



MEDICINSKA FAKULTETEN

Lunds universitet

Avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi
Institutionen för kliniska vetenskaper, Lund

Suppression av otoakustiska emissioner, uppmärksamhet och kognitiv inhibition

Linda Granath

Audiologiutbildningen, 2011
Vetenskapligt arbete, 30 högskolepoäng

Handledare: Jonas Brännström

SAMMANFATTNING

Efferenta nervbanor innerverar de yttre hårcellerna i koklean och har en inhiberande verkan på basilarmembranets vibrationsamplitud när örat exponeras för låga och måttliga ljudnivåer. Detta kallas för mediala olivokokleära reflexen och kan exempelvis mätas genom så kallade suppressionsmätningar – det vill säga otoakustiska emissioner (OAE) med samtidig kontralateral brusstimulering. I tidigare studier har man observerat att den efferenta påverkan på de yttre hårcellerna kan förändras vid riktad uppmärksamhet. Därför misstänker man att kortikala områden kan påverka egenskaperna i koklean genom de efferenta banorna. Kognitiv inhibition innebär undertryckande av en funktion eller process, och anses vara en avgörande funktion vid uppmärksamhet. Författaren ville undersöka sambandet mellan kognitiv inhibition och resultat från suppressionsmätningar vid riktad uppmärksamhet. Fyra OAE-mätningar utfördes med kontralateral brusstimulering. I två av testsituationerna skulle forskningspersonerna under tiden som mätningen pågick utföra en auditiv respektive en visuell testuppgift i syfte att framkalla riktad uppmärksamhet. Emissionsnivåerna jämfördes mellan de olika mätningarna för att avgöra om det uppstod en förändring vid riktad uppmärksamhet. Ett Flankertest utfördes för att testa den kognitiva inhibitionsförmågan. Ingen signifikant förändring av emissionsnivåerna som hade kunnat tillskrivas en uppmärksamhetseffekt kunde observeras. Inte heller uppmärksammades ett starkt samband mellan resultaten från suppressionsmätningarna och resultaten från Flankertestet. Därför uteslöts det att högre centrala områden har haft en efferent påverkan på emissionsnivåerna i denna studie.

Sökord: Mediala olivokokleära efferenter, suppressionsmätningar, kognitiv inhibition, otoakustiska emissioner, riktad uppmärksamhet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	1
Otoakustiska emissioner	1
TEOAE.....	2
Olivokokleära systemet.....	2
MOC-reflexen.....	3
Suppressionsmätningar	4
Suppressionsmätningar och riktad uppmärksamhet.....	6
Auditiv uppmärksamhet.....	6
Anatomiska studier	8
Kognitiv inhibition	9
SYFTE.....	10
HYPOTES	11
FRÅGESTÄLLNING	11
METOD	11
Litteratursökning.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Deltagare	11
Inklusionskriterier	11
Mätprocedur.....	12
TEOAE	12
Suppressionsbrus	13
Flankertest.....	14
Statistik	14
TEOAE	14
Flankertest	15
RESULTAT	16
TEOAE.....	17
Flankertest	18
DISKUSSION.....	19
TEOAE.....	19
Variationen mellan studier.....	22
Flankertest	23
Slutsats	24
REFERENSER.....	26
BILAGOR	

INLEDNING

Otoakustiska emissioner

Mätning av otoakustiska emissioner (OAE) är en icke-invasiv undersökning som mäter de yttre hårcellernas funktion genom att stimulera innerörat och registrera emissionerna i hörselgången (Kemp, 2002). Emissioner är egentligen tryckfluktuationer som uppkommer i innerörat till följd av de yttre hårcellernas aktiva mekaniska egenskaper som förstärker vibrationen på basilarmembranet. Emissionerna når hörselgången då tryckfluktuationerna i innerörat transmittas genom hörselbenskedjan till trumhinnan som sätts i rörelse och då alstrar ljud (Kemp, 2002). Emissionerna uppkommer till följd av de yttre hårcellernas motila egenskaper, vilket i princip innebär att hårcellerna kan ändra sin längd genom depolarisation och hyperpolarisation. Detta medför att den elektriska potentialen hos hårcellen ändras och då även dess längd. Rörelsen från de yttre hårcellerna resulterar i energi som integreras med basilarmembranets rörelse vilket leder till en ökad vibrationsamplitud (Hall, 2000). Denna aktiva process hos de yttre hårcellerna kallas den kokleära förstärkaren och innebär att låga och måttliga ljudnivåer förstärks. Detta resulterar i en ökad känslighet för svaga ljud då det dynamiska området mellan svaga och starka ljud ökar, och det ger även upphov till en förbättrad frekvensselektivitet (Pickles, 2008). Kokleans massa och vätska absorberar egentligen energi och dämpar därför till viss del den mekaniska rörelsen av basilarmembranet, och utan den kokleära förstärkaren hade inte vår känslighet för svaga ljud och höga frekvensselektivitet varit möjlig (Hall, 2000). Emissioner är egentligen energi som ”läcker ut” från den kokleära förstärkaren på grund av distorsion och störningar (Kemp, 2002). Distorsionen beror på de yttre hårcellernas förstärkning av den vandrande vågen, som skapar en olinjär respons för det inkommande ljudet. Även spatiala oregelbundenheter hos de yttre hårcellerna och basilarmembranet, gör att viss energi från den vandrande vågen reflekteras och bildar emissioner (Kemp, 2002; Shera, 2004).

OAE går att uppmäta med olika metoder som går ut på att framkalla emissioner genom att presentera olika typer av stimuli. Frekvensspecifik otoakustiska emissioner (SFOAE) innebär att man presenterar stimuli med kontinuerliga toner, exempelvis sinussvep. Transienta otoakustiska emissioner (TEOAE) består av ett mer bredbandigt stimulus som klickljud eller toneburst. Distortionsprodukter (DPOAE) mäts genom att presentera två sinustoner som ligger nära i frekvens vilket skapar intermodulationsdistorsion vilket gör att nya frekvenskomponenter bildas (Hall, 2000). Spontana otoakustiska emissioner (SOAE) kan mätas utan något presenterat stimuli. SFOAE och SOAE används främst inom forskning medan TEOAE och DPOAE även används i klinisk verksamhet (Hall, 2000).

OAE är en känslig mätmetod och emissionsnivåerna kan påverkas av flera olika faktorer som exempelvis mellanörats impedansförhållande, probens placering i hörselgången, cerumen och bakgrundsljud. Rörelser, muskelspänningar och ljud från forskningspersonen ger upphov till brusstörningar i hörselgången som riskerar att maskera emissionerna. Det finns visst belägg för att kroppstemperatur och kroppsplacering kan påverka emissionsnivåerna. Även en könsskillnad har uppmärksammats, då det har visat sig att kvinnor som grupp kan ha starkare

emissioner och högre korrelation än män vid TEOAE-mätningar. Alkohol och acetylsalicylsyra-baserade läkemedel har visat sig kunna minska emissionsnivåerna (Hall, 2000; Kemp, 2002).

TEOAE

TEOAE innebär att man stimulerar örat med en kort och bredbandig signal. Detta förfarande behöver inte innebära en minskad frekvensspecificitet eftersom emissionsresponsen analyseras med Fast Fourier Transform (FFT), vilket möjliggör att emissionsnivåerna kan presenteras grafiskt i någon form av frekvensband. Detta är genomförbart på grund av kokleans tonotopiska organisation, vilket innebär att emissionerna når hörselgången med olika tidsintervall beroende av dess frekvens. Detta beror på att hårcellerna och nervfibrerna i basen av koklean svarar för de höga frekvenserna, medan de låga frekvenserna detekteras i kokleans apex. Detta medför att emissionerna beroende av frekvens har olika lång väg till hörselgången (Hall, 2000).

Kliniskt används oftast olinjärt stimuli, d.v.s. stimuli med alternerande polaritet. Detta gör att man kan minimera effekten av kvarvarande energi från stimulussignalen i responsen (Hall, 2000). Vid suppressionsmätningar föredras linjärt stimuli där klickljuden har samma polaritet. Eftersom olinjära stimuli kan medföra distorsion i responsamplituden och detta kan påverka suppressionseffekten negativt (de Boer & Thornton, 2007; Hall, 2000).

TEOAE-responsen analyseras genom att observera de absoluta amplituderna hos emissionerna uppdelat i frekvensband, signal- och brusförhållandet (SNR) och korrelationen. Brusnivån i hörselgången uppmäts under mätningen och jämförs sedan med emissionsnivåerna för att få fram ett SNR-värde. Korrelationen hos responsen uttrycks i procent och fastställs genom att jämföra två vågformer som uppmäts samtidigt. Om korrelationen är låg, det vill säga vågformerna avviker från varandra, kan det bero på en för hög brusnivå under mätningen eller en kokleär skada (Hall, 2000).

Olivokokleära systemet

Det olivokokleära systemet utgörs av efferenta nervfibrer som har en efferent inverkan på koklean. Den mediala olivokokleära bunt utgår från det superiora olivokokleära komplexet och är en del av de efferenta nervbanorna och innerverar både den ipsilaterala och kontralaterala koklean. Det efferenta systemet består av två nervbanor; de mediala olivokokleära efferenterna (MOC) och de laterala efferenterna (LOC) (Hall, 2000; Pickles, 2008). MOC utgår från den mediala delen av det superiora olivokokleära komplexet på både sidorna av hjärnstammen, och når koklean där de innerverar de yttre hårcellerna. LOC härstammar från den laterala superiora oliven på ena sidan i hjärnstammen, och innerverar nervfibrer från hörselnerven i anslutning till de inre hårcellerna (Guinan, 2006). MOC-fibrerna ger upphov till en akustisk reflex, MOC-reflexen, som kan minska de yttre hårcellernas aktiva förstärkning. Med andra ord kan de efferenta nervfibrerna inhibera den kokleära

förstärkarens funktion och då påverka basilarmembranets vibrationsamplitud (Guinan, 2006). MOC-reflexen antas vara frekvensspecifik eftersom varje MOC-fiber inhiberar en avgränsad region av de yttre hårcellerna och antas aktiveras vid sin inneboende frekvens. Dock har OAE-mätningar uppvisat varierande resultat, där MOC-reflexen aktiveras för ett bredare frekvensband än vad man förväntade sig (Guinan, 2006). LOC-fibrerna är tunna och omyeliniserade vilket leder till att de är svåra att stimulera och extrahera mätresultat från. På grund av detta är LOC-efferenternas funktion fortfarande oklar, och man är osäker på hur dessa efferenter kan påverka kokleas egenskaper. MOC-fibrerna är däremot tjocka och myeliniserade, vilket underlättar vid mätningar på både djur och människor (Guinan, 2006). Det finns både en ipsilateral och kontralateral MOC-reflex. Den ipsilaterala reflexen aktiveras när ljudimpulser leds genom afferenta nervbanor till kokleariskärnan och sedan korsar över till den kontralaterala mediala oliven, som sedan korsas tillbaka genom efferenta nervbanor till koklean där ljudimpulserna först kom ifrån. För den kontralaterala reflexen når ljudimpulserna kokleariskärnan innan impulserna korsar över till den mediala oliven på andra sidan hjärnstammen och som sedan fortsätter till den koklea där ljudimpulserna inte kom ifrån (Guinan, 2006). De mediala olivokokleära efferenterna kan undersökas genom OAE, där man genom att aktivera reflexen kan uppmäta en försvagning av emissionsamplituderna, d.v.s. reflexens inhiberande styrka (Kemp, 2002).

MOC-reflexen antas aktiveras när MOC-neuroner förmedlar signalsubstansen acetylkolin till de yttre hårcellerna vid depolarisation. Detta leder till att kalcium strömmar in i hårcellen vilket möjliggör att kalium kan strömma ut, som sedan medför hyperpolarisation av hårcellen. Detta orsakar en inhibition av den kokleära förstärkaren. Om acetylkolin engagerar hårcellen under längre tidsförlopp ändras även dess motila egenskaper (Guinan, 2006).

MOC-reflexen

MOC-reflexens syfte och huvudsakliga funktion är ännu inte helt fastställd, men reflexen antas kunna skydda innerörat från starka ljud. Reflexens inhiberande funktion anses även kunna underlätta för taluppfattningen i bullriga miljöer och det spekuleras även om suppressionseffekten kan styras av högre kognitiva förmågor såsom uppmärksamhet (de Boer & Thornton, 2007; Guinan, 2006).

MOC-reflexen arbetar under ett snabbt och ett långsamt tidsförlopp. För det snabba tidsförloppet kan reflexen aktiveras inom 100 ms. Man antar att reflexens funktion för detta tidsförlopp är att i en tyst bakgrundsmiljö minska den inkommande ljudnivån, medan reflexen i en bullrig ljudmiljö istället antas förstärka vissa ljud (Guinan, 2006). Detta kan tyckas vara paradoxalt men antas bero på att reflexen inhiberar hårcellernas adaptation till högt och kontinuerligt bakgrundsljud. Adaptation innebär att aktionspotentialen i hörselnerven minskar för starka ljud, då hårcellerna inte hinner återhämta sig för att alstra tillräcklig aktionspotential. Detta leder till att det dynamiska området mellan höga och låga ljudnivåer blir mindre, vilket resulterar i att talljud kan maskeras av högt bakgrundsljud. Denna effekt upphävs dock av MOC-reflexen då man antar att reflexen kan förhindra adaptation till bakgrundsljud och på så vis återskapa det dynamiska området och då även underlätta uppfattbarheten av talljud. Denna effekt benämns i litteraturen som *MOC-unmasking*, och syftar till den

minskade maskeringseffekten från bakgrundsbullret. (Guinan, 2006; Seluakumaran, Mulders & Robertson, 2008). Flera studier har undersökt om en stark suppressionseffekt kan underlätta detektionen av toner i brus, vilket även hade kunnat innebära en förbättrad taluppfattning i bullriga miljöer. Studier på detta område har uppvisat motstridiga resultat (Micheyl & Collet, 1995). Man har även undersökt om det föreligger ett samband mellan en individs suppressionseffekt och resultat på tal-i-brus-test, men även här varierar resultaten mellan studier (Wagner, Frey, Heppelmann, Plontke & Zenner, 2007). Micheyl och Collet (1995) tror att divergensen mellan studier kan bero på vilket sorts stimulus som används och om man stimulerar ipsilateralt, kontralateralt eller binauralt. De menar även att toner möjligtvis inte är tillräckligt komplexa ljud för att aktivera *MOC-unmasking*.

MOC-reflexen reagerar även, som tidigare nämnt, på stimuli under längre tidsförlopp. Man har upptäckt att basilarmembranets vibrationsamplitud minskar över en längre period än vid snabba tidsförlopp, och efter avbrutet stimuli tar det längre tid för basilarmembranet att nå sin ursprungliga amplitud. Man tror att de snabba och långsamma förändringarna sker parallellt, men att de beror på olika underliggande mekanismer. Det har spekulerats i om det främst är den långsamma effekten som bidrar till skydd mot höga ljudnivåer (Guinan, 2006).

Suppressionsmätningar

Det efferenta systemet kan som tidigare nämnt undersökas med OAE, där man genom att tillföra suppressionsstimuli ipsilateralt, kontralateralt eller binauralt kan aktivera MOC-reflexen. MOC-reflexens inhiberande förmåga gör att emissionsnivåerna sjunker vilket resulterar i en suppressionseffekt (Guinan, 2006). Vilka stimuli man använder för att aktivera reflexen varierar mellan vetenskapliga studier, men enligt Hall (2000) och Kemp (2002) är bredbandiga stimuli mer effektiva än smalbandiga stimuli, och ofta används någon form av brus. Suppressionsmätningar kan utföras med samtliga OAE-metoder, men TEOAE anses ge större suppressionseffekt än DPOAE (Hall, 2000; Kemp, 2002). Dock menar Guinan (2006) att det är oklart vilken OAE-metod som bäst lämpar sig för att mäta MOC-reflexen då det inte finns några tillgängliga data som jämför de olika metoderna med varandra. Men det finns fördelar och nackdelar med samtliga metoder. Exempelvis tenderar DPOAE-värdena vid suppressionsmätningar att variera mellan och inom mätningar för en individ på grund av responsens finstruktur, d.v.s toppar och dalar i responskurvan. Finstrukturen antas påverkas av ljudtrycksnivån och frekvensförhållandet mellan tonerna, och misstänks uppkomma på grund av den distorsion och reflexion som skapas i koklean på grund av den kokleära förstärkaren. Till följd av responsens finstruktur kan DPOAE-nivån variera på ett sätt som medför att MOC-reflexens effekt inte alltid kan fastställas (Sun, 2008). För TEOAE uppstår mätsvårigheter främst vid ipsilaterala mätningar på grund av att suppressionstimuli riskerar att maskera svagare OAE-stimuli. Vidare riskerar MOC-reflexen att aktiveras av klickljuden istället för suppressionsbruset. För att undvika missvisande resultat vid TEOAE-mätningar kan man mäta suppressionseffekten med kontralateralt stimuli (Guinan, 2006). Vid ipsilaterala OAE-mätningar med toner kan en suppressionseffekt uppkomma som beror på att suppressionsbruset interagerar med tonerna på basilarmembranet på ett sätt som skapar en inhiberande effekt för tonerna. Detta kallas för *two-tone suppression* och är en maskeringseffekt från bruset och beror således inte på MOC-reflexen (Guinan,

2006; Seluakumaran, Mulders & Robertson, 2008). Vid ipsilaterala DPOAE-mätningar på djur har man upptäckt en annan suppressionseffekt som inte heller beror på MOC-reflexen, och som i litteraturen benämns *slow intrinsic effects*. Denna MOC liknade effekt antas härstamma från den yttre hårcellsbunten, men mekanismen bakom är okänd. *Slow intrinsic effects* har inte påvisats för människor, och hur kraftfull effekten är på de yttre hårcellerna är okänd. Dock undviker man denna alternativa felkälla genom kontralaterala mätningar och med bredbandigt stimulus (Guinan, 2006).

Man har undersökt om där finns en skillnad i styrka mellan reflexerna, d.v.s. om där föreligger en skillnad i suppressionseffekt. I djurstudier har det visat sig att den ipsilaterala reflexen är starkare än den kontralaterala reflexen (Guinan, 2006). Men Guinan (2006) menar att det inte lär finnas någon skillnad mellan reflexerna hos människor, eftersom man med OAE inte kunnat uppskatta en betydande variation mellan den ipsilaterala och kontralaterala reflexen (dock har detta inte fastställts för samtliga frekvenser). Vid OAE-mätningar uppkommer den starkaste suppressionen för måttliga ljudnivåer (55-60 dB peak equivalent (p.e.) SPL) vilket överensstämmer med den övre delen av den kockleära förstärkarens dynamikområde. Vidare ökar suppressionseffekten om ljudnivån för suppressionsstimulit blir starkare (Guinan, 2006; Hall, 2000). Ljudnivån bör inte vara så stark att stapediusmuskeln riskerar att kontraheras, då detta ger missvisande värden och en överskattning av suppressionseffekten. Man måste även ta hänsyn till risken för överhörning mellan öronen då kontralateral stimulering kan nå det andra örat och på så sätt påverka OAE-mätningen (Hall, 2000). Under TEOAE-mätningar har man funnit starkast suppression mellan 8-18 ms efter avslutat stimuli, samt störst suppressionseffekt i frekvensbandet 1-2 kHz (Hall, 2000).

Suppressionseffekten varierar mellan normalhörande individer, för vissa kan suppressionen uppnå 10 dB medan den för flertalet endast uppgår till 1-3 dB. För en enskild individ kan suppressionseffekten variera mellan olika frekvenser och tidskonstanter (Giraud, Collet, Cheery-Croze, Magnan & Chays, 1995). Enligt Guinan (2006) riskeras reflexens kapacitet att underskattas vid OAE-mätningar, då man i studier som undersöker den neurala responsen i hörselnerven funnit större suppressionseffekter. Man har spekulerat i om den varierande suppressionseffekten hos individer beror på emissionsstyrkan, men man har inte funnit något signifikant samband mellan suppressionseffekten och emissionsnivåer. Det innebär att starka emissioner inte behöver medföra en stark MOC-reflex eller tvärt om (Hall, 2000). Suppressionseffekten minskar dock vid kockleära hörselnedsättningar i de fall där emissioner fortfarande kan uppmätas (Hall, 2000). Det finns visst underlag att suppressionseffekten även avtar med ökande ålder för normalhörande individer, med normala emissionsnivåer (Hall, 2000). Keppler, m. fl. (2009) fann att emissionsnivåerna och den kontralaterala suppressionseffekten för TEOAE avtog vid ökande ålder för normalhörande individer. De Oliveira, Candido och Filho (2009) utförde en liknande studie och fann att suppressionen började försämrats efter 40 års ålder.

Det har visat sig att suppressionseffekten tenderar att vara starkare i höger öra än i vänster öra vid kontralateral brusstimulering (Khalfa & Collet, 1996). Hall (1999) nämner att högerhänta tenderar att ha starkare suppressionseffekt i sitt högra öra, medan vänsterhänta anses ha en symmetrisk suppressionseffekt mellan öronen.

Suppressionsmätningar och riktad uppmärksamhet

Riktad uppmärksamhet innebär att man aktivt detekterar ett visst stimulus ur andra irrelevanta stimuli (MacLeod, 2007). Flera studier har påvisat att uppmärksamhet för auditiva stimuli påverkar suppressionseffekten (Froehlich, Collet, & Morgon, 1992; Giard, Collet, Bouchet & Pernier, 1993; Guinan, 2006). Man talar om ett perifert auditivt filter som antas påverkas av en top-down kontrollerad process. Det vill säga en central mekanism som genom descenderande nervbanor från det auditiva kortex kan påverka de fysiologiska egenskaperna hos de yttre hårcellerna genom den efferenta förbindelsen med olivkomplexet (Michie, LePage, Solowij, Haller och Terry, 1996). Hur auditiv uppmärksamhet påverkar suppressionseffekten och emissionsnivåerna är dock fortfarande oklart och resultaten varierar mellan studier (Harkrider och Bowers, 2009). I vissa fall kan emissionsnivåerna öka, d.v.s. suppressionseffekten sjunka vid uppmärksamhet mot ett visst stimulus. Medan emissionsnivåerna i andra fall har visat sig sjunka, vilket innebär en ökad suppressionseffekt vid uppmärksamhet. Det är oklart varför emissionsnivåerna tenderar att både öka och sjunka vid auditiv uppmärksamhet (Harkrider, & Bowers, 2009).

En del studier har även visat på att olika former av visuella uppgifter i syfte att rikta uppmärksamheten kan förstärka suppressionseffekten. Men det finns även undersökningar som påvisar motsatsen, där ingen förändring av emissionsnivåerna kan uppvisas (Maison, Micheyl, & Collet, 2001). Froehlich, m. fl. (1992) fann att emissionsnivåerna minskade vid en visuell testkonstruktion vid TEOAE-mätningar utan något bredbandigt suppressionstimuli (utöver klickljuden i signalen). de Boer och Thornton (2007) fann dock ingen påverkan på emissionsnivåerna vid en visuell testuppgift utan kontralateral brusstimulering. Ferber-Viart, Ducklaux, Collet och Guyonnard (1995) fann i sin studie att visuell uppmärksamhet ökade suppressionseffekten under kontralateral brusstimulering. de Boer och Thornton (2007) fann dock resultat som tydde på motsatsen, när de använde kontralateral brusstimulering. De kritiserade även Ferber-Viart, m. fl. (1995) för att använda en för enkel testuppgift som inte testar riktad uppmärksamhet, och en skillnad i emissionsnivå kan därför bero på andra effekter än uppmärksamhet.

Auditiv uppmärksamhet

Michie, m. fl. (1996) undersökte om suppressionseffekten ändrades vid auditiv uppmärksamhet (n=70). De hade sex olika testkonstruktioner där de använde TEOAE uppmätt med 1 och 2 kHz tone pips. Uppgiften bestod i att aktivt detektera en ton av en viss frekvens samt ignorera tonen med avvikande frekvens. OAE-resultaten jämfördes sedan mellan frekvenserna. Vid ett av testen presenterades de två olika frekvenserna i var sitt öra. För resterande testsituationer presenterades tonerna i samma öra, då detta antogs testa en högre grad av uppmärksamhet. I tidigare studier hade man funnit en ökning av emissionsnivåerna för det uppmärksammande ljudet medan emissionsnivåerna sjunkit för det ignorerande ljudet (Giard m. fl., 1993). Michie, m. fl. fann i den aktuella studien (1996) resultat som tydde på motsatsen, där emissionsnivåerna ökade för ignorerade stimuli. Värt att nämna är dock att artikelförfattarna för majoriteten av testen använde sig av ett olinjärt OAE- stimulus,

och använde ett bredbandigt suppressionsstimulus endast i ett av experimenten. Författarna tolkade sina fynd som att det inte fanns något samband mellan riktad uppmärksamhet och suppressionseffekter. Att man i flertalet andra studier (Froehlich, 1992; Masion m. fl., 2001) funnit ett samband mellan förändringar i emissionsnivåer och uppmärksamhet antas av författarna bero på att man egentligen inte testat riktad uppmärksamhet, eftersom man har jämfört emissionsnivåerna för en visuell eller auditiv testsituation med en passiv testsituation utan någon uppgift. Enligt artikelförfattarna mäter detta inte riktad uppmärksamhet, utan en skillnad i resultaten kan bero på andra ospecifika faktorer såsom en skillnad i psykologisk vakenhet eller vaksamhet. Artikelförfattarna menar att man istället bör jämföra emissionsnivåer mellan auditiva och visuella test som har liknande svårighetsgrad och liknande testkonstruktioner. Samma diskussion förs av Maison, m. fl. (2001) och Froehlich, m. fl. (1992). Författarna avslutar sin studie med att föreslå en annan testkonstruktion som möjligen kan undersöka om uppmärksamhet verkligen har en påverkan. De menar att tonerna som testar auditiv uppmärksamhet istället bör detekteras ur ett brus. Eftersom MOC-reflexen antas förändra signal- och brusförhållandet för att förbättra taluppfattningen, krävs sannolikt ett samtidigt brus för att uppnå en realistisk MOC-effekt. Författarna undersökte, i en av testsituationerna, om emissionsnivåerna ändrades i det ipsilaterala örat där tonerna skulle detekteras när det kontralaterala örat stimulerades med brus. De fann ingen signifikant förändring av emissionsnivåerna, men i det fallet detekterades tonerna inte ur ett brus, vilket kan ha varit en påverkande faktor enligt författarna.

Giard, m. fl. (1993) använde sig av dikotisk lyssning under OAE-mätningar för att möjliggöra en testsituation där man verkligen undersökte riktad uppmärksamhet (n=12). Forskningspersonen skulle i ett öra räkna hur många gånger ett stimulus som avvek från en konstant upprepande ton förekom. I andra örat presenterades en ton av annan frekvens som skulle ignoreras. Författarna fann att för de toner som skulle uppmärksammas ökade emissionsnivån i jämförelse med de toner som skulle ignoreras i det motsatta örat. Värt att nämna är att i denna studie användes inget suppressionsbrus och presentationsnivån för tonerna var endast 15 dB SL. Artikelförfattarna menar att det inte är tydligt om suppressionseffekten minskade för de uppmärksammade tonerna eller/och om suppressionseffekten ökade för de ignorerade tonerna.

Maison, m. fl. (2001) mätte OAE i det ipsilaterala örat, medan forskningspersonerna skulle räkna toner ur ett brus i det kontralaterala örat (n=61). Resultaten jämfördes med en passiv testsituation där forskningspersonerna hörde brus med toner men inte skulle utföra något. Forskningspersonerna skulle sedan besvara ett frågeformulär, så att författarna kunde fastställa att tonerna inte uppmärksammats under det passiva testet. Författarna fann en viss ökning av suppressionen vid samma frekvens som för den tonen som skulle detekteras. Detta kan enligt författarna innebära att uppmärksamhet kan styra den efferenta aktiviteten. Dessa resultat skiljer sig från Giards, m. fl. (1993) studie, däremot följer författarnas resultat de resultat Michie, m. fl. (1996) erhöll i sin studie. Författarna menar att orsaken till att Michie, m. fl. (1996) tolkade sina resultat som att där inte fanns någon uppmärksamhetseffekt, kan bero på att de ansåg att en uppmärksamhetseffekt hade inneburit att suppressionseffekten minskat vilket har varit fallet i föregående studier.

de Boer och Thornton (2007) har undersökt om uppmärksamhet påverkar suppressionseffekten under kontralateral brusstimulering vid 50 och 60 dB SPL (n=12). Forskningspersonerna utförde fyra olika testuppgifter där resultaten jämfördes med varandra. De fyra testsituationerna var; en passiv testsituation med brusstimulering, ett passivt visuellt test där testpersonerna skulle titta på en DVD-film med avstängt ljud, ett aktivt visuellt test där man skulle avgöra om additionstal som visades på en skärm var korrekta eller felaktiga, samt ett aktivt auditivt test där man skulle detektera 2 kHz toner från OAE-stimulit. Författarna fann ingen påverkan av emissionsnivåerna under de olika testsituationerna. Man granskade istället I/O-funktionen som är ett mått på ökningen av responsamplituden när kontralateralt brus tillförs mellan de två olika stimuleringsnivåerna 50 och 60 dB SPL. Man fann då att suppressionen minskade för det aktiva auditiva testet i jämförelse med det passiva visuella testet och den passiva testsituationen. Man fann ingen signifikant skillnad mellan det aktiva visuella testet och det aktiva auditiva testet, vilket enligt författarna kan bero på att det aktiva visuella testet medförde mest bakgrundsbrus och kan ha dolt små variationer i resultaten. Författarna tolkar sina fynd som att uppmärksamhet kan minska den kontralaterala suppressionen om man fokuserar på stimuli i det ipsilaterala örat.

Harkrider och Bowers, (2009) har i sin studie undersökt TEOAE med kontralateral brusstimulering, där forskningspersonerna i en testsituation skulle räkna antalet klick och i en annan testsituation försöka höra talade meningar ur ett brus (n=15). Det fanns dock inget inspelat tal i bruset, men det gav upphov till att vissa forskningspersoner koncentrerade sig och tyckte sig höra tal. Resultaten från dessa testsituationer jämfördes med en passiv situation med brus, där forskningspersonen inte skulle utföra någonting. Författarna fann att suppressionen minskade vid både testsituationerna där stimuli skulle uppmärksammas.

Resultaten mellan studier varierar till synes och det verkar vara oklart om riktad uppmärksamhet verkligen kan ge en påverkan på kogleär nivå. Beroende på studie tenderar emissionsnivåerna att antingen öka och sjunka. Men även inom studier har denna variation uppmärksammas mellan forskningspersonerna. Det är svårt att attribuera en uppmärksamhetseffekt till suppressionseffekten då det inte är klarlagt vad denna variation mellan normalhörande individer beror på (Maison m. fl., 2001). Meric, Micheyl och Collet (1994) fann i sin studie om variabiliteten mellan individer vid suppressionsmätningar med en visuell uppmärksamhetsuppgift att de forskningspersonerna som hade en stark MOC-reflex även uppvisade en stark suppressionseffekt. Medan suppressionseffekten minskade för de forskningspersoner som hade en svagare MOC-reflex. Dock fanns det även forskningspersoner som inte uppvisade en förändrad suppressionseffekt men hade en stark MOC-reflex.

Perrot, Micheyl, Khalfa och Collet (1999) fann att suppressionseffekten hos musiker var starkare än för icke-musiker, vilket kan indikera att en förhöjd selektiv auditiv uppmärksamhet hos musikerna kan påverka MOC-reflexen. Det kan även vara en indikation på att suppressionseffekten är något vi kan träna.

Anatomiska studier

Flera studier visar på att auditiv uppmärksamhet kan påverka de yttre hårcellernas aktivitet då man i flera fall observerat någon sorts förändring av suppressionseffekten vid olika testuppgifter (Froehlich m. fl., 1992; Giard m.fl., 1993; Guinan, 2006). Om detta beror på riktad uppmärksamhet eller om det beror på en skillnad i psykologisk vakenhet är fortfarande oklart (Michie m. fl., 1996). Men vid anatomiska studier på djur har det visat sig att inferior colliculus har efferenta projektioner som innerverar MOC-neuroner i det superiora olivokokleära komplexet. Det finns därför tankar om att det auditiva kortex kan påverka MOC-systemet genom det efferenta systemet (Guinan, 2006; Mulders & Robertson, 2000; Peterson & Schofield, 2007; Schofield & Coomes, 2006). I en djurstudie av Mulders och Robertson (2000) fann man att elektrisk stimulering av inferior colliculus kunde påverka det mediala olivkokleära systemet och ge upphov till en liten men signifikant suppressionseffekt. I en senare studie av Mulder och Roberts (2002) utfördes ännu en gång elektrisk stimulering av inferior colliculus på marsvin, men även kontralateral akustisk stimulering av koklean. De fann suppressionseffekter i koklean för den elektriska stimuleringen men inte för enbart den akustiska. Dock fann de en signifikant större suppressionseffekt när de båda stimuleringsmetoderna användes simultant. Detta kan enligt författarna tyda på att information från högre centrala nivåer kan, via inferior colliculus, sammanstråla med effekten från den kontralaterala akustiska stimuleringen, och på så sätt gemensamt modulera MOC-reflexens aktivitet. Författarna uppmanar till fortsatt forskning inom området för att testa denna hypotes.

Perrot, m. fl. (2006) undersökte epileptiska patienter med TEOAE medan de stimulerade det kontralaterala auditiva kortex med elektrisk intra-cerebral stimulering. De fann att emissionsnivåerna minskade vid stimulering av det auditiva kortex, medan elektrisk stimulering av andra kortikala områden inte uppvisade någon förändring av emissionsnivåerna. Författarna menar att detta är en stark indikation för att det auditiva kortex kan påverka det kontralaterala MOC-systemet och på så vis de yttre hårcellernas motila egenskaper hos människor. De beskriver det som ett återkopplingssystem där det auditiva centret efter kodning av ascenderande input kan påverka vår perifera hörsel och på så vis de afferenta nervsignalerna.

Kognitiv inhibition

Inhibition innebär hämning av en funktion eller process (Macleod, 2007). Man tenderar att skilja mellan neural inhibition och kognitiv inhibition. Neural inhibition innebär en dämpad effekt av neuroners excitation till målcellen och ger upphov till en minskad aktivitet i denna. Kognitiv inhibition har ingen självklar definition, utan det förekommer skilda åsikter om hur begreppet ska preciseras, och i vissa fall definieras det inte överhuvudtaget (Macleod, 2007). Macleod (2007) ger dock en definition;

” Cognitive inhibition is the stopping or overriding of a mental process, in whole or in part, with or without intention” (s. 5). (Egen översättning: Kognitiv inhibition är att stoppa eller förbigå en mental process, helt eller delvis, med eller utan avsikt).

I vissa fall har man försökt likställa begreppen neural och kognitiv inhibition med varandra, men enligt Macleod (2007) tycks det vara två skilda processer. Men i en studie av Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel och Mecklinger (2006) genomfördes ett

minnestest parallellt med mätning av hjärnaktiviteten i frontalloben genom event-related potentials (ERP). De fann ett samband mellan ERP-responsen och delar av minnestestet där kognitiva inhibitionsprocesser ansågs vara verksamma.

Macleod (2007) förklarar kognitiv inhibition som en process som ger upphov till mental undertryckning och en minskad prestation. Trots att själva begreppsförklaringen inte är tydligt avgränsad så har forskare dragit ett samband mellan kognitiv inhibition och olika kognitiva processer så som uppmärksamhet, handling, språk, avsikter, minne, perception, respondering, tankar och arbetsminne (Macleod, 2007). Ett exempel där kognitiv inhibition anses väsentlig är om man ska uppmärksamma ett speciellt stimulus och ignorera andra. Då måste de irrelevanta stimuli inhiberas. Om ignorerande stimuli sedan blir målstimuli tar det längre tid för forskningspersonen att registrera detta. Detta är egentligen grunden för vad som kallas negativ priming, men där vissa forskare har uppmärksammat inhibition som en avgörande funktion (Macleod, 2007).

Redick, Heitz, och Engle (2007) hävdar att vår förmåga att inhibera oväsentlig information är förenad med vår arbetsminneskapacitet och detta är således grunden till variationen av kognitiv förmåga mellan individer. Men vissa forskare har ifrågasatt om vissa kognitiva processer verkligen beror på kognitiv inhibition och inte något annat fenomen som kan ge upphov till samma resultat. Lustig, Hasher, och Zacks (2007) menar dock att inhibition är uppbyggt av tre funktioner; att kunna rikta och kontrollera sin uppmärksamhet, undertryckande av irrelevant information för uppgiften och undertryckande av stark men för tillfället ovidkommande respons. För dessa tre funktioner används olika beteendetester för att utvärdera inhibitionsförmågan. Ett test som anses mäta den kognitiva inhibitionen är Flankertestet, som går ut på att man ska respondera på ett visst stimulus som omges av andra distraherande stimuli. De stimuli som ska avleda uppmärksamheten kan vara likadana eller annorlunda än det som agerar målstimulus. Om de är annorlunda medför detta en svårare testuppgift med längre responstider och fler fel från forskningspersonen. Distraherande stimuli medför en längre reaktionstid då man enligt teorin måste inhibera de stimuli som inte är målstimulus (Redick, Heitz, & Engle, 2007).

Man har funnit en skillnad i kognitiv inhibition mellan äldre och yngre individer, som tyder på att inhibitionsförmågan försämras med ökande ålder. Men även yngre individer uppvisar en inbördes skillnad, som man antar kan ligga till grund för skillnaden i akademiska prestationer och intelligens mellan unga individer (Lustig, m. fl., 2007). Inhibitionsförmågan hos en enskild individ kan också variera, och kan bero på var man befinner sig i den cirkadiska rytmen, d.v.s. vår sömn- och vakenhetsrytm. Trötthet, emotionell stress och bristande motivation är också faktorer som kan bidra (Lustig, m. fl., 2007).

SYFTE

Syftet med studien var att undersöka om auditiv uppmärksamhet kan påverka emissionsnivåerna vid TEOAE-mätningar när forskningspersonerna ska uppmärksamma toner ur ett brus i det kontralaterala örat. Ett sådant utfall hade kunnat indikera att en högre central komponent kan påverka kokleans egenskaper när

uppmärksamheten är riktad mot ett visst auditivt stimuli. Till skillnad från liknande studier utfördes även ett Flankertest i syfte att undersöka den kognitiva inhibitionen. Syftet var att undersöka om det förekom en stark korrelation mellan resultaten från Flankertestet och resultaten från suppressionsmätningarna.

HYPOTES

Författaren antog att suppressionseffekten skulle öka när forskningspersonerna skulle uppmärksamma toner ur ett brus. Eftersom att MOC-reflexen antas stärkas vid bakgrundsbrus för att underlätta detektionen av signaler i brus. Författaren antog att en sämre kognitiv inhibitionsförmåga skulle innebära längre responstider i Flankertestet. Författaren antog även att en tydlig uppmärksamhetseffekt vid suppressionsmätningarna skulle korrelera med en god kognitiv inhibition. Eftersom att inhibition antas vara en avgörande funktion vid uppmärksamhet och suppressionseffekten i sin tur antas kunna påverkas av auditiv uppmärksamhet.

FRÅGESTÄLLNING

Finns det ett samband mellan mer perifera kontralaterala suppressionseffekter och central kognitiv inhibition?

METOD

Deltagare

Författaren annonserade efter frivilliga forskningspersoner på Lunds Universitetssjukhus samt vid olika institutioner på universitetsområdet i Lund. Det gjordes även mailutskick till studenter vid Avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi, Institutionen för kliniska vetenskaper i Lund. Sedan tillfrågades även personer i författarens bekantskapskrets att vara med i undersökningen. 30 forskningspersoner antogs till denna studie, men 9 personer exkluderades då de inte uppfyllde inklusionskriterierna. Totalt inkluderades 21 forskningspersoner i denna studie, varav 14 stycken var kvinnor och 7 stycken var män. Den yngsta forskningspersonen var 21 år medan den äldsta var 54 år, och den genomsnittliga åldern för alla forskningspersonerna var 29 år.

Inklusionskriterier

Forskningspersonerna skulle vara normalhörande, vilket i denna studie var definierat som hörtrösklar ≤ 20 dBHL för frekvenserna 125-4000 Hz. Forskningspersonerna skulle uppvisa normala tympanogram, vilket ansågs föreligga om mellanöretrycket var mellan -100 till +50 daPa och hörselgångsvolymen var mellan 0.2-2.0 ml uppmätt med bärtonsfrekvensen 226 Hz. Stapediusreflexmätningar utfördes och skulle påvisa

utlösbara reflexer mellan 70-100 dB SPL för både den ipsilaterala och kontralaterala reflexen. Den kontralaterala reflexen uppmättes med en kontinuerlig sinuston på 1000 Hz och den ipsilaterala reflexen uppmättes med en pulserande sinuston på 1000 Hz. Ett TEOAE-förtest utfördes för att kontrollera att forskningspersonen hade tillräckligt starka emissioner för att kunna inkluderas i studien. Förtestet skulle uppvisa minst en emissionsrespons med minst 3 dB i SNR vid något frekvensband mellan 1-5 kHz, och reproducerbarheten för hela vågen skulle vara $\geq 65\%$. Förtestet utfördes med olinjära stimuli på 80 dB p.e. SPL, för 1000 svep och med 6 dB som gräns för förkastade svep. Det fanns ingen övre åldersgräns för att få delta i studien, eftersom en variation av MOC-reflexens styrka eftersträvades. Forskningspersonerna skulle dock vara över 18 år för att få inkluderas i studien. Forskningspersonerna fick inte ha någon vaxpropp, men annars var vax inget exklusionskriterium i sig om man i övrigt uppnådde övriga inklusionskriterier.

Mätprocedur

Samtliga forskningspersoner tilldelades ett deltagarbrev som beskrev studien och de olika undersökningarna (se bilaga I). Forskningspersonerna fick genom deltagarbrevet information om att studien har godkänts av den Etiska kommittén vid Avdelningen för logopedi, foniatry och audiologi, Institutionen för Kliniska Vetenskaper Lund, Lunds Universitet. En anamnes upptogs där forskningspersonerna tillfrågades om de hade tinnitus, varit utsatta för bullerexponering, hade haft eller har några öronproblem samt om de innan mätningen tagit läkemedel som innehåller acetylsalicylsyra. Anamnesen låg inte till grund för exklusion om forskningspersonerna uppfyllde samtliga inklusionskriterier. Sedan utfördes otoskopering, tonaudiometri, tympanogram, stapediusreflexmätningar och TEOAE-förtest för att klargöra om forskningspersonen uppnådde studiens inklusionskriterier. Tympanogram genomfördes för att bedöma mellanörestatusen och utesluta en eventuell påverkan på TEOAE-resultaten. Stapediusmätningarna utfördes för att bedöma reflextröskeln och säkerställa att muskeln inte kontraherades för suppressionsstimuli. Tympanometrin och stapediusreflexmätningarna utfördes med hjälp av utrustningen GSI TympStar. Sedan började själva undersökningen som bestod av fyra olika TEOAE-mätningar och ett auditivt Flankertest. Under två av TEOAE-mätningarna skulle forskningspersonerna samtidigt utföra en viss testuppgift. TEOAE-mätningarna utfördes endast på höger öra med tanke på att MOC-reflexen tenderar att vara tydligare i höger öra. TEOAE-mätningarnas testordning balanserades mellan forskningspersonerna enligt metoden latinsk kvadrat för att undvika en eventuell felkälla som en fast ordningsföljd kan ge upphov till. För tre av TEOAE-mätningarna användes kontralateralt suppressionsbrus, och vid två av dessa mätningar användes kontralateralt suppressionsbrus med toner. Flankertestet utfördes alltid sist i testordningen och endast höger öra testades, då TEOAE endast uppmättes för höger öra.

TEOAE

Bortsett från TEOAE-förtestet utfördes samtliga TEOAE-mätningar med linjärt stimuli på 60 dB p.e. SPL för 1000 svep och med 40 μ s duration på klickljuden. Svep förkastades om bakgrundsbruset översteg ett fast värde på 6 dB. Alternativet hade varit att svep förkastades enligt inställningen *Auto*. Vilket innebär att brusnivån vid

rådande svep jämförs med brusnivån vid tidigare svep och gränsvärdet för förkastade svep ställer om sig automatiskt om brusnivån ändras. Samma värde för förkastade svep valdes för samtliga forskningspersoner. TEOAE-responsen analyserades i ett tidsfönster på mellan 5 och 20 ms efter klickstimuleringen och responsen delades upp i frekvensbanden 500-1500 Hz, 1500-2000 Hz, 2500-3500 Hz, 3500-4500 Hz och 4500-5500 Hz. Två mätningar utfördes för varje testsituation, för att ta hänsyn till mätningens reliabilitet. En prob med en hörtelefon och en mätmikrofon sattes in i hörselgången, och avlägsnades inte under hela mätsessionen. Forskningspersonen satt i en ljudisolerad box under mätningen, men dörren var inte helt stängd då hårdvaran för OAE stod utanför boxen. Madsen Cappellas OAE-utrustning användes och mjukvaran kunde nås genom plattformen NOHA i en extern PC. Innan mätningen kontrollerades klickstimulit så att det var kort i tid och frekvensgången någorlunda rak, vilket säkerställde ett stabilt stimulus. Under mätningens gång kontrollerades det att antalet förkastade svep inte översteg antalet accepterade svep. Innan varje undersökning kalibrerades OAE-proben i en 2 cc kavitet. Mätningarna tog ungefär 3 minuter vardera att utföra. De fyra olika TEOAE-mätningarna listas nedanför med specifika namn som beskriver själva testsituationen:

OAE: TEOAE uppmättes i en passiv testsituation där forskningspersonen hade instruerats att inte göra någonting utan bara slappna av och inte spänna sig eller göra några plötsliga rörelser.

Brus: TEOAE uppmättes i en passiv testsituation och det kontralaterala örat stimulerades med brus, och forskningspersonen fick samma instruktioner som ovan.

Toner: TEOAE uppmättes i en aktiv testsituation och det kontralaterala örat stimulerades med brus med toner. Forskningspersonen skulle trycka på en knapp i vänster hand när toner hördes i bruset på vänster öra. Forskningspersonen instruerades att koncentrera sig på tonerna.

Matte: TEOAE uppmättes i en aktiv testsituation och det kontralaterala örat stimulerades med brus och toner identiskt med det i testsituationen Toner. Under mätningen fick forskningspersonen titta på en dator som visade additionstal och forskningspersonen skulle indikera om additionstalen var korrekta eller felaktiga genom att trycka på en knapp i höger hand om talet var rätt och en knapp i vänster hand om talet var fel. Innan testet började fick forskningspersonen läsa en instruktion på datorskärmen och forskningspersonen ombads att helt bortse från mätljuden och istället koncentrera sig på additionstalen. 50 felaktiga och 50 korrekta additionstal var slumpässigt förekommande och talen visades ett åt gången genom ett bildspel med 8 sekunders intervall via datorprogrammet Microsoft Powerpoint.

Suppressionsbrus

ILTASS (International Long-Term Average Speech Spectrum) speech noise användes för att aktivera den kontralaterala MOC-reflexen (Brewer, Ching, Dillon, Fisher, Foster, m. fl., 2000). Detta talvägda brus är baserat på långtidsspektrumet för tal som överensstämmer med flera olika språk. Bruset har mer lågfrekvent energi än högfrekvent, vilket överensstämmer med talspektrat (Byrne, m. fl., 1994). En EarTone 3A instickstelefon placerades i vänster öra och suppressionsbruset spelas

upp från en extern CD- spelare inkopplad till maskeringkanalen i audiometern Aurical plus. Stimuleringsnivån för brusets var på 50 dB SL över bruströskeln för varje enskild forskningsperson. För att ta fram bruströskeln ombads forskningspersonen att räkna upp vänster hand när brusets precis uppmärksammades och ta ner handen när brusets upphörde. Vid testsituationerna Toner och Matte användes ILTASS- brusets fast med integrerande sinustoner på 2 kHz, som spelades upp med 1 sekunds intervall. Tonerna var 5 dB starkare än brusets energinivå för den ekvivalenta rektangulära bandbredden (ERB) för tonernas centerfrekvens. Att tonernas energi fördelades på 1 ERB av brusets energiinnehåll gjorde att tonerna inte lät så högt samt att ljudet inte riskerade höras över till det motsatta örat. Men det innebar ändå en frekvensspecificitet då ERB är kopplat till hörselns kritiska bandbredd.

Flankertest

Ett Flankertest utfördes för att undersöka den kognitiva inhibitionen. Testet var konstruerat i datorprogrammet Adobe Audition 3.0 på en laptop med anslutbara HDA 200 hörlurar. Testet bestod av två toner med frekvenserna 1.5 kHz (mörk ton) och 2 kHz (ljus ton) vars duration var 500 ms och slumpmässigt spelades upp med 2,5 sekunders intervall. Forskningspersonerna skulle detektera om en ton var mörk eller ljus och därefter trycka på antingen en datortangent med blå markering eller en datortangent med röd markering. Det var sammanlagt 59 toner per test som spelades upp under en tidsperiod på cirka 3 minuter på ljudnivån 70 dB SPL.

Forskningspersonerna fick först utföra en kort testrunda för att lära sig känna igen ljuden. De informerades om att de skulle få höra tre mörka toner efterföljt av tre ljusa toner, och sedan tre mörka och tre ljusa toner igen. Efter testrundan fick de utföra en övningsrunda, testrunda 1 och testrunda 2. Vilka beskrivs nedan:

Övningsrunda: forskningspersonerna skulle trycka på röd knapp för den ljusa tonen och blå knapp för den mörka tonen.

Testrunda 1: forskningspersonen fick samma instruktioner som för övningsrundan.

Testrunda 2: forskningspersonerna skulle trycka på knapparna men tvärt om jämfört med testrunda 1, d.v.s. trycka på röd knapp för den mörka tonen och blå knapp för den ljusa tonen.

Vilken knapp man skulle trycka på för vilken ton balanserades mellan forskningspersonerna. Alla forskningspersonerna fick samma instruktioner upplästa för sig, och de ombads hålla fingrarna på tangenterna under hela testet. Under samtliga tester doldes datorskärmen så att forskningspersonen inte såg uppspelningen av tonerna. Resultaten tolkades utifrån om man svarat rätt eller fel, samt skillnad i responstiden mellan test 1 och test 2.

Statistik

TEOAE

Alla statistiska uträkningar utfördes i SPSS version 17, förutom beräkningarna av responstiderna från Flankertestet som utfördes i Microsoft Excel. Som tidigare nämnt fanns det fyra olika testsituationer; OAE, Brus, Toner och Matte. TEOAE-värden som hade ett negativt SNR exkluderas från statistikmätningarna och därför hade vissa frekvensband inget emissionsvärde. För vissa forskningspersoner kunde upp till 3 frekvensvärden exkluderas för en specifik testsituation på grund av ett negativt SNR-värde. Reliabilitetsberäkningar i form av Spearmans rho utfördes mellan de två TEOAE-responserna för respektive testsituation för att klarlägga om värdena och således mätningarna korrelerade med varandra. Detta gav en indikation på tillförlitligheten i mätningarna. Sedan räknades medelvärdet, standardavvikelsen samt minimum och maximum ut för de sammanlagda frekvensbanden för varje forskningsperson och för varje enskild testsituation. Resterande uträkningar var baserade på dessa medelvärden. Ett Kolmogorov-Smirnovtest utfördes för att undersöka om mätsvaren var normalfördelade, vilket gav underlag för om parametriska eller icke-parametriska test skulle användas. Utfallet samt det begränsade antalet forskningspersoner gjorde att icke-parametrisk statistik valdes. Friedmans test användes för att se om en signifikant skillnad fanns mellan samtliga testsituationer. Wilcoxon Signed Ranks Test utfördes som en post-hoc analys vilket innebar att risken för typ 1 fel minskade. Typ 1 fel riskerar annars att uppstå vid analyser med flera grupper. Wilcoxon Signed Ranks Tests innebar att vi kunde undersöka mellan vilka grupper det fanns en signifikant skillnad. Följande kombinationer testades; OAE & Brus, OAE & Toner, OAE & Matte, Brus & Toner, Brus & Matte och Matte & Toner. Alpha-nivån som användes för Wilcoxon Signed Ranks Tests var 0,0125. Eftersom att alpha-värdet justerades enligt Bonferoni korrektion hämtad från Pallant (2007). Detta innebar att man dividerade alphanivån 0.05 med antalet test ($0,05/4 = 0,0125$). Detta medförde ett ”strängare p-värde”, vilket antogs minska risken för typ 1 fel. Effektstorleken för resultaten från Wilcoxon Signed Ranks Test räknades ut i enlighet med Pallant (2007) genom att dividera Z-värdet med kvadratroten av antalet testsituationer. Effektstorleken bedömdes enligt Cohen’s d där ett värde på 0.1 ansågs vara en liten effektstorlek, 0.3 ansågs vara en måttlig effektstorlek och 0.5 ansågs vara en stor effektstorlek (Pallant, 2007).

Flankertest

Responstiden för varje ton i Flankertest 1 och 2 räknades ut genom att subtrahera tidpunkten där forskningspersonen tryckte på knappen från tidpunkten där tonen startade. Medelvärdet, standardavvikelsen, minimum och maximum för responstiden för varje forskningsperson i respektive test räknades ut. Även medelvärdet för responstiden för ljusa respektive mörka toner räknades ut, och antalet rätt- och feltryckningar registrerades. Spearmans rho utfördes mellan responstiderna för Flankertest 1 och 2 för att undersöka reliabiliteten. Även ett Wilcoxon Signed Ranks Test utfördes mellan Flankertest 1 och 2 för att undersöka om det fanns en signifikant skillnad mellan testen. Ett gemensamt medelvärde räknades därefter ut för resultaten på test 1 och test 2 för varje forskningsperson. Även den relativa responstiden, d.v.s. skillnaden i responstid mellan test 1 och test 2 räknades ut. Spearmans rho utfördes sedan mellan de gemensamma medelvärdena och samtliga TEOAE-mätningar, samt mellan den relativa responstiden och samtliga TEOAE-mätningar. Alpha-nivån 0,05 valdes och spridningsdiagram utfördes för varje korrelationsmätning för att se om de motsvarade resultaten från korrelationsberäkningarna.

RESULTAT

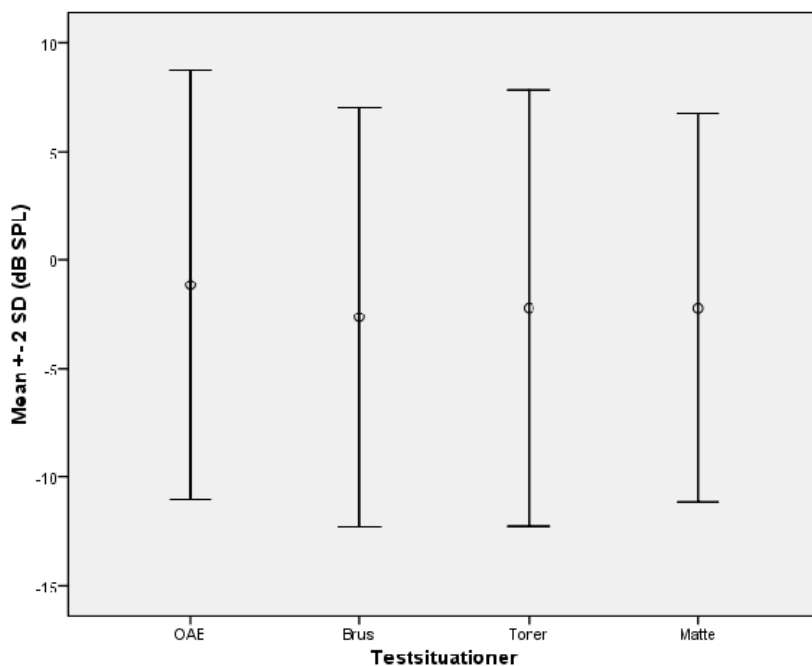
Det sammanlagda medelvärdet för varje frekvensband för respektive testsituation och forskningsperson visas i bilaga II. Samtliga reliabilitetsmätningar mellan de två TEOAE-mätningarna för varje testsituation visade ett värde på korrelationskoefficienten som var högre än 0.9, och ett p-värde på 0,0005 för samtliga testsituationer. Detta indikerar att värdena mellan de två TEOAE-mätningarna överensstämde bra. Reliabilitetsmätningen mellan Flankertest 1 och 2 visade på 0.773 med ett p-värde på 0.0005. Kolmogorov-Smirnov uppvisade en normalfördelning för testsituationerna Brus, Toner och Matte med ett signifikansvärde på 0.200 för samtliga. För testsituationen OAE påvisades ett signifikansvärde på 0.034, vilket innebär att denna testparameter skiljde sig från normalfördelningen. Trots resultaten från Kolmogorov-Smirnov användes icke-parametriska tester, med tanke på ett litet urval i studien.

Tabell I. Resultaten från den deskriptiva statistiken.

	Medelvärde	Standardavvikelse	Antal deltagare
OAE (dB)	-1,16	4,94	21
Brus (dB)	-2,63	4,82	21
Toner (dB)	-2,20	5,02	21
Matte (dB)	-2,21	4,49	21
Flanker 1 (ms)	606,95	123,59	21
Flanker 2 (ms)	636,24	124,01	21

Den deskriptiva statistiken visar att medelvärdet för testsituationen OAE var högre än för resterande TEOAE-mätningar. Detta är en indikation att en suppressionseffekt har framkallats när suppressionsbrus använts kontralateralt. Medelvärdena mellan testsituationerna Brus, Toner och Matte är snarlika, men medelvärdet för Toner och Matte är cirka 0,4 dB högre än medelvärdet för Brus. Detta kan tyda på en trend där emissionsnivåerna ökat vid testsituationerna med uppmärksamhetsuppgifterna. För Flankertesten kan man observera att medelvärdet är lite högre för test 2 än för test 1, vilket borde vara fallet. Men trots detta skiljer sig inte standardavvikelsen mellan test 1 och test 2 åt i någon större grad.

I figur 1 visas medelvärdena för samtliga testsituationer grafiskt i ett felstapeldiagram. Linjerna visar +/- 2 standardavvikelser från medelvärdet, medan ringarna visar medelvärdet. Medelvärdena för Brus är lägre än för OAE, vilket indikerar att emissionsnivåerna har sjunkit efter pålagt brus. Man kan se att medelvärdena för Toner och Matte inte skiljer sig nämnvärt från varandra. Men att de är något högre än medelvärdet för Brus.



Figur 1. Figuren visar medelvärden i dB SPL (ringarna) för testsituationerna OAE, Brus, Toner och Matte. Linjerna visar +/- 2 sd från medelvärdet.

TEOAE

Resultaten från Friedmans test visas i Tabell II. Där kan man se att det finns en signifikant skillnad mellan de olika testsituationerna. Men det är oklart vilka grupper som skiljer sig signifikant åt från varandra.

Tabell II. Resultaten från Friedmans test för testsituationerna: OAE, Brus, Toner och Matte.

Statistik från Friedmans

test.	
Antal observationer	21
Chi-två	15,400
Frihetsgrader	3
Asymptisk signifikans	0,002

Wilcoxon Signed Ranks Tests utfördes som en post-hoc analys till Friedmans test. En signifikant skillnad mellan OAE och Brus är tydlig enligt Wilcoxons test (se tabell III), och innebär att medelvärdet har sjunkit när kontralateralt brus tillförs. En signifikant skillnad uppnås även mellan OAE och Toner, men inte för OAE och Matte när den justerande alpha-nivån tillämpas. Ingen signifikant förändring av emissionsnivåerna inträffade heller mellan testkombinationerna Brus och Toner, Brus och Matte eller Toner och Matte. Inte heller mellan Flankertest 1 och 2 förekom en

signifikant skillnad. Effektstorleken mellan OAE och Brus var stor (0.59), medan den var måttlig för OAE och Toner (0.39) och den var även måttlig för OAE och Matte (0.32). För Toner och Brus var effektstorleken låg (0.17), vilket även var fallet för Matte och Brus (0.062) samt Matte och Toner (0.07).

Tabell III. Resultatet från Wilcoxon Signed Ranks Test mellan samtliga TEOAE-mätningar.

	OAE/Brus	OAE/Toner	OAE/Matte	Brus/Toner	Brus/Matte	Matte/Toner	Flanker 1/Flanker 2
Z	-3,84	-2,56	-2,07	-1,13	-0,40	-0,47	-1,51
Asymptotisk signifikans	0.0005	0,01	0,04	0,26	0,69	0,64	0,13

Flankertest

Nedan i Tabell IV visas skillnaden i medelvärdet mellan responstiderna för Flankertest 1 och 2, samt antal korrekta svar vid respektive mätning. Ett minus framför den relativa responstiden indikerar att man svarade snabbare för tonerna vid test 2 än vid test 1.

Tabell IV. Tabellen visar skillnaden i responstiden för Flankertest 1 och 2 för varje forskningsperson, samt antal toner besvarade rätt. Medelvärdet, standardavvikelsen och det minsta respektive största värdet på responstiden och antalet rätt och fel visas längst ner i tabellen.

Forskningsperson	Skillnad i responstid. Test 1 – test 2	Antal rätt av 59 möjliga för test 1 och 2
1	-74,20	59/59
2	19,60	58/59
3	55,00	55/57
4	-167,00	57/58
5	193,40	57/56
6	103,50	56/56
7	19,40	59/59
8	84,00	58/50
9	-4,30	58/57
10	94,50	59/58
11	23,30	59/58
12	-11,70	56/59
13	181,60	57/57
14	-7,70	59/58
15	-13,70	59/59
16	-42,00	59/59
17	-17,40	59/57

18	25,20	59/57
19	171,00	59/58
20	-12,80	59/59
21	-4,70	57/58
Medelvärde	29,29	57,76
Standardavvikelse	86,41	1,66
Max	193,4	59
Min	-167	50

Resultaten från reliabilitetsmätningarna mellan Flankertest 1 och 2 visade på ett starkt samband och det förekom inte någon signifikant skillnad mellan testen. Därför räknades gemensamma medelvärde ut för test 1 och test 2 för varje forskningsperson, istället för att dela upp test 1 och 2 var för sig i korrelationsberäkningarna. I Tabell V visas resultaten från korrelationsmätningarna mellan samtliga TEOAE-mätningar och de gemensamma medelvärdena för responstiderna från Flankertest 1 och 2, samt korrelationsmätningar mellan den relativa responstiden och samtliga TEOAE-mätningar. Inget starkt samband kunde påvisas mellan några tester. Spridningsdiagram utfördes för samtliga korrelationsmätningar (se Bilaga III) och dessa uppvisade en stor spridning av mätpunkterna vilket även pekar på en svag korrelation.

Tabell V. Tabellen visar resultaten för Spearmans rho mellan medelvärdena från Flankertest 1 och 2 och samtliga TEOAE-mätningar. Samt mellan den relativa responstiden för Flankertest 1 och 2 och samtliga TEOAE-mätningar.

TEOAE-mätningar	Test 1 + Test 2 /2	Test 1- Test 2
OAE	$r(21) = 0,443, p < 0,044$	$r(21) = -0,183, p < 0,427$
Brus	$r(21) = 0,425, p < 0,055$	$r(21) = -0,099, p < 0,670$
Toner	$r(21) = 0,373, p < 0,096$	$r(21) = -0,075, p < 0,746$
Matte	$r(21) = 0,370, p < 0,099$	$r(21) = -0,151, p < 0,515$

DISKUSSION

TEOAE

En signifikant skillnad observerades mellan de passiva testsituationerna OAE och Brus, vilket är den förväntade effekten vid kontralateral brusstimulering. Detta är en indikation på att MOC-reflexen aktiverats och framkallat en suppressionseffekt vilket resulterade i minskade emissionsnivåer. Även mellan testsituationerna OAE och Toner uppmärksammades en signifikant skillnad, men ingen signifikant skillnad kunde observeras mellan testsituationerna Brus och Toner. Det innebär att ingen signifikant förändring i suppressionseffekten uppkom när forskningspersonerna skulle utföra testuppgiften med toner. Ingen signifikant skillnad kunde observeras mellan testsituationen Matte och OAE när en strängare alpha-nivå användes. Inte heller

kunde en signifikant skillnad observeras mellan testsituationerna Brus och Matte eller Toner och Matte. För att klarlägga om en eventuell effekt på OAE-responsen beror på riktad uppmärksamhet bör visuella och auditiva testsituationerna jämföras med varandra. Som tidigare nämnts rekommenderade flera tidigare studier att de visuella och auditiva testsituationerna bör likna varandra i testkonstruktion och svårighetsgrad för att kunna jämföras med varandra. Om man tar hänsyn till detta borde en signifikant skillnad ha observerats mellan testsituationerna Toner och Matte vilket det inte gjordes, och därmed kan man utesluta att riktad uppmärksamheten har haft en påverkan på emissionsnivåerna i denna studie. Effektstorleken för Brus och Toner, samt Brus och Matte var lägre än för jämförelsen OAE och Brus vilket hade kunnat tolkas som att emissionsnivåerna ökade vid Brus och Matte samt Brus och Toner i jämförelse med OAE och Brus. Eftersom en mindre effektstorlek innebär en mindre variation mellan medelvärdena i de två jämförda testsituationerna. Men som sagt fanns det ingen signifikant förändring, och då kan detta fynd inte heller tillskrivas en uppmärksamhetseffekt. Men resultaten indikerar dock en trend där medelvärdena ökar för testsituationerna Toner och Matte i jämförelse med Brus. Att ingen signifikant skillnad uppstod kan möjligen bero på ett litet urval av forskningspersoner. Detta kan ha inneburit att skillnader i MOC-reflexen, låga emissionsnivåer, motivationen hos forskningspersonerna och varierande uppmärksamhetskapacitet kan ha dolt en förändring av emissionsnivåerna på gruppnivå (Maison, m. fl., 2001). Meric (1994) menade att uppmärksamhetseffekter även bör studeras på individnivå för att få en klarhet i variabiliteten mellan individer.

Man kan ifrågasätta om testuppgifterna i denna studie verkligen testade riktad uppmärksamhet. Forskningspersonerna skulle i en del av mätningen trycka för toner i ett brus. Detta är säkerligen inte en tillräcklig komplex testuppgift för att mäta riktad uppmärksamhet. Att tonerna upprepas i ett jämnt intervall bidrar sannolikt även till en habitueringseffekt där uppmärksamheten inte kan bibehållas. För att möjliggöra en testsituation med riktad uppmärksamhet bör det förekomma stimuli som skall ignoreras, och ett visst stimulus som ska uppmärksammas. Möjligtvis hade den aktuella studien visat på en uppmärksamhetseffekt om man som i Giards, m. fl. (1993) låtit forskningspersonerna räkna tonerna av en viss frekvens medan toner av en annan frekvens skulle ignoreras, eller låtit tonerna spelas upp i ett ojämnt intervall. Den visuella testuppgiften i denna studie var hämtad från de Boer och Thorntons (2007) studie och i likhet med deras resultat uppkom ingen uppmärksamhetseffekt vid den visuella testsituationen. Att intervalltiden mellan additionstalen var fast, vilket inte var fallet i Boer och Thorntons (2007) studie där man själv tryckte fram nästa tal, kan ha inneburit att vissa forskningspersoner tappade koncentrationen innan nästa tal visades. Det kan inte heller garanteras att forskningspersonerna verkligen räknade ut talen istället för att tryckte på måfå. Den visuella testkonstruktionen skiljer sig åt mellan olika studier detta kan vara förklaringen till variationen mellan studiers resultat angående visuell uppmärksamhet och suppressionseffekten. Man eftersträvar som sagt en liknande svårighetsgrad mellan det auditiva och det visuella testet för att kunna jämföra resultaten med varandra (Maison, m. fl., 2001). Vilken typ av testkonstruktion där de visuella och auditiva testen mäter samma grad av uppmärksamhet har ingen artikelförfattare gett förslag på. Det framgår heller inte hur en jämförelse mellan inter-modala testsituationer hade kunnat visa en mer rättvis bild av uppmärksamhetseffekten i koklean. I en aktuella studien skiljde sig inte medelvärdena mellan testsituationerna Toner och Matte åt. Möjligen hade en skillnad observerats mellan de testsituationerna om riktad uppmärksamhet hade undersökts.

Eller är det egentligen en indikation på att testen mäter samma sak och därför uppstår ingen skillnad?

de Boer och Thornton (2007) fann liksom författaren för denna studie ingen signifikant förändring av emissionsnivåernas amplitud mellan de testsituationerna som var avsedda att mäta uppmärksamhetseffekten. de Boer och Thornton (2007) valde att istället studera förändringen av I/O- funktionen, som beskriver förändringen i dB mellan responskurvorna när brus tillförs. De menar att det är lättare att se små förändringar orsakade av MOC-reflexen på responskurvorna än på amplitudnivåerna. De menar att I/O- kurvan speglar den kogleära funktionen i större grad än vad emissionsnivåerna gör. Möjligen hade en signifikant skillnad observerats i denna studie om skillnaden mellan responskurvorna istället studerats. Å andra sidan har andra studier uppvisat en signifikant skillnad när de jämfört emissionsnivåer. Men då har man främst jämfört emissionsnivåerna med en passiv testsituation eller jämfört emissionsnivåerna för specifika frekvenser som skulle uppmärksammas eller ignoreras (Maison, m. fl., 2001). I likhet med de Boer och Thornton (2007) undersökte författaren för denna studie inte emissionsnivåerna för specifika frekvenser. Maison, m. fl. (2001) fann i sin studie att suppressionen under testuppgiften endast förändrades vid den uppmärksammade tonens frekvens. I och med att forskningspersonerna i denna studie skulle detektera toner av 2 kHz kan detta ha inneburit att suppressionseffekten endast uppkom vid 2 kHz i det ipsilaterala örat. Att ett medelvärde räknades ut för samtliga frekvensband vid respektive testsituation kan ha inneburit att suppressionseffekten maskerades av frekvenser där en effekt inte uppstod. Detta kontrollerades därför genom att med Wilcoxon Signed Ranks Test jämföra samtliga testsituationer med varandra vid frekvensbandet 1500-2000 Hz, men ingen signifikant skillnad förutom för suppressionsbruset uppmärksammades (se Bilaga IV). Möjligen hade en skillnad observerats om frekvensbandet varit smalare.

Effekten på emissionerna vid auditiv uppmärksamhet är liten (Harkrider & Bowers, 2009). I Meric och Collets (1994) studie förändras det sammanlagda medelvärdet för samtliga forskningspersoners emissionsamplituder med 0,29 dB vid den specifika testuppgiften. Vidare fann Harkrider och Bowers (2009) en förändring på i genomsnitt 0,4-0,5 dB mellan testsituationerna. Men både studierna hade få inkluderade forskningspersoner, vilket inte borde ge en realistisk bild av den totala populationen. Framförallt inte om man tar hänsyn till variabilitet mellan individer. Om uppmärksamhetseffekten är liten även i större urval, kan man fråga sig vilken den egentliga funktionen och effekten är. Puria, Guinan och Liberman (1995) jämförde suppressionseffekten från DPOAE med den sammansatta aktionspotentialen (CAP) i hörselnerven hos katter. De fann en större effekt uppmätt i hörselnerven än för distortionsprodukterna. Detta hade kunnat innebära att MOC-reflexen ger en större effekt än vad som kan mätas genom OAE-mätningar. Skillnaden mellan OAE- och CAP-mätningarna kan dock bero på skillnad i metodik, men kan även bero på bidrag från LOC-systemet som inte kan påvisas genom att endast undersöka de yttre hårcellerna. Men det kan även tyda på att OAE inte är den bästa metoden att undersöka effekten från auditiv uppmärksamhet.

de Boer och Thornton (2007) fann endast en signifikant skillnad mellan det auditiva testet och de passiva testtillstånden när de studerade I/O- funktionen. Att de inte fann någon skillnad mellan det aktiva visuella testet och det aktiva auditiva testet menar författarna kan bero på en skillnad i brusnivån mellan testsituationerna. De menar att

en skillnad i brusnivå kan påverka själva effektstorleken och kan vara en av orsakerna till variationen inom och mellan individer. Testuppgifterna i denna studie innebar olika rörelser för att respondera på olika stimuli, möjligen kan detta ha inneburit en skillnad i brusnivå och därför påverkat effektstorleken negativt. MOC-reflexen ger en relativ liten inverkan på emissionsnivåerna och därför efterstävas en så stor effektstorlek som möjligt (de Boer & Thornton, 2007). Harkrider och Bowers (2009) fann inte att effektstorleken påverkades av brusnivån i sin studie. Å andra sidan skiljde sig deras testkonstruktion och sätt att respondera åt från de Boer och Thornton (2007).

Det går inte att utesluta att stapediusmuskeln har påverkat resultaten i denna studie, trots att stapediusreflexmätningar utfördes för att klargöra vid vilken tröskel muskeln kontraherades. På grund av begränsningar i apparaturen kunde inte ett bredbandigt stimuli användas. Detta innebär att reflexen kan ha kontraherats tidigare än den uppmätta stapediuströskeln på grund av den lågfrekventa energin i suppressionstimuli.

Variationen mellan studier

Resultaten mellan individer och studier varierar, där emissionsnivåerna tenderar att både öka, sjunka eller inte ändras (Harkrider & Bowers, 2009). Även i den aktuella studien kan man observera att medelvärdena mellan testsituationer både kan öka och sjunka för olika forskningspersoner. Michies, m. fl. (1996) föreslår att variationen mellan studier kan bero på skillnader i testkonstruktion som exempelvis OAE- metod, till vilket öra uppmärksamheten ska riktas, stimuleringsnivåer, typ av suppressionstimuli, om visuellt eller auditivt stimuli använts, typ av uppmärksamhetsuppgift och hur man jämför emissionerna mellan testsituationer. Variationen mellan individer kan möjligen bero på individuella skillnader hos MOC-reflexen, emissionsnivåerna, samt forskningspersonens uppmärksamhetskapacitet och motivation (Michies, m. fl., 1996).

Den teoretiska modellen bakom auditiv uppmärksamhet och hur det påverkar de mikromekaniska egenskaperna i koklean är dock fortfarande oklar. Till följd av variationen mellan studier och individer vet man egentligen inte om suppressionseffekten borde öka eller minska vid riktad uppmärksamhet. Flera artikelförfattare har dock olika hypoteser och förklaringar. Giard, m. fl. (1993) menade att suppressionseffekten borde minska för uppmärksammade frekvenser och/eller att suppressionseffekten ökar för ignorerade frekvenser. Om man ser till Giards, m. fl. (1993) förklaring om MOC-reflexens inverkan vid riktad uppmärksamhet kan man kanske dra en parallell till vad som händer i det auditiva kortex vid auditiv uppmärksamhet. Chait, Cheveigné, Poeppel och Simon (2010) undersökte, genom magnetoencefalografi, skillnader i det auditiva kortex mellan aktivt ignorerande stimuli och uppmärksammade stimuli. De fann att responsen till ignorerade stimuli kunde dämpas inom 100 ms i förhållande till uppmärksammade stimuli, där responsen istället kunde förstärkas. Möjligen är det denna effekt som även uppstår i koklean genom en central påverkan vid riktad uppmärksamhet. Å andra sidan menar Maison, m. fl. (2001) att uppmärksamhetseffekten i koklean uppstår för att skapa ett bättre SNR för den uppmärksammade tonen. Vilket borde innebära att suppressionseffekten ökar på ett frekvensspecifikt sätt. Då borde detektionen av toner

i brus underlättas, om man ser till teorin om *MOC-unmasking*. Detta kan enligt Maison, m. fl. (2001) uppnås genom att den efferenta innervationen till ignorerade frekvenser hämmas, och/eller att den efferenta påverkan för uppmärksammade frekvenser förstärks. Om vi antar att auditiv uppmärksamhet ska förbättra hörbarheten för toner, varför erhöill Giard, m. fl. (1993) resultat där suppressionseffekten minskade? Harkrider och Bowers (2009) förklarar variationen mellan studier som ett resultat av den specifika testuppgiften. De förklarar Giards, m. fl. (1993) fynd som ett tecken på att suppressionen avtar för uppmärksammade toner om testet utförs i en tyst miljö utan suppressionsbrus, vilket de menar i sin tur underlättar detektion av signaler. Vidare menar Harkrider och Bowers (2009) att om man istället stimulerar med samtidigt brus ökar suppressionen, för att understödja taluppfattningen i ljudrika miljöer. Å andra sidan använde både de Boer och Thornton (2007) och Harkrider och Bowers (2009) sig av kontralateral brusstimulering i sina studier och fann liksom Giard, m. fl. (1993) en minskad suppressionseffekt. Möjligen kan det vara en skillnad om man stimulerar ipsilateralt, kontralateralt eller binauralt. Det föreslår i alla fall de Boer och Thornton (2007) i sin studie. De menar att emissionsnivåerna ökar när tonerna uppmärksammas i det ipsilaterala örat, vilket indikeras i resultaten från de Boer och Thorntons (2007) och Giards, m. fl. (1993) studier. De föreslår även att emissionerna sjunker när toner uppmärksammas i det kontralaterala örat, vilket inträffade i Maison, m. fl. (2001) studie. Om man tar hänsyn till denna hypotes borde emissionsnivåerna i denna studie ha sjunkit. Å andra sidan fann Harkrider och Bowers (2009) att emissionsnivåerna ökade både när uppmärksamheten riktades till det ipsilaterala örat och till det kontralaterala örat. Det är egentligen oklart hur auditiv uppmärksamhet inverkar på kokleär nivå, och vad som egentligen är den primära funktionen.

Flankertest

Ingen stark korrelation kunde observeras mellan TEOAE-mätningarna och Flankertestet. Författaren för den aktuella studien förväntade sig att en stor uppmärksamhetseffekt vid suppressionsmätningarna skulle korrelera med en kort responstid i Flankertestet. Möjligtvis borde inte ett samband uppstå, eftersom att en uppmärksamhetseffekt inte uppstod vid TEOAE-mätningarna. Det är svårt att bedöma hur väl inhibitionsförmågan egentligen testades, eftersom medelvärdena på grupp nivå inte skiljer sig åt nämnvärt mellan test 1 och test 2. Författaren förväntade sig ett högre medelvärde för test 2.

Forskningspersonerna tenderar att ha väldigt varierande resultat på Flankertestet. För vissa forskningspersoner var responstiderna kortare för test 2 än för test 1 vilket är förvånande. Eftersom att hypotesen i den aktuella studien, baserat på teorin om inhibition, var att test 2 skulle medföra längre responstider. Därför det borde ta längre tid att besluta vilken knapp man ska trycka på i test 2, till följd av att man måste inhibera impulsen att trycka på samma knappar som för test 1. En orsak till resultaten kan vara att man vid test 2 koncentrerade sig i högre grad än vid test 1 för att man fick motstridiga instruktioner. Möjligen hade en tydligare inhibitionseffekt uppstått vid test 2 om forskningspersonerna fått öva sig mer på test 1, så att forskningspersonen verkligen fick in vanan. Eventuellt hade en starkare inhibitionseffekt även uppnåtts om utformningen på Flankertestet i denna studie hade varit mer traditionell, och inbegripit distraherande stimuli. Ett förslag hade varit att man i test 1 ska trycka för

den ljusa tonen och ignorera den mörka, medan man i test 2 ska trycka för den mörka tonen och ignorera den ljusa. Detta hade kanske gett upphov till en mer krävande testsituation, där inhibitionseffekten varit tydligare.

Det har visat sig att för visuella test tenderar man att reagerar snabbare när stimuli presenteras på samma sida som där responsknappen är placerad. Det vill säga om ett stimulus presenteras på höger sida responderar man snabbare om även knappen är på höger sida. Detta fenomen brukar kallas *The Simon Effect*, och är kopplad till uppmärksamhet. En koncentrerad forskningsperson med hög vakenhet antas påverkas mindre av Simoneffekten än någon som är ouppmärksam och trött. Denna person antas istället respondera mer automatiserat i enlighet med Simoneffekten (Klein & Ivanoff, 2010). Möjligen kan detta vara en sidoeffekt att ta hänsyn till vid Flankertestet i den aktuella studien. Däremot är detta inte en tendens som författaren uppmärksammade i testresultaten när medelvärdena för tonerna som skulle detekteras med knappen åt höger i jämförelse med medelvärdena för tonerna som skulle detekteras med knappen åt vänster studerades. Dessutom är det oklart hur koncentrerade eller trötta forskningspersonerna var under testen.

Ingen tydlig trend kunde uppmärksammas gällande responstiden och antal rätt svar mellan test 1 och test 2. En möjlig felkälla kan vara att vissa forskningspersoner ansåg att färgen röd låter ”ljus” medan färgen blå låter ”mörk”. Därför var det enligt dessa personer enklare att respondera när röd tangent skulle användas för ljus ton och blå tangent skulle användas för mörk ton. Eventuellt borde man använt mer neutrala färger på svarsknapparna.

Det finns inget teoretiskt stöd för att kognitiv inhibition skulle korrelera med en auditiv uppmärksamhetseffekt i koklean. Vissa författare ifrågasätter även konceptet med inhibition som en avgörande funktion vid uppmärksamhet (McLeod, 2007). Men det är ändå intressant att fortsätta undersöka sambandet om man i en framtida studie lyckas fastställa en tydlig uppmärksamhetseffekt vid OAE-mätningar. Mycket är oklart kring auditiv uppmärksamhet, men man kan ändå misstänka ett eventuellt samband till inhibition. Eftersom kognitiv inhibition misstänks vara en viktig funktion vid uppmärksamhet (McLeod, 2007).

Slutsats

Författaren fann inte en påverkan från auditiv uppmärksamhet vid suppressionsmätningar i denna studie. Men en svag tendens uppmärksammades där emissionsnivåerna ökade vid testsituationerna Matte och Toner. Det var dock i jämförelse med testsituationen brus. Flertalet andra studier har observerat en påverkan på emissionsnivåerna och härleder detta till en central inverkan från de efferenta nervbanorna. Men mycket är fortfarande oklart, då testkonstruktionerna mellan studier varierar. Möjligen var det metodiken i den aktuella studien som gjorde att en uppmärksamhetseffekt inte kunde observeras. Mer forskning krävs på området, där man fastställer hur skillnader i testkonstruktioner och testparametrar påverkar suppressionseffekten vid auditiv uppmärksamhet. Då behövs en klar teoretisk modell till hur auditiv uppmärksamhet verkligen skulle kunna påverka MOC-reflexen och emissionsnivåerna. Orsaker till variationen mellan studier är oklar, därför behövs stora urval där riktad uppmärksamhet verkligen testas för att finna någon trend i

variabiliteten. Men om man ser till de anatomiska studierna, som fastställer en påverkan på det mediala olivokokleära komplexet från inferior colliculus och även det auditiva kortex, kan man tänka sig att en central påverkan på de afferenta signalerna genom de efferenta banorna faktiskt är möjlig. Eventuellt är OAE inte den känsligaste metoden att fastställa detta på, och möjligen är beteendebaserade uppmärksamhetsuppgifter för oberäkneligt för att ge tydliga resultat. Inget tydligt samband mellan Flankertestet och suppressionsmätningarna kunde observeras. Men det kan bero på att en uppmärksamhetseffekt inte uppkom vid suppressionsmätningarna, och det är även osäkert hur väl inhibitionsförmågan lyckats undersökas.

REFERENSER

Brewer, S., Ching, T., Dillon, H., Fisher, M., Foster, L., m. fl. (2000). *Speech and noise CDs for hearing aid evaluation*. Sydney: National Acoustic Laboratories.

Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wilbraham, K., Cox, R., Hagerman, B., Hetu, R., Kei, J., Lui, C., Kiessling, J., Nasser Kotby, M., Nasser, N. H. A., El Kholly, W. A. H., Nakanishi, Y., Oyer, H., Powell, R., Stephens, D., Meredith, R., Sirimanna, T., Tavartkiladze, G., Frolenkov, G. I., Westerman, S., & Ludvigsen, C. (1994). An international comparison of long-term average speech spectra. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 96:4, 2108-2120 ISSN: 0001-4966

Chait, M., de Cheveigné, A., Poeppel, D., & Simon, J. Z. (2010). Neural dynamics of attending and ignoring in human auditory cortex. *Neuropsychologia*. 48:11, 3262-3271 PMID: 20633569.

de Boer, J. & Thornton, A. R. D. (2007). Effect of subject task on contralateral suppression of click evoked otoacoustic emissions. *Hearing research*. 233:1-2, 117-123 PMID: 17910996.

de Oliveira, J. R. M., Fernandes, J. C. & Filho, O. A. C. (2008). Age impact on the efferent system activities in cochlear mechanical properties in normal hearing individuals. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 75:3, 340-344 PMID: 19649481.

Froehlich, P., Collet, L., & Morgon, A. (1992). Transiently evoked otoacoustic emission amplitudes change with changes of directed attention. *Physiology & Behavior*. 53:4, 679-682 PMID: 8511172.

Giard, M. H., Collet, L., Bouchet, P. & Pernier, J. (1993). Auditory selective attention in the human cochlea. *Brain Research*. 633:1-2, 353-359 PMID: 8137171.

Giraud, A. L., Collet, L., Chéry-Croze, S., Magnan, J. & Chays, A. (1995). Evidence of a medial olivocochlear involvement in contralateral suppression of otoacoustic emissions in humans. *Brain Research*. 705:1-2, 15-23 PMID: 8821728.

Guinan, J.J. Jr. (2006). Olivocochlear efferents: anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear & Hearing*. 27:6, 589-607 PMID: 17086072.

Hall III, J. W. (2000). *Handbook of otoacoustic emissions*. Kanada: Singular publishing group.

Harkrider, A. W., & Bowers, D. C. (2009). Evidence for a cortically mediated release from inhibition in the human cochlea. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 20:3, 208-215 PMID: 19927691.

- Johansson, M., Aslan, A., Bäuml, K. H., Gäbel, A., & Mecklinger, A. (2007). When Remembering Causes Forgetting: Electrophysiological Correlates of Retrieval-Induced Forgetting. *Cerebral Cortex*. 17:6, 1335-1341 PMID: 16880224.
- Kemp, D. T. (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medical Bulletin*. 63:1, 223-241 PMID: 12324396.
- Kepler, H., Dhooge, I., Corthals, P., Maes, L., D'haenens, W., Bockstael, A., Philips, B., Swinnen, F. & Vinck, B. (2009). The effects of aging on evoked otoacoustic emissions and efferent suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Clinical Neurophysiology*. 121:3, 359-365 PMID: 20005159.
- Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Inhibition in cognition. Gorfein, D. S., & MacLeod, C. M. (Red.), *Inhibitory Deficit Theory: Recent Developments in a "New View"*, (s. 145-163). Washington DC: American Psychological Association.
- MacLeod, C. M. (2007). Inhibition in cognition. Gorfein, D. S., & MacLeod, C. M. (Red.), *The concept of inhibition in cognition*, (s. 3-23). Washington DC: American Psychological Association.
- Maison, S., Micheyl, C., & Collet, L. (2001). Influence of focused auditory attention on cochlear activity in humans. *Psychophysiology*. 38:1, 35-40 PMID: 11321619.
- Meric, C., Micheyl, C., & Collet, L. (1994). Attention and Evoked Otoacoustic Emissions: Attempts at Characterization of Intersubject Variation. *Physiology & Behavior*. 59:1, 1-9 PMID: 8848467.
- Meric, C. & Collet, L. (1994). Attention and otoacoustic emissions: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 18:2, 215-222 PMID: 8058214.
- Micheyl, C. & Collet, L. (1995). Involvement of the olivocochlear bundle in the detection of tones in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 99:3, 1604-1614 PMID: 8819856.
- Michie, P. T., LePage, E. L., Solowij, N., Haller, H., & Terry, L. (1996). Evoked otoacoustic emissions and auditory selective attention. *Hearing research*. 98:1-2, 54-67 PMID: 8880181.
- Mulders, W. H. A. M., & Robertson, D. (2002). Inputs from the cochlea and the inferior colliculus converge on olivocochlear neurones. *Hearing Research*. 167:1-2, 206-213 PMID: 12117543.
- Mulders, W. H. A. M., & Robertson, D. (2000). Evidence for direct cortical innervation of medial olivocochlear neurones in rats. *Hearing Research*. 144:1-2, 65-72 PMID: 10831866.
- Pallant, J. (2007). *SPSS Survival Manual*. Open university press: Australien.

- Perrot, X., Ryvlin, P., Isnard, J., Gue, J., Catenoix, H., Fischer, C., Manguie, F., & Collet, L. (2006). Evidence for Corticofugal Modulation of Peripheral Auditory Activity in Humans. *Cerebral Cortex*. 15:7, 941-948 PMID: 16151174.
- Perrot, X., Micheyl, C., Khalfa, S., & Collet, L. (1999). Stronger bilateral efferent influences on cochlear biomechanical activity in musicians than in non-musicians. *Neuroscience Letters*. 262-263, 167-170 PMID: 10218882.
- Peterson, D. C., & Schofield, B. R. (2007). Projections from auditory cortex contact ascending pathways that originate in the superior olive and inferior colliculus. *Hearing Research*. 232:1-2, 67-77 PMID: 17643879.
- Pickles, J. O. (2008). *An introduction to the physiology of hearing*. Storbritannien: Emerald group publishing limited.
- Puria, S., Guinan, J. J. Jr. & Liberman, M. C., (1995). Olivocochlear reflex assays: Effects of contralateral sound on compound action potentials versus ear-canal distortion products. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 99:1, 500-5007 PMID: 8568037.
- Redick, T. S., Heitz, R. P., & Engle R. W. (2007). Inhibition in cognition. Gorfein, D. S., & MacLeod, C. M. (Red.), *Working Memory Capacity and Inhibition: Cognitive and Social Consequences*, (s. 125-142). Washington DC: American Psychological Association.
- Schofield, B. R., & Coomes, D. L. (2006). Pathways from auditory cortex to the cochlear nucleus in guinea pigs. *Hearing Research*. 216, 81-89 PMID: 16874906.
- Seluakumaran, K., Mulders, W. H. A. M. & Robertson, D. (2008). Unmasking effects of olivocochlear efferent activation on responses of inferior colliculus neurons. *Hearing Research*. 243:1-2, 35-46 PMID: 18573627.
- Shera, C. A. (2004). Mechanisms of mammalian otoacoustic emission and their implications for the clinical utility of otoacoustic emissions. *Ear & Hearing*. 25, 86-97 PMID: 15064654.
- Sun, X. M. (2008). Distortion product otoacoustic emission fine structure is responsible for variability of distortion product otoacoustic emission contralateral suppression. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 123:6, 4310-20 PMID: 18537382.
- Wagner, W., Frey, K., Heppelmann, G., Plontke, S. K. & Zenner, H. (2008). Speech-in-noise intelligibility does not correlate with efferent olivocochlear reflex in humans with normal hearing. *Acta oto-laryngologica*. 128:1, 53-60 PMID: 17851961.
- Xiao, Z., & Suga, N. (2002). Modulation of cochlear hair cells by the auditory cortex in the mustached bat. *Nature Neuroscience*. 5:1, 57-63 PMID: 11753417

BILAGOR

Bilaga 1

Information till försöksdeltagare

Jag heter Linda Granath och är legitimerad audionom och audiologistuderande på avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi, institutionen för kliniska vetenskaper i Lund. För tillfället skriver jag min magisteruppsats i audiologi. Projektet handlar om att jag ska mäta en viss hörselreflex som gör att vi har lättare att lyssna till tal i bullriga miljöer. Det jag vill ta reda på är om reflexens funktion beror på en omedveten vilja från hjärnan eller om reflexen styrs av andra hörselfunktioner.

Audionomer arbetar med hörselutredningar och behovsanalyser i syfte att diagnostisera och rehabilitera hörselproblematik. Rehabiliteringen består oftast utav tekniska hjälpmedel och beteendeträning för att man på bästa sätt ska kunna hantera sin hörselnedsättning.

Projektets namn

Otoakustiska emissioner, uppmärksamhet och kognitiv inhibition

Bakgrund och målsättning

Tidigare studier har visat att personer som hör lika bra har olika förmåga att uppfatta tal i bullriga miljöer. Vi vet inte varför det är på det sättet men en speciell hörselreflex tros kunna förbättra taluppfattningen. Denna reflex kan vara olika stark för olika individer, exempelvis har musiker visat sig ha en starkare reflex än icke-musiker. Det är viktigt med studier som undersöker detta fenomen då vi ofta utsätts för höga ljudnivåer i dagens samhälle. Att kunna höra bra i skolan trots att många pratar samtidigt eller att kunna höra vad någon säger på en fest trots hög musik är viktigt! Att inte kunna höra vad någon säger i ljudrika miljöer begränsar oss socialt och kan ge olika symptom som ex. huvudvärk. Denna studie handlar om att undersöka om denna hörselreflex enbart beror på innerörats och hörselbanornas funktion eller om den kan styras via omedvetna kognitiva processer i hjärnan.

Deltagande

Väljer du att medverka kommer du att få vara med om ett antal undersökningar som är standard inom audiologi. Allra först genomförs hörseltest för att säkerställa att du hör bra. Därefter genomförs för studien aktuella undersökningar där vi testar;

- din trumhinns rörlighet samt funktionen av en liten muskel mellanörat
- hur sinnescellerna som sitter i innerörat rör sig när man lyssnar till ett visst ljud
- din förmåga att uppmärksamma toner ur ett brusljud samtidigt som vi mäter hur sinnescellerna i innerörat rör sig
- kognitivt inhibitionstest (kognitiv inhibition är förmågan att undertrycka en mental process antingen medvetet eller omedvetet. Inhibition är kopplat till minnet där vi måste undertrycka viss

information för att komma ihåg det som är viktigt för oss. Inhibitionen är viktigt för många kognitiva aktiviteter som uppmärksamhet, minne och perception)

Samtliga mätningar är ofarliga och innebär att man får en liten prob i örat som alstrar ljud. Att utföra en undersökning tar cirka en timme.

Viktigt!

Dina svar och dina resultat kommer att behandlas så att inte obehöriga kan ta del av dem. Sammanställningar av resultaten kommer att publiceras vetenskapligt. Din medverkan i undersökningen är frivillig och du kan när som helst avbryta ditt deltagande utan att vi frågar varför. Om du väljer att inte medverka eller avbryter ditt deltagande har detta inga konsekvenser för eventuell medverkan i framtida undersökningar. Det påverkar inte heller eventuell framtida medicinsk behandling. Alla resultat är skyddade av sekretess och personuppgiftslagen gäller (<http://www.datainspektionen.se/lagar-och-regler/personuppgiftslagen/samtycke/>). Studien har godkänts av Etikprövningsnämnden i Lund.

Undersökare och kontaktperson:

Linda Granath
Leg. Audionom och audiologistuderande
Avd. f. logopedi, foniatri och audiologi,
Inst. f. kliniska vetenskaper i Lund,
Lunds Universitet
221 85 Lund
Tel. 0733 026866

E-mail: linda.granath.087@student.lu.se

Jag har idag mottagit ovanstående information och är villig att delta i projektet.

Namn

Lund/Malmö den Namnteckning.....

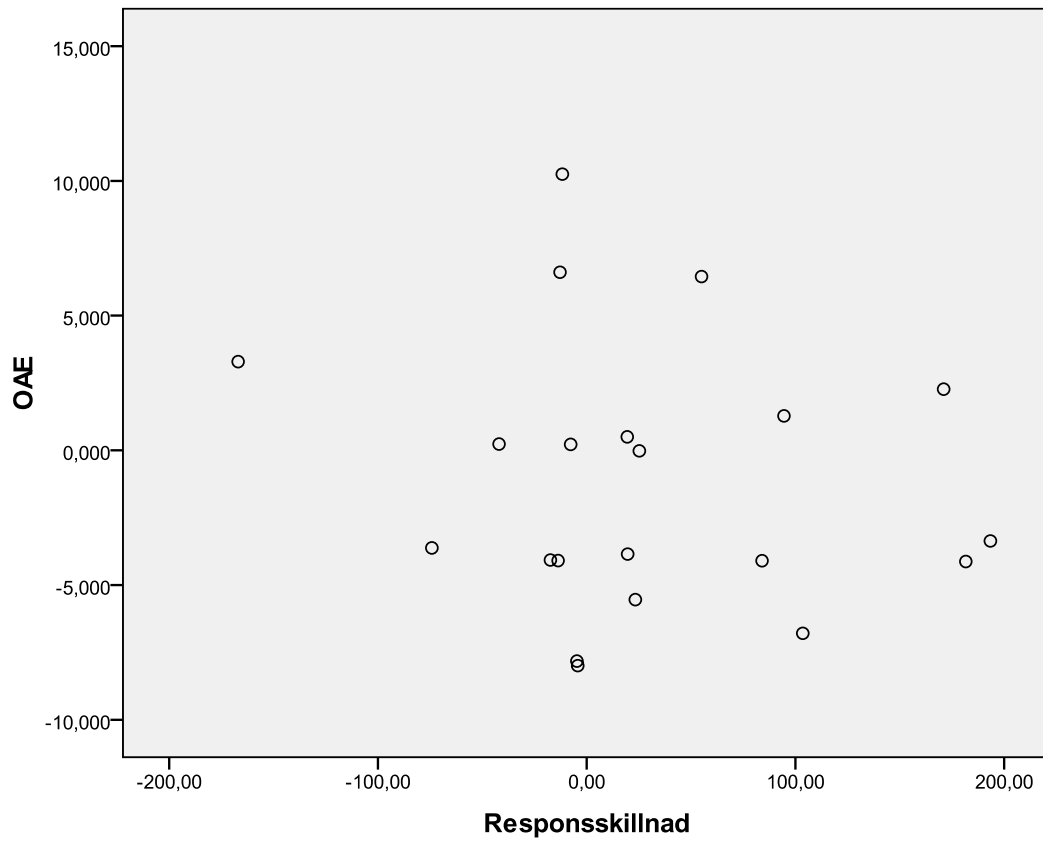
Bilaga II

Tabellen visar det sammanlagda medelvärdet för samtliga frekvensband för varje testsituation och forskningsperson i dB SPL/1000 Hz.

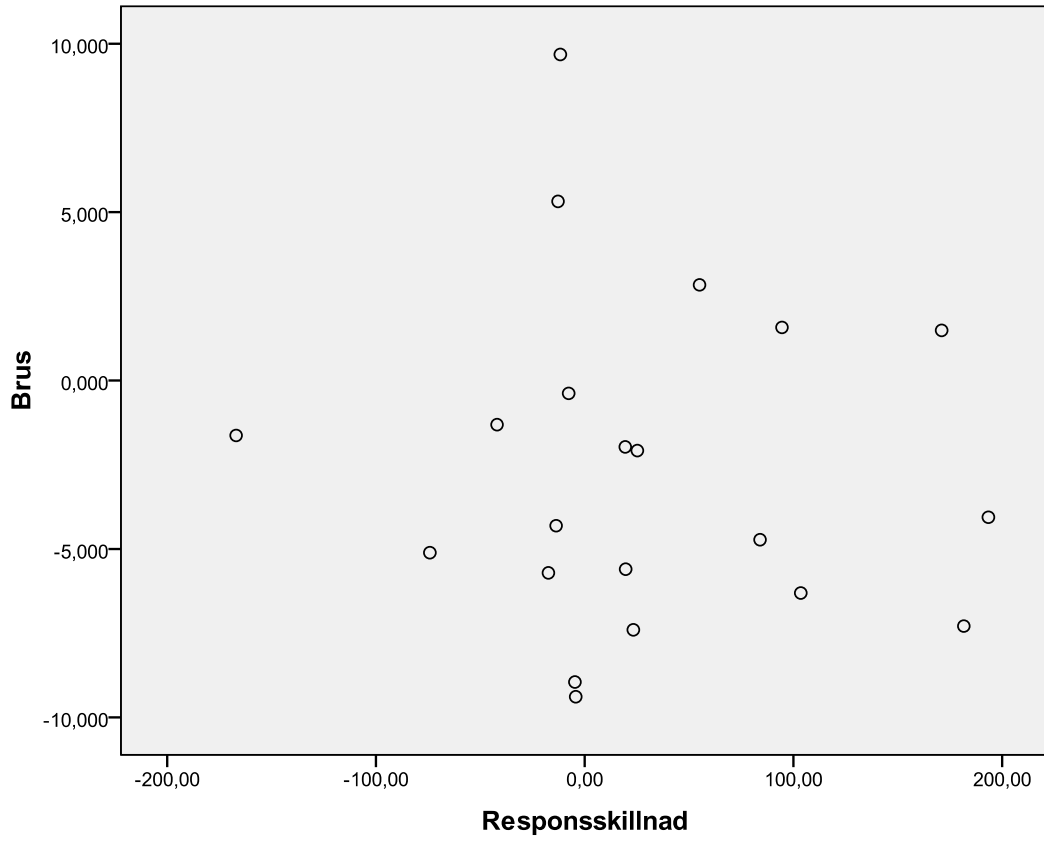
Forskningsperson	OAE	Brus	Toner	Matte	
1	-3,62	-5,11	-5,09	-6,31	
2	-3,85	-5,6	-4,48	-3,33	Röd: Suppressionen minskar
3	6,45	2,84	1,94	2,53	Blå: Suppressionen ökar
4	3,29	-1,63	1,16	-0,25	
5	-3,36	-4,058	-3,92	-3,30	
6	-6,79	-6,308	-4,85	-5,91	
7	0,50	-1,97	-0,63	-2,18	
8	-4,10	-4,725	-6,42	-6,54	
9	-7,99	-9,388	-8,46	-5,29	
10	1,278	1,578	0,21	2,83	
11	-5,54	-7,4	-10,09	-9,63	
12	10,25	9,68	9,43	9,06	
13	-4,13	-7,29	-5,86	-6,69	
14	0,22	-0,38	-0,92	-0,35	
15	-4,09	-4,31	-3,84	-4,38	
16	0,23	-1,31	-1,80	-1,97	
17	-4,07	-5,71	-4,99	-5,65	
18	-0,02	-2,08	0,96	-2,1	
19	2,27	1,49	5,44	1,08	
20	6,61	5,32	4,94	5,24	
21	-7,82	-8,95	-8,94	-3,24	

Bilaga III

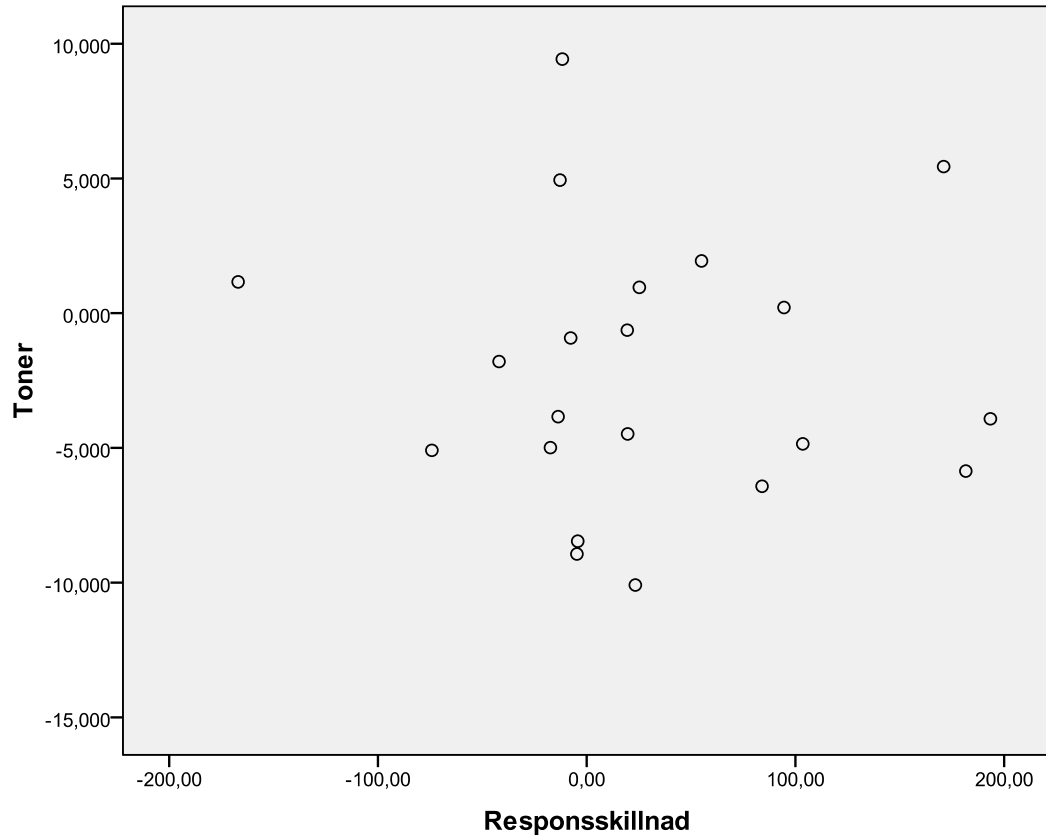
Nedanstående resultat hämtade från tabell V höger sida.



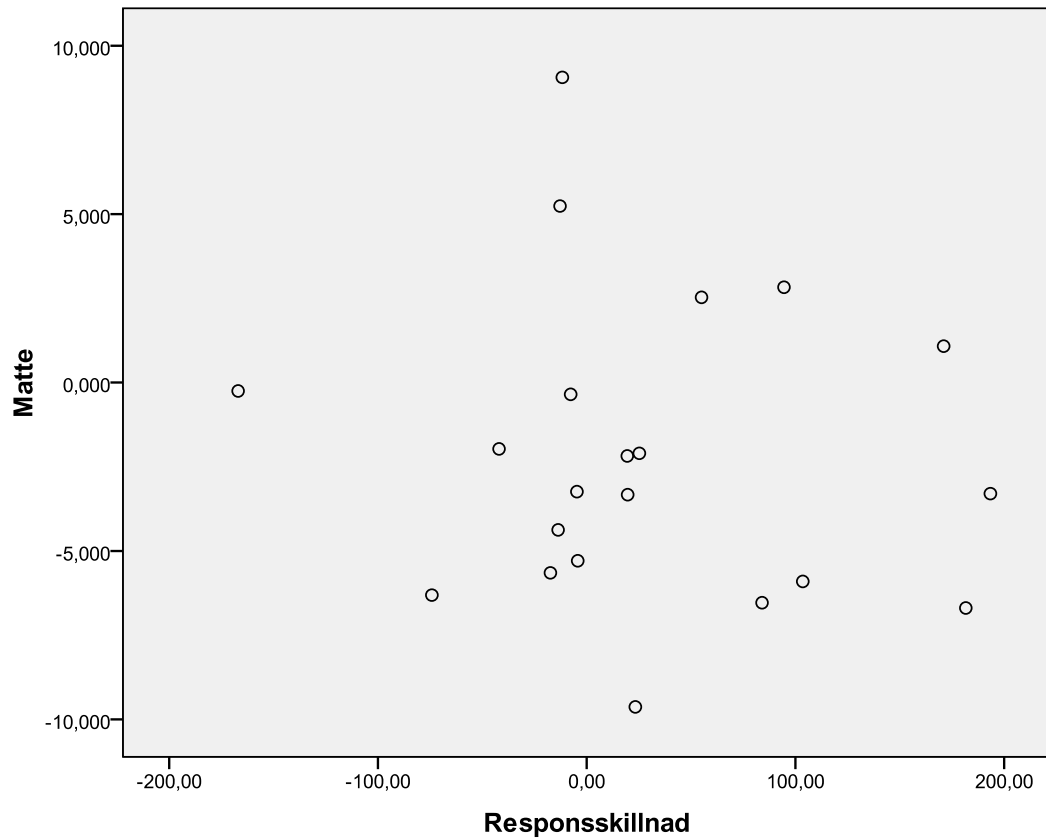
Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen OAE (dB) och skillnaden i responstid mellan Flankertest 1 och 2 (ms).



Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen Brus (dB) och skillnaden i responstid mellan Flankertest 1 och 2 (ms).

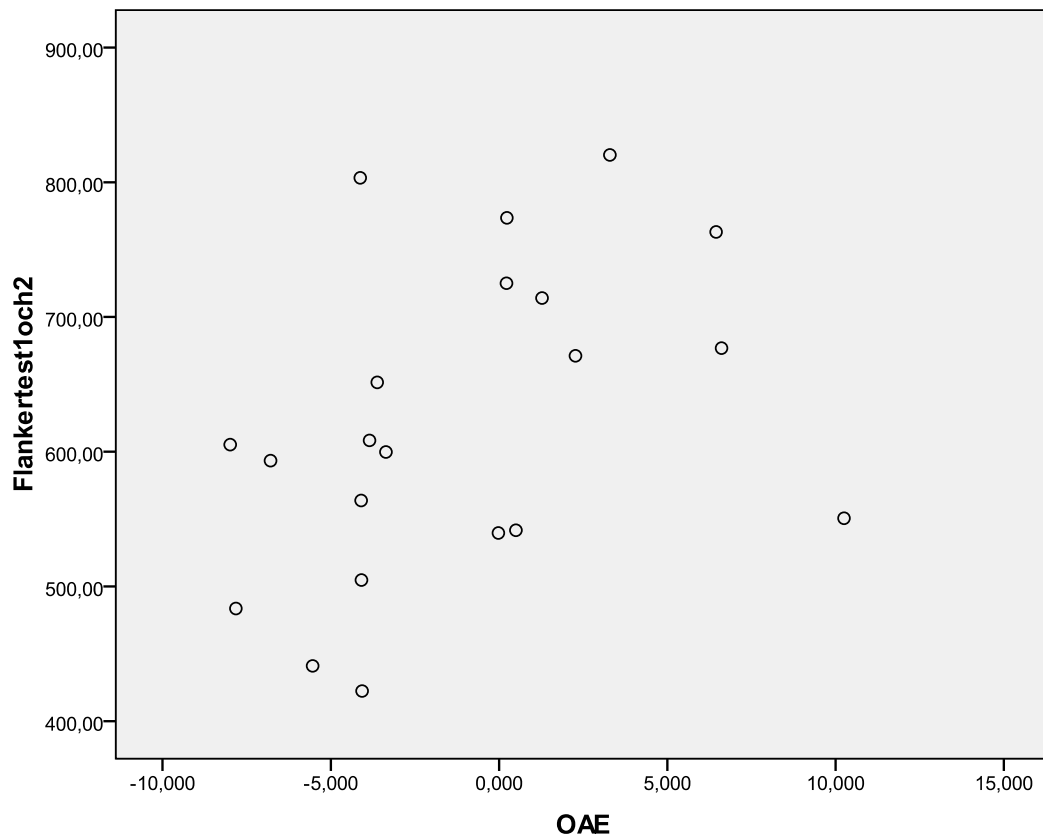


Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen Toner (dB) och skillnaden i responstid mellan Flankertest 1 och 2 (ms).

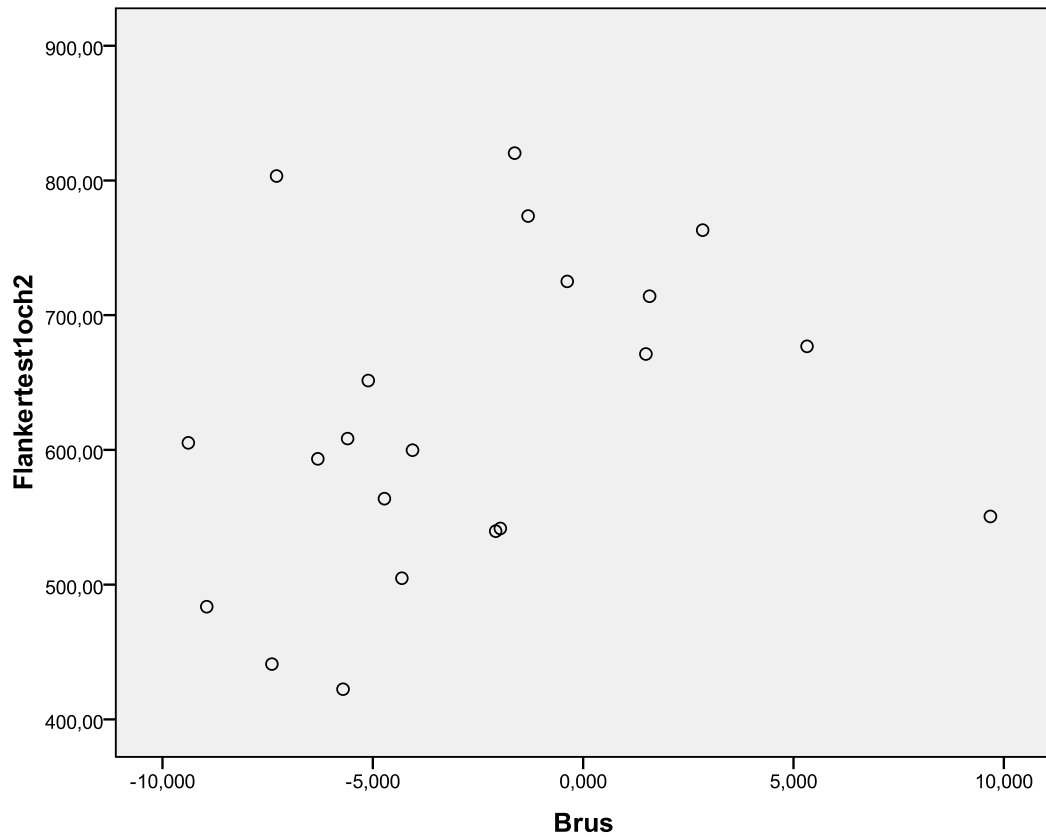


Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen Matte (dB) och skillnaden i responstid mellan Flankertest 1 och 2 (ms).

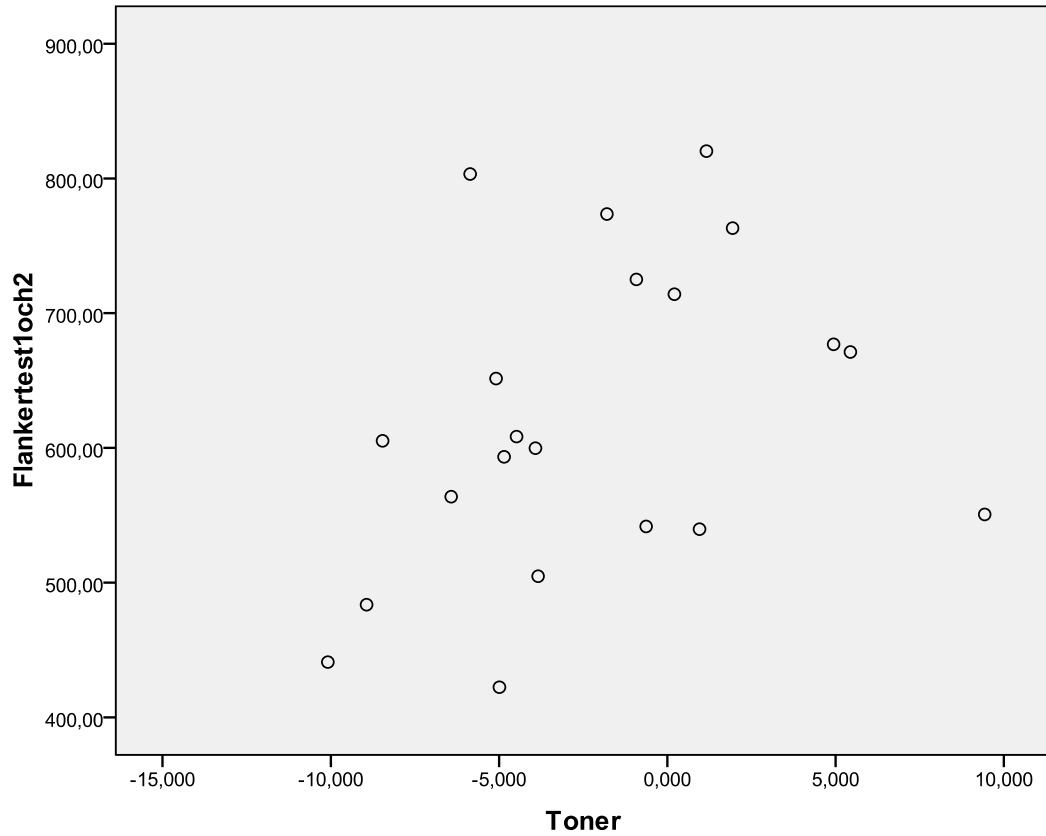
Nedanstående resultat hämtade från tabell V vänster sida.



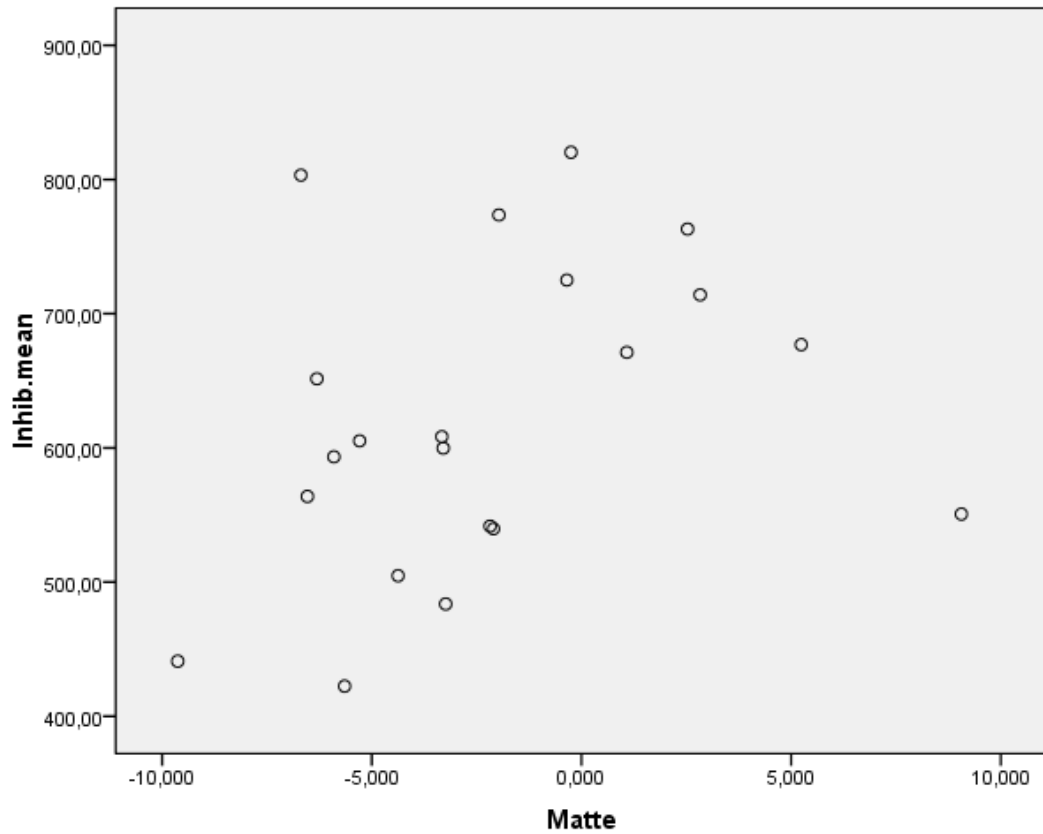
Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen OAE (dB) och medelvärdena för både Flankertest 1 och 2 (ms) för varje forskningsperson.



Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen Brus (dB) och medelvärdena för både Flankertest 1 och 2 (ms) för varje forskningsperson.



Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen Toner (dB) och medelvärdena för både Flankertest 1 och 2 (ms) för varje forskningsperson.



Figuren visar ett spridningsdiagram (n=21) för Spearman rho-mätningen mellan testsituationen Matte (dB) och medelvärdena för både Flankertest 1 och 2 (ms) för varje forskningsperson.

Bilaga IV

Tabellen visar resultaten från Wilcoxon Signed Ranks Tests (n=21) mellan testsituationerna OAE & Brus, OAE & Toner, OAE & Matte, Brus & Toner, Matte & Toner samt Matte & Brus för frekvensbandet 1500-2000 Hz.

	2 kHz- OAE & Brus	2kHz – OAE & Toner	2kHz – OAE & Matte	2 kHz – Brus & Toner	2 kHz – Matte & Toner	2 kHz – Matte & Brus
Z	-4,02	-3,42	-2,69	-,58	-1,44	-,58
Asymptotisk signifikans	0,0005	0,001	0,007	0,563	0,150	0,563

