1995). *Kvalitetssäkring vid hörapparatsanpassning*. (andra upplagan). Saltsjö-boo, SB Offset.

Hickson, L., Clutterbuck, S., & Khan, A. (2010). Factors associated with hearing aid fitting outcomes on the IOI-HA. *International Journal of Audiology*, 49(8), 586-595. DOI: 20515423.

Kluk, K., & Moore, B.C.J. (2006). Dead regions in the cochlea and enhancement of frequency discrimination: effects of audiogram slope, unilateral versus bilateral loss, and hearing-aid use. *Hearing Research*, 222(1-2), 1-15. DOI: 17071031.

Kramer, SE., Goverts, ST., Dreschler, WA., Boymans, M., & Festen, JM. (2002). International outcome inventory for hearing aids (IOI-HA): results from the Netherlands. *International Journal of Audiology*, 41(1), 36-41. DOI: 12467368.

Moore, B.C.J. (2004). Dead regions in the cochlea: conceptual foundations, diagnosis, and clinical applications. *Ear & Hearing*, 25(2), 98-116. 15064655

Moore, B.C.J., & Vinay, S.N. (2009). Enhanced discrimination of low-frequency sounds for subjects with high-frequency dead regions. *BRAIN – A Journal of Neurology*, 132(2), 524-536. DOI: 19036764.

Munro, K.J., & Lutman M.E. (2003). The effect of speech presentation level on measurement of auditory acclimatization to amplified speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 114(1), 484-95. DOI: 12880059.

Pittman, A.L., Stelmachowicz, P.G., Lewis, D.E., & Hoover, B.M. (2002). Influence of hearing loss on the perceptual strategies of children and adults. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 45(6), 1276-84. DOI: 12546493.

Priwin, C., Jönsson, R., Hultcrantz, M., & Granström G. (2007). BAHA in children and adolescents with unilateral or bilateral conductive hearing loss: a study of outcome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71(1), 135-145.

SAME (2004). *Handbok i hörselmätning*. Bromma: C-A Tegnér.

Simpson, A., Hersbach, A.A., & McDermott, H.J. (2005). Improvements in speech perception with an experimental nonlinear frequency compression hearing device. *International Journal of Audiology*, 44(5), 281-292. DOI: 16028791.

Simpson, A., Hersbach, A.A., & McDermott, H.J. (2006). Frequency-compression outcomes in listeners with steeply sloping audiograms. *International Journal of Audiology*, 45(11), 619-629. DOI: 17118905.

Smeds, K., & Leijon, A. (2000). *Hörapparatutprovning*. Bromma: C A Tegnér.

Soundrecover applications for children: frequently asked questions. [PDF-fil]. www.phonak.com/soundrecover

Stelmachowicz, P.G., Lewis, D.E., Choi, S., & Hoover, B. (2007). Effect of stimulus bandwidth on auditory skills in normal-hearing and hearing-impaired children. *Ear & Hearing*, 28(4), 483-494. DOI: 17609611.

Sveriger kommuner och landsting. (2008). *Hörselrehabilitering till vuxna, rapport från expertgruppen för hörselvård*. Stockholm.

Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., & Caraway, T. (2010). Evaluation of nonlinear frequency compression for school-age children with moderate to moderately severe hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21(10), 618-628. DOI: 103766.

Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., Caraway, T., & Hudson M. (2011). Long-term effects of non-linear frequency compression for children with moderate hearing loss. *International Journal of Audiology*, 50(6), 396-404, DOI: 21599615.

Öberg, M., Lunner, T., & Andersson, G. (2007). Psychometric evaluation of hearing specific self-report measures and their associations with psychosocial and demographic variables. *Audiological Medicine*, 5(3), 188-199.

Öberg, M., Andersson, G., Wänström, G., & Lunner, T. (2008). The effects of a sound awareness pre-fitting intervention: a randomized controlled trial. *Audiological Medicine*, 6(6), 129-140.

BILAGOR

1. Deltagandeansökan, 2012-02-02.

Information till dig som använder hörapparat eller till dig som har ett barn som använder hörapparat, gällande en hörapparatsstudie.

Mitt namn är Jessica Ågren och jag arbetar som audionom vid Skånes Universitetssjukhus. Parallellt med mitt arbete på avdelningen kommer jag i tjänsten att arbeta med en magisteruppsats vid Lunds Universitet. I mitt arbete med magisteruppsatsen kommer jag att undersöka en ny hörapparatsmodell och dess teknik, detta genom att jag anpassar hörapparaten som vid vanlig hörapparatsutprovning på dig/ditt barn och sedan tar reda på vad du/ditt barn tyckte om hörapparaterna. Tekniken i den nya hörapparatsmodellen fungerar på två olika sätt, båda sätten bygger på olika antaganden om hur man kompenserar hörselnedsättningen på bästa sätt. Det ena sättet ger en så omfattande ljudbild som möjligt medan det andra sättet förlägger ljuden till de områden där hörseln fungerar som bäst.

Deltagande i studien innebär att du/ditt barn kommer att få prova en av dessa tekniker. Förutom att genom ett frågeformulär ta reda på vad du/ditt barn tyckte om hörapparaterna så kommer jag att vid tre tillfällen undersöka din/ditt barns taluppfattningsförmåga genom taluppfattningstest. Taluppfattningstestet görs för att undersöka om tekniken i den nya hörapparatsmodellen bidrar till att förbättra taluppfattningen. Resultaten jag får fram kommer att publiceras vetenskapligt.

Deltagande i studien kräver tre besök på Audiologisk avdelning i Malmö eller Lund. Då vi är en gemensam avdelning på Skånes Universitetssjukhus, är valet ert av vilken av städerna du som testdeltagare/du som förälder vill förlägga deltagandet. Det kommer oavsett stad vara mig som ni kommer att träffa.

Efter att du och din förälder har godkänt deltagande i studien kommer du/ert barn att kallas till ett utprovningsbesök där den nya hörapparaten/hörapparaterna kommer att ställas in efter din/ert barns hörselnedsättning, förutsättningar och behov. Vid detta tillfälle kommer även ett taltest utan hörapparat/hörapparater att göras.

Cirka en månad efter utprovningsbesöket kommer du/ert barn att kallas till ett andra besök då vi kommer att genomföra ytterligare ett taltest, denna gång med den nya hörapparaten/hörapparaterna på örat. Vi kommer då att gemensamt fylla i ett frågeformulär där du/ditt barn har möjlighet att berätta hur du/ditt barn upplever den nya hörapparaten/hörapparaterna.

Cirka tre månader efter det första utprovningsbesöket kommer du/ert barn att kallas för ett avslutande besök. Vi kommer då att genomföra ett sista taltest med den nya hörapparaten/hörapparaterna på örat.

Vid behov erbjuds ytterligare besök för eventuell justering.

För att kunna vara testdeltagare i projektet är kravet att du/ditt barn är i skolåldern (7år-19 år) och sedan tidigare använder en eller två hörapparater.

Fördelen med att delta i studien är att vi kan komma fram till om tekniken i den nya hörapparatsmodellen bidrar till en bättre taluppfattning och större nytta för dig/ditt barn.

Är du/ditt barn nöjd med den nya hörapparatsmodellen får du/ditt barn behålla hörapparaten utan kostnad. Är du/ditt barn inte nöjd med den nya hörapparatsmodellen lämnas hörapparaten tillbaka och du/ditt barn kan återgå till att använda din/sin hörapparat/hörapparater som du/ditt barn använt sig av före deltagande i den här studien.

Projektet kommer att dokumenteras i en skriftlig rapport, dock kommer du/ert barn vara anonymt för alla utom mig och min handledare. Undersökningen kommer att publiceras. Du/ditt barn har rätt att när som helst avbryta deltagandet i projektet utan att vi frågar varför. Eventuellt avslut påverkar inte dina/ditt barns möjlighet till behandling.

Då du/ditt barn är under 18 år krävs vårdnadshavares underskrift för godkännande av deltagande i studien.

Härmed intygas att jag läst igenom informationen. Jag är medveten om att jag närsomhelst kan avbryta deltagandet och att det inte har några konsekvenser för min fortsatta behandling.

_____ (testdeltagarens namn och personnummer) _____
Har godkännande av målsman att delta i projektet.

Datum, ort och Målsmans
underskrift _____

Målsmans
namnförtydligande _____

Har Ni frågor angående projektet kontakta främst mig,
Jessica Ågren, leg audionom
Audiologisk avd. Malmö/Lund
Skånes Universitetssjukhus
e-mail: Jessica.A.Agren@skane.se

eller vid behov min handledare:

Jonas Brännström, dr. med. vet., universitetslektor
Avd. f. Logopedi, Foniatri och Audiologi
Lunds Universitet
e-mail: jonas.brannstrom@med.lu.se

Ni kan också ringa rådgivande audionom på tfn: 040-33 65 80, måndag, tisdag och fredag 08.00-09.00 eller på tfn: 040-33 27 90 måndag-fredag 13.00–15.30

Skicka påskriften blankett till mig i bifogat adresserat och förfrankerat kuvert, så kommer jag att kontakta er för att boka in en tid & dag som passar er.
En av kopiorna kan ni behålla som ert informations-exemplar.

Tack för Er medverkan!
Jessica Ågren, legitimerad Audionom

2. Deltagandeansökan – påminnelse, 2012-03-27.

Information till dig som använder hörapparat eller till dig som har ett barn som använder hörapparat, gällande en hörapparatsstudie.

Den 5:e mars fick ni ett brev angående en hörapparatsstudie som jag gör i min tjänst vid Audiologisk avdelning i Malmö/Lund. Syftet med studien är att undersöka vilken av två funktioner i en och samma hörapparat som ger bäst taluppfattbarhet och nytta.
Vänligen se bifogad information om studien.

I brevet som jag skickade fick du/ert barn en förfrågan om du/ert barn ville delta i studien. Då jag inte fått något svar från dig/ert barn skickar jag denna påminnelse.
OM du/ert barn vill delta i studien, var vänlig skicka påskriften blankett till mig i bifogat adresserat och förfrankerat kuvert. Jag kommer sedan att kontakta er för att boka in en tid & dag som passar er.
En av kopiorna kan ni behålla som ert informations-exemplar.
Valet av vilken ort ni vill förlägga ert/ditt barns deltagande är ert, det vill säga om ni vill komma till Audiologisk avdelning i Malmö eller i Lund.

Obs! Sista anmälningsdag är satt till den 13/4.

Tack för Er medverkan!
Jessica Ågren, legitimerad Audionom

Bilaga 3. Förkortningar

IOI-HA: International Outcome Inventory for Hearing Aids

HL: Hearing Level

TMV4: Tonmedelvärde vid 500-, 1000-, 2000- & 4000 Hz

TMV3: Tonmedelvärde vid 3000-, 4000- & 6000 Hz

MSWN: Modulated Speech Wighted Noise

ANSI: American National Standard Institute

SPL: Sound Pressure Level

Std. Avvikelse: Standard Avvikelse

AVT: Audio Verbal Terapi