

# **Sammenligning av dempeeffekt i otoakustiske emisjoner hos normalthørende voksne med og uten langvarig synshemming**

**(A comparison of the suppression of otoacoustic emissions in normal-hearing adults with and without long term visual impairment)**

## **Bacheloroppgave i audiologi**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Fakultet for medisin og helsevitenskap (MH)

Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap (INB)

Studieprogram for audiologi (AUD)

BAU2016

**Kandidatnummer: 10020**

**Kandidatnummer: 10032**

## Sammendrag

**Bakgrunn:** Målet med denne studien har vært å undersøke om det å være synshemmet over lengre tid, kan føre til at hørselsbanene utvikler og eventuelt oppfører seg annerledes, sammenlignet med personer med normal synsfunksjon. Selv om man i tidligere litteratur har sammenlignet synshemmede personer og personer med normalt syns ytelse på ulike lytteoppgaver, er de to aldri blitt sammenlignet ved hjelp av objektive målinger. Registrering av differanse i otoakustiske emisjoner presentert med og uten kontralateral stimulus ble valgt for å sammenligne de to gruppene, da størrelsen på den resulterende dempeeffekten er assosiert med ytelse på lignende lytteoppgaver i andre grupper.

**Metode:** Demping av otoakustiske emisjoner ble registrert på totalt 6 voksne i alderen 18-40 år med kjent synshemning med varighet over 10 år. Tilsvarende ble registrert på en kontrollgruppe bestående av 9 personer, med lignende alder og kjønnsammensetning.

**Resultater:** Det var ikke mulig å finne noen signifikant effekt av synshemning på demping av emisjoner. Imidlertid kunne man likevel se noe forhøyede gjennomsnitts- og medianverdier ved flere frekvensbånd, samt større variasjon innad i gruppen personer med synshemning. Dette er i overenstemmelse med lignende forsøk utført på andre grupper.

**Konklusjon:** Selv om man ikke var i stand til å oppdage noen signifikant forskjell mellom de to gruppene, mener forfatterne at studien gir et godt grunnlag for utforming av lignende forsøk på samme gruppe, samt videre indikasjoner på funksjonen til de efferente hørselsbaner og vurdering av dette med hjelp av emisjonsmålinger. Sett i sammen med lignende studier på andre grupper som er i overenstemmelse med denne studien, kan det se ut som at det er tilstede en viss læringseffekt og en mulighet for at ukjente sentrale mekanismer interagerer med det perifere hørselssystemet på ukjent vis.

## **Abstract**

**Background:** The purpose of this study has been to investigate whether long term visual impairment could lead to any possible effects on the development or functioning of the auditory system, as compared to persons with normal vision. In previous studies, the performance of persons with visual impairment has been compared to persons with normal vision on a variety of listening tasks. However, these comparisons have been made exclusively using subjective measures. Suppression of otoacoustic emissions were selected in order to compare objective measures of a group of persons with visual impairment and sighted controls, on the basis of an association between the degree of suppression and performance on subjective tasks used in previous comparisons.

**Method:** Suppression of otoacoustic emissions were recorded on a group of 6 adults between the ages of 18-40 and with known visual impairment of a duration greater than 10 years. The same measurements were performed on a group of age- and gender matched, sighted controls.

**Results:** It was not possible to detect a significant difference between the degree of suppression between the two groups. However, one were still able to observe elevated mean and median values of suppression within several frequency bands, as well as a much greater within-group range in the visual impaired group in comparison to controls. Similar effects have been detected in similar studies performed on other groups.

**Conclusion:** Regardless of not being able to find any significant difference in the degree of suppression between the two groups, it is the opinion of the authors that the study provides a basis for the design of future, similar studies, as well as providing more information about the functioning of the efferent auditory pathways and the use of OAE suppression in its assessment. When the results are compared with similar studies on different groups, there may appear to be some effect of learning, as well as the interaction of so far unknown, central mechanisms with the peripheral auditory system.

## **Forord**

Arbeidet med denne studien ville ikke vært mulig uten god hjelp og velvilje fra de 18 deltakerne som tok seg tid til å være med i dette prosjektet. Tusen takk! Vi vil også benytte anledningen til å takke vår veileder Sandhya Vinay for gode innspill underveis.

# Innhold

<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
Problemstilling.....	1
Hørselsbanene.....	2
Målinger av otoakustiske emisjoner.....	3
Studier av den mediale olivocochleære buntens funksjon.....	5
Klassifikasjon av synshemning.....	6
Hvorfor er hørsel så viktig for synshemmede?.....	7
Studier av synshemmedes prestasjon på ulike lytteoppgaver.....	8
Subjektive og objektive hørselsmålinger.....	9
<b>Metode</b> .....	<b>10</b>
Valg av metode.....	10
Utvalg og inklusjonskriterier.....	10
Innsamling av data.....	11
Forundersøkelse og eksklusjonskriterier.....	12
Registrering av otoakustiske emisjoner med og uten kontralateral støy.....	13
Behandling av data.....	14
Behandling av data.....	14
Etikk.....	15
Reliabilitet og validitet.....	16
<b>Resultat</b> .....	<b>16</b>
Testgruppe.....	17
Kontrollgruppe.....	17
Resultater.....	18
Slutningsstatistikk.....	24
<b>Diskusjon</b> .....	<b>24</b>
Prospektiv klinisk verdi og bruk av dempeeffekt.....	24
Metodekritikk.....	26
<b>Konklusjon</b> .....	<b>27</b>
<b>Referanseliste</b> .....	<b>29</b>

## **Innledning**

Denne bacheloroppgaven tar for seg funksjon i de kryssende efferente nervebaner hos personer som har hatt synshemming over lengre tid. Dette baserer seg på teorier om nevroplastisitet og tidligere kjent litteratur, hvor man har sett bedre ytelse på oppgaver innen både mono- og binaural lytting hos denne gruppen. Foreløpig mangler det en forklaringsmodell for hvordan dette foregår og hvorfor det forekommer, men basert på funn i tidligere litteratur hvor man har undersøkt sammenhengen mellom lignende type målinger på andre grupper og funksjonen til den mediale olivocochleære bunten (MOC), kan man tenke seg at denne spiller en viktig rolle. Derfor vil MOCs funksjon hos personer med langvarig synshemming bli nærmere undersøkt ved hjelp av målinger av otoakustiske emisjoner (OAE) og OAE med kontralateral støy.

## **Problemstilling**

Problemstillingen ble utarbeidet for å undersøke om det å være synshemmet over lengre tid, kan føre til at hørselsbanene utvikler og eventuelt oppfører seg annerledes enn de gjør hos personer med normalt syn. Bakgrunnen for dette er at synshemmede trolig i større grad enn andre er avhengige av å bruke hørselen, for eksempel fordi de benytter hørselen for å orientere seg. Her finnes det flere ulike oppfatninger. Mens noen mener at mennesker som blir født blinde eller blir blind tidlig i livet, kompenserer ved å utvikle de andre sansene enda mer, mener andre at blindhet også kan påvirke full utvikling av de andre sansene (Zwiers, van Opstal & Cruysberg, 2001, s. 1).

Det er en rekke måter å undersøke dette på, blant annet tidligere nevnte subjektive målinger, men i denne oppgaven har vi valgt å benytte oss av objektive målinger, som undersøker hjernestammen generelt og de kryssende efferente hørselsbaner generelt. Disse målingene kan gi viktig informasjon om hørselsbanenes funksjon hos mennesker som er blinde eller svaksynte.

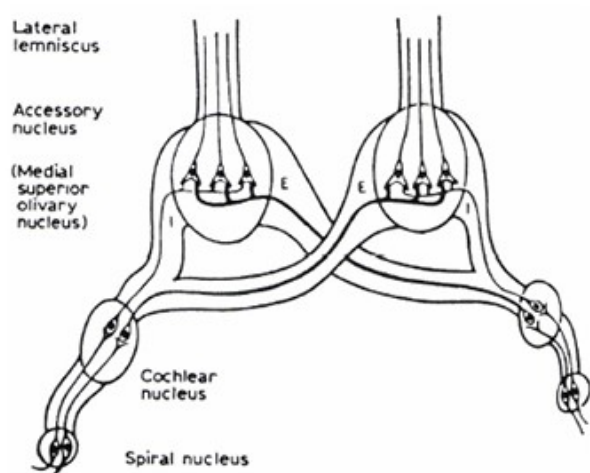
Problemstillingen som ble utarbeidet, var derfor: Er det mulig å oppdage signifikant forskjell i den kontralaterale dempeeffekten av otoakustiske emisjoner hos personer som helt eller delvis har hatt nedsatt synsfunksjon i minst 10 år?

For å belyse denne problemstillingen ble resultatene fra OAE-målinger og OAE-målinger med kontralateral støy sammenlignet mellom en gruppe personer med synshemming og en gruppe normaltseende. For å gi et så helhetlig bilde som mulig, beskrives imidlertid først forskjellen på

afferente og efferente hørselsbaner, og den mediale olivocochleære bunten (MOC) sin antatte funksjon i de efferente hørselsbanene. Dette understøttes av studier som har undersøkt sammenhengen mellom MOCs funksjon og ulike typer lytteoppgaver. Videre følger en presentasjon av hvordan OAE-målinger kan bidra til en større forståelse av MOC. Deretter gjennomgås grunnlaget for at hørselen trolig er ekstra viktig for synshemmede, før det videre presenteres forskning som er gjort på synshemmedes lytteprestasjoner på ulike oppgaver. Denne bakgrunnsinformasjonen danner et viktig grunnlag for å kunne forstå resultatene i denne studien bedre.

## **Hørselsbanene**

Hørselsbanene kan deles inn i afferente og efferente baner. De afferente banene er signalene som kommer fra omgivelsene, og som går fra øret, via hjernestammen og videre til hørselscortex. De efferente banene er på sin side signaler som går fra hjernen til cochlea i det indre øret og til muskler i mellomøret (Jauhiainen, Lind, Magnusson, Moore, Osen & Ulfendahl, 2007, s. 154). Cochlea mottar de efferente fiberene primært fra to steder, nærmere bestemt fra den mediale og den laterale olivocochleære bunt. Den mediale olivocochleære bunt består av fibre fra mediale kjerner i olivoposterior-komplekset, som krysser i fjerde ventrikkel og går via vestibulo-anastomose og til cochleas ytre hårceller.



**Figur 1:** Skjematisk framstilling av de hørselsbanene opp til superior olivary complex, bokstav E indikerer de kryssende efferente hørselsbaner. Hentet fra Gelfand (2016, s. 64)

De laterale banene går også fra oliva superior, men går i stedet til de indre hårcellene i cochlea (Jauhiainen et al. 2007, s. 154). Disse efferente banene ble oppdaget av Grant Rasmussen i 1946 (Ciuman, 2010, s. 276). De efferente banene har flere viktige funksjoner; de forbedrer evnen til å oppfatte tale i støy (signal-to-noise-ratio), beskytter mot skadelig støy, og bidrar til å skille relevante fra mindre relevante lyder (selektiv oppmerksomhet). Det er dog noe usikkert nøyaktig hvor stor rolle de efferente banene spiller for mennesker (Jauhiainen et al., 2007, s. 155).

I denne oppgaven er det i hovedsak den mediale olivocochleære bunten (MOC) som er av interesse. MOC ser ut til å respondere på stimulus av flere ulike typer, deriblant rentoner, bredbåndstøy osv. Uavhengig av om dette presenteres ipsilateralt, kontralateralt eller bilateralt. Dens fibre er i hovedsak kryssende og dens hovedfunksjon ser ut til å være muskulær kontroll over cochlea. Aktivasjon av MOC under ulike tilstander, resulterer i en hemming av de ytre hårcellers motilitet og samsvarende reduksjon i cochleær forsterkning og basilarmembranens bevegelse, hvilket reduserer aktivitet i afferente nervefibre. Det er denne funksjonen som ser ut til å kunne knyttes til blant annet økt diskriminasjon av frekvenser og intensitet i støyende omgivelser og redusert sensitivitet i stille omgivelser som tidligere nevnt i oppgaven (Perrot & Collet, 2014, s. 27). Man kan tenke seg at mye av denne praktiske funksjonen skyldes den tonotopiske organisasjonen av flere av ørets strukturer, og studier på andre pattedyr har vist at olivocochleære nevroner i hovedsak har karakteristisk frekvens under 3-4 KHz (Moore, 2000, s. 403), derfor vil hemmingen av cochleær forsterkning antakelig påvirke i all hovedsak lavfrekvent bakgrunnsstøy.

På grunn av hvor responsiv MOC er på ulike typer stimuli presentert under ulike situasjoner og dens antatte funksjon på cochleære mekanismer, kan registrering av otoakustiske emisjoner med og uten samtidig presentert støy brukes for å få en indikasjon på hvor godt disse nedadgående, kryssende hørselsbanene fungerer hos en gitt person (Perrot & Collet, 2014, s. 27). Denne effekten med reduksjon av cochleær forsterkning kan tallfestes som en dempeeffekt, som er differansen i OAE-respons registrert med og uten støy uttrykt i dB SPL. Denne effekten er beskrevet i en rekke ulike studier som beskrives nærmere nedenfor.

### **Målinger av otoakustiske emisjoner**

For å undersøke MOCs funksjon, benyttes måling av otoakustiske emisjoner (OAE), samt måling av OAE med kontralateral støy. Lyder fra indreøret, såkalte otoakustiske emisjoner, ble oppdaget av



Kemp i England i 1978 (Kemp, 1978, s. 1386).

*Otoakustiske emisjoner er lyder observert i øregangen, som kan kontrolleres med ekstern lyd, og som er forårsaket av fysiologiske prosesser i det indre øret direkte assosiert med hørselsprosessen"* (Engdahl, 1994, s. 3). Med andre ord er otoakustiske emisjoner akustisk energi i indreøret som kan måles i den ytre øregangen (Arlinger, Baldursson, Hagerman, Jauhiainen, Laukli & Lind, 2007, s. 222). Kemp fant at måling av disse otoakustiske emisjonene (OAE) kan brukes som en objektiv hørselsscreeningmetode for å avdekke patologi (Kemp, 1978, s. 1346). Otoakustiske emisjoner assosieres nemlig ofte med velfungerende ytre hårceller i cochlea (Gelfand, 2016, s. 315).

En OAE-måling benytter ekstern lyd til å kontrollere de otoakustiske emisjonene, og registrerer lave lydnivåer i øregangen (Arlinger et al., 2007, s. 224). Dette er en svært praktisk og effektiv metode, da den krever liten grad av deltagelse fra pasienten (Gelfand, 2016, s. 316). Den passer for eksempel derfor godt på små barn (Arlinger et al., 2007, s. 222). Ved denne type målinger kan man raskt slå fast om pasienten har en svekket hørsel på mer enn 25 til 30 dB HL. Det vil si at dersom man ikke oppnår tilfredsstillende responser, kan øret være døvt, eller det kan foreligge et hørselstap av mindre grad (Arlinger et al., 2007, s. 226).

Det finnes flere typer OAE-målinger, og de to mest vanlige er måling av transient-fremkalte otoakustiske emisjoner (TEOAE) og distorsjonsprodukt av otoakustiske emisjoner (DPOAE) (Engdahl, 1994, s. 15). I DPOAE blir det sendt to sinus-toner via en probe og inn i øret (Engdahl, 1994, s. 13), mens i TEOAE sendes det inn klikkelyder eller tonepulser under testingen (Engdahl, 1994, s. 5). DPOAE-målinger gir informasjon om frekvensspesifikke data i det indre øret og mellomøret (Engdahl, 1994, s. 13). TEOAE kan på sin side si noe om hvorvidt det er normal eller unormal funksjon i det indre øret eller mellomøret (Engdahl, 1994, s. 5). Her går det nærmere inn på måling av transient-fremkalte otoakustiske emisjoner (TEOAE), som også var den metoden som ble benyttet i denne studien.

En TEOAE-måling foregår ved at en målesonde som inneholder en mikrofon og en lyd giver med flat frekvensrespons, plasseres i øregangen (Engdahl, 1994, s. 5). Lydgiveren produserer klikkelyder, og mikrofonen fanger opp signalene som kommer som en respons på disse lydene. Resultatene leses av i et dataprogram (Engdahl, 1994, s. 5). Man kan også utføre en TEOAE-måling med kontralateral støy. Da presenteres hvit støy på ca. 40 dB SPL til ikke-testøret, slik at man kan undersøke testørets evne til demping (Murdin & Davis, 2008, s. 241). Da måling av dempeeffekt enda er forholdsvis eksperimentelt og noe uvanlig i en klinisk setting vil lydnivået på selve støyen

som blir brukt variere fra kontekst til kontekst. Den totale responsen med støy trekkes så i fra den totale responsen uten støy, og differansen mellom disse to viser størrelsen på dempeeffekt angitt i dB SPL.

Dette er en objektiv måling som trolig kan si noe om mekanismene i de ytre hårcellene og i hjernestammen, og særlig om de mediale efferente banene som går fra hørselscortex, via den mediale olivocochleære buntene i hjernestammen og til sansecellene i cochlea (Organ of Corti). Disse efferente hørselsbanene ser ut til å påvirke cochleær forsterkning og derfor gjerne også styrken på otoakustiske emisjoner. Dersom lydstimuli presenteres kontralateralt, forventer man å kunne se at responsen på testøret dempes. Dette kan derfor være med på å gi en indikasjon av funksjonen til hjernestammen generelt og den mediale efferente hørselsbanen spesielt (Ciuman, 2010, s. 281). Det er gjort flere studier som undersøker denne dempeeffekten på flere ulike grupper.

### **Studier av den mediale olivocochleære buntens funksjon**

MOC kan spille en viktig rolle i ulike hørselsrelaterte oppgaver, som ved lytting i støy og i spatiale lytteoppgaver, altså oppgaver som involverer retningshørsel, det kan også se ut til at en del av funksjonen MOC kan være å beskytte øret fra akustisk skade (Kim et al., 2006, s. 856).

Sammenhengen mellom disse lytteoppgavene og MOC er en hypotese som har oppstått fordi dysfunksjon i MOC, estimert ved hjelp av demping av OAE ofte henger sammen med fraværende, eller svak dempeeffekt, mens flere oppnådde responser korrelerer med bedre prestasjon på ulike oppgaver (Kim et al., 2006, s. 856). I Andéol, Guillaume, Micheyl, Savel, Pellieux og Moulins artikkel (2011, s. 6759) har man for eksempel tatt for seg hvorvidt den mediale olivocochleære nervebuntens funksjon spiller inn på evne til spatiale lytteoppgaver hos 18 normalthørende deltakere. I løpet av studien fant forfatterne en signifikant kopling mellom grad av kontralateral demping ved OAE, og ytelse på spatiale lytteoppgaver ved lytting i støy, da særlig ved lave stimulusnivåer (Andéol et al., 2011, s. 6761). Videre har dysfunksjon i MOC vist seg å være knyttet til nedsatt evne til prosessering av tale i støy hos blant annet personer med auditiv nevropati og auditiv prosesseringslidelse (Murdin & Davis, 2008, s. 243).

Videre kan det se ut til at det er mulig å trene opp og forbedre funksjonen i MOC slik at man får

større muligheter til å nyttiggjøre seg hørselen. For eksempel har man sett at musikere gjerne har økt dempeffekt sammenlignet med kontroller (Brashearss, Morlet, Berlin & Hood, 2003, s. 322), et funn som også støttes av Perrot & Collet's studie fra 2014.

På bakgrunn av disse tidligere funn, kan man tenke seg at noe av forklaringen på svaksyntes og blindes bedre ytelse på flere ulike lytteoppgaver kan knyttes til endringer i MOCs funksjon, men det er uvisst om disse endringene er et resultat av nevrogene endringer eller mer sentrale mekanismer (Perrot & Collet, 2014, s. 32-33). Før dette undersøkes, er det imidlertid viktig å vite noe om hvordan hørselsfunksjon kan påvirkes hos synshemmede. Dette underbygges med en presentasjon av resultater fra subjektive målinger av blindes og svaksyntes prestasjon på ulike lytteoppgaver.

### **Klassifikasjon av synshemming**

Før vi kan gå videre inn på synshemmede personers prestasjon i andre domener, er det nødvendig å avklare hvordan synshemming måles og hvordan personer med den klassifiseres i ulike undergrupper.

Det finnes flere ulike synstester, blant disse er kanskje en av de mest kjente Snellen-tavle-testen. Dette er en relativt enkel test av synsfunksjonen som måler synsskarpheten hos mennesker ved hjelp av en stor tavle med bokstaver, der størrelsen går gradvis nedover fra øverste linje (Kaiser 2009, s. 311).

Det finnes også en test som kalles Landolt C. Denne brukes ofte i Europa for å måle synsskarphet. Denne testen består av en ring med et hull som kan ligne på bokstaven C. Målet med testen er at personen som blir testet skal se hvor dette hullet flytter seg inne i ringen, høyre, venstre, opp eller ned. Hullet vil gradvis bli mindre og mindre helt til personen gjør nok feil til at testen kan avsluttes (Danilova & Bondarko, 2007, s. 3).

LEA er en rekke av ulike synstester spesielt utviklet for barn i førskolealder. Hovedformålet med disse testene er å måle synsskarpheten. Denne testen tar i bruk lett gjenkjennelige former, figurer og tall i stedet for vanlige bokstaver, da dette er for komplekst for så små barn. Denne testen er

verdifull for å kunne gjøre korrekte synsmålinger på barn (Repka, 2002, s. 489).

I denne studien er det imidlertid brukt en såkalt fingertellingstest. Dette er en enkel synstest hvor deltakerne blir bedt om å oppgi hvor mange fingre undersøkeren holder opp foran en sort bakgrunn (Johansen, Blinkenberg, Arentz-Hansen & Moen 2018). Undersøkelsen utføres først på tre meters avstand, og en respons var gyldig dersom personen oppga tre korrekte svar på rad. Ved negativt svar vil målingen bli gjentatt på en meters avstand. Dersom personen ikke er i stand til å bestå testen på en meters avstand, vil man kunne anta at personen har et tap av syn tilsvarende blind kategori 4 eller større (World Health Organizaton, 2018). Man definerer blind kategori 4 som en som har en visus lavere enn 1/60 (0,05) målt på det beste øyet med beste korreksjon. Det tilsvarer at man bare klarer å telle fingre på mindre enn én meters avstand. Visus er et mål for synsstyrke, og en visus på 1/60, betyr at det man ser på én meter, vil en med normalt syn kunne se på 60 meters avstand (Høvding, 2018).

### **Hvorfor er hørsel så viktig for synshemmede?**

Når en så viktig sans som synet er borte, må en finne andre løsninger som kan kompensere for denne mangelen. Synet hjelper oss blant annet med å navigere oss rundt i omgivelsene, og til å gjenkjenne objekter (Morgan, 1999, s. 53). For mange blinde er hørselen trolig en essensiell sans for å mestre dette. For eksempel er det mange blinde som benytter ekkolokalisering.

Ekkolokalisering er evnen til å danne seg et bilde av omgivelsene ved bruk av reflekterende lydbølger som oppstår ved å produsere egne lyder, som for eksempel klikking med tunga (Vercillo, Milne, Gori & Goodale, 2015, s. 35). Det er en utbredt forestilling at personer med synshemming nødvendigvis har bedre evner knyttet til hørsel sammenlignet med personer med normalt syn.

Mange har undret seg over hvorvidt dette kan ha ført til at blinde har bedre hørsel enn seende eller ikke og det er utført flere studier på området.

## Studier av synshemmedes prestasjon på ulike lytteoppgaver

Både i klinisk praksis og i litteraturen, er det oppfatninger om at mennesker med nedsatt synsfunksjon, presterer bedre på hørselsrelaterte oppgaver enn normaltseende. Denne oppfatningen bygger på at de som mangler en sans, kompenserer for dette ved å bruke de andre sansene mer (Lessard, Paré, Lepore & Lassonde, 1998, s. 278). Det finnes en rekke studier som underbygger dette. For eksempel er det gjort studier som undersøker seende og blindes evne til å lokalisere lyd. Lessard et al. (1998, s. 278) undersøkte dette ved å sammenligne fire grupperes evne til å lokalisere lyd fra 16 ulike høyttalere. De ulike gruppene var blinde, svaksynte, en normaltseende kontrollgruppe med bind for øynene, og en normaltseende kontrollgruppe uten bind for øynene. Studien viste at blinde var flinkere enn seende til å danne seg indre kart ved hjelp av lydkilder, men overraskende nok at personer med resterende sidesyn presterte dårligere enn kontroller (Lessard et al., 1998, s. 278). Forskjellen var særlig stor når oppgaven var monoaural. Dette kan tyde på at blinde kompenserer for manglende syn ved å bruke hørselen når de skal orientere seg, men at graden av synshemning kan spille en viktig rolle.

En annen studie viste viktige forskjeller når det kom til prosessering av tale (Nilson & Schenkman, 2016, s. 223). Studien ble gjennomført ved at ulike konsonanter og vokaler ble presentert via hodetelefoner til en gruppe blinde og en gruppe seende. Deltakerne fikk instruksjoner om å rette sin oppmerksomhet mot stavelser som enten ble presentert på høyre eller venstre øre. I noen tilfeller fikk de ingen slike instruksjoner. Deltakerne skulle så gjenta stavelsene de fikk høre. Det viste seg at de blinde hadde signifikant flere korrekte svar enn de seende. På slike tester har det vist seg en tendens til at personer presterer best på sitt høyre øre, mens i denne studien viste det seg at de blinde var betraktelig bedre også på det venstre øret i forhold til kontrollgruppen. Disse funnene kan tyde på at både de sensoriske og kognitive nivåene av informasjonsprosessering er organisert annerledes i hørselsrelaterte områder i hjernen hos de blinde.

En studie av Wan, Wood, Reutens & Wilson i 2010 (s. 345) fant at blinde presterte bedre enn normaltseende på en rekke ulike hørselstester, deriblant "pitch discrimination" og "pitch memory". I denne studien var deltakerne delt i grupper etter hvor lenge de hadde vært blinde og ble sammenlignet med en kontrollgruppe som besto av personer med normalt syn. "Pitch discrimination task" går ut på at man skal høre hvorvidt en tone er høyere eller lavere i "pitch" enn den forrige (Wan et al., 2010, s. 345). "Pitch memory task" går ut på at deltakerne får høre flere toner, og skal

så avgjøre hvorvidt den første og den siste tonen er den samme (Wan et al., 2010, s. 346). Det viste seg her å være en signifikant forskjell mellom de som var født blinde eller ble blinde tidlig i livet, og de som hadde blitt blind senere i livet. Forfatterne spekulerer i om dette kan skyldes at unge mennesker har økt plastisitet.

Man har imidlertid ikke funnet forskjeller mellom blinde og seende på alle hørselsrelaterte områder. For eksempel refererer Stevens & Weaver (2005, s. 1902) til en studie av Yates, Johnson & Staz fra 1972 hvor de undersøkte hvorvidt det var forskjell mellom hvordan en gruppe blinde og en gruppe seende opplevde hørestyrke. I denne studien fant de ingen slik forskjell.

Til tross for at det er utført en rekke studier på hørselsfunksjonen til personer med synshemming kontra personer med normalt syn, er det kun blitt benyttet subjektive målinger og oppgaver som krever deltakerens oppmerksomhet. Det vil derfor være av interesse å utføre mer objektive målinger av funksjon i områder knyttet til denne typen oppgaver.

### **Subjektive og objektive hørselsmålinger**

Studiene det er referert til ovenfor, er altså studier som baserer seg på subjektive målinger. En subjektiv måling kan påvirkes av forstyrrende variabler (Gelfand, 2016, s. 132). For eksempel kan det påvirke resultatet av en måling dersom en deltaker blir distraheret, eller om deltakeren er lite motivert til å gjøre sitt beste. Objektive målinger lar seg på sin side ikke nødvendigvis påvirkes av deltakernes subjektive prestasjon. Derfor kan objektive målinger være nyttig på blant annet små barn og for å avdekke simulering. Begge typene målinger er viktige for å få et helhetlig bilde av funksjonen i hørselssystemet for et gitt individ. Det vil derfor være av interesse å benytte objektive målinger i videre undersøkelse av forskjellene mellom personer med synshemming og personer med normalt syn. Noe som vil bidra til å gi en mer nyansert forståelse av sammenhengen mellom synstap og ytelse på ulike hørselstester.

Denne studien ser derfor på forskjellen på TEOAE-målinger med kontralateral støy hos blinde, svaksynte og normaltseende. Dette for å finne ut hvorvidt det finnes forskjeller også på objektive målinger. Hypotesen som ligger til grunn for denne oppgaven bygger på en antagelse om at de resultatene fra de overnevnte studiene, også vil gjenspeiles i objektive tester, dette fordi det som tidligere nevnt er en assosiasjon mellom ytelse på lignende oppgaver og dempeeffekt. Hypotesen er derfor at blinde og svaksynte vil oppnå en større dempeeffekt enn normaltseende på måling av

otoakustiske emisjoner med kontralateral støy.

## **Metode**

Målet med denne studien har vært å sammenligne graden av dempeeffekt mellom personer med og uten synshemming, ved hjelp av å registrere differansen i TEOAE-respons med og uten kontralateral støy. Her diskuteres først valg av metode. Deretter presenteres utvalget som ble testet, framgangsmåte for innsamling av data, samt etiske refleksjoner. Reliabilitet og validitet drøftes også.

### **Valg av metode**

For å samle inn og analysere datamateriale, må man ta stilling til om man ønsker å bruke en kvalitativ eller kvantitativ tilnærming. Hvilken retning man velger, avhenger av hva man ønsker å finne ut. Kvalitativ metode egner seg når man vil få fram mange detaljer og ulike synsvinkler innenfor et avgrenset tema (Langdridge, 2006, s. 25). Vanlige innsamlingsmetoder her er intervju eller observasjon. Det kan for eksempel være å intervju noen om deres opplevelse av tid. En kvantitativ tilnærming benyttes på sin side når man ønsker å teste spesifikke hypoteser, og måle noe konkret (Langdridge, 2006, s. 25). Svarene kommer da til uttrykk i tall og statistikk. Et annet viktig element ved kvantitative metoder, er at datainnsamlingen ofte foregår i svært kontrollerte betingelser, hvor man gjerne sammenligner en eksperiment- og en kontrollgruppe. Ofte foregår det i laboratorium, slik at ikke andre variabler kan påvirke resultatet (Langdridge, 2006, s. 25).

I denne studien var det naturlig å velge kvantitativ metode. Dette skyldes et ønske om å bruke objektive målinger, og da er man avhengig av at ingen tredjevariabler påvirker resultatene. Dette ble sikret ved å gjennomføre eksperimentet i et laboratorium, hvor det ble brukt samme utstyr og samme prosedyre for alle deltakerne. Resultatene fra de objektive målingene, lar seg også best presentere gjennom statistikk.

### **Utvalg og inklusjonskriterier**

I denne studien var det altså essensielt å få sammenligne en gruppe personer med kjent, langvarig synshemming med en gruppe kontrollpersoner uten synshemming. Av rent praktiske årsaker satte vi en nedre aldersgrense på 18 og en øvre på 40. Dette var av ulike grunner, bla. knyttet til innhenting av samtykke og eventuell påvirkning av alder på hørselsbanenes status.

Personene kunne heller ikke ha noen kjent hørselshemming for å bli inkludert i studien. For å finne aktuelle kandidater til denne studien, ble Norges Blindforbunds Ungdom i region Midt-Norge kontaktet for å få navn på potensielle deltakere innenfor studiens rammer. Det ble til sammen etablert kontakt med elleve personer som oppfylte kravene for å få være med i studien.

Her var det sju kvinner og fire menn mellom 18 og 40 år, hvor alle hadde en kjent synshemming med varighet over ti år. Alle elleve utviste interessen for å delta i studien og uttrykte at de hadde mulighet til å delta i testingen.

Kontrollgruppen ble rekruttert gjennom oppslag på studieplattformen «Blackboard» og via Facebook. Denne besto av elleve personer, herav fem kvinner og seks menn. Disse var innenfor samme alderssegment som testgruppen, og hadde ingen kjent syns- eller hørselshemming.

På de to første testdagene ble det kun satt opp personer fra kontrollgruppen, dette for å kunne sikre at testprotokollen ville fungere optimalt før de fra testgruppen kom til sine testdager. Dette var også grunnet bedre tilgang til normaltseende i forhold til svaksynte og blinde, slik at man eventuelt kunne erstatte deltakere.

### **Innsamling av data**

Alle deltakere som var villig til å bidra på testingen, fikk i forkant utsendt et informasjonsskriv med nærmere detaljer om selve studien, og hva som var forventet av dem. Deltakerne kom til laboratoriet etter avtale. I tillegg til det skriftlige materiale de hadde fått på forhånd, fikk de også en muntlig gjennomgang av den videre prosedyren. Her ble alle bedt om å skrive under på et samtykkeskjema og å fylle ut et enkelt spørreskjema.

Spørreskjemaet som ble utdelt, var laget for å samle inn nødvendige



bakgrunnsopplysninger om deltakerne. Skjemaet inneholdt spørsmål om alder, kjønn og eventuelle hjelpemidler. Aldersegmentene var delt inn i følgende intervaller: 18-24, 25-29, 30-34 og 35-40. Deltakerne i testgruppen fikk også spørsmål om de benytter noen form for synsrelaterte hjelpemidler, som briller, lupe, hvit stokk, lese-TV eller førerhund. Spørsmål om hjelpemidler ble inkludert for å innhente flere opplysninger om deltakerne, som eventuelt kunne komme til nytte i den videre analysen.

Resultatene av fingertellingstesten ble også ført opp på det samme skjemaet etter gjennomført forundersøkelse (se nedenfor). Vi valgte å dele deltakerene med negativ fingertellingstest inn i to grupper. De to gruppene “alvorlig synshemmede” og “blinde”, henholdsvis bestått og ikke bestått fingertelling på en meters avstand.

### **Forundersøkelse og eksklusjonskriterier**

Da dette var gjort, ble det foretatt en forundersøkelse som innebar otoskopering og tympanometrimåling. Dette var for å sikre at tilstanden i ørene var innenfor normalen, slik at den videre målingen ville bli pålitelig.

Det foretas otoskopi for å utelukke for høy forekomst av cerumen (ørevoks) (DeRuitter & Ramachandran, 2016, s. 15), samt å oppdage eventuelle fremmedlegemer i øret som for eksempel rester av Q-tips, i ytre øregang (DeRuitter & Ramachandran, 2016, s. 16). Det foretas også for å undersøke trommehinnas tilstand. Hvis man ser lysrefleksjonen fra det monterte lyset på otoskopet på trommehinna, kan dette indikere at denne har en normal form. Noen ganger kan det være hull i den (trommehinneperforasjon). Dersom trommehinna er rød og bulende, kan dette på sin side tyde på væskeansamling i mellomøret, noe som kan indikere mellomørebetennelse (DeRuitter & Ramachandran, 2016, s. 14). Otoskopi uten anmerkning var en grunnleggende forutsetning for videre testing, cerumenpropp eller fremmedlegeme førte til umiddelbar eksklusjon.

Etter otoskopi ble det gjennomført en tympanometri på deltakerne. Ved å benytte denne objektive målingen kan en se nærmere på eventuelle patologier i mellomøret, samt trommehinnens

bevegelighet (DeRuiter & Ramachandran, 2016, s. 32). For å kunne lese av resultatene på en tympanometrimåling, må man se på formen og verdiene på kurven som blir projisert. Kompleans, øregangsvolum og mellomøretrykk leses av for å sikre at disse er innenfor normalområdet. Dersom målingene viste avvik i forhold til normalverdiene, ble personen ekskludert fra videre testing.

Etter forundersøkelsen, gjennomførte deltakerne fingertellingstesten. Personer i testgruppen med positiv fingertellingstest på tre meters avstand ble ekskludert fra videre analyse. Tilsvarende ville personer i kontrollgruppen med negativ fingertelling på tre meters avstand også bli ekskludert fra videre analyse.

### **Registrering av otoakustiske emisjoner med og uten kontralateral støy**

Til registrering av TEOAE ble det benyttet Echoport ILO292-I med UGD DPOAE+TE kombinasjonsprobe og ILOV6 klinisk programvare.

Testparametere for registrering av TEOAE ble utarbeidet med gjennom søking av relevant litteratur, og det ble til slutt besluttet å bruke anbefalinger i fra Lalaki (2005). For å fremkalle emisjoner ble det brukt lineære klikk presentert ved stimulusnivå lik 60 dB SPL (+3 dB peak SPL) ved varighet lik 80  $\mu$ s og med repetisjonsrate lik 50 Hz. Registreringen ble automatisk stoppet etter 600 klikk, såpass mange registreringer ble gjennomført for hvert øre under hver tilstand for å sikre gode resultater ettersom det både blir stimulert på lavere nivå, samt at man nødvendigvis står i fare for å få større støy ved målingen ved bruk av lineære klikk. Lineære klikk er likevel foretrukket da de gir en bredere frekvensrespons og større emisjonsstyrke, da i sær ved lavere nivåer (Hatzopoulos & Martini, 2014).

Normale emisjoner i henhold til Engdahl (1994) var en forutsetning for å inkluderes i videre analyse. Disse er kort oppsummert:

- Respons mellom 0-20 dB SPL.
- Signal-støyforhold skal være positivt
- >50% reproduserbarhet i minst 3 frekvensbånd
- Stabilt stimulusnivå

Dersom en eller flere av disse kriteriene ikke var oppfylt var det uaktuelt å fortsette testing, men det ble selvsagt forsøkt måling på det andre øret, før testingen ble avsluttet.

For å generere støy til den kontralaterale testen ble det benyttet Madsen A450 audiometer med Otosuite programvare. Støyen var balansert bredbåndsstøy avspilt gjennom Madsen instikkstelefoner. Anbefalt nivå for fremkalling av dempeeffekt er i de fleste studier mellom 30-50 dB SL og denne anbefalingen finnes igjen hos Lalaki (2005).

Under utprøving av utstyr ble det imidlertid oppdaget at dempeeffekten var tydeligere og mer konsekvent tilstede når støy ble presentert ved 60 dB SL, dette støttes av litteratur som foreslår at effekten best fremkalles 10-15 dB under akustisk refleksterskel (ART) fremkalt med hvit støy (Williams, Brooks & Prasher, 1994). Etter litteratursøk viste deg seg at 60 dB er et rimelig nivå å bruke på hele gruppen til tross for at refleksterskel ikke er kjent for hvert individ, da gjennomsnittet for fremkalling av ART med hvit støy ligger rundt 70 dB (Johnsen & Terkildsen, 1980, Niemeyer & Sesterhenn, 2009).

Kun en måling per øre ble utført for hver tilstand, totalt 4 målinger per deltaker. Den store andelen klikk gir høy reliabilitet for hver måling.

### **Behandling av data**

Etter endt testing ble all relevant data skrevet inn i et excelark. I dette arket ble det for hver deltaker registrert 12 datapunkter per øre under to tilstander (med og uten kontralateral støy) fra testingen av OAE, totalt 48 punkter per deltaker. Hver tabell inneholdt også kjønn, aldersgruppe og status for synshemming. Det ble også valgt å skille mellom venstre- og høyre øre i tilfelle det var av interesse å sammenligne individuelle ører heller enn deltakere.

Dataen fra testing av OAE som ble innsamlet var total respons, total støy (altså differansen mellom buffer A og B), samt respons og støy ved frekvensene 1 KHz, 1,4 KHz, 2 KHz, 2,8 KHz og 4 KHz. Ut i fra dette ble det regnet ut signal-støyforhold (differansen respons-støy) for hvert individuelle frekvensbånd, samt total dempeeffekt.

Til videre analyse av data benyttet vi IBM SPSS versjon 25. Alle grafer og tabeller er framstilt ved hjelp av Microsoft Word, Excel eller IBM SPSS.

## **Etikk**

Da det er med forsøkspersoner i denne studien, har det vært spesielt viktig å ta stilling til ulike etiske spørsmål. Før testperioden, ble det derfor søkt Regionale Etiske Komité (REK) for godkjenning. For å søke, måtte et elektronisk skjema med all relevant informasjon om prosjektet, fylles ut. Etter seks uker ble godkjenning fra REK mottatt, og testperioden kunne begynne. Innenfor det etiske aspektet, er det særlig viktig å innhente informert samtykke, å ta hensyn til potensiell risiko for skade, og å ivareta anonymitet og konfidensialitet (Langdridge, 2006, s. 348).

Å innhente informert samtykke handler om å gi grundig informasjon om forskningsprosjektet, slik at deltakerne vet hva de eventuelt samtykker i (Langdridge, 2006, s. 348). Deltakerne fikk derfor tilsendt skriftlig informasjon om prosjektet på forhånd, slik at de kunne lese gjennom det i god tid. Informasjonen ble også gjennomgått muntlig med deltakeren før de signerte, for å sikre at de hadde forstått hva prosjektet innebar, og for at de skulle kunne stille eventuelle spørsmål. Det ble også understreket at det var frivillig å delta, og at de kunne trekke seg når som helst uten konsekvenser. Det er svært viktig at deltakerne får tydelig beskjed om at de har denne muligheten, og at de ikke føler seg presset til å delta (Langdridge, 2006, s. 349). Samtykkeerklæringen ble signert før testingen startet.

I et hvert studie som har mennesker som deltakere, bør man tenke gjennom hvorvidt det finnes potensielle emosjonelle belastninger ved å delta, og om studien kan påføre deltakerne fysisk eller psykisk skade. Som hovedregel heter det at deltakerne ikke skal utsettes for mer enn de blir i det daglige liv, skjønt dette er selvsagt noe vanskelig å definere helt konkret. I praksis betyr dette imidlertid så liten skade som overhode mulig (Langdridge, 2006, s. 348). I fingertest-målingen var det en liten sjanse for at noen kunne bli ille berørt dersom de ikke mestret å se fingre på en viss avstand. At våre deltakere hadde vært synshemmet i minst 10 år, kompenserte nok i stor grad or dette, da dette er mennesker som har et bevisst forhold til synshemmingen sin. Videre var

hørselstestingen objektiv, og ingen resultater skulle formidles videre til deltakerne. Ubehaget ved testingen var minimalt. Faren for emosjonelle belastninger eller skade var altså svært lav. Like fullt var det et mål å ivareta deltakerne i studien på en respektfull og ansvarlig måte, slik at det skulle være rom for å si fra om noe opplevdes ubehagelig.

Anonymisering handler om å sørge for at koblingen mellom enkeltpersoner og dataen som er samlet inn, blir umulig å spore (Datatilsynet, 2015). Anonymisering av utvalget ble ivaretatt ved å la være å knytte data opp mot identifiserende karakteristikk, som navn eller personnummer. Hver kandidat ble tildelt et nummer etter følgende oppsett TXX (f.eks. T01, T02 osv.) for testgruppe og tilsvarende KXX for kontrollgruppe. Med unntak av alder, grad av synssvekkelse og varighet av synssvekkelse for testgruppen, ble ingen sensitive opplysninger registrert. Alle data vil bli slettet etter at analysen er gjennomført.

### **Reliabilitet og validitet**

For å sikre at forskning har en høy standard, er det viktig med høy reliabilitet og validitet (Langdridge, 2006, s. 43). Reliabilitet handler om påliteligheten til forskningen. Er resultatene etterprøvbare? Ville man for eksempel fått de samme resultatene om man testet de samme deltakerne en uke senere? Høy reliabilitet sikres ved å beskrive framgangsmåten grundig i metodedelene, slik at det er mulig for andre forskere å etterprøve. I selve datainnsamlingen sikres det også ved at prosedyrene blir utført likt fra testperson til testperson. På den måten sikrer man mer pålitelige målinger (Langdridge, 2006, s. 43).

Validitet handler på sin side om å sikre at undersøkelsen måler det en faktisk ønsker å måle, og ikke noe annet. TEOAE-målinger med kontralateral støy er en standardisert test som hos personer med normale høreteskler gir et bilde av funksjonen til MOC, målinger av OAE har også liten variabilitet over tid forutsett normale forhold i øret forøvrig (Engdahl, 1994). Ved å benytte denne standardiserte metoden, sikres dermed forskningens validitet (Langdridge, 2006, s. 44).

## **Resultat**

Resultatene fra undersøkelsen presenteres fortløpende heretter. Først beskrives det resterende

utvalget personer og eventuelle grunne til frafall. Så følger oppsummerende deskriptiv statistikk for hver person. Siden deles resultatene videre opp i enkelte ører og den totale responsen inn i enkelte frekvensbånd, dette gir grunnlag for mer dyptgående analyse og gjennomføring av slutningsstatistikk.

### **Testgruppe**

Av de elleve personene i testgruppen som hadde meldt interesse for å delta i prosjektet, var det kun åtte som til sist hadde anledning til å bli målt. Av disse åtte var det en deltaker som ikke passerte eksklusjonskriteriene grunnet cerumen obliterans. I tillegg var det en annen deltaker hvor det ikke var mulig å få registrert emisjoner med tilstrekkelig stabilitet, og det var heller ikke mulig å framkalle dempeeffekt på personen. Dette gjorde at målingene måtte forkastes og personen ekskluderes fra utvalget. Det endelige utvalget for videre analyse var altså 6 personer, hvorav 2 var menn og 4 var kvinner, alle disse hadde godkjente målinger i begge ører, totalt 12 ører.

Etter testingen kom det fram at ettersom det var såpass få datapunkter, var det ikke lenger hensiktsmessig å dele deltakerne opp i 4 ulike aldersgrupper. Antallet aldersgrupper ble derfor redusert, og deltakerne ble delt inn i to nye grupper, nemlig 18-29 år og 30-40 år. Alle deltakerne hadde hatt nedsatt synsfunksjon i >10 år. Det viste seg å ikke være hensiktsmessig å dele opp deltakerne i undergrupper basert på hvordan de presterte på fingertellingstest. Kun to av deltakerne hadde visus tilsvarende 1/60 og kunne bli kategorisert som alvorlig synshemmede, mens de resterende deltakerne hadde visus under 1/60 og ville derfor bli kategorisert som blinde. Samtlige benyttet seg også av ett eller flere hjelpemidler i hverdagen, hvilket førte til at vi ikke så noen mening i å dele personene opp i undergrupper for dette, da vi ikke så noen meningsfull måte å dele dette inn i videre grupper.

### **Kontrollgruppe**

Det var elleve deltakere i kontrollgruppen. En av deltakerne passerte ikke forundersøkelsen da personen presenterte med cerumenpropp, deltakeren ble derfor ikke målt og forkastet fra utvalget. Enda en av deltakerne, til tross for at vedkommende passerte forundersøkelsen passerte ikke kvalitetskontrollen for TEOAE-målingene da det kun var >50% i et bånd under registrering av emisjon med kontralateral støy. Derfor måtte også disse resultatene forkastes. Det resterende

utvalget i kontrollgruppen var altså 9 personer, hvorav 5 var menn og 4 var kvinner, alle disse hadde godkjente målinger i begge ører, totalt 18 ører.

Deltakerne i kontrollgruppen ble i likhet med deltakerne i testgruppen delt inn i kun to aldersgrupper etter registrering.

Til tross for de ulike størrelsene på de to gruppene var fordelingen av deltakernes kjønn og aldersgrupper nokså balansert, hvilket gir et bedre grunnlag for sammenligning.

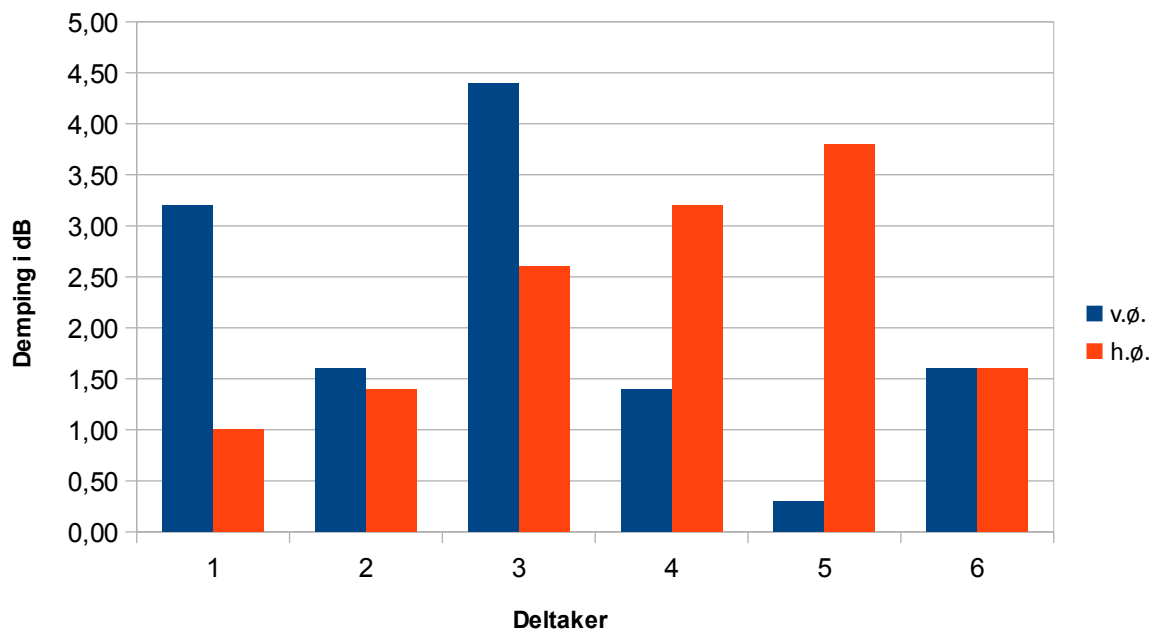
Gruppe		Mann	Kvinne	Total
Testgruppe	18-29	0	3	3
	30-40	2	1	3
Total		2	4	6
		Mann	Kvinne	Total
Kontrollgruppe	18-29	2	2	4
	30-40	3	2	5
Total		5	4	9

*Tabell 1: Fordeling av kjønn og aldersgruppe for de ulike aldersgruppene.*

Videre vil vi presentere resultatene fordelt på hver deltaker i de to gruppene, først som subjekter og siden som individuelle ører.

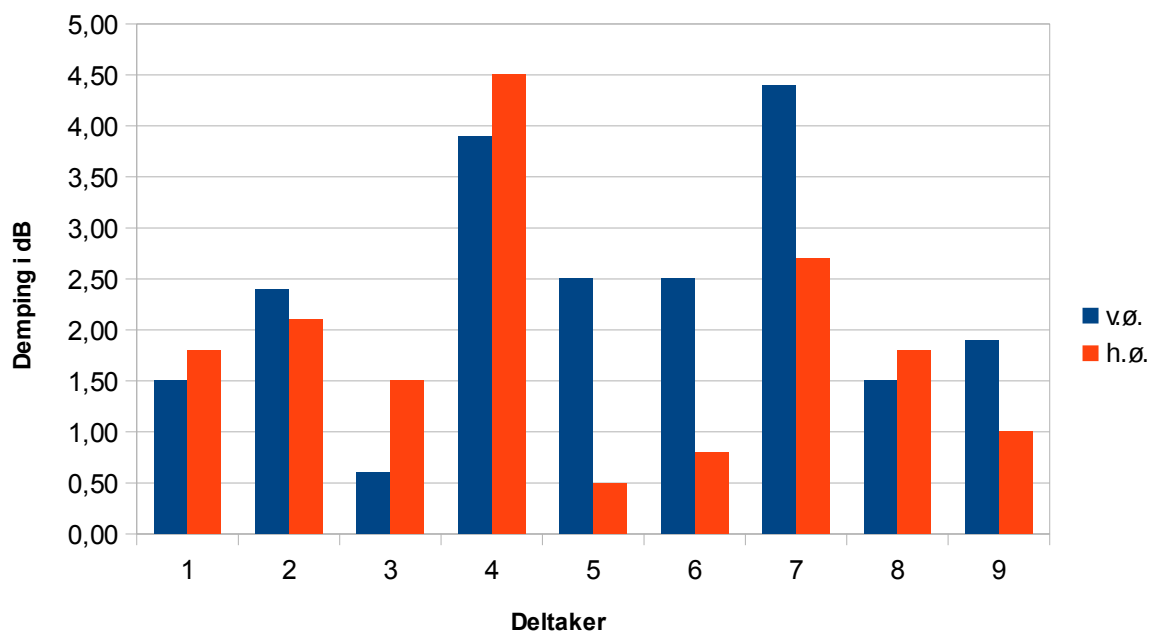
## **Resultater**

I figur 2 vises differansen i emisjonsstyrke for testgruppen. Dette er altså endringen i gjennomsnittlig emisjonsstyrke for hele frekvensområdet vist for både venstre og høyre øre. Hele gruppen viste robust dempeeffekt ved unntak av et øre hos en deltaker.



**Figur 2:** Endring i emisjonsstyrke hos testgruppe angitt i dB. Blå stolpe indikerer venstre øre og rød stolpe indikerer høyre øret.

Figur 3 viser differansen i emisjonsstyrke for kontrollgruppen. Her er det også jevnt over tydelig og robust dempeeffekt, med lignende fordeling av absolutt endring.



**Figur 3:** Endring i emisjonsstyrke hos kontrollgruppe angitt i dB.

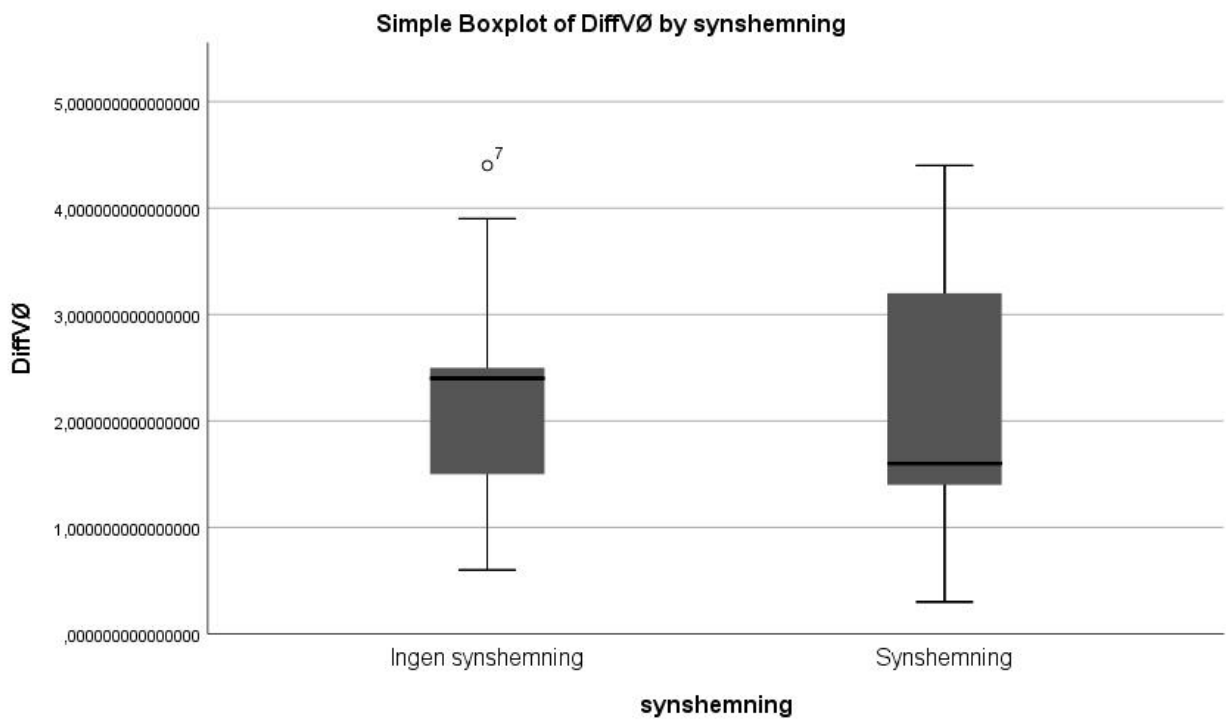


Tabell 2 viser gjennomsnitt, standardavvik, samt minimum og maksimum demping av emisjonsstyrke for de to gruppene angitt i dB. Her ser man at de to gruppene ligger nokså nær hverandre i gjennomsnitt, men man kan se at testgruppen har en gjennomsnittlig noe sterkere dempeeffekt i det høyre øret, og standardavviket for venstre øret antyder noe større variasjon innad i gruppen.

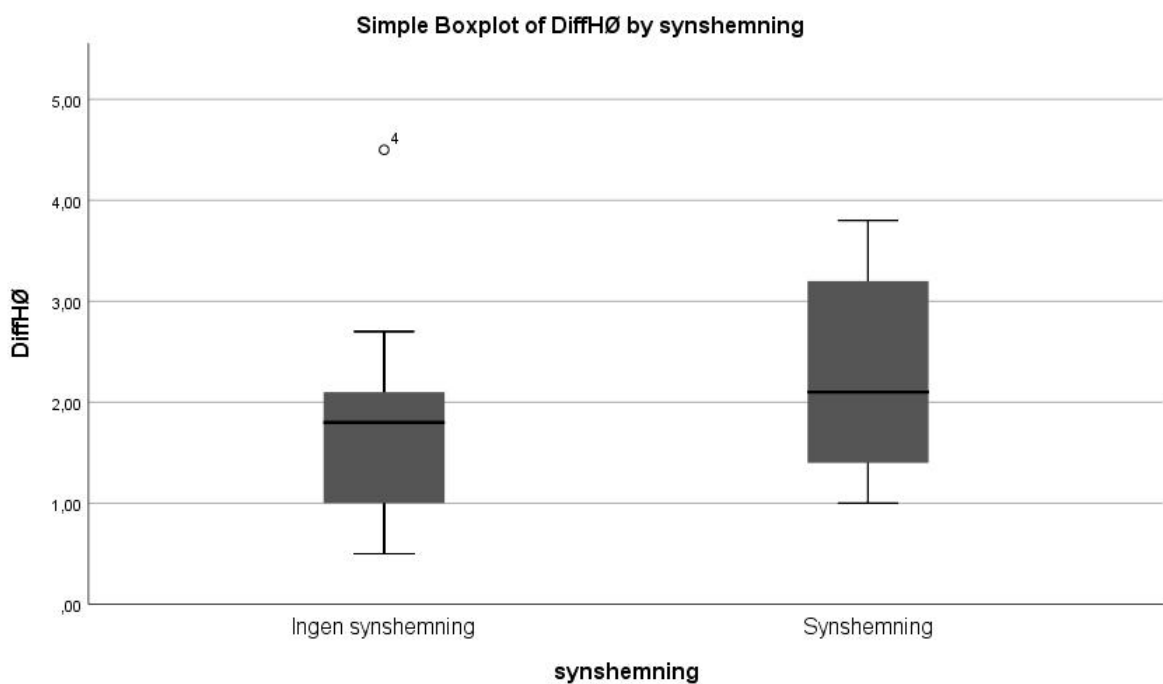
<b>Gruppe</b>		<b>Venstre øre</b>	<b>Høyre øre</b>
<b>Kontrollgruppe</b>	Gjennomsnitt	2,36	1,86
	Standardavvik	1,19	1,20
	Minimum	0,60	0,50
	Maksimum	4,40	4,50
<b>Testgruppe</b>	Gjennomsnitt	2,08	2,27
	Standardavvik	1,46	1,11
	Minimum	0,30	1,00
	Maksimum	4,40	3,80
<b>Totalt</b>	Gjennomsnitt	2,25	2,02
	Standardavvik	1,26	1,14
	Minimum	0,30	0,50
	Maksimum	4,40	4,50

**Tabell 2:** Deskriptiv statistikk for de to gruppene som subjekter

Dette kommer mer tydelig fram i figur 4 og 5, som viser boxplot for henholdsvis dempeeffekt venstre øre og dempeeffekt høyre øre.



Figur 4: Boxplot som viser dempeeffekt for venstre øre.

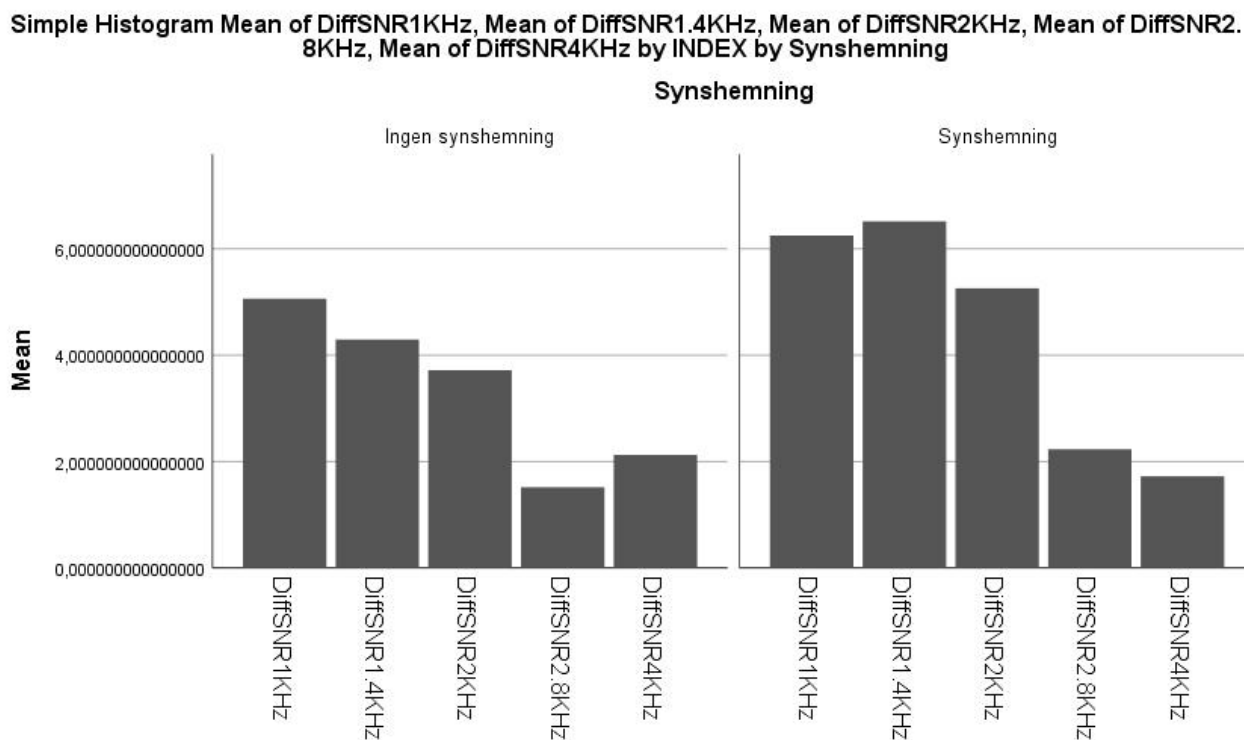


Figur 5: Boxplot som viser dempeeffekt for høyre øre.

Da dempeeffekten gjerne er mest tydelig og størst i lavere frekvensbånd, er det av interesse å se på endringen i de individuelle oktavnå. Her blir gruppene sortert som individuelle ører, da det mest

interessante er eventuelle forskjeller på gruppenivå og ikke på individnivå, som for eksempel sideforskjell.

Figur 5 viser gjennomsnittlig endring i signal-støyforhold for hvert oktavbånd i de to gruppene, hvor det kommer tydelig fram at dempeeffekten er kraftigere i testgruppen enn kontrollgruppen for samtlige frekvensbånd, med unntak av 4KHz.

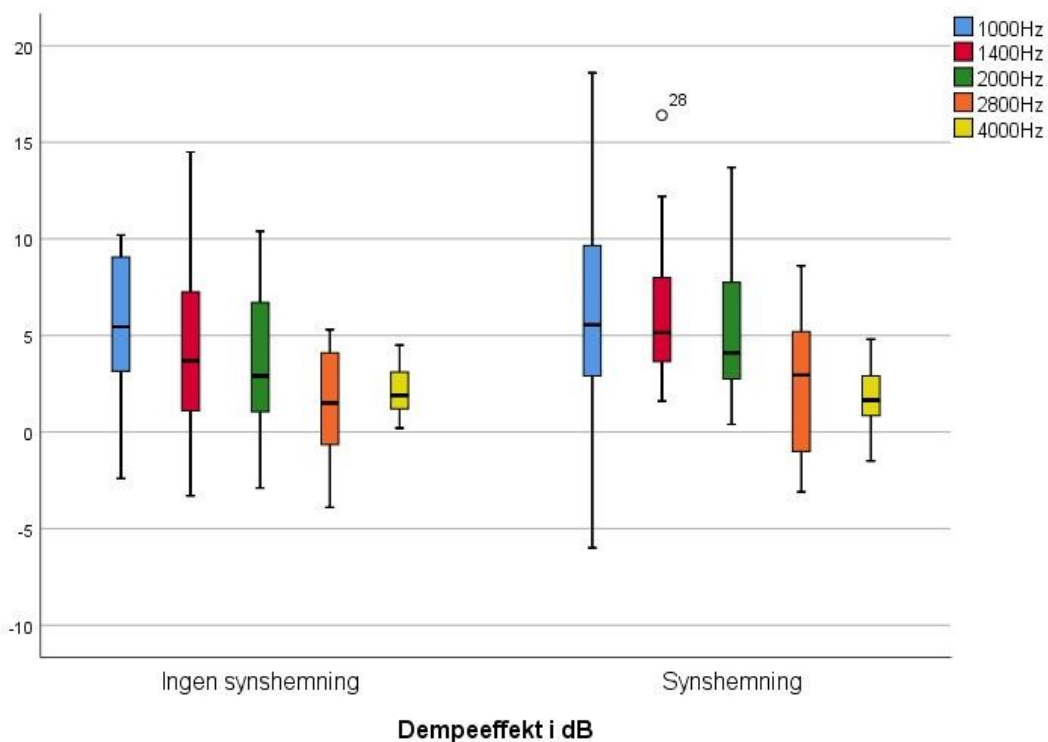


**Figur 5:** Gjennomsnittlig dempeeffekt per frekvensbånd i de to gruppene

Som tidligere vist da den absolutte responsen ble undersøkt, kan man anta at noe av forskjellene er på grunn av stor varians innad i testgruppen. I tabell 3 kommer det fram at disse forskjellene fort kan skyldes bare noen få datapunkter. Figur 7 viser dette i et boxplot.

Gruppe		1 KHz	1,4 KHz	2 KHz	2,8 KHz	4 KHz
<b>Kontrollgruppe</b>	Gjennomsnitt	5,06	4,29	3,71	1,51	2,12
	Median	5,44	3,70	2,90	1,50	1,90
	Standardavvik	4,18	4,37	3,84	2,71	1,23
	Minimum	-2,40	-3,30	-2,90	-3,90	0,20
	Maksimum	10,20	14,50	10,40	5,30	4,50
<b>Testgruppe</b>	Gjennomsnitt	6,25	6,51	5,25	2,23	1,75
	Median	5,55	5,15	4,10	2,95	1,65
	Standardavvik	6,57	4,30	3,73	3,94	1,67
	Minimum	-6,00	-3,30	-2,90	-3,90	-1,50
	Maksimum	18,60	16,40	13,70	8,60	4,80

**Tabell 3:** Deskriptiv statistikk for de ulike frekvensbånd.



**Figur 7:** Dempeeffekt i de ulike frekvensbånd presentert som boxplot, legg merke til variasjonen i testgruppen ved 1 KHz og uteliggeren ved 1,4 KHz.

## **Slutningsstatistikk**

Etter å ha sjekket distribusjonen av datapunkter og sett at den er tilnærmet normalfordelt, ble det forsøkt flere statistiske tester. Vi endte opp med å benytte MANOVA for å sammenligne effekten av de ulike grupperingene på endring i respons. Her ble responsene ved de ulike frekvensene brukt som avhengige variable og synshemming, kjønn, aldersgruppe og øre som uavhengige variabler. P-verdi ble satt til  $<0,05$ .

Vi klarte ikke å finne noen signifikant påvirkning av synshemming på de ulike variablene. Men signifikant effekt ble funnet ved kjønn for 1 KHz ( $F = 10,6$ ,  $p = 0,007$ ) og 1,4 KHz ( $F = 6,5$ ,  $p = 0,023$ ), samt aldersgruppe ved 1,4 KHz ( $F = 6,4$ ,  $p = 0,024$ ) og øre ved 1 KHz ( $F = 6$ ,  $p = 0,028$ ). Synshemming hadde heller ingen signifikant effekt som kovariat ved en av de andre uavhengige variablene.

Det dette betyr er at vi vanskelig kan forklare eventuelle variasjoner mellom personene med synshemming og personene med normalt syn som noe annet enn tilfeldighet. Imidlertid mener vi det likevel er verd å merke seg tendensen blant testgruppen, altså personene med synshemming til å ha noe forhøyede gjennomsnitts- og medianverdier for alle med unntak av en frekvens, samt større variabilitet innad i gruppen.

## **Diskusjon**

### **Prospektiv klinisk verdi og bruk av dempeeffekt**

Måling av otoakustiske emisjoner med kontralateral støy er en metode som gir viktig informasjon om det efferente hørselssystemet (Berlin, Hood, Hurley & Wen, 1994, s. 3). For eksempel fant Berlin et al. (1994, s. 3) at måling av OAE med kontralateral støy kunne benyttes til å gi en indikasjon på funksjonen til det olivocochleære komplekset. Denne typen måling har blant annet vært benyttet for å undersøke pasienter med auditiv prosesseringslidelse (APD) (Sanches & Carvallo, 2006, s. 366). APD er en lidelse hvor hørselen er normal, men der hjernens evne til avkoding og forståelse av lyd og språk ikke fungerer (Gelfand, 2016, s. 168). APD kan ha mange mulige årsaker, deriblant utviklingsforstyrrelser, genetikk, svulster og hodeskader (Gelfand, 2016, s. 167). Sanches & Carvallo (2006, s. 366) fant at pasienter med APD hadde abnormale otoakustiske

emisjoner når de ble målt med kontralateral støy.

Som vist tidligere i denne studien, samt i overnevnte litteratur, kan dette være en nyttig måling å bruke når en vil ha en indikasjon av status for hørselsbanene opp til hjernestammenivå generelt og det olivocochleære kompleks spesielt.

I samråd med andre audiologiske tester, som ulike målinger i APD-batteriet, TEN-test, ABR og lignende, kan denne typen undersøkelse bedre bidra til en større forståelse for opprinnelsen til ulike sammensatte tilstander hos personer både med og uten hørselstap. Da i sær funksjonelle lidelser som ofte opptrer med ellers normalt audiogram, deriblant øresus, APD og såkalte skjulte eller funksjonelle hørselstap.

Imidlertid kan det ut i fra resultatene i denne undersøkelsen og tidligere utførte studier på ulike grupper se ut til at registrering av dempeeffekt i all hovedsak har positiv prediktiv verdi, altså at fraværende eller svekket dempeeffekt ofte finnes hos personer med dårlig ytelse på ulike lytteoppgaver, mens en tilsvarende effekt hvor personer med større grad av demping nødvendigvis yter bedre på den samme typen oppgave ikke ser ut til å være tilstede.

Det kan være grunnlag for å hevde at ytelsen til det mediale olivocochleære komplekset kan trenes opp. I en litteraturstudie av Perrot & Collet (2014), s. 30) så man at profesjonelle musikere hadde en høyere grad av demping sammenlignet med kontrollgruppen. Våre resultater, til tross for manglende statistisk signifikans overenstemmer til en viss grad med deres funn. Blant annet var det i deres studie stor variasjon i størrelsen på dempeeffekt innad i gruppen musikere, tilsvarende i vår studie er det nær dobbelt så stor varians ved enkelte frekvenser innenfor testgruppen. De generelt forhøyede gjennomsnitts- og medianverdiene i testgruppen stemmer også overens med deres funn. Dette kan potensielt understøtte deres hypotese om at endringer i styrken på dempeeffekten er en konsekvens av prosesser på høyere nivå knyttet til oppmerksomhet og analytisk lytting, heller enn nødvendigvis nevrogene endringer. Dette kan potensielt være et område av interesse for videre forskning, da man kan forestille seg at målrettede tiltak knyttet til opplæring for lytting i støy og lignende kan eventuelt være til nytte for ulike grupper karakterisert ved dysfunksjon i MOC, for eksempel barn med APD, tinnitus- og hyperacusisrammede også videre.

## Metodekritikk

Et viktig mål for denne studien var å utføre en objektiv måling for å undersøke en kjent hypotese som går ut på at blinde og svaksynte presterer bedre enn normaltseende på spatiale lytteoppgaver. Tidligere har det blitt gjennomført flere subjektive studier av blinde og svaksyntes ytelse i ulike spatiale lytteoppgaver. Det manglet imidlertid objektive studier noe som gjorde at vi ble nødt til å ekstrapolere ut i fra studier på andre grupper ved valg av testprotokoll.

En utfordring i denne studien har vært å rekruttere nok kandidater til testgruppen, da rekrutteringen var avhengig av at personene måtte ha en sterk synsnedsettelse i over 10 år. De måtte også bo i rimelig nærhet til laboratoriet hvor testingen foregikk. I tillegg til at utvalget i utgangspunktet var lite, var det også noen som meldte forfall. Antallet deltakere er derfor lavere enn ønskelig. Dette gjør det noe vanskelig å generalisere resultatene fra studien, da en ofte trenger et stort utvalg for å kunne generalisere resultatene. Imidlertid trenger man ikke et fullt så stort utvalg når det er en homogen gruppe, og variablene man undersøker, ikke er for mange (Langdridge, 2006, s. 50-51), dette representerte nok et av problemene for vår studie, da kjønn og alder begge hadde større effekt på resultatene av måling enn synshemming. Det at vi ikke var i stand til å påvise noen stor effekt av synshemming, kan potensielt ha noe med at vi ikke hadde et stort nok utvalg til å kunne kontrollere for ulik grad av synshemming. Sett i sammenheng med resultatene fra Lessard et al. (1998), vil det å blande blinde og personer med restsyn kunne påvirke resultatene negativt, da personer med restsyn ikke presterer like godt som blinde. Framtidige studier bør undersøke større, mer homogene utvalg hvor man kontrollerer for grad av synshemming, kjønn også videre for å framstille mer pålitelige resultater.

Det ville også vært fordelaktig om en hadde fått til en pilotstudie for å teste hvilke standarder som burde benyttes. Dette kunne også ha avdekket andre mangler ved vår testprotokoll. I etterkant av testperioden viser det seg at det med fordel kunne vært satt av lengre tid til testing, slik at en kunne tatt flere OAE-målinger med kontralateral støy per. person. Da hadde det vært mulig å registrere OAE med ulike nivå for både stimulus og kontralateral støy, hvilket potensielt ville gitt et bedre grunnlag for sammenligning av gruppene og eliminert eventuelle feil som skyldes måleprotokoll.

Det kunne også vært av interesse å forsøke med ulike typer kontralateral stimulus, en studie av Andrade, Peixoto, Carnaúba, Costa og Menezes fra 2016, viste større dempeeffekt ved mer kompleks stimuli, hvor balanserte setninger fra HINT-protokollen viste signifikant større effekt enn

både hvit støy og en annen form for mer gjenkjennelig kompleks stimulus i form av sangen «Happy Birthday». Det dette forsøket viser er at aktiv lytting kan ha betraktelig innvirkning på graden av demping. Vi var imidlertid ikke klar over disse forsøkene under utforming av forsøket og valgte derfor å bruke mer allment kjent kontralateral stimulus, i form av bredbåndsstøy.

En subjektiv spatialiseringstest kunne også ha blitt inkludert. Da hadde man hatt muligheten til å sette resultatene fra subjektive tester opp mot de objektive målingene, noe som igjen kunne vært en interessant observasjon i den videre analysen. Dette ville imidlertid krevd en del mer tid og ressurser enn rammene tilsa, samt høyere grad av innlæring for deltakere. Sett i sammenheng med funnene beskrevet i Perrot & Collet (2014), ville dette imidlertid kunne være med på å underbygge idéen om at endringer i MOC skyldes økt oppmerksomhet eller analytiske tendenser.

Informasjon angående oppmerksomhet underveis i testingen kunne vært presisert enda tydeligere før og under målingene, spesielt med tanke på at flere hadde med førerhund inn i samme rom som OAE-målingene foregikk. Disse var noe urolige, og gjorde at det oppstod små forstyrrelser. Bakgrunnslyd kan være uheldig i en så sensitiv målemetode som OAE er, fordi lydsignalene som skal måles er veldig svake (Arlinger et al, 2007, s. 267). Like fullt anses målingene som ble gjort, som valide da alle som ble inkludert for videre analyse oppfylte kriteriene lagt fram i metoddelen. Å gi bedre informasjon på forhånd om fjerning av cerumen kunne ført til at vi fikk et noe større utvalg av personer, dette da enkelte av deltakerne ble valgt bort eller ikke hadde valide målinger på grunn av dette.

## **Konklusjon**

Målet med denne studien var enkelt, vi hadde et ønske om å finne ut hvorvidt det eksisterte noen forskjell i dempeeffekten som oppstår når otoakustiske emisjoner registreres ved samtidig presentasjon av støy kontralateralt hos personer med synshemning. Da det i skrivende stund ikke tidligere er publisert lignende forsøk har vi vært nødt til å utforme vår egen teori, ved å forsøke å koble sammen en rekke studier på andre grupper og sammenhenger av forskjellige målinger. Til tross for at vi ikke klarte å finne noen signifikant effekt av synshemning på resultatene, mener vi likevel at resultatene vi har funnet underbygger materialet som har blitt brukt under utforming av hypotese.



Det at vi ser noe lignende mønstre i vår undersøkelse av synshemmede og hos profesjonelle musikere i undersøkelsene oppsummert i Perrot & Collets studie fra 2014, vekker interessante tanker om opptrening av cochleære kontrollmekanismer knyttet til MOC og sentrale effekter på det perifere hørselssystemet.

Denne studien inneholder også en pekepinn om hvilke faktorer som potensielt kan være viktige å kontrollere under utforming av lignende forsøk i framtiden, i sær kan man med bakgrunn i Lessard et al. (1998) kunne tenke seg personer med restsyn kan endre resultater fra denne typen måling og bør vurdere som egen gruppe eller potensielt ekskluderes.

## Referanseliste:

- Andéol, G., Guillaume, A., Micheyl, C., Savel, S., Pellieux, L., & Moulin, A. (2011). Auditory efferents facilitate sound localization in noise in humans. *Journal of Neuroscience*, 31(18), 6759-6763.
- Andrade, K. C., Peixoto, G. O., Carnáuba, A. T., Costa, K. V., & Menezes, P. L. (2017). Suppression of Otoacoustic Emissions Evoked by White Noise and Speech Stimuli. *Advances in Clinical Audiology*. doi:10.5772/66700
- Arlinger, S., Baldursson, G., Hagerman, B., Jauhiainen, T., Laukli, E., & Lind, O. (2007). Hørselsmålinger. I E. Laukli (red.), *Nordisk lærebok i audiologi* (s. 162-273). Fagbokforlaget: Vigmostad & Bjerke AS.
- Berlin, C. I., Hood, L. J., Hurley, A., & Wen, H. (1994). Contralateral suppression of otoacoustic emissions: an index of the function of the medial olivocochlear system. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 110(1), 3-21.
- Brashears SM, Morlet TG, Berlin CI, Hood LJ. Olivocochlear efferent suppression in classical musicians. *J. Am. Acad Audiol*. 2003;14(6):314–324
- Ciuman, R. R. (2010). The efferent system or olivocochlear function bundle—fine regulator and protector of hearing perception. *International journal of biomedical science: IJBS*, 6(4), 276.
- Danilova, M. V., & Bondarko, V. M. (2007). Foveal contour interactions and crowding effects at the resolution limit of the visual system. *Journal of Vision*, 7(2), 25-25.
- Datatilsynet. (2015). ANONYMISERING AV PERSONOPPLYSNINGER Veileder. Tilgjengelig fra: <https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/regelverk-skjema/veiledere/anonymisering-veileder-041115.pdf>
- De Boer, J., Thornton, A. R. D., & Krumbholz, K. (2011). What is the role of the medial

olivocochlear system in speech-in-noise processing?. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*.

DeRuiter, M., & Ramachandran, V. (2016). *Basic Audiometric Learning Manual*. Plural publishing.

Engdahl, B. (1994). *Otoakustiske emisjoner*. Audiologisk laboratorium, ØNH-avdeling, Ullevål sykehus.

Gelfand, S., A. (2016). *Essentials of audiology*. New York: Thieme

Hatzopoulos, S., & Martini, A. (2014). Comparison of TEOAE Recording Protocols: Implications for clinical TEOAE applications. Retrieved April 20, 2019, hentet fra <https://www.otoemissions.org/old/whitepapers/clinical/comparison.html>

Høvding, G. (2018). Visus. Hentet 10.04.2019, fra <https://sml.snl.no/visus>

Jauhiainen, T., Lind, O., Magnuson, B., Moore, J. K., Osen, K., & Ulfendahl, M. (2007). Anatomi og fysiologi. I E. Laukli (Red.), *Nordisk lærebok i audiologi* (s. 126-161). Fagbokforlaget: Vigmostad & Bjerke AS.

Johansen, I. H., Blinkenberg, J., Arentz-Hansen, C., & Moen, K., (2018). Funksjon. Hentet 3. mai 2019, fra [https://www.lvh.no/symptomer\\_og\\_sykdommer/oeve/undersokelse/funksjon?fbclid=IwAR26\\_IHqtdPwYdG\\_D7idQkI7hkGUGokOlesjIK1lzjZVOliSmt8rAMK-Dqk](https://www.lvh.no/symptomer_og_sykdommer/oeve/undersokelse/funksjon?fbclid=IwAR26_IHqtdPwYdG_D7idQkI7hkGUGokOlesjIK1lzjZVOliSmt8rAMK-Dqk)

Johnsen, N. J., & Terkildsen, K. (1980). The Normal Middle Ear Reflex Thresholds Towards White Noise and Acoustic Clicks in Young Adults. *Scandinavian Audiology*, 9(3), 131-135. doi:10.3109/01050398009076346

Kaiser, P. K. (2009). Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis). *Transactions of the American*

*Ophthalmological Society*, 107, 311.

Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am* 1978;64:1386-91.

Kim, S., Frisina, R. D., & Frisina, D. R. (2006). Effects of age on speech understanding in normal hearing listeners: Relationship between the auditory efferent system and speech intelligibility in noise. *Speech communication*, 48(7), 855-862.

Langdridge, D. (2006). *Psykologisk forskningsmetode*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.

Lalaki, P. (2005). Suppression of Otoacoustic Emissions and the Efferent Auditory System. General thoughts and clinical Applications. Retrieved April 18, 2019, hentet fra [https://www.otoemissions.org/old/guest\\_editorials/2005/05\\_08\\_suppression.html](https://www.otoemissions.org/old/guest_editorials/2005/05_08_suppression.html)

Lessard, N., Paré, M., Lepore, F., & Lassonde, M. (1998). Early-blind human subjects localize sound sources better than sighted subjects. *Nature*, 395(6699), 278.

Morgan, M. (1999). Sensory perception: Supernormal hearing in the blind? *Current biology*, 9(2), R53-R54.

Murdin, L., & Davies, R. (2008). Otoacoustic emission suppression testing: A clinician's window onto the auditory efferent pathway. *Audiological Medicine*, 6(4), 238-248.

Niemeyer, W., & Sesterhenn, G. (1974). Calculating the Hearing Threshold from the Stapedius Reflex Threshold for Different Sound Stimuli. *International Journal of Audiology*, 13(5), 421-427. doi:10.3109/00206097409071701

Nilsson, M. E., & Schenkman, B. N. (2016). Blind people are more sensitive than sighted people to binaural sound-location cues, particularly inter-aural level differences. *Hearing research*, 332, 223-232.

Perrot, X., & Collet, L. (2014). Function and plasticity of the medial olivocochlear system in

musicians:

a review. *Hearing research*, 308, 27-40.

Repka, M. X. (2002). Use of Lea symbols in young children.

Sanches, S. G. G., & Carvallo, R. M. (2006). Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in children with auditory processing disorder. *Audiology and Neurotology*, 11(6), 366-372.

Stevens, A. A., & Weaver, K. (2005). Auditory perceptual consolidation in early-onset blindness. *Neuropsychologia*, 43(13), 1901-1910.

Vercillo, T., Milne, J. L., Gori, M., & Goodale, M. A. (2015). Enhanced auditory spatial localization in blind echolocators. *Neuropsychologia*, 67, 35-40.

Wan, C. Y., Wood, A. G., Reutens, D. C., & Wilson, S. J. (2010). Early but not late-blindness leads to enhanced auditory perception. *Neuropsychologia*, 48(1), 344-348.

World health Organization. (2019). Den internasjonale statistiske klassifikasjonen av sykdommer og beslektede helseproblemer. Hentet 4. mai 2019, fra <https://finnkode.ehelse.no/#icd10/0/0/0/2614739>

Wiley, T. L. (1989). Static acoustic-admittance measures in normal ears: a combined analysis for ears with and without notched tympanograms. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 32(3), 688.

Zwiers, M. P., Van Opstal, A. J., & Cruysberg, J. R. M. (2001). Cruysberg a spatial hearing deficit in early-blind humans.