

Auditiv mismatch negativity (MMN) under hög och låg visuell belastning

Nedal Abu Qouta

Auditive mismatch negativity (MMN) under high and low visual load
Handledare: Stefan Wiens
Vetenskaplig Undersökning, C-uppsats 15 Hp VT 2018

Stockholms Universitet
Psykologiska Institutionen

Auditiv mismatch negativity (MMN) under hög och låg visuell belastning

Nedal Abu Qouta

Auditiv mismatch negativity (MMN) är en neurologisk hjärnrespons som visar hur känslig hjärnan är för auditiva förändringar. Perceptuell load teorin argumenterar att krävande visuella sökuppgifter eliminerar auditiva distraktorer från att bearbetas i arbetsminnet. Syftet är att observera event-related potential (ERP) händelser för att se om avvikande ljud exkluderas under hög visuell belastning. Ett korsmodalt uppmärksamhetstest utfördes där deltagarna ($N = 26$) fick utföra en visuell sökuppgift med två svårighetsgrader samtidigt som de skulle ignorera tonfrekvenser som spelades upp i bakgrunden. Resultatet visade auditiv MMN-respons under både låg och hög visuell belastning. Det fanns ingen tydlig skillnad på MMN mellan låg och hög belastning. Hörselcortex registrerade en avvikande ton i oddball och att samma ton fanns i kontroll-upplägget. Argument för att distraktorer bearbetas under kontrollerad uppmärksamhet. Ytterligare studier med större stickprov och olika ljudfrekvenser, naturliga och icke naturliga, krävs för att se hur ljuden påverkar bearbetningsprocessen.

Inledning

Ljud och kommunikation är något som finns runt omkring oss i vardagen och som kan uppfattas som distraherande. Oförmågan att fokusera sin uppmärksamhet inför irrelevanta ljud distraktioner kan ibland kännas frustrerande och bidra med negativa konsekvenser. Auditiv bearbetning av ljudfrekvenser kan ibland vara avgörande vid fokuserad uppgiftsrelaterade händelser (Lavie, 2010). Man missar straffsparken under finalmatchen för att man inte lyckades stänga ute publikens burop och därmed förlorat finalen. Eller tvärtom, man lyckas prestera bra för att man filtrerar bort onödig information. Om man sedan får frågan, hörde du något ovanligt? Svarar man kanske nej, för man var fokuserad på uppgiften. När man utför visuella arbetsuppgifter som kräver hög grad av koncentration, uppmärksammas inte avvikelser i regelbundna ljudsekvenser från omgivningen (Lavie, 2005). En teoretisk förklaring är perceptual load teori som är en hybrid av två tidiga teorier (Lavie & Tsal, 1994). Treismans (1969) tidigt urval teori och Duncans (1980) sent urval teori (Treisman, 1969; Duncam, 1980). Hög visuell belastning kan påverka den kognitiva bearbetningsprocessen så att auditiva distraktorer utesluts från att bearbetas. För att kunna utföra den svåra arbetsuppgiften på bästa möjliga sätt, använder hjärnan en exekutiv strategisk bearbetningsprocess för vilka stimuli som ska prioriteras framför andra stimuli (Benoni & Tsal, 2009). Olika studier har visat att man är omedveten om tonhöjdsförändringar vid fokuserad uppmärksamhet vid visuell sökuppgift (Maess, Jacobsen, Schröger & Friederici, 2007). Neurologiska studier visar lägre hjärnaktivitet för auditiva förändringar under olika visuella belastningar (Yucel, Petty, McCarthy, & Belger, 2005). Avvikelse-detektering kan mätas med hjälp av en event-related potential (ERP) hjärnrespons kallad mismatch negativitet (MMN) som är en neurologisk respons till ljud som avviker från en regelbunden sekvens (ERP) (Näätänen & Alho, 1995).

EEG och ERP

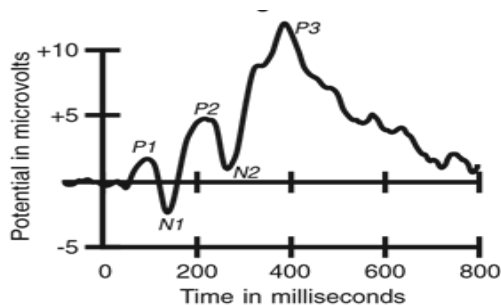
Elektroencefalografi (EEG) är en välanvänd metod för att mäta hjärnaktivitet hos ett subjekt när hen exponeras för ett stimulus eller utför en uppgift. EEG har bra precision för att mäta perception och uppmärksamhet från en millisekund till nästa. Det låter oss att observera vad

som sker innan ett stimulus exponeras och reaktionen efter stimuli utan någon mätbar fördröjning mellan hjärnaktivitet och registrering från hjärnbarken (Woodman, 2010).

Komponenter

En ERP-våg kan delas in i ERP-komponenter som definieras av vågens polaritet som kallas för toppar (Positiv/Negativ). Olika ERP-komponenters termer betonar olika aspekter och funktioner (Woodman, 2010). ERP-komponenter är uppdelade i tre huvudkategorier: exogena sensoriska komponenter som är en respons på en stimulering, endogena komponenter som reflekterar neurala processer som är helt uppgiftsberoende, samt motorkomponenter som följer med förberedelse och utförande av en given motorisk respons (Luck, 2014).

Många sensoriska ERP-vågor har en P1-topp och en N1-topp (se Figur 1) men de relativa och absoluta amplituderna av dessa toppar är helt olika från individ till individ. Bokstaven P står för positiv och N för negativ. Bokstaven följs upp av ett tal som indikerar pikens/toppens latens när den är upptäckt i ms (millisekunder) exempel P4 (Positiv 400ms). P1 är en obligatorisk sensorisk respons som framkallats av ett visuellt stimulus. Ingen speciell uppgift är nödvändig för att framkalla en P1-våg, däremot så kan olika uppgifter påverka amplituden på P1 beroende på stimulansparametrar. En N1-topp består av tre underkomponenter, alla tre påverkas av uppmärksamhet. N1 är en komponent som toppar 75-150ms poststimulans från parietalloben och occipitalloben. N1-vågen tycks vara större när personer utför diskrimineringsuppgifter än när de utför detektionsuppgifter, vilket har lett till förslaget att denna delkomponent återspeglar någon form av diskriminerande process (Luck, 2014).



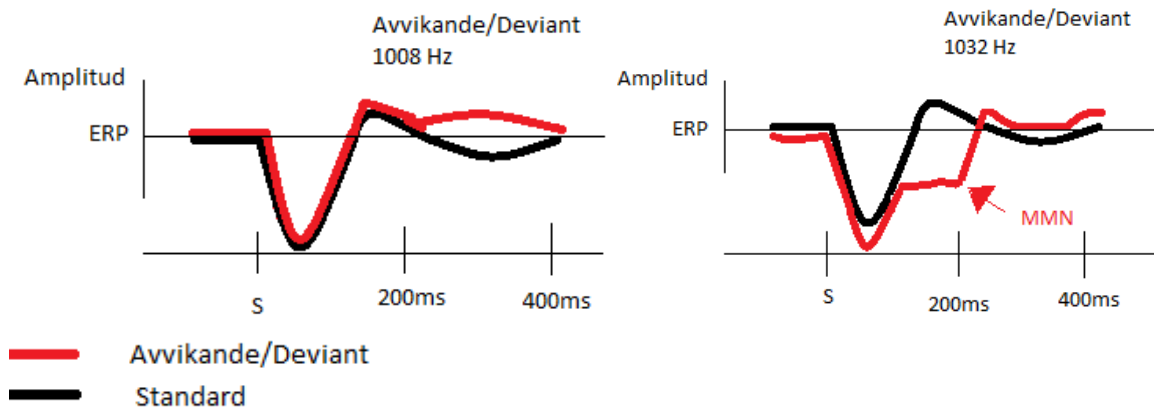
Figur 1.

Bilden är ett exempel på ett ERP-händelse som visar var de ovannämnda komponenterna ligger och hur det kan se ut. P står för positiv våg och N står för negativ våg.

Bild tagen från: Luck, S. J. (2014). Introduction to the event-related potential technique.

Hämtad 2018-05-01 från: <http://ebookcentral.proquest.com>

MMN toppar vanligtvis mellan 160-220ms, när en oddball-ton spelas. Figur 2 visar hur en MMN våg kan se ut. Ett experiment gick ut på att deltagarna fick hörlurar på sig och blev tillsagda att ignorera tonerna medan de läste en bok eller tittade på en film (Luck, 2014). På vänster sida är den avvikande tonen i 1008Hz, vilket är för lågt för hjärnan att upptäcka denna diskriminering när individen hör standardtonen med den avvikande tonen. Stimuleringen är för svag och filtreras bort. Vid 1032Hz så är stimuleringen tillräcklig stark nog för individen att upptäcka denna diskrimineringston (Luck, 2014).



Figur 2.

Den röda amplituden visar ERP-respons under en avvikande ton. Vänstra bilden visar ingen framkallning av MMN när avvikande ton och standardton jämförs med varandra till skillnad från den högra.

EEG:s rådata innehåller flera elektroniska frekvenser som behöver tolkas. Svårigheter med tolkningen av ERP-händelser är något som kallas för superpositions problemet. EEG-inspelning kan nämligen innehålla väldigt mycket brus. Bruset innehåller elektronisk aktivitet som fångas upp från miljön utöver det man undersöker. Även under kontrollerat experiment kan brus förekomma varje gång man rör på sig, blinkar, fokuserar på andra saker så registreras detta under EEG-inspelningen. Detta gör det svårt att veta vad den elektriska vågen verkligen är för något. Hjärnbarkens elektriska signaler är flytande och det betyder att en våg kan inskränka en annan. En bra liknelse är en person som släpper en liten sten i ett stilla sjövattnet. Stenen orsakar ringar, om den släpper tre, fyra eller fem stenar så kommer ringarna att störa ut varandra och bli försvagade. Det finns därför en risk att EEG- och ERP-vågornas polaritet kan misstolkas och lokaliseras (Luck, 2014). För att lösa problem så behöver man skapa en klinisk miljö, sitta stilla, låta subjekten bli van med standardtonerna och utesluta allt annat som kan ha någon påverkan på EEG-resultatet (Woodman, 2010).

Mismatch Negativity

Oddball MMN är den typiska definitionen av avvikande minus standardton. Oddball-metoden är en vanlig metod som används vid framkallning av MMN. Metoden är upplagd så att O-tonerna (oddball) uppstår slumpmässigt och avvikande bland en upprepande standardton. Ungefär 20% av tonerna i det akustiska ljudmönstret är oddball toner och resten är standard X-toner (Sussman, 2007). Deltagarna fick välja mellan att utföra en uppgift eller titta på en film samtidigt som man lyssnade på ett asymmetriskt ljudmönster. Experimentet visade att amplitud från de avvikande ljuden var starkare, som tyder på att ljudet uppmärksammades (Seymonds et al., 2017). En viktig mediering som påverkar framkallning av MMN-respons är riktad uppmärksamhet. Ett experiment där deltagarna blev tillsagda att ignorera ljuden som de exponerades för samtidigt som de utförde en arbetsuppgift, uppstod en MMN-respons. När personen samtidigt riktade sin uppmärksamhet på ljudet, XXXO så förstod de att O alltid kommer efter tre X. O-tonen blev förutsägbar och MMN minskade (Sussman, 2007).

En teoretisk förklaring för MMN, är att en avvikande sensorisk input och en förutsägbar stimulans är en process som sker i det neurologiska systemet som anpassas genom en short-term plasticitet, även kallad dynamisk synaps som gör att presynapserna anpassar sin ”nya” information innan de sänder den vidare till nästa synaps. En process som är snarlik med predictive coding, en förmåga att kunna förutsäga kommande reaktioner eller prestationer

beroende på tidigare erfarenhet. En kognitiv process som tyder på att förutsägbara händelser förlitar sig på hierarkiska organiserade neurologiska scheman där varje förutsägbar perceptuell stimulans jämförs med information från lägre områden. En form av top-down process (Garrido, Kilner, Stephan & Friston, 2009). Detta schema av sensoriska-kognitiva-motoriska processer som formar vårt sätt att uppfatta och reagera på likartade företeelser är en neurologisk process för ett självorganiserat samspel mellan hjärnbarkens områden vid framkallning av förutsägelser och reducerar det som inte stämmer överens med den tidigare företeelser och perception för att undvika framtida förutsägelsefel (Garrido et al., 2009).

Sällsynta avvikande ljud aktiverar olika neuroner i hörselbark som stimuleras av de olika tonerna. De avvikande tonerna är färre i antal än standardtonerna och därmed är stimulansen från standardtonerna svagare än från avvikande toner. Därför är den neurologiska responsen starkare från avvikande toner vid N1-amplitud än från standardtonerna (Garrido et al., 2009). För att få en renare MMN behöver standardtonerna vara flera i antal än avvikande. Tonerna behöver även ha en tydlig frekvensskillnad. Om frekvensskillnaderna mellan tonerna är små, kan det resultera i en mer dämpad amplitud hos den avvikande tonen (Garrido et al., 2009). Slumpmässiga ordningar kan verka systematiska, därför gör man pseudo-slump för att veta om MMN verkligen är en reaktion som uppstår i N1-våg från en avvikande ton. Om en MMN respons uppstår i kontroll och avvikande test kommer det visas i N1-amplitud (Jacobsen & Schröger, 2001). Kontrollupplägg (pseudo-slumpordning) gör att olika toner presenteras under samma villkor så att de inte hamnar i ett regelbundet mönster och presenteras som avvikande i oddball villkoret. Därmed ger kontroll tonerna inte någon MMN. Genom att tillämpa kontrollförhållanden kan man jämföra oddball med kontroll för att se om det finns någon skillnad på MMN och avvikande tonstimuli (Maess et al., 2007). En EEG studie visade att en neurologisk aktivitet sker vid en kontroll och oddball. Resultatet skulle kunna tyda på en automatisk frekvensdetektering i hörselcortex. En minnesåterhämtningsprocess där man jämför de olika tonerna i kontroll med den avvikande tonen i oddball som tyder på en tydlig MMN (Jacobsen & Schröger, 2001; Maess et al., 2007).

Teori

Lavies (1994) urvalshypotes grundar sig på tidigare teorier från Treisman (1969) och Duncan (1980). Treismans teori om tidigt urval delar in den automatiska bearbetningsprocessen i fyra delar. (1) Urval av output- när man fokuserar sin uppmärksamhet mot något blir man exponerad av flera stimuli samtidigt, information som analyseras och kategoriseras baserad på tidigare erfarenheter. (2) Urval av input- denna typ av uppmärksamhet gör att man begränsar sin uppfattning för det valda sensoriska data som ska analyseras. Om målet med uppgiften är att räkna hur många passningar basketspelarna gör under en minut, prioriterar man sin fokus på bollen och antal passningar, allt annat ignoreras. (3) Urval av analys- här lägger man uppmärksamheten på vilka egenskaper som ska analyseras och ignoreras. Är det färgen, formen eller storleken som ska analyseras? När beslutet är gjort så lägger man sin uppmärksamhet på den generella egenskapen och allt annat ignoreras. (4) När detta är gjort så är det dags för urval av test och mål, man väljer att fokusera sin uppmärksamhet på den/de specifika egenskaper som stämmer överens med vår analys, som gör att man kan identifiera denna stimulus med ett visst sensoriskt kännetecken. Om målet med uppgiften är att fokusera på hur många passningar basketspelarna gör med den vita basketbollen, filtreras alla irrelevanta bollar från vår perception (Treisman, 1969).

Duncans (1980) sena urval-teori delar in den automatiska bearbetningsprocessen i två delar. Första delen består av identifiering och klassificering av stimuli som man utsätts för. Hjärnan granskar samtliga stimuli parallellt. I detta stadium sker ingen uppdelning av

uppmärksamhetskapacitet. Varje stimulus identifieras i form av färg, form, storlek o.s.v. och klassificeras i form av meningsskapande, olika kategorier som bokstav, ljud, siffror. I första stadiet, skapar arbetsminnet ingen uppfattning av informationen från de stimuli man exponeras för. Anledning för detta är att det skulle ta för lång tid att bearbeta all information under den korta tidsperiod som man blir exponerad under. Arbetsminnets begränsade kapacitet att bearbeta all information utreds genom en process av urvalsschema. Hjärnan gör en målsökning över prioriterade stimuli som behöver uppdelad uppmärksamhet. Det kan vara färg eller form beroende på målet med uppgiften. Vid andra stadiet skapas en rapport som lagrar informationen i minnet för att kunna skilja mellan prioriterade mål och icke-mål. Denna filtreringsprocess är inte felfri ibland händer det att icke-prioriterade mål kan ta sig igenom och bearbetas i andra stadiet i minnet (Duncan, 1980).

Perceptuell load teori

Perceptuell load teori är en hybrid av de två tidigare nämnda teorierna (Lavie & Tsal, 1994). En perceptuell urvalsmekanism gör att man passivt utesluter stimuli som är irrelevanta när man utför krävande arbetsuppgifter. Denna exekutiva process sker genom en selektiv urvalsstrategi på vart man ska rikta sin uppmärksamhet mot. Denna urvalsmekanism gör att irrelevanta störningar och information från omgivningen hindras från att bearbetas. Det kognitiva arbetsminnet behöver tid att bearbeta all information. Därmed görs ett tidigt urval i form av selektiv uppmärksamhet (Lavie, Hirst, Fockert & Viding, 2004). Hög perceptuell belastning innebär att arbetsuppgiften kräver mer uppmärksamhet för att kunna identifiera visuella objekt (Lavie, 2005). Hög perceptuell belastning bidrar till en omedvetet aktiv kognitiv kontroll som sker i frontalloben så att irrelevanta distraktorer inte tar upp onödig uppmärksamhet och bearbetas i arbetsminnet. Hjärnan har en begränsad uppmärksamhetskapacitet och ökad perceptuell belastning lämnar inget utrymme för att bearbeta irrelevanta stimuli (Lavie, 2005). Därför sker det ingen prediktiv kodning för auditiv mönsterigenkänning under hög belastning då ljudet är irrelevant för den visuella sökuppgiften (Lavie & Tsal, 1994). Denna automatiska prediktiva kodningsprocess för detektering av avvikande toner hamnar i ett pausläge för att spara energi (Friston, 2005). Raveh och Lavie (2015) utförde 4 experiment med olika deltagare för att se om hög belastning reducerar den auditiva detekteringen. Den höga belastningen reducerade deltagarnas hörsselförmåga att upptäcka avvikande ljud (Raveh & Lavie, 2015). MMN-komponenten av ERP är ett särskilt användbart verktyg för att observera effekten av oövervakade ljud eftersom försökspersonen inte behöver besvara eller ange någon uppfattning av ljuden som framkallas (Sussman, Bregman, Wang & Khan, 2005). Studier har visat att auditiv MMN minskar under hög visuell belastning jämfört med låg, medan andra studier inte har visat signifikanta skillnader (Wiens, Szychowska & Nilsson, 2016; Haroush, Hochstein, Deouell, 2009). Syftet med denna studie är att pröva Lavies (2005) teori om mönsterigenkänning mot irrelevanta toner under hög visuell belastning. Då tidigare studier har visat en minskning på MMN under hög belastning, förutspår denna studie att MMN-amplituden bör minska eller uteslutas under hög oddball och kontroll belastning jämfört med låg.

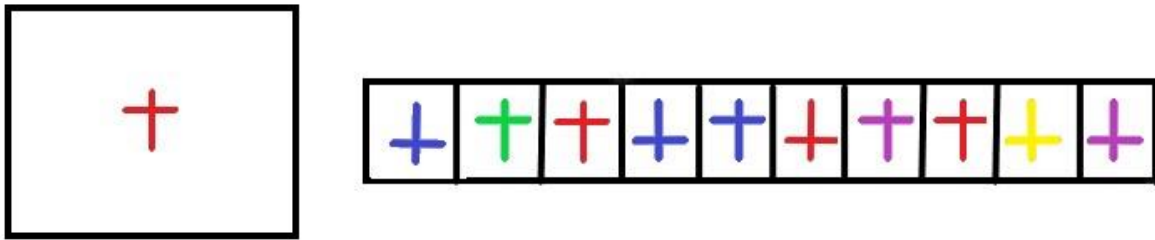
Metod

Undersökningsdeltagare

Antal deltagare $N = 27$, $N=1$ exkluderades pga. tekniskt fel. Ålder från 21–35 ($M = 25,8$; $SD = 4,05$). Alla deltagare fick läsa igenom och skriva på ett samtyckeskrav enligt Declaration of Helsinki. Deltagarna rekryterades via Stockholms universitet genom flyers som sattes upp runt om på universitetets anslagstavlor. Målgruppen i denna studie riktade sig till individer som är inom åldern 18–40 år, ingen historisk neurologisk diagnos, som har normal eller korregerad (glasögon/linser) syn och normal hörsel. Deltagarna fick välja om de ville bli kompenserade med en biobiljett eller en timme EE-tid/studietid.

Material

Experimentet använde sig av en visuell sökuppgift som liknar Schwartz et al. (2005) se Figur 3 nedan. Deltagarna utförde uppgiften via en PC skärm och ett tangentbord. Uppgiften har två svårighetsgrader, låg och hög. Tonernas frekvens presenterades i en oddball eller random mönster via hörlurar. Deltagarna fick stödja huvudet på en ställning medan de utförde uppgiften. Både bord och huvudställ gick att justera i höjd. En Cedrus StimTracker signaladapter användes för att markera uppkomst av visuella och auditiva stimuli under EEG-inspelning.



Figur 3.

Figuren visar hur visuella kors upplägget såg ut, upplägget är snarlik Schwartz et al. (2005). Stora kvadraten föreställer Pc-skärmen. Högra rektangeln visar exempel på hur det kan se ut under hög belastning. Under låg belastning är alla kors röda uppvända och nedvända.

Visuella stimuli omfattade uppräta och nervända kors i färgerna röd, blå, gul, grön och violett. Varje kors presenterades under 100ms och ett nytt kors efter varje 500ms. Auditiva stimuli omfattade 500, 550, 605, 666, 732, 805, 886, 974 Hz (100-ms varaktighet i cirka 70dB SPL). I oddball nedåtgående stimuli presenterades en 500 Hz-ton (avvikande) och en 550 Hz-ton (standard). Testet är uppdelat i 8 upplägg, 4 upplägg med låg belastning (två oddball låg och hög) och 4 upplägg med hög belastning (2 random låg och hög). Både visuella och auditiva stimuli presenterades samtidigt under en slumpmässig ordning. ERP:s spelades in via Active Two Biosemi EEG System från sex elektroder i standard 10/20-positioner (Fpz, Fz, Cz, Pz, P9 och P10), samt en elektrod på näsan och en på kinden.

Procedur

Samtliga deltagare utförde experimentet individuellt och blev informerade om hur testupplägget såg ut. Det är en visuell sökuppgift som utförs på en pc-skärm, testet är uppdelat i 8 försök, varje test tar ca 3 min att utföra. När man observerade korset enligt uppgiften ska man trycka på mellanslag samtidigt som man utsätts för olika ljud från hörlurar. De blev instruerade att ignorera ljuden från hörlurarna och fokusera på uppgiften. De fick först utföra ett provförsök, när de tyckte att de förstod uppgiften blev de tillsagda att justera höjden på bordet samt huvudställ för att reducera onödig brusinspelning. Efter varje test kunde de ta en paus och själva bestämma när nästa test skulle börja genom att trycka på mellanslag. När de var redo lämnades de ensamma i rummet med stängd dörr. När de var färdiga med alla åtta eller vill avbryta kunde de trycka på en ringklocka.

Varje testblock hade 360 kors, 72st (20%) målinriktade och 288st icke-målinriktade. De 4 olika kombinationerna presenterades i en slumpmässig ordning. Under låg belastning skulle man trycka på mellanslag när man observerade röda uppvända eller nervända kors. Under hög belastning var det uppräta gula och nervända gröna kors som var måltavlorna. Varje kors presenterades i 100ms i en av de nämnda färgerna (se Figur 3) med en 500ms paus tills nästa kors presenteras (360 kors * 0,5 s = 3 min). Samtidigt som ett kors presenteras på skärmen så exponeras deltagaren för en ton i 100ms. I oddball upplägget var avvikande tonen 500 Hz och

standardtonen 550 Hz, 72st (20%) av tonerna var avvikande och slumpordningen av tonerna var begränsad så att det alltid fanns 3 eller 7 standard toner mellan varje avvikande ton. I random upplägget var tonerna 500, 550, 605, 666, 732, 805, 886 och 974 Hz. Slumpordningen var begränsad så att två toner inte upprepades efter varandra.

För varje blockförsök extraherades MMN genom EEG-epoker från 100 ms pre-stimulus till 400 ms efter-stimulus (500 Hz) och korrigerades i baslinjen. Alla epoker för varje deltagare inspekterades visuellt och avlägsna epoker avlägsnades. Epok-uteslutning utfördes innan analys. För varje block beräknades genomsnittet av epokerna (se Figur 1 i resultatdelen) och medelhöga amplituder beräknades för intervallet mellan 115 och 175 ms från elektroderna Fz och Cz. Medelvärde för Oddball MMN beräknades genom amplitudskillnaden mellan avvikande minus standard. Corrected (kontroll) MMN medelvärde beräknades genom avvikande minus kontrollton.

Resultat

T- test utfördes för att se skillnaden mellan belastning och ton (se Tabell 1). Resultatet visar negativa värden inom alla belastningar, som tyder på MMN-respons. Oddball low visar skillnaden mellan avvikande och standardton under låg belastning och visade sig signifikant ($p < .001$). Oddball high visar skillnaden mellan avvikande och standardton under hög belastning och visade sig signifikant ($p < .001$). Däremot fanns det ingen skillnad mellan låg och hög belastning ($p = 0.648$), vilket tyder på att MMN uppstår under båda.

Kontroll low visar skillnaderna mellan de avvikande tonerna under kontroll test vid låg belastning, och visade sig signifikant ($p < .001$). Kontroll high visar skillnaderna mellan de avvikande tonerna under kontroll test vid hög belastning, och visade sig också signifikant ($p = 0.006$). Men skillnaden mellan Low och High visade ingen signifikant skillnad ($p = 0.554$), vilket tyder på att MMN inte minskade eller avtog beroende på uppgiftens belastning.

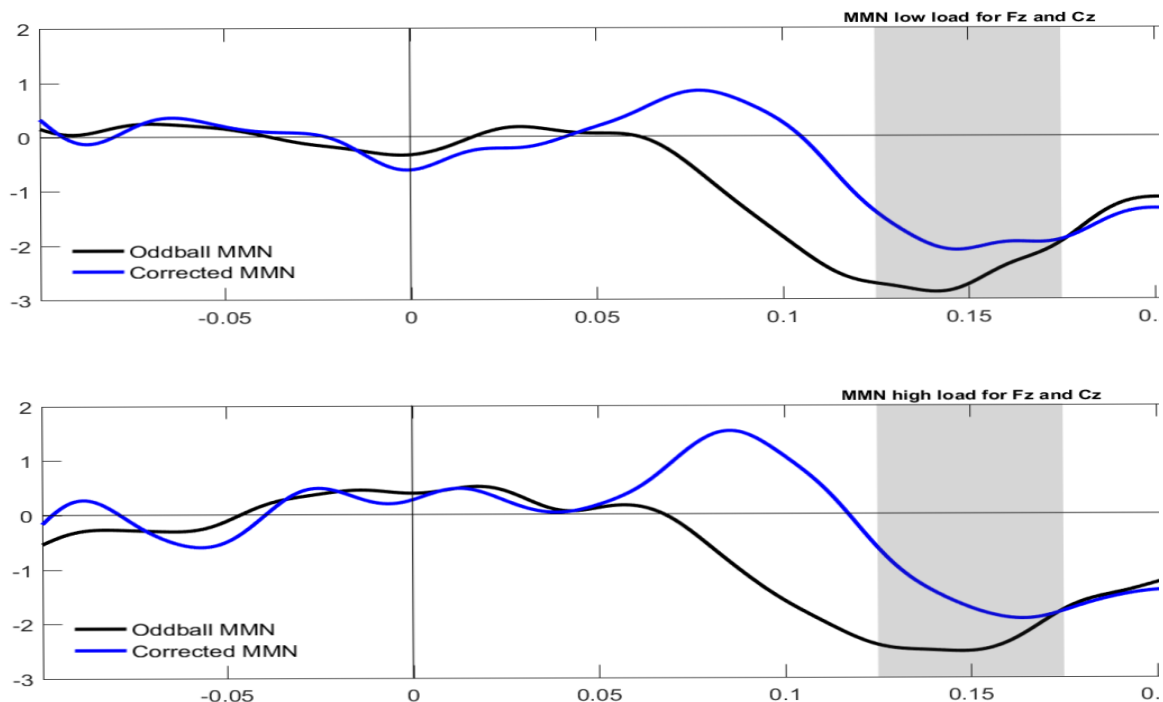
Tabell 1. Visar MMN skillnader under de olika belastningarna. D = Avvikande ton, S = Standardton

Test	Load	Ton	T	df	p	Mean	95% CI	
							Lower	Upper
Oddball Low		D-S	-6.406	25	< .001	-2.568	-3.394	-1.742
Oddball High		D-S	-6.636	25	< .001	-2.365	-3.099	-1.631
Oddball Low-High		D-S	0.463	25	0.648	0.203	-0.702	1.108
Kontroll Low		D-D	-3.882	25	< .001	-1.910	-2.923	-0.896
Kontroll High		D-D	-2.991	25	0.006	-1.578	-2.665	-0.492
Kontroll Low-High		D-D	0.600	25	0.554	0.331	-0.805	1.468

Antal deltagare i detta experiment var ($N = 26$). Oddball lägsta amplitud låg på negativ -5.302 och högsta amplitud på positiv 4.951 ($M = 0.203$, $SD = 2.240$). Kontroll lägsta amplitud låg på negativ -5.167 och högsta amplitud på positiv 4.991 ($M = 0.203$, $SD = 2.240$)

Oddball MMN visar amplitud skillnaden för avvikande minus standardton (se Figur 1). Corrected MMN (Kontroll) visar skillnaden mellan avvikande minus samma ton i kontrollförhållandet. De svarta och blåa linjerna är negativa i det grå intervallet tyder på en

MMN-respons. Det fanns en amplitudskillnad mellan oddball och kontroll under samma belastning. Däremot fanns det ingen amplitudskillnad som tyder på att MMN har minskat oberoende av belastning.



Figur 1.

Det gråa området visar tidsramen för MMN. Blå visar ERP-vågor för kontroll MMN och svart visar ERP-vågor för oddball MMN. Den övre visar under låg belastning och den undre under hög belastning.

Diskussion

Syftet med denna föreliggande studie var att undersöka om det fanns någon skillnad på MMN mellan hög och låg sökuppgift när de blev distraherade av toner. Lavie (2005) hävdar att krävande sökuppgifter begränsar hjärnans uppmärksamhet som får individen att gå miste om auditiva betingelser. Studien ämnar undersöka om auditiv MMN bli lägre under hög belastning än vid låg. Resultatet stödjer inte studiens hypotes att belastning minskar MMN under visuell sökuppgift. Ett t-test mellan oddball och kontroll visade att det inte fanns någon skillnad mellan hög och låg uppgiftsorienterad belastning hos deltagarna vid stimuli från den avvikande tonen. Resultatet visar att hörselcortex gör skillnad mellan standard och avvikande toner eftersom EEG-vågens amplitud är djupare (negativ) vid avvikande tonstimuli. En respons på att det akustiska mönstret avviker (Seymonds et al., 2017). Enligt ERP-vågorna registrerade hjärnans hörselcortex den avvikande tonen under de båda manipulationerna. Det kan tyda på att den akustiska mönsterigenkänningen vid fokuserad uppmärksamhet under hög visuell belastning fortfarande är aktiv till skillnad mot perceptuell load teori (Lavie & Tsal, 1994; Lavie, 2010).

Resultatet ger inte tillräcklig med stöd för Lavies (2010) teori om att hörselsensorer blir mindre aktiva under fokuserad uppmärksamhet för att reducera hjärnans energiförbrukning. Att MMN har registrerats under hög belastning skulle kunna tyda på att hörselcortex till en viss grad är autonom då sökuppgiften i sig kräver hög koncentration på visuella kors (Lavie, 2010). En

mekanisk process som är aktiv oberoende av individens kontrollförmåga att stänga av den under krävande uppgifter. Skulle även kunna tyda på att hörselcortex aktivt söker efter mönsterigenkänning från omgivningen. MMN-respons under låg belastning kan tyda på att hörselcortex har detekterat ett mönster, den avvikande tonen. Att samma ton sedan registreras under hög belastning tyder på någon form av igenkännande och minnesregistrering. Även denna minnesprocess ser ut att vara autonom och är oberoende av visuell belastning och kontrollerad uppmärksamhet (Muller-Gass, Macdonald, Schröger, Sculthorpe, & Campbell, 2007). Huruvida det verkligen är en top-down eller bottom-up process, eller N1 eller MMN-amplitud, är en aktiv diskussion mellan neuroforskare om hur och varför MMN uppstår samt vilken relation MMN har under hög visuell belastning med arbetsminnet (Horvath et al., 2008; Garrido et al., 2009; Friston et al., 2016). Resultatet från denna studie är dock otillräckligt för att kunna ta någon ställning för top-down eller bottom-up hypotes.

En förklaring till att den avvikande tonen inte bearbetas i arbetsminnet kan vara för att tonen inte är naturlig i sin frekvens, eftersom tonen har ingen språklig anknytning, kontext eller innebörd (Näätänen, Paavilainen, Rinne, & Alho, 2007). Den avvikande tonen har inte bearbetats tidigare i våra kognitiva scheman som gör att den kan associeras med tidigare erfarenheter. Om den stimulerande tonen hade någon betydelse som ett namn, signalton från en bil, regelbundet ljudmönster som är förknippat med ett alarm, skulle ljudet kanske ha bearbetats och blivit medveten om det auditiva mönstret under låg eller hög belastning (Conway, Cowan, & Bunting, 2001). En annan förklaring för att MMN inte reducerats under hög belastning skulle kunna bero på de elektroder som har använts för att mäta MMN-amplitud (Fz och Cz). Däremot har liknande studier som Haroush et al. (2009) fått mindre MMN-amplitud under hög belastning vid Fz och Cz. En möjlig förklaring kan bero på att man har använt sig av andra ljudfrekvenser. Kan vara så att olika frekvenser på tonerna ger olika MMN-amplitud. Det kan vara möjligt att studier som har fått lägre MMN under hög belastning har använt för små frekvensskillnader mellan standard och avvikande ton som gör det svårt för hörselcortex att urskilja (Garrido et al., 2009; Haroush et al., 2009).

Att vissa studier har fått olika resultat på MMN kan bero på att man har använt sig av olika metod (Haroush et al., 2009). För att se om metoden kan vara en orsaksfaktor, utförde Wiens et al (2016) en meta-analys. Man jämförde sin studie med andra som hade liknande metod och ljudfrekvens. Deras studie hade liknande resultat som denna studie hade, man hade hittat MMN på Fz och Cz under låg och hög belastning, utan någon skillnad på MMN mellan låg och hög belastning. Meta-analysen skilde sig inte systematiskt från tidigare fynd om att MMN reduceras under hög belastning, visuella uppgifter reducerar auditiv MMN under distraktion. Däremot så kan effektstyrkan ha påverkats av att studierna har ett litet stickprov, anledningen till detta kan vara att det är lättare att få signifikans eller publikationsbias (Wiens, Szychowska, & Nilsson, 2016)

Begränsning med denna studie är att det inte finns någon indexmall mellan låg och hög belastning som man kan gå efter. Att MMN har framkallats under hög belastning skulle kunna bero på att belastningen inte är tillräcklig krävande och att det finns uppmärksamhetskapacitet över till hörselcortex att bearbeta tonerna. Däremot är metoden som har använts i denna studie vanligt förekommande. Att MMN har framkallats i kontroll tyder på att metoden är ett bra tillvägagångssätt (Jacobsen & Schröger, 2001; Maess et al., 2007).

Slutsatser och framtida forskning

Resultatet visar ingen skillnad på MMN mellan hög och låg belastning. Hjärnan filtrerar distraherande stimuli så att man kan fokusera på uppgiften. Ljudmönstret förträngs under hög

belastning från arbetsminnet men enligt ERP registreras auditiv MMN under hög belastning, som visar att hjärnan har upptäckt ett avvikande ljudmönster. För att få ett bättre resultat bör framtida studier bestå av större stickprov än endast 10-20 deltagare. Samt försöka få deltagare som inte bara eller till stor del består av universitetsstudenter inom psykologi. Studenter eller individer som sysslar med musik eller spelar instrument är av intresse för att se hur deras hörselcortex samspelar med arbetsminnet då tonstimulus kanske är mer naturligt i deras vardag. För att få ytterligare insyn kan det vara av intresse att se hur korsmodal uppmärksamhet mellan syn och hörsel påverkas under andra ljudfrekvenser som är mer naturliga i samhällets olika miljöer.

Referenser

- Benoni, H., & Tsal, Y. (2009). Where have we gone wrong? Perceptual load does not affect selective attention. *Vision Research*, *50*, 1292–1298.
- Conway, A., Cowan, N., & Bunting, M. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, *8*, 331–335.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, *87*, 272–300.
- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *360*, 815–836.
- Friston, K., FitzGerald, T., Rigoli, F., Schwartenbeck, P., O’Doherty, J., & Pezzulo, G. (2016). Active inference and learning. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *68*, 862–879.
- Garrido, M., Kilner, J., Stephan, K., & Friston, K. (2009). The mismatch negativity: A review of underlying mechanisms. *Clinical Neurophysiology*, *120*, 453–463.
- Haroush, K., Hochstein, S., & Deouell, L. (2009). Momentary fluctuations in allocation of attention: Cross-modal effects of visual task load on auditory discrimination. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*:7, 1440–1451.
- Horváth, J., Czigler, I., Jacobsen, T., Maess, B., Schröger, E., & Winkler, I. (2008). MMN or no MMN: No magnitude of deviance effect on the MMN amplitude. *Psychophysiology*, *45*, 60–69.
- Jacobsen, T., & Schröger, E. (2001). Is there pre-attentive memory-based comparison of pitch. *Psychophysiology*, *38*, 723–727.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*, 78–82.
- Lavie, N. (2010). Attention, distraction, and cognitive control under load. *Current Directions in Psychological Science*, *19*, 143–148.
- Lavie, N., Hirst, A., Fockert, J., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 339–354.

- Raveh, D., & Lavie, N. (2015). Load-induced inattention deafness. *Attention, Perception & Psychophysics*, *77*, 483-492.
- Lavie, N. & Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics*, *56*, 183–197.
- Luck, S. (2014). *Introduction to the event-related potential technique*. London: MIT Press
- Maess, B., Jacobsen, T., Schröger, E., & Friederici, A. (2007). Localizing pre-attentive auditory memory-based comparison: Magnetic mismatch negativity to pitch change. *NeuroImage*, *37*, 561–57.
- Muller-Gass, A., Macdonald, M., Schröger, E., Sculthorpe, L., & Campbell, K. (2007). Evidence for the auditory P3a reflecting an automatic process: Elicitation during highly-focused continuous visual attention. *BRAIN RESEARCH*, *1170*, 71 – 78.
- Näätänen, R., & Alho, K. (1995). Generators of electrical and magnetic mismatch responses in humans. *Brain Topography, A Journal of Cerebral Function and Dynamics*, *7*, 4.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clinical Neurophysiology*, *118*, 2544–90.
- Raveh, D., & Lavie, N. (2015). Load-induced inattention deafness. *Attention, Perception & Psychophysics*, *77*. 483–492.
- Schwartz, S., Vuilleumier, P., Hutton, C., Maravita, A., Dolan, R., & Driver, J. (2005). Attentional load and sensory competition in human vision: Modulation of fMRI responses by load at fixation during task-irrelevant stimulation in the peripheral visual field. *Cerebral Cortex*, *15*, 770–786.
- Seymonds, R., Lee, W., Kohn, A., Schwartz, O., Witkowski S., & Sussman, E. (2017). Distinguishing neural adaptation and predictive coding. *Brain Topography, A Journal of Cerebral Function and Dynamics* *30*, 136–148.
- Sussman, E. (2007). A new view on the MMN and attention debate: The role of context in processing auditory events. *Journal of Psychophysiology*, *21*, 164–175.
- Sussman E., Bregman, A., Wang, W., & Khan, F. (2005). Attentional modulation of electrophysiological activity in auditory cortex for unattended sounds within multistream auditory environments. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *5*, 93-110.
- Treisman, A. (1969). Strategies and models of selective attention. *Psychological Review*, *76*, 282–299.
- Wiens, S., Szychowska, M., & Nilsson, M. (2016). Visual task demands and the auditory mismatch negativity: An empirical study and a meta-analysis. *PLoS ONE*, *11*,1.
- Woodman, G. (2010) A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*, 2031–2046.