



DET PSYKOLOGISKE FAKULTET



***Sammenhengen mellom kognitiv kontroll og aldring: Et dikotisk lytting
studie.***

HOVEDOPPGAVE

profesjonsstudiet i psykologi

Nina Erikstad

Høst 2010

Veileder:

René Westerhausen

Abstract

Background: Cognitive control is an executive function that helps people with inhibiting automatic and readily available responses in conflicting situations, and that aligns our behaviour with our goals. Reduced functions can be seen in different patient groups such as persons with Alzheimer's disease, schizophrenia and AD/HD. Elderly people often develop problems with cognitive control, and the aim of the present study was to examine this with a forced-attention dichotic listening paradigm. **Method:** 15 healthy elderly were tested with a dichotic listening paradigm in which they had to listen selectively to verbal stimuli presented to the left or the right ear. The ability to inhibit the more automatic response of the right-ear stimulus in favour of the left ear response was taken as a measure the cognitive control abilities. **Results:** The elderly from 55 to 75 years had greater problems with inhibiting an automatic response in favour of the left ear than younger individuals. A significant interaction effect of attention, ear, gender and age was found. **Conclusion:** Elderly from the age group 55- to 75 years, selectively get problems with inhibiting responses from the right ear. Women do not get this problem before the age of 65 years, while men have problems already at age 55. The findings are consistent with research on the problems that patients with Alzheimer's disease, AD/HD, schizophrenia and some other groups have. This points to the possibility of the same deficit in function in different patient groups.

Sammendrag

Bakgrunn: Kognitiv kontroll er en eksekutiv funksjon som hjelper mennesker med å inhibere automatiske og lett tilgjengelige responser i konfliktfulle situasjoner, og som samordner vår atferd med våre mål. Redusert funksjon ses hos forskjellige pasientgrupper som pasienter med Alzheimer sykdom, schizofrene og AD/HD. Eldre får også vansker med kognitiv kontroll, og oppgaven ønsket å studere dette nærmere med en dikotisk lytting studie. **Metode:** 15 friske eldre ble testet med et dikotisk lytting paradigme hvor de selektivt skulle lytte til verbale lyder i venstre og høyre øre. Evnen til å undertrykke en den automatiske preferansen for stavelser presentert i høyre øret, ble brukt som mål på evne til auditiv kognitiv kontroll. **Resultater:** Eldre har signifikant større vansker med å undertrykke stavelser i venstre øre enn yngre. Det ble funnet en signifikant interaksjonseffekt mellom oppmerksomhetsbetingelse, øre, kjønn og alder. **Konklusjon:** Eldre i gruppen 55 til 75 år får selektivt større vansker med å respondere på lyder presentert i venstre øre, kvinner får ikke problemer med dette før de når 65 års alderen, mens menn presterer svakt allerede fra 55 år. Dette sammenfaller med funn hos pasienter med Alzheimer sykdom, AD/HD og Schizofreni, som er med på å støtte hypotesen om en felles funksjonssvikt på tvers av pasientgrupper.

Forord

Selve gjennomføringen av studiet foregikk fra og med høsten 2009 til høsten 2010. Studiet er en del av dikotisk lytting prosjektet til fMRI gruppen i Bergen, ledet av Kenneth Hugdahl. Undertegnede har selv samlet inn en del av datamateriellet som har blitt benyttet i analysen, ved å teste 15 eldre i aldersgruppen 60-75 år. Til analysen ble det også benyttet eldre fra en tidligere database. Materiell til gjennomføringen av studiet har undertegnede fått låne av veileder.

Takk til veileder, Rene Westerhausen, som har vært til stor hjelp under gjennomføringen av oppgaven. Dine tilbakemeldinger har inspirert og engasjert meg.

Takk til Elisabeth R. Andreassen og Erlend S. Os for korrekturlesing og nyttige kommentarer underveis.

Takk til alle deltakere som har gjort studiet mulig.

Innholdsfortegnelse

Abstract	3
Sammendrag	4
Forord	5
Innholdsfortegnelse	6
Innledning	8
Fokus for oppgaven.....	9
Kognitiv kontroll	11
Definisjon og begrepsavklaring.....	11
Ytre og indre variabler som påvirker kognitiv kontroll.....	15
Kognitiv kontroll hos forskjellige grupper.....	17
Prefrontal korteks og kognitiv kontroll.....	18
Lateral prefrontal korteks.....	19
Orbitofrontal korteks og mediale områder.....	21
Anterior cingulate.....	22
Prefrontal korteks og funksjon.....	24
Mekanismer bak prefrontal funksjon.....	25
Opprettelse av midlertidige assosiasjoner som forklaringsmodell.....	26
Opprettholdelse av mål som forklaringsmodell.....	29
Teorier som baserer seg på flere virkningsmekanismer.....	31
Aldring	33
Dikotisk lytting	38
Hvordan dikotisk lytting og andre oppgaver henger sammen med kognitiv kontroll.....	40
Pasientgrupper og deres resultater på oppgaver som krever kognitiv kontroll.....	40
Forskningshypoteser	42

Metode	43
Utvalg og prosedyre.....	43
Dikotisk lytting prosedyre.....	43
Data analyse.....	44
Resultater	44
Tabell 1: Oversikt over hovedeffekter og interaksjonseffekter.....	45
Diskusjon	46
Interaksjonseffekt mellom øre, alder, betingelse og kjønn.....	46
Interaksjonseffekt mellom oppmerksomhetsbetingelse og øre.....	49
Interaksjonseffekt mellom øre og alder.....	49
Hypoteser.....	49
Årsaksforklaringer i forhold til reduserte skårer på venstreørebetingelsen.....	51
Begrensninger med forsøket.....	51
Relevans av dikotisk lytting studiet.....	53
Muligheter for rehabilitering og mestring av kontrollsvikt	55
Forebygging og forbedring av eksekutive ferdigheter.....	57
Konklusjon.....	62
Referanser	64
Appendiks	84
Figur 1: Prefrontal korteks inndelt i Brodmanns områder.....	84
Figur 2: Fireveis interaksjonseffekt mellom kjønn alder, betingelse og øre.....	84
Figur 3: Interaksjon mellom øre og aldersgruppe.....	85
Tabell 2: Hierarkisk inndeling av prefrontale områder.....	86
Tabell 3: Antall subjekter i de fire aldersgruppene, fordelt på kjønn.....	87

Innledning

Oppgaven vil se på sammenhengen mellom kognitiv kontroll og aldring. Den vil begynne med å klargjøre hva den fokuserer på ved å definere viktige begrep, før den går over til å beskrive områder i hjernen som er viktige for å forstå kognitiv kontroll og andre eksekutive funksjoner, med hovedfokus på prefrontale områder og anterior cingulate korteks. I tillegg til å beskrive områder, vil den også se på teorier som omhandler mekanismene bak prefrontal fungering, dette for å få en økt forståelse av kognitiv kontroll. Et eget avsnitt som beskriver aldring, vil også inkluderes for å gi en teoretisk forståelsesramme av aldring generelt. Avsnittet vil i tillegg se på hvilke kognitive vansker, spesielt relatert til kognitiv kontroll, som til nå er funnet hos eldre fra 55-75 år. For å klargjøre sammenhengen mellom hjerneområder og kognitiv kontroll, vil oppgaven se på forskjeller i prefrontal funksjon hos ulike pasientgrupper, som vil være med på å støtte påstanden om at det finnes en felles funksjonssvikt knyttet til kognitiv kontroll hos ulike grupper, inkludert eldre.

For å undersøke sammenhengen mellom aldring og kognitiv kontroll empirisk vil oppgaven se på hvordan en gruppe med eldre fra 55-75 år presterer på en dikotisk lytting oppgave. Først vil det gis en bakgrunn som beskriver selve prosedyren for dikotisk lytting og hvordan denne antas å henge sammen med auditiv kognitiv kontroll. Deretter vil et forsøk gjort med dikotisk lytting beskrives, og resultatene vil bli diskutert. I diskusjonen vil også relevans av studiet gjennomgås. Relevansen vil også knyttes opp mot praktisk betydning ved å se på studier og teori som omhandler muligheten for rehabilitering, kompensering og forebygging av vansker relatert til kognitiv kontroll.

Psykologisk forskning er opptatt av biologiske forklaringsmodeller for å undersøke atferd. Økt forståelse kan føre til mindre fordommer og til behandling som retter seg mot biologiske forutsetninger. Forskning peker dessuten på at biologi også blir påvirket av miljøet rundt, og forskning som peker på sammenhengen mellom dem, er derfor av interesse (Passer & Smith, 2004). Denne oppgaven vil basere seg på biologisk forskning relatert til hjernen og knytte den opp mot

begreper som relaterer seg til psykologisk livskvalitet.

Fokus for oppgaven

Aldring blir stadig et viktigere tema, siden dagens befolkning lever lenger og flere blir eldre nå enn tidligere (Hertzog, Kramer, Wilson & Lindenberger, 2009). Kunnskap om aldring og eldre vil av den grunn stadig bli mer aktuelt. Psykologisk forskning på eldre har i lenger tid vært mangelfull, og først i de senere årene har en økt interesse for fagfeltet oppstått (Fromholt & Bruhn, 1998).

At stadig flere blir eldre og lever lengre fører til flere samfunnsmessige utfordringer. For å løse disse, er det viktig at flere eldre klarer seg selv og kan fortsette i arbeid. Ferdigheter som sikrer at eldre lever et selvstendig og meningsfullt liv kalles ADL-ferdigheter (Activities Of Daily Living). Forskning viser at redusert eksekutiv funksjon (deriblant kognitiv kontroll) og depresjon predikerer reduserte ADL-ferdigheter hos normale eldre. Dette understreker betydningen av forskning som omhandler eksekutive ferdigheter. Etter hvert som ADL-ferdighetene som eldre benytter seg av blir avklart, og vi får økt kunnskap relatert til eksekutive vansker, vil det være mulig å utvikle strategier som kan benyttes i forhold til de reduserte ferdighetene (Cahn-Weiner, Malloy, Boyle, Marran & Salloway, 2000). Et mål vil også være å hjelpe de som ikke kan arbeide, for eksempel eldre med demenssykdommer som Alzheimers sykdom. Det finnes i dag ikke noen behandling som kurerer Alzheimers (Shurkin, 2009), og derfor er kunnskap som kan knyttes til sykdommen av stor betydning. Forskning som kan være med på å belyse endringer i funksjon, særlig kognitive evner relatert til eksekutiv fungering, er viktig, derfor ønsker oppgaven å se på aldring generelt, og på hva som skjer når aldring fører til vansker, som ved Alzheimers.

Analyse med strukturelle statistiske modeller har også funnet sammenheng mellom ulike eksekutive funksjoner og spesifikke nevropsykologiske tester. Wisconsin Card Sorting test, en sorteringsoppgave hvor man skal plassere kort basert ut ifra bestemte regler, er knyttet til evnen til å skifte mellom ulike sett, Tower of Hanoi til undertrykking, opprettelse av tilfeldige nummer til

inhibisjon og til oppdatering av informasjon. Oppgaver som krever multi-tasking var ikke relatert til noen av de tre funksjonene (Miyake et al., 2000).

Thurstone definerte i 1924 intelligens som evnen til å kontrollere automatiske impulser og instinkter, slik at man får mulighet til å velge mer rasjonelle løsninger. Imidlertid viser studier at noen eksekutive evner, som dyktighet til å inhibere automatiske responser og mental skifting, ikke korrelerer med skårer på intelligensskalaer (Friedman et al., 2006).

Siden nåværende intelligens tester ikke avdekker alle de kognitive evnene relatert til Thurstone sin definisjon, kan tester ignorere viktige funksjoner som har praktisk relevans for mennesker, inkludert eldre (Miyake et al., 2006). Av denne grunn ønsker oppgaven å se mer på begreper av betydning for intelligent atferd og god fungering i hverdagen, med særlig fokus på eldre fra 55 år og oppover. Oppgaven ønsker å belyse aldringsprosessen, ved å se på de nevnte prefrontale hjerneområdene og deres funksjon. Forskning viser videre at evne til å undertrykke en automatisk respons og evne til delt oppmerksomhet, blir særlig svekket hos eldre fra 60 år og oppover, mens andre kognitive oppgaver som minne og resonnering ikke blir like svekket i forhold til yngre (Treitz, Heyder & Daum, 2007). Siden evner som relaterer seg til kognitiv kontroll, blir selektivt svekket hos eldre, vil oppgaven spesielt fokusere på denne funksjonen. Den vil i motsetning til tidligere studier undersøke forskjellige aldersgrupper, for å undersøke om svikt oppstår i en spesifikk gruppe, og den vil også se på forskjellen mellom menn og kvinner.

For å belyse sammenhengen mellom kognitiv kontroll, aldring og prefrontal struktur/funksjon, vil det bli brukt eksempler fra forskjellige pasientgrupper. Det interessante i den forbindelse er å se om det finnes en felles funksjonssvikt på tvers av gruppene. Dersom flere pasientgrupper får problemer når de skal løse en oppgave, og denne oppgaven er knyttet til bruk av spesifikke hjerneområder som igjen er relatert til visse kognitive funksjoner som for eksempel kontrollutøving, er det videre interessant å undersøke om eldre personer også får vansker. Dette blir spesielt tydelig om en gruppe nesten får de samme instruksene ved gjennomføringen av to oppgaver, der det eneste som skiller den ene oppgaven fra den andre er et annet resultat. I dikotisk

lytting er det for eksempel tre betingelser med nesten identiske instruksjoner, hvor den ene betingelse ikke krever lytting til et bestemt øre, den andre betingelsen lytting til venstre øret og den tredje til høyre øre. Forskjellige resultater når instruksene på oppgavene nesten er helt like, kan forklares med at den andre oppgaven krever bruk av andre kognitive komponenter enn den første. I tilfellet dikotisk lytting kan det tenkes at denne kognitive komponenten er redusert kognitiv kontroll.

Dersom kontrollgrupper ikke skiller seg resultatmessig i forhold til de to instruksene eller oppgavene, tyder det på at pasientgruppene har en selektiv svikt. Dersom denne svikten kan ses hos flere grupper, er det videre interessant å undersøke om evnen reduseres i spesifikke aldersgrupper. Oppgaven vil se nærmere på dette med et dikotisk lytting paradigme som sammenligner ulike aldersgrupper sin evne til å undertrykke en mer automatisk og lettere tilgjengelig respons.

Kognitiv kontroll

Definisjoner og begrepsavklaringer

Viktige begrep relatert til prefrontal korteks er eksekutive funksjoner og kognitiv kontroll. Å definere begrepene er ikke lett, siden de omfatter en mengde forskjellige oppgaver (Thomsen et al., 2004). En definisjon som omhandler eksekutive funksjoner er: Et sett med operasjoner som kontrollerer og regulerer informasjonsprosessering i hjernen, og som tidsmessig organiserer språk, atferd og resonnering (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002, s 500; Fuster, 2001). Miyake et al. (2000) har forsøkt å dele eksekutive funksjoner opp i mindre kategorier, som består av skifte av sett, som betyr at man bytter strategier når det trengs, oppdatering av informasjon og overvåking av denne, i tillegg til undertrykking. Disse kan videre tenkes å bestå av flere underkategorier.

Oppgaven vil fokusere på den delen av eksekutiv fungering som involverer kognitiv kontroll. Kognitiv kontroll kan defineres som hjernens optimale og fleksible bruk av begrensede kognitive ressurser under utøvelsen av prioriterte og utfordrende oppgaver. Begrepet er også knyttet til mål, og overvåkingen av disse (Mansouri, Tanaka & Buckley, 2009; Miller & Cohen, 2001;

Westerhausen & Hugdahl, 2010). Dersom opprettholdelsen av mål i arbeidsminnet svikter, vil dette gå ut over evnen til kognitiv kontroll (Jostmann & Koole, 2007). Kognitiv kontroll er av særlig betydning i situasjoner hvor en automatisk, godt lært respons ikke er hensiktsmessig og bør erstattes med en ny respons (Mansouri et al., 2009). Kognitiv kontroll er ofte knyttet til konfliktfylte situasjoner, som når to tanker eller stimuli konkurrerer om oppmerksomhet, særlig når den ene av disse i utgangspunktet er mer automatisk, slik at den må overstyres av en mer oppgaverelevant respons. Mange stimuli i miljøet fremkaller automatiske og «instinktive» responser. Dette kan ha oppstått gjennom læring over lengre perioder, og i mange tilfeller er slike stimuli-responskjeder nyttige for at vi skal reagere raskt og adaptivt (Miller & Cohen, 2001). Overordnede mål er ikke nødvendigvis knyttet til spesifikke responser eller atferd. Et mål kan gi mange mulige fremgangsmåter for å nå det, og er på denne måten mer fleksibelt (Verbruggen & Logan, 2009). Som menneske fører mål til at man kan overstyre impulser og planlegge frem i tid (Norman & Shallice, 1986). Dette er også viktig når mennesker skal utøve selvkontroll, og kognitiv kontroll er dermed også av betydning for å forstå hvordan vi regulerer oss selv (Robinson, Schmeichel & Inzlicht, 2010).

Dersom mål skal føre til adaptiv atferd, kreves det en kontrollprosess som sikrer at stimuli-responskjeden kan overstyres når det er nødvendig. Kontrollprosessen bestemmer hvor mye informasjon fra miljøet som blir gjort tilgjengelig for organismen. Det må skapes en balanse mellom å beskytte det nåværende målet fra forstyrrelser og muligheter for å la miljøet endre gjeldende mål når situasjonen krever det. For eksempel vil det ikke være hensiktsmessig å fortsette spisingen dersom et rovdyr nærmer seg. Goschke & Dreisbach (2008) poengterer at ved konflikter og i komplekse situasjoner der kognitiv kontroll kreves, vil etterfølgende prosessering være preget av beskyttelse av målet og dermed større evne til å ignorere irrelevant informasjon. Personer får mer behov for å benytte seg av kognitiv kontroll dess mer komplisert og konfliktfylt en oppgave eller situasjon blir.

Det har også blitt forsket på hva som bestemmer om mennesker lar seg påvirke av stimuli

fra miljøet eller om stimuli blir blokkert og ignorert. Den siste tilnæringsmåten sikrer at man kan følge sitt mål uten forstyrrelser som sikrer atferdsmessig stabilitet. Dreisbach & Goschke (2004) tenker at affektiv informasjon kan være en faktor som medierer om oppmerksomheten er stabilitet eller fleksibilitet. Det finnes flere eksempler på at positiv affekt påvirker vår evne til kreativitet og fører til større åpenhet, mens negativ affekt signaliserer at noe er problematisk og derfor må analyseres nøye, som fører til et mer innsnevret syn på verden (Forgas, 2001). Dreisbach & Goschke (2004) viste at når personer var i godt humør, så gjentok de kjente handlinger mindre, men dette brakte med seg en kostnad i form av at de lettere lot seg distrahere.

Kognitiv kontroll kan også relateres til mer emosjonell kontroll styrt av orbitofrontal korteks (Price, Carmichael & Drevets, 1996), men siden oppgaven fokuserer på mer kognitive aspekter, vil ikke denne formen for kontroll drøftes inngående i oppgaven.

Begrepet kognitiv kontroll ligner også på uttrykket inhibitorisk kontroll (Westerhausen & Hugdahl, 2010; Nielson, Langenecker & Garavan, 2002), selv om det i den forbindelse må påpekes at kognitiv kontroll ikke bare innebærer inhibisjon. Kontroll kan også bestå av eksitasjon, som når en ny respons må skapes eller et lite brukt nettverk for en bestemt type atferd skal benyttes (Toates, 1998).

Inhibitorisk kontroll kan deles inn i forskjellige undergrupper. Nigg (2000) har for eksempel delt de ulike inhibitoriske oppgavene i fire: Inhibering av forstyrrelser, kognisjon, oculomotorikk (øyebevegelser) og motorikk, der inhibering av forstyrrelser og kognisjon har mest til felles med begrepet kognitiv kontroll. Friedman & Miyake (2005) har også undersøkt hvordan inhibitorisk kontroll kan deles inn. De har ved hjelp av statistiske metoder sett at evnen til å inhibere automatiske responser og evnen til å beskytte mål mot forstyrrelser, er relatert til hverandre. I tillegg finnes det en annen del av inhibitorisk kontroll som omhandler evnen til inhibisjon av proaktiv påvirkning, som betyr at man ikke lar seg påvirke av gamle minner og lignende. Disse ulike typene inhibisjon var videre knyttet til forskjellige oppgaver. Blant annet krever oppgaver som ser på evnen til å lage tilfeldige nummer, evne til inhibisjon av forstyrrelser, mens frekvens av uønskede tanker

var relatert til inhibisjon av proaktiv påvirkning.

En viktig faktor ved begrepet kognitiv kontroll er at forskjellige typer inhibisjon ikke nødvendigvis er like krevende. For eksempel viser en studie med tospråklige som gjør det godt på kognitiv kontroll-oppgaver, at de gjør det ekstra godt på oppgaver som krever inhibisjon av irrelevant stimuli, mens de gjør det like godt som kontrollpersoner på oppgaver som krever inhibisjon av en mer automatisk respons (Martin-Rhee & Bialystok, 2008). Dette kan tyde på at det er forskjeller relatert til hva som skal inhiberes og kontrolleres.

Det finnes også forskjeller relatert til hvor bevisst kognitiv kontroll er. Det har tidligere vært en oppfatning at kognitiv kontroll involverer bevisste prosesser, men en studie fra van Gaal, Ridderinkhof, van den Wildenberg & Lamme (2009), viste at responser kunne stoppes og kontrolleres med bruk av maskerte stoppsignaler som ikke når bevisstheden. Med andre ord kan visse aspekter av kognitiv kontroll og inhibisjon skje utenfor vår bevissthet, særlig for personer som i utgangspunktet har gode kontrollmekanismer. van Gaal med kolleger (2009), peker på at selv om kontrollen også oppstår på et ubevisst plan, så er den mer effektiv når mennesker er bevisste på hva de ønsker å kontrollere.

Et annet moment ved kognitiv kontroll er at evnen kan testes ved bruk av nevropsykologiske tester. Et kjent eksempel er Color-Word test som består av ord som skal leses (Stroop, 1935). Ved å kombinere ord og farge, kan testen skape betingelser som er konfliktfylte. Dersom ordet rød for eksempel står skrevet med grønn farge, og man blir bedt om å bare si fargen, skaper testen et behov for kognitiv kontroll siden vi automatisk prefererer å lese ordet heller enn å benevne fargen (Uttl & Graf, 1997). Flere andre tester har blitt brukt for å undersøke kognitive konflikter, eksempler er Wisconsin Card Sorting Test (WCST), anti-sakkade oppgave, ax-CPT, Flanker test, go/no go test, Simon test og dikotisk lytting (Mansouri et al., 2009; Thompson-Schill et al., 1998).

Hos noen av oppgavene som skaper kognitive konflikter, er det en forskjell mellom stimuli som man grunnet automatikk har lett for å respondere på, og stimuli som man må skal fokusere på grunnet oppgavens art. Den siste gruppen med stimuli er ofte mindre vanlig å respondere på. Når

oppgavene er inkongruente, må forsøkspersonen respondere i forhold til minst to forskjellige stimuliegenskaper som er i konflikt, eller velge en av to responser som er i konflikt. I kongruente forsøk er egenskapene ikke i konflikt, for eksempel kan ordet rød også stå i rød skrift. Inkongruente oppgaver tar ofte lenger tid å løse, og krever mer styring fra prefrontal korteks enn kongruente oppgaver som kan bearbeides automatisk (Mansouri et al., 2009).

Ytre og indre variabler som påvirker kognitiv kontroll

Kognitiv kontroll blir påvirket av ytre og indre variabler. Functional magnetic resonance imaging (fMRI) studier, som måler blodgjennomstrømming i hjernen for så å korrelere denne med oppgaverelatert aktivering (Westlye, 2007), viser at personlige variabler og ytre motivasjon i form av belønninger, påvirker resultatet når forsøkspersoner skal løse oppgaver som krever kognitiv kontroll. Ytre variabler som kan være med på å påvirke evnen til kognitiv kontroll er blant annet inntak av alkohol. Studier viser at personer som drikker alkohol har større problemer med å stoppe negative fordommer som blir aktivert automatisk enn kontrollpersoner som drikker en placebo (Bartholow, Dickter & Sestir, 2006).

Et studie av Locke & Braver (2008) fant også personlighetsvariabler og ytre variabler som påvirker kognitiv kontroll, ved å bruke AX Continuous Performance Test (AX-CPT). CPT er en oppgave som omhandler overvåkingen av stimuli, der forsøkspersonen skal trykke på en X når denne dukker opp på skjermen. I en AX-CPT oppgave skal forsøkspersonene bare respondere på X dersom en A har kommet rett før selve X stimulusen. Personlighetsvariablene de målte var knyttet til motivasjon, og ble operasjonalisert som tendensen til å oppsøke belønninger eller unngå straff. De undersøkte også ytre belønning i form av penger. Personlighetsvariablene og belønning ble analysert ut ifra om de hang sammen med aktivering av spesifikke hjerneområder og om de så påvirket resultatet på en oppgave som krever kognitiv kontroll. Det viste seg at belønning og individuelle forskjeller i motivasjon forbedret reaksjonstiden på oppgaven og dermed resultatet. Denne forbedringen hang sammen med økt aktivering i bestemte hjerneområder.

Andre egenskaper som kan være av betydning i forhold til kognitiv kontroll er for eksempel tospråklighet. Personer som er tospråklige må i tidlig alder lære seg evnen til å skille mellom språkene, som legger press på evnen til fleksibilitet relatert til oppmerksomhet og inhibitorisk kontroll (Bialystok, 1999). Denne evnen gir tospråklige personer fordeler på andre ikke-språklige oppgaver som krever de samme evnene. En studie som så på resultater på en Simon oppgave, som krever kognitiv kontroll ved at en automatisk respons mot et spesifikt spasielt område innlæres og deretter må ignoreres, viste at tospråklige hadde lavere responstid enn kontrollgrupper. Særlig eldre tospråklige gjorde det bedre på oppgaven (Bialystok, Craik, Klein & Viswanathan, 2004). Videre er tospråklighet ofte en større fordel dess mer kompleks oppgaven blir.

En annen personlighetsvariabel som også er relatert til kognitiv kontroll er tendenser til handling (handlingsorientering) i motsetning til tendens til å unngå handling (tilstandsorientering). Personer som handler i motsetning til ikke handler, vil også like endring bedre enn personer som unngår å utføre handlinger. Forskning viser at personer som er handlingsorienterte har større evne til kognitiv kontroll, men igjen viser denne effekten seg først når oppgavene blir komplekse (Jostmann & Koole, 2007). Forskere har også sett på om det er mulig å finne genetiske faktorer som forklarer de individuelle forskjellene i kognitiv kontroll. Reuter, Ott, Vaiti & Henning (2007), har sett på gener hos 100 friske forsøkspersoner og funnet at gener relatert til tryptofan hydroxylase kunne forklare varians i forhold til feil på en Flanker-oppgave, hvor distraherende stimuli omhyller et mål-stimuli som forsøkspersonen responderte på.

Kognitiv kontroll blir påvirket av forskjellige ytre og indre variabler, som motivasjon, personlighet, affekt og tospråklighet. I tillegg til dette er kognitiv kontroll også avhengig av hvilken livsfase personen befinner seg i. Evnen til å undertrykke responser, er viktig allerede i tidlig alder. En studie gjort med babyer i 11 måneders alder, viste at språkpersepsjon korrelerte positivt med god kognitiv kontroll. Det kan tenkes at 11 mnd gamle babyer som har god kognitiv kontroll har lettere for å ignorere trekk ved språket som ikke er relevante når morsmålet skal læres (Conboy, Sommerville & Kuhl, 2008).

Kognitiv kontroll hos forskjellige grupper

Forskning tyder på at evnen til kognitiv kontroll utvikler seg etter en omvendt U-format kurve. Generelt er kognitiv kontroll ofte underutviklet i tidlig alder, før den forbedres hos voksne. Når man blir eldre reduseres evnen igjen. Forskjellen mellom barn og voksne består i at barn har redusert prosesseringshastighet. Forskjellen mellom voksne og eldre ser derimot ut til å involvere andre mekanismer, som for eksempel at inhibitorisk kontroll er mindre *effektivt* hos eldre (Christ, White, Mandernach & Keys, 2001). Videre har fMRI studier funnet ulik aktivering i hjerneområder hos forskjellige aldersgrupper når gruppene må undertrykke en urelevant, men lett tilgjengelig respons. Resultatene viste at barn som var 8-12 år generelt hadde større problemer med inhibisjon enn voksne. Når de likevel klarte å inhibere en respons, hadde de mer aktivitet i venstre inferior frontal korteks, og i områder lenger bak enn voksne. Voksne aktiverte områder i høyre frontal korteks (Bunge, Dudukovic, Thomason, Vaidya & Gabrieli, 2002). Det har også blitt gjort forsøk med barn i 4-års alder. De viste at unge barn hadde store problemer med å undertrykke en preferert respons om å si dag når de fikk se en sol, og natt når de fikk se en måne. Dette problemet var ikke relatert til å huske mange regler, siden de ikke gjorde det bedre om de fikk en ny regel som bestod av å bare si det motsatte. De gjorde det derimot bedre hvis de ble bedt om å respondere noe helt annet til bildene, for eksempel å si gris når de så solen, selv om dette krevde at de husket like mange regler som i den første oppgaven (Diamond, Kirkham & Amso, 2002). Chatham, Frank og Munakata (2009) har sett på forskjeller hos barn i ulike aldersgrupper, og fant at barn som er 3.5 år, brukte en reaktiv form for kontroll, som fokuser på den relevante informasjonen i omgivelsene og handler ut fra denne. Åtteåringer benyttet derimot en proaktiv eller aktiv kontrollteknikk på en AX-CPT oppgave, der de gjorde seg klar til å respondere da de så en A som i de fleste tilfellene predikerer en etterfølgende X som skal responderes på. Barna i åtteårs-alder klarte på denne måten å opprettholde regelen om at etter A følger X, mens de små barna bare responderte på X.

Et annet viktig moment knyttet til kognitiv kontroll er at evnen er betydningsfull for vår

livskvalitet. Redusert kognitiv kontroll ses hos ulike grupper. Flere psykiske vansker er også knyttet til dysfunksjon i disse områdene. Både pasienter med Tourette, Obsessive compulsive disorder, schizofreni, AD/HD, Nevrofibromyalgi type 1, eksternaliserende diagnoser som relaterer seg til sinnemestring og psykopati, AD/HD, demens og da også Alzheimer sykdom har vansker relatert til kognitiv kontroll (Channon et al., 2009; Sadeh & Verona, 2008; Rowbotham, Pit-ten Cate, Sonuga-Barke & Huijbregts, 2009, Enright & Beech, 1993; Brodal, 1995; Peterson et al., 1998; Sowell et al., 2003). Kognitiv kontroll ser også til å reduseres hos personer med lukkede hodeskader (Seignourel et al., 2005).

I tillegg viser forskning som har benyttet selvrapporteringsskjema for å undersøke sammenhengen mellom selv-kontroll, kognitiv kontroll og livsmestring, at redusert kontroll er forbundet med utbrenthet på jobb (Schmidt, Neubach & Heuer, 2007). Kognitiv kontroll korrelerer videre med theory of mind, som innebærer å tolke andres atferd ut fra forestillinger om deres tanker, motivasjon og personlige faktorer. Theory of mind er viktig for å kunne føle empati, som igjen har betydning for hvordan mennesker relaterer seg til hverandre sosialt (Carlson & Moses, 2001).

Dette viser at kognitiv kontroll har relevans i forhold til flere psykologiske problemstillinger. Forskning som belyser rollen prefrontal korteks og kognitiv kontroll spiller, er viktig for å forstå disse problemstillingene, også relatert til eldre.

Prefrontal korteks og kognitiv kontroll

Evnen til å være fleksibel og tilpasse oss nye situasjoner som krever andre responser enn det vi er vant med, er viktig for å overleve, og kan tenkes å ha stor betydning for at mennesker har klart å tilpasse seg de fleste miljøer i verden. Det antas at denne evnen henger sammen med utvikling av forhjernen (Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005).

Hjernen har gjennom evolusjonen utviklet seg til å bli stadig mer avansert; områder har utviklet seg og antall nerveceller og synapsene mellom dem er mer tallrike hos mennesker. Frontallappen og prefrontal korteks er hjerneområdene som har videreutviklet seg mest i forhold til

andre dyrearter. Området er større og mer utviklet enn hos for eksempel aper (Armstrong, 1990).

Frontal korteks opptar så mye som en tredjedel av all kortikal masse, selv om grensene til andre hjerneområder ikke er helt klart definert (Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005). Prefrontal korteks er den fremre delen av frontal korteks, og tar opp halvparten av hele det frontale området (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002). Prefrontal korteks er populært knyttet til funksjoner som har blitt forbundet med unike menneskelige egenskaper (Passer & Smith, 2004).

Prefrontal korteks er igjen inndelt i mindre deler. En av disse inndelingene er utviklet av Brodmann (1995), hvor prefrontal korteks omfatter område 8-13, 24, 32, 44, 45, 46 og 47.

Prefrontal korteks har også blitt inndelt i forhold til de ulike sidene området består av. Den laterale siden befinner seg nær det premotoriske området og området for det fremre øyefeltet som ligger inntil skallen. Den ventromediale eller orbitofrontale delen av prefrontal korteks ligger fremfor corpus callosum og mellom de to hemisfærene. Den kan også sies å ligge på nedsiden av prefrontal korteksnær øyeregionen (Ward, 2006). I nærheten ligger også anterior cingulate, som kan beskrives som det tredje anatomiske skillet, selv om noen teoretikere ikke mener denne delen tilhører prefrontal korteks siden området skiller seg ut ved å være et område med en eldre fylogenetisk historie, i tillegg til at den strukturelt sett skiller seg fra andre områder. Anterior cingulate har ofte blitt forbundet med limbisk aktivitet (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002).

De ulike områdene er ofte assosiert med spesifikke funksjoner, selv om det er uenighet om de ulike kognitive funksjonene kan lokaliseres til bestemte områder (Fuster, 2001). Oppgaven vil se videre på de ulike områdene og relatere de til kognitiv kontroll der dette passer. Det bør poengteres at siden kognitiv kontroll defineres på ulike måter, og inkluderer forskjellige funksjoner som kanskje skiller seg fra hverandre, kan det tenkes at ulike aspekter av kognitiv kontroll involverer forskjellige hjerneområder. Videre bør det poengteres at de ulike områdene ofte samarbeider når ulike oppgaver skal utføres, og skillene som blir beskrevet er derfor noen ganger forenklet i forhold til realiteten (Friedman & Miyake, 2005).

Lateral prefrontal korteks. Lateral prefrontal korteks (LPFK) kan deles inn i flere underområder. Blant annet befinner både ventrolateral prefrontal korteks (VLPFK), dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) seg her (Se figur 1 for en hierarkisk inndeling). De to områdene har blitt assosiert med minne og oppmerksomhet, som er knyttet til mer «kjølige», eller logiske, kognitive oppgaver (Goldman-Rakic, 1987). DLPFK har også blitt knyttet til utøvelse av kognitiv kontroll og planlegging, og er med på å overvåke konflikter mellom stimuli (Frith, 2000; Thomsen, Rimol, Ersland & Hugdahl, 2004; Mansouri et al., 2009). Medial frontal gyrus, som befinner seg i DLPFK, er av betydning når man skal undertrykke stimuli, særlig i høyre hemisfære (Nielson, Langenecker & Garavan, 2002). Dette området er også et av de prefrontale områdene som var korrelert med alder i oppgaver som krevde undertrykking. Det var også mer aktivert hos unge voksne enn hos eldre (Casey et al., 1997; Nielson, Langenecker & Garavan, 2002). Studier som har sett på strukturelle korrelater knyttet til kognitiv kontroll, viser at størrelse på områder i medial frontal korteks (venstre hemisfære) hang sammen med inhibisjon (Westlye, 2007). Denne aktiveringen i medial frontal gyrus var videre knyttet til oppgavetyper som krevde at man selektivt skiftet mellom forskjellige alternativ (Nielson, Langenecker & Garavan, 2002). Oppgaver som går på skifting av oppgaver selektivt, kan kanskje tenkes å skille seg en del fra typiske kognitiv kontroll oppgaver hvor en mer automatisk respons må undertrykkes til fordel for en mer oppgaverelevant respons. Et skifte kan likevel tenkes å involvere kognitiv kontroll ved at et nytt skifte krever at man undertrykker tidligere responser som ligger lett tilgjengelig i minnet (De Jong, 2001).

Studiet til Nielson, Langenecker & Garavan (2002) viste aktivering i venstre inferior frontal gyrus som ligger i VLPFK. Tidligere har området blitt assosiert med inhibering av en mer automatisk og sterk respons. Nyere studier viser at inferior frontal gyrus blir særlig aktivert når forsøkspersonen må løse oppgaver som er vanskelige og derfor krever stor grad av overvåkning (Swick, Ashley & Turken, 2008; Konishi, Nakajima, Uchida, Sekihara & Miyashita, 1998).

LPFK er videre knyttet til forskjellige arbeidsminneoppgaver som krever at representasjoner både fra fortiden og nåtiden blir opprettholdt for å gjennomføre relevante oppgaver (Gazzaniga, Ivry

& Mangun, 2002). Arbeidsminne er en av hjernefunksjonene som kan inkluderes under begrepet kognitiv kontroll. Det tenkes at arbeidsminnet hele tiden opprettholder de relevante målene i en gitt situasjon for at kognitiv kontroll skal kunne utøves. Dersom målene manglet, ville ikke det vært mulig å vite hva som skulle kontrolleres. Engle (in press) peker på at personer med høy arbeidsminnekapasitet gjorde det bedre enn personer med lav arbeidsminnekapasitet på en Flanker-oppgave, hvor man må inhibere en mer automatisk øyerefleks, og på en dikotisk lytting oppgave.

Inferior frontal korteks, eller Brodmann område 45, er også viktig for arbeidsminnet. Thompson-Schill med kolleger (2002) testet evnen til å respondere på tross av forstyrrelser og distraktorer hos en pasient (R.C.) med skader i fremre deler av inferior frontal korteks. Denne pasienten hadde store problemer med å undertrykke tidligere presenterte bokstavstimuli som ikke lenger var relevante. Området var også av betydning i andre oppgaver der forsøkspersonen måtte velge blant flere alternativ og responser.

Selve opprettholdelsen av bestemte mål i arbeidsminnet er knyttet til fungerende dopaminrelatert aktivitet i spesifikke hjerneområder (Braver & Cohen, 2000). Når arbeidsminnet blir benyttet i stor grad, går dette utover evnen til å opprettholde kognitiv kontroll. Dette kan igjen føre til en paradoksal effekt, ved at situasjoner som i utgangspunktet fører til redusert kognitiv kontroll grunnet et overbelastet arbeidsminne, fungerer som et slags «cue» eller «hint» som signaliserer at ytterligere kontrollprosesser bør iverksettes og som dermed øker den kognitive kontrollen samlet sett (Jostmann & Koole, 2007). Dette kan skje ved for eksempel å bruke arbeidsminnet mer effektivt (Eysenck & Calvo, 1992)

Orbitofrontal korteks og mediale områder. Orbitale og mediale områder har vært knyttet til inhibering av atferd, i tillegg til oppgaver av mer emosjonell og sosial art. Området har også fått beskrivelsen «hot», siden oppgavene som blir styrt herifra ofte er emosjonelt relevante for oss (Miller & Cohen, 2001). Friedman & Miyake (2005) har funnet at inhibering kan deles inn i flere undergrupper, blant annet inhibisjon av proaktiv påvirkning. Det har vært spekulert om de ulike

formene for inhibisjon involverer ulike hjerneområder, og at orbitofrontal korteks er mer involvert i inhibisjon i forhold til proaktive forstyrrelser. Inhibering i de orbitale og mediale områdene kan få kraftigere utslag på hjerneskaninger, nettopp fordi betydningen av å redusere konflikter i forhold til emosjonelle og sosiale stimuli er viktigere for mennesker enn å redusere rent kognitive og mer «intellektuelle» konflikter (Miller & Cohen, 2001).

Anterior cingulate. Et siste område som er relatert til prefrontal korteks, er cingulate korteks, særlig anterior cingulate som befinner seg rett under superior frontal gyrus i medial frontal korteks. Anterior cingulate er også koblet til en mengde andre områder i hjerner, som motor korteks (Miller & Cohen, 2001). Nerveceller fra thalamus og områder i hjernestammen, har også forbindelser til anterior cingulate. Områder i hjernestammen har populært vært knyttet til våkenhet og årvakenhet, som er nødvendig for å holde fokus å få med seg det som skjer i miljøet. Dersom slike basale våkenhetsmekanismer ikke fungerer, vil organismen ikke være i stand til å utføre noen oppgaver i det hele tatt (Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005).

Anterior cingulate har også tallrike forbindelser til LPFK. Andre deler av cingulum har også forbindelser til områder i frontallappen, i tillegg til områder i temporallappen. På samme måte som prefrontal korteks har også anterior cingulate blitt inndelt i en «emosjonell» del og en mer «kognitiv del» (Mansouri et al., 2009). Anterior cingulate blir aktivert når forsøkspersoner løser oppgaver som krever oppmerksomhet, særlig delt oppmerksomhet. Aktiviteten er ekstra høy til mer krevende og ukjent oppgaven blir (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002).

Flere forsøk har vist at anterior cingulate er viktig ved kognitive konflikter (Botvinick, Nystrom, Fissell, Carter & Cohen, 1999). Det har blitt foreslått at området overvåker oppgaver for å registrere konflikter, for så å videreformidle denne informasjonen til DLPFK, som i sin tur regulerer aktiviteten i nettverket som fremmer oppgaverelevante stimuli og responser. Siden dette nettverket fremmes allerede etter den første konflikten, er det fortsatt tilgjengelig dersom enda en konfliktfylt situasjon oppstår rett etterpå. Studier tyder på at anterior cingulate har en generell rolle i overvåking

av problematiske situasjoner, både kognitive og konflikter relatert til selvkontroll (Goldberg, 2002).

Når de nødvendige mekanismene for å løse konflikten er aktivert, trengs ikke anterior cingulate i samme grad (Cohen, Botvinick & Carter, 2000; Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002).

Westlye (2007) sin hovedoppgave testet personer med hendelsesrelaterede potensialer (*ERP, event related potentials*) som målte aktivitet i anterior cingulatum samtidig som de gjennomførte oppgaver som krevde kognitiv kontroll. ERP undersøker endringer i spenning målt på hodeskallen som ofte tilsvarer endringer i aktivitet i hjerneområder grunnet systematiske forandringer i oppgaver og stimuli i miljøet (Luck, 2005). I oppgaven fant Westlye ingen signifikant korrelasjon mellom hvordan forsøkspersonene gjorde det på oppgavene og skårer på ERP. Dette tyder på at anterior cingulate ikke alene er nødvendig for utøvelse av kognitiv kontroll, selv om den spiller en rolle. Westlye (2007) beskriver også at strukturelle hjernemål, som tykkelse og størrelse på anterior cingulate, korrelerte med ERP-respons, ved at mindre områder hang sammen med sterkere ERP amplitude.

En annet studie som har sett på hvilke rolle anterior cingulate og DLPFK spiller, har brukt electroencephalogram (EEG) mål hos personer som blir hypnotisert. EEG blir brukt for å måle elektriske impulser fra hjernen. De sammenlignet resultater fra personer som lett lar seg hypnotisere og personer som ikke gjør det. Ved å bruke en Color-Word oppgave (som skaper inkongruente betingelser mellom ord og farger) som hadde ulike konfliktgrader, viste EEG-relatert aktivitet at personer som lett lot seg hypnotisere, økte aktiveringen av anterior cingulate under konflikt. Samtidig viste analyser at forbindelsen mellom anterior cingulate og DLPFK ikke ble opprettholdt. Studiet tydet på at personer som lett lar seg hypnotisere får økt aktivering i anterior cingulate som tyder på større konflikt, men denne økte aktiviteten lar seg ikke overføre til DLPFK, hvor den kognitive kontrollen blir utøvd. Dette ble støttet ved at personene også gjorde det dårligere på Color-Word oppgaver der konfliktnivået var høyt. Med andre ord oppstod det et brudd i forbindelsen mellom anterior cingulate og dorsolateral prefrontal cortex, som førte til at kognitiv kontroll ikke ble utøvd når personene var hypnotiserte (Egner, Jamieson & Gruzelier, 2005).

Det finnes andre forskere som mener at anterior cingulate har en større rolle enn bare å registrere kognitive konflikter. Mansouri, Tanaka & Buckely (2009) presenterer blant annet en teori hvor de antar at området er med på å implementere endringene som kreves når konflikter skal løses.

I tillegg til de nevnte områdene som tradisjonelt har blitt forbundet med prefrontal cortex, bidrar også andre områder under utførelsen av eksekutive funksjoner. Eksempler på slike områder er basal ganglia, cerebellum, parietallappen, intraparietal sulcus og hippocampus (Collette et al., 2005). For eksempel gjør Parkinson pasienter og pasienter med skader i cerebellum det dårlig på oppgaver som er relatert til prefrontale områder selv om de ikke har skader i de frontale områdene (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002). En studie så på kognitiv kontroll der begrepet omhandlet evnen til å undertrykke en mer automatisk motorisk handling. fMRI-bilder viste at områder som var aktive ved kognitiv kontroll var høyre midtre og nedre prefrontal gyrus i tillegg til frontale limbiske områder, fremre insula og nedre parietalområder. Selve respons inhibisjonen så ut til å bli styrt av et komplekst kortikalt nettverk (Garavan, Ross & Stein, 1999).

Prefrontal Korteks og funksjon

Prefrontal korteks har stor betydning for mange funksjoner. De er involvert i beslutningstaking, personlighet, forståelse, minne, oppmerksomhet, selv-referering, mentaliseringsevne og emosjoner, for å nevne noen eksempler (Goldberg, 2002; Schmitz, Kawahara-Baccus & Johnson, 2004; Courtney, Petit, Haxby & Ungerleider, 1998; Goldman-Rakic, Cools & Srivastava, 1996). Tidligere var det fortsatt en del uvisshet knyttet til prefrontal korteks sin funksjon, i dag er det stadig mer forskning som peker på området sin sentrale rolle for oss mennesker. Miller & Cohen (2001) mener prefrontal korteks har som oppgave å oppdage fellestrekk på tvers av hendelser i omgivelser, særlig knyttet til regler og mål. Elkhonon Goldberg (2002) peker på at prefrontal korteks er som hjernens dirigent. Den styrer og organiserer delprosessene til de fleste funksjoner i hjernen, noe som stemmer overens med forskning som viser at prefrontal cortex har forbindelser til områder i oksipital, parietal, temporallappen og flere andre viktige områder i

hjernen (Brodal, 1995). Mange områder i prefrontal korteks mottar videre informasjon fra to eller flere sansesystemer (Chavis & Pandya, 1976).

Prefrontal korteks har også forbindelser innenfor de ulike delområdene som prefrontal korteks består av (Ward, 2006). Dette er av betydning for å samordne informasjon. De lokale forbindelsene gjør at området kan utveksle, koordinere og integrere informasjon seg imellom, for å få en oversikt over hva som skjer i resten av hjernen (Miller & Cohen, 2001). I tillegg er prefrontal korteks fleksibel, slik at nerveceller kan lære å respondere selektivt på stimuli som tidligere ikke har hatt relevans (Bichot, Schall & Thompson, 1996).

Forbindelsene mellom prefrontal korteks og andre hjerneområder går begge veier, noe som betyr at området både mottar og sender ut impulser til de samme områdene. Dette er betydningsfullt for å opprettholde en fungerende styringsfunksjon. På denne måten får prefrontal korteks informasjon fra alle aktørene og kan deretter påvirke dem (Goldberg, 2002).

Mekanismer bak prefrontal fungering

Det finnes ulike teorier knyttet til hva som er mekanismen bak prefrontal funksjon og kognitiv kontroll. Teoriene kan grovt inndeles i to, hvor den første teoretiske gruppen ser på prefrontal korteks sin funksjon som et resultat av en enkel mekanisme som omfatter alle områdene. Den andre tenker at det ligger forskjellige mekanismer bak prefrontal fungering.

I den første gruppen finnes det to hovedteorier. Den første ser på prefrontal korteks sin evne til å lage midlertidige nettverk av assosiasjoner mellom oppgaverelevante trekk. Den andre ser på opprettholdelse av mål som en felles mekanisme som ligger bak alle eksekutive funksjoner.

Selv om forskning begynner å klargjøre hvordan kognitiv kontroll opererer, er det viktig å huske at uten fungering på andre områder, som for eksempel oppmerksomhet, ville ikke kognitiv kontroll vært mulig. Oppmerksomheten blir igjen påvirket av perseptuelle faktorer i omgivelsene. Dersom det er mye informasjon og stimuli tilgjengelig på samme tid, må oppmerksomheten selektere ut hva som skal fokuseres på. Til flere stimuli som er tilgjengelig på samme tid, til lettere

blir det for forsøkspersoner å ignorere urelevant oppgaveinformasjon. Det tenkes at frontale områder som det frontale øyefeltet og anterior cingulate modulerer fokus når miljøet er krevende og på den måten bestemmer hva som når den visuelle bevisstheten. Etter dette vil septohippocampus og nettverk knyttet til området, overvåke om personen oppnår sine mål og responderer som ønsket. Kognitiv kontroll opererer altså etter at stimuli har blitt utvalgt automatisk av oppmerksomheten, og evnen til å undertrykke distraherende stimuli krever mer når arbeidsminnet er under press. Samtidig er kognitiv kontroll av betydning også for oppmerksomhet. Dersom forsøkspersoner fra før av er involvert i en oppgave som legger press på arbeidsminnet og områder i prefrontal korteks som korrelerer med kognitiv kontroll, får de vansker med å ignorere urelevante distraktorstimuli på en visuell oppgave (Lavie, Hirst, Fockert & Viding, 2004; Lavie & Fockert, 2006).

Opprettelse av midlertidige assosiasjoner som forklaringsmodell. Det finnes to teorier som baserer seg på tanken om at en enkel mekanisme kan forklare prefrontal funksjon. Den første baserer seg om at prefrontal korteks utøver sin funksjon ved å lage midlertidige assosiasjoner mellom nerveceller eller nettverk, som er tilpasset spesifikke mål. Et forsøk av Asaad, Rainer & Miller i 1998 med aper, viste at spesifikke prefrontale celler «fyret» selektivt til en assosiasjon mellom to stimuli. Et eksempel på dette er at en øyebevegelse til venstre blir predikert av et bestemt objekt. Cellene reagerte ikke på objektet eller øyebevegelsen alene, assosiasjonen var nødvendig. En svekkelse mellom disse assosiasjonene, vil ifølge teorien svekke selve utførelsen av oppgaven (Kimberg & Fahrens, 1993). Ifølge Miller og Cohen (2001) vil disse assosiasjonene tendere mot å involvere nye kombinasjoner mellom stimuli, og det kan tenkes at disse assosiasjonene blir til gjennom samarbeid mellom prefrontal korteks og episodisk minne i hippocampus (Cohen, Braver & O'Reilly, 2006).

Opprettholdelse av mål knyttet til assosiasjonene blir styrt av andre kortikale områder. Disse områdene har i oppgave å ekskludere informasjon som ikke er av betydning for målet og assosiasjonene. Dersom den gjeldende stimulusen som slippes gjennom fører til belønning for

eksempel i form av korrekt atferd, vil tendensen til å reagere på samme stimuli som skapte assosiasjonen og atferden, forsterkes. Etter hvert bygges det opp et lager med mulige assosiasjoner som kan hentes frem, og som hele tiden oppdateres ut fra om de fører til belønning. Det tar tid før assosiasjonene blir lært. Først aktiveres situasjonen rundt og responsen separat, men etter hvert som den samme situasjonen og responsen har blitt aktivert etter hverandre flere ganger, dannes det en assosiasjon mellom dem. Denne assosiasjonen vil så utløse responsen raskt og effektivt når en tilsvarende situasjon med spesifikke mål oppstår.

Eksempler på hva som skjer når en person ikke evner å skape nye assosiasjoner, kan ses hos personer med frontale skader (Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005). Disse personene har blant annet vansker med å benytte seg av atferdsregulerende regler (Grafman, 1994), noe som viser seg ved at de blant annet har problemer med å lære seg assosiasjoner mellom forskjellige «cues» eller hint, og spesifikke responser. Passingham (1993) peker på at prefrontal aktivitet ofte baserer seg på hvis.. så... regler, slik at en redusert funksjon vil være hemmende i forhold til læring, noe som vil påvirke sosiale evner.

Læring innebærer også at vi noen ganger må prøve forskjellige responser før vi finner ut hvilken respons som passer i den gitte situasjonen. Forsterkningsmekanismer vil signalisere om responsen er hensiktsmessig, og dette signalet fører til at assosiasjonen blir styrket og ikke forkastet.

Det er forsøkt å demonstrere hvordan prefrontal korteks fungerer ved å konstruere datamodeller som etterligner prefrontale funksjon. Modellen inkluderer forsterkningsmekanismer, og baserer seg på at prefrontale områder lagrer informasjon i forhold til dimensjoner. En dimensjon består av en overordnet kategori, som for eksempel form. En slik dimensjon kan inneholde flere stimuliegenskaper, som firkant og sirkel. Hver gang en ny oppgave skal løses, blir en regel knyttet til dimensjonen opprettet, og denne kan generalisere seg til andre typer oppgaver. For at dimensjonen skal lagres som en abstrakt representasjon, må den repeteres flere ganger, på en slik måte kan prefrontale områder lære gjennom prøving og feiling (Rogier, Noelle, Braver, Cohen, &

O'Reilly, 2005). Et praktisk eksempel er evne til selvkontroll. Meichenbaum (1977) peker på at denne evnen blir opprettet i barndommen. For eksempel kan en formaning fra foreldre, bli repetert subvokalt hos barnet. Ved at regelen blir repetert flere ganger, og hindrer sanksjoner eller fører til positiv belønning som dermed fører til forsterkningssignaler i hjernen, kan regelen internaliseres.

Selve forsterkningsmekanismene tenker Miller & Cohen (2001) har sammenheng med aktivitet i ventral tegmental området i midthjernen, som har består av tallrike dopaminerge nerveceller. Studier tyder også på at anterior cingulate har en betydning for å oppdage forbindelser mellom handlinger og belønninger. Skader i anterior cingulate hos *Macaca Mulatta* aper førte ikke til dårligere resultat etter at det gjorde feil, men det førte til problemer med å opprettholde responser som ble belønnet (Kennerley, Walton, Behrens, Buckley & Rushworth, 2006). Studier som fokuserer på personer med personlighetstrekk relatert til psykopati, viser at de ikke responderer med like høy feil-relatert negativitet på ERP mål i anterior cingulate under konflikter. Dette tyder på at de ikke er like var ovenfor konfliktfylte situasjoner og hva som vil føre til belønning og straff, som dermed kan føre til at de ikke håndterer situasjonen ut ifra moralske standarder og normer. Personer med psykopatitrekke som kommer under gruppen som karakteriseres av at de skylder på andre, har også større problemer med kognitiv kontroll, ved at de har vansker med å inhibere uønskede responser i komplekse situasjoner som legger stort press på arbeidsminne. Dette kan være med på å forklare deres tendens til risikofylte valg (Sadeh & Verona, 2008). Eldre får også større vansker relatert til å skille like nevralt representasjoner fra hverandre og dermed oppdage hva som skal belønnes. Dette kan henge sammen med at den dopaminerge moduleringen blir redusert etterhvert som vi eldes (Li, Lindenberger & Sikström, 2001).

Cohen, Braver og O'Reilly (1996) mener at dopaminerge baner også er med på å opprettholde stabile representasjoner ved å bestemme hvilke stimuli som «slipper igjennom», med andre ord opererer de dopaminerge banene med å styre hvilken informasjon som får passere porten til prefrontal korteks, og beskytter mot forstyrrende elementer ved å holde urelevant informasjon utenfor. At dopamin har stor betydning for om man klarer å være mental fleksibel, og dermed få

med seg det som skjer i omgivelsene, viser seg blant annet hos pasienter med Parkinson og pasienter med frontale skader. Disse gruppene viser ofte perservering på oppgaver, som betyr at de ikke klarer å tilpasse seg miljøet rundt på en fleksibel måte ved å hele tiden gjenta bestemte handlinger. Parkinson pasienter som fikk medisiner som økte dopaminerg aktivitet, perserverte mindre på en WCST oppgave (Owen et al., 1993).

Rollen dopamin spiller i kognitiv kontroll, er fortsatt ikke helt forstått. Det finnes flere dopaminerge nervebaner som ender opp i forskjellige områder i korteks, og disse områdene er videre knyttet til forskjellige kognitive funksjoner (Roberts et al., 1994).

Opprettholdelse av mål som forklaringsmodell. Den andre teorien som fokuserer på enkeltmekanismer involverer opprettholdelsen av mål som en viktig faktor for prefrontal fungering. Det er viktig at arbeidsminnet kan holde relevante mål i minnet og at disse blir oppdatert når det er behov for det. Uten evne til å opprettholde mål basert på kontekst, ville det ikke vært mulig med kognitiv kontroll, siden vi ikke hadde visst hva vi skulle kontrollere (Braver & Cohen, 2000). De Jong (2001) har studert pro og antisakkade oppgaver, som måler evnen til å flytte blikket vekk fra distraherende stimuli som normalt fører til en refleksiv øyebevegelse. Ved å manipulere mål som må opprettholdes gjennom oppgaven, fant De Jong (2001) at eldre klarte seg dårligere på den. Det var ikke de inhibitoriske prosessene i seg selv som var redusert, men den fleksible bruken av dem.

Målene er med på å spesifisere hva hjernen fokuserer på. Det finnes utallige kilder med informasjon i miljøet, og det vil alltid være en konkurranse i forhold til hvilken informasjon som når bevisstheten (Passer & Smith, 2004). Miller og Cohen (2001) foreslår at konkurranse mellom ulik informasjon er et viktig kjennetegn ved all nevralt aktivitet. Dette betyr at flere aktive nevralt nettverk konkurrerer om å oppnå høyest aktivitet, siden de nettverkene som aktiveres sterkest, kan tenkes å være nettverkene som når bevisstheten og blir senter for vår oppmerksomhet.

Forskjellige nettverk vil påvirke hverandre gjensidig, slik at noen øker aktiviteten, mens andre demper aktiviteten. Nettoresultatet av denne påvirkningen, er at de nervecellene som blir mest

aktivert, får «formidlet» sin informasjon i form av atferd. Tanken er at prefrontal korteks med opprettelse av indre mål og intensjoner, er med på å styre hvilke informasjonsbiter, og dermed hvilke nettverk, som når bevisstheden. Når den relevante informasjonen er identifisert, er det prefrontal korteks sin oppgave å inhibere urelevant informasjon og sikre at den relevante informasjonen blir registrert. Aktiviteten til prefrontal korteks må også være robust mot forstyrrelser, slik at den kan opprettholde representasjonene som styrer hva som skal fokuseres på. Forsøk viser at prefrontal korteks har evnen til å opprettholde aktivitet uten å bli forstyrret, og som oppgaven pekter på tidligere, er dette nødvendig for å sikre at vi ikke lar oss forstyrre av urelevant stimuli fra miljøet rundt (Goldman-Rakic et al., 1996).

Støtte for prefrontal korteks sin rolle i forhold til å opprettholde representasjoner og mål, viser seg ved at aktiviteten i PFC øker når oppgaven er ny, mens den reduseres når aktiviteter blir mer automatisert. (MacDonald, Cohen, Stenger & Carter, 2000; Banich et. al., 2000).

Et annet begrep av betydning for å forstå kognitiv kontroll og som er knyttet til mål er kontekst. Cohen, Braver og O'Reilly (2006) foreslår en databasert modell hvor kontekst er av stor betydning. De tenker seg at kontekst må representeres for at vi skal klare å løse oppgaver. Kontekst kan være instruksjoner vi får som vi må følge, stimuli som vi må fokusere på, eller et resultat av flere stimuli vi har prosessert tidligere, som gjerne kan resultere i en ny idé. Denne modellen er også knyttet til representasjon av mål, siden kontekst er med på å styre hvor relevant målet er, og hvilke handlinger som kan gjennomføres for å nå målene som er satt opp. Dersom et overordnet mål er å være lykkelig, så vil en trist kontekst, som for eksempel en begravelse, hemme det gjeldende målet for en stund, og heller fremkalle en atferd som personer vanligvis ikke viser, nemlig sorg og tristhet (Forgas, 2001). Siden denne handlingen hos mange ikke er den mest automatiske og naturlige, kreves det eksekutiv styring for å opprettholde den mindre dominante atferden. Dersom kontekst ikke blir representert og knyttet til målene, vil problemer med atfersregulering oppstå. I modellen blir denne konteksten representert som et «lag», som består av all relevant informasjon knyttet til den gitte situasjonen og oppgaven. Dette laget styrer de mulige nervebanene, eller

enhetene, i en retning som kontekstlaget spesifiserer som hensiktsmessig. Dette laget kan opprettholdes i PFC over tid, som er nødvendig når man må vente før man utfører en respons. På denne måten er kontekstlaget også forbundet med minnefunksjoner og mål (Cohen, Braver, O'Reilly, 2006). Seignourel et al. (2005) viste at pasienter med lukkede hodeskader hadde vansker relatert til å opprettholde kontekstinformasjon over tid når de skulle gjennomføre en variant av Color-Word oppgaven som ga nye instruksjoner under hvert forsøk (si fargenavn eller si farge). Dette førte til at de gjorde det dårligere på oppgaven enn vanlige forsøkspersoner, noe som tyder på at opprettholdelse av kontekst er av stor betydning for kognitiv kontroll. Pasientene viste videre evne til kognitiv kontroll dersom de hele tiden ble minnet på hva oppgaven krevde. Dette tyder på at de ikke nødvendigvis er slik at evnen til kognitiv kontroll er redusert i seg selv, problemet er heller at de ikke kan benytte seg av evnen fordi mål og kontekst ikke gir signaler om at kognitiv kontroll kreves.

Teorier som baserer seg på flere virkningsmekanismer. Felles for teorier som tenker seg at det finnes flere mekanismer bak eksekutiv fungering, er at det finnes distinkte «moduler» som tar seg av spesifikke oppgaver, og som samarbeider med andre moduler. Forskning har vist at spesifikke områder i hjernen noen ganger har ansvar for spesifikke oppgaver, som har ført til selektive vansker dersom områder har blitt skadet. Et eksempel på et hjerneområde som har en spesifikk oppgave er fusiform gyrus, som har blitt koblet til ansiktsgjenkjenning (Goldberg, 2009; Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005).

Av teoretikerne som mener at prefrontal korteks består av forskjellige mekanismer, er blant annet Petrides (1996), som tenker seg at midt-ventrolateral korteks sørger for å aktivere, gjenhente og opprettholde informasjon hentet fra forskjellige hjerneområder i arbeidsminnet, mens midt-dorsolaterale områder er involvert i aktiv manipulering av denne informasjonen. Badre & Wagner (2007), har også sett på distinkte prefrontale hjerneområder i en review artikkel relatert til minne. Studier viser at områder i fremre inferior gyrus, som tilsvarer Brodmann område 47, blir aktivert

når personer må velge mellom flere konkurrerende minner eller semantiske representasjoner som har blitt selektert. Områder i triangularis inferior frontal korteks, som befinner seg i Brodmann område 45 og som ligger i midten, ble mer aktivert når semantiske representasjoner eller episodiske minner skulle selekteres i forhold til bestemte mål. Denne doble dissosiasjonen peker på at to områder i hjernen er knyttet til spesifikke oppgaver, i dette tilfellet henholdsvis selektering og gjenhenting av en bestemt representasjon, som er viktige oppgaver i forbindelse med kognitiv kontroll.

En annen populær teori innenfor inndeling i forskjellige prosesser er Norman og Shallice (1986) sin «Supervisory System Model» (SSM). Denne deler eksekutiv funksjon inn i 8 prosesser, hvor hovedtrekket blant flere av disse er å lage, velge ut og overvåke skjema som styrer handlinger og problem-løsning. En revidert utgave av modellen fra 1996 (Shallice, Burgess & Robertson, 1996), sier også noe om hvordan disse skjemaene blir utvalgt. Teorien prøver også å forklare prefrontale vansker, ved å anta at disse kan oppstå når man ikke klarer å velge det riktige skjemaet i en spesifikk situasjon. Gathercole (1994) peker også på at denne modellen kan forklare hvordan den eksekutive utøveren i arbeidsminnet opererer. Modellen er systematisk beskrevet og organisert i en skjematisk struktur. Dette skaper en oversikt, men som Coher, Braver & O'Reilly (1996) poengterer, har slike modeller problemer med å forklare hva som skjer på cellulært nivå.

Nyere studier gjort på pasienter med frontale hjerneskader, er med på å belyse hvordan den nevnte modellen (SSM) kommer til uttrykk på et strukturelt nivå. Skader på to forskjellige områder var i deres studie med på å forklare redusert funksjon på oppgaver som krever kognitiv kontroll. Et av områdene var venstre VLPHK, som førte til at forsøkspersonene responderte mer i forhold til distraktorer som skulle undertrykkes. Områder i høyre superior medial området, som også inkluderte anterior cingulate, motoriske prefrontale områder og dorsolaterale områder førte videre til redusert reaksjonstid i tillegg til færre korrekte responser. At flere områder er inkludert er med på å støtte antakelsen om at prefrontal korteks og eksekutiv funksjon er avhengig av flere prosesser som jobber sammen for å sikre et ønsket resultat (Alexander, Stuss, Picton, Shallice & Gillingham,

2007).

Hvilken teori som forklarer prefrontal funksjon best, er foreløpig noe usikkert. Oppgaver som blir brukt i ulike studier, blander ofte sammen flere eksekutive komponenter som ikke er like lett å skille fra hverandre. Som nevnt har likevel studier klart å skille noen prosesser fra hverandre, som kan tyde på at det finnes mer enn en felles mekanisme bak eksekutiv fungering. Det virker også som en del felles mekanismer opererer på tvers av områder. Det gjenstår fortsatt mye forskning i forhold til prefrontal korteks sin funksjon. Selv om området viser stor fleksibilitet, har det vært vanskelig å kartlegge hvordan denne fleksibiliteten fungerer. Utallige representasjoner og assosiasjoner mellom stimuli, intensjoner, mål og responser finnes, og denne kompleksiteten skaper utfordringer i forhold til å finne en helhetlig teori. Foreløpige forslag til mekanismer bak prefrontal funksjon er danning av nye synapser og kanskje bruk av helt nye nerveceller (Miller & Cohen, 2001; Gould, Reeves, Graziano & Gross, 1999).

Aldring

Forskning på normal og patologisk aldring blir stadig viktigere, siden flere blir eldre nå enn tidligere (Abeles, 1998). I USA var populasjonen av eldre fra 65 år og oppover 4.1 % i 1900, i 2000 var prosentandelen 12.6 %. I 2020 antas det at 20 % av populasjonen vil være 65 år eller eldre (Hertzog et al., 2009). Det har i senere år blitt stadig større fokus på hva dette vil bety for samfunnet. For å unngå at mange havner i langtidspleie for eksempel på aldershjem, er det viktig å opprettholde kognitiv funksjon så lenge som mulig. Eksekutive evner er i den forbindelse et viktig begrep. Forskning peker på at disse evnene henger sammen med evnen til å klare seg selv i daglige aktiviteter, og med økt forståelse for sammenhengen kan det utvikles intervensjoner som forhindrer at personer må i langtidspleie (Cahn-Weiner et. al., 2000). I forskningssammenheng har det tatt tid før eldre har blitt et viktig tema, men i de senere årene har det stadig blitt mer populært med forskning som søker å belyse aldringsprosessen (Lustig, Shah, Seidler & Reuter-Lorentz, 2009), noe som blant annet viser seg ved en tidobling i antall studier som bruker hjerneavbildningsteknikker

for å studere aldring de siste 15 årene (Reuter-Lorenz & Park, 2010).

Mayr, Spieler og Kliegl (2001) peker på at standard kognitiv nevrovitenskap ønsker å studere fenomen ut ifra prosesser og komponenter som lett kan skilles fra hverandre. Aldring er et komplekst felt der det har vært problematisk å skille de ulike kognitive endringene fra hverandre. Det har i mange sammenhenger vært problematiske å skille ut hva signifikante funn i aldringslitteraturen egentlig belyser, blant annet har det over lengre tid blitt diskutert om svakere resultat på Color-Word oppgaver skyldes en generell reduksjon i prosesseringstempo, eller om det faktisk skyldes redusert kognitiv kontroll (Treitz, Heider & Daum, 2007). Dette har gjort det vanskeligere å forske på begrepene, og det utvikles stadig nye studier for å besvare disse spørsmålene. Eksekutive funksjoner er fortsatt et uutviklet konsept.

Normal aldring fører til en rekke endringer både fysisk og psykisk. Vanlige endringer kan forekomme både på det biologiske, sosiale, kognitive og psykiske plan. Hørselen reduseres, sosiale nettverk blir svekket, kroppen eldes og mange får psykiske problemer (Fromholt & Bruhn, 1998). I tillegg til de anatomiske tapene, opplever eldre også funksjonelle tap knyttet til mer kognitive områder. Dette kan være hukommelsesvansker, som også er en normal del av aldring, og problemer relatert til oppmerksomhet. Eldre har også et annet mønster i forhold til når de er på sitt mest konsentrerte og fokuserte i forhold til yngre personer. Eldre rapporterer at de føler seg i god form tidlig på dagen, mens yngre voksne ofte når oppoverbakken senere på dagen (Hasher, Zacks & May, 1999).

Som nevnt har forskningen på eldre, også knyttet til eksekutive vansker, økt den siste tiden, og nå finnes det flere eksempler på at eldre får problemer knyttet til undertrykkelse av urelevant stimuli som personer med god kognitiv kontroll har mindre vansker med (Spieler, Balota & Faust, 1996; West & Bell, 1997). Denne svikten kan føre til flere praktiske konsekvenser. Blant annet kan eldre oppleve vansker med å undertrykke uønskede, automatiske responser. Studier på fordommer har ofte vist at personer automatiske aktiverer negative stereotypier når de ser bilde av personer som skiller seg fra deres egen gruppetilhørighet (Bargh & Chartrand, 1999). Denne automatiske

tendensen blir derfor ofte undertrykt og erstattet av en mer sosialt ønskelig respons. Krendl, Heatherton & Kensinger (2009) fant at eldre hadde større problemer med å undertrykke de negative følelsene og fremviste dermed negative holdninger til stigmatiserte grupper som for eksempel stoffmisbrukere. Dette var ikke på grunn av flere negative følelser i utgangspunktet, siden forfatterne testet to grupper av eldre, der den eneste forskjellen mellom de ulike gruppene var eksekutiv fungering. Eldre med nedsatt eksekutiv fungering klarte ikke å regulere de negative følelsene i like stor grad.

Denne reduserte evnen til å utelukke irrelevant stimuli, får ofte konsekvenser for løsningen på mer komplekse oppgaver, som krever riktig fokus. Blant annet gjør eldre det dårligere på standard nevropsykologiske tester som matriseresonnering og arbeidsminneoppgaver. Darowski og kolleger testet evnen til å kontrollere distraktorstimuli med en lese-oppgave hvor eldre måtte ignorere urelevante ord og setninger når de skulle identifisere mål-tekst, og oppdaget at eldre hadde større vansker med dette (Darowski, Helder, Zacks, Hasher & Hambrick, 2008). Jacoby, Bishara, Hessels & Toth (2005) har også sett på eldre og hvordan de lett lar seg påvirke av forstyrrende informasjon. Deres studie viste at eldre hadde ti ganger så stor sannsynlighet for å huske informasjon som var gitt eksperimentelt, men som ikke var relevant for oppgaven, enn yngre forsøkspersoner.

Eldre får også problemer med å undertrykke tidlig lærte oppgaver når de lærer en ny (Kausler & Hakami, 1982). Et eksempel på dette er når man lærer et nytt telefonnummer eller et nytt passord. Noen ganger når man begynner å slå telefonnummeret eller skrive inn passordet, vil det gamle dukke opp igjen, og man begynner til og med å taste inn det gamle alternativet (Matlin, 2009). De får også problemer med påtrengende tanker, i skifte av ulike sett og i preservering når man lærer å respondere på en kategori på en ny måte (Hashtroudi, Johnson & Chrosniak, 1990; Benton, Eslinger & Damasio, 1981; Haaland, Vranes, Goodwin & Garry, 1987). En studie av Jonides et al. (2000), testet eldre og yngre i oppgaver som involverte verbalt arbeidsminne. De måtte huske visse objekter og skulle senere identifisere dem. Under identifikasjonen ble det også

inkludert objekter som var kjente, men som ikke var relevante for oppgaven. Oppgaven krevde med andre ord kognitiv kontroll, da man skulle undertrykke en kjent og dermed lett tilgjengelig respons. Forsøket fant at eldre hadde større problemer med oppgaven, selv om unge personer også syntes den var vanskelig. Den økte feilraten korrelerte også med mindre aktivitet i LPFK.

Studier har vist at noen av de første områdene som svikter når vi blir eldre, er de prefrontale områdene (Masliah, Mallory, Hansen, Deteresa & Terry, 1993). Et prospektivt kryss-seksjonelt studie av Raz et al. (1997) av 148 friske frivillige, viste redusert hjernevolum i prefrontale områder som et av de første aldringstegnene, særlig de «grå» områdene. I deres studie kunne man finne en 4,9 % reduksjon i grå områder pr. tiår hos eldre, og denne reduksjonen var uavhengig av kjønn.

Årsaken til reduksjon i struktur og funksjon er fortsatt ukjent i dag, men noen studier begynner å komme med mulige årsaksfaktorer. Blant annet er det funnet endringer i hvordan genene uttrykkes, disse endringene kunne igjen relateres til frontale endringer (Errajj-Benchekroun et al., 2005). En annen teori kan være at eldre bruker flere områder enn yngre i oppgaver relatert til minne, deriblant prefrontale områder. Det kan tenkes at denne kompenseringen går utover oppgaver som krever eksekutiv kontroll, siden prefrontale områder allerede er engasjert i å opprettholde en stabil minnefunksjon (Reuter-Lorentz, 2002). En fMRI studie gjennomført av Nielson, Langenecker & Garavan (2002), viste at eldre brukte flere områder enn yngre når de skulle løse krevende oppgaver som krevde ignorering av irrelevant stimuli. Når de klarte å inhibere urelevant stimuli, viste fMRI bilder økt aktivitet i samme områder som yngre deltakere, men også tilleggsaktivering i nærliggende områder. Et annet funn var økt aktivitet i presupplementære motorområder hos personer som hadde problemer med å undertrykke urelevant stimuli. Noen studier finner også nedsatt aktivering, blant annet viser eldre mindre aktivitet i spesifikke hjerneområder når de løser oppgaver enn yngre forsøkspersoner (Reuter-Lorentz, 2002).

En studie sammenlignet prestasjonen hos eldre med prestasjonen hos yngre forsøkspersoner i en lytteoppgave hvor forsøkspersonene skulle matche en lyd med etterfølgende lyder. Eldre personer hadde mindre aktivitet i prefrontal korteks og større utslag i Evoked respons signal til

distraherende lyder, som kom mellom den første tonen og tonen de skulle matche den til. Eldre som hadde større reaksjon i forhold til distraherende stimuli, viste tendenser til å opprettholde en regel som ikke lenger førte til riktig svar. Resultatene tydet på at de eldre hadde større problemer med å holde oppmerksomheten over tid. De hadde også vansker relatert til distraksjon (Chao & Knight, 1997).

Eldre gjør det også dårligere på oppgaver som krever arbeidsminne. Som nevnt tidligere er arbeidsminnet involvert i kognitiv kontroll. Den nedsatte funksjonen i arbeidsminnet har blitt testet ut fra modeller som opererer med forskjellige mulige variabler. Variablene som forklarer forskjellene hos eldre og yngre best, er modeller som baserer seg på interferens og modeller som baserer seg på nedgang i evnen til å holde på informasjon over lenger tid. Interferens oppstår når inhibitoriske mekanismer svikter, slik at mer oppgaveirrelevant informasjon når arbeidsminnet (Oberauer & Kliegl, 2001). Redusert arbeidsminne fører til at regler og mål ikke opprettholdes, som går utover evnen til kognitiv kontroll. Når kontrollmekanismene igjen svikter, fører det til at arbeidsminnet ikke kan gjøre jobben sin. De to faktorene påvirker med andre ord hverandre.

Nyere forskning tyder på at eldre også kompenserer for svikt. Hjerneavbildningsstudier har demonstrert dette, ved at eldre bruker andre hjerneområder enn yngre når de løser den samme oppgaven, selv de gangene de skårer på samme nivå som yngre forsøkspersoner. De bruker ofte bilaterale områder, mens yngre ved enkelte oppgaver kun bruker en side av hjernen. Dette kan være mulige kompensasjonsmekanismer, som er med på opprettholde en god funksjon på tross av endringer i hjernen. Andre grupper ser også ut til å benytte seg av en slik kompensatorisk strategi. Serrien, Orth, Evans, Lees & Brown (2005), viste med EEG at pasienter med Tourette syndrom sannsynligvis brukte flere hjerneområder når de løste en motorisk inhiberingsoppgave enn kontrollpersoner. Disse kompensatoriske teknikkene kan også benyttes av normale personer i komplekse situasjoner, som når det oppstår et behov knyttet til å undertrykke automatiske negative fordommer (Reuter-Lorentz, 2002; Krendl, Heatherton & Kensinger, 2009).

Den kompensatoriske aktiviteten kan være med på å forklare hvorfor noen studier ikke

finner nedgang i tendenser til å respondere på forstyrrelser og dermed fremvise lavere inhibitorisk kontroll. Funnene kan også delvis skyldes at det ofte brukes vidt forskjellige oppgaver for å måle eksekutiv funksjon i ulike studier, slik at det kan tenkes at ulike resultater heller skyldes at andre mekanismer blir brukt under gjennomføringen av oppgavene

Opgaven ønsker å se mer på eldre og vansker med å undertrykke irrelevant stimuli, ved hjelp av et forsøk i dikotisk lytting.

Dikotisk lytting

Dikotisk lytting er en prosedyre som benyttes for å presentere to ulike auditive stimuli på samme tid, ett i venstre øre og ett i høyre (Hugdahl, 1995). Stimuliet som blir brukt kan være både verbale stimuli, som stavelser, og non-verbale stimuli, som toner (Westerhausen & Hugdahl, 2010). Det klassiske dikotisk lytting forsøket var i utgangspunktet tenkt som en studie av lateralisering i hjernen. Med denne metoden var det mulig å se om for eksempel en av hjernehalvdelene hadde større preferanse for språk enn den andre.

I dikotisk lytting er oppgaven til forsøkspersonene å identifisere hvilken lyd de har hørt. De to hemisfærene prosesserer informasjon forskjellig, og dikotisk lytting kan derfor bli brukt til å studere auditiv lateralisering med fokus på blant annet hemisfærisk asymmetri for prosessering av fonetisk stimuli, temporallapp funksjon og minneprosessering, oppmerksomhet, og interaksjon mellom hemisfærene (Hugdahl, 2002).

Det er både strukturelle og funksjonelle forskjeller mellom de to hemisfærene. Hos mer enn 95 % av høyrehendte og 70 % av venstrehendte kontrollerer venstre hemisfære tale og språk (Bloom, Nelson & Lazerson, 2001). Data fra eksperimenter med dikotisk lytting indikerer at høyrehendte personer rapporterer verbale stimuli presentert til høyre øre oftere enn stimuli presentert til venstre øre. Dette blir kalt høyre-øre-fordel for verbal informasjon (Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005).

Høyre-øre-fordelen kan forklares ut fra forskning som tyder på at sensoriske nervebaner fra

det høyre øre har flere forbindelser til den motsatte hjernehalvdelen enn til den samme hjernehalvdelen (Brodal, 1981). Siden venstre hjernehalvdel har større betydning for språk enn høyre (Kimura, 1967), og informasjon fra venstre øret først hovedsaklig går til høyre hjernehalvdel før den fraktes tilbake til venstre (Sparks & Geschwind, 1968), oppstår en høyre-øre fordel.

Høyre-øre-fordelen kan enten øke eller bli redusert ved å instruere forsøkspersonene til å eksplisitt fokusere oppmerksomheten på stimuli som blir presentert til høyre eller venstre øre. Dette blir kalt for styrt oppmerksomhet. Prosedyren ble i utgangspunktet benyttet fordi man ønsket å kontrollere for om forsøkspersonene selv fant en måte å styre oppmerksomheten sin på (Bryden, Munhall & Allard, 1983). I dag blir den også brukt for å undersøke top-down mekanismer. Top-down betyr at prosessering som har foregått tidligere påvirker ny prosessering, mens bottom-up betyr at personen benytter seg av stimuli fra miljøet (Ward, 2006). Hvis forsøkspersonene blir instruert til å kun rapportere det de hører på venstre øre, vil høyre-øre-fordelen bli svekket. Hvis forsøkspersonene blir instruert til å kun rapportere det de hører på høyre øre, vil høyre-øre-fordelen øke (Hugdahl, 2001). Det antas at dette selektive oppmerksomhetsfokuset involverer prefrontal korteks (Tipper, 2001).

Høyre-øre-fordel effekten kan være et eksempel på bottom-up prosessering, hvor stimuli blir prosessert automatisk uten særlig påvirkning fra høyere mentale operasjoner. Forskning viser imidlertid at noen egenskaper ved stimuli kan påvirke prosesseringen (Westerhausen & Hugdahl, 2010). Dikotisk lytting med priming, og styrt oppmerksomhet studier, viser at også top-down prosessering, kan overstyre bearbeiding av stimuli på det perseptuelle nivået, og dermed påvirke den automatiske prosesseringen av verbal informasjon (Hugdahl & Wester, 1992).

Forskning tyder på at det er forskjeller i resultatet på lytteoppgaven avhengig av hvilket øre forsøkspersonen får instruksjon om å lytte til. Det er ofte mer krevende å undertrykke lyden i høyre øret enn lyden i venstre øret. Dette kan være fordi man må overstyre en automatisk preferanse til fordel for en mer oppgavetilpasset respons, det oppstår med andre ord en konflikt i forhold til hvilket stimuli man skal respondere på (Hugdahl et al., 2009). Slike konflikter er typiske for

oppgaver som krever kognitiv kontroll.

Hvordan dikotisk lytting og andre oppgaver henger sammen med kognitiv kontroll

Når det blir brukt en styrt oppmerksomhetsinstruksjon, må forsøkspersonen selektivt lytte til et bestemt øre. Siden det å lytte til venstre øret, krever at man undertrykker den naturlige preferansen for stavelen som blir presentert i høyre øret, tilføres en ekstra oppgave i tillegg til å flytte oppmerksomheten. Konflikten som skal løses, krever kognitiv kontroll, på samme måten som Color-Word testen og flere andre lignende tester, gjør.

At det virkelig krever noe annet når man får instruksjoner om å lytte til venstre øret i en dikotisk lytting oppgave, kan demonstreres dersom noen grupper har større problemer med å rapportere stavelser fra venstre øret når de blir bedt om det, samtidig som de ikke har noen problemer med å rapportere stavelser fra høyre øret. Dette blir spesielt tydelig om kontrollgrupper presterer normalt i begge betingelsene. Dersom kontrollgrupper både klarer å rapportere stavelser fra venstre og høyre øret, kan det tolkes dit hen at andre kognitive funksjoner opererer i betingelsen hvor man må lytte til venstre øret (Westerhausen & Hugdahl, 2010).

Pasientgrupper og deres resultat på oppgaver som krever kognitiv kontroll

Oppgaven vil videre se på noen pasientgrupper og deres resultat på dikotisk lytting og andre lignende oppgaver, for å undersøke om de forskjellige gruppene har tilsvarende vansker med spesifikke funksjoner, som også kan tenkes å bli svekket hos eldre.

Det viser seg at pasienter med schizofreni, Alzheimers sykdom og AD/HD alle har større problemer med å oppfatte lydene i venstre øret enn kontrollgrupper (Westerhausen & Hugdahl, 2010). Dette kan tyde på at de alle har en felles funksjonssvikt på tvers av diagnosen, som omhandler deres evne til å løse kognitive konflikter. Oppgaven vil ta for seg hver av disse gruppene individuelt, med rekkefølgen Alzheimers, AD/HD og til slutt schizofrene pasienter.

Det finnes flere typer demenssykdommer, hvor av den vanligste er Alzheimers sykdom, som

rammer 50 til 70 % av demensgruppen (Fromholt & Bruhn, 1998). Alzheimers er en degenererende sykdom som angriper flere hjerneområder. Dette fører til reduksjon i kognitive funksjoner, deriblant hukommelse, oppmerksomhet og eksekutive evner. Tapet av de eksekutive funksjonene har store praktiske konsekvenser for dem som rammes, og det er ofte tapet av disse praktiske ferdighetene som forstyrrer mest. Disse egenskapene er også noen av dem som reduseres raskes (Haley & Pardo, 1989). Det er viktig å poengtere at sykdommer varierer i forhold til hvilke hjerneområder som blir rammet, hvilke stadium sykdommen er i, sykdomsbevissthet og personlige variabler (Fromholt & Bruhn, 1998).

Et av studiene som har sett på kognitiv kontroll hos pasienter med Alzheimers sykdom er nettopp et dikotisk lytting studie, gjennomført av Gootjes et al. (2006). Dette studiet viste at pasientene hadde større problemer med betingelsen hvor de ble bedt om å lytte selektivt til venstre øret. De hadde normale resultater på betingelsen hvor de måtte lytte til høyre øret, som tyder på at venstreørebetingelsen krevde noe mer enn bare styrt oppmerksomhet.

En annen studie ble gjennomført av Krueger et al. (2009). De testet 14 pasienter med frontotemporal Alzheimer sykdom med en Flanker test. Denne typen Alzheimers sykdom oppstår ofte før 65-års alder og fører til personlighetsendringer, redusert sosial funksjon og innsikt. Selv om pasientene oppnådde normale resultater på eksekutive oppgaver som ikke involverte inhibisjon og undertrykking av en mer automatisk respons, klarte de seg dårlig på Flanker oppgaven.

Studier av pasienter med AD/HD viser også den samme tendensen. En studie som fulgte AD/HD pasienter i en tiårsperiode viste at AD/HD gruppen hadde dårligere resultat enn en frisk kontrollgruppe i betingelsen hvor de måtte rapportere stavelsene fra venstre øret. Dette studiet er videre interessant i forhold til årsaksforklaringer, siden den samme gruppen ikke hadde reduserte skårer 10 år tidligere (Øie & Hugdahl, 2008), noe som tyder på at AD/HD fører til kognitiv degenerering som igjen påvirker resultatene i testen. Dette stemmer med funn fra Sowell et al. (2003), som viser at personer med AD/HD har forandringer i høyre inferior frontal korteks sammenlignet med kontrollgrupper.

Schizofrene pasienter har også blitt undersøkt over tid, og i likhet med AD/HD gruppen, skårer schizofrene pasienter dårligere enn kontrollgrupper når de skal lytte til venstre øre, særlig dersom de har vært syke i lang tid. Schizofrene pasienter har også gjort det dårlig på andre kognitiv kontroll tester som Wisconsin Card Sorting Test og Color-Word testen (Luck & Gold, 2008). I tillegg viser de mange symptomer som tyder på svak kognitiv kontroll, som distraherbarhet, mange løse assosiasjoner, og desorganisert atferd som ikke passer den sosiale konteksten. Som nevnt ovenfor er det viktig for mennesker å klare å representere kontekst for å vite hvordan vi skal handle i en gitt situasjon.

Spørsmålet videre er om funksjonssvikten som er beskrevet hos de tre pasientgruppene, også finnes hos normale eldre. Det vil videre være interessant å se om denne svikten oppstår i en bestemt aldersgruppe og om det finnes kjønnesforskjeller.

Forskningshypoteser

Oppgaven ønsket å undersøke om eldre i gruppen 55-75 år oppnår forskjellige resultater i betingelsen hvor de må lytte selektivt til venstre øret enn i betingelsen hvor de lytter til høyre øre, på samme måte som pasienter med Schizofreni, AD/HD og Alzheimer sykdom (Westerhausen & Hugdahl, 2010). Dette er nyttig for å undersøke aldersrelaterte endringer i evnen til å bruke styrt oppmerksomhet, særlig i forhold til eksekutive funksjoner som baserer seg på å undertrykke urelevant, men mer automatisk, informasjon. Forsøk gjort tidligere tyder på at eldre får større problemer med å undertrykke irrelevante lyder i dikotisk lytting oppgaver (Gootjes, Strien & Bouma, 2004). Ut fra dette har oppgaven to hypoteser den ønsker å fokusere på.

H1: Personer fra 55-75 vil vise en nedgang i antall rapporterte stavelser fra venstre øre ettersom de blir eldre.

Antall rapporterte stavelser fra høyre øret kan antas å være mer uavhengig av alder og derfor relativt stabil, og en hypotese basert på dette er:

H2: Rapporterte stavelser fra venstre øret vil bli progredierende mer påvirket enn stavelser fra

høyre øret.

Metode

Utvalg og prosedyre

I oppgaven har det blitt testet 15 eldre i gruppen 60-75 år med et dikotisk lytting paradigme. Personene ble rekruttert gjennom bekjente og ved å spørre medlemmer i ulike pensjonistforeninger. Forsøket ble enten gjennomført ved det psykologiske fakultetet, eller ved at forsøkslederen kom til et passende lokale for den som deltok. Personene som deltok bodde i Norge, var høyrehendte (1 venstrehandt) og hadde normal hørsel.

Forsøkspersonene underskrev et samtykkeskjema, før de fylte ut et skjema om håndpreferanse. Det ble også gjennomført en hørselstest, der hørselsterskelen for frekvensene 250, 500, 1000 og 2000 Hz ble målt. Dette var for å kontrollere for om det fantes signifikante forskjeller mellom hørselsterskelen hos de ulike ørene, siden dette kan tenkes å påvirke resultatet på selve lytteoppgaven.

Dikotisk lytting prosedyre

Stimulus var konsonant-vokal stavelserne /ba/, /da/, /ga/, /pa/, /ta/ og /ka/. Stavelserne ble parett i alle 36 mulige kombinasjoner, hvorav seks av disse var homonyme par som ble brukt som kontrollstavelser i hver betingelse. Disse kontrollstavelserne ble ikke inkludert i den statistiske analysen. Lengden på presentasjonen av hvert stavelserpar var mellom 400 og 500 ms, før det så fulgte en interstimuli-pause på 4 sekunder mellom hver presentasjon. Hele forsøket bestod av tre betingelser, én ikke-styrende og to styrende, hvor de to sistnevnte inneholdt instruksjoner om å lytte selektivt til stavelserne som ble presentert i venstre eller høyre øre. Alle forsøkspersonene begynte med ikke-styrt betingelse, hvor de ikke fikk instruksjoner om å lytte til et bestemt øre. Etter dette fikk forsøkspersonene enten instruksjon om å lytte til venstre eller høyre øre, hvilket øre de lyttet til først varierte for hver forsøksperson slik at 50 % av forsøkspersonene lyttet til venstre øret først, og

50 % lyttet til høyre øret først. Venstre og høyre øre ble også markert for forsøkspersonene for å sikre at de hadde forstått hvilket øre de skulle fokusere på.

Instruksjonen som forsøkspersonene fikk før oppgaven ble gjennomført, var: *«Du får nå høre disse stavelsene som du ser her på arket. Du skal gjengi stavelsene du hørte etter hver presentasjon. Si stavelsen høyt og tydelig rett etter at den ble presentert. Av og til kan du synes at du hørte to ulike stavelser samtidig. Det skal du ikke bry deg om, men si den stavelsen du hørte best eller tydeligst. Du skal ikke tenke deg om, men si stavelsen rett etter at den ble presentert».*

Etter studiet ble grad av ørefordel regnet ut i form av en lateraliserings index (LI). Denne tilsvarer forskjellen mellom korrekt rapportering fra venstre og høyre øre. Denne blir så regnet ut med en standard formel som gir et prosenttall som tilsvarer ørefordelen (Hugdahl & Andersson, 1986). En positiv LI har sammenheng med en høyre-øre-fordel, og en negativ LI med en venstre-øre-fordel (Westerhausen & Hugdahl, 2010).

Data analyse

Dataene ble testet for statistisk signifikans med en firefaktors variansanalyse (ANOVA). De to faktorene som varierte innenfor subjektene var øre og betingelse, de to betingelsene som varierte mellom subjektene var alder og kjønn. Analysen ble gjennomført med en Statistica® software pakke. Analysen var designet for å sammenligne alder (55-60, 60-65, 65-70, 70-75), kjønn (kvinne, mann), øre (venstre, høyre) og betingelse (NF, FL, FR). Det ble til sammen testet 97 personer i de ulike aldersgruppene. De demografiske dataene kan ses i Tabell 2.

Resultater

Tabell 1 og figur 2 viser en signifikant fireveis interaksjonseffekt mellom oppmerksomhet, øre, alder og kjønn ($\eta^2=0,04$). For å undersøke denne effekten ytterligere, ble det kalkulert tre separate tre-faktorielle post-hoc ANOVA (Øre x Alder x Kjønn) for de tre oppmerksomhetsbetingelsene. For ikke-tvungen betingelsen og høyre-øre betingelsen, ble det kun

funnet en hovedeffekt av øre (NF: $F(1, 92) = 28,76$; $p < 0,0001$; FR: $F(1, 92) = 116,18$; $p < 0,0001$), noe som indikerer en signifikant høyre-øre fordel. Mangelen på en interaksjon mellom faktoren øre, kjønn og alder i disse to betingelsene, tyder på at ingen alder eller kjønnsforskjeller ble funnet relatert til høyreørebetingelsen og ikke-tvungen betingelsen.

I venstreørebetingelsen, ble det funnet en signifikant interaksjonseffekt mellom alder, kjønn og øre ($F(3, 92) = 2,73$; $p = 0,048$), som indikerer at ørefordelen varierte som en funksjon av kjønn og alder. Dette ble ytterligere bekreftet ved en post-hoc sammenligning ved bruk av Fisher's LSD prosedyre. Sammenligningen viste en høyre-øre-fordel hos kvinner i aldersgruppen 55-59 år ($p < 0,0001$) og i aldersgruppen 60-64 år ($p < 0,05$), i tillegg til en venstre-øre-fordel i aldersgruppen 65-69 år ($p = 0,08$). Hos menn kunne bare en signifikant venstre-øre fordel oppdages i aldersgruppen 70-74 år ($p = 0,07$).

Tabell 1. Oversikt over hovedeffekter og interaksjonseffekter

ANOVA					
Effect	F	df effect	df error	p	effect size
AGE	2,86	3	92	0,04*	0,01
SEX	0,11	1	92	0,74	0,00
AGE*SEX	0,11	3	92	0,95	0,00
ATT	6,13	2	184	0,002*	0,00
ATT*AGE	0,39	6	184	0,88	0,00
ATT*SEX	2,71	2	184	0,07	0,00
ATT*AGE*GEN	0,47	6	184	0,83	0,00
EAR	45,38	1	92	<0,001*	0,40
EAR*AGE	2,99	3	92	0,03*	0,08
EAR*GEN	1,64	1	92	0,20	0,01
EAR*AGE*GEN	0,18	3	92	0,91	0,00
ATT*EAR	51,20	2	184	<0,001*	0,30
ATT*EAR*AGE	1,12	6	184	0,35	0,02
ATT*EAR*GEN	0,77	2	184	0,47	0,00
ATT*EAR*AGE*GEN	2,52	6	184	0,02*	0,04

$p < .01$., ATT: oppmerksomhet, EAR: Øre, AGE: Alder, Gen: Kjønn.

I tillegg til fireveis interaksjonen som ble funnet, viste hovedanalysen også to tilleggseffekter som involverte faktoren alder: En signifikant øre og aldersinteraksjon ($\eta^2 = 0,08$) og en hovedeffekt av alder ($\eta^2 = 0,01$). Øre og aldersinteraksjonen (se tabell 3) ble videre undersøkt ved

bruk av post-hoc parvise sammenligninger. Selv om det ble funnet en signifikant høyre-øre fordel i alle aldersgrupper (gjennomsnittet i begge kjønnsgruppene og i de tre oppmerksomhetsbetingelsene), økte høyre-øre fordelene med alderen (55-59: 0,14, 60-64: 0,15, 65-69: 0,21, 70-74: 0,42). Dette er hovedsakelig grunnet reduksjon i antall korrekte rapporterte stavelser fra venstre øret etter hvert som alderen økte. Dette kunne ses ved å sammenligne skåren til den eldste gruppen med de to yngre aldersgruppene. Ingen signifikante forskjeller ble funnet for rapporteringen fra høyre øret.

Post-hoc analysen av hovedeffekten av alder, viste en reduksjon i overordnet utførelse med alderen, indikert ved en overordnet redusert utførelse i den eldste gruppen sammenlignet med alle andre aldersgrupper.

I tillegg ble det funnet en signifikant interaksjonseffekt mellom oppmerksomhet og øre ($\eta^2=0,30$). Post-hoc parvis sammenligning viste en signifikant ($p<0,05$) høyre-øre fordel i den ikke tvungne betingelsen (LI= 0,23) og i betingelsen hvor forsøkspersonene måtte lytte til høyre øret (LI=0,46), men en ikke signifikant forskjell ($p=0,11$) i betingelsen hvor forsøkspersonene måtte lytte selektivt til venstre øret (LI = 0,01).

Resultater av analyse av hovedeffekter, viste en signifikant hovedeffekt av øre (Tabell 2) og oppmerksomhet, som indikerer en overordnet (uavhengig av alder, kjønn eller oppmerksomhetsbetingelse) høyre-øre fordel og en overordnet økt korrekt rapporteringsrate i høyre øret sammenlignet med betingelsen hvor personen skulle lytte til venstre øret eller hvor personen ikke ble bedt om å lytte til et bestemt øre (uavhengig av alder, kjønn og øre).

Diskusjon

Interaksjonseffekt mellom øre, alder, betingelse og kjønn

Hovedfunnet i forsøket er en interaksjonseffekt mellom alle fire betingelsene. Ved å undersøke denne effekten videre, viste det seg at i betingelsen hvor personene skulle lytte til venstre

øre, oppstod det en interaksjonseffekt mellom alder, kjønn og øre. Dette skjedde ikke i betingelsen hvor personene ikke lyttet til et bestemt øre eller når de lyttet selektivt til det høyre øret. Resultatet peker på at kun lytting selektivt på venstre øret ble påvirket av de tre variablene øre, alder og kjønn på en signifikant måte.

Hos kvinner var forskjellen i de ulike gruppene signifikant, hos menn hadde forskjell i alder og øre ikke betydning for oppmerksomhetsbetingelsen. En årsak til at forskjellen kun var signifikant hos kvinnene, kan være fordi mennene i studiet allerede hadde lave skårer i forhold til rapporterte stavelser fra venstre øret i motsetning til kvinnene, som hadde flere riktig rapporterte stavelser fra venstre øret i aldersgruppen 55-59 år og i aldersgruppen 60-64 år. Siden menn allerede hadde en redusert skåre i denne aldersgruppen, var ikke forskjellen mellom de eldste og yngste aldersgruppen signifikant. Hos kvinnene var det derimot en tydeligere forskjell mellom den yngste og eldste aldersgruppen, som viser at de hadde lettere for å rapportere stavelser fra venstre øret opp til et viss alder (65 år) før de fikk vansker med dette. Dette kan antyde at kvinner får vansker relatert til undertrykking av en mer automatisk impuls i midten av 60-årene.

Redusert evne til å rapportere stavelser fra venstre øret kan henge sammen med redusert kognitiv kontroll (Hugdahl et al., 2009). Dette åpner opp for spørsmål om kvinner eventuelt beholder deres kognitive kontroll lenger enn menn i samme aldersgruppe. For å svare på dette spørsmålet er det interessant å undersøke om det finnes kjente kjønnsforskjeller relatert til eksekutive ferdigheter.

Et eksempel på eksekutive evner hvor det finnes en kjønnsforskjell er relatert til beslutningstaking. Det er funnet kjønnsforskjeller i forhold til hvordan kvinner og menn tar valg, ved at kvinner tenderer mot å gjøre valg på en mer kontekst-uavhengig måte, mens menn baserte sine valg på kontekst. Dette kom til uttrykk på en kognitiv bias test hvor personene fikk se tre geometriske figurer. Den ene var et målobjekt, og de to andre var figurer som personene kunne velge mellom. Deres oppgave var å velge figuren de likte best. Personer som svarer kontekstavhengig, baserte sitt valg på den figuren som lignet målobjektet, mens personer som svarte

kontekstuavhengig baserte valget sitt på stabile karaktertrekk ved figuren, som for eksempel farge (Goldberg, Harner, Lovell, Podell & Riggio, 1994). Det er også undersøkt om det finnes hjernestrukturelle kjønnsforskjeller som kan relateres til ulikheter i funksjon. Blant annet er det større funksjonelle ulikheter i menns frontale korteks enn det er hos kvinner, og en hypotese basert på denne kunnskapen er at kvinner har større mulighet for å kompensere for svikt som rammer den ene hjernehalvdelen ved at den andre hjernehalvdelen overtar funksjon (Goldberg, 2009). Det er et velkjent faktum at visse typer psykiske vansker rammer menn i større grad enn kvinner, blant annet er både AD/HD og schizofreni mer vanlig hos menn enn kvinner (Andersen & Teicher, 2000; Kendler & Walsh, 1995). Oppgaven har allerede pekt på at redusert kognitiv kontroll kan være en av funksjonene som svikter hos denne pasientgruppen. Dette kan antyde at kvinner er mer robuste i forhold til forstyrrelser knyttet til den kognitive kontrollen, som kan forklare hvorfor de opprettholdt sin funksjon lenger enn menn i samme aldersgruppe.

Per dags dato finnes det foreløpig få studier som har sett på kjønnsforskjeller knyttet til kognitiv kontroll. Først den siste tiden har interessen for slike studier oppstått (Koch et al., 2007, Li et al., 2009). De få studiene som til nå har sett på kjønnsforskjellene knyttet til kognitiv kontroll, har kun funnet små forskjeller (van der Plas, Crone, van den Wildenberg, Tranel & Bechara, 2009). Et studie fra Koch et al. (2007) som så på interaksjonen mellom kognitiv kontroll og negativt humør, viste at menn rekrutterte prefrontale områder når de skulle løse en arbeidsminne oppgave, mens kvinner fikk høyere aktivitet i områder knyttet til emosjoner.

I forhold til å stoppe en mer automatisk respons, har Li et al. (2009) som de første til nå, systematisk undersøkt kjønnsforskjeller. De brukte et gå/ikke gå paradigme, hvor forsøkspersonene lærer en automatisk respons knyttet til å trykke når de ser et signal. Noen ganger må forsøkspersonene stoppe denne automatiske responsen. Resultatet på oppgaven viste noen kjønnsforskjeller. Blant annet hadde kvinner større aktivering etter at de ikke klarte å inhibere en respons, mens menn hadde større aktivering etter suksess. Forfatterene peker på at dette kan bety at kvinner korrigerer og overvåker konflikter i høyere grad enn menn. Dette ble ofte fulgt med mindre

aktivering i nye forsøk, mens menn også da hentet fram ekstra resursser som vist ved økt blodgjennomstrømning til de gjeldende områdene. Det fantes imidlertid ikke forskjeller i hvordan kvinner og menn presterte på oppgaven, men forsøket viste forskjellige nevralt aktiveringsmønstre hos menn og kvinner.

Dette er interessante forsøk på å undersøke kjønnsforskjeller i kognitiv kontroll, men det finnes fortsatt lite forskning knyttet til tema. Det vil være nyttig å undersøke kjønnsforskjellene i ulike aldersgrupper, på lignende måte som det er blitt gjort i dikotisk lytting studiet. Dersom kvinner i realiteten kan kompensere for svikt i prefrontale områder (Goldberg, 2009) som er knyttet til kognitiv kontroll, gir det mening at de gjør det bedre på dikotisk lytting oppgaven enn menn i en eldre aldersgruppe.

Interaksjonseffekt mellom oppmerksomhetsbetingelse og øre

Analysen fant en interaksjonseffekt mellom oppmerksomhetsbetingelse og øre, hvor post-hoc sammenligningen viste en signifikant høyre-øre fordel i den ikke-tvungne betingelsen og i betingelsen hvor personen ble bedt om å lytte til høyre øret. Dette stemmer overens med tidligere data, siden personer ofte har lettere for å rapportere stavelser fra høyre øre i utgangspunktet (Hugdahl et al., 2009). Det var imidlertid ikke en signifikant forskjell i betingelsen hvor forsøkspersonene måtte lytte selektivt til venstre øre.

Interaksjonseffekt mellom øre og alder

Analysen fant en signifikant interaksjonseffekt mellom øre og alder, ved at det ble rapportert flere stavelser fra høyre øret på bekostning av stavelser fra venstre øret, til eldre forsøkspersonene ble. Dette viser at gruppen med subjekter ikke klarer å lytte til venstre øre når de blir bedt om det, i motsetning til yngre deltakere som ofte klarer å fokusere på venstre øre når de får instruksjoner om det (Andersson, Reinvang, Wehling, Hugdahl & Lundervold, 2008).

Hypoteser

H1 var: Personer fra 55-75 vil vise en nedgang i antall rapporterte stavelser fra venstre øre ettersom de blir eldre. Hypotesen ble bekreftet ved at det ble funnet en signifikant interaksjonseffekt mellom øre og alder. Hos kvinner oppstod ikke problemet med venstreørebetningen før de nådde 65-årsalderen, da gjorde også de det dårligere enn man kan vente ut ifra resultater fra yngre personer (Andersson et al., 2008).

H2 var: Rapporterte stavelser fra venstre øret vil bli progredierende mer påvirket enn stavelser fra høyre øret. Resultatet stemmer delvis overens med denne hypotesen. Rapporterte stavelser fra høyre øret viste tendenser mot øking, mens rapporterte stavelser fra venstre øret ble redusert. Hos kvinner ble det rapportert signifikant færre stavelser fra venstre øret etter 65-årsalderen. Det kan tenkes flere årsaker til resultater. En årsaksmechanisme kan være redusert kognitiv kontroll, som besvarer hvorfor antall rapporterte stavelser fra venstre øret blir redusert, mens stavelser rapportert fra høyre øret holder seg konstant eller til og med øker. En annen forklaringsfaktor kan være degenerering av strukturer som forbinder de to hjernehalvdelen (corpus callosum). En slik degenerering vil føre til at det tar lenger tid for stavelsene som blir presentert på venstre øre å krysse over til venstre hjernehalvdel. Problemet med denne årsaksforklaringen er at degenerering også ville ført til færre rapporterte stavelser fra høyre øret, siden stavelser fra høyre øret også må krysse corpus callosum (Hugdahl et al., 2009).

En studie har sett på corpus callosum relatert til dikotisk lytting oppgaven for å finne om degenerering kan forklare funnene (Gootjes et al., 2006). De testet personer med Alzheimer sykdom, en kontroll gruppe og personer med subjektive hukommelsesvansker på en dikotisk lytting oppgave før de så på om forskjeller i størrelse på corpus callosum kunne forklare variasjonen i skårene. Det viste seg at forskjell på corpus callosum ikke hadde betydning for antall riktig rapporterte stavelser fra venstre øret hos pasienter med Alzheimers. Dette tydet på at degenerering av området ikke var en tilstrekkelig forklaring i forhold til hvorfor de hadde vansker med å rapportere disse stavelsene. En annen forklaring kan da være at de har større problemer med å

undertrykke en mer automatisk respons, noe som kan henge sammen med degenerering av prefrontale områder. Studiet til Raz et al. (1997), fant at det forekommer en reduksjon av prefrontal korteks etter hvert som man blir eldre, uavhengig av kjønn.

Årsaksforklaringer i forhold til reduserte skårer på venstreørebetingelsen

Det finnes flere pasientgrupper som skårer dårligere på dikotisk lytting når de skal undertrykke lyden i venstre øre (Channon et al., 2009; Sadeh & Verona, 2008; Rowbotham et al., 2009). Siden disse gruppene skiller seg signifikant fra kontrollgruppene, tyder det på at dette ikke bare er forskjell i oppmerksomhet, siden de da også ville hatt like store vansker med å undertrykke lyden når de selektivt måtte lytte til høyre øre. Det kan se ut som betingelsen hvor forsøkspersonen skal lytte selektivt til venstre øre, blir styrt av en annen kognitiv funksjon enn betingelsen der forsøkspersonene selektivt lytter til høyre øre. Dersom den samme kognitive mekanismen hadde stått bak resultatet i begge betingelsene, ville man ikke funnet systematiske forskjeller i evnen til å undertrykke lyder i venstre øre. Instruksene før hver betingelse var den samme når personen skulle fokusere på venstre eller høyre øre, det eneste ordet som skilte seg var nettopp venstre og høyre (Westerhausen & Hugdahl, 2010; Hugdahl et al., 2009). Dette betyr at redusert arbeidsminne ikke vil være en plausibel årsaksforklaring for å forklare hvorfor eldre gjør det dårligere i venstreørebetingelsen.

Redusert kognitiv kontroll kan med andre ord være en plausibel årsaksforklaring i forhold til hvorfor eldre i gruppen 55-75 år presterer dårligere på venstreørebetingelsen enn det som er funnet hos yngre personer (Hugdahl et al., 2009). Det er likevel fortsatt muligheter for at en annen årsaksforklaring kan være degenerering av corpus callosum, særlig for normale eldre (Gootjes et al., 2006).

Studier som denne er med på å belyse forholdet mellom normal aldring, reduserte prefrontale funksjoner og mekanismene bak denne reduksjonen. Denne typen kunnskap vil være av betydning for å sikre at eldre holder seg friske lenger (Cahn-Weiner et al., 2000).

Begrensninger med forsøket

Personene som deltok i forsøket ble rekruttert via bekjente eller ved å spørre pensjonistlag. Det kan tenkes at personene som ble med i forsøket skiller seg fra den generelle populasjonen. Blant annet var bare noen få av de rekrutterte fortsatt i arbeid, og det kan tenkes at personer som ikke arbeider skiller seg fra personer som gjør det. Et longitudinelt studie som har undersøkt aldring og pensjonering i Europa (Mazzonna & Peracchi, 2009), fant at pensjonering forklarte kognitiv nedgang hos eldre, men at utdanning var med på å mediere resultatene. Fremtidige studier bør kontrollere for hvorvidt personene jobber eller ikke, og også se på utdanningsgrad. Det vil videre være interessant å undersøke om personer i en eldre aldersgruppe som fortsatt jobber og som har lang utdanning, gjør det bedre på oppgaver som krever kognitiv kontroll.

Det er videre usikkert hva resultatene på forsøket betyr. Oppgaven har beskrevet at eldre som gjennomfører eksekutive oppgaver ofte kompenserer for svikt ved å benytte seg av flere kognitive ressurser. For å se hva den resultatsmessige forskjellen skyldes, vil det kunne være nyttig å teste de ulike aldersgruppene på dikotisk lytting samtidig som de blir skannet med fMRI. På den måten kan årsaksmekanismene bli klarere. Har eldre fortsatt evnen til å ta i bruk kontrollmekanismer, ved at områdene som sørger for kontroll fortsatt er aktive? Skyldes den reduserte kontrollen andre faktorer, som at de glemmer oppgaveinstruksjoner fordi arbeidsminne ikke klarer å representere mål og kontekst? FMRI bilder vil kunne øke denne forståelsen.

En annen begrensning omhandler forskning på eksekutive funksjoner. Som oppgaven har pekt på tidligere, har de ulike delkomponentene innen eksekutiv funksjon vært dårlig definert, og ulike definisjoner kan føre til forskjellige resultater. Videre har heller ikke inhibisjon blitt definert på en klar måte, som gjør at ulike funn i studier kanskje beror seg på at de ikke måler det samme som i andre studier (Rabbitt, Lowe & Shilling, 2001). Et annet problem med tester som måler eksekutive funksjoner, er at de ofte kun kan brukes en gang. Det kan også tenkes at ulike funn i litteraturen knyttet til frontale tester kan forklares ut ifra treningseffekter. Hovedeffekten av tester

blir ofte redusert dersom den samme testen blir administrert to ganger, noe som fører til at longitudinale studier med bruk av de samme testene, vanskeliggjøres. I forhold til dikotisk lytting, var testen ny for de eldre som ble testet, som øker sannsynligheten for at testen var valid under gjennomføringen.

Relevans av dikotisk lytting studiet

Dikotisk lytting og venstreørebetingelsen er som vist en test som kan knyttes til kognitiv kontroll (Westerhausen & Hugdahl, 2010) og som dermed er av relevans i forhold til flere psykologiske problemstillinger. Hugdahl, Løberg & Nygård (2009) tenker for eksempel at evnen til redusert konfliktløsning og undertrykking av impulser kan være med på å forklare hørselshallusinasjoner hos schizofrene pasienter. Selv om de tenker at selve hallusinasjonene kommer fra overdreven firing i venstre temporallapp eller av patologi i samme området, mener de at også andre mekanismer er involvert. I tillegg til parietale områder, som er med på å rette fokuset mot de indre hallusinasjonene, har forfatterne en hypotese om at også frontale områder er viktige i forståelsen av virkningsmekanismene. De har brukt dikotisk lytting for å se på forskjeller i høyre-øre-fordelen i forbindelse med hallusinasjoner, og har sett at fordelene blir mindre dess mer hallusinasjoner pasienten har. De har også fMRI-scannet pasienter som hallusinerer og sammenlignet dem med pasienter som ikke hallusinerer, og funnet at den førstnevnte gruppen hverken aktiverer temporale områder eller kontrollområder som anterior cingulate når de skal undertrykke lydene fra venstre øret. Dette kan tyde på at kontrollmekanismen som vanligvis undertrykker lydene presentert på høyre øret, svikter. Parallellt kan det også tenkes at schizofrene pasienter har problemer med å undertrykke de indre «stemmene» som oppstår under en hallusinasjon. Forskingen er fortsatt på begynnerstadiet, og det er fortsatt behov for flere studier som støtter de nevnte funnene.

Det kan også tenkes at venstreørebetingelsen kan brukes til skille friske eldre fra eldre med begynnende hukommelsesvansker. Som Gootjes et al. (2006) sitt forsøk viste gjorde pasienter med

Alzheimer det dårlig på dikotisk lytting oppgaven, og dette skyltes ikke degenerering av corpus callosum alene. For å finne en mulig kur mot for eksempel Alzheimer sykdom, er det viktig å identifisere personer som utvikler sykdommen så tidlig som mulig. Dersom man identifiserer de tidlig kan man se på endringer i hjernen og knytte dem til kognitive vansker. Dette vil gjøre det lettere for forskere å finne ut hva som kan gjøres for å snu utviklingen. Selv om det per dags dato ikke finnes noen medisin som kan kurere Alzheimer sykdom, er optimismen tilstede hos forskere, og det kan tenkes at man allerede innen 10 år vil ha medisiner på markedet som vil fungere (Shurkin, 2009). Vanlige medisiner som brukes nå er blant annet medisiner som baserer seg på behandling med achetylcholin, en av transmittersubstansene i hjernen. Forsøk på rotter som var 3 måneder, 15 måneder og 22 måneder, viste at de eldste rottene gjorde det bedre på oppmerksomhetsoppgaver etter at de fikk tacrine medisiner, og dårligere når de ble injisert med scopolamine og mecamylamine som blokkerer acetylcholin funksjon (Jones, Barnes, Kirkby & Higgins, 1995).

Alle tester som kan være med på å oppdage begynnende vansker hos pasienter som senere får Alzheimer eller andre demenssykdommer er av betydning for å sikre tidlig behandling. I dag benyttes blant annet Mini-Mental State Examination (MMSE) intervjuet for å oppdage sykdommen, men forskning viser at MMSE ikke er sensitiv nok i forhold til eksekutive evner, og sykdommen har ofte utviklet seg i stor grad når de blir testet (Malloy et al., 1997). Forskning viser at eksekutive funksjoner målt gjennom selvrapporteringsskjema, særlig relatert til regulering av mål-rettet aktivitet, korrelerte bedre med funksjon enn MMSE intervjuet gjorde (Grigsby, Kaye & Robbins, 1995), noe som peker på betydning av andre mål for å identifisere redusert funksjon så tidlig som mulig. Det kan tenkes at dikotisk lytting kan være et viktig redskap for å oppdage reduserte evner som kan føre til nedsatt funksjon hos eldre. Siden eksekutive styringsfunksjoner er noe av det første som svikter, vil tester som fanger opp denne svikten være nyttige for tidlig identifisering. I tillegg er kognitiv kontroll også relatert til minne, som tradisjonelt har blitt forbundet med Alzheimer sykdom og andre demenssykdommer (Salthouse, 1998). Badre & Wagner (2007) peker på at kognitiv

kontroll er viktig for minne på to måter. For det første aktiveres områder i ventrolaterale områder når personen ønsker å hente fram et spesifikt minne som relaterer seg til et bestemt mål. I tillegg utøves også kognitiv kontroll når flere mulige minner har blitt aktivert, og det mest relevante må velges ut og dermed fokuseres på. Dette gjelder både semantisk gjenkalling og selektering i tillegg til episodisk hukommelse.

Dette viser at tester som fanger opp svikt i eksekutive funksjoner, som kognitiv kontroll, har betydning. Dikotisk lytting er en test som er lett å gjennomføre. I tillegg er instruksjonene lette å forstå, og varierer ikke mye fra betingelse til betingelse. Det er lett å skille ut hvilke variabler som varierer, noe som gjør funnene mer entydige. Videre koster det ikke mye å gjennomføre en testrunde med dikotisk lytting.

Mulighet for rehabilitering og mestring av kontrollsvikt. Som oppgaven viser, fører normal aldring til reduksjon i evne til å både kontrollere oppmerksomheten og undertrykke urelevant informasjon. Dette er eksempler på redusert kognitiv kontroll. Reduksjonen kan få praktiske konsekvenser i dagliglivet, og dette er en stor utfordring for samfunnet (Hertzog et al., 2009). Av denne grunn er det også økt interesse for kunnskap som kanskje kan forhindre at eldre havner i langtidspleie og dermed kan fortsette i arbeid. Fokus på kognitiv trening som forebygger dette er derfor et populært forskningsområde. Det bør nevnes at en del av påstandene om effekten av trening på eksekutive funksjoner, ikke er basert på vitenskapelig forskning. Det finnes likevel forskning som peker på potensialet for bedring, kompensering og trening av eksekutive funksjoner (Lustig et al., 2009). Oppgaven vil fortsette med å diskutere denne forskningen.

Kognitiv rehabilitering er et fagfelt som tradisjonelt ønsker å bedre funksjon hos pasienter med forskjellige kognitive vansker, og økt funksjon kan oppnås på flere måter. Rehabilitering kan bestå av å forebedre ferdigheter direkte. Dette involverer ofte som trening på de reduserte ferdighetene. Det er også mulig å kompensere for funksjonelle tap, for eksempel ved bruk av miljøtiltak (Sohlberg & Mateer, 2001). Eksekutive vansker etter skade eller sykdom er spesielt

vanskelig å behandle, i mange tilfeller er det lite som har en direkte effekt. Dette har vært en stor utfordring med tanke på rehabilitering. I tillegg har pasienter med eksekutive vansker ofte dårlig sykdomsinnsikt, og mange viser en emosjonell avflatning og en slags likegyldighet ovenfor sin egen tilstand, noe som kompliserer veien mot bedring ytterligere (Sacks, 1985; Goldberg, 2002). For pasienter der skader og degenerering er omfattende, kan det mest hensiktsmessige i mange tilfeller være å kompensere for vanskene.

For eldre med eksekutive vansker kan kompenserende strategier blant annet være å bruke kilder til informasjon som ikke er like krevende i forhold til oppmerksomhet, for eksempel lese aviser heller enn å bruke elektroniske mediekilder. Siden lærte ferdigheter ikke blir sterkt påvirket av prefrontale styringsfunksjoner, kan denne kunnskapen fortsatt brukes (Salthouse, 1998).

Forskning viser at noen av vanskene relatert til kognitiv kontroll knytter seg til redusert evne til å opprettholde mål over tid (Braver & Cohen, 2000). I slike tilfeller kan diverse påminnere brukes. Eldre kan antas å være mer avhengig av og mer mottakelige ovenfor ytre støtte som kan oppnås i miljøet. Slike påminnere kan tenkes å kompensere for vanskene de har med å kontrollere seg selv (Hultsch, Hertzog & Dixon, 1987).

I forhold til mer direkte rehabilitering og funksjonsbedring er spørsmålet videre om kunnskap relatert til vansker med å aktivere inhiberingsmekanismer i hjernen, kan brukes til å hjelpe de som har disse vanskene. Hugdahl, Løberg & Nygård (2009) har stilt dette spørsmålet i forbindelse med schizofrene pasienter. Det er mulig at schizofrene pasienter har problemer med å inhibere stemmene som oppstår i temporallappen, slik at de oppfattes som ekte. Dersom det var mulig å trene disse pasientene med dikotisk lytting, slik at de ble flinkere til å lytte selektivt til venstre øre, kunne det kanskje være mulig å generalisere denne evnen til også å undertrykke indre stemmer. En studie fra Hatashita-Wong og Silverstein i 2003 fant at en slik treningsprosedyre førte til bedring hos schizofrene pasienter, men en nyere studie fra 2005 fant at trening ikke hjalp mot hallusinasjoner hos schizofrene, selv om prosedyren økte deres verbale episodiske minne (Fiszdon, Whelahan, Bryson, Wexler & Bell, 2005). Forskningen er ennå på begynnerstadiet, og det er behov

for mer før det er mulig å si noe mer om effekten av slik trening. Foreløpig finnes det ikke noen prosedyrer som garantert kan helbrede redusert prefrontal funksjon (Hertzog et al., 2009). Siden forskning antyder at trening av kognitiv kontroll hos schizofrene kan bedre funksjon, kan det tenkes at trening også vil være nyttig for andre grupper med tilsvarende kontroll-vansker, som for eksempel eldre.

Forebygging og forbedring av eksekutive ferdigheter. Ikke all svikt er like

gjennomgripende og absolutt, og det finnes generelle råd man kan følge i ung alder for å øke eksekutive evner. For eksempel viser en studie med barn i førskolealder at trening på eksekutive ferdigheter har effekt på oppgaver som krever kognitiv kontroll. Deres studie inkluderte 18 klasserom i startfasen i tillegg til 3 klasserom senere i prosjektet. Klasserommene ble randomisert slik at noen fikk trene seg på til sammen 40 aktiviteter som skulle forbedre eksekutiv funksjon, mens andre fikk normal klasseromsundervisning. Når barna fikk øve på eksekutive oppgaver gjennom hele dagen, gjorde de det bedre på andre eksekutive oppgaver, som en Flanker oppgave som krever inhibisjon av inkongruent stimuli. Deres eksekutive evner generaliserte seg med andre ord til lignende utfordringer. På en annen lignende oppgave oppnådde dobbelt så mange barn med trening økt korrekt skåre enn barna som ikke hadde fått trening (Diamond, Barnett, Thomas & Munro, 2007).

Studier tyder også på at barn som klarer å vente på belønning heller enn å søke umiddelbar tilfredsstillelse, gjør det bedre på oppgaver som krever kognitiv kontroll 10 år senere. Personer som fokuserer på fristelsen, har også større sannsynlighet for å gi etter. Når de skulle løse konflikten i en «go» «no go» oppgave, måtte de bruke kompensatoriske teknikker i form av økt tidsbruk for å inhibere den mer automatiske responsen (Eigsti et al., 2006).

Spørsmålet videre er om trening også kan være effektivt for eldre. Før ble det antatt at eldre ikke kunne lære nye ting og at aldring var ensbetydende med kognitiv nedgang. Dette synet ser ut til endre seg noe (Hertzog et al., 2009). Blant annet viser det seg at nye nerveceller blir skapt også

som voksen og hos eldre. Selv om de fleste av cellene dør, fordi de ikke får nok næring eller ikke klarer å koble seg på eksisterende nevralt forgreininger, kan mental og fysisk trening føre til at flere av dem overlever. Et område som viser økt plastisitet også hos eldre er parahippocampus, der Buell og Coleman (1979) fant utvidelse av dendritter i tillegg til økt antall forgreininger i forhold til yngre.

Det har blitt antatt at brain-derived neurotropic factor (BDNF) er med på å skape nye forbindelser mellom nerveceller og dermed øke hjernens plastisitet. Trening fører til økt utskikkelse av BDNF (Cotman & Berchtold, 2002). Mekanismen i forhold til fysisk trening er fortsatt ukjent, men en forklaring kan henge sammen med økt blodtilførsel til hjernen, som øker tilstrømming av oksygen og næring (Anthes, 2009).

Et sosialt nettverk preget av deltakelse og mindre sosial isolasjon, kan også ha en positiv effekt mot kognitiv reduksjon. Studier har undersøkt både grad av involvering i nettverk, hvor mange venner personen har og sivil status. Videre er også positive holdninger viktig, dette kanskje fordi det fremmer annen positiv atferd, som involvering i sosiale nettverk, trening og et sunt kosthold (Hertzog et. al., 2009). Positive livsstilendringer kan videre føre til mindre stress (Passer & Smith, 2004), og studier har vist at økt stress som fører til utskilling av kortison, har negativ effekt på kognitiv kontroll hos aper (Lyons, Lopez, Yang & Schatzberg, 2000), og en studie av Cushing pasienter, som stadig utsettes for høyere kortisolverdier, viser at de gjør de dårligere på flere oppgaver, deriblant oppgaver som krever inhibisjon av respons (Forget, Lacroix, Somma & Cohen, 2000). Det er viktig å huske på at det er vanskelig å si noe om årsak og effekt. Er grunnen til økt kognitiv fungering en direkte effekt av de nevnte beskyttende faktorene, eller er personer som fra før av fungerer bedre kognitivt mer tilbøyelig til å engasjere seg i helsefremmende aktiviteter? I tillegg viser studier som benytter seg av multimodal trening der flere tiltak blir iverksatt for å øke kognitiv funksjon (Lustig et al., 2009) at dette kan være effektivt, men effekten er gjerne mer generell og uspesifikk, i tillegg til at effekten ikke er stor siden den fordeler seg på mange områder, som kan gjøre det vanskelig å si noe om spesifikke effekter (Goldberg, 2009).

Det finnes likevel studier som peker på spesifikke effekter. I likhet med barn i 3 års alderen viser også eldre den typiske reaktive stilen på en AX-CPT oppgave, men trening på denne oppgaven, viser at de kan trenes til å bruke en mer proaktiv stil. Når forsøkspersonene ble testet med en AX-CPT oppgave etter treningen, viste de mer aktivitet i prefrontale områder, som korrelerte med økt reaksjonstid på oppgaven (Braver, Paxton, Locke & Barch, 2009). Om en slik korttidseffekt også kan føre til langvarige endringer, må fortsatt å forskes på. Foreløpig varierer langtidseffekter med ulike typer studier (Lustig et al., 2009). Noen studier som ser på trening av eksekutive ferdigheter, er oppmuntrende i forhold til dette, siden det viser seg at slik trening kan generaliseres til andre områder (Hertzog et al., 2009).

En studie gjort av Karlene Ball et al. (2002) har søkt å se direkte på hvordan kognitiv trening påvirker kognisjon med en kontrollert studie. De trente 2500 eldre i forskjellige kognitive oppgaver, deriblant resonnering. Det viste seg at gruppen som mottok trening gjorde det bedre på tester som var relatert til treningsoppgavene, enn kontrollgruppen som ikke hadde fått kognitiv trening. Det kognitive treningsopplegget har fått navnet ACTIVE, og viser at kognitiv trening kan øke kognitiv fungering hos eldre. Studien kunne også tyde på at treningen beskyttet mot kognitiv nedgang hos friske eldre. Til tross for dette kunne ikke studien finne signifikante endringer i deres hverdag. Dette kan henge sammen med at forsøkspersonene ble bedre i den spesifikke oppgaven de ble trent, for eksempel minneoppgaver, uten at dette ble overført til bedre resultat på andre oppgaver.

Studier har også sett på effekten av fysisk trening på eksekutive ferdigheter (Lustig et al., 2009). Det er ikke nødvendigvis slik at denne treningen må foregå i tidlig alder. I sen alder viser det seg at de som har en uaktiv livsstil har lavere eksekutiv fungering enn dem som holder seg aktive med trening. Denne aktiviteten trenger heller ikke å være spesielt omfattende, siden studier viser at 20 minutter med aktiv gange hver dag ser ut til å være nok (Anthes, 2009). Selv om 20 minutter med aktivitet ser ut til å ha positiv effekt på kognitiv fungering, viser studier at eldre som benytter treningsformer som fører til høy puls, profitterer mer enn de som ikke gjør det. Studiene som har undersøkt dette, strekker seg både over kort og over lang tid (Richards, Hardy & Wadsworth, 2002;

Albert et al., 1995). Colcombe og Kramer (2003) har videre gjort en metaanalyse hvor de har undersøkt litteratur fra 1966 til 2001 for å se om fysisk trening har effekt på kognitiv fungering hos friske eldre. Til sammen inkluderte de 18 studier, og fant at fysisk trening hadde en positiv effekt på kognisjon. Ved å bruke hjerneavbildningsteknikker har Colcombe et al. (2004) belyst hva som skjer når personer trener i seks måneder på aktiviteter som øker maksimalt oksygenopptak. På en Flanker oppgave, som krever kognitiv kontroll, gjorde forsøkspersoner det bedre etter fysisk trening. Dette korrelerte med mindre aktivitet i anterior cingulate, som er knyttet til registrering av konflikter, og økt aktivering i parietale områder og i midte frontale gyrus i høyre hjernehalvdel. Forfatterne peker på at den reduserte aktiveringen i cingulatum kan henge sammen med mindre behov for overvåking av konflikt, siden den økte aktiveringen i de andre områdene ga økt fokus mot oppgaverelevant informasjon. En senere studie med Colcombe og kollegaer (2006), fant videre effekt av trening i seks måneder på spesifikke hjerneområder hos eldre, deriblant inferior frontal gyrus. Som oppgaven har sett på, blir dette området ofte aktivert når forsøkspersoner løser oppgaver som krever kognitiv kontroll. Studiet til Colcombe og kolleger antyder at fysisk trening kan føre til strukturelle endringer i hjernen, hvilket bekrefter evnen til plastisitet. Det er fortsatt behov for mer forskning på området, siden få andre studier har undersøkt sammenhengen. Videre ble det gjeldende studiet utført hos en gruppe friske eldre. Om funnene også ville vært gyldige for personer med patologiske endringer i hjernen, er fortsatt uklart.

Studiene som er nevnt så langt, peker på at det finnes muligheter for forebygging og trening av kognitiv kontroll. Forskningen er også lovende siden den også peker på generaliseringseffekter til lignende laboratoriumsoppgaver. Det gjenstår fortsatt å se om dette også fører til bedring i hverdagen, og om funnene har betydning for andre enn normale friske eldre. Medisinsk kunnskap viser at det ofte er lettere å forebygge reduksjon enn å rehabilitere vansker når de først har oppstått (Goldberg, 2009).

Lustig et al. (2009) peker på mulige retninger som forskning på trening av eksekutive ferdigheter kan ta. For eksempel vil det være nyttig å måle strukturelle hjerneforhold både før

trening, etter en stund og etter at trening er slutt, for å se om trening fører til systematiske endringer. I tillegg vil det være nyttig å forske på hvor mye trening som må til for at det skal ha en reell effekt på eksekutive funksjoner. Et eksempel er å forske på om schizofrene pasienter kan trenes med dikotisk lytting slik at de blir bedre til å undertrykke en automatisk respons. En studie fra Edwards, Barch og Braver (in press) har sett på strategisk trening av kognitiv kontroll hos schizofrene pasienter ved å bruke en AX-CPT oppgave. Pasientene ble også skannet med fMRI for å se på effekten av treningen. Selve treningen bestod i at pasientene eksplisitt ble oppfordret til å fokusere på kontekst, som i oppgaven tilsvarer A. De ble gjort oppmerksom på sammenhengen mellom A og en etterfølgende X, og skulle si høyt at A var tilstede når den kom. Selve treningen, som ble gjennomført en uke etter at den samme oppgaven ble gitt uten trening, tok omtrent 20 minutter. Etter trening oppnådde pasienter aktivering i de samme områdene som kontrollpersonene, og denne endringen gjenspeilet seg også i bedre resultat på en kognitiv oppgave og bedring av kliniske symptomer. En annet studie som har fokusert på trening av kognitiv kontroll hos schizofreni, har videre funnet generaliseringseffekter av treningen etter 6 måneder. Dette var særlig tydelig når pasientene hadde fått intensiv trening over lenger tid (Fisher, Holland, Subramaniam & Vinogradov, 2010). Dette er begynnende studier som fokuserer på trening av kognitiv kontroll, og resultatene er interessante. Det gjenstår fortsatt mye forskning på området før det kan sies noe sikkert om årsakssammenhenger.

Forskning tyder på at genetiske faktorer spiller en rolle i forhold til individuelle forskjeller i eksekutive evner, blant annet viste en studie at korrelasjonen mellom tvillingers evne til konfliktløsning, var høy (Fan, Wu, Fossella & Posner, 2001). Genetiske faktorer peker på muligheten for farmakologisk intervensjon i forhold til eksekutive vansker. Som nevnt tidligere i oppgaven er dopamin antatt å være et viktig transmittorstoff i forbindelse med eksekutiv funksjon og kognitiv kontroll, og medisiner som involverer dopamin er derfor av interesse. Det gjenstår mange utfordringer i forhold til å finne gode medisiner som har en effekt. Det dopaminerge systemet er komplekst med flere reseptorer og mulige nervebaner (Roberts et al., 1994). Dette gjør

det utfordrende å finne medisiner som vil fungere (Goldberg, 2009).

Konklusjon

Som forfatteren kjenner til, er dette det første dikotisk lytting studiet som har sett på evne til styrt oppmerksomhet hos eldre i forskjellige aldersgrupper og sammenlignet prestasjonen hos kvinner og menn. Studiet ble gjennomført ved å tilføre datamateriell til et forskningsprosjekt relatert til dikotisk lytting hos eldre. Dataene fra 92 friske eldre ble så analysert med statistiske metoder. Resultatene av analysen viser at menn fra 55-75 år har vansker med å undertrykke lyden fra høyre øre, mens kvinner først får vansker med dette i 65-årsalderen. Redusert prestasjon på betingelsen kan skyldes flere faktorer, blant annet degenerering av corpus callosum, men en studie viste at dette kun gjaldt for friske eldre, hos pasienter med Alzheimers var ikke degenereringen av størst betydning. I dette tilfellet vil andre mekanismer, som redusert kognitiv kontroll, kunne forklare redusert fungering bedre. Det er fortsatt uklart om redusert kognitiv kontroll er med på å forklare reduserte resultater på venstreørebetingelsen hos friske eldre. For å belyse problemstillingen må det forskes mer på fenomenet.

Hypotesen om at eldre får større vansker med å undertrykke lyden fra venstre øret, gjelder for både menn og kvinner, men for kvinner oppstår ikke denne vansken før de er 65 år gamle.

Hypotesen om at rapportering fra høyre øre holder seg noenlunde konstant, mens rapportering fra venstre øre i progrienderende grad går nedover fikk delvis støtte fra studiet. Antall rapporterte stavelser fra høyre øret viste en trend mot økning på bekostning av rapporterte stavelser fra venstre øret. Rapporterte stavelser fra venstre øret var redusert hos menn, og hos kvinner ble resultatet redusert i midten av 60-årene.

Resultane på forsøket har blitt diskutert i oppgaven, men det gjenstår fortsatt mye forskning på området for å klargjøre om eldre får selektivt større vansker med styrt oppmerksomhet mot venstre øre, og i så fall om denne vansken oppstår på et spesifikt tidspunkt. Det er med andre ord et åpent spørsmål om eldre får vansker som kan relateres til kognitiv kontroll, men studiet antyder at

menn allerede har vansker fra 55 år, mens kvinner først får vansker med dette i 65-årsalderen.

Oppgaven har også tatt for seg om det finnes noe man kan gjøre for å forebygge eller bedre kognitiv svikt relatert til kognitiv kontroll, og poengtert at begrepet og forskningen relatert til det er av betydning for å forstå aldring og dets konsekvenser.

Referanser

- Abeles, N. (1998). Foreword. I I. H. Nordhus, G. R. VandenBos, S. Berg & P. Fromholt. (Red.), *Clinical Geropsychology* (s. 183-188). Washington, DC: American Psychological Association.
- Albert, M.S., Savage, C. R., Blazer, D., Jones, K., Berkman, L., Seeman, T., & Rowe, J. W. (1995). Predictor of cognitive change in older persons: MacArthur studies of successful aging. *Psychology and aging, 10*, 578-589.
- Alexander, M. P., Stuss, D. T., Picton, T. W., Shallice, T., & Gillingham, S. M. E. (2007). Regional frontal injuries cause distinct impairments in cognitive control. *Neurology, 68*, 1515-1523. doi: 10.1212/01.wnl.0000261482.99569.fb
- Andersen, S. L., & Teicher, M. H. (2000). Sex differences in dopamine receptors and their relevance to ADHD. *Neurosci Biobehav Rev, 24*, 137-141. Doi: 10.1016/S0149-7634(99)00044-5
- Andersson, M., Reinvang, I., Wehling, E., Hugdahl, K., & Lundervold, A. (2008). A dichotic listening study of attention control in older adults. *Scandinavian Journal of Psychology, 49*, 299-304. doi: 10.1111/j.1467-9450.2008.00634.x
- Anthes, E. (2009, February/March). Six ways to boost brainpower. *Scientific American Mind, 20*, 56-64.
- Armstrong, E. (1990). Evolution of the brain. I G. Paxions (Red.), *The human nervous system* (s. 1-18), San Diego: Academic Press.
- Asaad, W. F., Rainer, G., & Miller, E. K. (1998). Neural activity in the primate prefrontal cortex during associative learning. *Neuron, 21*, 1399-407. doi: 10.1.1.130.3073
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2007). Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of

- memory. *Neuropsychologia*, 45, 2883-2901. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.015
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., . . . & Willis, S. L. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults. *Journal of the American Medical Association*, 288(18), 2271-2281. doi:10.1001/jama.288.18.2271
- Banich, M. T., Milham, M. P., Atchley, R., Cohen, N. J., Webb, A., Wszalek, T., Kramer, A. F., . . . & Brown, C. (2000). Prefrontal regions play a predominant role in imposing an attentional “set”: evidence from fMRI. *Cognitive Brain Research*, 10(1-2), 1-9. doi: 10.1016/S0926-6410(00)00015-X
- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (1999). The unbearable automaticity of being. *American Psychologist*, 54, 462-479.
- Bartholow, B. D., Dickter, C. L., & Sestir, M. A. (2006). Stereotype activation and control of race bias: Cognitive control of inhibition and its impairment by alcohol. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90, 272-287. doi: 10.1037/0022-3514.90.2.272
- Benton, A., Eslinger, P., & Damasio, A. (1981). Normative observations on neuropsychological test performance in old age. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 3, 33-42. doi: 10.1080/01688638108403111
- Bialystok, E. (1999). Cognition and language: Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development*, 70(3), 636-644. doi: 10.1111/1467-8624.00046
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., Klein, R., & Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, aging, and cognitive control: Evidence from the Simon task. *Psychology and Aging*, 19, 290-303. doi: 10.1037/0882-7974.19.2.290
- Bichot, N. P., Schall, J. D., Thompson, K. G. (1996). Visual feature selectivity in frontal eye fields induced by experience in mature macaques. *Nature*, 381, 697-699. doi:10.1038/381697a0
- Bloom, F. E., Lazerson, A., & Nelson, C. A. (2001). *Brain, Mind, and Behavior* (3rd ed.). U.S.A.: Worth Publisher.
- Braver, T. S., & Cohen, J. D. (2000). On the control of control. The role of dopamine in regulating

prefrontal function and working memory. I S. Monsell & J. Driver (Red.), *Control of cognitive processes: Attention and Performance XVIII* (s. 713-738). Cambridge, MA: MIT Press.

Braver, T. S., Paxton, J. L., Locke, H. S., & Barch, D. M. (2009). Flexible neural mechanisms of cognitive control within human prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *106*(18), 7351-7356. doi:

10.1073/pnas.0808187106

Brodal, A. (1981). *Neurological anatomy in relation to clinical medicine (3rd ed.)*. New York: Oxford University Press.

Botvinick, M. M., Nystrom, L., Fissell, K., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (1999). Conflict monitoring vs. Selection-for-action in anterior cingulate cortex. *Nature*, *402*, 179-181. doi:10.1038/46035

Brodman K. (1995). *Brodman's localisation in the Cerebral Cortex (L. J. Garey, overs.) (3 utg.)*. London: Smith-Gordon (originalbok utgitt 1909).

Brodal, P. (1995). *Sentralnervesystemet: Bygning og funksjon*. Oslo: TANO.

Bryden, M. P., Munhall, K., & Allard, F. (1983). Attentional biases and the right-ear effect in dichotic listening. *Brain and language*, *18*, 236-248.

Buell, S. & Coleman, P. (1979). Dendritic growth in the aged human brain and failure of growth in senile dementia. *Science*, *206*, 854-856. doi: 10.1126/science.493989

Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. (2002). Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: evidence from fMRI. *Neuron*, *33*(2), 301-311. doi:10.1016/S0896-6273(01)00583-9

Cahn-Weiner, D. A., Malloy, P. F., Boyle, P. A., Marran, M., & Salloway, S. (2000). Prediction of functional status from neuropsychological tests in community-dwelling elderly individuals. *The Clinical Neuropsychologist*, *14*(2), 187-195. doi: 10.1076/1385-4046(200005)14:2;1-Z;FT187

- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control in children's theory of mind. *Child Development, 72*, 1032-1053.
- Casey, B., Trainor, R., Orendi, J., Schubert, A., Nystrom, L., Giedd, J., . . . Rapoport, J. L. (1997). A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go/no-go task. *Journal of Cognitive Neuroscience, 9*(6), 835-847.
- Channon, S., Drury, H., Martinos, M., Robertson, M. M., Orth, M. & Crawford, S. (2009). Tourette's Syndrome (TS): Inhibitory performance in adults with uncomplicated TS. *Neuropsychology, 23*(3), 359-366. doi; 10.1037/a0014552
- Chatham, C. H., Frank, M. J., & Munakata, Y. (2008). Pupillometric and behavioral markers of a developmental shift in the temporal dynamics of cognitive control. *PNAS, 106*(14), 5529-5533. doi: 10.1073/pnas. 0810002106
- Chao, L.L., & Knight, R.T. (1997). Prefrontal deficits in attention and inhibitory control with aging. *Cerebral Cortex, 7*, 63-69. doi: 10.1093/cercor/7.1.63
- Chavis, D.A., Pandya, D. N. (1976). Further observations on cortico-frontal connections in the rhesus monkey. *Brain Research, 117*, 369-386.
- Christ, S. E., White, D. A., Mandernach, T., & Keys, B. A. (2001). Inhibitory control across the life span. *Developmental neuropsychology, 20*(3), 653-669.
- Cohen, J. D., Botvinick, M., & Carter, C. S. (2000). Anterior cingulate and prefrontal cortex: who's in control? *Nature neuroscience, 3*, 421-423. doi:10.1038/74783
- Cohen, J. D., Braver, T. S., & O'Reilly, R. C. (1996). A computational approach to prefrontal cortex, cognitive control and schizophrenia: recent developments and current challenges. *Philosophical Transactions: Biological Sciences, 351*, 1515-1527.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., . . . Kramer, A. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 61*(11), 1166-1170.
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a

meta-analytic study. *Psychological Science*, *14*, 125-130. doi: 10.1111/1467-9280.t01-1-0143

Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., . . . Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(9), 3316-3321. doi:10.1073/pnas.0400266101

Collette, F., Van der Linden, M., Laureys, S., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., & Salmon, E. (2005). Exploring the unity and diversity of the neural substrates of executive functioning. *Human Brain Mapping*, *25*, 409-423. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.05.035

Conboy, B. T., Sommerville, J. A., and Kuhl, P. K. (2008). Cognitive control factors in speech perception at 11 months. *Dev. Psychol.*, *44*, 1505-1512. doi:10.1037/a0012975

Cotman, C. W., & Berchtold, N. C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*, *25*, 295-301. doi: 10.1016/S0166-2236(02)02143-4

Courtney, S. M., Petit L., Haxby, J. V., Ungerleider, L. G. (1998). The role of prefrontal cortex in working memory: examining the contents of consciousness. *Biological Science*, *353*, 1819-1828. doi: 10.1098/rstb.1998.0334

Darowski, E. S., Helder, E., Zacks, R. T., Hasher, L., & Hambrick, D. Z. (2008). Age-related differences in cognition: The role of distraction control. *Neuropsychology*, *22*, 638-644. doi: 10.1037/0894-4105.22.5.638

De Jong, R. (2001). Adult age differences in goal activation and goal maintenance. *European journal of cognitive psychology*, *13*(1/2), 71-89. doi: 10.1080/09541440042000223

Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, *318*, 1387-1388. doi: 10.1126/science.1151148

Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, *38*(3), 352-362. doi: 10.1037//0012-1649.38.3.352

- Dreisbach, G., & Goschke, T. (2004). How positive affect modulates cognitive control: Reduced perseveration at the cost of increased distractibility. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *30*(2), 343-353. doi: 10.1037/0278-7393.30.2.343
- Edwards, B. G., Barch, D. M., & Braver, T. S. (in press). Improving prefrontal cortex function in schizophrenia through focused training of cognitive control. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*, 2-12. doi: 10.3389/fnhum.2010.00032
- Eigsti, I., Zayas, V., Mischel, W., Shoda, Y., Ayduk, O., Dadlani, M. B., . . . Casey, B. J. (2006). Predicting cognitive control From preschool to late adolescence and young adulthood. *Psychological science*, *17*(6), 478-484. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01732.x
- Egner, T., Jamieson, G., & Gruzelier, J. (2005). Hypnosis decouples cognitive control from conflict monitoring processes of the frontal lobe. *NeuroImage*, *27*, 969-978.
doi:10.1016/j.neuroimage.2005.05.002
- Engle, R. W. (in press). Role of working-memory capacity in cognitive control. *Current Anthropology*, *51*. doi: 10.1086/650572
- Enright, S. J., & Beech, A. R. (1993). Further evidence of reduced cognitive inhibition in obsessive-compulsive disorder. *Personality and Individual Differences*, *14*, 387-395.
doi: 10.1016/0191-8869(93)90307-O
- Erraji-Benchekroun, Underwood, M. D., Arango, V., Galfalvy, H., Pavlidis, P., Smyrniotopoulos, P., Mann, J. & Sibille, E. (2005). Molecular aging in human prefrontal cortex is selective and continuous throughout adult life. *Biological psychiatry*, *57*(5), 549-558. doi:
10.1016/j.biopsych.2004.10.034
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, *6*, 409-434. doi: 10.1080/02699939208409696
- Fan, J., Wu, Y., Fossella, J., & Posner, M. I. (2001). Assessing the heritability of attentional networks, *BioMed Central Neuroscience*, *2*, 14, 1471-2202. doi: 10.1186/1471-2202-2-14
- Fisher, M., Holland, C., Subramaniam, K., & Vinogradov, S. (2010). Neuroplasticity-based

cognitive training in schizophrenia: An interim report on the effects 6 months later.

Schizophrenia Bulletin, 36(4), 869-879. doi: 10.1093/schbul/sbn170

- Fiszdon, J. M., Whelahan, H., Bryson, G. J., Wexler, B. E., & Bell, M. D. (2005). Cognitive training of verbal memory using a dichotic listening paradigm: impact on symptoms and cognition. *Acta Psychiatr. Scandin.*, 117, 187-193. doi:10.1111/j.1600-0447.2005.00565.x
- Forgas, J. P. (2001). *Affect and social cognition*. London: Psychology Press.
- Forget, H., Lacroix, A., Somma, M., & Cohen, H. (2000). Cognitive decline in patients with Cushing's syndrome. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 20-29.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 101-135. doi: 10.1037/0096-3445.133.1.101
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. D., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence, *Psychological Science*, 17, 172-179. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x
- Frith, C. (2000). The role of dorsolateral prefrontal cortex in the selection of action as revealed by functional imaging. I S. Monsell, J. Driver (Red.), *Control of Cognitive Processes* (s. 549-566)., Cambridge, MA: MIT Press.
- Fromholt, P., & Bruhn, P. (1998). Cognitive dysfunction and dementia. I I. H. Nordhus, G. R. VandenBos, S. Berg & P. Fromholt (Red.), *Clinical Geropsychology* (s. 183-188), Washington, DC: American Psychological Association.
- Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex - An update: Time is of the essence. *Neuron*, 30(2), 319-333. doi:10.1016/S0896-6273(01)00285-9
- Garavan, H., Ross, T. J., & Stein, E. A. (1999). Right hemispheric dominance of inhibitory control: An event-related functional MRI study. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 96, 8301-8306.

- Gathercole, S. E. (1994) Neuropsychology and working memory: A review. *Neuropsychology*, 8(4), 494-505.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2002). *Cognitive Neuroscience. The biology of the mind (2nd ed.)*. New York: W. W Norton & Company, Inc.
- Goldberg, E., Harner, R., Lovell, M., Podell, K. & Riggio, S. (2005). Cognitive bias, functional cortical geometry, and the frontal lobes: laterality, sex and handedness, *J Cogn Neurosci*, 6, 276-296.
- Goldberg, E. (2002). *Hjernens dirigent: Frontallapperne og den civiliserede bevidsthed*. København: Psykologisk forlag AS.
- Goldberg, E. (2009). *The new executive brain: Frontal lobes in a complex world*. New York: Oxford University Press.
- Goldman-Rakic, P. S. (1987). Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory. I F. Plum (Red.), *Handbook of physiology: The nervous system: Section 1, Vol. 5: Higher functions of the brain, Part 1* (s. 373-417). Bethesda: American Physiological Society.
- Goldman-Rakic, P. S., Cools, A. R., & Srivastava (1996). The prefrontal landscape: implications for functional architecture for understanding human mentation and the central executive (and discussion). *Biological science*, 351, 1445-1453. doi: 10.1098/rstb.1996.0129
- Gootjes, L., Bouma, A., Van Strien, J. W., Van Schijndel, R., Barkhof, F. & Scheltens, Ph. (2006). Corpus callosum size correlates with asymmetric performance on a dichotic listening task in healthy aging but not in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 44, 208-217.
- Gootjes, L., Strien, J. W. V., & Bouma, A. (2004). Age effects in identifying and localising dichotic stimuli: A corpus callosum deficit? *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 26(6), 826-837. doi: 10.1080/13803390490509448
- Goschke, T., & Dreisbach, G. (2008). Conflict-triggered goal shielding: Response conflicts attenuate background monitoring for prospective memory cues. *Psychological Science*, 19,

25-32. Doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02042.x

Gould, E., Reeves, A. J., Graziano, M. S., & Gross, C. G. (1999). Neurogenesis in the neocortex of adult primates. *Science*, 286, 548-52.

Grafman, J. (1994). Alternative frameworks for the conceptualization of prefrontal functions.

I F. Boller, J. Grafman (Red.), *Handbook of Neuropsychology* (s. 187-202). Amsterdam: Elsevier.

Grigsby, J., Kaye, K., & Robbins, L. J. (1995). Behavioral disturbance and impairment of executive functions among the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 21, 167-177.

doi: 10.1016/0167-4943(95)00636-Y

Haaland, K., Vranes, L., Goodwin, J., & Garry, P. (1987). Wisconsin Card Sort performance in a healthy elderly population. *Journal of Gerontology*, 42, 345-346. doi:

10.1093/geronj/42.3.345

Haley, W. E., & Pardo, K. M. (1989). Relationship of severity of dementia to caregiving stressors.

Psychology and Aging, 4, 389-392.

Hasher, L., Zacks, R. T., & May, C. P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. I D.

Gopher, A. Koriat (Red.), *Attention and performance XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (s. 653-675). Cambridge, MA: The MIT Press.

Hashtroudi, S., Johnson, M., & Chrosniak, L. (1990). Aging and qualitative characteristics of memories for perceived and imagined complex events. *Psychology and Aging*, 5, 119-126.

Hatashita-Wong, M., & Silverstein, S. M. (2003). Coping with voices: selective attention training for persistent auditory hallucinations in treatment refractory schizophrenia.

Psychiatry: Interpersonal & Biological Processes, 66, 255-261. doi:

10.1521/psyc.66.3.255.25162

Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2009). Fit body, fit mind? *American Scientific Mind*, 20(4), 24-31.

- Hugdahl, K. (1995). Dichotic listening: Probing temporal lobe functional integrity. I R.J. Davidson, K. Hugdahl (Red.), *Brain Asymmetry* (s. 123-156). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hugdahl, K. (2001). Dichotic listening in the study of auditory laterality. I K. Hugdahl, R. J. Davidson (Red.) *The asymmetrical brain* (s. 441-447). MA: MIT Press.
- Hugdahl, K. & Andersson, L. (1986). The “forced-attention paradigm” in dichotic listening to CV-syllables: A comparison between adults and children. *Cortex*, 22, 417-432.
- Hugdahl, K., Løberg, E-M., & Nygård, M. (2009). Left temporal lobe structural and functional abnormality underlying auditory hallucinations in schizophrenia. *Frontiers in Neuroscience*, 3(1), 34-45. doi:10.3389/neuro.01.001.2009
- Hugdahl, K., & Wester, K. (1992). Dichotic listening studies of hemispheric asymmetry in brain damaged patients. *International journal of neuroscience*, 63(1-2), 17-29. doi: 10.3109/00207459208986657
- Hugdahl, K., Westerhausen, R., Alho, K., Medvedev, S., Laine, M., & Hämäläinen, H. (2009). Attention and cognitive control: Unfolding the dichotic listening story. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(1), 11-22. doi: 10.1111/j.1467-9450.2008.00676.x
- Hultsch, D. F., Herzog, C., & Dixon, R. (1987). Age differences in metamemory: Resolving the inconsistencies. *Canadian Journal of Psychology*, 41(2), 193–208
- Jacoby, L. L., Bishara, A. J., Hessels, S., & Toth, J. P. (2005). Aging, subjective experience, and cognitive control: Dramatic false remembering by older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(2), 131-148. doi: 10.1037/0096-3445.134.2.131
- Jones, D. N. C., Barnes, J. C., Kirkby, D. L., & Higgins, G. A. (1995). Age-associated impairments in a test of attention: Evidence for involvement of cholinergic systems. *The journal of Neuroscience*, 15(11), 7282-7292.
- Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E. E., Reuter-Lorenz, P. A., Koeppe, R. A., & Hartley, A. (2000). Age differences in behavior and PET activation reveal differences in interference resolution in verbal working memory. *Journal Cognitive Neuroscience*, 12, 188–196.

- Jostmann, N. B., & Koole, S. L. (2007). On the regulation of cognitive control: Action orientation moderates the impact of high demands in Stroop interference tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, *136*, 593-609. doi: 10.1037/0096-3445.136.4.593
- Kausler, D. H., & Hakami, M. K. (1982). Frequency judgments by young and elderly adults for relevant stimuli with simultaneously present irrelevant stimuli. *J Gerontol*, *37*(4), 438-442. doi: 10.1093/geronj/37.4.438
- Kendler, K. S., & Walsh, D. (1995). Gender and schizophrenia: results of an epidemiologically based family study. *The British Journal of Psychiatry*, *167*, 184-192.
- Kennerley, S. W., Walton, M. E., Behrens, T. E. J., Buckley, M. J. & Rushworth, M. F. S. (2006) Optimal decision making and the anterior cingulate cortex. *Nature Neurosci.*, *9*, 940-947. doi:10.1038/nm1724
- Kimberg, D. Y., & Farah, M. J. (1993). A unified account of cognitive impairments following frontal lobe damage: The role of working memory in complex, organized behavior. *Journal of Experimental Psychology: General*, *22*, 411-428.
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, *3*, 163-178.
- Koch, K., Pauly, K., Kellermann, T., Seiferth, N. Y., Reske, M., Backes, V., . . . Habel, U. (2007). Gender differences in the cognitive control of emotion: An fMRI study. *Neuropsychologia*, *45*(12), 2744-2754. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.04.012
- Konishi, S., Nakajima, K., Uchida, I., Sekihara, K., & Miyashita, Y. (1998). No-go dominant brain activity in human inferior prefrontal cortex revealed by functional magnetic resonance imaging. *European Journal of Neuroscience*, *10*, 1209-1213.
- Krendl, A. C., Heatherton, T. F., & Kensinger, E. A. (2009). Aging minds and twisting attitudes: An fMRI investigation of age differences in inhibiting prejudice. *Psychology and aging*, *24*(3), 530-541. doi: 10.1037/a0016065
- Krueger, C. E., Bird, A. C., Growdon, M. E., Jang, J. Y., Miller, B. L., & Kramer, J. H. (2009). Conflict monitoring in early frontotemporal dementia. *Neurology*, *73*, 349-355.

doi: 10.1212/WNL.0b013e3181b04b24

- Lavie, N. & De Fockert, J. (2006). Frontal control of attentional capture in visual search. *Visual Cognition*, 14, 863-876. doi: 10.1080/13506280500195953
- Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 339-354.
doi: 10.1037/0096-3445.133.3.339
- Li, C.-S., Zhang, S., Duann, J.-R., Yan, P., Sinha, R., & Mazure, C. (2009). Gender differences in cognitive control: an Extended Investigation of the stop signal task. *Brain Imaging and Behavior*, 3(3), 262-276. doi: 10.1007/s11682-009-9068-1
- Li, S.-C., Lindenberger, U., & Sikström, S. (2001). Aging cognition: From neuromodulation to representation. *Trends in Cognitive Science*, 5, 479-486. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01769-1
- Locke, H. S., & Braver, T. S. (2008). Motivational influences on cognitive control: Behavior, brain activation, and individual differences. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8 (1), 99-112. doi: 10.3758/CABN.8.1.99
- Luck, S. J. (2005). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. Cambridge: The MIT Press.
- Luck S. J., & Gold J. M. (2008) The construct of attention in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 64, 34-39. doi:10.1016/j.biopsych.2008.02.014
- Lustig, C., Shah, P., Seidler, R., & Reuter-Lorenz, P. A. (2009). Aging, training, and the brain: A review and future directions. *Neuropsychol Rev*, 19, 504-522. doi: 10.1007/s11065-009-9119-9
- Lyons, D. M., Lopez, J. M., Yang, C., & Schatzberg, A. F. (2000). Stress-Level cortisol treatment impairs inhibitory control of behavior in monkeys. *The journal of neuroscience*, 20(20), 7816-7821.
- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger V. A., Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of dorso-

lateral prefrontal cortex and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288, 1835-1838. doi: 10.1126/science.288.5472.1835

Malloy, P. F., Cummings, J. L., Coffey, C. E., Duffy, J., Fink, M., Leuterbach, M. L., . . .

Salloway, S. (1997). Cognitive screening instruments in neuropsychiatry: a report of the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *The Journal of Neuropsychiatry & Clinical Neurosciences*, 9, 189-197.

Mansouri, F., Tanaka, K., & Buckley, M. J. (2009). Conflict-induced behavioural adjustment: a clue to the executive functions of the prefrontal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 141-152. doi:10.1038/nrn2538

Martin-Rhee, M. M., & Bialystok, E. (2008). The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition*, 11, 81-93. doi:10.1017/S1366728907003227

Masliah, E., Mallory, M., Hansen, L., Deteresa, R., & Terry, R. D. (1993). Quantitative synaptic alterations in the human neocortex during normal aging. *Neurology*, 43, 192-197.

Matlin, M. W. (2009). *Cognition (7rd ed.)*. Hoboken, New York: John Wiley & Sons.

Mayr, U., Spieler, D., & Kliegl, R. (2001). Ageing and executive control: Introduction to the special issue. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13, 1-4.

Mazzonna, F., & Peracchi, F. (2009). Aging, cognitive abilities and retirement in Europe. *CEIS Research Paper*; 152. Hentet fra <http://ideas.repec.org/p/rtv/ceisrp/152.html>

Meichenbaum, D. (1977). *Cognitive behavioral modification: An integrative approach*. New York: Plenum Press.

Miller, E. K. & Cohen, J. D. (2001). An intergrative theory of prefrontal cortex. *Annual review of neuroscience*, 24, 167-202. doi: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167

Mishkin, M. (1964). Perseveration of central sets after frontal lesions in monkeys. I J. M. Warren, K. Abert (Red.), *The frontal granular cortex and behavior* (s. 219-241). New York: McGraw-Hill.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Mori, S. (2007). *Introduction to Diffusion Tensor Imaging*. Amsterdam: Elsevier.
- Nielson, K. A., Langenecker, S. A., Garavan, H. (2002). Differences in the functional neuroanatomy of inhibitory control across the adult life span. *Psychology and aging*, *17*(1), 57-71. doi: 10.1037//0882-7974.17.1.56
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*, 220-246. doi: 10.1037/0033-2909.126.2.22
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. I R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Red.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (Vol. 4, s. 1-18). New York: Plenum Press.
- Oberauer, K., & Kliegl, R. (2001). Beyond resources - Formal models of complexity effects in age differences in working memory. *European Journal of Cognitive Psychology*, *13*, 187-215. doi: 10.1080/09541440042000278
- Owen, A. M., Roberts, A. C., Hodges, J. R., Summers, B. A., Polkey, C. E., & Robbins, T. W. (1993). Contrasting mechanisms of impaired attentional set-shifting in patients with frontal lobe damage or Parkinson's disease. *Brain*, *116*, 1159-1175. doi: 10.1093/brain/116.5.1159
- Passer, M., W. & Smith R., E. (2004). *Psychology: The science of mind and behavior, second edition*. York: McGraw-Hill.
- Passingham, R. (1993). *The frontal lobes and voluntary action*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Perlstein, W. M., Carter, C. S., Noll, D. C. & Cohen, J. D. (2001). Relation of Prefrontal Cortex Dysfunction to Working Memory and Symptoms in Schizophrenia. *The American Journal of Psychiatry*, *158*(7), 1005-1013.

- Peterson, B. S., Skudlarski, P., Anderson, A. W., Zhang, H., Gatenby, J. C., Lacadie, C. M., Leckman, J. F., & Gore, J. C. (1998). A functional magnetic resonance imaging study of tic suppression in Tourette's syndrome. *Archives of General Psychiatry*, *55*, 326-333.
- Petrides, M. (1996). Specialised systems for the processing of mnemonic information within the primate prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, *351*, 1455-1462.
- Prabhakaran, V., Narayanan, K., Zhao, Z. & Gabrieli, J. D. E. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nature neuroscience*, *3*(1), 85-90.
- Price, J. L., Carmichael, S. T., & Drevets, W. C. (1996). Networks related to the orbital and medial prefrontal cortex; a substrate for emotional behavior? *Prog Brain Res*, *107*, 523-536.
- Raber, J., Wong, D., Yu, G-Q., Buttini, M., Mahley, R. W., Pitas, R. E., & Mucke, L. (2000). Alzheimer's disease: Apolipoprotein E and Cognitive Performance. *Nature*, *404*, 352-354. doi:10.1038/35006165
- Rabbitt, P., Lowe, C., & Shilling, V. (2001). Frontal tests and models for cognitive ageing. *European journal of cognitive psychology*, *13*(1/2), 5-28.
- Raz, N., Gunning, F. M., Head, D., Dupuis, J. H., McQuain, J., Briggs, S. D., ... Acker, J. D. (1997). Selective aging of the human cerebral cortex observed *in Vivo*: Differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cerebral Cortex*, *7*(3), 268-282.
- Reuter, M., Ott, U., Vaiti, D., & Hennig, J. (2007). Impaired executive control is associated with a variation in the promoter region of the tryptophan hydroxylase 2 gene. *Journal of cognitive neuroscience*, *19*(3), 401-408. doi: 10.1162/jocn.2007.19.3.401
- Reuter-Lorenz, P. A. (2002). New visions of the aging mind and brain. *TRENDS in Cognitive Sciences*, *6*, 394-400.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2010). Human neuroscience and the aging mind: a new look at old problems. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, *65B*(4), 405-415. doi: 10.1093/geronb/gbq035

- Richards, M., Hardy, R., & Wadsworth, M. E. J. (2002). Does leisure protect cognition? Evidence from a national birth cohort. *Social Sciences & Medicine*, 56(4), 785-792. doi: 10.1016/S0277-9536(02)00075-8
- Roberts, A. C., De Salvia, M. A., Wilkinson, L. S., Collins, P., Muir, J. L., Everitt, B. J., & Robbins, T. L. (1994). 6-Hydroxydopamine lesions of the prefrontal cortex in monkeys enhance performance on an analog of the Wisconsin Card Sort Test: Possible interactions with subcortical dopamine. *Journal of Neuroscience*, 14, 2531-2544.
- Robinson, M. D., Schmeichel, B. J., & Inzlicht, M. (2010). A cognitive control perspective of self-control strength and its depletion. *Social and Personality Compass*, 4(3), 189-200. doi:10.1111/j.1751-9004.2009.00244.x
- Rougier, N. P., Noelle, D. C., Braver, T. S., Cohen, J. D., & O'Reilly, R. C. (2005). Prefrontal cortex and flexible cognitive control: Rules without symbols. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 102(20), 7338-7343. doi: 10.1073/pnas.0502455102
- Rosenzweig, M. R., Breedlove, S. M. & Watson, N. V. (2005). *Biological psychology: An introduction to behavioral and cognitive neuroscience*. MA: Sinauer Associates.
- Rowbotham, I., Pit-ten Cate, I. M., Sonuga-Barke, E. J. S., & Huijbregts, S. C. J. (2009). Cognitive control in adolescents with neurofibromatosis type 1. *Neuropsychology*, 23(1), 50-60. doi: 10.1037/a0013927
- Sacks, O. (1985). *The man who mistook his wife for a hat*. London: Picador.
- Sadeh, N., & Verona, E. (2008). Psychopathic traits associated with abnormal selective attention and impaired cognitive control. *Neuropsychology*, 22, 669-680. doi:10.1037/a0012692
- Salthouse, T. (1998). Cognitive and information-processing perspectives on aging. I. H. Nordhus, G. R. VandenBos, S. Berg & P. Fromholt (Red.), *Clinical Geropsychology* (s. 49-59). Washington, DC: American Psychological Association.
- Schmitz, T. W., Kawahara-Baccus, T. N., & Johnson, S. C. (2004). Metacognitive evaluation, self-relevance, and the right prefrontal cortex. *Neuroimage*, 22(2), 941-947. doi:

10.1016/j.neuroimage.2004.02.018

- Schmidt, K.-H., Neubach, B., & Heuer, H. (2007). Self-control demand, cognitive control deficits, and burnout. *Work & Stress, 21*(2), 142-154. doi:10.1080/02678370701431680
- Schwarz, N. (2002). Situated cognition and the wisdom of feelings: Cognitive tuning. I L. Feldman Barrett & P. Salovey (Red.), *The wisdom in feeling* (s. 144-166). New York: Guilford Press.
- Seignourel, P. J., Robins, D. L., Larson, M. J., Demery, J. A., Cole, M., & Perlstein, W. M. (2005). Cognitive control in closed head injury: Context maintenance dysfunction or prepotent response inhibition deficit? *Neuropsychology, 19*(5), 578-590. doi: 10.1037/0894-4105.19.5.578
- Serrien, D. J., Orth, M., Evans, A. H., Lees, A. J., & Brown, P. (2005). Motor inhibition in patients with Gilles de la Tourette syndrome: Functional activation patterns as revealed by EEG coherence. *Brain, 128*, 116-125. doi: 10.1093/brain/awh318
- Shallice, T., Burgess, P., & Robertson, I. (1996). The domain of supervisory processes and temporal organization of behaviour (and discussion). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 351*, 1405-1412. doi: 10.1098/rstb.1996.0124
- Shurkin, J. N. (2009, November/December). Decoding Dementia. *Scientific American Mind, 20*(6), 56-63.
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (2001). *Cognitive Rehabilitation. An integrative Neuropsychological approach*. New York: Guilford Press.
- Solfrizzo, V., Panza, F., & Capurso, A. (2002). The role of diet in cognitive decline. *Journal of Neural Transmission, 110*, 95-110.
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Welcome, S. E., Henkenius, A. L., Toga, A.W., & Peterson B. S. (2003). Cortical abnormalities in children and adolescents with attention-deficit hyperactivity disorder. *Lancet, 362*, 1699-1707. doi:10.1016/S0140-6736(03)14842-8
- Sparks, R., & Geschwind, N. (1968). Dichotic listening in man after section of neocortical

commissures. *Cortex*, 4, 3-16.

Spieler, D. H., Balota, D. A., & Faust, M. E. (1996). Stroop performance in healthy younger and older adults and in individuals with dementia of the Alzheimer's type. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 22, 461-479.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.

Stuss, D. T., & Levine B. (2002). Adult Clinical Neuropsychology: Lessons from Studies of the Frontal Lobes. *Annu. Rev. Psychology*, 53, 401-433.

Swick, D., Ashley, V., & Turken, A. (2008). Left inferior frontal gyrus is critical for response inhibition. *BMC Neuroscience*, 9, 1471-2202. doi:10.1186/1471-2202-9-102

Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *The Quarterly journal of experimental psychology. A, Human experimental psychology*, 54(2), 321-343. doi: 10.1080/02724980042000183

Thomsen, T., Rimol, L. M., Ersland, L. & Hugdahl, K. (2004). Dichotic listening reveals functional specificity in prefrontal cortex: an fMRI study. *NeuroImage*, 21, 211-218. doi: 10.1016/j.neuroimage.2003.08.039

Thomsen, T., Specht, K., Hammar, Å., Nytingnes, J., Ersland, L., & Hugdahl, K. (2004). Brain localization of attentional control in different age groups by combining functional and structural MRI. *NeuroImage*, 22(2), 912-919. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.02.015

Thompson-Schill, S. L., Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E. E., D'Esposito, Kan, I. P., . . . Swick, D. (2002). Effects of frontal lobe damage on interference effects in working memory. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 2, 109-120. doi: 10.3758/CABN.2.2.109

Thompson-Schill, S. L., Swick, D., Farah, M. J., D'Esposito, M., Kan, I. R., & Knight, R. T. (1998). Verb generation in patients with focal frontal lesions: A neuropsychological test of neuroimaging findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(26), 15855-60.

- Toates, F. (1998). The interaction of cognitive and stimulus-response processes in the control of behaviour. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 59-83. doi: 10.1016/S0149-7634(97)00022-5.
- Treitz, F. H., Heyder, K., & Daum, I. (2007). Differential course of executive control changes during normal aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14, 370-393. doi: 10.1080/13825580600678442
- Uttl, B., & Graf, P. (1997). Color-Word Stroop test performance across the adult lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuro-psychology*, 19, 405-420. doi: 10.1080/01688639708403869
- van Gaal, S., Ridderinkhof, R., van den Wildenberg, W. P. M., & Lamme, V. A. F. (2009). Dissociating consciousness from inhibitory control: Evidence for unconsciously triggered response inhibition in the stop-signal task. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 35(4), 1129-1139. doi: 10.1037/a0013551
- van der Plas, E. A. A., Crone, E. A., van den Wildenberg, W. P. M., Tranel, D., & Bechara, A. (2009). Executive control deficits in substance-dependent individuals: A comparison of alcohol, cocaine, and methamphetamine and of men and women. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(6), 706-719. doi: 10.1080/13803390802484797
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2009). Automaticity of cognitive control: Goal priming in response-inhibition paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 1381-1388. doi: 10.1037/a0016645
- Ward, J. (2006). *The student's guide to cognitive neuroscience* (s. 283-307). Hove, NY: Psychology Press.
- West, R. L., Bell, M. A. (1997). Stroop color-word interference and electroencephalogram activation: evidence for age-related decline in the anterior attentional system. *Neuropsychology*, 11, 421-427.
- Westerhausen, R. & Hugdahl, K. (2010). Cognitive Control of Auditory Laterality. I K. Hugdahl &

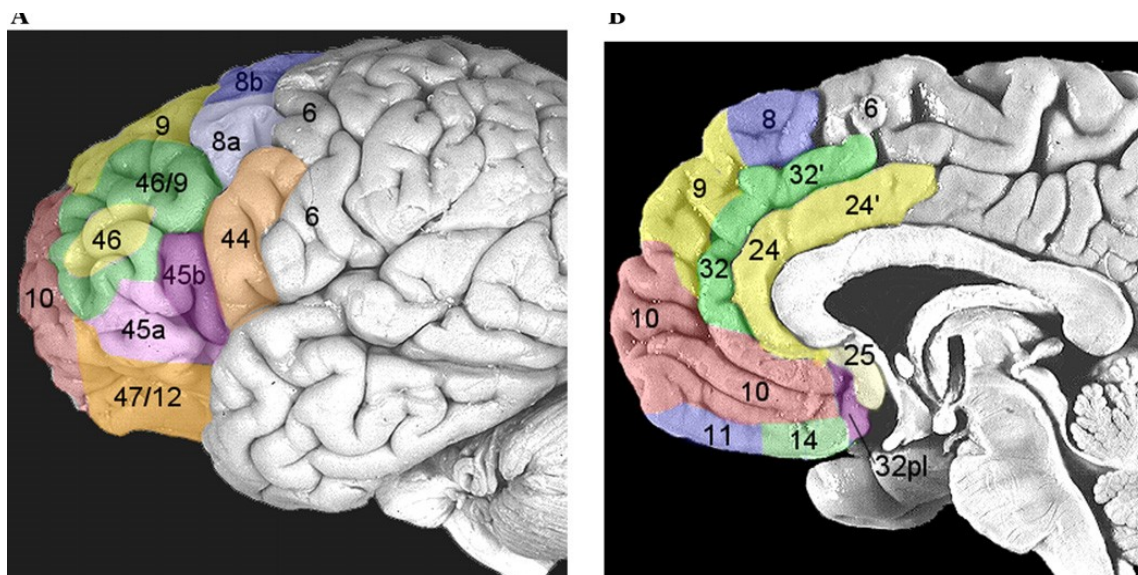
R. Westerhausen (Red.). *The Two Halves of the Brain – Information Processing in the Cerebral Hemispheres* (s. 469-497). Cambridge, MA: MIT Press

Westlye, L. T. (2007). *Det biologiske grunnlaget for kognitiv kontroll – En studie med hjernemorfometri, diffusion tensor imaging og error-related negativity*. Hovedfagsoppgave, Psykologisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo.

Øie, M., & Hugdahl, K. (2008). A 10-13 year follow-up of changes in perception and executive attention in patients with early-onset schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 106, 642-652.

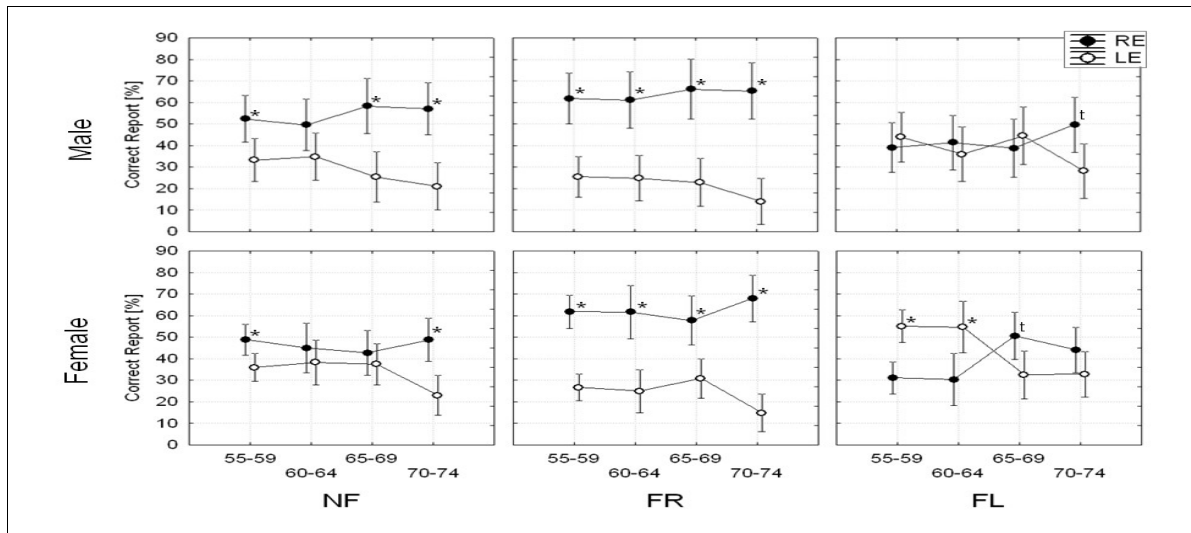
Appendiks

Figur 2. Prefrontal korteks inndelt i Brodmanns områder.



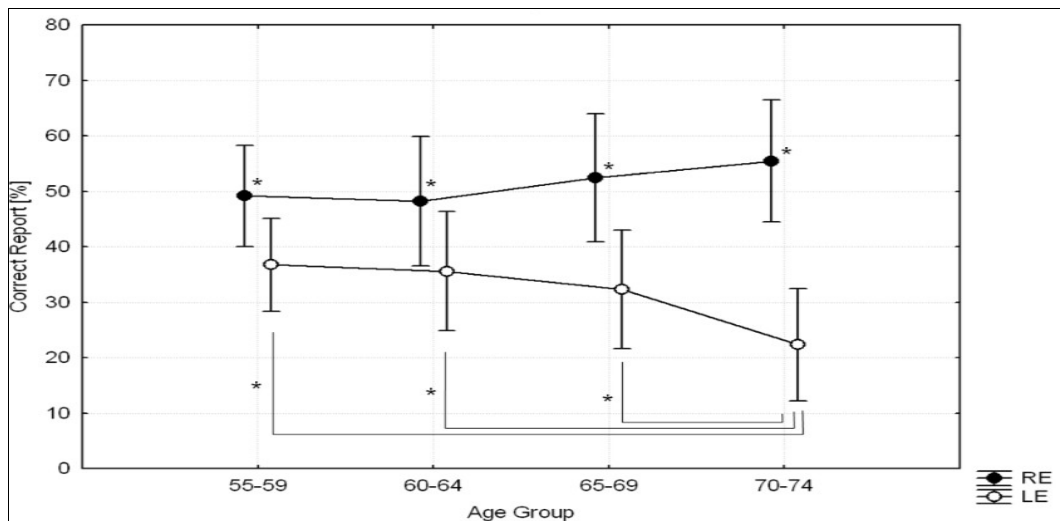
Figur A viser den laterale siden, figur D den mediale. Nummer tilsvare Brodmann's områder .
Reprodusert med tillatelse fra Ridderinkhof, van den Wildenberg, Segalowitz & Carter, 2004.

Figur 2. Fireveis interaksjonseffekt mellom kjønn, alder, betingelse og øre.



I FL betingelsen klarer kvinner å rapporterte stavelser fra venstre øret frem til de blir 65 år, mens menn ikke klarte dette i noen av aldersgruppene. Notater: * $<0,01$ RE= høyre øre LE= Venstre øret. NF= ikke-tvungen, FR: Tvungen høyre, FL: Tvungen venstre.

Figur 3. Interaksjon mellom øre og aldersgrupper.



Høyreørefordelen øker signifikant ved stigende alder på bekostning av rapporterte stavelser fra venstre øret. * $p < 0$, RE= Høyre øre, LE= Venstre øre.

Tabell 2. Hierarkisk inndeling av prefrontale områder.

8	9	46	44	45	lateral 47	orbital 47	11	10	
Lateral prefrontal korteks						Orbitofrontal, orbital ventromedial, basal	frontopolar	Anterior cingulate	
dorsolateral			ventrolateral						
posterior dorsolateral	mid- dorsolateral		Inferior prefrontal korteks: pars opercularis (45), pars triangularis (46), orbitalis						

(47)

Prefrontal cortex og den arktoniske inndelingen i Brodmann`s områder, organisert i et hierarkisk system. Tallene tilsvarer Brodmann sine prefrontale områder, og inkluderer navnene på områdene plassert under tallene.

Tabell 3. Antall subjekter i de fire aldersgruppene, fordelt på kjønn.

	55-59	60-65	65-69	70-75	Total:
Alder, Gjennomsnitt:	57.2 SD: +/- 1.7	61.8 SD: +/- 0.7	67.3 SD: +/- 1.6	71.5 SD: +/- 1.44	60.8 SD: 7+/- 7.0
Kjønn:	25 (K) 11 (M)	10 (K) 9 (M)	12 (K) 8 (M)	13 (K) 9 (M)	97
Håndpreferanse:	36 (HH)	19 (HH)	20 (HH)	22 (HH)	97

Demografiske data. Antall subjekter i de ulike betingelsene. K= Kvinne, M= Mann. SD= Standardavvik, HH= Høyre hånd.

