

# BACHELOROPPGAVE

## Primacy effekt hos barn med svak motorikk (DCD)

av

Lene Paulsen og Birgitte Bergene Hansen

Idrett, fysisk aktivitet og helse, B2

Emnekode: ID3 - 204

Mai, 2008



## Forord

---

Denne oppgaven er utarbeidet av to studenter på Idrett, fysisk aktivitet og helse mellomfag ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, våren 2008. Dette er en Bacheloroppgave som gir 15 studiepoeng.

Det har vært en særdeles utfordrende og lærerik prosess, både når det gjelder testing av motorikk og hukommelse, databehandling, studie av litteratur og oppgaveskriving.

Vi sitter igjen med mye kunnskap og positive erfaringer.

Vi vil rette en stor takk til de som har hjulpet oss:

- Rektor, samt lærere og foreldre ved skolen forsøkene ble gjort for tillatelse til å gjennomføre testingen.
- Alle forsøkspersonene.
- Jan Morten Loftesnes og Göran Söderlund som har vært dyktige og engasjerte veiledere.
- Asgeir Mamen som har hjulpet oss med analyse av data.

## Sammendrag

---

Målet med dette studiet var å undersøke om tidligere predikasjoner i forhold til primacy-effekt hos barn med DCD kunne verifiseres og om denne kunne påvirkes ved ekstern auditiv noise.

Söderlund, Loftesnes og Sikström (revisjon) har tidligere hevdet at utskillelse av dopamin spiller en viktig rolle ved de første sekvensposisjonene i en minnetest som baserer seg på listeopplesning. Barn med ADHD/DCD antas å ha et dysfunksjonelt dopaminsystem og ventes å ha en redusert primacy effekt. Det forventes at den skal kunne gjeninnsettes ved hjelp av ekstern auditiv noise.

I dette studiet ble det testet 51 normale barn i 7. klasse på en skole i Sogndal. Denne gruppen lå innenfor aldersintervallet 11-12 år i henhold til motorikktesten Movement ABC som ble benyttet. Testen gjorde det mulig å dele forsøkspersonene inn i ferdighetsnivå og trekke ut gruppen karakterisert som DCD. Videre ble samtlige forsøkspersoner testet i en hukommelsestest som skulle kartlegge primacy effekten. Testen inneholdt både verbale kommandoer og kommandoer der forsøkspersonen skulle gjennomføre en bevegelse i henhold til det som ble opplest. Studien baserer seg på den motoriske testen og resultatene fra denne blir knyttet opp mot resultatene i hukommelsestesten. I tillegg til dette skulle vi se om tidligere predikasjoner, at primacy effekt kunne gjeninnsettes ved hjelp av auditiv noise, kunne verifiseres.

Det ble funnet signifikante forskjeller i forhold til ferdighetsgrupper og primacy effekt. De motorisk svake viste seg å ha større primacy effekt i VT enn kontrollgruppen og de motorisk sterke. De motorisk sterke viste seg å få svakere primacy effekt under tilstedeværelse av noise, mens de motorisk svake viste seg å ikke ha noen større påvirkning i verken positiv eller negativ retning under samme forhold.

Ut fra resultatene kunne vi verifisere noen hypoteser predikert av Söderlund, Loftesnes, & Sikström (revisjon) da de motorisk sterke fikk dårligere primacy-effekt med tilstedeværelse av noise. Andre kunne ikke bekreftes, da særlig i forhold til redusert primacy-effekt under VT for de motorisk svake. Til tross for en forventet reduksjon i primacy hos barn med DCD versus kontrollbarn kunne vi ikke finne det gjeldende i våre resultater.

# Innhold

---

## Forord

## Sammendrag

<b>1 Innledning</b> .....	4
<b>2 Teori</b> .....	5
2.1 Primacy effekt.....	5
2.2 Det nevralt korrelerer med primacy effekt.....	5
2.3 Dopamin og primacy effekt.....	6
2.4 Redusert primacy- og dopaminrelaterte pasientgrupper .....	7
2.5 ADHD og dopamin.....	8
2.6 Noise og dopamin.....	8
2.7 Primacy og Subject-Performed Tasks.....	10
2.8 Forbindelsen mellom primacy, ADHD/DCD, noise og SPT/VT .....	11
<b>3 Metode</b> .....	12
3.1 Forsøkspersoner.....	12
3.2 Design.....	12
3.3 Testene.....	12
3.4 Materiale.....	13
3.5 Testprosedyre.....	14
3.6 Reliabilitet og validitet.....	14
<b>4 Resultat</b> .....	16
4.1 SPT versus VT innkoding .....	16
4.2 SPT-VT innkoding med og uten noise.....	18
<b>5 Diskusjon</b> .....	22
5.1 Primacy effekt i SPT versus VT.....	22
5.2 SPT-VT innkoding med og uten noise.....	23
5.3 Vurdering av feilkilder.....	24
5.4 Konklusjon.....	25

## Referanser

## Vedlegg

# 1 Innledning

---

Formålet med denne oppgaven er å undersøke i hvor stor grad barn med svak motorikk (Developmental Coordination Disorder) har primacy effekt i oppgaver med fri gjengivelse. I tillegg vil vi se på om ekstern auditiv noise har effekt på primacy for barn med DCD. Oppgaven er bygget på tidligere studier og hypoteser av Söderlund et al. (revisjon) som foreslår at det finnes en link mellom primacy effekt, noise og det funksjonsforstyrrede dopaminsystemet i den uoppmerksomme subtypen av ADHD (ADHD-I) og DCD.

Primacy effekt er et sensitivt mål på naural aktivitet under innkoding. Jo større naural aktivitet (dopaminfrigjøring) desto bedre blir primacy effekten. ADHD barn er kjent for å ha en funksjonsforstyrrelse i sitt dopaminsystem (Solanto, 2002). Omtrent halvparten av ADHD tilfeller har også motoriske problem alvorlige nok til å bli karakterisert som DCD (Martin, Piek & Hay, 2006). Det blir argumentert for at primacy effekten normalt sett er relatert til tømning av dopamin under innkoding (Söderlund, Siktröm, & Loftesnes, 2007). På grunn av funksjonsforstyrrelsen i dopaminsystemet hos ADHD-I og DCD barn er dopamin imidlertid allerede oppbrukt slik at ingen primacy effekt skulle kunne oppnås. Det blir foreslått at dopamin og primacy effekt kan gjenopptas ved auditiv noise (Söderlund, Loftesnes, & Sikström, 2007).

Om disse predikasjonene stemmer kan det åpne for nye dimensjoner innenfor forskning. Det vil igjen kunne tilføre kunnskap og gi mulighet for større grad av tilpasning i hverdagen for barn med DCD, ADHD-I eller andre lidelser relatert til et funksjonsforstyrret dopaminsystem.

Vi har benyttet oss av en hukommelsestest og en motorikktest, henholdsvis SPT-VT og Movement ABC. Det er tidligere predikert en sammenheng mellom DCD og primacy effekt og vi mener det derfor er naturlig å benytte disse testene for å finne svar på problemstillingen; I hvilken grad har motorisk svake barn (DCD) primacy effekt?

- Har noise innvirkning på primacy effekten?

## 2 Teori

---

### 2.1 Primacy effekt

Primacy effekt defineres som fenomenet som finner sted når man skal gjengi gjenstander fritt fra en liste, for eksempel i en hukommelsestest (SPT-VT), hvor de første, gjerne de to første, gjenstandene på en liste blir bedre husket enn gjenstander på midten av en liste. Det finnes ulike syn på hvorfor dette fenomenet oppstår. Et av de nyere forslagene er at primacy effekt, spesielt ved den første gjenstanden, kommer av fasisk og stimulusavhengig dopaminfrigjøring (Söderlund, Loftesnes & Sikström, revisjon). Denne forklaringen skiller seg fra den dominerende forklaringen på primacy effekt i fri gjengivelse; en strategi som består av repetisjon i korttidshukommelse (Atkinson & Shiffrin, 1968; Phillips, Shiffrin & Atkinson, 1967). Dette betyr ganske enkelt at gjenstander i begynnelsen av en ordliste blir mer innøvd på grunn av lite forstyrrelser fra gjenstander som kommer senere på listen og at man har mer tid på å innkode dem gjennom hele presentasjonen (Tan & Ward, 2000). En annen forklaring foreslår at gjenstander i begynnelsen av en liste er utsatt for bearbeidingsprosesser (for eksempel generering av setninger) ( Craik & Lockhart, 1972). Imidlertid finnes det studier hvor man har forsøkt å eliminere øvings- og innkodingsstrategier, og disse viser at primacy effekten består til tross for dette (Söderlund, Loftesnes & Sikström, revisjon). Primacy effekt har også blitt funnet hos primater og duer hvor det er usannsynlig at bearbeidingsstrategier oppstår (Wright, Santiago, Sands, Kendrick & Cook, 1985).

### 2.2 Det nevrale korrelerer med primacy effekt

Söderlund et al.(2008) foreslår at primacy effekten består av to ulike komponenter, den tidlige komponenten som utgjør den første eller de to første sekvensposisjoner som er koblet til nevralt aktivitet, og den sene komponenten som er koblet til oppmerksomhet og øving. Beviser som støtter opp om den tidlige komponenten hvor primacy effect er relatert til nevralt aktivitet kommer fra studier med korttids nevralt plastisitet, som synaptisk senking (Sikström, revisjon) og registreringer av hjerneaktivitet under innkodning. Primacy effekt kan bli sett på som et resultat av korttidssenking, og bør forstås i forhold til nevralt aktivitet som en respons på ny stimuli (Sikström, 2006). I EEG registreringer har gamma svingninger (29-100 Hz) blitt koblet til kommunikasjon mellom ulike deler av hjernen og generell-til-spesiell bearbeiding av oppmerksomhet. Sederberg et al. (2006) fant ut at disse svingningene predikerer vellykket minneinnkodning og at gamma-aktiviteten var signifikant høyere under de tidlige

presentasjoner av gjenstander (primacy). De fant også ut at delta-, beta- og gammastyrken var høy for tidlige sekvensposisjoner og sank ettersom flere gjenstander ble presentert. Senere på listen, når gammastyrken sank, korrelerte i stedet økt alfasvingninger med delt innkoding som følge av økt minnemengde og manglende evne til å vedlikeholde fokusert oppmerksomhet gjennom oppgaven (Sederberg et al. 2006).

### *2.3 Dopamin og primacy-effekt*

Primacy effekt er et sensitivt mål på naural aktivitet under innkoding. Jo større naural aktivitet (dopaminfrigjøring) desto bedre blir primacy effekten. Konvergerende beviser har vist at høye dopaminnivå er assosiert med høy prestasjon i ulike minneoppgaver, og konsekvent lavt dopaminnivå med dårlig prestasjon i liknende oppgaver (Backman, Nyberg, Lindenberger, Li & Farde, 2006). Dette har blitt funnet gyldig i dyreforsøk, farmakologiske intervensjoner og molekylær genetik (Backman et al., 2006). Dette gjelder ved aldring og kan måles av dopaminreseptorenes fyllingsgrad (Erixon-Lindroth et al., 2005) eller ved ADHD (Arnsten & Li, 2005). Overdrevet høyt dopaminnivå er imidlertid ugunstig i forhold til kognitiv prestasjon (Goldman-Rakic, Muly, & Williams, 2000). Relasjonen mellom kognitiv prestasjon og dopaminnivå utgjør en omvendt U-kurve.

Söderlund et al. (revisjon) foreslår at tømning av stimulusavhengig eller fasisk dopamin kan spille en viktig rolle i primacy effekten. Dopaminutbytte blir bestemt av to faktorer mens dopamin blir delt i en fasisk og en tonisk komponent. Fasisk dopamin refererer til impulsspissavhengig frigjøring av dopamin fra axon terminalene inn i den synaptiske kløften som følge av aksjonpotensial forårsaket av et relevant eksternt stimuli (Grace, 1995), eller et belønningssignal som formidler ny læring (Schultz, 1998). Tonisk dopamin refererer til tilstedeværelsen av lave konsentrasjoner av dopamin i den ekstracellulære væsken utenfor den synaptiske kløften. Toniske nivå er kontinuerlig, og regulerer fasisk aktivitet. Autoreseptorer i den presynaptiske cellen blir aktivert når det toniske nivået er for høyt og hindrer impulsspissavhengig fasisk dopaminfrigjøring, hvorpå lave toniske nivå øker fasisk frigjøring (Grace, 1991, 1995).

Fokusert oppmerksomhet blir formidlet av dopamin som øker signal-til-noise ratio ved å senke spontan nevril aktivitet og forsterke afferent (mål) signalisering (Nieoullon, 2002). Det blir foreslått at overflødig tonisk dopaminoverføring resulterer i overdreven stabilitet i nevril

aktivitet samtidig som det hemmer fasisk dopaminfrigjøring, og er assosiert med kognitiv rigiditet. Lave toniske nivå forårsaker i stedet ustabile neuroner og økte fasiske responser (Bilder, Volavka, Lachman, & Grace, 2004; Grace 1995). Overdreven høy fasisk overføring kan forårsake ustabil nevronaktivitet (Seamans & Yang, 2004), og er assosiert til kognitive symptomer som manglende evne til å opprettholde oppmerksomhet, lettere distraheret, og stor fleksibilitet. Parkinson, Alzheimer og ADHD-I pasienter har høye toniske dopaminnivå og lav fasisk dopaminfrigjøring som fører både til kognitiv rigiditet og svekket motorisk kontroll (de la Fuente-Fernandez, Kishore, Calne, Ruth, & Stoessl, 200; Martin et al., 2006; Volkow et al., 1998).

Et lavt dopaminnivå korresponderer til lavt utbytte, som gir etter for en mer linjær input-output relasjon i nerveceller sammenliknet med høyt dopaminnivå og stort utbytte. I hjernen spiller stokastisk resonans en viktig rolle i dopaminsignalisering (Li, von Oertzen, & Lindenberger, 2006). Dopamin formidler nerveresponser og -funksjon ved å øke signal-til-noise ratio gjennom økt differanse mellom efferent firing og afferent stimulering. Dopamin har så en nedregulerende virkning på spontan aktivitet, som forklarer dens tilsynelatende inhibitoriske handlinger, og som samtidig forårsaker en overdreven eksitabilitet som respons på afferent styrt stimulering (J.D. Cohen, Braver, & Brown). Det har blitt foreslått at høy aktivitet av katekolamine nevromodulatorer i prefrontale nevroner er assosiert med høy signal-til-noise ratio i informasjonsprosessering (Kiefer, Ahlegan, & Spitzer, 2005).

#### *2.4 Redusert primacy- og dopaminrelaterte pasientgrupper*

I kliniske grupper som er kjennetegnet av mangelfull dopamintransmisjon, kan redusert eller opphørende primacy effekt bli funnet. Pasienter med Parkinson viser seg å ha en selektiv primacymangel, spesielt ved den første gjenstanden (Della Sala, Pasetti, & Sempio, 1987). Primacy effekten kom imidlertid tilbake for Parkinson pasienter med levropa medisin (Marini, Ramat, Ginestroni, & Paganini, 2003). Primacymangel har også blitt funnet blant Alzheimerpasienter (Bukart, Heun, & Benkert, 1998) og blant pasienter med vaskulær demens (Paul, Cohen, Moser, Zawacki, & Gordon, 2002). En annen klinisk gruppe, Huntington, med høy fasisk dopamin utbytte viser høy (normal) primacy effekt til tross for svekket arbeidsminne på andre områder (Davis, Filoteo, Kesner, & Roberts). For schizofreni (høyt fasisk dopaminnivå) er primacy effekten redusert, men dette kan komme som følge av antipsykotiske medisiner (dopamin blokk) (Manschreck, Mather, Rosenthal, & Berner, 1991;



Stephane & Pellizer, 2007). Videre har det blitt forsøkt gitt benzodiazepine til friske, med negativ effekt på kortvarig minne i alle sekvensposisjoner bortsett fra de siste ordene (Nogueira, Pompeia, Galduroz, & Bueno).

## *2.5 ADHD og dopamin*

Dopamin blir antatt å ha en stor rolle med tanke på atferdsendringene i ADHD. De primære symptomene inkluderer motorisk overaktivitet og kognitiv dysfunksjoner (Solanto, 2002). Både motorisk hyperaktivitet og kognitive dysfunksjoner som kan ses hos ADHD har blitt foreslått å komme som følge av utilstrekkelig dopaminaktivitet. (Castellanos & Tannock, 2002; Solanto, 2002), primært i den prefrontale cortex (Volkow, Wang, Fowler, & Ding, 2005). Forskning har vist at DCD og ADHD har visse likhetstrekk, hvor begge blir identifisert i DSM IV (APA, 1994) og har liknende befolknings prevalens på omtrent 7 % (Kedesjo & Gillberg, 1999). Studier som undersøker ADHD har også funnet en stor overlapping mellom ADHD og DCD, hvor omtrent 50 % av alle ADHD tilfeller har motoriske problem alvorlig nok til å bli diagnostisert som DCD (Barkley, 1998; Piek, Pitcher, & Hay, 1999; Pitcher et al., 2003). Barn som først får diagnosen DCD har også blitt funnet å ha moderat til alvorlig ADHD diagnose (Kadesjo & Gillberg, 1998, 1999). Tidligere komorbiditetsstudier har funnet en relasjon mellom klossethet, oppmerksomhetsvansker, hyperaktivitet og lærevansker (Visser, 2003). Spesielt en subtype av ADHD (ADHD-I), de uoppmerksomme, har vist en stor komorbiditet med svekket motorisk kontroll (DCD) (Martin et al., 2006). Ut fra dette har det blitt foreslått at ADHD- og DCD barn vil ha redusert primacy effekt i forhold til normale barn (Söderlund, Loftesnes, & Sikström, 2008).

## *2.6 Noise og dopamin*

Nevroberegning modellering av MBA (moderate brain arousal) modellen viser at under visse forhold kan dårlige kognitive prestasjoner, knyttet til personer med lave dopaminnivå, forbedres ved bruk av noise (Sikström & Söderlund, in press). MBA modellen foreslår at moderat noise er nødvendig for at signaloverføringen i hjernen skal fungere godt. Samtidig predikerer modellen at det lave dopaminnivået (DA) som er funnet hos ulike grupper (eks: ADHD, DCD, elever med lave skoleprestasjoner og eldre) produserer et mangelfullt nivå av noise som igjen fører til en dårligere signaloverføring. Det blir videre foreslått at et lavt indre noisenivå (lav DA) kan bli kompensert med ekstern auditiv noise for å optimalisere signaloverføringen i hjernen.

Nervesystemet blir påvirket av stokastisk resonans (SR) når signalene og noise passerer en terskel gjennom utviklingen av aksjonspotensialer. Nevroberegning av MBA modellen antyder at SR-kurven (en omvendt U-kurve) er forskyvet mot høyre hos grupper med lavere utbytte, eller mindre dopamin (ADHD og DCD). Personer med lite dopamin opererer på den siden av kurven der noise er en fordel for prestasjon, mens personer med mye dopamin, under de samme forholdene er på den siden av kurven der det er en nedgang i prestasjon (Sikström & Söderlund, under revisjon).

Fenomenet SR forklarer hvordan signal-til-noise kan forbedres av noise i nevralt systemer hvor det er behov for passering av en terskel (Söderlund, revisjon). SR forekommer i et hvert system der detektering krever passering av en terskel, slik at noise tilføyd et signal tillater kombinasjonen av noise/signal å passere terskelen. Som et resultat av dette detekteres signalet (Moss, Ward, Sannita, 2004). Dette psykososiale fenomenet er tilstedeværende i biologisk sensoriske system hos dyr og mennesker (Russell, Wilkens & Moss, 1999). Dette har også blitt funnet i flere modaliteter; taktil- (Wells, Ward, Chua & Timothy Inglis, 2005), hørsel- (Zeng, Fu & Morse, 2000) og syns-systemer (Simonotto et al., 1999). Effekten er ikke begrenset til sensoriske prosesser. Stokastisk resonans (SR) har blitt funnet i kognitive oppgaver der auditiv noise forbedret hastigheten av aritmetiske utregninger i en normal befolkning (Usher & Feingold, 2000). Moderat noise er nyttig for prestasjon, mens for mye eller for lite noise reduserer prestasjon (Sikström & Söderlund, in press).

Det finnes bare noen få studier som refererer til stokastisk resonans (SR) som en forklaring på positive effekter ved irrelevant akustisk noise. Forbedringer ved bruk av noise er funnet hos den vanlige befolkningen (Usher & Feingold, 2000), hos barn med dårlige skoleprestasjoner (Söderlund, Sikström & Loftesnes, submitted) og hos barn med ADHD (Söderlund, Sikström & Smart, in press). Her er det foreslått at noise vil påvirke primacy ulikt; dvs. personer med lite dopamin vil få forbedret primacy effekt når de utsettes for noise, mens personer med mye dopamin vil få dårligere primacy effekt når de utsettes for noise.

## 2.7 Primacy og Subject-Performed Tasks

SPT-VT testen ble utviklet tidlig på 1980 tallet og det oppstod et paradigme i forskningen rundt hukommelse. Sammenliknet med tidligere verbale hukommelsestester fikk denne tenkemåten frem nye resultater med tanke på nivået av prestasjonene, samt data som foreslo at andre lover, prinsipper og regler skulle nyttes i forbindelse med testing. Uavhengig av hverandre, var det Cohen (1981), Engelkamp og Krumnacker (1980) og Saltz og Donnenwerth-Nolan (1981) som stod for dette paradigmet som også er kjent som subject performed task (SPT) paradigmet eller enactment paradigmet (Nilsson, 2000).

Selv om primacy effekt er funnet å være reliabel ved fri gjengivelse av data, er det i visse tilfeller ikke funnet noen primacy effekt. Spesielt Self Performed Tasks (SPT) har vist seg å ha en svakere primacy effekt enn VT innkoding. I SPT-paradigmet blir forsøkspersonene presentert for verbale kommandoer, enkle setninger inneholdende substantiv og verb. Mens disse kommandoene presenteres, blir deltakerne instruert i å huske så mange av de verbale kommandoene som mulig. Hukommelsesprestasjoner etter fysisk utførte kommandoer er lettere å huske enn kommandoer kun gjenfortalt verbalt (se R.L Cohen, 1989,; Nilsson, 2000 for oversikt). Den økte hukommelsesprestasjonen og reduserte primacy effekten er forklart med at aktiviteten en får gjøre selv opprettholder eller demper utskillelse av dopamin over tid. Dette resulterer i bedre hukommelsesprestasjoner ved SPT testing og reduserer primacy-effektens fremspring.

I oppgaver der SPT blir brukt ved innkoding, har man funnet en redusert primacy effekt sammenliknet med oppgaver der det kun brukes verbale innkodinger (R.L Cohen, 1989). Mesteparten av SPT-forskningen har inntil nå behandlet spørsmålet om hva som utgjør SPT-effekten (Zimmer et al., 2001). I nylige oppgaver har hovedfokuset vært på hvordan forskjellige innkodingsmetoder påvirker hukommelsegjengivelse i ulike sekvensposisjoner. Dette gjelder spesielt hukommelsen ved de første oppleste kommandoene, den tidlige primacy effekten.

Söderlund, Loftesnes & Sikström foreslår i artikkelen "Good news for noise" at SPT oppgaver gir en kontinuerlig økning i fasiske responser. Dette fører igjen til gode prestasjoner og ingen primacy effekt ved SPT innkoding. På den andre siden er det foreslått at verbale oppgaver ikke sørger for tilstrekkelig stimuli slik at fasiske responser kan opprettholdes. Dette

fører til tømning av fasisk dopamin ved innlæringen av de to første ordene. Dette viser seg i form av primacy effekt ved VT oppgavene samtidig som en samlet dårligere prestasjon sammenliknet med SPT oppgavene. Det blir antatt at noise reduserer dopamintømning ved VT oppgaver, spesielt da hos personer med lite dopamin i utgangspunktet. Derfor kan noise selektivt forbedre primacy effekten hos personer med ADHD og DCD.

## *2.8 Forbindelsen mellom primacy, ADHD/DCD, noise og SPT/VT*

Som gjennomgått tidligere, hevder Söderlund, Loftesnes & Sikström at primacy effekten er forbundet med utskillelse av dopamin under innkodingen av den første eller andre gjenstanden på listen. De påstår at spesielt ved første gjenstand er primacy effekten avhengig av fasisk dopaminfrigjøring under innkoding. I en gruppe der dopaminnivået forholder seg normalt, blir dopamin utskilt under de fasiske responsene etter den første eller andre stimuli. Denne tømningen blir assosiert med en nedgang i prestasjon.

## 3 Metode

---

Med tanke på problemstillingen er det naturlig å velge en test som skal skille gruppene motorisk svake fra middels/kontroll, og motorisk sterke barn. SPT-VT testen er en hukommelsestest basert på og listeopplesning gjør det mulig for oss å se primacy effekt eksplisitt ettersom denne fanger opp sekvensposisjonen på gjenfortalte oppgaver. Formålet er å se på om de motorisk svake (DCD) har redusert primacy effekt i forhold til de andre gruppene av motorisk ferdighetsnivå og undersøke effekten av ekstern auditiv noise.

### 3.1 Forsøkspersoner

For å få undersøkt det vi ønsket, var vi avhengige av å finne et utvalg forsøkspersoner i alderen 11-12 år i henhold til Movement ABCs aldersintervaller. Vi bestemte oss derfor for to klasser ved en skole i Sogndal. Vi tok kontakt med ledelsen ved skolen, foresatte, og klassekontakter som sa seg villige til å være med på prosjektet. Barn som ikke ønsket å delta, eller som hadde dårlige forutsetninger for å være med, ble utelatt. Det resterende utvalget var en normalgruppe på 51 skolebarn av begge kjønn som gikk gjennom samtlige tester.

### 3.2 Design

Designet til studiet var 3 x 2 x 2 hvor den første variabelen er score på Movement ABC testen. De to andre er de innkodingsforhold forsøkspersonene var under (ingen noise versus noise og subject performed task versus verbal task) i minnetesten. Variabelen er her antall meninger som blir gjengitt.

### 3.3 Testene

Movement Assessment Battery for Children (mABC) skal identifisere og bedømme barns motoriske utviklingsnivå. Testen ble utviklet av Sheila Henderson og David Sudgen i 1992. Den er oppdelt i ulike aldersintervaller: 4–6 år, 7–8 år, 9–10 år og 11–12 år og er standardisert for disse aldersgruppene i Europa og USA. Standardisering av testen i Norge er ikke foretatt, men en regner med at norske barn ikke avviker mye fra barn i for eksempel Sverige, hvor testen er standardisert. Manualen inneholder en kvalitativ og en kvantitativ evaluering av motorikk, hvor vi har benyttet den kvantitative (Henderson, & Sudgen, 1992).

Motorisk ferdighetsnivå i Movement ABC:

- ”sterk motorikk” = 0 - 3,5 poeng
- ”middels/kontroll gruppe” = 4-13 poeng
- ”svak motorikk” = 13,5 eller mer

SPT-VT er en enkel test å utføre fordi det er enkelt å skille godkjent/ikke godkjent. Testen består av 8 lister med 12 setninger inneholdende substantiv og verb, hvor forsøkspersonen skal gjennom alle de 8 listene. Deretter skal setningene gjentas i rekkefølgen forsøkspersonen husker (Söderlund, Loftesnes, & Sikström, revisjon). Desibelnivået av noise og setningsopplesningen (henholdsvis 78 og 86 dB) ble satt i henhold til tidligere studier hvor det ble vist effekt av stokastisk resonans på kognitiv prestasjon for den normale populasjonen (Usher & Feingold, 2000). Rekkefølgen av listene på hver forsøksperson ble randomisert.

Opplysningene som ble innhentet delte vi inn i ulike kategorier for videre bearbeiding. Vi valgte å dele inn forsøkspersonene i svak motorikk (19 barn), middels (17 barn) og sterk (15 barn) ettersom vi skulle se på de som var i kategorien svak motorikk. Dette definerte vi ut ifra score på Movement ABC testen. Videre spesifiserte vi primacy effekt som evnen til å huske de to første setningene/påstandene i hver enkelt liste.

### **3.4 Materiale**

Movement ABC ble utført på en motorikkklab ved Høgskulen i Sogndal. Dette rommet var nesten utelukkende fri for forstyrrelser i form av gjenstander/møblement. To av deltakerne i teamet på seks personer fikk ansvaret med å utføre testingen. Her plukket de ut to og to elever om gangen som ble testet parallelt i de åtte ulike deløvelsene. På forhånd fikk testlederne gjennomgang med en prosjektleder og veileder som har vært med på testen flere ganger før, slik at de skulle bli samkjørte og nøyaktige i vurderingene.

SPT-VT ble utført på et arbeidsrom på Kvåle Skule, hvor én elev ble testet om gangen. De to testlederne hadde i oppgave å notere besvarelsene, presentere gjenstandene og spille av båndet med påstandene. Til testen trenger man en cd-spiller og en ferdig innspilt cd-plate med ulike setninger i tilfeldig rekkefølge. Innspillingen ble gjort i lydstudio. Til SPT delen av testen ble også 96 objekter fordelt på 8 vanlige poser av plast hvor objektene samsvarte med setningene på cd-platen. Cd som ble benyttet hadde også spor med og uten noise.

### **3.5 Testprosedyre**

#### Testprosedyre Movement ABC

Movement Assessment Battery for Children inneholder 8 deltester innenfor 3 hovedområder: Manuelle (hånd-) ferdigheter, ballferdigheter og balanse. En kan score fra 0 til 5 poeng på hver deltest, der 0 er best. Maksimal score på testen er 40, og en score på 13,5 eller høyere vil bli regnet som "clumsy" eller "svak motorisk".

#### Testprosedyre SPT-VT

Denne testen er delt i to, hvor den ene delen består av subject performed tasks (SPT) og den andre delen av verbal tasks (VT). I SPT-delen skal forsøkspersonen gjøre små praktiske oppgaver som for eksempel "blåse i en fløyte" eller "spisse en blyant". Disse gjenstandene ble presentert for forsøksperson idet setningen ble opplest, og tatt bort når kommandoen var utført. Da forsøkspersonen hadde utført alle oppgavene skulle setningene, som ble opplest parallelt, gjenfortelles til testleder uten tidsbegrensning. Ved verbal tasks (VT) skal forsøkspersonen kun lytte til kommandoene fra cd-platen og deretter gjenfortelle det han/hun har hørt uten tidsbegrensning. I tillegg til dette var det ved halvparten av subject performed tasks og halvparten av verbale tasks en distraktor-lyd på den innspilte cd-platen. Dette for å undersøke effekten av noise. Deltakerne ble avskjermet fra delen av bordet hvor objektene ble plassert. Testen tok totalt 25-40 minutter, inkludert instruksjoner og to øvelsessetninger. Opplesning av hver enkelt liste tok omtrent 1 min og 40 sekunder.

### **3.6 Reliabilitet og validitet**

Movement ABC er en test som er utviklet for å fange opp barn med DCD eller motoriske problem. Testen er standardisert og validitetstestet og er derfor valid i forhold til vår problemstilling. Dette er en test som kan replikeres, og er derfor pålitelig. Movement ABC ble utført på hele gruppen av samme testledere. Disse hadde på forhånd blitt enige om vurderingsgrunnlag sammen med veileder slik at testprosedyren skulle bli mest mulig identisk for den enkelte forsøksperson.

SPT-VT er en hukommelsestest basert på fri gjengivelse av listeopplesninger. Denne testen gjør det mulig for oss å undersøke hvorvidt forsøkspersonene husker de første objektene på en liste, altså primacy effekt. Testen er et indirekte mål på dopaminsignalisering og kan derfor ikke gi en verdi på dopaminkonsentrasjon eller frigjøring. I forhold til problemstillingen vår

er dette allikevel en svært relevant tilnærming. Primacy effekt er et godt mål på nevralt aktivitet (Sederberg et al., 2006). Testen er standardisert og kan replikeres. Listene i testen ble også randomisert slik at frekvensen av den enkelte liste ble jevnt fordelt i testforløpet. Dette for å unngå at vanskelighetsgraden til den enkelte liste, og hvor i testprosedyren listene ble presentert skulle spille inn.

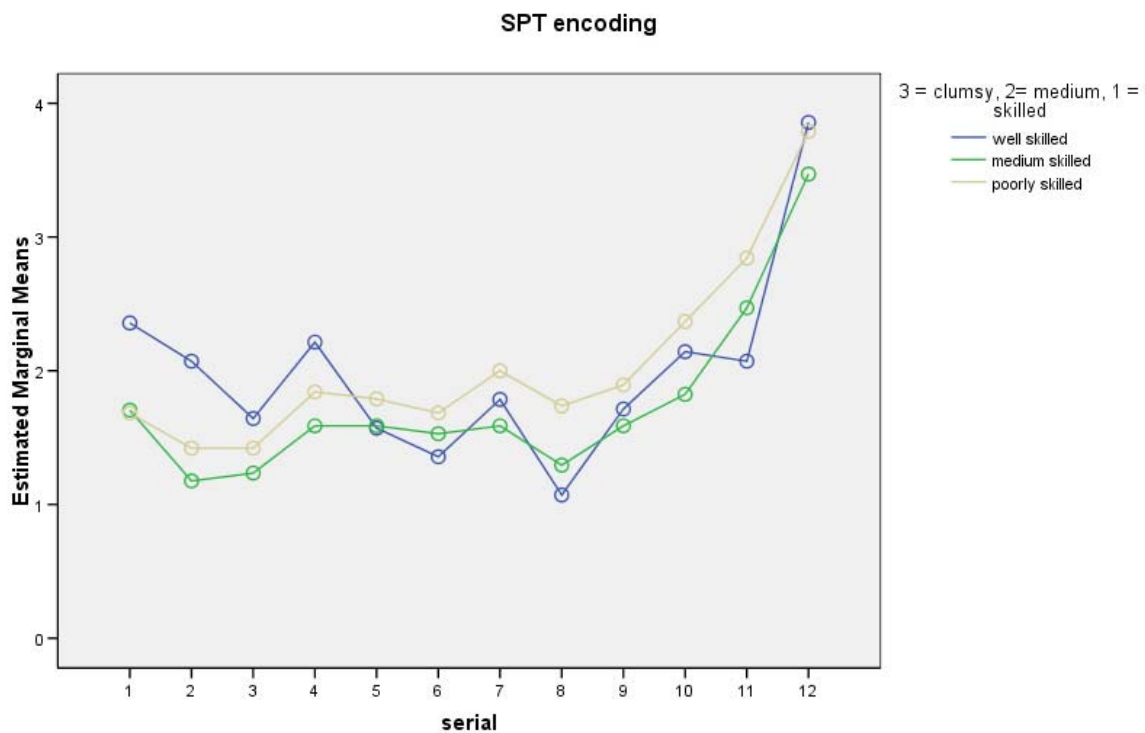


## 4 Resultat

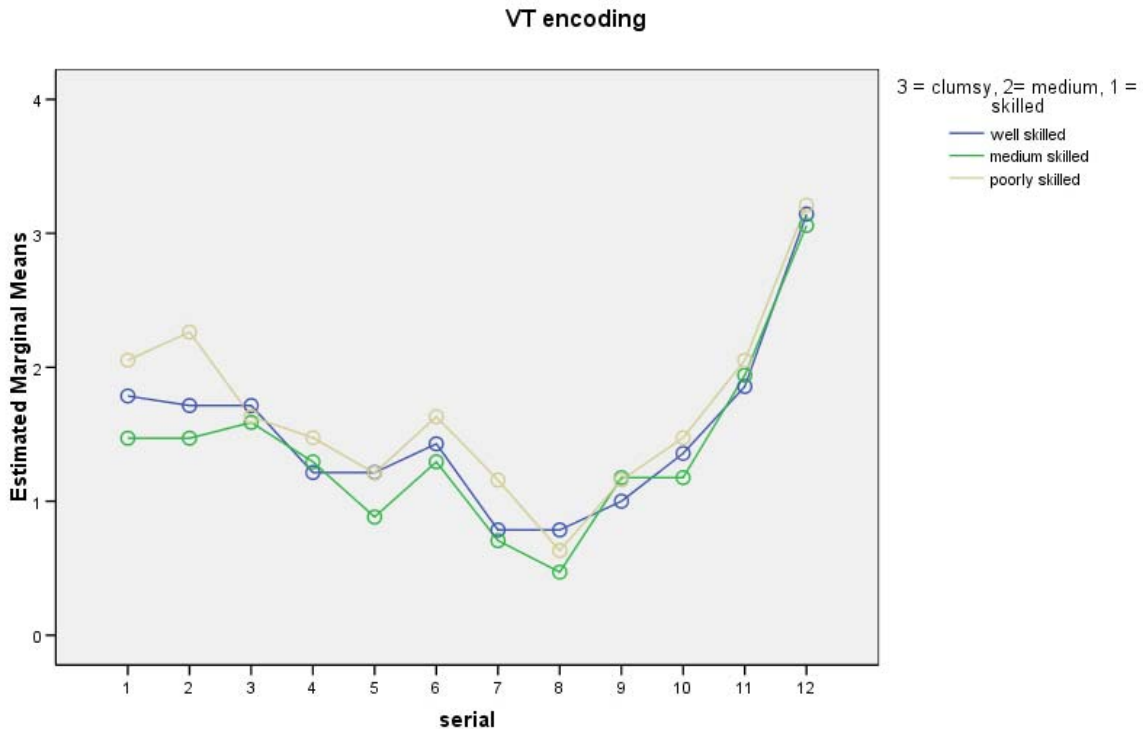
Resultatene som her blir presentert er utformet på grunnlag av Movement ABC og SPT-VT, hvor sammenlikninger blir gjort på grunnlag av disse. For å utføre beregninger statistisk brukes SPSS, programvare for statistikk og dataanalyse. Vi vil her se eksplisitt på de to første gjengivelsene, da vi har definert dette som primacy effekt tidligere i oppgaven. Benevnelsen serial (figurens x-akse) er et uttrykk for setningsrekkefølgen under listeopplesningen i hukommelsestesten. Estimated marginal means er antall gjengitte setninger.

### 4.1 SPT versus VT innkoding

Ved å knytte Movement ABC mot resultater på SPT-VT får vi et uttrykk som kan si noe om i hvor stor grad de ulike ferdighetsgruppene har primacy effekt i henholdsvis SPT og VT innkoding.



Figur 1: Linjediagrammet viser forsøkspersonenes score på gjengivelser under SPT innkoding (Serial = Sekvensposisjon).



Figur 2: Linjediagrammet viser forsøkspersonenes score på gjengivelser under VT innkodning.

Det finnes signifikante forskjeller i motorisk ferdighet og primacy effekt under innkodingsforholdene ( $F(2,48) = 3.49, p = 0.038$ ). De motorisk sterke har under SPT innkodingsforhold større primacy effekt enn i VT. Dette ser vi ut fra både figurene 1 og 2 samt tabell 1. Fra de samme tabeller og figurer kan vi også se at de motorisk svake har bedre primacy effekt under VT forhold versus SPT. Kontrollgruppen viser ingen store forskjeller i forhold til innkodning. Score er et uttrykk for gjennomsnittet av setninger som ble gjengitt under testen.

Tabell 1: Inndeling i alle tre ferdighetsgrupper. Viser score på de to første gjengivelser under ulike innkodingsforhold, henholdsvis SPT og VT.

	Innkodingsforhold	Score	Standardavvik
<b>Motorisk sterke</b>	SPT	4,400	,414
	VT	3,600	,551
<b>Kontrollgruppe</b>	SPT	2,882	,388
	VT	2,941	,518
<b>Motorisk svake</b>	SPT	3,105	,367
	VT	4,316	,490

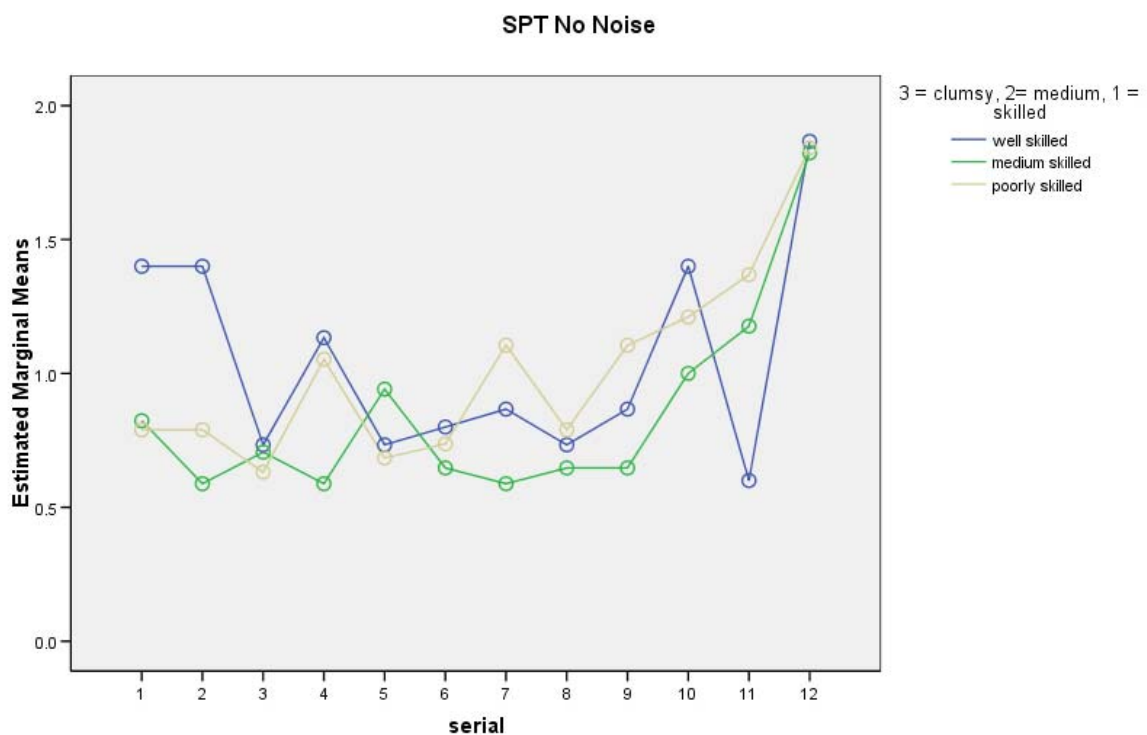
Som tabell 2 viser, ble gruppene delt i to hvor det ble funnet større forskjell mellom ferdighetsnivå og primacy effekt ( $F(1.32) = 5.97, p = 0.020$ ). De motorisk sterke scorer høyere på SPT innkodning enn VT innkodning mens det motsatte gjelder for de motorisk svake. Forskjellene er størst mellom SPT og VT hos motorisk svake.

Tabell 2: Inndeling i to ferdighetsgrupper (motorisk sterk, motorisk svak). Viser score på de to første gjengivelser under ulike innkodningsforhold, henholdsvis SPT og VT.

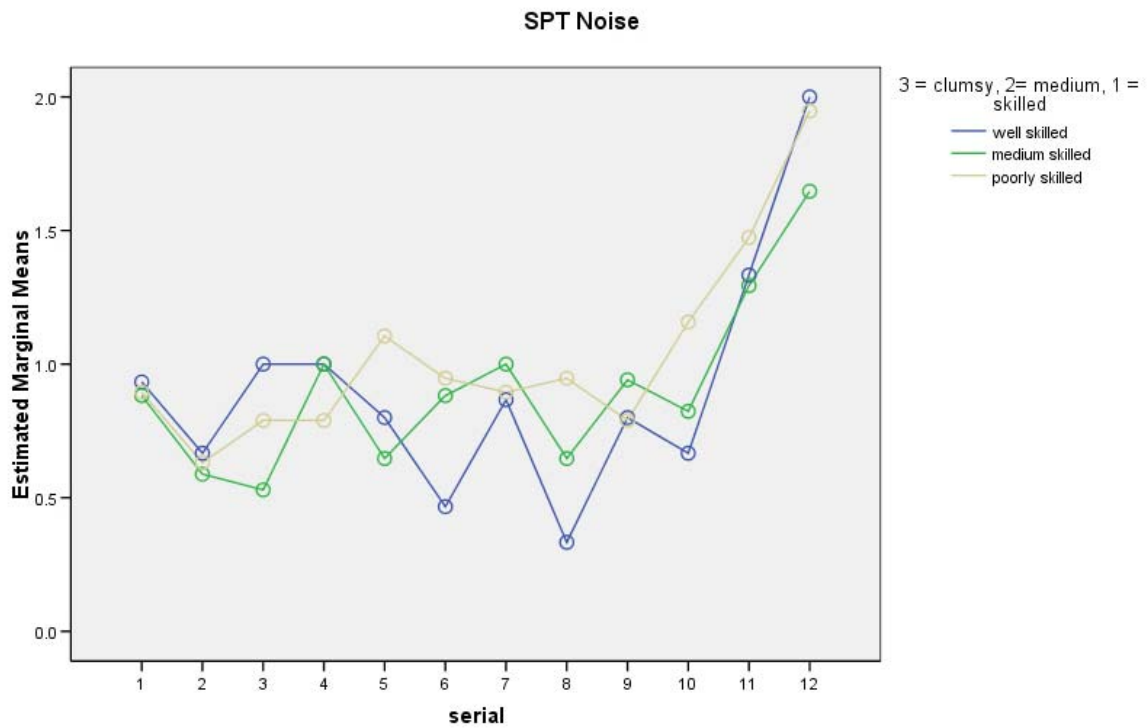
	Innkodningsforhold	Score	Standardavvik
<b>Motorisk sterke</b>	SPT	4,400	,432
	VT	3,600	,577
<b>Motorisk svake</b>	SPT	3,105	,383
	VT	5,316	,513

#### 4.2 SPT-VT innkodning med og uten noise

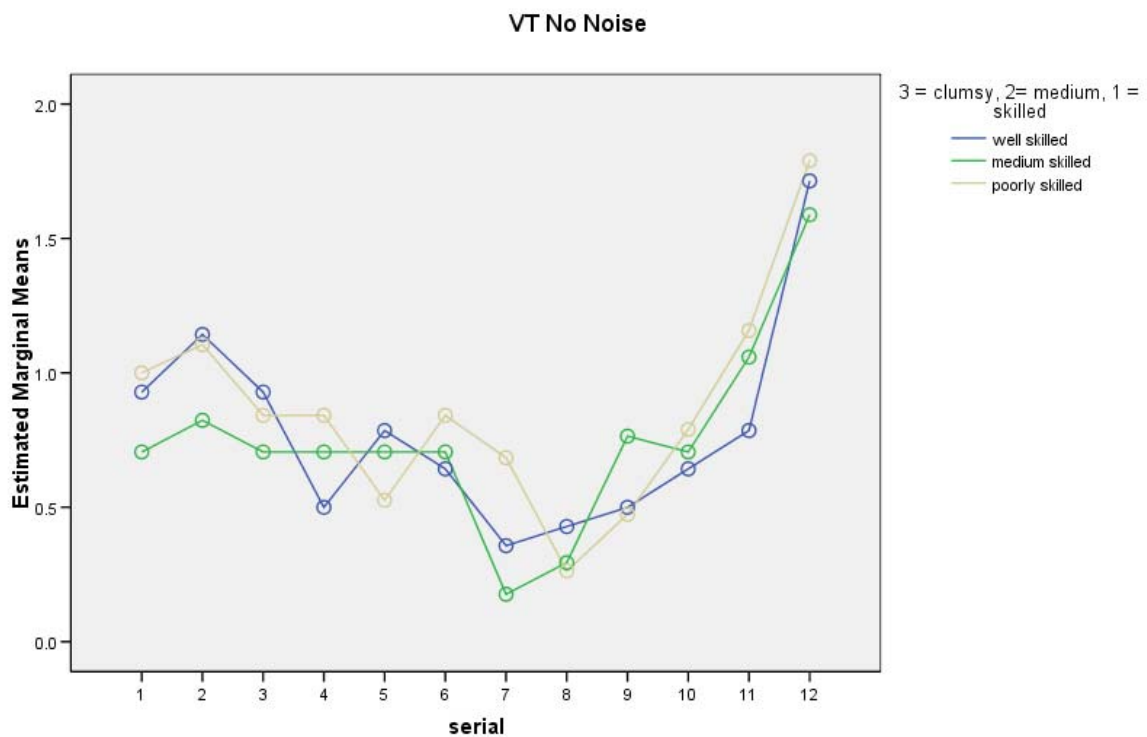
Her blir det sett på hvilken innvirkning noise har på primacy effekten under SPT og VT innkodning. Som tidligere er primacy effekt gjengivelse av de to første sekvensposisjonene.



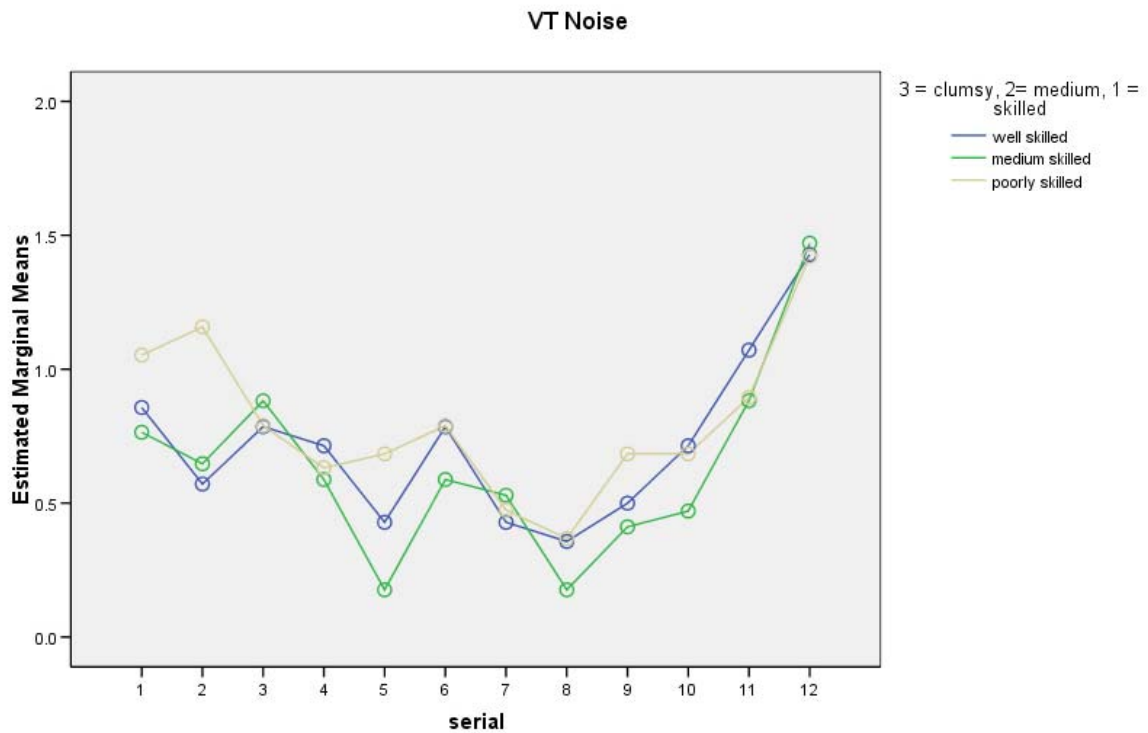
Figur 3: Linjediagrammet viser forsøkspersonenes score på gjengivelser under SPT innkoding uten noise.



Figur 4: Linjediagrammet viser forsøkspersonenes score på gjengivelser under SPT innkoding med noise.



Figur 5: Linjediagrammet viser forsøkspersonenes score på gjengivelser under VT innkoding uten noise.



Figur 6: Linjediagrammet viser forsøkspersonenes score på gjengivelser under VT innkoding med noise.

Som vi kan se på figurene 3, 4, 5 og 6 og tabell 3 finnes det en signifikant forskjell mellom ferdighetsgruppene, tilstedeværelse av noise og primacy effekt ( $F(2.48) = 4.12, p = 0.022$ ). Motorisk sterke scorer høyere på listeopplesninger uten noise, mens det for motorisk svake ikke er noen større forskjell. De motorisk svake scorer bedre på primacy under VT med noise innkoding enn de motorisk sterke.

Tabell 3: De ulike ferdighetsgruppenes score med ulike innkodingsforhold og med og uten tilstedeværelse av noise.

	Innkodingsforhold	Uten noise/noise	Score	Standard-avvik
<b>Motorisk sterke</b>	1	1	2,800	,277
		2	1,600	,299
	2	1	2,133	,227
		2	1,467	,356
<b>Kontroll-gruppe</b>	1	1	1,412	,260
		2	1,471	,281
	2	1	1,529	,317
		2	1,412	,334
<b>Motorisk svake</b>	1	1	1,579	,246
		2	1,526	,266
	2	1	2,105	,299
		2	2,211	,316

## 5 Diskusjon

---

Denne oppgaven bygger på tidligere funn som argumenterer for at det finnes en sammenheng mellom dopamin og primacy. Dopamin hevdes å bli tømt i innkoding av den første eller de to første sekvensposisjonene i ordlister og forårsaker derfor en primacy effekt (Söderlund, Loftesnes, & Sikström, revisjon). I denne oppgaven har vi forsøkt å manipulere tre variabler som hevdes å være relatert til dopamin: DCD, ingen-noise/noise, og SPT/VT. Tidligere eksperimenter viser at disse variablene påvirker kognitiv prestasjon i de første sekvensposisjonene.

### *5.1 Primacy effekt i SPT versus VT*

Når SPT blir brukt ved innkoding har en funnet en redusert primacy effekt sammenliknet med oppgaver der det kun brukes verbale innkodinger (R.L Cohen, 1989). En av hypotesene til Söderlund, Loftesnes, & Sikström (revisjon) er at det under SPT innkoding er en økning av fasiske responser, og at verbale oppgaver ikke sørger for tilstrekkelig stimuli slik at fasiske responser kan opprettholdes. Dette fører igjen til tømning av fasiske dopamin etter de to første setningsopplesningene.

I tidligere eksperimenter har det blitt vist at grupper med DCD hadde minimal eller ingen primacy effekt i verbal task i forhold til kontrollgrupper (Söderlund, Loftesnes, & Sikström). En av hypotesene til Söderlund, Loftesnes, & Sikström (revisjon) tilsier også at barn med DCD vil ha redusert primacy effekt i forhold til normale kontrollbarn. Våre data kan ikke bekrefte dette. Gruppen med DCD scorete i stedet høyere enn både motorisk sterke og kontrollgruppen under VT innkoding. Under SPT innkoding fantes det heller ikke store forskjeller mellom kontrollgruppen og gruppen med DCD. Dette kan tyde på at barn med DCD har like stor nytte av SPT innkoding som kontrollbarn i forhold til å oppnå en primacy effekt. I forhold til tidligere studier som har undersøkt sammenhengen mellom DCD og ADHD-I fra et dopaminrelatert utgangspunkt (Söderlund, Loftesnes, & Sikström, revisjon) understøtter ikke våre funn en større korrelasjon mellom dårlig primacy effekt og diagnosen DCD i forhold til normale kontrollbarn.

Motorisk utvikling og kognitiv utvikling har generelt sett blitt studert separat og blitt vurdert som uavhengige fenomen. Dopamin som neurotransmitter har imidlertid lenge blitt ansett som en viktig faktor i effektiv motorisk funksjonalitet hos mennesker (McEntee, Mair, &

Langlais, 1987) og dyr (Freed & Yamamoto, 1985). Samtidig finnes konvergerende beviser på at det er en relasjon mellom dopaminnivå og prestasjon i minneoppgaver (Backman, Nyberg, Lindenberger, Li, & Farde, 2006). Barn med DCD er allikevel ingen homogen gruppe da de ofte har ulike motoriske vansker som varierer fra person til person. Prognosen til DCD er uklar og barn diagnostisert med DCD kan ha varietet i symptomer og spesifikke behov (Visser, 2004). Selv om én utviklingsforstyrrelse ofte fremtrer som hovedproblem, i dette tilfellet DCD, kan barn svært ofte også ha andre problemer i tillegg. Studier hvor man følger barns utvikling over tid har vist komorbiditet mellom motoriske vansker, oppmerksomhetsvansker, språkvansker, spesifikke lærevansker, persepsjonsvansker, emosjonelle og sosiale vansker (Iversen, Berg, & Ellertsen, 2006). Disse problemene kan enten tenkes å være faktorer som er med på å forårsake motoriske problem eller blir forårsaket av motoriske problem. Komorbiditet er et velkjent fenomen, men blir muligens for lite vektlagt i karakterisering av den enkeltes problem.

## *5.2 SPT-VT innkoding med og uten noise*

Vurderer man isolert effektene av SPT-VT innkoding med og uten noise kan man tydeligere se hvordan distraktorvariabelen påvirker prestasjonene under de to ulike innkodingsforholdene. I samsvar med Söderlund, Loftesnes, & Sikströms (revisjon) hypoteser viste den motorisk sterke gruppen en klart bedre primacy effekt i SPT uten noise kontra med noise. Imidlertid kunne vi ikke se en reduksjon i primacy effekt i SPT versus VT, snarere tvert imot. Dette samsvarer ikke med Söderlund, Loftesnes, & Sikströms (revisjon) hypoteser som predikerer nedgang i primacy effekt i SPT versus VT grunnet økning av fasiske responser. Under VT innkoding med noise ser man samme nedgang som i SPT med noise, dog ikke like stor, hos gruppen med motorisk sterke. Barna med DCD viser seg imidlertid ikke å ha stor forandring i primacy effekt, verken positivt eller negativt, med tilstedeværelse av noise. Hvis man ser isolert på VT innkoding uten tilstedeværelse av noise, kan man også se at gruppen med DCD scorer høyere enn kontrollgruppen. Med noise ser man størst nedgang i primacy effekt under både SPT og VT innkoding hos de motorisk sterke. Dette samsvarer med teorigrunnet.

Som Söderlund, Loftesnes, & Sikström (revisjon) uttrykker er det viktig å notere seg de ulike faktorene som kan påvirke den positive effekten av noise. For det første må nivået av noise være moderat, hvor for lite eller for mye fører til nedgang i prestasjon (Simonotto et al.,



1999). For det andre må noise være kontinuerlig. Miljømessige stimuli som har en plutselig begynnelse har en tendens til å fjerne oppmerksomheten fra den nåværende oppgaven, og forbedrer ikke prestasjon. ADHD har vist seg å være spesielt sårbar til slike distraktorer (Blakeman, 2000; Landau, Lorch, & Milich, 1992). For det tredje viser MBA (Sikström & Söderlund, under revisjon) at hvor mye noise som er nødvendig påvirkes av dopaminnivå (Söderlund et al., in press). Individuelle nivå av dopamin kan ha spesifikk innvirkning på prestasjon (Söderlund, Sikström, & Loftesnes, submitted).

### *5.3 Vurdering av feilkilder*

#### Feilkilder Movement ABC

Forsøkspersonene ble testet ved ulike tidspunkter på dagen. Noen dager foregikk testingen på morgen/formiddag, mens andre dager foregikk testingen på ettermiddagen. Dette kan ha ført til ulike forutsetninger for å prestere på sitt beste; trøtthet, ikke spist frokost/lunsj, sliten etter en lang dag på skolen. Miljømessige faktorer (testrommet og eventuelle forstyrrende elementer) spiller også en rolle for utfallet av resultatet. Man må i tillegg ta psykologiske faktorer i betraktningen (forsøkspersonene kan være stresset, utrygge på testlederne, ufokusert og tenke på andre ting). En annen dimensjon som også kan utgjøre en feilkilde er at forsøkspersonene stilte i ulike klær. Noen hadde på seg treningsklær, men andre stilte i dongeribukse. Disse elementene vil virke inn på bevegeligheten til forsøkspersonene, som igjen kan gi utslag på resultatet for testen. En annen mulig feilkilde kan være testlederne og deres bedømming. For testlederne var dette en ukjent test og selv om testen og dens bedømmingskriterier ble nøye gjennomgått av veileder, kan testledernes subjektive vurderinger føre til feil bedømming.

#### Feilkilder SPT-VT

Også denne testen ble utført ved ulike tidspunkter på dagen. Som ved Movement ABC testen kan dette ha gitt utslag i trøtthet, konsentrasjonsvansker grunnet mange timer på skolen, ikke spist frokost/lunsj. Miljømessige faktorer er også her en mulig feilkilde (støy i friminutt, varslings signaler, eventuelle forstyrrende elementer i testrommet). Man må også her ta hensyn til psykologiske faktorer (forsøkspersonene kan være stresset, utrygge på testlederne, ufokusert og tenke på andre ting). Da forsøkspersonene ble konfrontert med gjenstander under testingen, kan dette være en feilkilde hvis ikke gjenstandene ble lagt frem/tatt bort ved riktig tidspunkt.

Før testingen har det blitt fastsatt at volumet på noise og setningsopplesningene skulle være på henholdsvis 78 og 86 dB. Dette for at desibelnivået skulle være mest mulig optimalt og likt for alle forsøkspersonene. Blir ikke dette fulgt kan også det påvirke resultatet for testen.

#### *5.4 Konklusjon*

Hypoteser presentert av Söderlund, Loftesnes, & Sikström kunne i noen tilfeller verifiseres, spesielt med tanke på motorisk sterke barn. De fikk dårligere primacy effekt med tilstedeværelse av noise.

Barna med DCD hadde imidlertid ikke noen effekt av noise på primacy i verken positiv eller negativ retning. De motorisk sterke scorete høyere under SPT innkoding enn VT mens det motsatte gjaldt for de motorisk svake. Dette bekrefter ikke hypotesene.

Videre forskning kunne rettet seg mot å undersøke hukommelsesprestasjonen under flere ulike desibelnivå da det finnes forskjeller i hvor høyt nivå av noise som forbedrer kognitiv prestasjon. Dette kan være med på å finne det optimale desibelnivået.

## Referanser

---

- APA. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4 utg.). Washington DC: American Psychiatric Association.
- Arnsten, A. F., & Li, B.M. (2005). Neurobiology of executive functions: catecholamine influences on prefrontal cortical functions. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1377-1384.
- Atkinson, R. C., og Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (Vol. 2, side 89-195). San Diego, CA: Academic Press.
- Backman, L., Nyberg, L., Lindenberger, U., Li, S. C., og Farde, L. (2006). The correlative triad among aging, dopamine, and cognition: Current status and future prospects. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 30(6), 791-807.
- Bilder, R. M., Volavka, J., Lachman, H. M., og Grace, A. A. (2004). The catechol-O-methyltransferase polymorphism: relations to the tonic-phasic dopamine hypothesis and neuropsychiatric phenotypes. *Neuropsychopharmacology*, 29(11), 1943-1961.
- Blakeman, R. S. (2000). ADHD and distractibility: The role of distractor appeal. *Dissertation Abstracts International Section B: The Sciences & Engineering*, 61(1-B), 517.
- Boman, E., Enmarker, I., Hygge, S. (2005). Strenght of noise effects on memory as a function of noise source and age. *Noise Health*, 7(27), 11-26.
- Burkart, M., Heun, R., og Benkert, O. (1998). Serial position effects in dementia of the Alzheimer type. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 9(3), 130-136.
- Carlson, S., Rama, P., Artchakov, D., & Linnankoski, I. (1997). Effects of music and white noise on working memory performance in monkeys. *Neuroreport*, 8(13), 2853-2856.
- Castellanos, F. X., og Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention.deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 617-628.

- Cohen, J. D., Braver, T. S., og Brown, J. W. (2002). Computational perspectives on dopamine function in prefrontal cortex. *Current Opinion in Neurobiology*, 12(2), 223-229.
- Cohen, R. L. (1989) i Nilsson, L. G. (2000). Remembering actions and words. I E. Tulving & F. I. M Craik (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 137-148).
- Craik, F. I., og Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research.
- Davis, J. D., Filoteo, J. V., Kesner, R. P., Roberts, J. W. (2003). Recognition memory for hand positions and spatial locations in patients with Huntington's disease: differential visuospatial memory impairment? *Cortex*, 39(2), 239-253.
- de la Fuente-Fernandez, R., Kishore, A., Calne, D. B., Ruth, T. J., og Stoessl, A. J. (2000). Nigrostriatal dopamine system and motor lateralization. *Behav Brain Res*, 112(1-2), 63-68.
- Della Sala, S., Pasetti, C., og Sempio, P. (1987). Deficit of the "primacy effect" in parkinsonians interpreted by means of the working memory model. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie*, 138(5), 5-14.
- Erixon-Lindroth, N., Farde, L., Wahlin, T. B., Sovago, J., Halldin, C., og Backman, L (2005). The role of the striatal dopamine transporter in cognitive aging. *Psychiatry Research*, 138(1), 1-12.
- Freed, C. R., & Yamamoto, B. K. (1985). Regional brain dopamine metabolism: a marker for the speed, direction, and posture of moving animals. *Science*, 229 (4708), 62-65.
- Goldman-Rakic, P. S., Muly, E. C., 3<sup>rd</sup>, og Williams, G. V. (2000). D(1) receptors in prefrontal cells and circuits. Brain Research. *Brain Research Reviews*, 31(2-3), 295-301.

- Grace, A. A. (1991). Phasic versus tonic dopamine release and the modulation of dopamine system responsivity: a hypothesis for the etiology of schizophrenia. *Neuroscience*, 41(1), 1-24.
- Grace, A. A. (1995). The tonic/phasic model of dopamine system regulation: its relevance for understanding how stimulant abuse can alter basal ganglia function. *Drug and Alcohol Dependence*, 37(2), 111-129.
- Henderson, S., og Sudgen, D. (1992). The movement assessment battery for children.
- Kadesjo, B., og Gillberg, C. (1998). Attention deficits and clumsiness in Swedish 7-year-old children. *Dev Med Child Neurol*, 40(12), 796-804.
- Kadesjo, B., og Gillberg, C. (1999). Developmental coordination disorder in Swedish-7-year-old children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38(7), 820-828.
- Kiefer, M., Ahlegian, M., og Spitzer, M. (2005). Working memory capacity, indirect semantic priming, and stroop interference: pattern of interindividual prefrontal performance differences in healthy volunteers. *Neuropsychology*, 19(3), 332-334.
- Landau, S. C., & Lorch E. P., & Milich, R. (1992). Visual attention to and comprehension of television in attention-deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Child Development*, 63(4), 928-937.
- Li, S. C., von Oertzen, T., og Lindenberger, U. (2006). A neurocomputational model of stochastic resonance and aging. *Neurocomputing*, 69, 1553-1560.
- Manschreck, T. C., Mather, B. A., Rosenthal, J. E., og Berner, J. (1991). Reduced primacy and related features in schizophrenia. *Schizophr Res*, 5(1), 25-41.
- Marini, P., Ramat, S., Ginestroni, A., og Paganini, M. (2003). Deficit of short-term memory in newly diagnosed untreated parkinsonian patients: reversal after L-dopa therapy. *Neurological Sciences*, 24(3), 184-185.

- Martin, N. C., Piek, J. P., og Hay, D. (2006). DCD og ADHD: a genetic study of their shared aetiology. *Human Movement Science*, 25(1), 110-124.
- McEntee, W. J., Mair, R. G., & Langlais, P. J. (1987). Neurochemical specificity og learning : dopamine and motor learning. *Yale J Biol Med*, 60 (2), 187-193.
- Moss, F., Ward, L. M., & Sannita, W. G. (2004). Stochastic resonance and sensory information processing: a tutorial and review of application. *Clinical Neurophysiology*, 115(2), 267-281.
- Nieoullon, A. (2002). Dopamine and the regulation of cognition and attention. *Progress in Neurobiology*, 67(1), 53-83.
- Nogueira, A. M., Pompeia, S., Galduroz, J. C., og Bueno, O.F. (2006). Effects of a benzodiazepine on free recall of semantically related words. *Hum Psychopharmacol*, 21(5), 327-336.
- Paul, R. H., Cohen, R. A., Moser, D. J., Zawacki, T. M., og Gordon, N. (2002). The serial position effect in mild an moderately severe vascular dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(4), 584-587.
- Phillips, J. L., Shiffrin, R. M., og Atkinson, R. C. (1967). The effects of length list on short term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 303-311.
- Rouleau, N., & Belleville, S. (1996). Irrelevant speech effect in aging: an assessment inhibitory processes in working memory. *The journals of Gerontology. Series B, Psychological Science and Social Sciences*, 51(6), 356-363.
- Russel, D. F., Wilkens, L. A., & Moss, F. (1999). Use of behavioural stochastic resonance by paddle fish for feeding. *Nature*, 402(6759), 291-294.
- Schultz, W. (1998). Predictive reward signal of dopamine neurons. *Journal of Neurophysiology*, 80(1), 1-27.

- Seamans, J. K., og Yang, C. R. (2004). The principal features and mechanisms of dopamine modulation in the prefrontal cortex. *Prog Neurobiol*, 74(1), 1-58.
- Sederberg, P. B., Gauthier, L. V., Terushkin, V., Miller, J. F., Barnathan, J. A., og Kahana, M. J. (2006). Oscillatory correlates of the primacy effect in episodic memory. *Neuroimage*, 32(3), 1422-1431.
- Sigmundsson, H. & Haga M. (2004). *Motorikk & Samfunn: En samfunnsvitenskaplig tilnærming til motorisk atferd*. 12. Oslo: Sebu Forlag.
- Sikström, S. (2006). The Isolation, Primacy, and Recency Effects Predicted by an Adaptive LTD/LTP Threshold in Postsynaptic Cells. *Cognitive Science*, 30 (2), 243-275.
- Sikström, S. (revisjon). Modeling ERP an Episodic Memory with Cell Differentiation and Synaptic Depression. *Journal of Computational Neuroscience*.
- Sikström, S., & Söderlund, G. B. W. (in press). Stimulus Dependent Dopamin Release in ADHD. *Psychological Review*.
- Solanto, M. V. (2002). Dopamine dysfunction in AD/HD: integrating clinical and basic neuroscience research. *Behavioral Brain Research*, 130(1-2), 65-71.
- Stephane, M., og Pellizzer, G. (2007). The dynamic architecture of working memory in schizophrenia. *Schizophr Res*, 92(1-3), 160-167.
- Stray, L. L. (2001). *Motorikk hos barn med ADHD*. En retrospektiv studie av motoriske vansker hos barn med ADHD basert på Modifisert Funksjonsnevrologisk Undersøkelse (MFNU). 8, 16. Det medisinske fakultet: Universitetet i Bergen.
- Söderlund, G. B. W., Loftesnes, J. M., og Sikström, S. (under revisjon). *Good News for Noise*.

- Söderlund, G. B. W. (2007). Noise improves cognitive performance in children with Dysfunctional Dopaminergic Neurotransmission. *Stockholm University*.
- Söderlund, G. B. W., Sikström, S., og Loftesnes, J. M. (submitted). Noise is Not a Nuisance: Noise improves cognitive performance in Low Achieving School Children.
- Söderlund, G. B. W., Sikström, S., & Smart, A. (in press). Listen to the noise: Noise is beneficial for cognitive performance in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*.
- Tan, L., og Ward, G. (2000). A recency - based account of the primacy effect in free recall. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 26 (6), 1589-1625.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., Silverman, S. J. (2005). *Research Methods in Physical Activity* (5.utg). Champaign: Human Kinetics.
- Usher, M., & Feingold, M. (2000). Stochastic resonance in the speed of memory retrieval. *Biological Cybernetics*, 83(6), L11-16.
- Visser, J. (2003). Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science*, 22(4-5), 479-493.
- Volkow, N. D., Gur, R. C., Wang, G. J., Fowler, J. S., Moberg, P. J., Ding, Y. S., et al. (1998). Association between decline in brain dopamine activity with age and cognitive and motor impairment in healthy individuals. *American Journal of Psychiatry*, 155(3), 344-349.
- Volkow, N. D., Wang, G. J., Fowler, J. S., og Ding, Y. S. (2005). Imaging the effects of methylphenidate on brain dopamine: new modell on its therapeutic actions for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1410-1415.
- Wells, C., Ward, L. M., Chua, R., & Timothy Inglis, J. (2005). Touch noise increases vibrotactile sensitivity in old and young. *Psychological Science*, 16(4). 313-320.



Wright, A. A., Santiago, H. C., Sands, S. F., Kendrick, D. F., og Cook, R. G. (1985). Memory processing of serial lists by pigeons, monkeys and people. *Science* (229), 287-9.

Zimmer, H. D., Cohen, R. L., Guynn, M. J., Engelkamp, J., Kormi-Nouri, R., & Foley, M. A. (2001). *Memory for action: A distinct form of episodic memory?* London: Oxford University Press.