

Bedring av taleoppfattelse ved døde regioner i cochlea - hvilken forsterkningsteknikk anbefales?

Improvement of speech recognition of cochlear dead region - which amplification technique is recommended?

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:

10013

10015

10033

Sammendrag

Målsettingen med denne oppgaven er å finne ut hvilken forsterkningsteknikk som gir best taleforståelse hos personer med døde regioner. Vår problemstilling lyder som følger:

“Hvordan påvirkes taleoppfattelsen til personer med høyfrekvent døde regioner i cochlea ved bruk av ulike forsterkningsteknikker?”. Definisjonen på en død region i cochlea er et område på basilmembranen hvor de indre hårcellene har veldig svekket funksjon, eller at området er ikke fungerende (Moore, 2004, s. 98).

For å komme frem til svar på problemstillingen ser man tilbake på tidligere forskning som er gjennomført i tidsrommet 2003-2019. De artiklene vi har valgt som mest relevant for vår problemstilling er fagfellevurdert og hentet inn fra databaser slik som Oria, Web of science, PubMed og Scopus. Søkeord som ble brukt var “cochlear dead region*”, “speech perception”, “speech recognition, hearing aid*”, “transposition”, “frequency compression”, “frequency lowering” og “hearing amplification”. Etter at funnene fra disse søkeordene var bedømt på enten tittel, sammendrag eller fulltekst, satt man igjen med tolv artikler som ble basen til denne oppgaven. De tolv artiklene omhandler tre forskjellige forsterkningsteknikker. 8 av disse artiklene tar for seg generell forsterkning, 3 artikler tar for seg frekvenstransportering og 2 artikler tar for seg frekvenskompresjon.

Konklusjon er at de fleste voksne med døde regioner har nytte av generell forsterkning på lik linje som andre, med unntak av personer som har døde regioner som omfatter 3 eller flere tester av frekvenser når det ble testet taleforståelse i stille omgivelser. Under testing av taleforståelse i støy fikk personer med døde regioner mindre nytte av forsterkning enn de uten døde regioner, men de opplevde ikke forverring. Resultatene hos barn er splittet hvor en forskning konkluderte med at barn har nytte av forsterkning i de døde regionene, mens en annen viser at ved å forsterke inn i den døde regionen, blir taleoppfattelsen dårligere. Resultatene fra testene når det kommer til frekvenskompresjon og frekvenstransportering viser at enkelte opplevde noe bedring i taleoppfattelse, men hos mange var det ikke en signifikant forbedring.

Abstract

The purpose of this thesis is to find which amplification technique gives the best speech recognition for people with dead regions. Our founding thesis question was as follows: “How is the perception of speech in patients with dead regions in the cochlea through use of various enhancement techniques?” The definition of a dead region in the cochlea is an area of the basilar membrane where the inner hair cells has an impaired function, or that the area itself does not work properly (Moore, 2004, s. 98).

To find an answer of our thesis question we had to look at earlier research held and published in the timeframe between 2003 and 2019. The articles we have chosen as the most relevant for our thesis question is assessed by peers, and they were gathered from databases such as Oria, Web of Science, PubMed and Scopus. Keywords used were “cochlear dead region*”, “speech perception”, “speech recognition”, “hearing aid*”, “transposition”, “frequency compression”, “frequency lowering” and “hearing amplification”. The search results were then assessed based on title, abstract or full text, and we were left with twelve results that became the foundation of this thesis paper. The twelve papers focus on three different amplification techniques. 8 of these papers revolves around general amplification, 3 papers focus on frequency transportation, and 2 papers focus on frequency compression.

Our conclusion is that most adults with dead regions will benefit of a general amplification like other patients, with the exceptions of patients that has dead regions that comprise three or more tests frequencies during testing of speech recognition in silent surroundings. During testing of speech understanding with surrounding noise, patients with dead regions had less benefit to gain from amplification than those without dead regions, but they did not experience a worsened state of hearing. The results found in adolescent patients is split as one study concluded that children benefit from amplification in the dead regions, while another show that through an amplification of the dead region, the speech recognition will be diminished as a result. The results of the tests in terms of frequency compression and frequency transportation shows that some patients experienced an improvement in speech recognition, while many patients experienced no significant increase of speech recognition.

Forord

Vi vil gjerne rette en stor takk til vår veileder Eline Lello for god oppfølging og konstruktive tilbakemeldinger gjennom denne skriveprosessen og en stor takk til korrekturleser Jan André Sneisen.

Vi vil også gi et klapp på skulderen til venner og familie som har holdt ut med oss i en hektisk periode, og ikke minst til hverandre som har klart å samarbeide godt gjennom hele skriveprosessen.

Til minne S. J. T.

Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon	1
1.1 Døde Regioner	2
1.2 Forsterkningsteknikker	3
1.2.1 Generell forsterkning	3
1.2.2 Lav-pass filter og "Cut-off" frekvens	4
1.2.3 Frekvens kompresjon og frekvens transporterering	4
2 Problemstilling.....	5
2.1 Avgrensing og forklaring av begrep.....	5
3 Metode	6
3.1 Valg Av Metode	6
3.2 Litteratursøk - Databaser og nøkkelord/søkeord	6
3.3 Inkluderings- og ekskluderingskriterier	7
4 Etiske Forhold	9
5 Resultat.....	9
5.1 Implications of High-Frequency Cochlear Dead Regions for Fitting Hearing Aids to Adults with Mild to Moderately Severe Hearing Loss	9
5.2 Adult hearing-aid users with cochlear dead regions restricted to high frequencies: Implications for amplification	10
5.3 Cochlear Dead Regions in Typical Hearing Aid Candidates: Prevalence and Implications for Use of High-Frequency Speech Cues.....	10
5.4 Dead regions in the cochlea at high frequencies: Implications for the adaptation to hearing aids	11
5.5 Limiting high-frequency hearing aid gain in listeners with and without suspected cochlear dead regions.....	11
5.6 Comparison of Frequency Transposition and Frequency Compression for People with Extensive Dead Regions in the Cochlea	12
5.7 Using transposition to improve consonant discrimination and detection for listeners with severe high-frequency hearing loss.....	13
5.8 Effect of linear and warped spectral transposition on consonant identification by normal-hearing listeners with a simulated dead region.....	13
5.9 Quality ratings of frequency-compressed speech by participants with extensive high-frequency dead regions in the cochlea	14
5.10 Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory.....	14
5.11 No evidence for enhanced processing of speech that is low-pass filtered near the edge frequency of cochlear dead regions in children.....	15

5.12 The Effect of Low-Pass Filtering on Identification of Nonsense Syllables in Quiet by School-Age Children with and Without Cochlear Dead Regions	15
6 Diskusjon	16
6.1 Generell forsterkning	17
6.2 Frekvens transportering og frekvens kompresjon	20
7 Metodekritikk	23
8 Konklusjon	24
Referanseliste	25
Vedlegg I: Ordforklarings tabell	30
Vedlegg II: Oppsummering av artikler	32

1 Introduksjon

Døde regioner i cochlea er ganske vanlig hos personer med moderat til alvorlig sensorinevral hørselstap (Moore, Huss, Vickers, Glasberg, & Alcántara, 2000, s. 219; Moore, 2001, s. 30). Prevalensen er særlig stor når høreterskelen overstiger 70 dB HL (Vinay & Moore, 2007, s. 239; Aazh & Moore, 2007, s. 101). Utbredelsen av døde regioner vil ikke variere signifikant med alder eller kjønn (Ahadi, Milani & Malayeri, 2015, s. 1362–1365). En studie fra 2014 som undersøkte utbredelsen av døde regioner hos erfarne og nye høreapparatbrukere, viste at 37% av totalt 343 deltakere hadde døde regioner, av disse var 33% ny henviste høreapparatbrukere, og 43% var erfarne høreapparatbrukere. Grunnen til at flere erfarne høreapparatbrukere har døde regioner er at de har større alvorlighetsgrad av hørselstap enn de ny henviste deltakere (Pepler, Munro, Lewis & Kluk, 2014, s. 99-109). En studie fra 2005 viste at deltakerne med døde regioner hadde generelt dårligere taleoppfattelse og utbytte av høreapparatet særlig i omgivelser med støy og etterklang i sammenligning med deltakerne med kun høyfrekvent hørselstap (Preminger, Carpenter & Ziegler, 2005, s.610-611).

Døde regioner kan oppstå på hele basilarmembranen, men er mest vanlig i det høyfrekvente området (Markessis, Kapadia, Munro & Moore 2006, s.97). Målinger gjort ved 4000 Hz viser at prevalensen for døde regioner er spesielt stor ved denne frekvensen og at også høreterskler ved denne frekvensen var signifikant dårligere for dem med døde regioner, enn for de som ikke hadde påvist døde regioner (Aazh & Moore, 2007, s. 101). Når det befinner seg en død region på basilarmembranen, vil en tone med en frekvens som faller innenfor den døde regionen kunne bli oppfattet en annen plass i cochlea ved såkalt “off-place” eller “off-frequency” lytting (Moore, 2004, s. 98). En studie fra 2005 undersøkte oppfattelsen av en rentone som faller innenfor en død region hvor testpersonene ble bedt om å sammenligne to toner hvor den ene tonen var en fastsatt tone og den andre varierte i frekvens, de ble bedt om å si fra når tonene var mest lik. Rentoner som var høyere i frekvens enn en halv oktav innenfor kantfrekvensen til den døde regionen var vanskeligere å oppfatte, og resultatene fra de ble regnet som mer uberegnelig (Huss & Moore, 2005, s.3851).

Forekomsten av en død region i cochlea vil kunne ha konsekvenser for høreapparatbrukere, særlig i forhold til taleoppfattelse (Moore, 2001, s.2). Kartlegging av døde regioner kan være til stor nytte ved høreapparattilpasning da de som har høyfrekvent døde regioner har begrenset utbytte av forsterkning inn i den døde regionen, dette vil kunne gi et bedre grunnlag for tilpasning av høreapparat. Ved å kutte høyfrekvent forsterkning kan man oppnå en rekke

fordeler som å redusere problemer knyttet til feedback, forvrengninger av lydsignalet i høreapparatet og generelt legge til rette for bedre taleoppfattelse i det området med fungerende hørsel (Vickers, Moore & Baer, 2001, s. 1164-1175). Studien til Preminger, Carpenter & Ziegler (2005, s. 610-611) indikerer at døde regioner kan være grunnen til at ikke alle med sensorinevral hørselstap får optimalt utbytte av høreapparat. Studien til Vickers et al. (2001, s. 1166) beskriver at personer med påvist døde regioner har generelt dårligere høreterskler enn dem uten døde regioner.

Tidligere studier beskriver hvordan forsterkning innenfor den døde regionen kan ha negativ effekt på taleoppfattelse (Moore, 2001, s. 20-29). Vi har i denne oppgaven valgt å ta for oss tre ulike forsterkningsmetoder som vil bli beskrevet under punkt 1.2.

1.1 Døde Regioner

En død region i cochlea er referert til som en region med ingen eller veldig begrenset funksjon i indre hårceller og/eller i hørselsnerven (Moore, 2004, s. 98). Traveling wave theory er teorien av Bekèsy om den vandrende bølge, og den beskriver hvordan en frekvens er kodet til en bestemt plassering på basilarmembranen. Basilarmembranen er elastisk, og når lyd blir overført til cochlea, så utvikles det en bølgeform på basilarmembranen som alltid vandrer fra basen mot apex. En vandrende bølge vil vises som en bølge som øker i amplitude ettersom den beveger seg oppover basilarmembranen. Denne bølgen vil nå en topp (peak) ved en bestemt lokalisasjon, og amplituden vil raskt forfalle etter peak er nådd (Gelfand, 2016, s. 55). På grunn av dette vil en tone med en frekvens som faller innenfor den døde regionen kunne bli oppfattet en annen plass i cochlea (Moore, 2004, s. 98). En pasient med en død region ved for eksempel 2000 Hz, vil fremdeles kunne oppfatte en tone i dette området hvis bølgen aktiverer friske indre hårceller rundt den døde regionen, som for eksempel ved 1800 Hz. En død region vil kunne ha implikasjoner for tone-, styrke- og taleoppfattelse, høreapparattilpasning og pasientrådgivning (Gelfand, 2016, s. 290).

Diagnostisering av døde regioner basert på høreterskler eller form på audiogram vil ikke gi nok bevis på om en død region er tilstede eller ikke. Det er også vanskelig å kunne si noe om omfanget av den døde regionen ut ifra audiogrammet (Moore, 2001, s. 7; Gelfand, 2016, s. 290). Ved cochleært hørselstap som overstiger 60 eller 70 dB er det sannsynlig at det vil være noe tap av funksjonen til de indre hårcellene uten at dette blir karakterisert som en død region (Moore, Huss, Vickers, Glasberg & Alcántara, 2000, s. 218), selv om sannsynligheten for at en død region er tilstede er spesielt stor for de frekvensene hvor hørselstapet overstiger 70 dB HL.

(Vinay & Moore, 2007, s. 239; Gelfand, 2016, s. 290). Ut ifra Bekèsy sin teori som beskrevet over kan hørerskler for de frekvensene hvor den døde regionen befinner seg gi feilaktig svar på audiogram, hvor audiogram vil vise et moderat hørselstap da den er oppfattet andre plasser på basilarmembranen, men hvor tersklene i realiteten vil vise et alvorlig hørselstap (Moore, 2001, s. 3).

Frekvensselektivitet er en vesentlig del av hørselssystemet, og målinger av frekvensselektiviteten kan bli brukt til å diagnostisere døde regioner. Frekvensselektiviteten er vanligvis målt ved maskering (Sek, Alcantara, Moore, Kluk & Wicher, 2005, s.408).

Diagnostisering av døde regioner er vanligst utført med TEN, eller PTC tester (Gelfand, 2016, s.289-290). Det har også blitt utviklet en variant av PTC som skal kunne utføres raskere enn tradisjonell PTC, kalt «fast-PTC» (Sek et al, 2005, s.408-420). For klinisk bruk er TEN testing vurdert som mer praktisk, da tradisjonell PTC er mer tidkrevende å utføre, selv om PTC vil gi mer nøyaktig detektering av grensene for den døde regionen. TEN vil muligens ikke lokalisere frekvensene til den døde regionen like presist som tradisjonell PTC, men er et nyttig diagnostisk verktøy for å detektere om en død region er tilstede eller ikke (Moore, 2001, s. 30; Moore et al., 2000, s. 223).

1.2 Forsterkningsteknikker

1.2.1 Generell forsterkning

Det er flere studier som undersøker høyfrekvent forsterkning som indikerer at personer med døde regioner har liten, eller ingen nytte av forsterkning i det området den døde regionen befinner seg i (Moore, 2001, s.29). Det finnes også studier som indikerer at disse personene kan ha nytte av forsterkning en viss grad inn i den døde regionen, men da ikke mer enn en oktav inn i den døde regionen (Moore,2004, s.114).

Vickers et al., (2001, s. 1164-1175) sin studie utforsket forskjellige “cut-off” frekvenser sett i forhold til kantfrekvensen av den døde regionen, og ved bruk av et lav-pass filter ved 2000 Hz for å se utbytte av forsterkning ved talestimuli. “Cut-off” vil vi gå nærmere inn på i punkt 1.2.2. Deltakerne med kun høyfrekvent hørselstap og ikke døde regioner fikk et forbedret resultat på taletest med forsterkning og økende “cut-off” frekvens. Testpersonene med døde regioner viste forbedring opp til en oktav over estimert kantfrekvens, og etter en oktav over kantfrekvens begynte man å se en negativ endring. De oppnådde to ulike resultatveier ved

økende “cut-off” frekvens hvor resultatene enten flatet seg ut eller hvor resultatet ble forverret. De deltakerne som hadde en kantfrekvens som lå rundt 3000 Hz eller høyere oppnådde mellom 75 til 87% score på taletest, mens de med lavere kantfrekvens oppnådde score på mellom 45 til 68%. Studien viste at forsterkning opp til en oktav over kantfrekvensen kan gi positiv påvirkning når det kommer til taleoppfattelse.

Hogan & Turner (1998, s.432-441) viste i sine studier at de fleste deltakerne med høyfrekvent hørselstap viste forbedring i taleoppfattelse ved høyfrekvent forsterkning, men noen av deltakerne viste ingen forbedring i taleoppfattelse og noen opplevde en forverring. Det var spesielt når det høyfrekvente hørselstapet oversteg 55 dB ved frekvenser fra 4000 Hz og oppover at forbedringen minsket. Det er ikke kjent om de deltakerne som opplevde en forverring, eller mindre forbedring ved forsterkning, hadde døde regioner eller ikke. Resultatene til Baer, Moore & Kluk (2002, s. 1133-1144) viste at forsterkning inn i den døde regionen ga liten eller ingen forbedring i taleoppfattelse, det var likt resultat for taleoppfattelse i støy eller i stillhet.

1.2.2 Lav-pass filter og “Cut-off” frekvens

Bruk av filter vil gjøre høreapparatet i stand til å gi en tilpasset forsterkning i forskjellige frekvensområder, hvor et filter vil forandre den elektroniske strukturen mens signalet er i digital form. Et lav-pass filter vil gi mer forsterkning til lavfrekvente lyder enn ved høyfrekvente lyder. Lydkvaliteten kan bli påvirket ved at man hører mer basslyder og lyden kan oppleves som dempet (Dillon 2012.s. 38-39).

“Cut-off” er et vanlig begrep brukt i forbindelse med enten lav-pass eller høy-pass filter og vil da beskrive ved hvilken frekvens hvor forsterkning blir redusert. En “cut-off” ved 5000 Hz vil påvirke et talesignal ved at man kan høre alt frekvensinnhold i talesignalet opp til 5000 Hz, mens alt frekvensinnhold over vil bli uhørbart (Gelfand, 2016, s. 471).

1.2.3 Frekvens kompresjon og frekvens transporterering

Kompresjon vil minske det dynamiske området til signalet i det lyttemiljøet hvor personen befinner seg, slik at det ønskede signalinnholdet kan passe inn i det begrensede dynamiske området til en person med hørselstap (Dillon, 2012, s.171). Kompresjons ratio beskriver hvor mye forsterkning som senkes eller minskes. Kompresjons ratio defineres som forandringer i inputnivå som trengs for å produsere 1 dB i forandring i output (Dillon,2012, s.176).

Frekvenstransposisjon flytter frekvensinnhold fra en plass til en annen plass på basilarmembranen, slik at brukeren av høreapparatet kan benytte seg av den informasjonen som vedkommende ellers ikke ville kunne dra nytte av. Det transporterte signalet vil bli lagt til originalsignalet ved en lavere frekvens. Det transporterte signalet vil kunne føre til forvirring av identifisering av taleinformasjon, og vil kunne ha en sammenheng mellom startfrekvensen for transportering og akustiske karakteristikk av talesignalet. For å kunne ha nytte av frekvenstransportering er det individuelle forskjeller man må ta hensyn til, og ikke minst tilvenningen til den nye lydbehandlingen (Korhonen & Kuk, 2008, s. 647).

Det er potensielt noen problemer ved frekvenstransportering og frekvenskompresjon som kan være en faktor for hvorfor disse forsterkningsteknikkene ikke vil kunne gi optimalt utbytte for personer med døde regioner. Det er mulig at det er en grense for mye informasjon som kan bli presset inn i området med resthørsel og at man kan derfor overbelaste dette området. Den informasjonen som blir komprimert eller transportert blir framstilt på en feil plass i cochlea som kan gjøre det vanskelig å gjøre nytte av denne informasjonen (Moore, 2001, s.30)

2 Problemstilling

Vår problemstilling lyder som følger:

“Hvordan påvirkes taleoppfattelsen til personer med høyfrekvent døde regioner i cochlea ved bruk av ulike forsterkningsteknikker?”

Med denne problemstilling ønsker man å ta for seg temaet døde regioner i cochlea, og hvilke forsterkningsteknikker som er anbefalt å bruke når man tilpasser høreapparat for å fremme taleforståelse.

2.1 Avgrensning og forklaring av begrep

Vi har i problemstillingen valgt å inkludere både voksne og barn i skolealder da vi ønsker å se om det er forskjellige anbefalinger når det kommer til forsterkningsteknikk for å bedre taleoppfattelse hos de to gruppene. Vi har valgt å fokusere på høyfrekvent døde regioner da det er mer vanlig at døde regioner befinner seg i det høyfrekvente området, framfor i de lavere

frekvensene. Høyfrekvent menes i denne oppgaven fra 1KHz og oppover. Med påvirkes mener vi om resultatet på taleoppfattelsen endres i positiv eller negativ retning.

Med ordet forsterkningsteknikker menes da generell forsterkning, frekvenstransportering og frekvenskompresjon.

3 Metode

3.1 Valg Av Metode

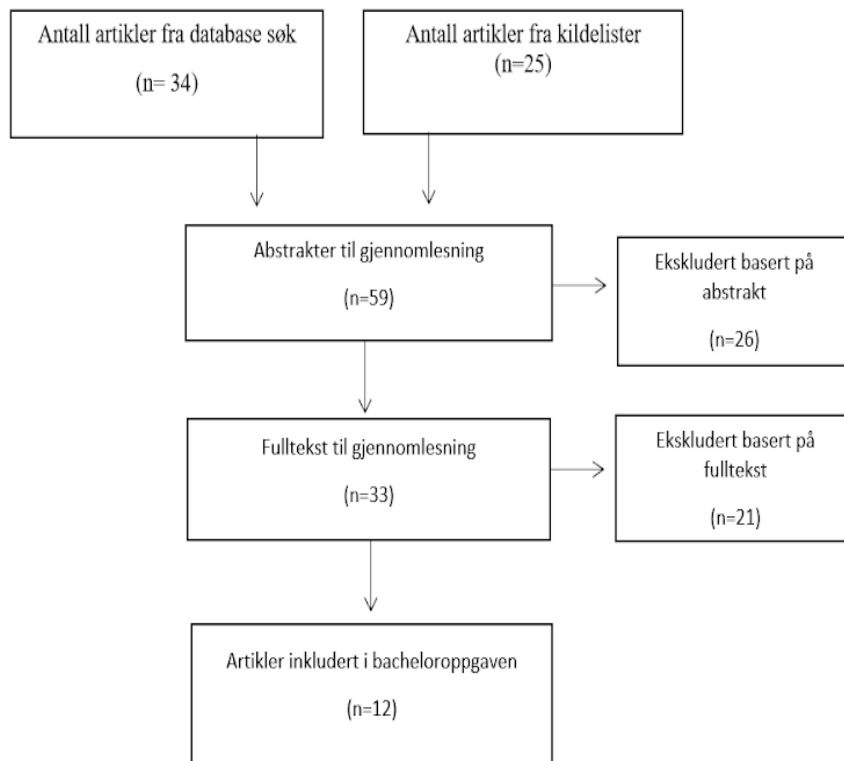
Gjennom en litteraturstudie har man mulighet til å sammenligne ulike studier og se resultatene i en helhet. En litteraturstudie vil kunne vise forskning og forskningsresultater i et bredere perspektiv, samt gjøre informasjonen lettere tilgjengelig. Det å samle eksisterende forskning er en metode som er viktig innenfor helse- og sosialsektoren, hvor helsearbeidere har en plikt å holde seg oppdatert innenfor sitt fag for å bedrive sitt yrke på en forsvarlig måte. Det kan være vanskelig å holde seg oppdatert da det finnes en økende mengde litteratur, og man må lese mange artikler for å få et helhetlig bilde av den informasjonen som er tilgjengelig. En kunnskapsoppsummering som det en litteraturstudie i basis er, vil gi helsearbeidere lettere tilgang på relevant litteratur (Aveyard, 2014, s. XV; s.4).

3.2 Litteratursøk - Databaser og nøkkelord/søkeord

Søket etter relevante artikler ble utført med fire ulike databaser, databasene vi brukte var Oria, Web of Science, PubMed, og Scopus. Ved bruk av disse databasene får man mulighet til å begrense søket i forhold til fagfelleverderte publikasjoner. Fagfelleverderte publikasjoner øker sjansene for at det er pålitelig forskning (Aveyard, 2014, s. 81). Søkeordene vi brukte var “Cochlear dead region*”, “speech perception”, “speech recognition”, “hearing aid*”, “Transposition”, “Frequency compression”, “frequency lowering”, og “hearing amplification”. Ved bruk av asterisk (*) bak ordet kan vi trunkere søket, slik at man inkluderer ulike ordendinger som for eksempel “aid” og “aids” (Forsberg & Wengström, 2014, s.82). I tillegg la vi til noen begrensninger i søket med hensyn til publiseringsår, språk og andre ting som er nevnt under inkluderings- og ekskluderingskriteriene.

Gjennom søk i databasene og kildelister har vi valgt ut 59 artikler basert på tittel som vi ville se nærmere på. 34 ble funnet gjennom søk i databasene, og 25 ble funnet fra kildelister. Vi leste sammendrag av de artiklene og ekskluderte 26 artikler som ikke fylte utvalgs-kriteriene vi

hadde satt oss. De resterende 33 ble gjennomgått i fulltekst, og ytterligere 21 artikler ble ekskludert. De 12 resterende artikler ble inkludert i denne oppgaven. Dette blir vist med et flytdiagram i figur 1



Figur 1: Oversikt over utvelgelsesprosessen av artikler i et flytdiagram (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman & The PRISMA Group, 2009, s. 264-269).

3.3 Inkluderings- og ekskluderingskriterier

Hensikten med å utforme inklusjons- og eksklusjonskriterier er å etablere grenser på hva som er relevant og ta med for en gitt oppgave (Aveyard, 2014, s.78). Inkluderingskriteriene som ble satt var at artiklene skulle omhandle høyfrekvente døde regioner i cochlea, og at de skulle si noe om hvilken påvirkning de forskjellige forsterkningsteknikkene har når det kom til taleoppfattelse. Det ble bestemt at artiklene skulle være fra 2003 og nyere, vi har valgt å inkludere artikler som tar for seg ett eller flere av følgende tema: generell forsterkning, frekvenstransportering og frekvenskomprimering. Artiklene skal være kvantitative og publisert enten på engelsk eller skandinavisk språk. Artiklene kan omhandle begge kjønn og alle aldersgrupper.

Vi har valgt å ekskludere artikler som ikke sa noe om taleoppfattelse i forbindelse med døde regioner i cochlea. Kvalitative studier og sekundærkilder ble også ekskludert. Aveyard (2014,

s.64) beskriver bruk av sekundærkilder som viktig å unngå da man ikke vil kunne identifisere funn i den konteksten som informasjonen har blitt skrevet i. Man mister også muligheten til å se styrker og svakheter ved studien.

3.4 Validitet og reliabilitet / Analyse og kvalitetssikring av litteratur

Et grunnleggende krav for de artiklene vi har valgt å innhente data fra er at de er relevante for problemstillingen (Dalland, 2017, s.60). Ved reliabilitet ser man på hvor pålitelig den informasjonen vi innhenter er, pålitelighet av data er et kriterium for kvalitet av den forskningen som blir gjort. Det er flere valg som må tas for å oppnå reliabilitet gjennom forskningsprosessen som valg av tema, valg av problemstilling, valg av forskningsmetode, valg tilknyttet innhenting av data, valg av analyseringsmetode og hvordan disse vurderes og ikke minst hvordan data konkluderes (Dalland,2017, s.55).

For å analysere og kvalitetssikre artiklene våre har vi valgt å bruke malen som Oxford Brooks University ga ut i 2009. I denne utgivelsen anbefaler de at man skal stille seg seks forskjellige spørsmål når man leser artikler eller annen tekst. Ved å være bevisst på det man leser og ved å stille spørsmål som «Hva», «Hvem», «Hvorfor», «Hvordan», «Når» og «Hvor», velger man å tilnærme seg artiklene med et mer kritisk syn enn hvis man ikke har de i bakhodet når man leser, og dette hjelper oss til å kunne velge gode artikler som vi mener har bra kvalitet til vår oppgave (Woolliams et al., 2009, s. 6).

Det som konkret er gjort i denne litteraturstudien, er etter beste evne å analysere og forstå hva forfatterne av de artiklene som blir lest prøver å formidle, før man begynner å forme egne kritikker. Det er viktig å være kritisk til innholdet i teksten som blir lest, men også det som omhandler hvem som har skrevet teksten eller artikkelen som blir analysert. Vi er ute etter artikler med nøytrale synspunkter som ikke er farget av personer eller firmaer med interesse eller involvering i forskningen som artikkelen omhandler.

Spørsmålet som angår “hvordan” (Woolliams et al., 2009, s. 6) er spesielt viktig for denne bacheloroppgaven, særlig i forbindelse med kvalitetssikring av den forskningen som er blitt gjort. Ved å vite noe om hvordan forskningen er blitt utført kan man, hvis ønskelig, selv kunne prøve seg fram til oppnådd resultat og eventuelt bygge på den forskningen. Det gjør det også enklere for oss å sammenligne de forskjellige artiklene og se resultat i forhold til metode. Man vil også kunne selv dra slutninger om forfatternes konklusjon ut ifra den informasjonen

som er tilgjengelig i den gitte studien, og selv kunne vurdere hvor signifikante funnene er for vår litteraturstudie.

Spørsmålet som angår “når” (Woolliams et al., 2009, s. 6) er også viktig for litteraturstudien. Forskningen er stadig i utvikling, så publiseringsdato av studien er en viktig faktor for å kunne sikre den nyeste og mest relevante forskningen. Vi har bevisst ikke brukt review artikler da man mister muligheten til å utforske originalinnholdet i artiklene, og man vil ikke kunne si noe om relevans eller kvalitetssikre resultater. Et annet, men minst like viktig moment, er at review artikler kan basere seg på eldre artikler og hvor da artikkelen muligens ikke er like aktuell å ha med i videre forskning.

4 Etiske Forhold

Etiske forhold som er overveiet i dette litteraturstudiet angår bruk av kildene som er beskrevet i tekst. Ved å ikke korrekt referere til lånt tekst vil det bli ansett som plagiat (Dalland, 2017, s.167). Et annet etisk aspekt påvirker valg av artikler. Ved å velge artikler som har gått gjennom etiske vurderinger ved gjennomføringen av de aktuelle studiene, og som også har gått gjennom etiske krav før publisering i faglige tidsskrifter, vil man sikre at kilder er etisk forsvarlig i alle steg.

Ved valg av litteraturstudie som metode i denne bacheloroppgaven bortfaller kravet om godkjenning hos Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk da det ikke behandles data direkte fra pasienter (REK, 2015).

5 Resultat

5.1 Implications of High-Frequency Cochlear Dead Regions for Fitting Hearing Aids to Adults with Mild to Moderately Severe Hearing Loss

Forfattere: Robyn M. Cox, Jani A. Johnson, Genevieve C. Alexander

Publisert: Ear & Hearing, 2012.

Hensikt: Undersøke effektene av redusert høyfrekvent forsterkning hos høreapparatbrukere med høyfrekvente DR, sammenlignet med samsvarende brukere uten DR.

Metode: Det ble benyttet TEN test for å detektere DR hos deltakerne. Deltakerne ble delt inn i par hvor en part hadde DR og den andre ikke. Hver deltaker fikk tilpasset HA unilateralt

som hadde to aktive programmer, Program 1 var NAL og program 2 var identisk med NAL, men LP. Talegjenkjenning test ble utført både i stille og støyende omgivelser, testen ble utført både før og etter programmering av HA.

Resultat: Talegjenkjennelsestester viser at program 1 ga signifikant bedre testresultater for tale i stillhet hos begge gruppene, mens tale i støyende omgivelser ga delte resultater.

Gruppen uten DR fikk et signifikant bedre resultat med program 1, mens for deltakerne med DR var resultatet til program 1 og 2 likt. I dagliglivet ga program 1 signifikant høyere resultat for taleforståelse hos begge gruppene. Når deltakerne ble spurt om hvilket program de prefererte, oppga en tredjedel at de prefererte program 2 ovenfor program 1 selv om det ikke ga best taleforståelse, dette var fordi at de opplevde program 1 som for høyt. Preferansene kunne ikke kobles opp mot om deltakerne hadde DR eller ikke.

5.2 Adult hearing-aid users with cochlear dead regions restricted to high frequencies:

Implications for amplification

Forfattere: Pepler, A., Lewis, K., & Munro, K. J.

Publisert: International Journal of Audiology, 2016.

Hensikt: Finne ut om det er en fordel med høyfrekvent forsterkning på ører med og uten høyfrekvent DR.

Metode: Det ble dannet par med lik hørsel basert på audiometri hvor en hadde DR og en uten.

Det ble brukt både TEN test og fast-PTC for å fastslå DR. Alle deltakerne har brukt HA tilpasset med NAL-NL2 i minst ett år før studien slik at de var vant med HA. HA av typen Oticon Spirit Zest moderat eller power BTE ble brukt. Taleoppfattelse ble målt ved bruk av VKV stavelser både i stillhet og i støy.

Resultat: Resultatene av taleoppfattelsetesten med bredbåndsfosterkning ga ingen signifikant forskjell på gruppene når de ble testet i stille omgivelser, men i støyende omgivelser var det en forskjell på gruppene, hvor gruppen med DR oppnådde signifikant dårligere resultat.

5.3 Cochlear Dead Regions in Typical Hearing Aid Candidates: Prevalence and

Implications for Use of High-Frequency Speech Cues

Forfattere: Cox, R. M., Alexander, G. C., Johnson, J., & Rivera, I.

Publisert: Ear and hearing, 2011

Hensikt: Undersøke prevalensen av DR hos personer med moderat til alvorlig hørselstap, og utforske i hvilken grad DR påvirker taleoppfattelsen.

Metode: Det ble brukt TEN test for å finne DR. Taleforståelse ble målt for HFE og for HFE-LP ved hjelp av QSIN testen. Resultatet fra HFE og HFE-LP ble sammenlignet ved å undersøke endringen i ordgjenkjennelse når flere talelyder blir tilgjengelig over 2.5 kHz. Deltakere i denne studien ble ikke utstyrt med HA.

Resultat: 31% av deltakerne hadde DR i en eller flere testfrekvenser. Resultatet av HFE og HFE-LP viste at begge gruppene presterte bedre når mer høyfrekvent talesignal ble gitt. Størrelsen av bedringen var liten for begge gruppene, men større for lyttere uten DR. Brukere med sammenhengende DR i 2 til 3 frekvenser fikk mindre bedring enn de som kun hadde DR ved en frekvens.

5.4 Dead regions in the cochlea at high frequencies: Implications for the adaptation to hearing aids

Forfattere: Gordo, A., & Iório, M. C. M.

Publisert: Brazilian journal of otorhinolaryngology, 2007

Hensikt: Undersøke talegjenkjenning hos personer med sensorinevral hørselstap med og uten DR ved høye frekvenser.

Metode: Diagnostisering av DR ble utført med TEN test. Taleforståelsestester ble utført både med og uten bakgrunnsstøy. Testene ble utført både med og uten HA som hadde to forskjellige programmer. Program 1 var bredbåndsförsterkning (fra 100Hz - 8000 Hz) og program 2 var försterkning opp til 2560 Hz. Det ble brukte et digitalt Siemens Signia HdO bak øret HA, og tilpasning var bilateralt for alle deltakere.

APHAB spørreskjema ble brukt for å vurdere kommunikasjonsvansker i daglige situasjoner.

Resultat: Personer uten DR fikk best resultat med program 1 mens personer med DR gjorde det bedre ved program 2, og det anbefales det å redusere høyfrekvent försterkning når det kommer til taleforståelse hos disse personene.

5.5 Limiting high-frequency hearing aid gain in listeners with and without suspected cochlear dead regions.

Forfattere: Mackersie, C. L., Crocker, T. L., & Davis, R. A.

Publisert: Journal of the American Academy of Audiology, 2004

Hensikt: Sammenligne taleforståelsesresultater for ører med og uten DR ved høyfrekvent forsterkning.

Metode: Diagnostisering av DR ble gjennomført ved bruk av TEN test. Taleforståelsestester ble gjennomført med HA tilpasset DSL i/o, denne tilpassingsregelen ble valgt da man ønsket mest mulig høyfrekvent forsterkning. CASPA ble gjennomført ved 65 dB SPL, med et støyforhold på +15, +10, +5 og 0 dB. Taleforståelsestesten i stille omgivelser ble gjennomført ved bruk av VKV sammensetning.

Talesignalet ble lav-pass filtrert ved fe, opptil 1 oktav over. Kontinuerlig tale-støy ble sendt til det andre øret ved hjelp av en hodetelefon på et nivå på 55 dBSPL under testingen.

Resultat: Gjennomsnittlig fonem gjenkjenningsverdier var likt for ørene med og uten mistenkte DR. Det ble funnet at ved stille omgivelser vil personer med DR ha god nytte av bredbåndforsterkning, men hvis det er støyete omgivelser oppnår de dårlige resultat og dette påvirker taleoppfattelse.

5.6 Comparison of Frequency Transposition and Frequency Compression for People with Extensive Dead Regions in the Cochlea

Forfattere: Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C.

Publisert: Trends in Hearing, 2019

Hensikt: Målet med studien var å evaluere og sammenligne resultater fra FT og FK i et HA.

Metode: Diagnostisering av DR ved bruk av TEN-HL test og fast-PTC.

Deltakerne prøvde tre forskjellige programmer i HA hvor hvert program ble bruk i en periode på 6 til 9 uker, og utbyttemålinger ble utført de to siste ukene i hver periode. HA var av typen Phonak BTE. De forskjellige programmene som ble brukt var FT-program, FK-program og et kontrollprogram uten ekstra funksjoner. I FT-programmet ble frekvensene som var plassert ved 2-2.7 fe flyttet ned til fe-1.7fe. For FK-program ble kilde- og destinasjonsbånd basert på den høyeste fe verdien av begge ørene.

Resultat: Både FT og FK førte til økt hørbarhet av /f/ for de fleste deltakere, men hørbarheten av /s/ var i de fleste tilfellene ikke forbedret. Det er sannsynligvis på grunn av at kildebåndet falt under området hvor /s/ har mesteparten av sin energi.

5.7 Using transposition to improve consonant discrimination and detection for listeners with severe high-frequency hearing loss

Forfattere: Joanna D. Robinson, Thomas Baer & Brian C.J. Moore

Publisert: International journal of audiology, 2007

Hensikt: Evaluere og designe en ny transposisjonsalgoritme som adapteres til hver enkelt person sitt hørselstap.

Metode: Diagnostisering av DR ble gjennomført ved bruk av TEN test, PTC eller fast-PTC. I kontrolltilstanden var stimuli LP ved 1,7fe og forsterket i forhold til høreapparatets algoritmer. Det er valgt og ikke prøve å forsterke over 1.7fe da det vil kreve store mengder forsterkning, og disse prøveforholdene som er satt kan representere en tilpasning som kan gjennomføres med et konvensjonelt HA i praksis. Lyder fra 2fe- 2,7fe ble transportert ned til fe-1,7fe, og det ble kun transportering om det var tilstrekkelig forhold av høyfrekvent til lavfrekvent energi. Dette ble gjort for å unngå at støy og uønskede lyder med lav energi ble transportert og virke som en forstyrrende faktor. Det ble ikke brukt FK. Lavfrekvente komponenter ble forsterket som normalt, denne forsterkningen berørte ikke FT. VKV test ble brukt for å teste deltakerens evne til å diskriminere konsonanter.

Resultat: VKV testen viste at det var ikke noen signifikant fordel ved frekvenstransportering generelt, men den har heller ikke ført til svekkelse av konsonantidentifikasjon. Det var også individuelle forskjeller mellom deltakerens evne i forhold til bruk av den transponerte informasjonen.

To deltakere viste en generell signifikant forbedring etter transponering, men ingen viste en betydelig forverring. Det er to deltakere som viste en signifikant reduksjon i ytelse for enkelte typer konsonanter, det er mulig at de to deltakere ville ha vært bedre med et lavere nivå av det transponerte bandet.

5.8 Effect of linear and warped spectral transposition on consonant identification by normal-hearing listeners with a simulated dead region.

Forfattere: Füllgrabe, C., Baer, T., & Moore, B. C.

Publisert: International journal of audiology, 2010

Hensikt: Undersøke fordelene av frekvenstransportering for personer som har alvorlig til svært alvorlig hørselstap ved høye frekvenser, og tilnærmet normal hørsel ved lave frekvenser.

Metode: I denne studien så utfører de 3 eksperimenter. Eksperiment 1 skal identifisere hvilket frekvensbånd som gir den største forbedringen i konsonant identifisering, når dette frekvensbåndet kombineres med et LP bånd. Eksperiment 2 bygger på eksperiment 1 hvor man tar det frekvensbåndet som kom ut best, og ser hvilke fordeler de har når det blir flyttet ned til området til referansebåndet. Eksperiment 3 tok for seg effekten av fokusert trening ved bruk av forhold med og uten transporterering. Alle deltakerne ble testet med VKV talestimuli.

Resultat: Eksperiment 1 viste at kildebåndet sentrert rundt 4KHz ga høyest identifikasjonsscore og generell prestasjon var best når kildebåndet var bredere. Resultatene fra eksperiment 2 viste at ved å legge til et høyfrekvent bånd på LP båndet fikk man bedre resultater. Eksperiment 3 tar for seg fokusert trening og alt i alt var det ingen signifikant forbedring av identifikasjonsscore ved de to transposisjonsversjonene enn ved referanseversjon, men antall konsonanter som ble misforstått etter trening var mindre ved transposisjon enn for referansen.

5.9 Quality ratings of frequency-compressed speech by participants with extensive high-frequency dead regions in the cochlea

Forfattere: Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C.

Publisert: International journal of audiology, 2017

Hensikt: Utforske hvordan kvaliteten på talelyden oppfattes ved FK hos personer med høyfrekvent DR.

Metode: TEN-HL test og fast-PTC for diagnostisering av DR. Det ble presentert 12 setninger hvor deltakerne skulle bedømme hvem som hadde best lyd kvalitet, 6 setninger ble lest av menn og de 6 andre av kvinner. Setningene ble presentert i par hvor en var kontrollstimuli mens den andre var med FK.

Resultat: FK påvirker lyd kvaliteten i negativ retning, men ikke signifikant. Resultatene viser at det er en sammenheng mellom lyd kvalitet og fe. Når Sf senkes og ved CR økes, så reduseres lyd kvaliteten mer.

5.10 Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory

Forfattere: Vestergaard, M. D.

Publisert: International Journal of Audiology, 2003

Hensikt: Finne ut hvor godt TEN test fungerer til å detektere DR og se på sammenhengen mellom DR og taleoppfattelsen ved lav-pass filtret tale.

Metode: DR ble målt med TEN test, det ble også vurdert hvor god gjennomførbarhet denne testen hadde. Taleforståelsestest ble utført og resultatene ble ført med RS og SII. Talestimuli ble tilpasset hver enkelt deltaker ut fra lokalisasjonen av DR og dens fe.

Resultat: Når man sammenlignet resultatene til deltakerne med DR og uten DR viste det at ved å fjerne høyfrekvent stimuli presterte deltakerne med DR bedre enn de uten.

5.11 No evidence for enhanced processing of speech that is low-pass filtered near the edge frequency of cochlear dead regions in children.

Forfattere: Malicka, A. N., Wilson, W. J., Baer, T., Munro, K. J., Baker, R. J., Miluzzi, D., & Moore, B. C.

Publisert: International journal of audiology, 2018

Hensikt: Finne ut om barn med hørselstap i midt og høye frekvenser med DR vil vise forbedret evne til å prosessere tale som er lav-pass filtrert nær fe.

Metode: Diagnostisering av DR ble gjort med TEN test og fast-PTC. For taletesten ble det brukt VKV kombinasjon, og den nominelle lydstyrken var 65dB før det ble satt på filter. Det ble satt på tre forskjellige filtre. Ett filter var kompensasjon for den frekvenskarakteren hodetelefonene ga, et frekvens-selektiv forsterkning basert på DSL 4.1 (denne kun for DR og NODR gruppene) og et LP. De ble testet i 2-3 konsultasjoner med varighet opp til to timer inkludert pauser.

Resultat: Alle tre gruppene oppnådde likt resultat uten noen signifikante forskjeller i resultatene. Resultatene støtter ikke ideen om at DR er assosiert med en forbedret evne for å gjenkjenne tale informasjon under fe.

5.12 The Effect of Low-Pass Filtering on Identification of Nonsense Syllables in Quiet by School-Age Children with and Without Cochlear Dead Regions

Forfattere: Malicka, A. N., Munro, K. J., Baer, T., Baker, R. J., & Moore, B. C.

Publisert: Ear and hearing, 2013

Hensikt: I denne studien ønsker man å finne ut om hvor viktig høyfrekvent forsterkning er hos barn med og uten DR.

Metode: DR ble diagnostisert ved bruk av TEN test og fast-PTC. De testet i 2-3 konsultasjoner med varighet opp til to timer inkludert pauser. De ble utstyrt med flerkanalskompresjon HA, der lineær forsterkning ble brukt, HA ble tilpasset etter DSL 4.1 tilpasningsregel med talestimuli på 65 dBSPL. Hos SP gruppen ble gain redusert under DSL-målverdiene på grunn av enten utstyrsbegrensninger, eller at noen deltakere indikerte at talesignalet var ubehagelig høyt. Taletesten som ble brukt var VKV. Stimuli ble presentert med bredbåndsforsterkning eller LP forsterkning med forskjellige “cut-off” frekvenser. SII verdier ble brukt for å sammenligne resultater før og etter forsterkning for å vurdere i hvilken grad hørbarhet ble forbedret.

Resultat: MS gruppen viste nytte av høyfrekvent forsterkning både med DR og uten, mens SP gruppen med DR viste lite nytte av dette. For SP gruppen økte ytelsen når “cut-off” frekvensen økes opp til rundt en oktav over fe.

6 Diskusjon

Målet for denne bacheloroppgaven er å utforske hvilke forsterkningsteknikker som egner seg best for å fremme taleoppfattelse når man tilpasser HA hos personer som har DR i cochlea. Ut i fra tidligere studier som nevnt under introduksjon hadde vi forventninger som at personer med DR ville oppnå dårligere taleoppfattelsesresultater. Det ble også forventet større problemer knyttet til tale i støyende omgivelser og at forsterkning inn i den DR kunne ha en negativ effekt på taleoppfattelse.

Utvalget i studiene varierte i størrelse fra 5 deltakere i artikkel **5.9** til 170 deltakere i artikkel **5.3**. Totalt hadde studiene 395 deltakere, hvorav 156 hadde DR. 239 deltakere hadde enten normal hørsel eller sensorinevralt hørselstap uten DR. Jones, S. R., Carley, S. & Harrison, M. (2003, s.453) beskriver hvordan utvalgsstørrelse har påvirkning på om man vil kunne besvare problemstillingen, hvor typisk er at jo større utvalg jo mer nøyaktig vil resultat av studien være. I denne litteraturstudien antar vi at utvalgsstørrelse er representativt for den problemstillingen vi utforsker. Utvalget av personer med DR er relativt lite i forhold til personer med kun hørselstap. Vi forventet derfor at utvalgsstørrelsen vil være mindre for disse studiene i forhold til andre pasientgrupper.

6.1 Generell forsterkning

Artikkel 5.1 viste at det å gi høyfrekvent informasjon er til nytte for personer med DR på lik linje med de som ikke har påvist DR. Støy viste seg å ha større påvirkning på taleoppfattelse hos personer med DR. Høyfrekvent informasjon gjennom NAL viste likevel en nytteverdi i forhold til LP-program, men forskjellene mellom dem ble mindre i støy. Resultat i støy viste at høyfrekvent informasjon ikke var like til nytte for de med DR som ved uten støy men den høyfrekvente informasjonen gjorde heller ikke noen reduisering i performance. Gruppen uten DR viste også en senkning i taleforståelse, men ikke like mye. Ved å se på nytteverdi i hverdagsrelaterte omgivelser viste også disse resultatene av gruppen med DR hadde god effekt av høyfrekvent informasjon.

Artikkel 5.2 målte konsonantgjenkjennelse, resultat i stille omgivelser viste en score på 84% hos de med DR og 86% for kontrollgruppen (uten DR). I støy falt resultatene ned til 59% for DR gruppen og 67% for kontrollgruppen. Resultatet for konsonantgjenkjennelse falt også jevnt med senkning av “cut-off” frekvens. I denne studien viste resultatene at det ikke er noen signifikant forskjell mellom gruppene når de ble testet i stille omgivelser, men DR gruppen oppnådde dårligere resultat når målt i støyende omgivelser. DR gruppen hadde nytte av bredbåndsforsterkning på lik linje med gruppen uten DR.

Artikkel 5.3 sin hensikt var å utforske i hvilken grad personer som testes positiv for DR vil avvike i forhold til dem uten DR når det kommer til evnen til å gjøre seg nytte av høyfrekvent taleinformasjon. Ved å både teste høyfrekvent og lav-pass filtrert talestimuli viste resultatene at de med DR opplevde en klar nytte av høyfrekvent talestimuli, men ikke like stor nytte som de uten DR. Forholdet mellom nytteverdi av høyfrekvent og lav-pass stimuli var heller ikke like stort for DR gruppen som dem uten DR, noe som kan tyde på at individuelle forskjeller som omfang og lokalisasjon av DR kan ha en rolle her. Det var særlig hos de deltakerne hvor DR befant seg i to eller flere frekvenser som fikk minst nytte av den høyfrekvente forsterkningen.

Artikkel 5.5 viser i sin studie at i lyttesituasjoner med lavt støynivå og i stille omgivelser vil personer med DR oppleve å få relativt lik nytte av bredbåndsforsterkning som personer uten DR. I ugunstige lytteforhold med mye støy vil personer med DR oppleve mindre nytte av

bredbandsforsterkning, og taleoppfattelsen viste seg å bli forverret ved forsterkning 1 oktav over fe.

De fleste artiklene eksperimenterer med å kutte forsterkning fra fe opp til 1,7fe basert på tidligere forskning som anbefaler å kutte forsterkning inn i DR som også er tidligere nevnt i introduksjonen (Vickers et al., 2001, s. 1164-1175; Moore, 2004, s. 114). Det er to artikler som skiller seg ut når det angår utbytte av høyfrekvent forsterkning og taleoppfattelse i vanskelig lytteforhold. Artikkel **5.4** testet tale med og uten høreapparat i to forskjellige lyttesituasjoner. Lyttesituasjon en ga bredbåndforsterkning i frekvensområdet 100 Hz til 8000 Hz, og lyttesituasjon to ga forsterkning fra 100 Hz til 2560 Hz. Deltakerne ble testet både i stille omgivelser og i nærvær av støy. I motsetning til studiene **5.1**, **5.2**, **5.3** og **5.5** viste denne studien at de deltakerne med DR ikke opplevde like stor nytte av høyfrekvent forsterkning. Deltakerne opplevde bedre nytte ved lav-pass filtrert forsterkning, selv om de opplevde nytte av begge forsterkningsmetoder. Studien konkluderer med at det beste resultatet for taleoppfattelse for dem med DR var i lyttesituasjon to, og de rapporterte også at de opplever bedre lyd kvalitet ved å kutte forsterkning ved 2560 Hz. Mange av deltakerne i artikkel **5.4** rapporterte også problemer med tinnitus, noe som ikke ble registrert i de andre artiklene. Vi kan ikke se bort fra at deltakerne i de andre studiene også kan ha tinnitus i ulik grad, og det er usikkert hvor mye tinnitus kan ha påvirket resultatet i denne studien, da deres forskning resulterte i en helt annen konklusjon enn de andre studiene.

Studien i artikkel **5.10** utforsket evnen til å oppfatte lav-pass filtrert tale hos personer med påvist DR. Studien opererte under en hypotese om at de med DR allerede har en lav-pass filtrert hørsel, slik at denne gruppen ikke vil oppleve like store konsekvenser ved å fjerne høyfrekvent forsterkning i motsetning til de uten DR. Studien konkluderer med at personer med DR presterer bedre med LP talestimuli ved dårlige lytteforhold enn de uten DR, særlig når høyfrekvent informasjon ble fjernet. Man kan diskutere i dette tilfellet at TEN testen i denne studien ikke er nøyaktig nok til å kartlegge tilstedeværelsen og omfanget av DR, forfatteren nevner selv at PTC ville vært mer nøyaktig i dette tilfellet. Resultatet på TEN viser at det er potensielt flere deltakere som har DR i to eller flere frekvenser, dette kan være grunnen til at resultatet viste at deltakerne ikke nyttiggjorde seg av høyfrekvent forsterkning i like stor grad som de andre studiene da deltakerne deres hadde ikke like omfattende DR.

Høreapparater er stadig i endring og spesielt når det kommer til den tekniske utviklingen. Artikkel **5.10** er fra 2003 og er da den eldste artikkelen vi har valgt å inkludere. Den inneholder derfor eldre høreapparat teknologi enn det de andre studiene har. Dette kan være en faktor til at dette resultatet avviker med forskning som er gjort med nyere og moderne høreapparat teknologi.

Vi valgte å ta med to studier som omhandler barn med døde regioner. Vi ville spesielt utforske forskjeller mellom voksne og barn når det kommer til forsterkning og utforske taleoppfattelse for disse gruppene for å få et større bilde av konsekvenser av DR i alle aldersgrupper. Studien til Moore fra 2007 og studien til Ahadi, Milani & Malayeri beskrevet i introduksjon, beskriver små forskjeller mellom barn og voksne når det kommer til prevalens av DR. Vi forventer at det vil være noen forskjeller når det kommer til språkutvikling og språkkunnskap, men vi valgte likevel å ta med barn i denne litteraturstudien for å utforske hvilken effekt forsterkning har på taleoppfattelse.

Artikkel **5.11** tester tre grupper med et lav-pass filtrert talesignal. To grupper med hørselstap, hvorav den ene gruppen har deltakere med DR og en gruppe med normalt hørende. Resultatet viste at ingen av filtervariasjonene ga bedring i taleoppfattelse for gruppen med DR, og i sammenligning med de andre gruppene hadde DR gruppen generelt dårligere taleoppfattelse. Selv om studien viste litt dårligere resultat for DR gruppen, var resultatet ganske likt mellom gruppene. Den andre studien som omhandler barn, **5.12** viste at høyfrekvent forsterkning ikke er like gunstig for barn med høyfrekvent DR, særlig der DR er omfattende. Både barna som hadde omfattende DR, og de barna som hadde begrenset DR, viste bedring i taletestresultater ved å øke “cut-off” frekvensen, men når “cut-off” ble flyttet til omtrent $2f_e$, så viste taletestresultatene en forverring. De med omfattende DR hadde f_e som startet fra 2KHz, og barna med begrenset DR hadde f_e som startet fra 3KHz. Resultatet fra denne studien viste at barn ikke har like stor nytte av forsterkning over f_e sammenlignet med voksne i de andre studiene. Resultat for taleoppfattelse forbedret seg ved økende alder. Hvordan høyfrekvent forsterkning vil påvirke disse barna på sikt sier disse studiene ingenting om, men vi vil kanskje kunne anta at høyfrekvent informasjon muligens vil kunne være nyttig for disse barnas videre språkutvikling. Det er særlig barn med begrenset DR som anses til å kunne nyttiggjøre seg av høyfrekvent informasjon.

Av tolv valgte artikler var det bare to artikler som omhandlet barn, **5.11** og **5.12**. Av de to artiklene som omhandler barn kan man se at det er noen forskjeller mellom voksne og barn. Barn opplevde mindre nytte av høyfrekvent forsterkning enn det voksne gjorde. Dette kan skyldes barnas språkutvikling og språkkunnskap, noe vi tok med i beregningen når vi tolket resultatet av disse artiklene. Faktorer som vi ikke beregnet var hørselssystemets evne til å tolke talesignalet de ble utsatt for. Artikkelen **5.12** viste at taleoppfattelsesresultat bedret seg med alder, noe som tyder på at eldre barn har nytte av høyfrekvent informasjon. Barna i disse to studiene var i alder 8-13 år, hvis vi hadde valgt studier med deltakere i alder 13-18 så ville vi forventet resultat som sammenfaller mer med resultat sett hos voksne når det kommer til taleoppfattelse og anbefalinger om forsterkning.

Artikkelen **5.2** beskriver at DR som regel opptrer i begrenset form da typisk en til to frekvenser som er affisert. Omfattende DR beskrives som mer uvanlig i forekomst enn begrenset DR, studien til Pepler et al. (2014, s.99-109) fant ut av 3% av 343 deltakere hadde omfattende DR. Både **5.2**, **5.3** beskriver at taleoppfattelse er i sterk korrelasjon til omfanget av DR. I motsetning til informasjon som beskrevet under introduksjon om dårligere taleoppfattelse, utbytte av HA og anbefalinger om å kutte forsterkning inn i DR, konkluderer de fleste artiklene i denne litteraturstudien med at det ikke er noen grunn til å begrense forsterkning i de høye frekvensene. Ingen av de voksne deltakerne opplevde noen forverring i taleoppfattelsen ved forsterkning, og de opplevde nytte av høyfrekvent taleinformasjon. I forhold til taleoppfattelse i støyende omgivelser sammenfaller informasjon fra introduksjon og de studiene vi har valgt å gjennomgå.

6.2 Frekvens transportering og frekvens kompresjon

Det er i dag vanlig å bruke frekvenskompresjon og frekvenstransportering i høreapparater. I introduksjonen beskrev vi hvordan frekvens transportering vil kunne føre til forstyrrelser ved taleidentifisering, og at frekvenskompresjon og frekvenstransportering muligens ikke vil kunne gi like stor nytte for personer med døde regioner som hos de uten døde regioner. Vi vil utforske om nyere studier vil rapportere en annen utvikling som angår disse forsterkningsteknikkene.

Som artikkelen **5.9** nevner vil lyd kvaliteten på talesignalet ha direkte konsekvenser for akseptering av høreapparat, det vil også kunne ha innvirkning på om den nytten

forsterkningen gir vil kunne oppfattes av personen. Studien undersøker hvordan frekvens komprimering vil påvirke talesignalet, lyd kvaliteten er sterkt avhengig av graden på CR, men også Sf viste seg å ha en signifikant effekt på resultatet. Sf ble valgt ut fra deltakernes fe, derfor vil effekten av Sf ses i kontekst av DR til deltakerne. Ved sammenligning av komprimert talesignal levert enten i det fungerende frekvensområdet eller inn i DR da i områdene mellom fe og 1.7fe viste det at senkning i lyd kvalitet ikke er like merkbar når Sf faller innenfor DR. I introduksjonen beskrev vi at lyder som faller innenfor DR kan påvirke tone-, styrke- og taleoppfattelse. Deltakere med større høyfrekvent hørselstap rangerte frekvens-komprimert tale og tale uten frekvens komprimering likt i kvalitet, mens deltakerne som hadde mindre tap rangerte frekvens-komprimert tale som dårligere i kvalitet. Grunnen til at de med dårligere høyfrekvent hørsel rangerte lyd kvaliteten bedre enn de med bedre hørselstap er konsekvenser knyttet til redusert hørbarhet for frekvenskomprimert tale.

Resultatet viste store individuelle forskjeller mellom deltakerne dette kan skyldes at i denne studien var deltaker utvalget relativt begrenset slik at resultatet ikke vil kunne gi et representativt bilde. Deltakerne i denne studien hadde omfattende DR. Studien konkluderer med at frekvens-komprimert talesignal påvirker kvaliteten til talesignalet i noe grad. Kvaliteten på talesignalet blir redusert mer ved lavere verdi av Sf og høyere grad av CR. Noen deltakere viste preferanse for talesignalet med mannlig taler. Dette kan være på grunn av lavere grunntone ved mannlig stemme enn ved kvinnelig stemme.

Studien til artikkel 5.7 hadde til hensikt å utvikle en ny frekvenstransportering algoritme spesielt designet for personer med DR. Resultatet viste at noen få av deltakerne opplevde en signifikant forbedring og de fleste deltakerne erfarte en viss nytteverdi. Ingen av deltakerne opplevde forverret taleoppfattelse av transportering. Mye av dette kan også skyldes at de i denne studien ikke endret på noe frekvensinnhold under DR og at deltakerne derfor fikk uproessert og naturlig lyd i det området hvor de har fungerende hørsel. Alt det transporterte innholdet ble flyttet til kantfrekvens eller inn i DR (1.7 fe). Frekvenstransportering ga i denne studien ikke veldig store endringene i taleoppfattelse eller ved konsonant identifisering, men resultatet viste at det var uansett var nytteverdi med frekvenstransportering.

Artikkel 5.8 ville i sin studie utvikle en mer tilrettelagt FT for de med omfattende høyfrekvent DR da de anså at denne gruppen ville ha mest nytte av FT siden det er en grense for hvor mye informasjon denne gruppen kan få gjennom kun høyfrekvent forsterkning. Denne studien

skiller seg ut fra de andre studiene ved at alle deltakerne er normalt hørende hvor man simulerer et sensorinevralt hørselstap med høyfrekvente DR. Vi har likevel valgt å ta med denne artikkelen da vi får sammenlignet lydbilde som en person med DR blir foreskrevet hos et normalt hørende utvalgt. Vi vil kunne se taleoppfattelse i forhold til den informasjonen som er tilgjengelig mellom normalt hørende og de med hørselsproblematikk. Resultatet av studien viste at deltakerne fikk bedre taleforståelse når transportert frekvenser blir lagt til en frekvens destinasjon enn ved å erstatte et frekvensbånd med et annet. Resultatet viste også at når ett kildebånd ble lagt til destinasjonsbåndet hadde en høyere senter frekvens på kildebåndet bedre forbedringer for konsonant identifisering, da 4000 Hz var den frekvensen som oppnådde best resultat.

Ved sammenligning av FT og FK viste artikkel **5.6** at både FT og FK ga forbedringer i hørbarhet for høyfrekvente lyder, men det var ikke alle deltakerne som opplevde like stor nytteverdi. De deltakerne som ikke oppnådde noen forbedringer i hørbarhet hadde veldig alvorlige og omfattende omfang av DR. FT og FK ga ikke forbedringer i konsonant identifisering sett i forhold til forbedringer oppnådd med konvensjonell forsterkning. FT førte til mer feil i konsonant identifisering enn FC og kontrollgruppe gjorde. Både artikkel **5.9** og **5.6** konkluderte med at i forhold til kompresjon oppnår man best resultat ved en lav CR verdi. I forhold til Sf verdi oppnår man høyeste resultat når Sf er høyere enn fe.

Frekvenstransportering viste i artikkel **5.7** og **5.8** positive resultater. I artikkel **5.6** vises det at både FC og FT ikke ledet til forbedring i taleoppfattelse, men det kan hjelpe personer til og enklere akseptere høreapparat da det er mindre sjanser for feedback siden høyfrekvent stimuli er flyttet, og da har man også mulighet for større ventilasjon ved proppe-løsninger, noe som igjen fører til mindre okklusjonseffekt.

Ved både generell forsterkning, frekvenskompresjon og frekvenstransportering ser man at individuelle forskjeller mellom deltakerne påvirker resultatene. Disse forskjellene kan være faktorer knyttet til hørselstapets grad, kognitive funksjoner, psykoakustiske evner eller underliggende patologi. En annen faktor som også er nevnt i flere av studiene, da særlig de artiklene som omhandler frekvenskompresjon og frekvenstransportering er knyttet til tilvenning og lyttetrening, det er forventning om bedring av resultater når personer har lengre tid til tilvenning.

7 Metodekritikk

Metodekritikk er viktig for å kunne reflektere for de valg som er tatt underveis i forskningen. Metodekritikk er også viktig for å vurdere i hvilken grad metoden som er valgt vil kunne fange opp det vi ønsker å formidle gjennom litteraturstudien. For oss som forskere er det viktig å kunne svare på om det muligens er noen svake punkter ved metode eller gjennomføringen slik at usikkerheter ved resultat eller sluttprodukt kan forsvares eller avdekkes (Dalland, 2017, s.54).

Ved å vurdere litteraturstudien med kritisk blikk er det noen beslutninger som ble tatt i løpet av skriveprosessen vi kunne gjort annerledes. Når vi begynte å søke etter artikler som kunne være aktuelle for vår litteraturstudie, var vi veldig låst på problemstillingen vi hadde bestemt oss for. I første problemstilling ønsket vi kun artikler som omhandlet generell forsterkning og som sa noe om utfallet av taleforståelse. Etter hvert fant vi ut at vi måtte endre på noen inkluderings kriterier. Vi bestemte derfor å endre kriteriet for publikasjonsår noe som førte til at vi inkluderte eldre artikler, hvor eldste var fra 2003. Disse ble inkludert på bakgrunn av relevans for problemstilling for da den daværende problemstillingen. Etter å ha lest og forkastet en del artikler ble vi enige om at problemstillingen måtte utvides. Dette tillot oss å utforske andre mulige forsterkningsteknikker som ble beskrevet i de artiklene vi allerede hadde inkludert, hvor vi da bestemte å fokusere problemstillingen til å omhandle frekvenskompresjon og frekvenstransportering, i tillegg til generell forsterkning. Vi anså disse forsterkningsteknikkene som relevante da dette er funksjoner som er vanlig brukt i moderne høreapparat, og vi ville se hvordan disse påvirker taleoppfattelsen.

Vi valgte også å ta med to artikler som omhandlet barn, og vi ser nå at to studier ikke er nok til å få et representativt resultat for denne aldersgruppen. Det skulle vært bedre fordelt forholdet mellom artikler som omhandlet barn og de som omhandler voksne slik at vi kunne vist til et representativt resultat hos begge gruppene. De to artiklene om barn omhandler generell forsterkning hvor de da blir sammenlignet med seks artikler som er om voksne, selv om ikke antallet deltakere er optimalt vil det kunne gi oss en formening om likheter og ulikheter ved de to gruppene.

Når det kommer til antall artikler som omhandler frekvenskompresjon og frekvenstransportering er de i mindretall sett opp imot artiklene som omhandler generell

forsterkning, noe av grunnen til dette er at vi fra starten kun søkte etter artikler som omhandler generell forsterkning. For at litteraturstudien vår ikke skulle bli for stor og omfattende valgte vi å forholde oss til kravet om tolv artikler. Dette ser vi nå i etterkant at dette førte til at vi ikke fikk innhentet nok artikler om alle forsterkningsteknikkene. Vi fikk derfor muligens ikke nok informasjon til å dra slutninger om hvordan taleoppfattelse vil bli påvirket av disse forsterkningsteknikkene på en mer generell basis.

Man kan også kritisere hvordan utviklingen av høreapparatteknologi kan ha påvirket resultatene, da vi inkluderte eldre og nyere artikler er det en teknologisk forandring når det kommer til høreapparater. Artikkel **5.10** er et eksempel på dette hvor resultat ikke sammenfaller med de andre studiene som omhandler generell forsterkning.

Som inkluderingskriterie valgte vi å bruke artikler som er skrevet enten med engelsk språk eller skandinaviske språk, dette for å unngå språklige misforståelser som kan oppstå når man direkte oversetter ved hjelp av et nettbasert tolkeprogram. En svakhet med det er at man kan gå glipp av relevante artikler som er skrevet på andre språk som svarer på vår problemstilling.

8 Konklusjon

I denne oppgaven undersøkte vi om hvordan forskjellige forsterkningsteknikker vil påvirke taleoppfattelse hos personer med høyfrekvent døde regioner. Konklusjon er at de fleste voksne med døde region har nytte av generell forsterkning på lik linje som andre, utenom personer som har døde region som omfatter 3 eller flere testfrekvenser når det ble testet taleforståelse i stille omgivelser. Under testing av taleforståelse i støyende omgivelser fikk personer med døde region mindre nytte av forsterkning enn de uten døde region, men de opplevde ikke forverring. Resultatene hos barn er splittet hvor en forskning konkluderte med at barn har nytte av forsterkning i de døde regionene, mens en annen viser at ved å forsterke inn i den døde regionen, så blir taleoppfattelsen dårligere. Resultatene fra testene når det kommer til frekvenskompresjon og frekvenstransportering viser at enkelte opplevde noe bedring i taleoppfattelse, men hos mange var det ikke en signifikant forbedring.

Referanseliste

- Aazh, H., & Moore, B. C. (2007). Dead regions in the cochlea at 4 kHz in elderly adults: relation to absolute threshold, steepness of audiogram, and pure-tone average. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(2), 97-106.
<https://doi.org/10.3766/jaaa.18.2.2>
- Ahadi, M., Milani, M., & Malayeri, S. (2015). Prevalence of cochlear dead regions in moderate to severe sensorineural hearing impaired children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 79(8), 1362-1365.
<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.06.013>
- Aveyard, H. (2014) *Doing a Literature Review in Health and Social Care. A Practical Guide* (3. utg.). Maidenhead: McGraw-Hill Education
- Baer, T., Moore, B. C., & Kluk, K. (2002). Effects of low pass filtering on the intelligibility of speech in noise for people with and without dead regions at high frequencies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 112(3), 1133-1144. <https://doi.org/10.1121/1.1381534>
- Cox, R. M., Alexander, G. C., Johnson, J., & Rivera, I. (2011). Cochlear dead regions in typical hearing aid candidates: Prevalence and implications for use of high-frequency speech cues. *Ear and hearing*, 32(3), 339. DOI: [10.1097/AUD.0b013e318202e982](https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e318202e982)
- Cox, R. M., Johnson, J. A., & Alexander, G. C. (2012). Implications of High-Frequency Cochlear Dead Regions for Fitting Hearing Aids to Adults with Mild to Moderately-Severe Hearing Loss. *Ear and hearing*, 33(5), 573.
DOI:[10.1097/AUD.0b013e31824d8ef3](https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31824d8ef3)
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal akademisk
- Dillon, H. (2012). *Hearing Aids (2th edition)*. Australia: Thieme

- Forsberg, C. & Wengström, Y., (2014), *Att göra systematiska litteraturstudier* (tredje utgåvan), Stockholm: Natur og Kultur.
- Füllgrabe, C., Baer, T., & Moore, B. C. (2010). Effect of linear and warped spectral transposition on consonant identification by normal-hearing listeners with a simulated dead region. *International Journal of Audiology*, 49(6), 420-433.
<https://doi.org/10.3109/14992020903505521>
- Gelfand, S., A. (2016). *Essentials of Audiology (4th edition)*. New York: Thieme
- Gordo, A., & Iório, M. C. M. (2007). Dead regions in the cochlea at high frequencies: Implications for the adaptation to hearing aids. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 73(3), 299-307. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992007000300003>
- Hogan, C. A., & Turner, C. W. (1998). High-frequency audibility: Benefits for hearing-impaired listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(1), 432-441.
<https://doi.org/10.1121/1.423247>
- Huss, M., & Moore, B. C. (2005). Dead regions and pitch perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(6), 3841-3852. <https://doi.org/10.1121/1.1920167>
- Jones, S. R., Carley, S. & Harrison, M. (2003). An introduction to power and sample size estimation. *Emergency Medicine Journal*, 20(5), 453-458.
<http://dx.doi.org/10.1136/emj.20.5.453>
- Korhonen, P., & Kuk, F. (2008). Use of linear frequency transposition in simulated hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 19(8), 639-650. DOI: 10.3766/jaaa.19.8.7

- Mackersie, C. L., Crocker, T. L., & Davis, R. A. (2004). Limiting high-frequency hearing aid gain in listeners with and without suspected cochlear dead regions. *Journal of the American Academy of Audiology*, 15(7), 498-507. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15.7.4>
- Malicka, A. N., Munro, K. J., Baer, T., Baker, R. J., & Moore, B. C. (2013). The effect of low-pass filtering on identification of nonsense syllables in quiet by school-age children with and without cochlear dead regions. *Ear and hearing*, 34(4), 458-469. DOI: 10.1097/AUD.0b013e3182775982
- Malicka, A. N., Wilson, W. J., Baer, T., Munro, K. J., Baker, R. J., Miluzzi, D., & Moore, B. C. (2018). No evidence for enhanced processing of speech that is low-pass filtered near the edge frequency of cochlear dead regions in children. *International journal of audiology*, 57(8), 632-637. <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1460496>
- Markessis, E., Kapadia, S., Munro, K., & Moore, B. C. (2006). Modification of the Threshold Equalising Noise (TEN) test for cochlear dead regions for use with steeply sloping high-frequency hearing loss. *International journal of audiology*, 45(2), 91-98. DOI: 10.1080/14992020500376990
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. & The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269. DOI: 10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135
- Moore, B. C. J. (2001). Dead regions in the cochlea: Diagnosis, perceptual consequences, and implications for the fitting of hearing aids. *Trends in amplification*, 5(1), 1-34. <https://doi.org/10.1177/108471380100500102>
- Moore, B. C. J. (2004). Dead regions in the cochlea: conceptual foundations, diagnosis, and clinical applications. *Ear and hearing*, 25(2), 98-116. DOI: 10.1097/01.AUD.0000120359.49711.D7

- Moore, B. C. J., Huss, M., Vickers, D. A., Glasberg, B. R., & Alcántara, J. I. (2000). A test for the diagnosis of dead regions in the cochlea. *British journal of audiology*, 34(4), 205-224. <https://doi.org/10.3109/03005364000000131>
- Pepler, A., Lewis, K., & Munro, K. J. (2016). Adult hearing-aid users with cochlear dead regions restricted to high frequencies: Implications for amplification. *International journal of audiology*, 55(1), 20-29. <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1074294>
- Pepler, A., Munro, K. J., Lewis, K., & Kluk, K. (2014). Prevalence of cochlear dead regions in new referrals and existing adult hearing aid users. *Ear and hearing*, 35(3), e99-e109. DOI: 10.1097/AUD.000000000000011
- Preminger, J. E., Carpenter, R., & Ziegler, C. H. (2005). A clinical perspective on cochlear dead regions: intelligibility of speech and subjective hearing aid benefit. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(8), 600-613. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16.8.9>
- Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk. 2015, 26. juni. Eksempler på virksomhet som ikke skal søke REK. Hentet fra:
https://helseforskning.etikkom.no/reglerogrutiner/soknadsplikt/sokerikkerek?p_dim=34999&_ikbLanguageCode=n
- Robinson, J. D., Baer, T., & Moore, B. C. (2007). Using transposition to improve consonant discrimination and detection for listeners with severe high-frequency hearing loss. *International Journal of Audiology*, 46(6), 293-308. <https://doi.org/10.1080/14992020601188591>
- Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C. (2019). Comparison of Frequency Transposition and Frequency Compression for People With Extensive Dead Regions in the Cochlea. *Trends in Hearing*, 23, 2331216518822206. <https://doi.org/10.1177/2331216518822206>

Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C. (2017). Quality ratings of frequency-compressed speech by participants with extensive high-frequency dead regions in the cochlea., 56(2), 106-120. <https://doi.org/10.1080/14992027.2016.1234071>

Sek, A., Alcántara, J.I., Moore, B.C.J., Kluk, K. & Wicher, A. 2005. Development of a fast method for determining psychophysical tuning curves. *International journal of audiology*, 44, 408-420. <https://doi.org/10.1080/14992020500060800>

Vestergaard, M. D. (2003). Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory. *International Journal of Audiology*, 42(5), 249-261. <https://doi.org/10.3109/14992020309078344>

Vickers, D. A., Moore, B. C. J., & Baer, T. (2001). Effects of low-pass filtering on the intelligibility of speech in quiet for people with and without dead regions at high frequencies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(2), 1164-1175. <https://doi.org/10.1121/1.1381534>

Vinay & Moore, B. C. J. (2007). Prevalence of Dead Regions in Subjects with Sensorineural Hearing Loss. *Ear & Hearing*, 28(2), 231-241. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31803126e2

Woolliams, M., Williams, K., Butcher, D. & Pye, D. (2009) *Be More Critical! A Practical Guide for Health and Social Care Students*. Oxford: Oxford Brookes University

Vedlegg I: Ordforklarings tabell

APHAB	Abbreviated profile of hearing aid benefit
BTE	Bak-øre høreapparat
CASPA	Computer-Assisted Speech Perception Assessment Test
CR	Kompresjons ratio
dBHL	Desibel hearing Level
dB SPL	Desibel sound perception Level
DSL	Desired Sensation Level
DSL i/o	Desired Sensation Level input/output
DR	Døde regioner
fast-PTC	Hurtig Psychophysical tuning curves
fe	Kantfrekvensen til den døde regionen
FK	Frekvenskompresjon
FT	Frekvenstranspotering
HA	Høreapparat
HFE	Høyfrekvent stimuli
HFE-LP	Lav-pass filtrert høyfrekvent stimuli
Hz	Hertz
KHz	Kilo Hertz
LP	Lav-pass filter
MS	Moderat til alvorlig hørselstap

NAL	Tilpasningsregel fra <u>National Acoustic Laboratories</u>
NAL-NL2	Tilpasningsregel fra <u>National Acoustic Laboratories</u>
NAL-LP	Tilpasningsregel fra <u>National Acoustic Laboratories</u> Lav-pass filtrert
NH	Normalt hørende
NODR	Ikke tilstedeværelse av døde regioner
PTC	Psychophysical tuning curves
QSIN	Quick Voice In Noise
RS	Recognition score
Sf	Startfrekvens for kompresjon
SII	Speech intelligibility index
SP	Alvorlig til dypt hørselstap
TEN	Threshold equalising noise
TEN-HL	Threshold equalising noise hearing level
VKV	Vokal-konsonant-vokal stavelse

Vedlegg II: Oppsummering av artikler

I Implications of High-Frequency Cochlear Dead Regions for Fitting Hearing Aids to Adults with Mild to Moderately Severe Hearing Loss

Konsekvenser av høyfrekvente døde regioner i cochlea på personer med mildt til moderat alvorlig hørselstap når det kommer til tilpasning av høreapparater.

Forfatter: Robyn M. Cox, Jani A. Johnson, Genevieve C. Alexander

Publisert: Ear & Hearing, 2012.

Hensikt: Undersøke effektene av redusert høyfrekvent forsterkning hos høreapparatbrukere med høyfrekvente DR, sammenlignet med samsvarende brukere uten DR.

Deltakere: 36 deltakere deltok i denne undersøkelsen, 24 menn og 12 kvinner i alderen 54 til 88 år. De var delt opp i to grupper, derav 18 stykker med DR og 18 stykker uten DR.

Metode: Det ble benyttet TEN test for å detektere DR hos deltakerne. Deltakerne ble delt inn i par hvor en part hadde DR og den andre ikke. Hver deltaker fikk tilpasset HA unilateralt som hadde to aktive programmer, Program 1 var NAL og program 2 var identisk med NAL, men LP. Talegjenkjenning test ble utført både i stille og støyende omgivelser, testen ble utført både før og etter programmering av HA.

Resultat: Talegjenkjennelsestester viser at program 1 ga signifikant bedre testresultater for tale i stillhet hos begge gruppene, mens tale i støyende omgivelser ga delte resultater.

Gruppen uten DR fikk et signifikant bedre resultat med program 1, mens for deltakerne med DR var resultatet til program 1 og 2 likt. I dagliglivet ga program 1 signifikant høyere resultat for taleforståelse hos begge gruppene. Når deltakerne ble spurt om hvilket program de prefererte, oppga en tredjedel at de prefererte program 2 ovenfor program 1 selv om det ikke ga best taleforståelse, dette var fordi at de opplevde program 1 som for høyt. Preferansene kunne ikke kobles opp mot om deltakerne hadde DR eller ikke.

Diskusjon: Tidligere studier anbefaler å redusere høyfrekvent forsterkning for personer med høyfrekvent DR. Denne studien indikerer at typiske HA brukere opplevde økt hørbarhet ved høyfrekvent forsterkning i de fleste situasjoner, og det var ingen som opplevde forverring ved forsterkning. Forfatterne anbefaler å redusere høyfrekvent forsterkning når det er til stede DR i tre eller flere frekvenser, men at det er uvanlig å finne i den typiske HA brukeren.

Konklusjon: HA brukere med mildt til moderat alvorlig hørselstap har nytte av forsterkning i høye frekvenser selv med DR. Selv om at resultatet fra talegjenkjenning i støyttesten ikke viste et bedre resultat med høyfrekvent forsterkning, viste det ikke et dårligere resultat.

Det vil da si at ut fra resultatene i denne studien er det ikke nødvendig å gå bort fra standard NAL tilpasning når man tilpasser HA på personer med DR ved en eller to frekvenser.

Hvorfor den er relevant: Omhandler DR og høreapparatforsterkning.

II Adult hearing-aid users with cochlear dead regions restricted to high frequencies: Implications for amplification

Voksne høreapparatbrukere med døde regioner i cochlea begrenset til høye frekvenser:
Implikasjoner for forsterkning

Forfatter: Pepler, A., Lewis, K., & Munro, K. J.

Publisert: International Journal of Audiology, 2016.

Hensikt: Finne ut om det er en fordel med høyfrekvent forsterkning på ører med og uten høyfrekvent DR.

Deltakere: 36 deltakere som deltok i denne undersøkelsen, derav 27 menn og 9 kvinner. Deltakerne var i alderen 59 til 94 år. De var delt opp i to grupper, derav 18 stykker med DR og 18 stykker uten DR.

Metode: Det ble dannet par med lik hørsel basert på audiometri hvor en hadde DR og en uten. Det ble brukt både TEN test og fast-PTC for å fastslå DR. Alle deltakerne har brukt HA tilpasset med NAL-NL2 i minst ett år før studien slik at de var vant med HA. HA av typen Oticon Spirit Zest moderat eller power BTE ble brukt. Taleoppfattelse ble målt ved bruk av VKV stavelser både i stillhet og i støy.

Resultat: Resultatene av taleoppfattelsetesten med bredbåndsfosterkning ga ingen signifikant forskjell på gruppene når de ble testet i stille omgivelser, men i støyende omgivelser var det en forskjell på gruppene, hvor gruppen med DR oppnådde signifikant dårligere resultat.

Diskusjon: Når man matchet ørene etter høreterskel ble ikke andre faktorer slik som kjønn, årsaken til hørselstapet og liknende tatt med. Deltakerne fikk ikke tid til å tilvenne seg LP forsterkning, så dette kan være en påvirkning på resultatene.

Konklusjon: Resultatet av taleoppfattelsen i stillhet var likt for begge gruppene, men i støyende omgivelser var resultatene dårligere for de med DR. De fant ikke grunnlag til at man burde begrense høyfrekvent forsterkning på personer med høyfrekvent DR.

Hvorfor den er relevant: Handler om fordeler forsøkt av høyfrekvensforsterkning for personer med og uten DR.

III Cochlear Dead Regions in Typical Hearing Aid Candidates: Prevalence and Implications for Use of High-Frequency Speech Cues

Døde regioner i cochlea hos vanlige høreapparatbrukere: Prevalens og implikasjoner for bruk av høyfrekvente talelyder

Forfatter: Cox, R. M., Alexander, G. C., Johnson, J., & Rivera, I.

Publisert: Ear and hearing, 2011

Hensikt: Undersøke prevalensen av DR hos personer med moderat til alvorlig hørselstap, og utforske i hvilken grad DR påvirker taleoppfattelsen.

Deltakere: 170 deltakere som deltok i denne undersøkelsen, derav 98 menn og 72 kvinner i alderen 38 til 74 år.

Metode: Det ble brukt TEN test for å finne DR. Taleforståelse ble målt for HFE og for HFE-LP ved hjelp av QSIN testen. Resultatet fra HFE og HFE-LP ble sammenlignet ved å undersøke endringen i ordgjenkjennelse når flere talelyder blir tilgjengelig over 2.5 kHz. Deltakere i denne studien ble ikke utstyrt med HA.

Resultat: 31% av deltakerne hadde DR i en eller flere testfrekvenser. Resultatet av HFE og HFE-LP viste at begge gruppene presterte bedre når mer høyfrekvent talesignal ble gitt. Størrelsen av bedringen var liten for begge gruppene, men større for lyttere uten DR. Brukere med sammenhengende DR i 2 til 3 frekvenser fikk mindre bedring enn de som kun hadde DR ved en frekvens.

Diskusjon: I denne studien ble det brukt et standard kriterium (10 dB overskytningsmaskering) for å identifisere DR. Denne studien viste at prevalensen for DR var betydelig lavere enn det som er rapportert i andre studier som brukte samme identifikasjonskriterium. Forskjeller i hørselstapets årsak eller audiologiske egenskaper hos deltakere kan ha bidratt til ulike grad av utbredelse. I motsetning til andre studier ble det funnet at høyfrekvent forsterking kan være nyttig både for deltakere med og uten DR.

Konklusjon: Rundt en tredjedel av deltakerne med moderat til alvorlig hørselstap testet positivt for DR. Resultatene gir ikke bevis som støtter forslaget om at man skal redusere høyfrekvent forsterkning ved HA tilpasningen for brukere med DR. Generelt var det mer hjelpsomt å gjøre høyfrekvente lyder mer hørbar, uansett DR status.

Hvorfor den er relevant: Den undersøker påvirkningen DR har på taleoppfattelsen.

IV Dead regions in the cochlea at high frequencies: Implications for the adaptation to hearing aids

Døde regioner ved høye frekvenser i cochlea: Implikasjoner for høreapparattilpasning

Forfatter: Gordo, A., & Íorio, M. C. M.

Publisert: Brazilian journal of otorhinolaryngology, 2007.

Hensikt: Undersøke talegjenkjenning hos personer med sensorinevralt hørselstap med og uten DR ved høye frekvenser.

Deltakere: 30 deltakere som deltok i denne undersøkelsen, derav 16 menn og 14 kvinner i alderen 19 til 38 år. 15 deltakere med hørselstap og DR, 15 med hørselstap uten DR.

Metode: Diagnostisering av DR ble utført med TEN test. Taleforståelsestester ble utført både med og uten bakgrunnsstøy. Testene ble utført både med og uten HA som hadde to forskjellige programmer. Program 1 var bredbåndsförsterkning (fra 100Hz - 8000 Hz) og program 2 var försterkning opp til 2560 Hz. Det ble brukte et digitalt Siemens Signia HdO bak øret HA, og tilpasning var bilateralt for alle deltakere.

APHAB spørreskjema ble brukt for å vurdere kommunikasjonsvansker i daglige situasjoner.

Resultat: Personer uten DR fikk best resultat med program 1 mens personer med DR gjorde det bedre ved program 2 og det anbefales det å redusere høyfrekvent försterkning når det kommer til taleforståelse hos disse personene.

Diskusjon: Ved sammenligning viste deltakere uten DR en signifikant forbedring i taleoppfattelse ved bruk av HA tilpasset med program 1. Dette begrunnes med at hvis det ikke finnes en død region vil høyfrekvent informasjon effektivt bidra til taleoppfattelsen. Hos deltakere med DR viste resultat en forbedring med både program 1 og 2, men de hadde den største forbedringen med program 2. Forfatterne diskuterer at dette er grunnet at personer med DR i høyfrekvent er vant til oppfattelse av lav-pass filteret tale da deres hørsel vil fungere som et LP. Deltakere med DR registrerte også økt klarhet i lyden ved program 2.

Konklusjon: Personer uten DR nyttiggjør seg av HA med høyfrekvent försterkning, mens hos personer med DR anbefales det å redusere høyfrekvent försterkning når det kommer til HA tilpassing for å oppnå best taleforståelse.

Hvorfor den er relevant: Den tar for seg DR og taleoppfattelse.

V Limiting high-frequency hearing aid gain in listeners with and without suspected cochlear dead regions.

Begrensning av høyfrekvent forsterkning i høreapparater hos lyttere med og uten mistenkt døde regioner i cochlea

Forfatter: Mackersie, C. L., Crocker, T. L., & Davis, R. A.

Publisert: Journal of the American Academy of Audiology, 2004

Hensikt: Sammenligne taleforståelsesresultater for ører med og uten DR ved høyfrekvent forsterkning.

Deltakere: 14 voksne deltakere som deltok i denne undersøkelsen, 8 ører med påvist DR som ble matchet opp med 8 ører uten DR som hadde lik høreterskel.

Metode: Diagnostisering av DR ble gjennomført ved bruk av TEN test.

Taleforståelsestester ble gjennomført med HA tilpasset DSL i/o, denne tilpassingsregelen ble valgt da man ønsket mest mulig høyfrekvent forsterkning. CASPA ble gjennomført ved 65 dB SPL, med et støyforhold på +15, +10, +5 og 0 dB. Taleforståelsestesten i stille omgivelser ble gjennomført ved bruk av VKV sammensetning.

Talesignalet ble lav-pass filtrert ved fe, da ved 1/2 oktav og 1 oktav over grensen.

Kontinuerlig tale-støy ble sendt til det andre øret ved hjelp av en hodetelefon på et nivå på 55 dBSPL under testingen.

Resultat: Gjennomsnittlig fonem gjenkjenningsverdier var likt for ørene med og uten mistenkte DR. Det ble funnet at ved stille omgivelser vil personer med DR ha god nytte av bredbåndsfosterkning, men hvis det er støyete omgivelser oppnår de dårlige resultat og dette påvirker taleoppfattelse.

Diskusjon: I denne studien ble det funnet at i stille omgivelser vil lyttere med og uten DR få lik nytte av bredbåndsfosterkning. Disse funnene stemmer ikke med andre studier som har funnet at personer med DR opplever enten ingen påvirkning eller forverring da stimuli ble forsterket mer enn 1/2 til 1 oktav over den estimerte grensen for DR. Grunnen til at det er forskjeller mellom studier kan påvirkes av blant annet graden og årsaken til hørselstapet.

Konklusjon: Deltakere med DR kan oppleve fordeler i taleoppfattelsen med høyfrekvent forsterkning i stille omgivelser med lavt nivå av støy, men ikke i støyende omgivelser.

Hvorfor den er relevant: Omhandler DR og høreapparatforsterkning og dens påvirkning på taleforståelse.

VI Comparison of Frequency Transposition and Frequency Compression for People with Extensive Dead Regions in the Cochlea

Sammenligning av frekvenstransportering og frekvenskompresjon for personer med omfattende døde regioner i cochlea

Forfatter: Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C.

Publisert: Trends in Hearing, 2019

Hensikt: Målet med studien var å evaluere og sammenligne resultater fra FT og FK i et HA.

Deltakere: 10 deltakere med høyfrekvent DR, derav 3 kvinner og 7 menn i alderen 47 til 79 år.

Metode: Diagnostisering av DR ved bruk av TEN-HL test og fast-PTC.

Deltakerne prøvde tre forskjellige programmer i HA hvor hvert program ble bruk i en periode på 6 til 9 uker, og utbyttmålinger ble utført de to siste ukene i hver periode. HA var av typen Phonak BTE. De forskjellige programmene som ble brukt var FT-program, FK-program og et kontrollprogram uten ekstra funksjoner. I FT-programet ble frekvensene som var plassert ved 2-2.7 fe flyttet ned til fe-1.7fe. For FK-program ble kilde- og destinasjonsbånd basert på den høyeste fe verdien av begge ørene.

Resultat: Både FT og FK førte til økt hørbarhet av /f/ for de fleste deltakere, men hørbarheten av /s/ var i de fleste tilfellene ikke forbedret. Det er sannsynligvis på grunn av at kildebåndet falt under området hvor /s/ har mesteparten av sin energi.

Diskusjon: Det var forventet at FT eller FK ville øke tilgangen til midtfrekvens og høyfrekvent taleinformasjon ved å skifte frekvenskomponenter til et område hvor lyden blir hørt. Hørbarheten av /s/ ble bare forbedret i ett fåtall av deltakerne, grunnen til dette kan være at frekvensområdet som ble dekket av kildebåndet falt under det området hvor /s/ har mest energi. Det var ingen effekt på konsonantidentifikasjon for kontrollgruppe, FK eller FT, men at trening muligens kan bedre dette resultatet.

Konklusjon: De deltakerne i denne studien som ikke opplevde noen merkbar forbedring hadde veldig alvorlig hørselstap og hadde omfattende omfang av den DR. De fleste deltakerne opplevde forbedring i hørbarhet. Selv om FT og FK ikke førte til noen signifikant forbedring i taleoppfattelsen er det likevel noen fordeler ved FT og FK. Høy forsterkning ved høye frekvenser kan føre til feedback. FT og FK reduserer dette problemet ved å senke forsterkning i de høyere frekvensene som gjør at man kan ta i bruk større ventilasjon i ørepropp som begrenser okklusjonseffekt, som igjen kan føre til økt akseptering av bruk av

HA. Man vil også redusere støyeksponering og faren for støyindusert hørselstap ved eksponering av høy forsterkning.

Hvorfor den er relevant: Handler om bruk av FT og FK for personer med DR.

VII Using transposition to improve consonant discrimination and detection for listeners with severe high-frequency hearing loss

Bruk av transposisjon for å forbedre konsonantdiskriminasjon og gjenkjenning for lyttere med alvorlig høyfrekvent hørselstap

Forfatter: Joanna D. Robinson, Thomas Baer & Brian C.J. Moore

Publisert: International journal of audiology, 2007

Hensikt: Evaluere og designe en ny transposisjon algoritme som adapteres til hver enkelt person sitt hørselstap.

Deltakere: 8 deltakere, 7 som deltok i de forskjellige undersøkelsene. Deltakernes alder var fra 25 til 82 år. Alle hadde høyfrekvente DR.

Metode: Diagnostisering av DR ble gjennomført ved bruk av TEN test, PTC eller fast-PTC. I kontrolltilstanden var stimuli LP ved 1,7fe og forsterket i forhold til høreapparatets algoritmer. Det er valgt og ikke prøve å forsterke over 1.7fe da det vil kreve store mengder forsterkning, og disse prøveforholdene som er satt kan representere en tilpasning som kan gjennomføres med et konvensjonelt HA i praksis. Lyder fra 2fe- 2,7fe ble transportert ned til fe-1,7fe, og det ble kun transportering om det var tilstrekkelig forhold av høyfrekvent til lavfrekvent energi. Dette ble gjort for å unngå at støy og uønskede lyder med lav energi ble transportert og virke som en forstyrrende faktor. Det ble ikke brukt FK. Lavfrekvente komponenter ble forsterket som normalt, denne forsterkningen berørte ikke FT. VKV test ble brukt for å teste deltakerens evne til å diskriminere konsonanter.

Resultat: VKV testen viste at det var ikke noen signifikant fordel ved frekvenstransportering generelt, men den har heller ikke ført til svekkelse av konsonantidentifikasjon. Det var også individuelle forskjeller mellom deltakerens evne i forhold til bruk av den transponerte informasjonen.

To deltakere viste en generell signifikant forbedring etter transponering, men ingen viste en betydelig forverring. Det er to deltakere som viste en signifikant reduksjon i ytelse for enkelte typer konsonanter, det er mulig at de to deltakere ville ha vært bedre med et lavere nivå av det transponerte bandet.

Diskusjon: Studien utviklet en FT-algoritme tilpasset deltakernes fe. Konsonanter med signifikant høyfrekvent informasjon ble flyttet ned til et hørbart område. Tester ble utført i stille omgivelser, men de forventet at på grunn av den tilpassede FT at det ikke vil bli flyttet høyfrekvent støy som vil påvirke resultatet, og at dette kan være grunnen til at konvensjonell FT har hatt begrenset suksess.

Konklusjon: Resultat på studien indikerer at å tilpasse FT etter lokalisasjonen til fe vil være gunstig for personer med høyfrekvent DR til å forstå konsonanter.

Hvorfor den er relevant: Tar for seg FT i forhold til DR og fe plassering i forhold til hva man skal presentere av lyd gjennom HA.

VIII Effect of linear and warped spectral transposition on consonant identification by normal-hearing listeners with a simulated dead region.

Effekt av lineær og warped spectral transposition på konsonantidentifikasjon av normal hørende lyttere med en simulert død region

Forfatter: Füllgrabe, C., Baer, T., & Moore, B. C.

Publisert: International journal of audiology, 2010

Hensikt: Undersøke fordelene av FT for personer som har alvorlig til svært alvorlig hørselstap ved høye frekvenser og tilnærmet normal hørsel ved lave frekvenser.

Deltakere: Eksperiment 1: 6 testpersoner. Deltakerne var på alderen 20 til 27 år. Eksperiment 2: 20 testpersoner. Deltakerne var på alderen 19 til 25 år. Eksperiment 3: 12 testpersoner. Deltakerne var på alderen 18 til 22 år. Alle deltakerne hadde normal hørsel, men simulerte hørselstap og DR.

Metode: I denne studien så utfører de 3 eksperimenter. Eksperiment 1 skal identifisere hvilket frekvensbånd som gir den største forbedringen i konsonant identifisering, når dette frekvensbåndet kombineres med et LP bånd. Eksperiment 2 bygger på eksperiment 1 hvor man tar det frekvensbåndet som kom ut best, og ser hvilke fordeler de har når det blir flyttet ned til området til referansebåndet. Eksperiment 3 tok for seg effekten av fokusert trening ved bruk av forhold med og uten transporterering. Alle deltakerne ble testet med VKV talestimuli.

Resultat: Eksperiment 1 viste at kildebåndet sentrert rundt 4KHz ga høyest identifikasjonsscore og generell prestasjon var best når kildebåndet var bredere. Resultatene fra eksperiment 2 viste at ved å legge til et høyfrekvent bånd på LP båndet fikk man bedre resultater. Eksperiment 3 tar for seg fokusert trening og alt i alt var det ingen signifikant forbedring av identifikasjonsscore ved de to transposisjonsversjonene enn ved referanseversjon, men antall konsonanter som ble misforstått etter trening var mindre ved transposisjon enn for referansen.

Diskusjon: Denne studien prøver å utvikle en transporteringsalgoritme som kan bli brukt i HA, designet spesielt for personer med høyfrekvent DR med større omfang. Denne gruppen har større sjanse for å oppnå nytte av FT siden det er en grense for hvor mye informasjon som kan oppnås med forsterkning alene, og at personer kan ha nytte fra spektrale komponenter fra området rundt fe og 1.7 fe.

Konklusjon: Studien viste at når transporterering ble brukt ble det ikke oppnådd noen signifikant bedring, hverken med kompresjon og uten kompresjon. Resultatet bedret seg i

liten grad med lyttetrening, og det var ingen økning ved transporterung. FT viste en liten reduksjon i forvirring rundt oppfattelse av frikativer som f, th, s og sh.

Hvorfor den er relevant: Den går grundig inn på FT.

IX Quality ratings of frequency-compressed speech by participants with extensive high-frequency dead regions in the cochlea

Kvalitets rangering av frekvenskomprimert tale av deltakere med omfattende høyfrekvent døde regioner i cochlea

Forfatter: Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C.

Publisert: International journal of audiology, 2017

Hensikt: Utforske hvordan kvaliteten på talelyden oppfattes ved FK hos personer med høyfrekvent DR.

Deltakere: 5 deltakere med høyfrekvent DR i alderen 63 til 77 år.

Metode: TEN-HL test og fast-PTC for diagnostisering av DR. Det ble presentert 12 setninger hvor deltakerne skulle bedømme hvem som hadde best lyd kvalitet, 6 setninger ble lest av menn og de 6 andre av kvinner. Setningene ble presentert i par hvor en var kontrollstimuli mens den andre var med FK.

Resultat: FK påvirker lyd kvaliteten i negativ retning, men ikke signifikant. Resultatene viser at det er en sammenheng mellom lyd kvalitet og fe. Når Sf senkes og ved CR økes, så reduseres lyd kvaliteten mer.

Diskusjon: Hos personer med normal hørsel og personer med mildt til alvorlig hørselstap viser tidligere studier at lav Sf og høy CR verdier assosiert med forvrengninger av lyd signalet, og at Sf har en signifikant effekt på kvalitets rangering. I denne studien varierte Sf på bakgrunn av deltakerens fe. En tone som faller godt innenfor en DR har ofte ikke en klar tone høyde, og kan lyde som støy. Studien diskuterer at det kan være grunnen for at effekten av Sf på kvalitets rangering og at forvrengninger i lyd signalet blir mindre merkbart når frekvens senkede lyder faller innenfor en død region. Forfatterne mener at lyd kvaliteten er viktig for at HA skal bli akseptert av brukerne, og at lyd kvaliteten er viktig for å evaluere hvor store fordeler som kan oppnås for tale oppfattelse

Konklusjon: Studien indikerer at FK fører til noe degenerasjon av lyd kvaliteten. Resultatet viser at lyd kvaliteten var signifikant lavere når Sf var under fe enn når den var over fe.

Lyd kvaliteten var også signifikant lavere når CR var på 4 enn ved 2 og 3.

Hvorfor den er relevant: Tar for seg FK og lyd kvalitet for personer med DR i cochlea.

X Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory

Døde regioner i cochlea: implikasjoner for talegjenkjennelse og anvendelighet av artikulasjon indeksteori

Forfatter: Vestergaard, M. D.

Publisert: International Journal of Audiology, 2003

Hensikt: Finne ut hvor godt TEN test fungerer til og detektere DR og se på sammenhengen mellom DR og taleoppfattelsen ved lav-pass filtrert tale.

Deltakere: 22 deltakere i alderen 29 til 73 år som stort til alvorlig hørselstap, 11 av disse hadde også DR.

Metode: DR ble målt med TEN test, det ble også vurdert hvor god gjennomførbarhet denne testen hadde. Taleforståelsestest ble utført og resultatene ble ført med RS og SII. Talestimuli ble tilpasset hver enkelt deltaker ut fra lokalisasjonen av DR og dens fe.

Resultat: Når man sammenlignet resultatene til deltakerne med DR og uten DR viste det at ved å fjerne høyfrekvent stimuli presterte deltakerne med DR bedre enn de uten.

Diskusjon: Forfatterne sin hypotese var at personer med DR er vant med å oppfatte lav-pass filtrert tale, da deres hørsel allerede er lav-pass filtrert ved at de ikke oppfatter høye frekvenser på grunn av den DR. Derfor vil man forvente liten endring i taleoppfattelse og at deltakerne uten DR vil ha større problemer ved fjerning av høyfrekvent stimuli.

Konklusjon: Studien viste at deltakerne som har DR viste mindre individuelle variasjoner, og hadde bedre taleoppfattelsesevner i lytteforhold med dårlig hørbarhet sammenlignet med deltakerne uten DR.

Hvorfor den er relevant: Omhandler DR og taleoppfattelse.

XI No evidence for enhanced processing of speech that is low-pass filtered near the edge frequency of cochlear dead regions in children.

Manglende bevis for forbedret prosessering av tale som er lav-pass filtrert nær kantfrekvensen av en cochleær død region hos barn

Forfatter: Malicka, A. N., Wilson, W. J., Baer, T., Munro, K. J., Baker, R. J., Miluzzi, D., & Moore, B. C.

Publisert: International journal of audiology, 2018

Hensikt: Vil barn med hørselstap i midt og høye frekvenser med DR vise forbedret evne til å prosessere tale som er lav-pass filtrert nær fe.

Deltakere: 15 barn i alderen 8 til 13 år, 7 NH deltakere og 14 ører med hørselsnedsettelse, hvorav 7 med DR og 7 NODR.

Metode: Diagnostisering av DR ble gjort med TEN test og fast-PTC. For taletesten ble det brukt VKV kombinasjon, og den nominelle lydstyrken var 65dB før det ble satt på filter. Det ble satt på tre forskjellige filtre. Ett filter var kompensasjon for den frekvenskarakteren hodetelefonene ga, et frekvens-selektiv forsterkning basert på DSL 4.1 (denne kun for DR og NODR gruppene) og et LP. De ble testet i 2-3 konsultasjoner med varighet opp til to timer inkludert pauser.

Resultat: Alle tre gruppene oppnådde likt resultat uten noen signifikante forskjeller i resultatene. Resultatene støtter ikke ideen om at DR er assosiert med en forbedret evne for å gjenkjenne tale informasjon under fe.

Diskusjon: Denne studien ble utført med en forventning om at man skulle oppnå likt resultat som man har gjort ved tidligere lignende studier, de studiene ble utført på voksne deltakere. Resultatene fra denne studien stemmer ikke med forventet resultat. Denne forskjellen er begrunnet med at barn som deltok i denne studien hadde hørselsskader tidlig i livet, slik at de er mer vant med den lyden de hører da de ikke har hørt på en annen måte tidligere. Voksne i andre studier som ble sammenlignet med denne studien hadde ervervet hørselstap, og har et annet utgangspunkt når det kommer til lyd- og taleoppfattelse.

Konklusjon: Det var liten eller en ikke-signifikant forskjell på testresultatene mellom de tre gruppene. Dette viser motsatt resultat enn hva som er forventet hos voksne deltakere.

Hvorfor den er relevant: Handler om lav-passfiltrert tale nær fe av DR hos barn.

XII The Effect of Low-Pass Filtering on Identification of Nonsense Syllables in Quiet by School-Age Children With and Without Cochlear Dead Regions

Effekten av lav-pass filtrering på identifisering av stavelser i stille omgivelser hos barn i skolealder med og uten døde regioner i cochlea

Forfatter: Malicka, A. N., Munro, K. J., Baer, T., Baker, R. J., & Moore, B. C.

Publisert: Ear and hearing, 2013

Hensikt: I denne studien ønsker man å finne ut om hvor viktig høyfrekvent forsterkning er hos barn med og uten DR.

Deltakere: 11 deltakere, derav 5 gutter og 6 jenter i alderen 8 til 13 år. Alle var erfarne høreapparatbrukere. Deltakerne ble delt inn i to grupper i henhold til alvorlighetsgraden av hørselstapet. Moderat til alvorlig hørselstap 9 ører uten DR, 3 ører med DR. Alvorlig til dypt hørselstap 7 ører med DR og 1 øre uten DR.

Metode: DR ble diagnostisert ved bruk av TEN test og fast-PTC. De testet i 2-3 konsultasjoner med varighet opp til to timer inkludert pauser. De ble utstyrt med flerkanalskompresjon HA, der lineær forsterkning ble brukt, HA ble tilpasset etter DSL 4.1 tilpasningsregel med talestimuli på 65 dB SPL. Hos SP gruppen ble gain redusert under DSL-målværdiene på grunn av enten utstyrsbegrensninger, eller at noen deltakere indikerte at talesignalet var ubehagelig høyt. Taletesten som ble brukt var VKV. Stimuli ble presentert med bredbåndsfosterkning eller LP forsterkning med forskjellige "cut-off" frekvenser. SII verdier ble brukt for å sammenligne resultater før og etter forsterkning for å vurdere i hvilken grad hørbarhet ble forbedret.

Resultat: MS gruppen viste nytte av høyfrekvent forsterkning både med DR og uten, mens SP gruppen med DR viste lite nytte av dette. For SP gruppen økte ytelsen når "cut-off" frekvensen øktes opp til rundt en oktav over fe.

Diskusjon: Resultatene viser at barn med moderat til alvorlig hørselstap kan få nytte av høyfrekvensforsterkning uavhengig av om de har DR eller ikke. Ofte er lignende studier gjennomført på voksne, og de viser at voksne med DR ikke nyttiggjør seg av høyfrekvent forsterkning. Resultatene for SP gruppen er lik forskning som er hentet fra andre studier utført på voksne. Høyfrekvent forsterkning for deltakerne med omfattende høyfrekvente DR vil ikke gi noen fordel i forhold til taleforståelse, og vil noen ganger føre til forverring.

Konklusjon: For barn med moderat til alvorlig hørselstap og høyfrekvent DR anbefales forsterkning opp til 4kHz, men for barn med alvorlig til dypt hørselstap og høyfrekvente DR anbefales det å ikke gi forsterkning mer enn 1 oktav over fe til DR.

Hvorfor den er relevant: Handler om høfrekvent forsterkning hos barn med og uten DR.