



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Institutionen för psykologi  
*Psykologprogrammet*

## **Dude, is this my car?**

Hur det episodiska minnet påverkas av rädslobetningning

**Isak Bojestig & Ocke Sandgren**

Psykologexamensuppsats. 2021

Handledare: Johannes Björkstrand  
Examinator: Roger Johansson

## **Abstract**

When coming across a potentially dangerous situation it is adaptable to be able to assess the danger in an accurate way by recognizing cues for danger or discriminating the situation from previous memories. It has been shown that memories that are consolidated under threat are more likely to lack specificity and may be generalized onto future experiences. Our study aimed to investigate how episodic memories are influenced by threat using different sounds during encoding. Using the *Mnemonic Similarity Task* (MST) in two different conditions, subjects were shown pictures of everyday objects while listening to sounds of varying valence. After encoding, subjects underwent a memory test showing old, new and similar images aiming to identify the images correctly. By altering the sounds in each of the two conditions we aimed to investigate how threat influenced discrimination, recognition and generalization of the memory as well as examining whether the effect was specific to the threat itself or the threatening situation. Additionally, we intended to evaluate the method of implementing an online version of the MST. We found no significant results supporting that memory was influenced by either sound or situation. We did however find a significant order effect which this study is not able to fully comprehend. Our analysis of the method suggests that MST is suitable for online-use and that the results are comparable to previous research.

Keywords: episodic memory, discrimination, generalization, fear conditioning, mnemonic similarity

## Sammanfattning

När man befinner sig i en potentiellt farlig situation är det adaptivt att kunna bedöma faran på ett korrekt sätt genom att känna igen tidiga signaler för fara och diskriminera situationen från tidigare minnen. Det har visats att minnen som konsolideras under hot är mer benägna att sakna specificitet och att generaliseras i framtida situationer. Vår studie ämnade undersöka hur episodiska minnen påverkas av hot genom att använda olika ljud vid inkodningen. Genom *Mnemonic Similarity Task* (MST) med två olika betingelser, visades deltagarna bilder av vardagliga föremål medan de lyssnade på ljud av varierande valens. Efter inkodningen gjorde deltagarna ett minnestest där gamla, nya och liknande bilder visades och testets syfte var att identifiera bilderna korrekt. Genom att ändra ljudet i var och en av de två betingelserna ämnade vi undersöka hur hot påverkade diskriminering, igenkänning och generalisering av minnet samt att undersöka om effekten var specifik för själva hotet eller den hotande situationen. Studien ämnade även utvärdera metoden av att implementera en onlineversion av MST. Vi fann inga signifikanta resultat som stöder att minnet påverkades av vare sig ljud eller situation. Vi fann dock en signifikant ordningseffekt som denna studie har en otillräcklig design för att förstå. Analysen av metoden indikerar att MST är lämpligt för onlineanvändning och att våra resultat är jämförbara med tidigare forskning.

Nyckelord: episodiskt minne, diskriminering, generalisering, rädslobetingning, mnemonic similarity

## **Tack!**

Först och främst vill vi rikta ett stort tack till vår handledare Johannes Björkstrand för allt stöd och engagemang som du bidragit med i detta arbete. Vi vill även passa på att tacka alla som deltagit i studien för att ni kämpade er igenom detta experiment. Vi är även tacksamma för våra vänner och familj som underlättat processen. Slutligen vill vi visa vår uppskattning till R. Bång Fanclub, Danny Leiner och Madi Banja som gav inspiration och ett par skratt längs resan.

|   |    |
|---|----|
| Hur det episodiska minnet påverkas av rädslobetningning ..... | 1  |
| Episodiskt minne och emotioner .....                          | 1  |
| Pattern separation och Pattern completion .....               | 2  |
| Rädslobetningning .....                                       | 4  |
| Relevans för MST .....  | 7  |
| Mnemonic Similarity Task .....                                | 7  |
| Web-baserade experiment .....                                 | 9  |
| Syfte och frågeställning .....                                | 10 |
| Metod .....   | 11 |
| Deltagare .....   | 11 |
| Urval .....   | 11 |
| Procedur .....  | 12 |
| Material .....  | 14 |
| Design .....  | 15 |
| Variabler .....   | 15 |
| <i>Oberoende variabel</i> .....                               | 15 |
| <i>Beroende variabel</i> .....                                | 15 |
| <i>Skattningar</i> .....                                      | 16 |
| Dataanalys .....  | 16 |
| Etiska överväganden .....                                     | 16 |
| Resultat .....  | 17 |
| Kontroll av obehag .....                                      | 17 |
| Deskriptiv analys av MST .....                                | 17 |
| Huvudanalys .....   | 20 |
| <i>LDI</i> .....  | 20 |
| <i>REC</i> .....  | 22 |
| <i>GEN</i> .....  | 23 |
| Diskussion .....  | 23 |
| Bakomliggande orsaker till resultaten .....                   | 24 |
| <i>Minneskonsolidering</i> .....                              | 24 |
| <i>Otillräcklig rädslobetningning</i> .....                   | 25 |
| <i>Operationaliseringssvårigheter av rädsla</i> .....         | 27 |
| <i>Urvalet</i> .....  | 27 |
| <i>Diskussion kring ordningseffekter</i> .....                | 28 |
| Relevans för framtida studier .....                           | 28 |
| Konklusion .....  | 29 |
| Referenser .....  | 30 |

## **Hur det episodiska minnet påverkas av rädslobetingning**

Ett år efter terrordåden i USA 9 september 2001 hade studenter från New York fortfarande tydliga levande minnesbilder av händelserna, så kallade *flashbulb memories* (Paradis et al., 2004). Trots att minnena var levande och tydliga för personerna visade det sig däremot att de samtidigt inte var särskilt detaljerade eller precisa. Dessa minnen tillhör det episodiska minnet. Episodiska minnet är människans samlade kunskap utifrån personliga upplevelser, såsom minnen med barndomsvänner, vilken skola man har gått i eller vad man åt till frukost (Holt et al., 2015). Ett av de vanligaste måtten för episodiskt minne är igenkänning, alltså huruvida man faktiskt kommer ihåg saker som har hänt eller som man har lärt sig (Tulving, 2002). Problemet med det måttet är som i studien med *flashbulb memories* att även fast man minns är det inte lika säkert att man minns korrekt, i synnerhet inte om man har påverkats av starka emotioner (Starita et al., 2019). Således är det relevant att inte bara mäta episodiska minnen genom igenkänning utan även genom specificitet, alltså hur korrekt eller detaljerat ett minne känns igen (Stark et al., 2017). Mnemonic Similarity Task (MST) är ett experiment som är framtaget specifikt för att mäta episodiska minnens specificitet och hur denna minnesförmåga fungerar (Stark et al., 2019). När en människa utsätts för starka emotioner vid inkodningen av ett episodiskt minne, som vid terrordåden i USA 2001, kan detta påverka både igenkänningen och specificiteten (Starita et al., 2019). Likt Paradis et al. (2004) visade kan igenkänningen för minnet vara hög och specificiteten låg, vilket kan leda till att minnet blandas ihop med andra liknande minnen. Hur emotioner påverkar episodiska minnens igenkänning och specificitet är inte fastställt (Starita et al., 2019) och således var det för oss intressant att genom MST undersöka hur rädslobetingning kan påverka olika minnesförmågor.

### **Episodiskt minne och emotioner**

Upplevelser som influerats av emotioner tenderar att minnas som meningsfulla och viktiga utifrån att de skulle kunna vara adaptiva i framtiden medan neutrala vardagliga händelser mer frekvent glöms bort (Dunsmoor et al., 2015; LaBar & Cabeza, 2006; Lisman et al., 2011). Detta går i linje med forskning som visar att igenkänning vid hög *arousal* och starkt känslomässiga stimuli förbättras med tiden medan det vid neutrala stimuli eller låg *arousal* är det motsatta (Kleinsmith & Kaplan, 1963). Då hjärnan inte kan urskilja vilka detaljer i ett minne som kommer vara meningsfulla i framtiden antar en del forskning att mycket information först sparas och glöms sedan bort om de inte var adaptiva (Ballarini et al.,

2009; Dunsmoor, 2012). Vikten av att mycket information primärt sparas kan exempelvis vara för att en detalj skulle kunna spela en mindre framträdande roll i det ursprungliga minnet, men vara av högt adaptivt värde i ett framtida scenario där kontexten är något skild.

Konsolidering av minnen är den stabiliseringsprocess som är nödvändig för att information ska kunna befästas som ett episodiskt minne och Dunsmoor et al. (2015) menade att det finns en mekanism som i efterhand förstärker minneskonsolidering för detaljer som visar sig ha ett värde i en framtida emotionell kontext medan information som inte har det prioriteras ned. Mekanismen, *behavioral tagging*, har visats på råttor i laboratorieexperiment, där inlärd beteenden i korttidsminnet har kodats in i långtidsminnet (Ballarini et al., 2009). Studien menade att *behavioral tagging* sker i två steg; först taggas olika hjärnområden som relevanta för ett specifikt minne och sedan när det vid den nya minnesinkodningen visar sig vara relevant adaptiv information förstärks kopplingar mellan hippocampus och de taggade områdena genom plasticitetsproteiner. *Behavioral tagging* kan vara en av de mekanismer som gör att detaljer i ett rädslobetingat minne konsolideras som meningsfulla och medvetandegörs över tid i ett episodiskt minne, i synnerhet om minnet har aversiva konsekvenser (Dunsmoor et al., 2015; Lisman et al., 2011).

En av konsekvenserna av att känslomässigt inkodade minnen förbättras med tiden är att de centrala teman av en aversiv situation (till exempel vapenfokusering vid väpnat rån) är de som tydligast utgör minnet medan detaljrikedomen faller bort (Adolphs et al., 2005; Kleinsmith & Kaplan, 1963.; LaBar & Cabeza, 2006; Park, 2005). Detaljerna kan således försvinna trots att minnen konsolideras bättre vid upprepad framplöckning och istället befästs det centrala i minnet ännu starkare (Karpicke & Roediger, 2008).

### **Pattern separation och Pattern completion**

När många inkodade episodiska minnen delar en mängd egenskaper blir det nödvändigt med en mental process som kan särskilja dem från varandra. *Pattern separation* (PS) är en omedveten inkodningsprocess som minimerar inflytandet av gamla liknande minnen och gör istället överlappande minnen mer skilda från varandra och hjälper en till exempel att skilja på var man parkerade sin bil igår jämfört med idag (Yassa & Stark, 2011). PS kan inom forskning hänvisa till en mer generell process av att urskilja ett mönster från ett annat, men i vår studie använder vi uttrycket specifikt för dess betydelse för episodiska minnen (Leal, 2018). PS är inte en nödvändig process för minnen som redan är vitt skilda i sin natur, men för att kunna göra skilda minnen av liknande situationer är episodiska minnet

starkt beroende av processen (Nash et al., 2021; Yassa & Stark, 2011). PS sker således vid inkodningen av nya minnen för att skilja dessa från redan existerande överlappande minnen och för att underlätta den senare framplockningen av det specifika minnet samt säkerställa att framtida minnen inte överlappas med det nyinkodade minnet (Hunsaker & Kesner, 2013).

*Pattern completion* (PC) är å andra sidan en process som gör liknande minnen mer överlappande och sker framför allt vid framplockning av episodiska minnen (Hunsaker & Kesner, 2013; Yassa & Stark, 2011). Syftet med PC är att kunna återframkalla ett minnes mönster till fullo och inte bara få ut olika fragment. PC skulle kunna ske även vid inkodning av nya minnen, men utifrån operationaliseringssvårigheter är det i inkodningstest svårt att kunna skilja på PC från PS (Hunsaker & Kesner, 2013). PS och PC är processer som separat och i samklang med varandra bidrar till flera olika aspekter av episodisk minneskapacitet (Hunsaker & Kesner, 2013; Ngo et al., 2021). Exempelvis skulle vi kunna likna det vid att PS är en *bottom-up*-process som kodar in alla detaljer för att skapa ett specifikt minne medan PC är en *top-down*-process som vid framplockning fyller i det som saknas i ett minne med tidigare relevant information för att skapa ett fullständigt minne. En sådan liknelse kan öka förståelsen om att PS och PC inte är varandras motpoler utan två separata processer som båda arbetar med minnesförbättring trots att de per teoretisk definition är oförenliga (Hunsaker & Kesner, 2013; Ngo et al., 2021; Szöllösi & Racsmány, 2020). Detta implicerar att en försämring av någon av processerna inte innebär en direkt förbättring av den andra, vilket hade varit fallet om de hade haft ett beroendeförhållande gentemot varandra.

Emotionell påverkan på PS har inte studerats tillräckligt i tidigare studier, men det finns indikationer på att PS är viktigt för minnesinkodningen av emotionellt material och att *arousal* kan främja minneslagring (Leal et al., 2014; Szöllösi & Racsmány, 2020). Som nämnt tenderar människor att minnas centrala emotionella teman bättre medan detaljer faller bort (Buchanan & Adolphs, 2002). Likt Kleinsmith & Kaplan (1963) visar Leal et al. (2014) att emotioner påverkar detaljspecificiteten negativt vid omedelbar minnestestning och att det vid fördröjd minnestestning visar sig att detaljer faller bort och kärnfull information minns bättre. Att detaljer glöms indikerar att PS försämras av emotionspåverkan medan PC prioriteras för att bevara kärnfull information. PC kan däremot i sig försämma PS över tid genom att tidigare skilda detaljer överlappas för att skapa en kärnfull enhetlighet och således går det inte att säga ifall emotioner gör att PS-processen försämras eller om detaljförlusten likväl kan vara en produkt av PC:s prioritering (Leal et al., 2014). Försämring av PS syftar på att förmågan att



vid inkodning göra nya minnen skilda från tidigare överlappande minnen minskar. Det implicerar att minnet kodas in med mindre unika detaljer vilket i sin tur ökar risken för att minnet vid framplockning generaliseras och blandas ihop med överlappande minnen genom PC (Leal et al., 2014).

Alltmedan detaljer i emotionella minnen tenderar att minnas sämre kan minnen även förbättras genom emotionell påverkan på PS när man jämfört med neutrala minnen. I en ny studie fann man en diskrepans mellan hur emotionell *arousal* och valens påverkar minnet (Szöllösi & Racsmány, 2020). Huruvida bildens valens var positiv eller negativ vid inkodningen påverkade igenkänning medan graden av *arousal* påverkade förmågan att diskriminera liknande material, alltså PS. Igenkänningen förbättrades i studien av negativ valens på stimuli medan förmågan att kunna diskriminera liknande material ökade med *arousal* oavsett valens. Studiens slutsats var att vi tenderar att minnas emotionella minnen bättre och mer detaljerat jämfört med neutrala minnen då de kategoriseras som potentiellt mer viktiga för framtiden, vilket går i linje med tidigare presenterad forskning (Dunsmoor et al., 2015; LaBar & Cabeza, 2006; Lisman et al., 2011). Till skillnad från Leal et al. (2014) jämförde inte Szöllösi & Racsmány (2020) huruvida centrala teman och detaljer inom emotionella minnen påverkades, vilket skulle kunna vara en del av förklaringen till att studiernas slutsatser inte är helt förenliga med varandra. Om vi slår ihop slutsatserna från Leal et al. (2014) och Szöllösi & Racsmány (2020) tenderar PS att fungera bättre vid hög *arousal* jämfört med vid neutrala stimuli, men inom emotionella minnen tenderar PS försämrats till den grad att oväsentliga detaljer faller bort.

I en annan studie av Leal et al. (2014) fann man att valens tenderar att inte påverka PS hos unga vuxna, utan likt Szöllösi & Racsmány (2020) resultat verkar snarare neutrala stimuli minnas mer detaljerat jämfört med övriga valenser. Om då PS fungerar bättre vid neutrala minnens inkodning ifrågasätts det varför man tenderar att minnas emotionella minnen bättre med tiden medan de neutrala suddas ut (Kleinsmith & Kaplan, 1963). Att delvis oförenliga forskningsresultat förekommer i hög grad är ett tecken på att emotionell påverkan på PS behöver studeras mer i framtiden.

### **Rädslobetingning**

Förståelsen kring hur människans minne påverkas av rädsla har växt fram genom 100 år av forskning på betingningsstudier med ett upplägg där ett egentligt ofarligt stimulus betingas (*conditioned stimuli*, CS) och ger upphov till en rad betingade beteenden

(*conditioned responses*, CR) (Dunsmoor, 2012; Watson & Rayner, 1920). Tidigt upptäcktes det att även stimuli som liknade betingade stimuli kunde aktivera samma betingade respons genom en generalisering av CS (Pavlov, 1927). Generalisering handlar om en mental process där ett stimulus förväntas ha samma konsekvens som ett tidigare betingat stimulus, vilket ger upphov till att samma betingade respons efterföljs (Shepard, 1987). Motsatsen till generalisering är diskriminering, vilket är den mentala process som istället kan skilja på liknande stimuli och förhindra en ofördelaktig respons. Rädslobetingning är en omedveten överlevnadsmekanism däri generalisering fyller en viktig funktion genom att det får en person till att reagera på stimuli som liknar tidigare hotfullt betingade stimuli för att undvika likartad fara (Honig & Urcuioli, 1981; Dymond et al., 2015). Ju mer ett stimulus liknar ett tidigare betingat stimulus desto starkare blir den betingade responsen, vilket betonar vikten av att generalisera rätt och att neutrala ofarliga stimuli inte kodas in som hot (Honig & Urcuioli, 1981; Pavlov, 1927). Övergeneralisering kan både bero på svårigheten att bedöma om ett stimulus utgör ett faktiskt hot eller på en nedsatt diskrimineringsförmåga (Shepard, 1987). Subjektivt upplevd rädsla kan stärka ett episodiskt minne genom att hjärnan kategoriserar situationen som hotfull och börjar noggrant samla in information kring aversiva stimuli, dess konsekvenser och gynnsamma responsbeteenden (Dunsmoor, 2012). Vid framlockningen av minnet återskapas sedan även den självupplevda känslomässiga reaktionen. Rädsla behöver således inte vara objektivt bedömd för att besitta en påverkan på en individs minnen. Rädslobetingning kan alltså ske felaktigt med generalisering vilket leder till att neutrala stimuli kodas in betingade med rädsla (Dunsmoor, 2012; Dymond et al., 2015). En felaktig generalisering sker exempelvis genom antaganden och slutsatser utifrån tidigare kunskap kring situationer, stimuli, känslor och beteenden. Generalisering kan även påverka en persons människosyn och skapa fördomar genom att en aversiv situation med en människa generaliseras till även andra människor som personen aldrig tidigare mött (Haddad et al., 2013). Således kan generalisering av hot innebära att neutrala stimuli förstärks av rädsla och befästs starkare i det episodiska minnet, vilket gör att rädslobetingning inte längre enbart är en evolutionärt viktig överlevnadsmekanism utan även en process som påverkar hur en människa förstår världen och hanterar sin vardag.

Det finns tydliga indikationer på att det finns olika faktorer som gör vissa individer mer benägna till att betinga rädslor och generalisera dessa till liknande situationer och stimuli, vilket har en klinisk relevans inom bland annat ångestdiagnoser (Dymond et al., 2015). Man

har funnit att övergeneralisering spelar en central roll i utvecklingen av psykisk ohälsa (Dymond et al., 2015). Duits et al. (2015) utförde en meta-analys på rädslobetingningsstudier som jämförde populationer med diverse ångestsyndrom med en frisk kontrollgrupp. Dessa studier undersökte hur populationerna responderade på rädslobetingade stimuli (CS+) i jämförelse med neutralt betingade stimuli (CS-). De fann att populationen med ångestsyndrom reagerade kraftigare mot CS- i jämförelse med den friska kontrollgruppen. Däremot fann man ingen skillnad i hur grupperna reagerade mot CS+. Således hävdar forskarna att detta kan bero på antingen en ökad benägenhet hos individer med ångestsyndrom att generalisera, alternativt en oförmåga att inhibera rädsla mot neutrala stimuli i en hotfull situation. Man fann ingen skillnad mellan grupperna i förmåga till diskriminering mellan CS+ och CS-. Lissek et al. (2010) visade att patienter med paniksyndrom var mer benägna till att generalisera betingade stimuli till liknande stimuli, vilket tyder på att denna grupp är mer benägen till att övergeneralisera och tolka in hot i neutrala stimuli. Samma fenomen av övergeneralisering och förstärkt rädslobetingning återfinns hos patienter med generaliserat ångestsyndrom (Lissek et al., 2014) och PTSD (Lissek & van Meurs, 2015).

Rädsla är en av de mest studerade känslorna i emotionsstudier, men fortfarande saknas objektiva kriterier för vad rädsla egentligen är och hur det skiljer sig i uppkomst och uttryck från person till person (Feldman Barrett, 2011). I vår studie blir det därför viktigt att definiera vad vi ämnar undersöka. Ledoux (2014) skiljer på rädslosystem och rädslobetingning. Rädslosystemet är de mentala processer som samlar in information och hjälper en person att bli medveten om en potentiell fara. Rädslosystemet får personen att bli medveten om en subjektiv känsla av rädsla. Rädslobetingning är istället de omedvetna processerna som behandlar information om potentiella hot och triggar en respons hos personen. Skillnaden mellan rädslosystem och rädslobetingning är således ett skifte av fokus, antingen fokus på de processer som ligger bakom den medvetna känslan eller fokus på de processer som triggar respons i hotfulla situationer. Vi har utifrån den definitionen i vår studie inget intresse av att objektivet definiera känslan rädsla då vårt fokus är på rädslobetingning. Bedömning av hot kan anses bygga på en subjektiv bedömning, men vi kom i vår studie att definiera det objektivet genom att inte fokusera på själva bedömningen utan istället undersöktes responsbeteenden hos deltagarna.

## **Relevans för MST**

Episodiska minnen kräver således en högfungerande PS för att främja exakthet och diskriminering från överlappande inkodningar, vilket kan vara högst adaptivt (Ngo et al., 2021). Emotioner påverkar PS både genom *arousal* och valens genom att öka fokus på kärnfull information vilket öppnar upp för ökad generalisering (Leal et al., 2014; Szöllösi & Racsmány, 2020). Således ter det sig att PS och PC påverkar hur ett episodiskt minnes karaktär förändras över tid och skapar bias för ett visst förhållningssätt gentemot det, till exempel att det vid rädslobetingning sker en övergeneralisering följt av betingade beteenden (Hunsaker & Kesner, 2013; LeDoux, 2014). Denna bias, adderat med att PC:s roll vid inkodning är outforskad, försvårar möjligheten till att specifikt veta vilken process av PC och PS som undersöks i olika test (Hunsaker & Kesner, 2013). Detta sammantaget gör att resultatanalyser vid operationaliseringar av PS och PC försvåras om inte tydlighet och försiktighet beaktas. Exempelvis kan det leda till att studier som vill undersöka specifika hjärndelars roll på PS analyserar forskningsresultaten utifrån den frågan medan det eventuellt hade kunnat röra sig om andra relaterade minnesegenskaper som står för de funna resultatskillnaderna. Hunsaker & Kesner (2013) föreslår en tydlig och försiktigt antagen operationalisering och mätning av PS i en studie där PS kategoriseras som den inkodningsprocess som framkommer i ett test där diskriminering från nytt och liknande minnen är den mest gynnsamma metoden för att kunna prestera optimalt. I vår studie antar vi således att diskrimineringsförmågan bygger på PS medan vi försiktigt menar att generalisering hade kunnat bero på antingen PC-prioritet eller sänkt PS-förmåga som tidigare förklarat.

## **Mnemonic Similarity Task**

I vår studie användes ett test som kallas *Mnemonic Similarity Task* (MST) för att undersöka emotionell inverkan vid inkodning av episodiska minnen. MST konstruerades av Kirwan & Stark (2007) med syfte att undersöka förmågan till PS och vilken roll hippocampus har i dessa processer. MST har använts på en mängd olika sätt de senaste åren men den ursprungliga designen, som denna studie huvudsakligen bygger på, undersöker hur väl testpersonen kan separera liknande minnen från gamla (Stark, 2019). Testet utgörs vanligtvis av två delar, en del som består av inkodningen av minnen samt en del som består av ett minnestest. Under inkodningen får testpersonen se en mängd bilder som de instrueras kategorisera in i olika grupper (exempelvis om objektet på bilden hör hemma inomhus eller

utomhus). Detta görs för att testpersonerna ska koda in bilderna i det episodiska minnet utan att aktivt försöka memorera dessa. Efter att ha utfört denna del visas testpersonerna sedan bilder i ett minnestest. En tredjedel av bilderna är bilder som de tidigare har visats under inkodningen, en tredjedel är bilder som liknar dessa bilder samt en tredjedel är helt nya bilder som de tidigare inte har sett. Testpersonerna uppmanas att bedöma om bilden är just ny, gammal eller liknande genom knapptryck (Stark et al., 2019). Flertalet studier har genom fMRI-avbildningar ämnat fastställa testets tillämpning i att undersöka PS som mental process. Bland annat fann Bakker et al. (2008) i deras studie att liknande bilder i MST aktiverade regionen DG/CA3 i hippocampus signifikant mer än när deltagarna visades gamla bilder. Detta har undersökts och stärks i flertalet studier (Nash et al., 2021). PS i MST tycks oberoende av andra funktioner, såsom minne och exekutiva funktioner, vilket styrker att använda MST i studier gällande detta (Aldi et al., 2018).

Prestationen i MST operationaliseras genom index för att möjliggöra att olika minnesfunktioner kan identifieras och differentieras. Det mest använda indexet är *Lure Discrimination Index* (LDI) vilket ämnar ge ett utslag på förmågan att separera minnen och uppmärksamma detaljerna i de liknande bilderna. Indexet ger även ett mått på eventuellt bias till att använda "Liknande" svaret. Detta beräknas genom att undersöka sannolikheten för korrekta svar på *Similar*-kategorin minus sannolikheten för att bedöma en bild som *Similar* när det i själva verket är en ny bild (Stark et al., 2019). Ett annat mått som används i MST är förmågan till generell igenkänning av bilder man har sett, *Recognition Index* (REC). Detta ges genom differensen mellan korrekta svar på *Old*-kategorin och nya bilder som kategoriseras som gamla, alltså *Old*-svar på nya bilder (Kirwan & Stark, 2007; Stark et al., 2019). Slutligen använder vissa studier ett mått på tendensen till att generalisera minnen, *Generalization index* (GEN), vilket beräknas genom differensen mellan att testpersonen kategoriserar nya bilder som *Old* och liknande bilder som *Old* (Ally et al., 2013). Dessa olika index har använts i flertalet studier för att undersöka hur minnesförmågor påverkas av ålder och demenssjukdomar (Ally et al., 2013; Yassa et al., 2010).

Vår studie ämnade undersöka hur dessa tre minnesförmågor påverkas av rädslobetingning vid inkodningen. I tidigare studier har man använt bilder med varierande emotionell valens för att undersöka om det går att urskilja huruvida konsolideringen av minnet påverkas av valensen (Leal et al., 2014). Man fann då att emotionella bilder kändes igen i högre grad än neutrala bilder samt att kärnan i det emotionella minnet förstärktes över

tid. Däremot fann man att förmågan till att diskriminera de emotionella bilderna försämrades över tid. Starita et al. (2019) utförde en variant av MST där de likt oss ämnade undersöka hur rädslobetningning under inkodningen påverkar minnesförmågan. I testet förekom två kategorier av bilder (verktyg och djur) och för varje deltagare kopplades en av kategorierna ihop med elstöt. Deltagarna visste inte på förhand vilken av de två kategorierna som skulle betingas med hjälp av elstöten. Således kunde de undersöka huruvida effekten av minnespåverkan i studien var specifikt associerad till stimuli (elstöt), men inte huruvida det var associerat med att befinna sig i en hotfull situation. De fann att bilder som betingats med elstöt i högre grad blev igenkända. Deltagarna hade dessutom en större tendens att generalisera de betingade bilderna till liknande i jämförelse med bilder där ingen elstöt gavs. Genom att deltagarna mer frekvent identifierade bilder som liknade tidigare betingade bilder felaktigt som gamla bilder hävdade forskarna att rädslobetningning försämrar diskrimineringsförmågan. MST-studien av Starita et al. (2019) är den enda som hittills har ämnat undersöka hur betingning påverkar minnesförmågorna igenkänning, diskriminering och generalisering. Således är denna studie högst relevant för vår studies utformning och metodologi.

### **Web-baserade experiment**

Utöver att få MST-studier tidigare gjorts med fokus på betingning skilde sig vår studie ytterligare genom att vi använde oss av en webbaserad MST-version. Ett webbaserat experiment bidrog med ökad flexibilitet för deltagarna vilket underlättade rekryteringsprocessen samt datainsamlingen. Purves et al. (2019) undersökte effekten av att genomföra ett experiment om rädslobetningning via smarttelefon genom att deltagarna fick se bilder av cirklar samt höra skrik till en del av dessa och genomförde även samma test i en labbmiljö. De fann inga skillnader i rädslobetningning i de olika testsituationerna. Purves et al. (2019) har en design som inte är helt jämförbar med denna studie. Däremot är studien av intresse för vår studies syfte att undersöka huruvida betingning är möjlig i ett webbaserat format och för att diskutera tillämpningen av webbaserade minnesexperiment generellt. PsyToolkit (Stoet, 2010, 2017), som denna studie använde, erbjuder en plattform för programmering och användning av webbaserade kognitiva experiment. Kim et al. (2019) bekräftar användandet av PsyToolkit som möjligt supplement till labbexperiment i deras studie. De fann att experiment genomförda via plattformen visade hög replikerbarhet till labbexperiment vilket således stärker metodvalet.

## Syfte och frågeställning

Forskning på episodiskt minne, rädslobetingning, PS och MST utgör således väletablerade forskningsfält, men likväl kvarstår en del kunskapsluckor kring hur emotioner påverkar minnesförmågor. Konsolideringens exakta roll för rädslobetingning är ännu ej fastställd och som nämnt har emotionell påverkan på PS ett behov av vidare forskning. Det har tidigare bara utförts en betingningsstudie med MST (Starita et al., 2019) och aldrig i ett webbaserat format.

Syftet med vår studie var att undersöka emotioners påverkan på episodiskt minne samt hur MST med emotionell inkodning fungerar i ett webbaserat format. Det vi var intresserade av mer specifikt var hur rädslobetingning påverkar minnesegenskaperna igenkänning, diskriminering och generalisering. MST-paradigmet besitter goda karaktäristika för att undersöka dessa tre egenskaper genom sina etablerade index och har som nämnt även tidigare gjorts med emotionella stimuli. Detta i kombinationen med att det enkelt gick att programmera i en webbaserad version gjorde MST till en optimal metodologi för vår frågeställning.

Att undersöka om en webbaserad version fungerar är intressant för att det kan besitta ett stort värde för framtida forskning. Om det ger likvärdiga resultat jämfört med labbversioner av MST underlättar det för framtida forskare att nå ut till större populationer och samtidigt erbjuda deltagarna en större flexibilitet. Nyttan med att nå ut till fler är att kunna bedriva forskningen framåt mer effektivt och således bidra med mer förståelse för forskningsfältet i stort och till den kliniska implikationen specifikt.

Våra frågeställningar var:

- Hur påverkas det episodiska minnet av emotionell inkodning gällande specificitet vid framplöckning?
- Hur effektivt är ett webbaserat MST jämfört med tidigare MST-studier?

Våra tre hypoteser var att rädslobetingning påverkar minnesförmågan genom att den generella igenkänningen förbättras, att diskrimineringen mellan liknande minnen försämras och att generaliseringen av gamla till liknande minnen ökar (Leal et al., 2014; Starita et al., 2019). Utöver det undersöker vi om denna påverkan på minnesförmågan är stimuli- eller situationsspecifikt associerad. Stimuluspecifikt association förekommer om det visar sig att påverkan på minnesförmågan kommer från en direkt association till aversiva stimuli, skrik,

medan en situationsspecifik association är om resultaten kommer ur att en person befann sig i en situation där obehag (skrik) skulle kunna förekomma.

## Metod

### Deltagare

70 deltagare anmälde intresse för att genomföra experimentet genom att besvara en länk som skickades ut via mail och sociala medier. Två deltagare exkluderades då de inte uppfyllde samtliga inklusionskriterier, en deltagare exkluderades på grund av avbrutet experiment och sex deltagare genomförde aldrig experimentet. Totalt genomförde 61 deltagare experimentet i sin helhet. Deltagarna var mellan 19 och 62 år gamla ( $M= 26,95$ ,  $SD= 8.89$ , median=25). 33 deltagare var kvinnor och 28 var män (54,1 % kvinnor, 45,9 % män). Deltagarna fyllde även i nuvarande sysselsättning, utbildningsnivå samt handpreferens, men denna demografiska data togs inte med i analysen. Urvalet nådde inte upp till de kliniska tröskelvärdena på skattningarna (Tabell 1) och kan således klassas som en icke-klinisk population.

### Tabell 1

*Deskriptiv data för kliniska skattningar (medelvärde och standardavvikelse) samt cut-off poäng*

|       | <i>Medelvärde (SD)</i> | <i>Cut-off</i> |
|-------|------------------------|----------------|
| GAD-7 | 3,92 (3,7)             | 5              |
| PHQ-9 | 4,13 (3,34)            | 10             |

GAD-7 = Generalised Anxiety Disorder 7-item scale Scale (Spitzer et al., 2006), PHQ-9 = Patient Health Questionnaire (Kroenke et al., 2001).

### Urval

Inklusionskriterier för deltagande i studien kontrollerades innan deltagarna utförde experimentet genom att intresseanmälda deltagarna blev kontaktade via telefon. De fick då besvara ett antal kontrollfrågor för att säkerställa att de var lämpliga för studiens syften. Normal funktion gällande hörsel, syn och handmotorik krävdes för att säkerställa att deltagarna utan större svårigheter kunde genomföra experimentet. Det krävdes att deltagarna hade tillgång till en dator med tangentbord samt internetuppkoppling för att säkra att experimentet kunde utföras i hemmet och det rekommenderades även att deltagarna använde hörlurar. Deltagarna skulle vara mellan 18 och 85 år gamla och kunna behärska svenska



språket till den grad att de utan svårigheter kunde förstå informationen och instruktionerna som gavs i experimentet. Slutligen fick deltagarna svara på om de hade några pågående psykiska problem, gick i behandling för psykisk ohälsa eller om de undergick någon medicinsk behandling som kan påverka hjärnan (till exempel psykofarmakabehandling). Detta för att säkerställa att urvalet var en icke-klinisk grupp och relativt homogen gällande psykiskt mående. Detta kontrollerades även för i självskattningar under experimentet. Deltagare som inte uppfyllde inklusionskriterierna exkluderades och gavs inte åtkomst till experimentlänken.

### **Procedur**

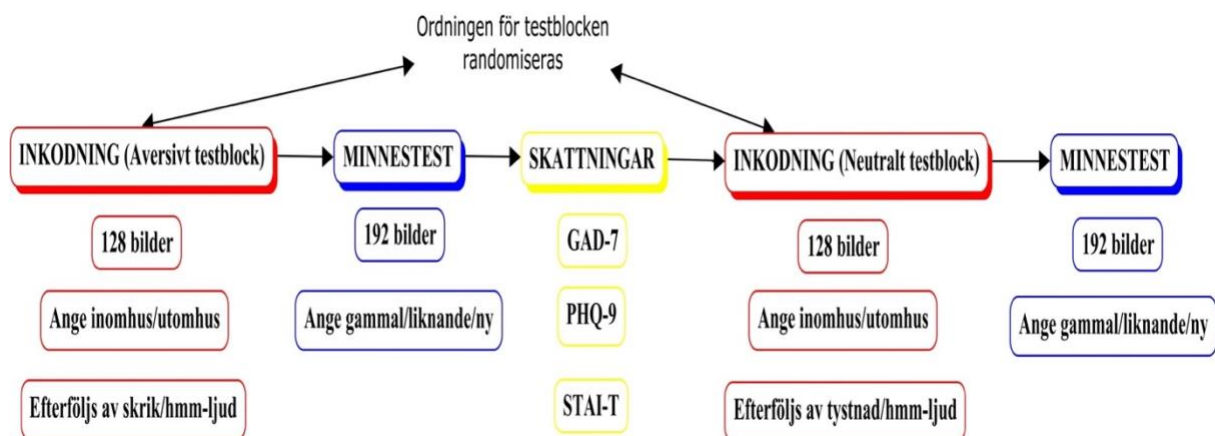
Deltagarna som uppfyllde inklusionskriterierna för studien mailades en personlig experimentlänk samt ett ID-nummer som de skulle uppge för att förbli anonyma under genomförandet. Första testsidan innehöll information om projektet samt deltagarinformation och för att gå vidare från den sidan krävdes det att deltagarna lämnade sitt samtycke till att delta och att deras data tilläts användas i studien. Deltagarna hade möjlighet till att närsomhelst avbryta testningen och deltagandet var helt frivilligt. Innan experimentdelen inleddes fyllde de även i relevant demografisk information (ålder, könstillhörighet, sysselsättning, utbildningsnivå samt handpreferens) samt hade möjlighet att justera ljudnivån genom att få lyssna på ett ljud (skrik) som skulle komma att spelas upp under experimentet. Deltagarna uppmanades att välja en ljudnivå som uppfattades som obehaglig men uthärdlig. Testningen genomfördes via deltagarnas privata datorer och kunde göras på valfri tidpunkt så länge datainsamlingen pågick. Deltagarna ombads sitta i en lugn miljö när de utförde experimentet. Genomförandet tog mellan 45 och 60 minuter. Deltagarna fick därefter utvärdera genomförandet, om det funnits tekniska problem samt ge feedback på experimentet. Deltagarna skattade både innan och efter experimentet hur obehagligt de uppfattade att de olika ljuden (skrik och ”hmm”-ljud) var. Efter utfört experiment mailades deltagarna ett presentkort á 200 kronor.

Testningen kunde således ske självständigt på deltagarnas privata datorer genom att information, instruktioner, självskattningsformulär och experimentet var datoriserade och kunde läsas i en vanlig webbläsare. Efter att deltagarna läst igenom information om projektet, lämnat samtycke till att delta, svarat på de demografiska frågorna och informerats om testets olika moment inleddes experimentet. Experimentet var designat så att det innehöll två olika testblock. I varje testblock genomgick deltagarna först en inkodningsdel där de fick se 128 olika bilder efter varandra. De instruerades att genom knapptryck på tangentbordet ange

huruvida bilden på skärmen tillhörde kategorin *inomhus* eller *utomhus* (Figur 1). Bilderna var vardagliga föremål med neutral valens som till exempel ett biljardbord eller en katt och varje bild visades i max sju sekunder (Figur 2). Bilderna visades först i två sekunder, sedan gavs svarsalternativ och när deltagaren angett ett svar följdes detta av ett ljud innan nästa bild visades. I det ena testblocket spelades ett skrik alternativt ett ”hmm”-ljud upp efter bilderna. I det andra testblocket spelades ett ”hmm”-ljud upp alternativt inget ljud alls. Således har experimentet ett aversivt testblock och ett neutralt testblock. Ljuden var jämnt fördelade inom testblocken så att respektive ljud spelades upp till hälften av bilderna inom testblocket, men i slumpmässig ordning. Efter att deltagarna genomfört inkodningsdelen för ett testblock fick de utföra ett minnestest. Deltagarna visades då 64 bilder som de sett under inkodningen (*Targets*), 64 bilder som liknade tidigare visade bilder (*Lures*) samt 64 helt nya bilder (*Foils*) och instruerades att välja genom knapptryck på tangentbordet om bilderna de visades var *Gammal*, *Liknande* eller *Ny*. Efter att de utfört både inkodning och minnestestning för ett testblock fick de genomföra samma uppgift igen men för det andra testblocket, som innehöll andra bilder (Figur 1). Mellan testblocken fick deltagarna fylla i skattningsformulär som mätte symptom på ångest på GAD-7, depression på PHQ-9 samt generell ångestbenägenhet på STAI-T (Spielberger et al., 1983).

## Figur 1

Figur över experimentets procedur



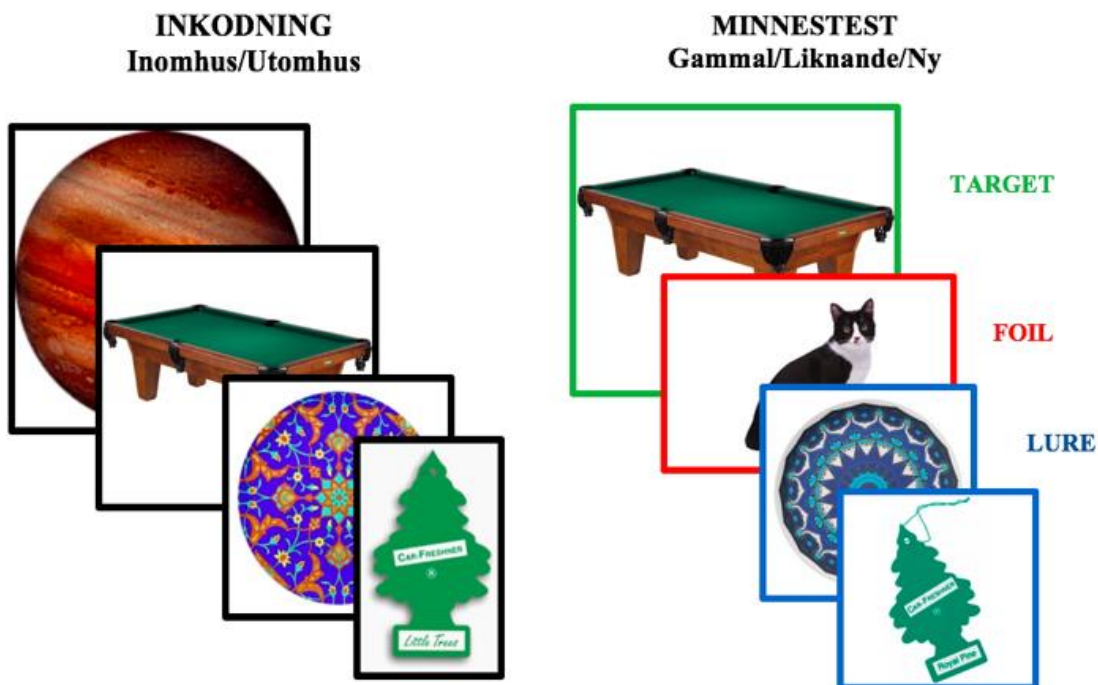
Figur 1 illustrerar att samtliga deltagare genomförde två inkodningsdelar och minnestest. I mitten av experimentet fick alla deltagare fylla i olika skattningsformulär. Ordningen för vilket testblock deltagarna började med var randomiserat och kontrabalanserade.

## Material

Experimentet utfördes på en hemsida administrerad av experimentplattformen PsyToolkit (psytoolkit.org) (Stoet, 2010, 2017). Materialet i experimentet var endast bilder, ljud och självskattningar. Skattningarna som användes var GAD-7, PHQ-9 samt STAI-T. Ljuden var inspelade ljud av en människa som skrek och en människa som gjorde ett "Hmm"-ljud. Bilderna som användes var tagna från Stark Labs hemsida (<https://github.com/celstark/MST>). Denna hemsida ger åtkomst till stimuli-sets som tidigare har använts i olika versioner av MST-experiment. Till experimentet användes stimuli-set 2 och 3 som innehåller 192 bilder vardera. Dessa stimuli-set har således tidigare testats och förväntades ge jämförbara resultat i vår studie. Det finns två upplagor av bilderna så att varje bild finns i två varianter som liknar varandra (Figur 2). Likheten mellan dessa bilder har testats och delats upp i fem olika svårighetsgrader, även benämnt som *Lurebins*. Man har i tidigare studier inte funnit effekter av upprepad mätning för dessa stimuli-set (Stark et al., 2015).

## Figur 2

*Figur över inkodningsdel och minnestest*



Figur 2 visar till vänster inkodningsdelen i testet. Deltagarna fick se en bild och svara om bilden tillhörde kategorin *Inomhus* eller *Utomhus*. Under inkodningen spelades ljud upp i samband med att deltagarna såg bilderna. Ljudet berodde på vilket testblock de genomförde. Till höger i figuren visas minnestestet. Deltagarna instruerades att svara om bilden var *Gammal* (*Target*, grön), *Ny* (*Foil*, röd) eller *Liknande* (*Lure*, blå).

## **Design**

Designen var således utformad så att testet innehöll två olika testblock som antingen innehöll ett skrik och ett ”hmm”-ljud (Aversivt testblock) under inkodningen, alternativt ett ”hmm”-ljud samt tystnad (Neutralt testblock). Anledningen till att designen var utformad på detta sätt var för att ha möjligheten att dels undersöka hur ljuden inverkar på minnesförmågan men också för att kunna jämföra testblocken med varandra. Genom denna design gavs möjligheten att undersöka huruvida ett övergripande hot (likt det som förekommer i det aversiva testblocket) inverkar på minnesförmågan, i relation till en neutral situation (det neutrala testblocket). Man hade genom designen även möjlighet att undersöka vilken inverkan effekten av den auditiva stimuleringen hade på minnesförmågan inom respektive testblock, genom att jämföra skrik mot ”hmm”-ljud samt ”hmm”-ljud mot tystnad. Således var det av intresse att utreda om hotet är stimuli- eller situationsspecifikt associerad.

Som nämnt användes två stimuli-set med 192 bilder i vardera, ett för varje testblock (Figur 2). Stimuli-seten kontrabalanterades så att varje stimuli-set användes i båda testblocken för att säkerställa den interna validiteten. Dessutom var ordningen för vilket testblock som deltagarna utförde först randomiserad. Inom varje testblock randomiserades även i vilken ordning bilderna visades, för att ytterligare minska risken för hot mot validiteten. Det fanns således åtta versioner av experimentet, då vi hade två stimuli-set, två testblock och två olika ordningar för testblocken. Deltagarna blev randomiserade till en experimentversion men distribuerades jämnt fördelat mellan de åtta olika versionerna.

## **Variabler**

### ***Oberoende variabel***

Studien hade en inomgruppsdesign där alla deltagare utsattes för varje betingelse, men där ordningen i vilken betingelse som gavs först skiftade mellan deltagarna. Således hade experimentet två oberoende variabler med två nivåer vardera. Första variabeln var Ljud som har två nivåer: skrik/”hmm”-ljud och ”hmm”-ljud/tyst. Den andra variabeln var Testblock som har två nivåer: aversivt testblock och neutralt testblock.

### ***Beroende variabel***

Det var i studien av intresse att urskilja hur effekten av de oberoende variablerna inverkar på förmågan att känna igen, separera och generalisera bilderna i MST. Den beroende variabeln var således minnesprestationen som har tre nivåer: igenkänning, diskriminering och generalisering.

## **Skattningar**

Svar på skattningar kom att analyseras i syftet att säkerställa att urvalet kunde anses vara icke-klinisk och således kom deltagare som bedömdes lida av psykisk ohälsa att exkluderas. Datan på skattningarna analyserades inte ytterligare.

## **Dataanalys**

Experimentet hade en inomgruppsdesign då alla deltagare bidrog med data till samtliga oberoende variabler. Således utfördes en  $2 \times 2 \times 2$  *Repeated Measures ANOVA* med faktorerna Testblock (Aversivt; Neutralt); Ljud (skrik/tyst; "hmm"-ljud) och Ordning för testblock (Ordning 1 (Aversivt - Neutralt); Ordning 2 (Neutralt - Aversivt)). Testblock och Ljud jämfördes för att undersöka våra frågeställningar medan Ordning för testblock togs med för att kontrollera för eventuella störande effekter. Deskriptiva analyser av metoden genomfördes för att säkerställa att vår experimentdesign var jämförbar med tidigare MST-forskning.

De tre beroende variablerna operationaliserades i tre olika index i enlighet med tidigare MST-forskning (Ally et al., 2013; Kirwan & Stark, 2007; Stark et al., 2019). Igenkänningen operationaliserades av differensmättet som ges av sannolikheten för att svara rätt på gamla bilder (Gammal-svar på Targets) minus sannolikheten att felaktigt registrera nya bilder som gamla (Gammal-svar på Foils). Differensmättet kallas *Recognition Index* (REC) och uttrycker deltagarnas prestation på igenkänning. Diskriminering operationaliserades av differensmättet som ges av sannolikheten att svara rätt på liknande bilder (Liknande-svar på Lures) minus sannolikheten att registrera nya bilder som liknande (Liknande-svar på Foils). Detta mått kallas *Lure Discrimination Index* (LDI) och uttrycker hur väl deltagarna kan diskriminera på minnestesten. Slutligen beräknas tendensen att generalisera liknande bilder och registrera dessa som gamla bilder. Detta differensmått kallas *Generalization Index* (GEN) och ges av sannolikheten att registrera liknande bilder som gamla (Gammal-svar på Lures) minus sannolikheten att registrera nya bilder som gamla (Gammal-svar på Foils).

## **Etiska överväganden**

Studien har prövats och godkänts av Etikprövningsnämnden (Dnr: 2020-04880) och datan som insamlades behandlades konfidentiellt. Varje deltagare gavs ett anonymiserat ID-nummer och datan sparades på lösenordsskyddade servrar som endast testledarna hade tillgång till. Således erhöles ingen personlig information oskyddat och deltagarna förblev anonyma genom hela testningen. I experimentet utsattes deltagarna för skrik som ämnade

framkalla en mindre tillfällig obehagskänsla. Då det var testets syfte att undersöka hur deltagarnas minnesförmåga påverkades av den formen av betingning ansågs obehagskänslor vara ofrånkomliga. Obehagskänslan skriket gav var liten och snabbt övergående. Deltagarna fick även själva ställa in volymen för ljudet och informerades om att de kunde avbryta experimentet närsomhelst genom att stänga ned sin webbläsare. Liknande betingningsstudier är vanligt förekommande i beteendeforskning (Lonsdorf et al., 2017; Ojala & Bach, 2020) och vi gjorde inget för att öka obehagskänslor mer än nödvändigt i vår testversion.

Självskattningsformulären vi använde i testet är frekvent använda i klinisk praktik och inom forskning på populationer med och utan psykisk ohälsa. Sammantaget bedömdes nyttan med att utsätta deltagarna för ett mildt tillfälligt obehag vara större än de små risker det kunde medbringa. Således bedömdes en uppföljning av mående hos patienterna på förhand inte vara nödvändig, men deltagarna erbjöds att kontakta testledarna ifall detta skulle bli aktuellt.

## **Resultat**

### **Kontroll av obehag**

För att kontrollera för att testets auditiva stimuli (skrik och “hmm”-ljud) hade olika valens och för att undersöka eventuella habituerings effekter, fick deltagarna skatta grad av obehag till respektive ljud innan och efter testningen. Testets design förutsatte att deltagarna upplevde skriket som mer obehagligt än det neutrala “hmm”-ljudet för att emotionell påverkan vid minnesinkodning skulle kunna antas. Deltagarnas skattningar för skrik i förmätningen var  $M = 1,803$ ,  $SD = 0,91$  och  $M = 2,131$ ,  $SD = 1,218$  i eftermätningen. För “Hm”-ljudet skattade deltagarna  $M = 4,607$ ,  $SD = 1,144$  i förmätningen och  $M = 4,77$ ,  $SD = 1,023$  i eftermätningen. Skattningen var signifikant lägre för skrik i både för- och eftermätningen,  $t(60) = -14,15$ ,  $p < 0,001$  respektive  $t(60) = -11,71$ ,  $p < 0,001$ . Alltså uppfattades skrik som mer obehagligt än det neutrala ljudet och därmed är antagandet om ljudens skilda valens uppfyllt. Skattningarna för skrik skilde sig även signifikant mellan för- och eftermätningen, då skrik skattades som mer obehagligt i förmätningen,  $t(60) = -2,49$ ,  $p = 0,016$ . Möjligtvis avtar således obehagskänslan till ljudet i och med en habituerings effekt till följd av upprepad exponering.

### **Deskriptiv analys av MST**

Analysen gjordes för att besvara om testmetoden var adekvat och jämförbar med tidigare MST-versioner. Således ämnade denna analys belysa om det konstruerade experimentet fungerade i sig självt utan att ta betingelserna (Testblock och Ljud) i beaktning.

Detta var relevant för att undersöka om testmetoden dels kan återanvändas och dels huruvida det är möjligt att genomföra dessa typer av tester online likt denna gjordes.

I Tabell 2 redovisas den jämförande analysen med tidigare MST-studier. Dessa studier har använt sig av samma paradigm och stimuli-set som vår studie utgick ifrån men med varierande frågeställningar. Således inkluderades endast relevanta mått för att kunna genomföra denna analys men där en del data saknades i de redovisade studierna. De redovisade studierna använde en ung och en äldre population, men för att få en så jämförbar population som möjligt inkluderades endast den unga populationens resultat i vår analys. Således fann vi att våra resultat är någorlunda jämförbara med tidigare MST-studier. Vi fann att korrekt identifierade *Lures* stämde väl överens med Yassa et al. (2010) och att Stark et al. (2017) fick liknande resultat som vår studie. Däremot tenderade LDI i vår studie vara något högre än tidigare MST-studier, en tendens som även kan anas i REC.

**Tabell 2**

*Jämförelse med tidigare MST-studier*

|                | Vår studie | Stark et al. (2013) | Yassa et al. (2010) | Stark et al. (2017) |
|----------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <i>M</i> Ålder | 26,95      | 26,9                | 23                  | 27.8                |
| LDI            | 0,511      | 0,360               | -                   | 0.43                |
| REC            | 0,846      | 0,786               | -                   | 0.8                 |
| <i>Lures</i>   | 0,596      | -                   | 0,590               | -                   |

*M* Ålder = Genomsnittlig ålder för den population som jämförts, LDI = *Lure Discrimination Index*, REC = *Recognition Index*, *Lures* = Andel korrekt identifierade *Lures*.

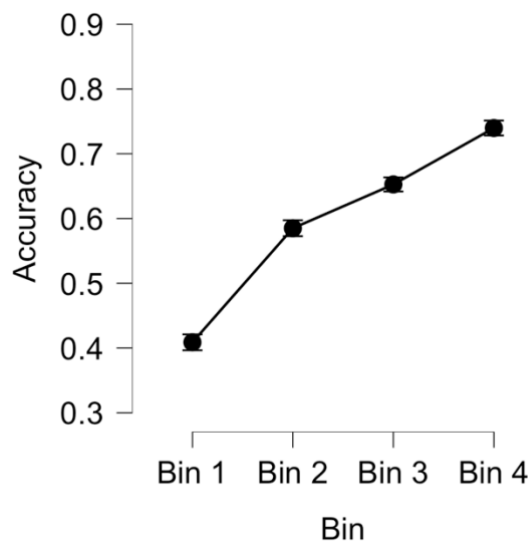
Vi undersökte även deltagarnas poäng på LDI, GEN och REC för respektive testblock för att analysera huruvida effekter av upprepade mätningar förekom. Vi fann att alla index hade en stark korrelation mellan testblocken (LDI: *Pearson's r* = 0,74,  $p < 0,001$ ; REC: *Pearson's r* = 0,55,  $p < 0,001$ ; GEN: *Pearson's r* = 0,75,  $p < 0,001$ ). Således antas testningen ha god *test-retest* reliabilitet, vilket även tidigare visats i Stark et al. (2015). Detta stärker användningen av en inomgruppsdesign i vår studie.

Vidare var det möjligt att undersöka testets tillförlitlighet genom att utvärdera huruvida *Lures* skilde sig i svårighetsgrad, vilket de ämnade att göra. Som nämnt under metoden användes bilder från två stimuli-set från StarkLab (<https://github.com/celstark/MST>) som kalibrerats efter svårighetsgrad. Nedan tydliggörs att det fanns en tydlig ökning i

svårighetsgrad (Figur 3). Andel korrekt identifierade *Lures* ökade från Bin 1 till Bin 4 relativt stadigt, som förväntat. En ytterligare analys utfördes för att bedöma hur väl de olika svårighetsgraderna (Bin 1-4) korrelerar med varandra för att undersöka reliabiliteten av testningen. *Cronbach's alpha* är 0,912 vilket tyder på god intern konsistens och styrker att våra Lurebins mäter samma konstrukt.

### Figur 3

*Kontroll av kalibrering av svårighetsgrad på Lurebins*



Figur 3 visar hur andel korrekt identifierade Lurebins (Bin) ökar från Bin 1-4.

En annan aspekt som medföljer denna metodologi är huruvida deltagarna följer instruktionerna som ges i experimentet. Forskaren har i och med denna metod mindre kontroll över testsituationen. Detta innefattar bland annat att yttre distraktioner och eventuella oklarheter kan uppkomma kopplat till experimentet. Således är det av yttersta vikt att instruktioner är tydligt beskrivna och att deltagarna uppmanas att ge testningen sin odelade uppmärksamhet. För att undersöka en aspekt av hur väl deltagarna följde instruktionerna som gavs undersöktes tiden det tog för deltagarna att genomföra experimentet. Deltagarna instruerades att genomföra testet under ett och samma tillfälle och att genomföra det i en miljö med minimala yttre distraktioner. Beräknade tiden för testningen var cirka 45 minuter. I analysen av totaltid som deltagarna genomförde experimentet på fann vi två outliers som genomförde experimentet betydligt långsammare än resterande deltagare. När dessa två plockades bort fann vi att deltagarnas totala tid hade ett genomsnitt på 48,5 minuter ( $SD =$



5.63). Följaktligen utförde deltagarna generellt experimentet under ett och samma tillfälle och följde således dess instruktioner väl. Vi kan inte på något sätt kontrollera för i vilken grad de faktiskt fokuserade på bilderna i inkodningen och minnestestet men detta belyser det faktum att de följde instruktionerna gällande att genomföra testningen under ett och samma tillfälle utan några längre pauser.

### **Huvudanalys**

I resultatanalysen ämnade vi undersöka effekten av aversiva stimuli i relation till neutrala samt hur detta inverkar på diskriminering (LDI), igenkänning (REC) och generalisering (GEN). Det är även av intresse att undersöka huruvida effekten av aversiv auditiv stimulering är stimuli- eller situationsspecifikt associerad. Vi hypotiserade att aversiva stimuli skulle försämra diskriminering men förbättra igenkänning samt att effekten av detta antingen skulle framträda stimulus specifikt (interaktionseffekt mellan Ljud och Testblock) alternativt situationsspecifikt (huvudeffekt av Testblock). Således analyserades resultaten utifrån en  $2 \times 2 \times 2$  *Repeated Measures ANOVA* med faktorerna Testblock (Aversivt; Neutralt); Ljud (skrik/tyst; "hmm"-ljud); och Ordning för testblock (Ordning 1 (Aversivt-Neutralt); Ordning 2 (Neutralt-Aversivt)). Genom denna design kan vi dels undersöka hur ljuden inverkar på de olika minnesförmågorna, dels undersöka huruvida denna effekt är stimulus specifik eller situationsspecifik. En interaktionseffekt mellan Ljud och Testblock skulle kunna påvisa stimulus specifika minneseffekter av hot. En huvudeffekt av Testblock skulle istället kunna indikera att effekten av hot är situationsspecifik. En huvudeffekt av Ljud skulle istället indikera att effekten på resultaten påverkas av den auditiva stimuleringen oavsett testblock. Ordningen för testblocken inkluderades i analysen för att utesluta att detta hade någon effekt och förväntades således vara icke-signifikant. De mått som användes för att operationalisera de olika minnesförmågorna var som nämnt LDI, REC och GEN. Resultaten kommer redovisas genom att respektive mått analyseras utifrån de hypoteser som nämnts.

#### ***LDI***

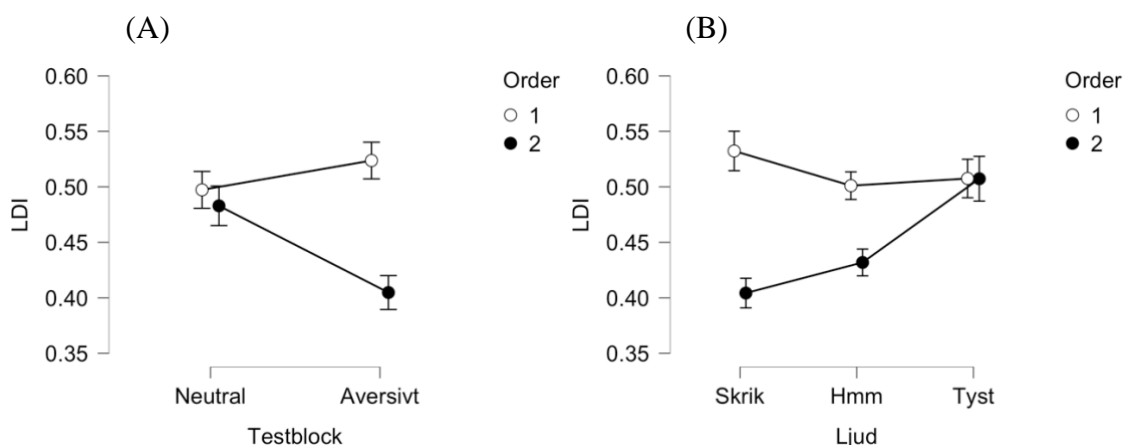
På LDI fann vi ingen signifikant interaktionseffekt mellan Ljud och Testblock på LDI,  $F(1,59) = 1,294$ ,  $p = 0,26$ , partiell  $\eta^2 = 0,021$ . Vi fann däremot en stark interaktionseffekt mellan Testblock och Ordning  $F(1,59) = 9,129$ ,  $p = 0,004$ , partiell  $\eta^2 = 0,134$ . För att förtydliga denna interaktionseffekt utfördes analyser av enkla effekter. Det visade att en enkel effekten av Testblock i Ordning 2 var signifikant,  $F(1) = 9,302$ ,  $p = 0,005$ . Det visades även att den enkla effekten av Ordning på det Aversiva Testblocket var signifikant  $F(1) = 5,208$ ,  $p$

= 0,026. Detta innebär att det finns en interaktionseffekt mellan Ordning och Testblock där deltagare som fått Ordning 2 (där det aversiva testblocket gavs sist) har signifikant lägre LDI än Ordning 1 på det Aversiva Testblocket. Det innebär även att de som fick Ordning 2 har signifikant lägre LDI på Aversivt Testblock jämfört med Neutralt Testblock (Figur 4a).

Vi fann även en signifikant huvudeffekt av Ljud på LDI,  $F(1,59) = 4,057$ ,  $p = 0,049$ , partiell  $\eta^2 = 0,064$ . För att förtydliga denna huvudeffekt gjorde vi en  $3 \times 2$  *Repeated Measures ANOVA* där Ljud utgjorde tre nivåer (skrik; "hmm"; tyst) och där Ordning utgjorde 2 nivåer (Ordning 1 (Aversivt-Neutralt); Ordning 2 (Neutralt-Aversivt)). "Hmm" utgjordes här av medelvärdet av LDI för bilderna som hade "Hmm"-ljudet, i båda testblocken. Vi fann då en huvudeffekt av ljud även i denna analys,  $F(2, 118) = 4,272$ ,  $p = 0,016$ . Således ter det sig som att ljud sänker LDI utan hänsyn till ordning. Vi fann även att det fanns en interaktionseffekt mellan Ordning och Ljud,  $F(2,118) = 8,168$ ,  $p < 0,001$  (Figur 4b). För att klarlägga detta gjordes analyser av enkla effekter samt post-hoc tester. Det fanns en signifikant enkel effekt av Ljud inom Ordning 2 (Neutralt-Aversivt),  $F(2) = 11,701$ ,  $p < 0,001$ . Post-hoc testerna visade att Skrik i Ordning 2 skilde sig signifikant mot Tystnad i Ordning 2,  $t(60) = -4,720$ ,  $p < 0,001$  och att "Hmm"-ljud skilde sig signifikant mot Tystnad i Ordning 2,  $t(60) = -3,456$ ,  $p = 0,011$ . Således fann vi att ljud generellt försämrade förmågan till diskriminering men att denna effekt endast återfanns i Ordning 2. Resterande huvudeffekter och interaktionseffekter var inte signifikanta.

**Figur 4**

Graf över resultat av interaktionseffekter (A) samt effekter av ljud (B) på LDI.



Figur 4a visar interaktionseffekten mellan Testblock och Ordning. Aversivt Testblock skiljer sig signifikant mellan Ordning 1 och 2. Neutralt Testblock skiljer sig signifikant mot Aversivt Testblock i Ordning 2. Figur 4b visar interaktionseffekten mellan Ljud och Ordning. Skrik och "Hmm"-ljud skilde sig båda signifikant mot Tyst i Ordning 2.

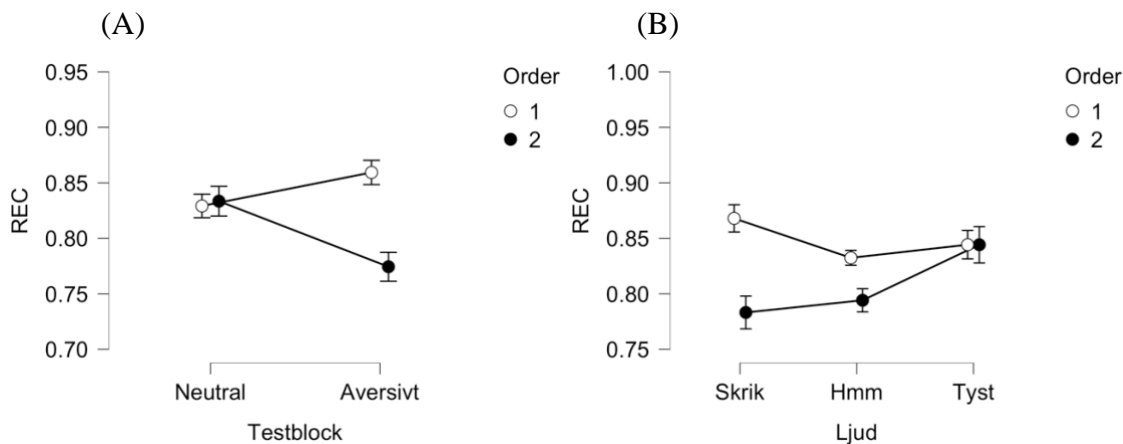
## **REC**

På REC fann vi inte någon signifikant interaktionseffekt mellan Ljud och Testblock.  $F(1, 59) = 0,272, p = 0,604$ , partiell  $\eta^2 = 0,005$ . Däremot, likt LDI, fanns en signifikant interaktionseffekt mellan Testblock och Ordning,  $F(1, 59) = 11,765, p = 0,001$ , partiell  $\eta^2 = 0,166$  (Figur 5a). Således gjordes även enkla effektanalyser på REC för att förtydliga denna interaktionseffekt. Det visade att den enkla effekten av Testblock i Ordning 2 var signifikant,  $F(1) = 8,758, p = 0,006$ . Det visade även att den enkla effekten av Ordning på det Aversiva Testblocket var signifikant  $F(1) = 7,527, p = 0,008$ . Detta innebär att det fanns en interaktionseffekt mellan Ordning och Testblock där deltagare som fått Ordning 2 (där det aversiva testblocket gavs sist) hade signifikant lägre LDI än Ordning 1 på det Aversiva Testblocket. Det innebär även att de som fick Ordning 2 hade signifikant lägre LDI på Aversivt Testblock jämfört med Neutralt Testblock.

Vi fann även en signifikant huvudeffekt av Ljud på REC,  $F(1, 59) = 7,747, p = 0,007$  partiell  $\eta^2 = 0,116$ . För att klargöra denna huvudeffekt gjorde vi en  $3 \times 2$  *Repeated Measures ANOVA* där Ljud utgjorde tre nivåer (skrik; "hmm"; tyst) och där Ordning utgjorde 2 nivåer (Order 1 (Aversivt-Neutralt); Order 2 (Neutralt-Aversivt)). "Hmm" utgjordes här av medelvärdet av REC för bilderna som hade "Hmm"-ljudet, i båda testblocken. Vi fann ingen signifikant huvudeffekt av Ljud i denna analys,  $F(2, 118) = 2,964, p = 0,055$ , partiell  $\eta^2 = 0,048$ . Däremot fanns en interaktionseffekt mellan Ljud och Ordning,  $F(2, 118) = 5,494, p = 0,005$ , partiell  $\eta^2 = 0,085$  (Figur 5b). Även här utfördes analyser av enkla effekter samt post-hoc tester för att tydliggöra denna interaktionseffekt. Det fanns en signifikant enkel effekt av Ljud i Ordning 2 (Neutralt-Aversivt),  $F(2) = 5,337, p = 0,007$ . Post-hoc testerna visade att Skrik i Ordning 2 skilde sig signifikant mot Tystnad i Ordning 2,  $t(60) = -3,457, p = 0,011$ . Följaktligen finns en effekt av att ljud försämrar förmågan till igenkänning i Ordning 2, men det framkommer endast genom att skrik skiljer sig signifikant mot tystnad. Resterande huvudeffekter och interaktionseffekter var inte signifikanta.

## Figur 5

Graf över resultat av interaktionseffekter (A) samt effekt av ljud (B) på REC



Figur 5a visar interaktionseffekten mellan Testblock och Ordning. Aversivt Testblock skiljer sig signifikant mellan Ordning 1 och 2. Neutralt Testblock skiljer sig signifikant mot Aversivt Testblock i Ordning 2. Figur 5b visar interaktionseffekten mellan Ljud och Ordning. Skrik skilde sig signifikant mot Tyst i Ordning 2.

## GEN

Resultaten på GEN visade varken någon signifikant skillnad mellan Ljud,  $F(1, 59) = 0,273$ ,  $p = 0,603$ , partiell  $\eta^2 = 0,005$  eller någon interaktionseffekt mellan Ljud och Testblock,  $F(1, 59) = 0,608$ ,  $p = 0,439$ , partiell  $\eta^2 = 0,010$ . På GEN fanns inte någon ordningseffekt på varken Testblock,  $F(1,59) = 0,724$ ,  $p = 0,398$ , eller Ljud,  $F(1,59) = 0,118$ ,  $p = 0,732$ . Således fann vi inga huvudeffekter av vare sig Ljud eller Testblock, ingen interaktionseffekt mellan dessa och inte heller att Ordning inverkar på detta. GEN skilde sig således inte åt mellan ljuden, testblocken eller vilken ordning dessa gavs i.

## Diskussion

Vår studie ämnade undersöka hur rädslobetingning påverkar tre centrala minnesförmågor samt om dessa effekter är stimuli- eller situationsspecifikt associerade. En inomgruppsdesign av MST där deltagarna fick genomgå både ett aversivt och neutralt testblock möjliggjorde undersökandet av våra frågeställningar.

Generellt indikerar resultaten på att det inte finns några signifikanta huvudeffekter av testblock eller interaktionseffekter mellan Testblock och Ljud varken på LDI, REC eller GEN och således kan vi inte bekräfta våra a priori hypoteser. Om vi kontrollerar för i vilken ordning deltagarna genomförde de två testblocken ser vi att det sker en försämring för både

LDI och REC när deltagarna får det aversiva testblocket sist (Ordning 2). Vår hypotes var att igenkänning skulle förbättras vid emotionell inkodning och den hypotesen kan utifrån resultaten således inte bekräftas. Att diskrimineringsförmågan försämrades vid den emotionella inkodningen går i linje med vår hypotes, men enbart i Ordning 2 och således har denna hypotes inte tillräckligt med stöd för att bekräftas. Gällande generaliseringsförmågan fanns inga signifikanta effekter och således finner vi inte heller något stöd för denna hypotes.

Ljud hade en signifikant huvudeffekt på LDI och REC. Vidare analyser visade att det i jämförelse med tystnad i Ordning 2 skedde dels en försämring av förmågan till diskriminering vid Skrik- och hmm-ljud, dels en försämring av förmågan för igenkänning vid skrik. Dessa resultat uttrycker inget explicit om våra hypoteser, men beskriver hur ljuden förhåller sig gentemot varandra gällande de olika minnesförmågorna på MST.

Sammanfattningsvis kan vi inte bekräfta våra hypoteser då resultaten indikerar att emotionell inkodning inte har en påverkan på specifika minnesförmågor samt då resultaten varken kunde bekräfta att minnespåverkan var stimuli- eller situationsspecifikt associerad. En ordningseffekt för Ordning 2 ger oss att prestationen vid aversivt testblock på LDI och REC försämrades samt att om vi jämför ljuden i Ordning 2 försämrades prestationen på ”hmm”-ljud mot tystnad på LDI och på skrik jämfört med tystnad på både LDI och REC.

## **Bakomliggande orsaker till resultaten**

### ***Minneskonsolidering***

I vår studie antog vi att diskrimineringsförmåga bygger på mekanismen *pattern separation* och att generalisering kan bero på antingen låg benägenhet för *pattern separation* eller ökad benägenhet för *pattern completion*. Då vi inte kan uppvisa signifikanta resultat gällande LDI och GEN kan vi inte uttrycka oss om huruvida de bakomliggande mekanismerna var verksamma eller inte i vårt experiment. Således diskuterar vi nedan inte begreppen PS och PC utan istället enkom förmågorna generalisering, diskriminering samt igenkänning.

När vi då försöker förstå bakomliggande orsaker till resultaten är det av relevans att diskutera minnekonsolidering då vårt experiment sker under ett tillfälle och det inte ges tid mellan inkodning och framplockning. Leal et al. (2014) visade att minnen som kodats in med en emotionell komponent stärktes över tid. De menade att konsolideringen förbättrar minnesförmågan av minnen med emotionell karaktär efter 24 timmar. Payne et al. (2008) visade även att sömn fyller en viktig funktion för minnekonsolideringen av emotionellt

inkodade minnen. De fann att man efter 30 minuter minns den emotionella komponenten i en bild i högre grad än mer perifer information. Dessa effekter bibehölls och blev mer påtagliga efter 12 timmar där sömn var en viktig komponent för att effekten skulle framträda tydligast. I vår studie finns därav möjligtvis ovisshet gällande om man kan anta att emotionella minnen har konsoliderats i tillräckligt hög grad för att urskiljas från mer neutralt kodade minnen, då ingen längre tid ges för konsolidering. Man kan hävda att det för våra resultat finns likt Payne et al. (2008) en effekt som bör kunna urskiljas direkt efter inkodningen men möjligtvis skulle denna framträda tydligare om konsolidering kunde antas ha skett. Således kan man diskutera huruvida vår studies resultat hade framträtt tydligare om utökad tid hade givits mellan inkodning och framplöckning.

### ***Otillräcklig rädslobetingning***

Vår studie saknade oberoende mått som kunde bekräfta att betingning skedde. Om resultaten hade bekräftat våra hypoteser och uppvisat en interaktionseffekt mellan Ljud och Testblock hade vi kunnat anta att en betingning hade skett. Alltså om skrik i det aversiva testblocket påverkat minnesförmågorna likt Starita et al. (2019) visade att elstötar gjorde i deras studie. I deras studie hade de oberoende mått på om betingning skedde, såsom hudkonduktans och förväntansmått på obehag, och var inte lika beroende av signifikanta resultat för att bekräfta förekomst av betingning. Att en betingning eventuellt inte förekom i vår studie kan ha flera olika bakomliggande förklaringar.

En anledning kan vara att minnestestet i vår studie skedde direkt efter inkodning och att betingning kräver minneskonsolidering för att kunna ha effekt. Starita et al. (2019) hade minnestestet dagen efter inkodningen vilket kan ha bidragit till att betingning kunde ske. Duns Moor et al. (2015) fann effekt av konsolidering på minnen som rädslobetingats efter 6 timmar och menar följaktligen att konsolideringen är nödvändig för att kunna urskilja effekt av rädslobetingning. De menade däremot att sömn inte var avgörande för att kunna urskilja denna effekt. Däremot fann man att minnesförmågan stärks efter 24 timmar jämfört med efter endast 6 timmar för rädslobetingade stimuli, vilket accentuerar konsolideringens funktion för minnesframplöckningen av rädslobetingade stimuli.

En annan förklaring kan ha varit att vi i vår design hade en metodologi som föranledde en alltför komplex inlärning som inte möjliggjorde betingning. Vår studies metodologi inkluderade två testblock dels för att kunna jämföra en hotfull med en neutral situation, dels för att kontrollera att "hmm"-ljudet kunde anses vara ett neutralt stimulus. I det neutrala testblocket borde skillnaderna mellan "hmm-ljudet" och tystnaden varit icke signifikanta, men

nu när resultaten visade annorlunda kan vi här se en metodologisk brist. En bättre uppdelning av testblocken hade möjligen varit att det aversiva testblocket bestått av skrik och tystnad och det neutrala av tystnad och "hmm-ljud". Att i det neutrala testblocket inkludera "hmm"-ljudet kunde då vara för att kontrollera för om ljud oavsett valens har störande effekter på resultaten. Det hade även kunnat tilläggas kontrollgrupper som enbart fick höra skrik, tystnad eller "hmm"-ljud. I en sådan utförlig metod hade vi kunnat säkerställa vilka effekter som tillhörde vilket ljud och i sin tur bättre kunna förklara de framkomna effekterna. Att ha med alla kontrollgrupper samtidigt kan bli en alltför krävande metod eller åtminstone kräva en större mängd deltagare, men uppdelningen av aversivt (skrik/tyst) och neutralt ("hmm"-ljud/tyst) testblock hade i efterhand varit fördelaktigt för dataanalysen. Denna uppdelning hade även kunnat bidra till en lättare inläring genom att olika ljud inte förekommer i samma testblock utan det aversiva testblocket har då likt Starita et al. (2019) bara ett stimulus som förväntas bidra till betingning. I vår metodologi med ett aversivt testblock bestående av både skrik- och "hmm"-ljud kan det ha bidragit till att för mycket intryck störde möjligheten för betingning. Istället för att bara betinga hälften av bilderna i ett testblock (64 bilder) likt Starita et al. (2019), så blev det i vår studie 128 unika associationer att koppla ihop med två olika ljud. Denna mängd associationer kan ha varit för många för att etablera distinkta minnen och möjliggöra betingning.

Det kan även ha varit så att skriket i vår studie inte uppfattades som tillräckligt obehagligt för att bidra till rädslobetingning. Resultaten indikerar å andra sidan att deltagarna uppfattade skriket som obehagligt i jämförelse med det neutrala ljudet i både för- och eftermätningen. Detta säger däremot ingenting om den uppfattningen av obehag är tillräcklig för att kunna leda till rädslobetingning. Återigen hade ett oberoende mått för betingning varit eftersträfvansvärt för att kunna bekräfta om obehaget var tillräckligt eller inte. Starita et al. (2019) operationaliserade rädsla genom att använda elstötar som negativ stimulus och förväntansmått på obehag och hudkonduktans som oberoende mått på om betingning förekom. Att kunna få en elstöt ökade *arousal* under experimentet vilket genom utfallsmåtten indikerade på att de faktiskt mäter hur MST fungerar i en hotfull situation, men mäter en elstöt och ett skrik samma sorts rädsla? En elstöt frambringar en fysiologisk reaktion och en kortvarig smärta medan ett skrik enkom leder till kortvarigt upplevt obehag.

### ***Operationaliseringssvårigheter av rädsla***

Som nämnt finns inget vedertaget objektivet kriterium för rädsla inom forskningen (Feldman Barrett, 2011), vilket lett till att operationaliseringar av rädsla skiljer sig markant åt mellan studier. I tidigare MST-studier har operationaliseringen ofta skett genom valens i bilder eller genom elstötter. Exempel på studier som använt bilder med olika valens är Leal et al. (2014) och Szöllösi & Racsmány (2020). Båda dessa studier validerade sina stimuli genom att de först lät en grupp skatta den emotionella valensen på en stor mängd bilder och sedan fick en lika stor grupp skatta nivån av *arousal* på bilderna. Resultaten i dessa studier går mer i linje med de hypoteser vi hade inför vår studie, men frågan är om dessa operationaliseringar helgar målen. Skriket i vår studie skattades som obehagligt först, men uppfattades som mindre obehagligt efter fortsatt exponering. Huruvida obehaget från bilder med negativ valens habitueras efter fortsatt exponering framkommer inte i studierna och således skulle det kunna innebära att bilder som kategoriserats som obehagliga neutraliseras under experimentets gång. Om en habitueringseffekt förekommer även i deras studier kan det hota begreppsvaliditeten, en begreppsvaliditet som rent metodologiskt redan är ifrågasatt utifrån vad rädsla egentligen är. Representeras rädsla bäst av ett skrik som frambringar obehag eller en bild som uppfattas som något negativ? Utifrån att metodologin med negativ valens i bilder är vedertagen och genomförd flertalet gånger kan det tyckas vara de resultaten som senare forskning likt vår ska validera och jämföras mot, men med den existerande icke-välavgränsade operationaliseringen av rädsla kan det tillvägagångssättet ifrågasättas.

Som Feldman Barrett (2011) menar är de måtten vi använder för rädsla i dagens forskning för smala och ett stort spann av rädsla mäts aldrig, men att bredda måtten till att försöka innefatta hela konceptet rädsla skulle å andra sidan vara metodologiskt omöjligt. Således behöver flera smala mått av rädsla normeras och valideras gentemot varandra för att tillsammans kunna beskriva hur fenomenet rädsla faktiskt har en inverkan på minnesförmågor. Detta är av yttersta vikt då vi exempelvis vet att inte bara en aspekt av rädsla har betydelse för episodiskt minne utan åtminstone har både valens och *arousal* en roll att spela i emotionell minnespåverkan (Szöllösi & Racsmány, 2020).

### ***Urvalet***

Urvalet i vår studie bestod till en majoritet av deltagare i åldrarna 19-28 år då endast åtta deltagare var äldre. Det urvalet representerar inte samhällspopulationen i stort utan snarare "studenter" eller möjligen "unga vuxna" när vi jämför med andra studier. Att urvalet



däremot skulle ha en inverkan på våra resultat är inte troligt. Exempelvis har Leal et al (2014) utfört emotionell MST på unga studenter och fått skilda resultat jämfört med vår studie och likaså Szöllösi & Racsmány (2020) som hade ett urval bestående av 58 deltagare i åldrarna 19-28 år. När urvalet och frågeställningarna i dessa studier är högst jämförbara med vår studies bör således skillnaderna i våra resultat ha en annan bakomliggande förklaring. Med det sagt jämför vi inte våra resultat mot en annan studie med svenska deltagare och således hade det kunnat stå för en del av förklaringen trots att det inte är sannolikt.

### ***Diskussion kring ordningseffekter***

I dataanalysen togs variabeln Ordning av testblock enkom med som en kontrollvariabel, men när den variabeln uppvisade signifikanta resultat indikerar det på en påverkans effekt av en faktor vi inte kontrollerat för. Att deltagarna blev trötta på grund av testets längd och enformiga struktur skulle kunna vara en del av förklaringen bakom effekten då de signifikanta resultaten framkom i Ordning 2:s andra testblock. Det som talar emot en trötthet som bakomliggande orsak är att det inte verkar ske en uttröttning i Ordning 1, vilket torde vara fallet när metodologin är densamma. I Ordning 2 gjorde deltagarna det neutrala testblocket först och sedan det aversiva. Alltså gick de från låg ("hmm"-ljud/tystnad) till hög (skrik/"hmm"-ljud) *arousal*. Hypotetiskt hade det kunnat vara mer uttröttande att gå från ett testblock med mindre *arousal* och neutrala ljud till ett testblock med mer ljud och högre *arousal* jämfört med den omvända ordningen. Om så är fallet går det att diskutera om det är mer resurskrävande att koda in minnen i en hotfull situation efter att först ha passerat en neutral situation jämfört med den omvända ordningen. Resultatskillnaderna inom ljud på LDI indikerar på att ljud generellt sänker prestationen i Ordning 2 men inte i ordning 1 vilket skulle kunna stärka denna hypotes. Utöver trötthet hade det också kunnat vara så att det är svårare att bibehålla fokus eller upprätthålla koncentration när mer ljud adderas efter halva testningen som i Ordning 2. Anledningarna till varför det skulle vara mer krävande i Ordning 2 går utifrån våra resultat inte att härleda mer än att det är ovisst eller skulle kunna vara på grund av trötthet och koncentrationssvårigheter som framträder i övergången från en neutral till en hotfull situation. Om fler frågor till deltagarna gällande trötthet och reaktioner kring de olika testblockens delar implementerats i experimentet hade funna ordningseffekter möjligen kunnat härledas mer specifikt.

### **Relevans för framtida studier**

Deltagarna i vår studie utförde som nämnt en webbaserad version av MST på privata datorer på valfri tidpunkt. Vi saknade på förhand således kontroll för exempelvis hur lång tid

deltagare genomförde testet på, hur väl de upprätthöll koncentrationen och om eventuella yttre distraktioner förekom. Det skulle således ha kunnat förekomma en oberäknad påverkan på resultaten. Ytterligare går det att diskutera om trötthet ökar när ett experiment genomförs i en avslappnad hemmiljö jämfört med om det sker i ett labb.

För att besvara frågeställningen om MST är möjligt att genomföra i en webbaserad version på privata datorer jämförde vi de resultat som framkom i denna studie med tidigare forskning som använt sig av samma stimuli-set. När vi jämförde resultaten med tidigare resultat från Stark et al. (2013), Yassa et al. (2010) och Stark et al. (2017) fann vi att resultaten överensstämde väl med varandra, undantaget några få avvikelser. Vi fann god reliabilitet för vårt experiment genom att undersöka korrelationerna mellan testblocken och kalibreringen av *Lurebins*. Vi fann också i analysen över hur lång tid deltagarna genomförde testet på att de följde dessa instruktioner väl och generellt genomförde testningen på beräknad tid. Ett metodval för framtida forskning hade möjligtvis kunnat vara att jämföra resultat från ett MST som utförts webbaserat och som labbexperiment för att utförligt undersöka om resultaten är jämförbara. Sammanfattningsvis bedömer vi att det är möjligt att genomföra MST i ett webbaserat format och det tycks som att deltagarna till stor del lyckades följa instruktionerna som gavs, på ett adekvat vis. Det är däremot av högsta vikt för metoden att instruktioner är tydligt formulerade, så att risker för felaktigheter i genomförandet minimeras.

### **Konklusion**

Till skillnad från tidigare studier på området kan vi inte i vårt experiment visa att emotioner har en påverkan på minnesförmågor. Det framkommer inte heller i våra resultat om denna påverkan är situations- eller stimulus-specifikt associerad. Vi fann däremot en ordningseffekt som visar att när en person går från ett neutralt testblock till ett aversivt framkommer en påverkan på förmågorna diskriminering och igenkänning. Vår studie kan inte dra några precisa slutsatser kring bakomliggande orsaker gällande denna funna effekt. Den webbaserade versionen av MST är rent metodologiskt jämförbar med tidigare MST-studier, vilket kan vara till användning för framtida forskning på området. Det indikerar också på att våra resultat inte till fullo kan förklaras av MST-metodologin utan snarare härledas till otillräcklig minneskonsolidering, operationaliseringen av rädsla, användandet av en inomgruppsdesign eller att en rädslobetingning eventuellt inte förekom. Framtida studier får fortsätta undersöka hur man genom MST kan se att emotioner påverkar olika minnesförmågor

och bör ta hänsyn till aspekter som fördröjd minnestestning för att främja minneskonsolidering, oberoende mått av betingning samt operationalisering av rädsla.

### Referenser

- Adolphs, R., Tranel, D., & Buchanan, T. W. (2005). Amygdala damage impairs emotional memory for gist but not details of complex stimuli. *Nature Neuroscience*, 8(4), 512–518. <https://doi.org/10.1038/nn1413>
- Aldi, G. A., Lange, I., Gigli, C., Goossens, L., Schruers, K. R., & Cosci, F. (2018). Validation of the Mnemonic Similarity Task – Context Version. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 40(4), 432–440. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2017-2379>
- Ally, B. A., Hussey, E. P., Ko, P. C., & Molitor, R. J. (2013). Pattern separation and pattern completion in Alzheimer’s disease: Evidence of rapid forgetting in amnesic mild cognitive impairment: Pattern Separation in AMCI and AD. *Hippocampus*, 23(12), 1246–1258. <https://doi.org/10.1002/hipo.22162>
- Bakker, A., Kirwan, C. B., Miller, M., & Stark, C. E. L. (2008). Pattern Separation in the Human Hippocampal CA3 and Dentate Gyrus. *Science*, 319(5870), 1640–1642. <https://doi.org/10.1126/science.1152882>
- Ballarini, F., Moncada, D., Martinez, M. C., Alen, N., & Viola, H. (2009). Behavioral tagging is a general mechanism of long-term memory formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(34), 14599–14604. <https://doi.org/10.1073/pnas.0907078106>
- Buchanan, T. W., & Adolphs, R. (2002). 2. The role of the human amygdala in emotional modulation of long-term declarative memory. In S. C. Moore & M. Oaksford (Eds.), *Advances in Consciousness Research* (Vol. 44, pp. 9–34). John Benjamins Publishing Company. <https://doi.org/10.1075/aicr.44.02buc>
- Duits, P., Cath, D. C., Lissek, S., Hox, J. J., Hamm, A. O., & Engelhard, I. M. (2015). Updated meta-analysis of classical fear conditioning in the anxiety disorders. *Depression and Anxiety*, 16.
- Dunsmoor, J. E. (2012). Role of conceptual knowledge in learning and retention of conditioned fear. *Biological Psychology*, 6.
- Dunsmoor, J. E., Murty, V. P., Davachi, L., & Phelps, E. A. (2015). Emotional learning selectively and retroactively strengthens memories for related events. *Nature*, 520(7547), 345–348. <https://doi.org/10.1038/nature14106>

- Dymond, S., Dunsmoor, J. E., Vervliet, B., Roche, B., & Hermans, D. (2015). Fear Generalization in Humans: Systematic Review and Implications for Anxiety Disorder Research. *Behavior Therapy, 46*(5), 561–582.  
<https://doi.org/10.1016/j.beth.2014.10.001>
- Feldman Barrett, L. (2011). Constructing emotion. *Psihologijske teme, 20*(3), 359-380.
- Haddad, A. D. M., Xu, M., Raeder, S., & Lau, J. Y. F. (2013). Measuring the role of conditioning and stimulus generalisation in common fears and worries. *Cognition & Emotion, 27*(5), 914–922. <https://doi.org/10.1080/02699931.2012.747428>
- Holt, N., Bremner, A., Sutherland, E., Vliek, M., Passer, M., & Smith, R. (2015). *Psychology: The Science of Mind and Behaviour*, (3:e uppl.) Berkshire: McGraw Hill.
- Honig, W. K., & Urcuioli, P. J. (1981). The legacy of Guttman and Kalish (1956): 25 years of research on stimulus generalization. *Journal of the experimental analysis of behavior, 36*(3), 405-445.
- Hunsaker, M. R., & Kesner, R. P. (2013). The operation of pattern separation and pattern completion processes associated with different attributes or domains of memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 37*(1), 36–58.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.09.014>
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2008). The Critical Importance of Retrieval for Learning. *Science, 319*(5865), 966–968. <https://doi.org/10.1126/science.1152408>
- Kim, J., Gabriel, U., & Gygax, P. (2019). Testing the effectiveness of the Internet-based instrument PsyToolkit: A comparison between web-based (PsyToolkit) and lab-based (E-Prime 3.0) measurements of response choice and response time in a complex psycholinguistic task. *Plos One, 14*(9), e0221802.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221802>
- Kirwan, C. B., & Stark, C. E. L. (2007). Overcoming interference: An fMRI investigation of pattern separation in the medial temporal lobe. *Learning & Memory, 14*(9), 625–633. <https://doi.org/10.1101/lm.663507>
- Kleinsmith, L. J., & Kaplan, S. (1963). *Paired-associate learning as a function of arousal and interpolated interval*. 4.
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (2001). The PHQ-9: Validity of a brief depression severity measure. *Journal of General Internal Medicine, 16*(9), 606–613.  
<https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>

- LaBar, K. S., & Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(1), 54–64. <https://doi.org/10.1038/nrn1825>
- Leal, S. L. (2018). Integrating new findings and examining clinical applications of pattern separation. *Nature Neuroscience*, 21, 11.
- Leal, S. L., Tighe, S. K., Jones, C. K., & Yassa, M. A. (2014). *Pattern separation of emotional information in hippocampal dentate and CA3*. 10.
- Leal, S. L., Tighe, S. K., & Yassa, M. A. (2014). Asymmetric effects of emotion on mnemonic interference. *Neurobiology of Learning and Memory*, 111, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.02.013>
- LeDoux, J. E. (2014). Coming to terms with fear. *Cognitive Sciences*, 2014, 8.
- Lissek, S., Kaczkurkin, A. N., Rabin, S., Geraci, M., Pine, D. S., & Grillon, C. (2014). Generalized Anxiety Disorder Is Associated With Overgeneralization of Classically Conditioned Fear. *Biological Psychiatry*, 75(11), 909–915. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.07.025>
- Lissek, S., Rabin, S., Heller, R. E., Lukenbaugh, D., Geraci, M., Pine, D. S., & Grillon, C. (2010). Overgeneralization of Conditioned Fear as a Pathogenic Marker of Panic Disorder. *American Journal of Psychiatry*, 167(1), 47–55. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09030410>
- Lissek, S., & van Meurs, B. (2015). Learning models of PTSD: Theoretical accounts and psychobiological evidence. *International Journal of Psychophysiology*, 12.
- Lisman, J., Grace, A. A., & Duzel, E. (2011). A neoHebbian framework for episodic memory; role of dopamine-dependent late LTP. *Trends in Neurosciences*, 34(10), 536–547. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2011.07.006>
- Lonsdorf, T. B., Menz, M. M., Andreatta, M., Fullana, M. A., Golkar, A., Haaker, J., Heitland, I., Hermann, A., Kuhn, M., Kruse, O., Meir Drexler, S., Meulders, A., Nees, F., Pittig, A., Richter, J., Römer, S., Shiban, Y., Schmitz, A., Straube, B., ... Merz, C. J. (2017). Don't fear 'fear conditioning': Methodological considerations for the design and analysis of studies on human fear acquisition, extinction, and return of fear. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 77, 247–285. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.02.026>
- Nash, M. I., Hodges, C. B., Muncy, N. M., & Kirwan, C. B. (2021). Pattern separation beyond the hippocampus: A high-resolution whole-brain investigation of mnemonic

- discrimination in healthy adults. *Hippocampus*, hipo.23299.  
<https://doi.org/10.1002/hipo.23299>
- Ngo, C. T., Michelmann, S., Olson, I. R., & Newcombe, N. S. (2021). Pattern separation and pattern completion: Behaviorally separable processes? *Memory & Cognition*, 49(1), 193–205. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01072-y>
- Ojala, K. E., & Bach, D. R. (2020). Measuring learning in human classical threat conditioning: Translational, cognitive and methodological considerations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 114, 96–112.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.04.019>
- Paradis, C. M., Florer, F., Solomon, L. Z., & Thompson, T. (2004). *Flashbulb Memories of Personal Events of 9/11 and the Day after for a Sample of New York City Residents*. 7.
- Park, J. (2005). *Effect of Arousal and Retention Delay on Memory: A Meta-Analysis*. 17.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. 15.
- Payne, J. D., Stickgold, R., Swanberg, K., & Kensinger, E. A. (2008). Sleep Preferentially Enhances Memory for Emotional Components of Scenes. *Psychological Science*, 19(8), 781–788. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02157.x>
- Purves, K. L., Constantinou, E., McGregor, T., Lester, K. J., Barry, T. J., Treanor, M., Sun, M., Margraf, J., Craske, M. G., Breen, G., & Eley, T. C. (2019). Validating the use of a smartphone app for remote administration of a fear conditioning paradigm. *Behaviour Research and Therapy*, 123, 103475.  
<https://doi.org/10.1016/j.brat.2019.103475>
- Shepard, R. (1987). Toward a universal law of generalization for psychological science. *Science*, 237(4820), 1317–1323. <https://doi.org/10.1126/science.3629243>
- Spielberger, C. D. (1983). State-trait anxiety inventory for adults.
- Spitzer, R. L., Kroenke, K., Williams, J. B. W., & Löwe, B. (2006). A Brief Measure for Assessing Generalized Anxiety Disorder: The GAD-7. *Archives of Internal Medicine*, 166(10), 1092. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.10.1092>
- Starita, F., Kroes, M. C. W., Davachi, L., Phelps, E. A., & Dunsmoor, J. E. (2019). Threat learning promotes generalization of episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(8), 1426–1434. <https://doi.org/10.1037/xge0000551>

- Stark, S. M. (2019). Mnemonic Similarity Task: A Tool for Assessing Hippocampal Integrity. *Trends in Cognitive Sciences*, 14.
- Stark, S. M., Kirwan, C. B., & Stark, C. E. L. (2019). Mnemonic Similarity Task: A Tool for Assessing Hippocampal Integrity. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(11), 938–951. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.08.003>
- Stark, S. M., & Stark, C. E. L. (2017). Age-related deficits in the mnemonic similarity task for objects and scenes. *Behavioural Brain Research*, 333, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.06.049>
- Stark, S. M., Stevenson, R., Wu, C., Rutledge, S., & Stark, C. E. L. (2015). Stability of age-related deficits in the mnemonic similarity task across task variations. *Behavioral Neuroscience*, 129(3), 257–268. <https://doi.org/10.1037/bne0000055>
- Stark, S. M., Yassa, M. A., Lacy, J. W., & Stark, C. E. L. (2013). A task to assess behavioral pattern separation (BPS) in humans: Data from healthy aging and mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 51(12), 2442–2449. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.12.014>
- Stoet, G. (2010). PsyToolkit: A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, 42(4), 1096–1104. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.4.1096>
- Stoet, G. (2017). PsyToolkit: A Novel Web-Based Method for Running Online Questionnaires and Reaction-Time Experiments. *Teaching of Psychology*, 44(1), 24–31. <https://doi.org/10.1177/0098628316677643>
- Szöllösi, Á., & Racsmány, M. (2020). Enhanced mnemonic discrimination for emotional memories: The role of arousal in interference resolution. *Memory & Cognition*, 48(6), 1032–1045. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01035-3>
- Tulving, E. (2002). Episodic Memory: From Mind to Brain. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). *Conditioned Emotional Reactions*. 14.
- Yassa, M. A., Lacy, J. W., Stark, S. M., Albert, M. S., Gallagher, M., & Stark, C. E. L. (2010). Pattern separation deficits associated with increased hippocampal CA3 and dentate gyrus activity in nondemented older adults. *Hippocampus*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/hipo.20808>

Yassa, M. A., & Stark, C. E. L. (2011). Pattern separation in the hippocampus. *Trends in Neurosciences*, 34(10), 515–525. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2011.06.006>