

COGNITIEVE ACHTERUITGANG VOORKOMEN?

**DE EFFECTEN VAN COGNITIEVE CONTROLE TRAINING OP
LATERE LEEFTIJD**

Aantal woorden: 14.334

Esther Carolin Schubert

Studentennummer: 01511276

Promotor: Prof. Dr. Rudi De Raedt

Begeleider: Dr. Ineke Demeyer

Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de richting klinische psychologie

Academiejaar: 2016 - 2017



Dankwoord

Al in het begin van mijn studie raakte ik in het bijzonder geïnteresseerd in het breukvlak tussen de medische wetenschappen en de psychologie. Het was mij daarom ook snel duidelijk dat ik mij in mijn masterthesis graag binnen dit domein wilde verdiepen. Het onderzoek over cognitieve controle training bij ouderen trok daarom ook meteen mijn aandacht bij de keuze voor een onderwerp om mijn thesis over te schrijven. Hierdoor ben ik dan ook blij en dankbaar dat ik aan dit onderzoek mocht meewerken.

Het verwezelijken van deze thesis was geen gemakkelijke opdracht maar gelukkig had ik een aantal fantastische mensen rondom mij, die me in het proces hebben geholpen en gesteund. Daarom wil ik hier dan ook de tijd nemen om deze mensen te bedanken.

Allereerst wil ik mijn promotor Prof. Dr. Rudi De Raedt en mijn begeleider Dr. Ineke Demeyer bedanken voor alle hulp en begrip, het steeds bereikbaar en aanspreekbaar zijn bij vragen of problemen en de uitgebreide feedbackmomenten.

Bovendien wil ik graag mijn stagementor Dr. Marijke Miatton bedanken voor haar eindeloos vertrouwen, de vrijheid die ze mij gaf en haar toegevendheid.

Daarnaast wil ik al mijn vrienden bedanken voor het bieden van de nodige afleiding in pauzes, de leuke gesprekken en de gezellige avonden die mij nieuwe energie gaven.

Omdat het Nederlands niet mijn moedertaal is wil ik hier vooral ook mijn Nederlandse en Vlaamse vrienden bedanken die naast alle andere steun die ze mij gaven ook mijn thesis meermaals voor mij hebben nagelezen.

Ten laatste en zeker niet minder belangrijk, wil ik ook mijn familie en in het bijzonder mijn mama en mijn broer, bedanken dat ze er altijd voor me geweest zijn, voor hun emotionele steun, hun aanmoedigingen, het luisterend oor, hun warme woorden en nog zo veel meer.

En ook al zijn het enkel herinneringen die me hielpen bij mijn thesis, toch wil ik ook graag mijn papa bedanken voor de goede raad en alles wat hij in zijn leven voor me deed.

Abstract

Het continu stijgend percentage ouderen in de bevolking stelt de maatschappij voor nieuwe uitdagingen in de omgang met deze vergrijzing. Het belangrijkste doel in de omgang met deze vergrijzing is om de gezondheid en het welzijn van ouderen tot in de late levensjaren te ondersteunen. Ter nastreving van dit doel benadrukken onderzoekers de centrale rol van het cognitief functioneren voor het algemeen welzijn van ouderen. Steeds meer onderzoeken focussen daarom op de ontwikkeling van effectieve trainingen om de cognitieve achteruitgang, vaak geassocieerd met de ouderdom, tegen te gaan en zodoende de levenskwaliteit in de late levensjaren te bevorderen. In het huidig onderzoek wordt, met dit doel voor ogen, de effectiviteit van een computer-gebaseerde cognitieve controletraining in een groep gezonde ouderen (<65 jaar) getest. De ouderen volgden hiervoor gedurende 14 dagen een computertraining met de paced auditory verbal additon task (PASAT), een actieve controlegroep volgde de training met een alternatieve versie van de taak. De ouderen verbeterden significant in het updaten van het werkgeheugen ten opzichte van de controlegroep, wat *near transfer* aantoont. *Far transfer* naar het inhibitievermogen bleek echter niet significant te verbeteren ten opzichte van de controlegroep. De resultaten tonen dat de plasticiteit op hoge leeftijd groot genoeg is om een verandering in de cognitie te bereiken door een kortdurende training. De uitblijvende generalisatie van het trainingseffect doet echter enkele nieuwe vragen oprijzen met betrekking tot de effectieve componenten van een trainingstaak, geschikte maten voor transfer en mogelijke grenzen van de plasticiteit op oudere leeftijd, waarvoor verder onderzoek nodig is.

Inhoudstafel

Inleiding	1
Cognitieve Achteruitgang en Emotioneel Welbevinden	2
Achteruitgang van het Cognitief Functioneren op Latere Leeftijd	4
De rol van cognitieve controle in de algemene cognitie.	4
Structurele en neurobiologische veranderingen op latere leeftijd.	6
Gedragmatige veranderingen op latere leeftijd.....	7
De frontal lobe hypothesis of ageing.	7
De context processing theorie.	7
De executive attention theorie.	8
De dual mechanisms of control theorie.....	9
Cognitieve Training	10
Veroudering en neuroplasticiteit: De scaffolding theorie.	10
Cognitieve trainingsbenaderingen en hun effectiviteit.	12
Cognitieve training in de oudere populatie.	14
Huidig Onderzoek	17
Methode	19
Participanten	19
Onderzoeksopzet	19
Materiaal	19
Mini-Mental State Examination (MMSE).....	19
AX-Continuous Performance Task (AX-CPT).	20
Stroop Kleur-Woord taak.	22
Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT).....	23
Procedure	24
Resultaten	26
Preonderzoek	26
Groepsverschillen.	26
Correlaties.	28
Trainingseffecten	29
Transfer naar updating van het werkgeheugen (<i>near transfer</i>).	29
Transfer naar inhibitie (<i>far transfer</i>).	31

Invloed van Proactieve en Reactieve Controle op het Trainingseffect	33
Invloed van proactieve cognitieve controle.	33
Invloed van reactieve cognitieve controle.	34
Discussie	35
Effecten van de Cognitieve Controle Training	35
Effecten op het updaten van het werkgeheugen en inhibitie.....	35
Invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle.....	37
Uitgebleven Effecten en Beperkingen van het Onderzoek	39
Generalisatie van het trainingseffect naar inhibitie (<i>far transfer</i>).....	39
Invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle.....	41
Praktische Implicaties van het Huidige Onderzoek.....	42
Klinische relevantie.	42
Suggesties voor toekomstig onderzoek.	45
Conclusie.....	46
Referenties.....	48
Bijlagen	57

De achteruitgang van cognitieve functies is een veel voorkomend probleem in de sterk groeiende oudere populatie. Op grond van de steeds dalende geboortecijfers en de toenemende levensverwachting is de gemiddelde leeftijd van de Europese bevolking in de laatste 15 decennia lineair toegenomen (Oeppen & Vaupel, 2002; WHO, 2016). Tussen de jaren 2000 en 2050 zal het aantal Europeanen boven de 60 jaar verdubbelen van 11% naar 22%. Het totaal aantal mensen boven de 60 jaar wordt verwacht te stijgen van 900 miljoen in 2015 naar 1400 miljoen in 2030 en 2100 miljoen in 2050. Rond 2050 zal deze leeftijdsgroep 34% van de Europese bevolking uitmaken en aldus een groter deel dan kinderen onder de 16 jaar (Futurage, 2011; Oeppen & Vaupel, 2002; WHO, 2016). Deze cijfers benadrukken het belang van wetenschappelijk onderzoek naar de oudere populatie in het aanpakken van de uitdagingen van deze vergrijzing. Temeer omdat de toenemende leeftijd en de daarmee geassocieerde achteruitgang op cognitief gebied negatieve gevolgen kan hebben voor het emotioneel welzijn van ouderen.

Eén van de belangrijkste veranderingen op latere leeftijd is de achteruitgang in het algemeen cognitief functioneren. Ouderen vertonen toenemende tekorten op verschillende cognitieve domeinen waaronder episodisch geheugen, werkgeheugen, prospectief geheugen, inhibitie, aandacht en executieve functies (Balota, Dolan, & Duchek, 2000; Craik, Morris, & Gick, 1990; Hasher & Zacks, 1988; Salthouse, 1990; West, 1996). Deze functies blijken allemaal sterk beroep te doen op cognitieve controle, om welke reden een afname van cognitieve controle als één van de centrale onderliggende factoren van de leeftijdsgebonden cognitieve achteruitgang wordt beschouwd (Braver & Cohen, 2000; Braver & Barch, 2002). Cognitieve controle verwijst naar processen als de actualisatie en het actief houden van contextrepresentaties, inhibitie van taak irrelevante informatie en mentale flexibiliteit (Miyake et al., 2000). Deze processen stellen ons in staat om onze gedachten en gedrag af te stemmen in functie van vooraf bepaalde doelen en vormen zodoende de basis voor hogere orde cognitie (Glisky, 2007; Miller & Cohen, 2001).

Er is groeiende evidentie voor het feit dat een afname van deze cognitieve controlefuncties een significant negatieve invloed op het emotioneel welzijn van ouderen heeft. Voornamelijk de ontwikkeling van depressieve klachten op latere leeftijd

is geassocieerd met een daling in cognitieve controle (Fiske, Wetherell, & Gatz, 2009; Vinkers, Gussekloo, Stek, Westendorp, & van der Mast, 2004). Dit toont het belang aan van de ontwikkeling van effectieve interventies om het cognitief functioneren van ouderen te verbeteren en zodoende de stijgende depressiecijfers in de oudere populatie tegen te gaan.

Cognitieve Achteruitgang en Emotioneel Welbevinden

Onderzoekers benadrukken steeds meer het risico voor het ontstaan van depressieve klachten op latere leeftijd dat nauw gerelateerd blijkt te zijn aan een afname van cognitieve controlevaardigheden (Fiske et al., 2009; Vinkers et al., 2004). Vinkers et al. (2004) tonen aan dat cognitieve beperkingen, voornamelijk op het domein van aandacht en geheugen, geassocieerd zijn met een versnelde toename van depressieve symptomen op oudere leeftijd. Daarnaast blijken beperkingen in cognitieve controle een gebrek aan cognitieve empathie te veroorzaken, met een gebrekkige opbouw van sociale netwerken en toenemende sociale isolatie als gevolg. De hierdoor ontstane sociale isolatie en eenzaamheid resulteert in een toename van de depressieve gevoelens (Bailey et al., 2008; Salthouse, 2012).

Naast deze cognitieve veranderingen spelen ook verschillende psychosociale factoren een rol in het stijgende percentage van depressieve klachten bij ouderen (Fiske et al., 2009; Hernandez & Gonzalez, 2008; Palmore, 1999). Ondanks het continu stijgend percentage ouderen blijken deze nog steeds geconfronteerd te zijn met een aantal negatieve vooroordelen (Hernandez & Gonzalez, 2008). Ouderdom wordt het meest frequent gestereotypeerd als een fase van slechte gezondheid, slecht algemeen functioneren en een regressie terug naar de kindertijd (Levy, Hausdorff, Hencke, & Wei, 2000). Ouderen blijken geneigd te zijn om zich in overeenstemming met deze stereotypen te gedragen, met negatieve gevolgen voor hun zelfbeeld, zelfvertrouwen en geloof in hun eigen vaardigheden (Fiske et al., 2009; Hernandez & Gonzalez, 2008; Palmore, 1999). Levy et al. (2000) beschrijven onder andere verminderde self-efficacy, fysieke gezondheid, verslechterde geheugenprestaties en een afname van het levensverlangen als lange termijn gevolgen van de confrontatie met deze negatieve

stereotypen. Bovendien blijkt de stereotypering de kans op een zelfkritische kijk bij ouderen te verhogen en vormt zodoende eveneens een risicofactor voor depressie (Fiske et al., 2009).

Daar zwakke cognitieve controlefuncties en stereotypering het risico op depressie bij ouderen kunnen verhogen, kunnen sterke cognitieve controlefuncties juist beschermend werken tegen het ontwikkelen van depressieve symptomen op latere leeftijd (Salthouse, 2012). Deze bevinding benadrukt het belang van de ontwikkeling van effectieve trainingsmethoden om deze functies te verbeteren. Hoge cognitieve testcores blijken gerelateerd aan minder depressieve symptomen, minder gezondheidsproblemen en een beter algemeen welzijn op hoge leeftijd (Salthouse, 2012). Dit verband wordt mogelijk verklaard door het gebruik van meer adaptieve emotieregulatie strategieën. Emotieregulatie speelt een belangrijke rol bij de confrontatie met negatieve emoties en stressvolle omstandigheden en beschrijft de manier waarop iemand probeert om zijn emoties te beïnvloeden, wat de ervaring en uiting van de emoties bepaald (Gross, 1998). Bij adaptieve emotieregulatie strategieën wordt gebruik gemaakt van cognitieve herinterpretatie om de emotionele reactie te veranderen. Niet-adaptieve strategieën houden het herhaaldelijk en op een negatieve manier nadenken over de ervaren emotie of het onderdrukken van de emotie in (Gross, 1998; Joormann & D'Avanzato, 2010). Het gebruik van adaptieve emotieregulatie wordt belangrijk geacht voor het behoud van een goede mentale gezondheid (Gross & Jazaieri, 2014), terwijl het overmatig gebruik van maladaptieve strategieën gerelateerd blijkt aan het ontstaan van depressieve klachten (Demeyer, De Lissnyder, Koster, & De Raedt, 2012). Adaptieve emotieregulatie blijkt nauw gerelateerd aan cognitieve controlevaardigheden. Goede cognitieve controlefuncties stellen mensen beter in staat om adaptieve emotieregulatie strategieën te gebruiken en kunnen daardoor beschermend werken tegen het ontstaan van depressieve symptomen, terwijl zwakke cognitieve controlefuncties juist geassocieerd zijn met het gebruik van maladaptieve strategieën, wat het ontstaan van een depressie kan begunstigen (Joormann & D'Avanzato, 2010).

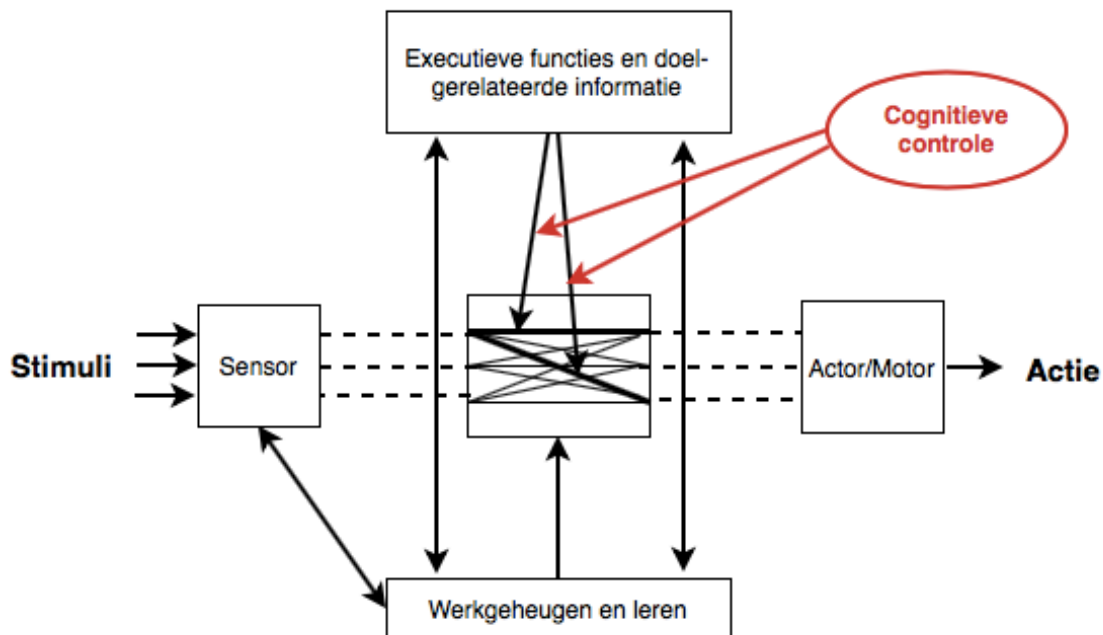
Cognitieve achteruitgang, voornamelijk op het gebied van cognitieve controle, net zoals bepaalde psychosociale invloeden kunnen dus aanzienlijke negatieve consequenties hebben voor het emotioneel welzijn van ouderen. Het bevorderen van cognitieve controle is daarom één van de belangrijkste aangrijpingspunten om een hoog emotioneel welbevinden tot in de late levensjaren te garanderen. Om deze reden is het belangrijk om de centrale rol van cognitieve controle in de algemene cognitie en de mechanismen en gevolgen van een achteruitgang in deze functie te begrijpen, waarvoor reeds verschillende theorieën zijn ontwikkeld.

Achteruitgang van het Cognitief Functioneren op Latere Leeftijd

De rol van cognitieve controle in de algemene cognitie.

Cognitieve controle verwijst naar functies als de actualisatie en het actief houden van taak gerelateerde informatie, inhibitie van taak irrelevante informatie en mentale flexibiliteit. Deze controlefuncties beïnvloeden onze informatieverwerkingsprocessen voortdurend en vormen de basis voor hogere orde cognitie (Miyake et al., 2000). Cognitieve controle is gerelateerd aan de dorsolaterale prefrontale cortex (DLPFC), welke in interactie staat met andere neurale circuits die zich uitstrekken over een groot deel van de hersenen (Miller & Cohen, 2001). Door deze interactie staat de DLPFC in voor de integratie van informatie uit verschillende hersengebieden welke ons in staat stelt onze gedachten en gevoelens te sturen in functie van vooraf bepaalde doelen (Glisky, 2007; Miller & Cohen, 2001). Hiervoor dient de informatieverwerking op deze doelen afgestemd te worden. Deze bewuste cognitieve beïnvloeding wordt ook wel *top-down* verwerking genoemd. Ten tweede moet, om de *top-down* verwerking te bevorderen, controle uitgeoefend worden over de meer basale *bottom-up* processen ter functie van de onderdrukking van een reflexief, stimulus gedreven respons (Miller & Cohen, 2001). De doelen waarop de informatieverwerking afgestemd wordt kunnen verschillende vormen aannemen en worden door Braver et al. (2001) gedefinieerd als contextrepresentaties. Contextrepresentaties kunnen zowel intern vastgelegd als extern opgelegd zijn. Ze kunnen persoonlijke motivatie, expliciete taakinstructies of de intentie tot een bepaalde actie omvatten, maar ze kunnen ook het resultaat zijn van een reeks eerder verwerkte stimuli. Voor de *top-down* beïnvloeding van de

informatieverwerking moeten deze contextrepresentaties permanent toegankelijk zijn wat impliceert dat ze actief gehouden moeten worden in het werkgeheugen. Baddeley en Hitch (1974) introduceerden het begrip werkgeheugen en onderzochten het mechanisme dat het werkgeheugen verbindt met de hogere orde cognitie. Ze concludeerden dat, wanneer informatie niet alleen tijdelijk opgeslagen maar ook bewerkt dient te worden, het de capaciteit van het kortetermijngeheugen overstijgt. Dan moet een soort ‘werkruimte’, de centrale executieve, ingeschakeld worden die de manipulatie van de opgeslagen informatie mogelijk maakt door aandachtsprocessen te sturen in overeenstemming met de contextrepresentaties. Hieruit leidden ze af dat niet de opslag de centrale functie is, die het verband legt tussen het werkgeheugen en hogere orde cognitie, maar het tegelijkertijd actief houden van contextrepresentaties en bewerken van informatie tijdens het uitvoeren van een taak (Baddeley & Hitch, 1974; Shipstead, Redick, & Engle, 2012). Voor een schematische voorstelling van deze verbanden en hun invloed op de informatieverwerking zie figuur 1.



Figuur 1. Schematische voorstelling van het concept van cognitieve controle (Gewijzigd van Miller, E.K., Cognitive Control: Understanding the brain’s executive, in Fundamentals of the Brain and Mind, Lecture 8, June 11-13, MIT).

In overeenstemming met deze verbanden worden de cognitieve controlefuncties en het werkgeheugen als centrale componenten van de leeftijdsgebonden afname in het cognitief functioneren beschouwd (Braver & Cohen, 2000; Braver et al., 2001; Braver & Barch, 2002; Braver, Satpute, Rush, Racine, & Barch, 2005; Paxton, Barch, Racine, & Braver, 2008; Redick, 2014). Dienovereenkomstig blijkt uit onderzoek naar de structurele hersenveranderingen op latere leeftijd een sterke verandering in de frontale gebieden. Ook op gedragsmatig vlak blijken veel tekortkomingen verband te houden met een beperking in cognitieve controle.

Structurele en neurobiologische veranderingen op latere leeftijd.

De cognitieve achteruitgang op latere leeftijd gaat gepaard met enkele structurele veranderingen in de hersenen. De meest prominente veranderingen geassocieerd met de oudere leeftijd zijn een afname in hersenvolume, een vermindering van de dikte van de hersenschors en een reductie van de witte-stof integriteit (Head, 2004; Raz et al., 2005; Sullivan & Pfefferbaum, 2006). De afname in het hersenvolume bleek het meest uitgesproken in de prefrontale, hippocampale, caudate en cerebellare regio's. Echter is er geen causaal verband aangetoond tussen de gereduceerde dikte van de hersenschors en een zichtbare afname in het algemeen cognitief functioneren (Raz & Rodrigue, 2006). Tevens is het ouderdom geassocieerd met een afname van witte stofvezels, wat een belemmering van de paden die verschillende hersengebieden met elkaar verbinden veroorzaakt (Head et al., 2004). Dit bleek het meest uitgesproken in de frontale hersengebieden, de primaire plaats van de cognitieve controlefuncties (Goh & Park, 2009).

Daarnaast bleek het verouderingsproces geassocieerd met een disregulatie van de dopaminereceptoren in de frontale gebieden (Kaasinen et al., 2000). Volgens Braver en Cohen (2000) speelt het dopamine neurotransmittersysteem door zijn interactie met de prefrontale cortex (PFC) een centrale rol in de selectie, het updaten en het actief houden van contextinformatie in het werkgeheugen. Dienovereenkomstig blijkt een afname van dopamine geassocieerd met slechtere prestaties op werkgeheugentaken (Li, Lindenberger, & Sikström, 2001; Li & Sikström, 2002).

Binnen de verslechtingen op taken die beroep doen op het werkgeheugen en cognitieve controle, vaak geobserveerd in de oudere populatie, wordt getracht dit te verklaren met een aantal theorieën.

Gedragmatige veranderingen op latere leeftijd.

De frontal lobe hypothesis of ageing.

Eén van de eerste theorieën waarmee getracht werd de leeftijdsgebonden achteruitgang in cognitieve functies te verklaren is de *frontal lobe hypothesis of ageing* (West, 1996). Deze is gebaseerd op de observatie dat het patroon van functieverlies in het normale verouderingsproces sterk overeenkomt met het cognitieve profiel van patiënten met schade aan de prefrontale cortex (West, 1996). In navolging van deze observatie wordt geconcludeerd dat het typische patroon van cognitieve veroudering gerelateerd is aan een neurodegeneratie van de prefrontale kwab (West, 1996). Deze verklaring heeft echter enkele belangrijke tekortkomingen. De *frontal lobe hypothesis* specificeert noch welke cognitieve functies precies gesitueerd zijn in de prefrontale cortex, noch biedt deze theorie een verklaring van de manier waarop verstoringen in de frontale functies zich uiteten in de cognitieve prestaties of in het gedrag van ouderen (Braver et al., 2001).

De context processing theorie.

Ten gevolge van de tekortkomingen van de *frontal lobe hypothesis of ageing* introduceerden Braver et al. (2001) een alternatieve verklaring. Ze merken op dat bijna alle taken, bij welke een typische leeftijdsgebonden verslechting in prestaties zichtbaar is, het actief houden van contextinformatie in het werkgeheugen vereisen. Gebaseerd op deze observatie stellen ze dat het werkgeheugen als een soort *general processing resource* fungeert, die verband houdt met verschillende cognitieve functies en de cognitieve achteruitgang medieert. In navolging van deze hypothese zijn enkele theorieën ontworpen die het verband van het werkgeheugen met hogere orde cognitieve processen en cognitieve achteruitgang nader specificeren.

Eén van deze theorieën is de *context processing* theorie, welke de cognitieve achteruitgang op latere leeftijd verklaart met een gebrekkige capaciteit om

contextinformatie in het werkgeheugen actief te houden tijdens het uitvoeren van een taak (Braver, Gray, Burgess, 2007; Braver et al., 2005). Zoals reeds eerder vermeld wordt context binnen deze theorie breed gedefinieerd en omvat zowel taakinstructies als voorafgaande stimuli en cues. In hun model van *context processing* veronderstellen Braver en collega's (2005, 2007) dat voornamelijk episodisch geheugen, werkgeheugen, prospectief geheugen, inhibitie, aandacht en executieve functies gevoelig zijn voor leeftijdsgebonden achteruitgang, functies die allemaal sterk beroep doen op cognitieve controle. Het succesvol uitoefenen van cognitieve controle is afhankelijk van interne representaties, het onderhoud en het updaten van contextinformatie, welke voortdurend actief gehouden moet worden in het werkgeheugen. Om deze reden wordt context in deze theorie als één van de componenten van het werkgeheugen beschouwd. Cognitieve achteruitgang wordt dienovereenkomstig verklaard door tekorten in de cognitieve controlefuncties, welke het gevolg zijn van een verminderde werkgeheugencapaciteit en een daardoor verminderd vermogen om contextinformatie actief te houden tijdens het verwerkingsproces. Het gevolg daarvan is dat ouderen meer moeite hebben om hun informatieverwerking af te stemmen op de context waardoor hun taakprestaties met toenemende leeftijd dalen (Braver et al., 2001; Braver & Barch, 2002; Braver, Satpute, Rush, Racine, & Barch, 2005).

De executive attention theorie.

Een tweede theorie die de rol van het werkgeheugen en cognitieve controle in het cognitieve verouderingsproces benadrukt is de *executive attention* theorie. Deze breidt de context processing theorie verder uit door er nog een tweede proces aan toe te voegen. De cognitieve achteruitgang op latere leeftijd wordt binnen deze theorie niet alleen als een gevolg van een beperking in cognitieve controlefuncties beschouwd, maar ook als een gevolg van moeilijkheden met het oplossen van responsconflicten (Engle & Kane, 2004; Michael J Kane, Conway, Hambrick, & Engle, 2007). Het oplossen van responsconflicten vraagt aandachtscontrole, de vaardigheid om een zwakkere taakrelevante respons te kiezen boven een sterkere, taakirrelevante respons. Onderzoek van McCabe, Roediger III, Mcdaniel, Balota, en Hambrick (2010) ondersteunt deze theorie door aan te tonen dat aandachtscontrole een gedeeld mechanisme is,

waarop zowel beroep wordt gedaan bij het oplossen van cognitieve controletaken als bij werkgeheugentaken. Bovendien blijkt een hoge werkgeheugencapaciteit verband te houden met goede volgehouden aandachtsvaardigheden (Kane et al., 2007) en een verminderde gevoeligheid voor sterk afleidende informatie (Colflesh & Conway, 2007), twee aspecten van cognitie die eveneens cruciaal zijn voor cognitieve controle (Engle & Kane, 2004).

De dual mechanisms of control theorie.

Hieropvolgend werd de *dual mechanisms of control* theorie geïntroduceerd waarin twee mechanismen van cognitieve controle worden onderscheiden, namelijk proactieve en reactieve cognitieve controle (Braver, Gray, Burgess, 2007; Braver et al., 2005). Proactieve controle vraagt het actief houden van contextinformatie (taakinstructies, voorafgegane stimuli, cues), welke helpt om opkomende stimuli te voorspellen, terwijl bij reactieve controle gebruik wordt gemaakt van een reactivatie van de contextinformatie om een respons te kiezen. De onderzoekers veronderstellen dat de functionaliteit van deze twee vormen van cognitieve controle varieert afhankelijk van de context waarin een taak wordt uitgevoerd. Reactieve controle wordt voornamelijk als bruikbaar geacht in situaties waarin geen voorspellende informatie voorhanden is of wanneer deze als onbetrouwbaar wordt geacht, terwijl proactieve controle gericht is op het anticiperen van bepaalde stimuli en belangrijk blijkt wanneer betrouwbare voorspellende informatie beschikbaar is (Braver et al., 2007; Braver et al., 2005). In overeenstemming met de *context processing* theorie en de *executive attention* theorie wordt gesteld dat vooral proactieve controle sterk beroep doet op het werkgeheugen om de taakrelevante informatie actief te houden tijdens het responsproces en dat deze omwille van de nauwe verbondenheid met het werkgeheugen, het meest gevoelig is voor leeftijdsgebonden achteruitgang (Braver et al., 2007; Manard, Carabin, Jaspard, & Collette, 2014). Derhalve wordt verwacht dat mensen verschillen afhankelijk van hun werkgeheugencapaciteit in de mate waarin ze proactieve en reactieve controle gebruiken.

Dit werd onderzocht met behulp van de AX-CPT-taak, een stimulus-respons taak, waarin een positieve respons op een vooraf vastgelegde lettercombinatie vereist is, terwijl andere lettercombinaties een negatieve respons vragen. De taak is zo opgebouwd dat het verschijnen van de lettercombinatie waarop een positieve respons moet volgen mettertijd voorspelbaar wordt. Uit deze onderzoeken blijkt dat participanten met een hogere werkgeheugencapaciteit daadwerkelijk meer beroep doen op de contextinformatie voor de responsselectie (proactieve controle), terwijl participanten met een lagere werkgeheugencapaciteit hun responsen eerder baseren op de totale responsfrequenties (reactieve controle). Daarnaast werd ook aangetoond dat proactieve controle in situaties waarin beroep moet worden gedaan op contextinformatie tot betere prestaties leidt, terwijl het gebruik van reactieve controlestrategieën de prestaties in dergelijke situaties negatief beïnvloedt (Redick, 2014; Redick & Engle, 2011). Bovendien blijkt dat de werkgeheugencapaciteit daadwerkelijk daalt met toenemende leeftijd en dat ouderen in eenvoudige stimulus-respons taken metterdaad vaker beroep doen op reactieve controle, terwijl jongeren meer gebruik maken van proactieve controle, wat hun slechtere prestaties gedeeltelijk kan verklaren (Braver et al., 2001; Braver, Paxton, Locke, & Barch, 2009; Braver et al., 2005; Paxton, Barch, Racine, & Braver, 2008).

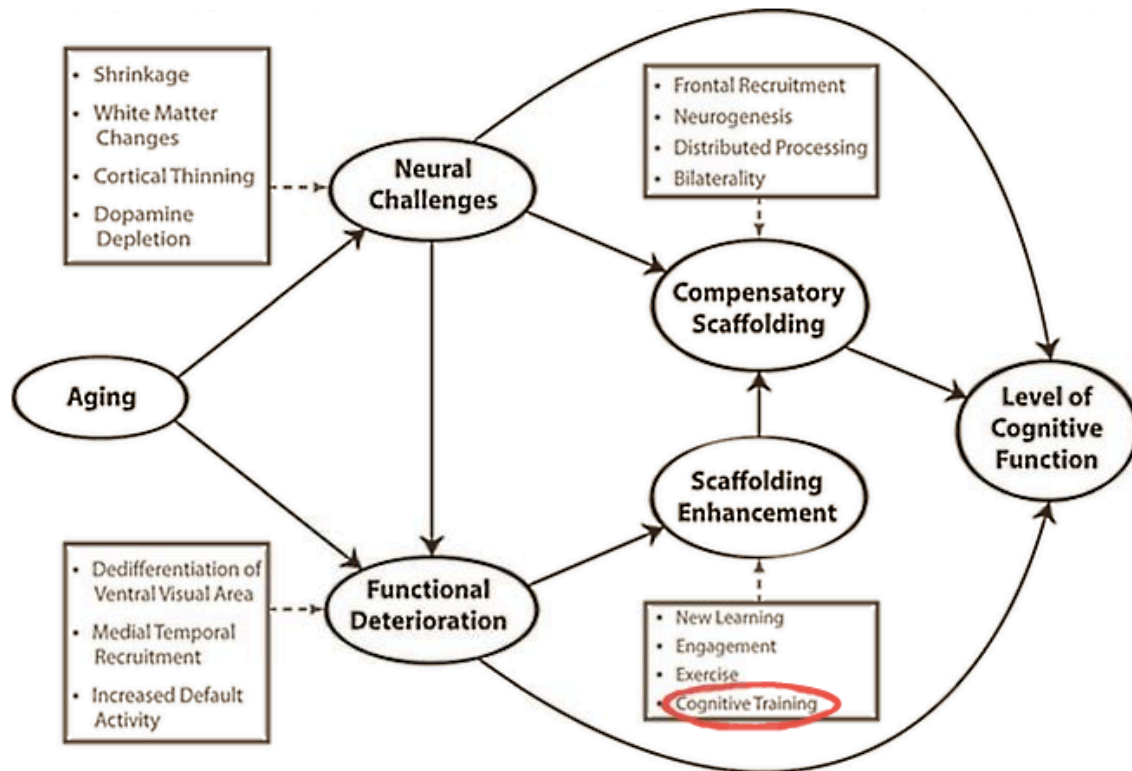
Op basis van deze theorieën werden enkele trainingsprogramma's ontworpen waarmee getracht wordt de leeftijdsgebonden cognitieve achteruitgang tegen te gaan. In navolging van de cognitieve theorieën wordt in dergelijke trainingen voornamelijk ingezet op het trainen van het werkgeheugen en de cognitieve controlefuncties. Vanuit de bevinding dat deze als zogenaamde *general processing resources* fungeren, wordt verondersteld dat een training van deze functies verrijkende positieve effecten zou hebben op het algemeen cognitief functioneren.

Cognitieve Training

Veroudering en neuroplasticiteit: De *scaffolding* theorie.

De *scaffolding* theorie van cognitie en veroudering integreert de biologische en gedragsmatige veranderingen die op latere leeftijd plaatsvinden en oogt te verklaren

waarom het cognitief functioneren op latere leeftijd ondanks de ingrijpende structurele veranderingen nog relatief gespaard lijkt. Hierdoor wijst deze theorie meteen ook op mogelijke aangrijpingspunten voor de beïnvloeding van de achteruitgang. De relatieve beperkingen in cognitieve achteruitgang wordt verklaard door de neuroplasticiteit, welke tot in de late levensjaren blijft bestaan. De hersenen passen zich aan de structurele veranderingen aan door compensatiemechanismen in te schakelen (figuur 2). Dit wordt onderbouwd door bevindingen uit *neuroimaging* studies die aantonen dat bij ouderen, in tegenstelling tot jongeren, vaak een bilaterale activatie van hersengebieden te zien is bij het uitvoeren van cognitieve taken (Park & Reuter-Lorenz, 2009). Deze bevinding duidt erop dat het inschakelen van de tweede hemisfeer fungeert als compensatiemechanisme. De bilaterale activatie is in verschillende hersengebieden zichtbaar maar blijkt het meest uitgesproken in de frontale kwabben, wijzend op een centrale rol van cognitieve controlefuncties. In de *scaffolding* theorie wordt verder verondersteld dat de effectiviteit van de actieve compensatie beïnvloed kan worden door activiteiten uit te oefenen die het vermogen tot compensatie vergroten. Hiervoor is de versterking van nieuwe neurale netwerken vereist welke door middel van verschillende activiteiten, waaronder ook cognitieve trainingen, bevordert kan worden (Goh & Park, 2009; Reuter-Lorenz & Park, 2014). Daarmee wijst de theorie op de mogelijke positieve invloed van cognitieve trainingen en het mechanisme waardoor deze de cognitie van ouderen kunnen versterken. Omdat de compensatorische activiteit het duidelijkst bleek in de frontale kwabben wijst de theorie bovendien in de richting dat wellicht vooral cognitieve controle belangrijk is voor het succesvol compenseren voor de structurele veranderingen. In overeenstemming met deze theorie tonen cognitieve trainingen die op het versterken van cognitieve controleprocessen focussen vaak betere effecten dan programma's die focussen op het beoefenen van één bepaalde cognitieve functie.



Figuur 2. Het *scaffolding* model van cognitie en veroudering (Goh & Park, 2009, p. 17).

Cognitieve trainingsbenaderingen en hun effectiviteit.

Het verbeteren van het cognitief functioneren op latere leeftijd heeft veel aandacht gekregen in de laatste jaren en blijft een uitdaging voor onderzoekers. De eerste trainingsstudies maakten gebruik van een strategie-gebaseerde benadering maar omwille van enkele tekortkomingen van deze benadering werd later overgegaan naar een proces specifieke benadering. Terwijl de strategie-gebaseerde benadering voornamelijk gericht was op het aanleren van geheugenstrategieën om het cognitief functioneren te verbeteren (Bissig & Lustig, 2007; Craik et al., 2007), wordt in processpecifieke trainingen meer gefocust op het trainen van de zogenaamde *general processing resources*, cognitieve functies die verband houden met een breed scala van verschillende cognitieve domeinen. De baat van deze overgang is duidelijk zichtbaar in de trainingseffecten. Met de strategie-gebaseerde benadering werd een sterke verbetering op het getrainde cognitieve domein gevonden, maar bleven de prestaties op taken die beroep deden op andere cognitieve functies nagenoeg onveranderd, wat

aantoont dat deze techniek onvoldoende generalisatie van de trainingseffecten teweegbracht (Saczynski, Willis, & Schaie, 2002). De processpecifieke benadering is daarentegen gebaseerd op de aanname dat de training van de *general processing resources* een verandering in het informatieverwerkingsysteem teweegbrengt en dienovereenkomstig ook andere dan alleen de getrainde cognitieve functie positief beïnvloedt kunnen worden door de training.

In overeenstemming met de *context processing* theorie en de *executive attention* theorie focussen recente trainingsstudies voornamelijk op het trainen van het werkgeheugen of de cognitieve controlefuncties, welke verondersteld worden als *general processing resources* te fungeren. Dienovereenkomstig worden na een training van deze functies niet alleen verbeteringen in de trainingstaak zelf verwacht, maar ook een generalisatie van de trainingseffecten naar andere cognitieve domeinen. Zonder aantoonbare generalisatie zouden verbeterde prestaties op de trainingstaak te wijten kunnen zijn aan de ontwikkeling van strategieën om de voorgestelde taak op te lossen, wat een regressie naar de effecten van een strategie-gebaseerde benadering zou betekenen. De generalisatie van trainingseffecten wordt beschreven door zogenaamde *near- en far transfer* effecten (Woodworth & Thorndike, 1901). *Near transfer* beschrijft de overdracht van het trainingseffect naar taken die aan de trainingstaak gerelateerd zijn omdat voor het oplossen van deze taken beroep moet worden gedaan op het getrainde cognitieve domein. Aangezien de stimuluskenmerken van tests voor één bepaalde cognitieve domein vaak overlappen zou *near transfer* echter ook nog gedeeltelijk verklaard kunnen worden door strategische leerprocessen (Shipstead et al., 2012). Dit toont het belang om ook *far transfer* aan te tonen aangezien *far transfer* betekend dat de trainingseffecten generaliseren naar taken die beroep doen op andere cognitieve functiedomeinen (Manard et al., 2014; Woodworth & Thorndike, 1901). De generalisatie van het leereffect wordt verondersteld op basis van het feit dat dezelfde neuroanatomische structuren onderliggend zijn aan verschillende cognitieve functies, waardoor een training meerdere functies zou beïnvloeden (Kane & Engle, 2002; Woodworth & Thorndike, 1901). *Far transfer* is daarom uitermate belangrijk om te kunnen stellen dat de trainingseffecten daadwerkelijk te wijten zijn aan een verbetering

in de getrainde cognitieve functie. Aangezien *far transfer* moeilijk bereikt kan worden door strategieontwikkeling vormt het bovendien een indicatie voor processpecifiek leren (Manard et al., 2014; Shipstead et al., 2012). Buschkuehl et al. (2008) stellen dat transfer voorspeld kan worden door gedeelde onderliggende neuroanatomische structuren of cognitieve processen, maar ook door de aard van de training. Zij benadrukken dat het gebruik van strategieën mogelijk transfer tegenhoudt, om welke reden het belangrijk is om trainingstaken te ontwikkelen die geen of nauwelijks mogelijkheid tot strategieontwikkeling bieden. Dienovereenkomstig kunnen transfereffecten ook een indicatie geven van de mechanismen waardoor een training effecten teweegbrengt, wat belangrijk is voor het ontwikkelen van effectieve trainingmethoden. Echter bleek voornamelijk *far transfer* tot op heden moeilijk aantoonbaar, met name in de oudere populatie.

Cognitieve training in de oudere populatie.

In vergelijking met onderzoek naar de effecten van werkgeheugentrainingen op kinderen (Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Klingberg et al., 2005) en jongvolwassenen (Buschkuehl et al., 2008; Dahlin, Nyberg, Bäckman, & Neely, 2008a), blijken de effecten voor gezonde ouderen het zwakst en het minst consistent, voornamelijk met betrekking tot de generalisatie van trainingseffecten naar andere cognitieve functiedomeinen. Uit recente trainingsstudies met gezonde ouderen blijken vaak significante verbeteringen op zowel de getrainde taak als nauw daaraan gerelateerde taken (*near transfer*) (Borella, Carretti, Riboldi, & De Beni, 2010; Brehmer et al., 2011; Buschkuehl et al., 2008; Karbach & Kray, 2009; Li et al., 2008; Schmiedek, 2010; Zinke et al., 2014). Hoewel deze *near transfer* effecten enig bewijs leveren voor een bepaalde mate aan plasticiteit blijken de trainingseffecten niet altijd ook te generaliseren naar andere cognitieve functies (*far transfer*) (Dahlin, Neely, Larsson, Bäckman, & Nyberg, 2008 b; Li et al., 2008; Zinke, Zeintl, Eschen, Herzog, & Kliegel, 2011). Sommige onderzoekers concluderen derhalve dat de algemene leeftijdsgebonden afname van plasticiteit *far transfer* tegenhoudt. Dit kan het uitblijven van een generalisatie van het trainingseffect echter niet volledig verklaren aangezien andere trainingsstudies wel significante *far transfer* effecten in gezonde ouderen

aantonen (Borella et al., 2010; Brehmer et al., 2011; Karbach & Kray, 2009; Richmond, Morrison, Chein, & Olson, 2011; Schmiedek, 2010; Zinke et al., 2014). Het is daarom waarschijnlijk dat een gebrek aan plasticiteit wel een afname van transfer naar andere cognitieve domeinen verklaard maar niet het uitblijven van deze effecten.

Echter verschillen deze trainingsstudies sterk met betrekking tot de gehanteerde methodieken wat een vergelijking van de trainingseffecten bemoeilijkt. In sommige studies wordt gefocust op het trainen van de werkgeheugencapaciteit (Brehmer et al., 2011; Klingberg et al., 2005), terwijl andere focussen op het trainen van het updaten van het werkgeheugen (Buschkuehl et al., 2008; Dahlin, Neely, et al., 2008; Dahlin, Nyberg, et al., 2008; Li et al., 2008) of een combinatie van de twee (Richmond et al., 2011; Zinke et al., 2011). Karbach en Kray (2009) maakten gebruik van een training in taakswitching, wat verondersteld wordt cognitieve controleprocessen te versterken. In hun onderzoek naar de effecten van dit training in verschillende leeftijdsgroepen concluderen ze dat vooral ouderen baat hebben bij deze trainingsmethode. Deze bevinding wijst op het feit dat verschillende leeftijdsgroepen mogelijk baat hebben bij verschillende trainingsprogramma's, waarbij cognitieve controletraining wellicht het meest effectief is voor de oudere leeftijdsgroep. Daarnaast verschillen de trainingstaken niet alleen in de functies die ze trainen maar ook in de mate van hun adaptiviteit. Adaptieve trainingen zorgen ervoor dat een taak telkens opnieuw uitdagend blijft, rekening houdend met de individuele capaciteiten van de getrainde persoon (Buschkuehl et al., 2008). Adaptiviteit wordt vooral als belangrijk geacht omdat het de ontwikkeling van strategieën voorkomt. Door het gebruik van niet-adaptieve trainingen lopen de participanten gevaar mettertijd in automatische, habituele antwoordpatronen te vallen, wat strategische leerprocessen bevordert en processpecifiek leren tegenhoudt (Richmond et al., 2011).

In veel studies ontbreekt daarboven een actieve controlegroep, om welke reden de onderzoeksresultaten voorzichtig geïnterpreteerd dienen te worden. Het gebruik van een actieve controlegroep, welke een minder trainende versie van de eigenlijke training uitvoeren, zorgt voor een conservatiever criterium en voor een betere vergelijking dan actieve controlegroepen die een ander taak uitvoeren (Shipstead et al.,

2010). In veel recente trainingsstudies wordt echter gebruik gemaakt van een passieve, no-contact controlegroep of zelfs geen controlegroep (Dahlin, Neely, et al., 2008b; Dahlin, Nyberg, et al., 2008a; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008; Li et al., 2008; Zinke et al., 2011). Het ontbreken van een actieve controlegroep laat niet toe om uit te sluiten dat de gevonden trainingseffecten te wijten zijn aan derde factoren zoals motivatie, vertrouwdheid met het testmateriaal of faalangst (Brehmer et al., 2011). Om prestatieveranderingen direct te kunnen relateren aan trainingsspecifieke baten zijn daarom actieve controlegroepen vereist die een minder trainende versie van de eigenlijke trainingstaak uitvoeren (Brehmer et al., 2011; Zach Shipstead et al., 2010).

Zinke et al. (2014) proberen de oorzaken voor de inconsistente bevindingen uit eerder onderzoek te verklaren en wijzen op de invloed van modererende variabelen. Uit hun onderzoek blijkt dat naast leeftijd, vooral de prestatie op de baseline meting het effect van training modereert. Participanten die minder goed presteerden tijdens de baseline meting bleken meer te verbeteren dan participanten die reeds goed presteerden. Bovendien bleek de mate van verbetering op de trainingstaak zelf gerelateerd aan een sterkere generalisatie naar andere taken. Deze moderatoren wijzen op de rol van toevallige groepsverschillen als mogelijke verklaring voor de heterogene resultaten. Zinke et al. (2011) onderzochten eveneens de invloed van het cognitief functioneren bij begin van de training op het trainingseffect. Ze splitsten de trainingsgroep op naarmate hun cognitief functioneren bij begin van de training en toonden eveneens sterkere trainingseffecten voor de groep met zwakker cognitief functioneren. Deze bevinding komt overeen met de *'disuse hypothesis'* welke stelt dat participanten met zwakkere cognitieve functies meer baat zouden hebben bij een training door de facilitatie van de activatie van niet gebruikte cognitieve reserves (Gatz et al., 2001), en heeft belangrijke klinische implicaties. Het feit dat voornamelijk participanten met zwak cognitief functioneren baat blijken te hebben bij een cognitieve training toont dat training een effectieve interventie kan zijn, met name voor de kwetsbare groep.

De grote heterogeniteit van de bevindingen uit eerder onderzoek naar cognitieve trainingen bij ouderen toont het belang van verder onderzoek op dit gebied.

Temeer omdat tot op heden geen consensus heerst over het mechanisme dat leidt tot een generalisatie van de trainingseffecten. Dit zou echter belangrijk zijn voor de ontwikkeling van een effectief trainingsprogramma. In navolging van eerder onderzoek zal daarom in het huidige onderzoek de effectiviteit van een cognitieve controle training bij ouderen getest worden, rekening houdend met de meest frequente tekortkomingen van eerder onderzoek op dit gebied.

Huidig Onderzoek

In het huidige onderzoek zal het effect van een cognitieve controle training op de cognitieve controlevaardigheden van ouderen worden achterhaalt. Hiervoor zal gebruikt worden gemaakt van een werkgeheugengebaseerde cognitieve controletraining, een adaptieve versie van de *paced auditory serial addition task* (PASAT) (Siegle, Ghinassi, & Thase, 2007). De getrainde groep zal vergeleken worden met een actieve controlegroep welke oefent met een minder cognitieve versie van de trainingstaak. Met de implementatie van een actieve controlegroep wordt gepoogd een conservatiever criterium te kunnen hanteren welke toelaat trainingseffecten te onderscheiden van de mogelijke invloed van derde factoren, zoals motivatie of habituatie. Consistent met de *scaffolding* theorie wordt verwacht dat het cognitieve training ouderen zal helpen om nieuwe neurale verbanden te leggen en te versterken, wat de compensatie voor leeftijdsgebonden veranderingen in het cognitief functioneren zal bevorderen.

Concreet wordt verwacht dat de participanten na een periode van 14 dagen cognitieve controle training zullen verbeteren in het updaten van informatie in het werkgeheugen. Daarboven wordt een generalisatie van de trainingseffecten naar de inhibitievermogens van de participanten verwacht. Dit in overeenstemming met de *context processing* en de *executive attention* theorie welke voorstellen dat zwak werkgeheugen en zwakke inhibitievaardigheden nauw gerelateerd zijn aan een afname van cognitieve controle en aandachtscontrole op latere leeftijd. Omdat we veronderstellen dat de huidige cognitieve controle training deze functies bevordert

wordt een verbetering van het algemeen cognitief functioneren en in het bijzonder van het werkgeheugen en de inhibitievaardigheden verwacht.

Bovendien zal in het huidige onderzoek de invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op het leereffect onderzocht worden. Goede proactieve cognitieve controlevaardigheden blijken gerelateerd aan een beter werkgeheugen (Redick, 2014; Redick & Engle, 2011). Bovendien tonen Zinke et al. (2011) dat ouderen met zwak functioneren in het begin van het onderzoek meer profiteren van een cognitieve training. Op basis van deze eerdere bevindingen en consistent met de '*disuse* hypothese' (Gatz et al., 2001) wordt verwacht dat participanten met zwakkere proactieve controlevaardigheden bij aanvang van de training een sterker trainingseffect zullen tonen.

Methode

Participanten

In totaal hebben 41 participanten in de leeftijd van 64 tot 79 jaar ($M = 70.27$, $SD = 3.815$) deelgenomen aan het onderzoek, waarvan 22 vrouwen en 19 mannen. De participanten werden in verenigingen, sportorganisaties en opleidingscentra door middel van flyers en mondelinge overdracht geworven. De deelname werd vergoed (30€). 23 van de participanten volgden hoger onderwijs, 12 liepen school tot 18 jaar en 6 tot 16 jaar. Er werden geen harde exclusiecriteria gehanteerd. De participanten moesten wel over een eigen computer beschikken en in staat zijn om de training thuis uit te voeren om deel te nemen aan het onderzoek, wat telkens in het begin van het onderzoek werd bevestigd.

Van de 41 participanten werden 21 toegewezen aan de experimentele conditie en 20 aan de controleconditie. De experimentele- en controlegroep verschilden niet significant van elkaar met betrekking tot leeftijd, geslacht, graad van opleiding of cognitieve status (alle $p < .05$, Tabel 1).

Onderzoeksopzet

In het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van een between-subjects design. De participanten werden willekeurig ingedeeld in een experimentele conditie en een controleconditie. Aan de participanten in de experimentele groep werd gevraagd om gedurende 14 dagen 10 keer te oefenen met de Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT). Aan de proefpersonen in de controlegroep werd een actieve controletaak gegeven om eveneens 10 keer mee te oefenen. De controletaak was gelijkaardig aan de PASAT (auditorische presentaties van cijfers) maar de instructies werden gewijzigd, zodat de taak makkelijker en minder cognitief trainend was. De controlegroep werd meegenomen om voor de invloed van derde, niet-trainingsgerelateerde factoren op de trainingseffecten te controleren.

Materiaal

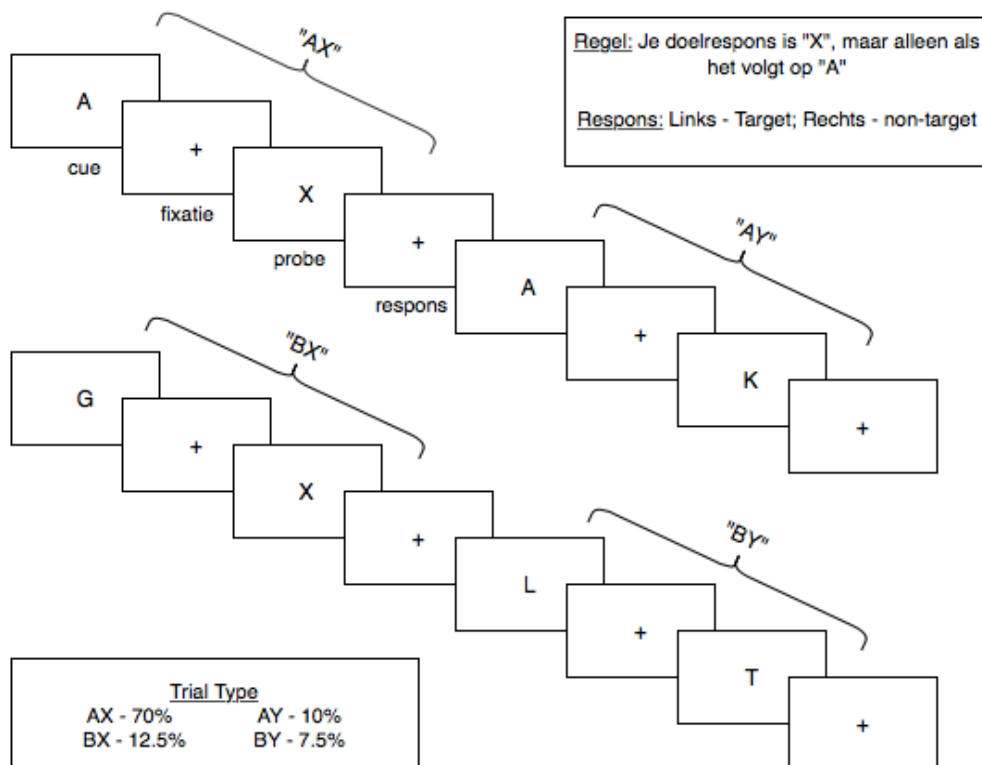
Mini-Mental State Examination (MMSE).

In het begin van het onderzoek werd bij alle participanten eenmalig de Mini-Mental State Examination (MMSE) afgenomen (bijlage 1). De MMSE is een korte cognitieve

screening, dat peilt naar algemene cognitieve beperkingen. De onderzoeker stelde 17 vragen welke naar de volgende domeinen van het cognitief functioneren peilen: oriëntatie, registratie, kortetermijngeheugen, aandacht, calculatie, visuo-spatiële vaardigheden en praxis (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). Deze screening werd genomen om groepsverschillen in het algemeen cognitief functioneren voorafgaand aan de training na te gaan.

AX-Continuous Performance Task (AX-CPT).

De AX-Continuous Performance Task (AX-CPT) werd gebruikt om proactieve en reactieve cognitieve controle te meten voorafgaand aan de cognitieve training (Braver et al., 2009; Redick & Engle, 2011). In deze taak werden op de computer sequentieel trials met verschillende letterparen aangeboden aan de participant. In 70% van de trials was dit de letter A, gevolgd van de letter X (AX trial). In 10% van de trials werd de A echter gevolgd door een andere letter (AY trial; Y staat hier voor alle letters behalve X). In nog 12.5% van de trials volgde de X niet op een A maar op een andere letter (BX trial; B staat hier voor alle letters behalve A). In de laatste 7.5% van de trials werden andere letters dan A en X sequentieel gepresenteerd (BY trial). Aan de participant werd gevraagd om telkens een target respons te geven wanneer de letter A gevolgd wordt door de letter X (AX trial) en een non-target respons bij elke andere lettercombinatie (AY, BX en BY trial). Een target respons werd gegeven door op de linker toets te klikken, een non-target respons door op de rechter toets te klikken (figuur 3).



Figuur 3. De AX-Continuous Performance Test (AX-CPT) (Gewijzigd van Lesh et al., 2013, p. 591).

Aangezien de AX targets veel vaker voorkwamen dan de andere combinaties werd een verwachting van een target respons gecreëerd als de letter A verscheen. Door het creëren van deze verwachting wordt aangenomen dat de prestatie gaat dalen wanneer deze verwachting niet meer klopt, met name in de AY trials. Hetzelfde geldt voor de BX trials waar eveneens een non-target respons vereist zou zijn. Omdat de letter X echter zo vaak geassocieerd is geweest met een target respons moet de informatie over de cue actief gehouden worden om een foutieve respons te voorkomen. De BY trials dienden als baseline conditie, waarin twee letters aangeboden werden die allebei niet geassocieerd zijn met een target respons.

Consistent met de *context processing* theorie werd aangenomen dat participanten met een goede werkgeheugencapaciteit beroep zullen doen op de contextinformatie om de taak op te lossen. Dat betekent dat ze de informatie over de cue gebruiken om of een target of een non-target respons op de opkomende probe

letter te voorspellen. Als het lukt om de contextinformatie actief te houden zou dat resulteren in minder fouten in de AX en BX trials en in snellere responsen in de AX, BX en BY trials. In AY trials worden echter meer fouten en langzamere responsen verwacht als beroep wordt gedaan op de contextinformatie, omdat de verwachte target stimulus niet verschijnt. Individuen met een zwakkere werkgeheugencapaciteit zouden minder succesvol zijn in het actief houden van de contextinformatie, om welke reden voor deze participanten een tegenovergestelde prestatiepatroon verwacht werd.

Dienovereenkomstig reflecteert een sterkere interferentie op de AY trials (in de vorm van meer fouten en langzamere responsen) de activatie van een sterke voorbereidende verwachtingsrespons, hiervoor dienden de prestaties op de AY trials als index voor proactieve cognitieve controle. Omgekeerd geven de prestaties op de BX trials een indicatie van een stimulus gerelateerde interferentie, welke veroorzaakt wordt door de aanwezigheid van de X probe. Om deze reden werden de prestaties op de BX trials als index voor reactieve cognitieve controle gebruikt (Chiew & Braver, 2013).

Stroop Kleur-Woord taak.

De Stroop taak werd gebruikt om de inhibitievaardigheden van de participanten in kaart te brengen. De test bestond uit 3 leeskaarten, waarop telkens vier verschillende kleurnamen of de kleuren zelf (blauw, groen, rood, geel) waren afgedrukt die zich over de hele kaart in willekeurige volgorde herhaalden. Op de eerste kaart, de woordkaart, waren de kleurnamen afgeprint in zwart. Bij de eerste kaart werd aan de participanten gevraagd om de woorden voor te lezen. De tweede kaart was een kleurkaart, bestaand uit ingekleurde vierkantjes. Hierbij werd aan de participanten gevraagd om de kleuren te benoemen. Dit moest voor allebei de kaarten in leesrichting en zo snel en correct als mogelijk gebeuren. De derde kaart was een kleur-woord kaart, waarop de woorden kleurnamen waren die in een andere kleur weergegeven werden. Bij deze kaart werd aan de participant gevraagd om zo snel als mogelijk de kleur te benoemen waarin het woord is afgedrukt. Voor elke kaart werd de tijd genomen met een stopwatch. De test leverde uiteindelijk drie scores op, één voor elke kaart. Als index voor inhibitie van taakirrelevante informatie werd een interferentiescore berekenend. Hierbij werd de tijd

van de tweede kaart afgetrokken van die van de derde kaart. Een groter verschil tussen de tijdscores van deze twee kaarten wijst naar meer problemen met het inhiberen van irrelevante informatie. Kaart 1 diende voor het opwekken van het leesautomatisme en werd niet meegenomen in de berekening.

De Stroop inhibitiescore diende als index voor een verandering in het inhibitievermogen van de participanten (*far transfer*).

Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT).

De Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) werd net zoals de AX-CPT op de computer uitgevoerd. Deze taak werd zowel als trainingstaak gebruikt alsook om het updaten van informatie in het werkgeheugen te meten. Voor de training werd een adaptieve versie gebruikt (Siegle et al., 2007), in de baseline meting en de postmeting werd gebruik gemaakt van een non-adaptieve versie (Gronwall, 1977).

Voor de training werd aan alle participanten gevraagd om gedurende 14 dagen op 10 dagen, één keer per dag te oefenen met de PASAT. Elke sessie duurde ongeveer 20 minuten en omvatte 400 trials. De taakinstructies verschilden tussen de experimentele- en de controlegroep. Aan de participanten in de experimentele groep werd een continue auditieve stream van cijfers van 1 t/m 9 gepresenteerd en gevraagd om zo snel mogelijk de som van de laatste twee gehoorde cijfers aan te geven door op de bijbehorende respons button (2 t/m 18) te klikken (figuur 4). Participanten in de controlegroep kregen een actieve controletaak (Hoorelbeke et al., 2016), een *low cognitive load* versie van de adaptieve PASAT. De participanten in deze conditie kregen eveneens een continue auditieve stream van cijfers gepresenteerd (1 t/m 18). Echter werd nu gevraagd om niet de som te maken, maar meteen op elk van de gehoorde cijfers te reageren door op de overeenkomende nummer te klikken. Door deze wijziging van de instructies werd de taak makkelijker en minder cognitief trainend. De taak was adaptief, wat betekent dat zowel in de experimentele- als in de controlegroep de interstimulus interval (ISI) op basis van de individuele prestatie binnen één sessie automatisch werd aangepast. Elke sessie werd met een ISI van 3500ms gestart, welke om de 100ms gereduceerd werd na alle 4 achtereenvolgende correcte responsen en om

de 100 ms verhoogd werd na alle 4 achtereenvolgende incorrecte responsen (baseline: 3500 ms, +/- 100 ms na 4 achtereenvolgende correcte of incorrecte responsen). De controle conditie werd meegenomen om voor de invloed van derde factoren te controleren. Bovendien werd getracht de specifieke effecten op het werkgeheugen te onderzoeken, in de aanname dat aandachtsvaardigheden in beide taken getraind worden (Hoorelbeke et al., 2016).

In de baseline meting en in de postmeting werd een non-adaptieve versie van de PASAT afgenomen (Gronwall, 1977). Deze taak was gelijkaardig aan de trainingstaak in de experimentele conditie, alleen verhoogde de snelheid automatisch na elke trial. Vóór de start van de eigenlijke taak was er telkens een oefentrial voorzien waarin de participanten automatisch feedback kregen op hun responsen. De accuraatheid op deze non-adaptieve PASAT werd als index voor een verandering in het updaten van het werkgeheugen (*far transfer*) gebruikt.

	gepresenteerde stimuli (auditief)	correcte responsen
ISI (begin: 3500ms)	{ 3 + 7	= 10
ISI	{ + 5	= 12
ISI	{ + 2	= 7
ISI	{ + 9	= 11

Figuur 4. De adaptieve Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) in de experimentele groep.

Procedure

Aan de participanten van dit onderzoek werd gevraagd om gedurende twee weken een cognitieve training uit te voeren. Het volgen van de training kon thuis online gebeuren, op de eigen computer van de proefpersonen. Vóór het starten en na het beëindigen van

de trainingsperiode werden ze uitgenodigd om naar de universiteit te komen voor de baseline meting en de postmeting.

Tijdens de eerste sessie, de baseline meting, kregen de participanten de onderzoeksopzet uitgelegd, waarbij ruimte voor vragen werd gegeven. Vervolgens werd gevraagd om de informed consent te tekenen en een korte demografische vragenlijst in te vullen. Nadien werden in deze sessie de MMSE, de AX-CPT, de Stroop taak en de non-adaptieve PASAT afgenomen. Afhankelijk van de groep waar de participant aan was toegewezen (controle vs. experimentele groep) kreeg de participant aan het einde van de eerste sessie uitleg over de trainingstaak en praktische richtlijnen met betrekking tot het uitvoeren van de training, waarbij het belang van het nauwkeurig opvolgen van de oefeningen in een rustige omgeving werd benadrukt. Vervolgens startte de participant tijdens deze sessie zijn eerste oefening met de aan hem of haar toegewezen versie van de adaptieve PASAT. Na deze eerste oefensessie werd gevraagd om de *credibility/expectancy* vragenlijst in te vullen (bijlage 2).

Na een trainingsperiode van twee weken volgde de postmeting in een tweede sessie op de universiteit. In deze sessie werden nog eens de non-adaptieve PASAT en de Stroop afgenomen. De prestaties op de non-adaptieve PASAT en de Stroop werden als index voor een verandering van het cognitief functioneren beschouwd. De PASAT mat updating van het werkgeheugen, wat als index voor *near transfer* werd beschouwd, de Stroop mat inhibitie en werd als index voor *far transfer* gebruikt.

Tijdens de sessies op de universiteit is zoveel mogelijk gecontroleerd voor storende factoren, zoals geluidsoverlast en tijdsdruk door gebruik te maken van een rustige ruimte en voldoende tijd in te plannen voor elke participant. De twee sessies op de universiteit duurden elk ongeveer 90 minuten¹.

¹ Tijdens de sessies op de universiteit werden naast de boven beschreven taken nog andere taken en vragenlijsten afgenomen welke niet binnen deze thesis zijn opgenomen.

Resultaten

Alle statistische analyses zijn uitgevoerd in het softwareprogramma SPSS Statistics 23. Twee participanten hebben het onderzoek afgebroken en werden daarom uitgesloten van de analyses (experimentele groep: $n = 21$, controle groep: $n = 18$). Daarnaast ontbreekt bij twee participanten de data van bepaalde taken omwille van technische problemen (PASAT en AX-CPT op de baseline meting ($n = 1$), PASAT op de nameting ($n = 1$)). De data van deze participanten werd volledig verwijderd uit de betreffende analyses.

Preonderzoek

Groepsverschillen.

Voorafgaand aan het onderzoek van de trainingseffecten werden groepsverschillen nagegaan om uit te sluiten dat de gevonden effecten te wijten zijn aan vooraf bestaande significante verschillen in zowel algemene groepskenmerken als cognitieve capaciteiten tussen de experimentele en de controlegroep (tabel 1).

Voor de algemene groepskenmerken werd getest of de twee groepen significant verschillen wat betreft leeftijd en opleidingsniveau. Een t-test voor onafhankelijke groepen werd gebruikt om groepsverschillen in leeftijd te meten. Shapiro-Wilk statistiek en Levene's test waren niet significant, wijzend op normaalverdeelde data en homogeniteit van de varianties. Uit de resultaten bleek geen significant verschil in leeftijd tussen de twee groepen, met $t(37) = 0.757$, $p = .454$, $d = 0.24$, $M_D = 0.92$, 95% CI [-1.55, 3.39]. Daarnaast werd gecontroleerd voor de gelijkheid tussen groepen in opleidingsniveau. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een Chi-kwadraat toets ($\alpha = .05$). Uit de resultaten bleek dat de twee groepen niet significant verschillen in opleidingsniveau, $\chi^2(2) = .701$, $p = .704$.

Verder werd getest of de twee groepen voorafgaand aan de training significant verschillen in hun cognitieve capaciteiten, met name in het updaten van het werkgeheugen en in de inhibitievaardigheden. Een t-test voor onafhankelijke groepen werd gebruikt om de prestaties op de Stroop en de PASAT in de baseline meting te vergelijken tussen de participanten in de experimentele en de participanten in de controle conditie. Zowel Shapiro-Wilk statistiek als Levene's test waren niet significant,

wat aangeeft dat aan de assumpties van normaalverdeling en homogeniteit van varianties is voldaan. De gemiddelde prestaties tussen de twee groepen verschilden noch significant op de PASAT, $t(36) = 0.628$, $p = .534$, $d = 0.20$, $M_D = 6.96$, 95% CI [-15.90, 27.97] noch op de Stroop, $t(37) = 0.655$, $p = .516$, $d = 0.21$, $M_D = 3.33$, 95% CI [-6.98, 13.64], wijzend op gelijkheid van de cognitieve controlecapaciteiten in de twee groepen vóór de training. Daarnaast werd ook nagegaan of de twee groepen voorafgaand aan de training verschilden in hun algemene cognitieve capaciteiten, gemeten met de MMSE. Shapiro-Wilk statistiek was significant, wijzend op een schending van de normaliteitsassumptie. Daarom werd voor de analyse gebruik gemaakt van de Mann-Whitney-U test. Uit de resultaten bleek geen significant verschil in de algemene cognitieve vaardigheden tussen de twee groepen, met $U = 180.00$, $z = -.27$, $p = .791$.

Als laatste werden de twee groepen vergeleken in de mate waarin ze gebruik maakten van reactieve en proactieve cognitieve controle. Hiervoor werden de gemiddelde reactietijden in de BX en de AY trial van de AX-CPT vergeleken. Boxplots en Shapiro-Wilk statistiek toonden dat de assumptie van normaalverdeling geschonden was door de reactietijden in de BX en de AY trials van de AX-CPT-taak. In de boxplots werd één duidelijke uitschieter gevonden, met extreme waarden in zowel de AY als de BX trial. Deze proefpersoon werd voor de verdere analyse uit de dataset gehaald. Wegens nog steeds significant scheef verdeelde data werd bovendien een log10 transformatie uitgevoerd. Na deze transformaties was de Shapiro-Wilk statistiek niet langer significant en kon een t-test voor onafhankelijke groepen worden uitgevoerd. Uit de resultaten bleek dat de groepen niet significant verschilden in de mate waarin ze gebruik maken van reactieve cognitieve controle, met $t(36) = -1.262$, $p = .215$, $d = 0.41$, $M_D = -0.57$, 95% CI [-0.15, 0.03], noch in de mate waarin ze gebruik maken van proactieve cognitieve controle, met $t(36) = -0.568$, $p = .573$, $d = 0.19$, $M_D = -0.15$, 95% CI [-0.69, 0.04].

Samengevat geven deze resultaten aan dat de experimentele en de controlegroep voorafgaand aan de training niet significant van elkaar verschilden met betrekking tot leeftijd, geslacht, graad van opleiding of cognitieve status (tabel 1).

Tabel 1

Groepskenmerken van de experimentele- en de controlegroep voorafgaand aan de training.

Variabele	Trainingsgroep M (SD)	Controlegroep M (SD)
Leeftijd	70.81 (3.79)	69.70 (3.854)
Graad van opleiding	2.52 (.680)	2.30 (.801)
Algemene cognitie (MMSE)	28.67 (1.43)	28.60 (1.50)
Werkgeheugen/updating (PASAT)	44.67 (14.77)	42.50 (19.31)
Inhibitievaardigheden (STROOP)	57.35 (34.40)	51.32 (33.13)

Noot. Geslachtsverhouding (man:vrouw): in de trainingsgroep 10:11 en in de controlegroep 9:11. De groepen verschillen niet significant (alle $p > .05$).

Correlaties.

Ten tweede werd voorafgaand aan de training het verband tussen de Stroop, de PASAT, de reactietijden op de BX trials van de AX-CPT en de reactietijden op de AY trials van de AX-CPT in de baselinemeting onderzocht. Om de sterkte en de richting van deze verbanden te testen werd een correlatieanalyse uitgevoerd. Wegens de schending van de normaliteitsassumptie door de reactietijden in de BX en de AY trial van de AX-CPT taak werd opnieuw met de getransformeerde data gewerkt. In Tabel 2 zijn de correlatiecoëfficiënten, de gemiddelden en de standaarddeviaties weergegeven.

De Pearson correlatieanalyse toonde een matig negatieve correlatie tussen de Stroop en de PASAT in de baselinemeting, met $r(36) = -.427$, $p = .007$. Dit toont aan dat de twee maten van cognitieve controle daadwerkelijk samenhangen. Naarmate iemands prestaties op de PASAT hoger zijn, is ook de tijd waarin de Stroop is uitgevoerd lager, wat aangeeft dat participanten die beter zijn in het updaten van het werkgeheugen ook beter weerstand hebben tegen cognitieve interferentie. Verder toonde de analyse een positieve correlatie tussen de reactietijden in de AY en de BX trial van de AX-CPT, $r(36) = .742$, $p < .001$, wat een duidelijk positief verband tussen het gebruik van proactieve en reactieve cognitieve controle laat zien. De reactietijd in de AY

trial correleerde eveneens positief met de prestaties op de Stroop, $r(36) = .443, p = .005$. De correlatie tussen de Stroop en de reactietijd in de BX trial was echter niet significant, $r(36) = .195, p = .240$. De positieve correlatie tussen de reactietijd in de AY trial en de voormeting van de Stroop toont aan dat het gebruik van reactieve cognitieve controlestrategieën gerelateerd is aan de weerstand tegen cognitieve interferentie. Het gebruik van proactieve controlestrategieën bleek daarentegen niet significant samen te hangen met de weerstand tegen cognitieve interferentie. Ten slotte bleek er een matig negatieve correlatie tussen de scores op de PASAT en de reactietijd in de AY trial, $r(36) = -.436, p = .006$, alsook tussen de PASAT en de reactietijd in de BX trial, $r(36) = -.461, p = .004$. Dit suggereert een negatief verband tussen het gebruik van zowel proactieve als reactieve controlestrategieën en de prestaties op de PASAT.

Tabel 2

Correlatiecoëfficiënten, gemiddelden en standaarddeviaties van de voormetingen van de PASAT, Stroop, en de reactietijden in de BX en de AY trial van de AX-CPT

	1	2	3	4
1 Voormeting STROOP	1			
2 Voormeting PASAT	-.427**	1		
3 Reactietijd BX trial	.195*	-.461**	1	
4 Reactietijd AY trial	.443**	-.436**	.742**	1
Gemiddelde	43.13	54.05	2.71	2.85
Standaarddeviatie	15.72	33.85	0.14	0.08

Noot. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Trainingseffecten

Transfer naar updating van het werkgeheugen (*near transfer*).

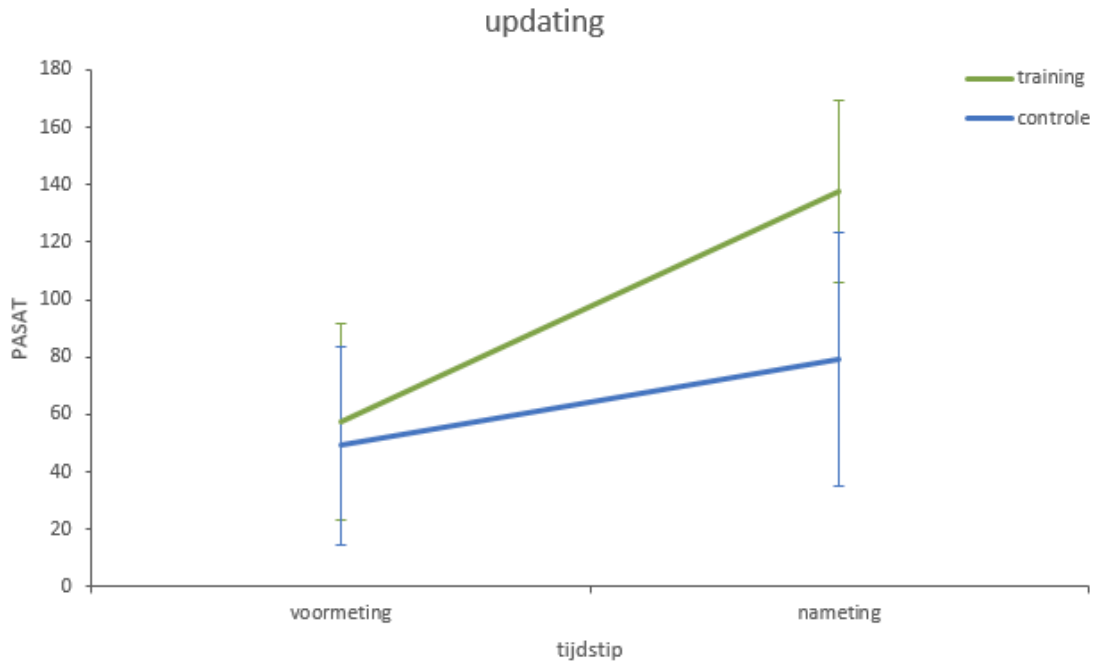
Om *near transfer* te achterhalen werden de effecten van de trainingstaak op het updaten van het werkgeheugen in de experimentele conditie en de controleconditie onderzocht. Hiervoor werd een 2 x 2 mixed ANOVA uitgevoerd, met als within-subjectfactor het tijdstip (tijdstip 1: vóór de training versus tijdstip 2: na de training), als

between subjectfactor de trainingsconditie (experimentele conditie met PASAT-training versus controleconditie met een actieve controletraining), en als afhankelijke variabele de accuraatheid op de PASAT. Boxplots en Shapiro-Wilk statistiek toonden dat de assumptie van normaalverdeling niet geschonden was voor de PASAT op alle twee de tijdstippen. Fmax was 1.934, wat de homogeniteit van de varianties aantoont. Aan de assumptie van sphericiteit is eveneens voldaan aangezien er slechts twee niveaus van herhaalde metingen zijn (Tabachnick & Fidell, 2007a).

Uit de analyse bleek een significant hoofdeffect van tijd, met $F(1, 35) = 148.86$, $p < .001$, $\eta^2p = .81$. De ANOVA toonde bovendien een significant interactie-effect tussen de trainingsconditie en de voor- en nameting van de PASAT, $F(1, 35) = 30.85$, $p < .001$, $\eta^2p = .47$, wijzend op een significant verschil tussen de twee trainingsgroepen. Om deze effecten verder te onderzoeken werden de verschillen tussen pre- en posttest voor de twee groepen apart onderzocht met een gepaarde t-test. Uit de analyse bleek dat de participanten van de experimentele groep in de postmeting ($M = 137.80$, $SD = 31.71$) gemiddeld hoger scoorden dan in de premeting ($M = 57.35$, $SD = 34.37$). Dit verschil bleek significant, met $t(19) = 12.50$, $p < .001$, $d = 2.43$, $M_D = 80.45$, 95% CI [66.98, 93.92]. Dit effect kan geïnterpreteerd worden als 'groot'. Bovendien bleken ook de participanten van de controlegroep in de postmeting ($M = 79.41$, $SD = 44.13$) gemiddeld significant hoger te scoren dan in de premeting ($M = 49.29$, $SD = 34.55$), met $t(16) = 4.81$, $p < .001$, $d = 0.76$, $M_D = 30.12$, 95% CI [16.83, 43.40]. Dit effect kan geïnterpreteerd worden als 'matig'. Een t-test voor onafhankelijke groepen werd uitgevoerd om de scores op de postmeting te vergelijken tussen de twee groepen. Uit de resultaten bleek dat de participanten in de experimentele groep ($M = 138.52$, $SD = 31.08$) gemiddeld significant hoger scoorden op de postmeting dan de participanten in de controlegroep ($M = 79.41$, $SD = 44.13$), met $t(36) = 4.84$, $p < .001$, $d = 1.55$, $M_D = 59.11$, 95% CI [34.34, 83.89]. Dit effect kan geïnterpreteerd worden als 'groot' (figuur 5).

Samengevat geven deze resultaten aan dat de zowel de experimentele als de controlegroep na verloop van de tijd beter werden in het updaten van het werkgeheugen, wat betekent dat er een leereffect is opgetreden. Daarnaast bleken de participanten in de experimentele groep significant sterker verbeterd te zijn dan de

participanten in de controlegroep, wat aantoont dat de training daadwerkelijk het updaten van het werkgeheugen heeft verbeterd en *near transfer* heeft plaatsgevonden.



Figuur 5. Lineaire trend van de prestaties op de PASAT voor experimentele (groen) en de controlegroep (blauw). De error bars geven de standaarddeviaties op de twee meetmomenten weer.

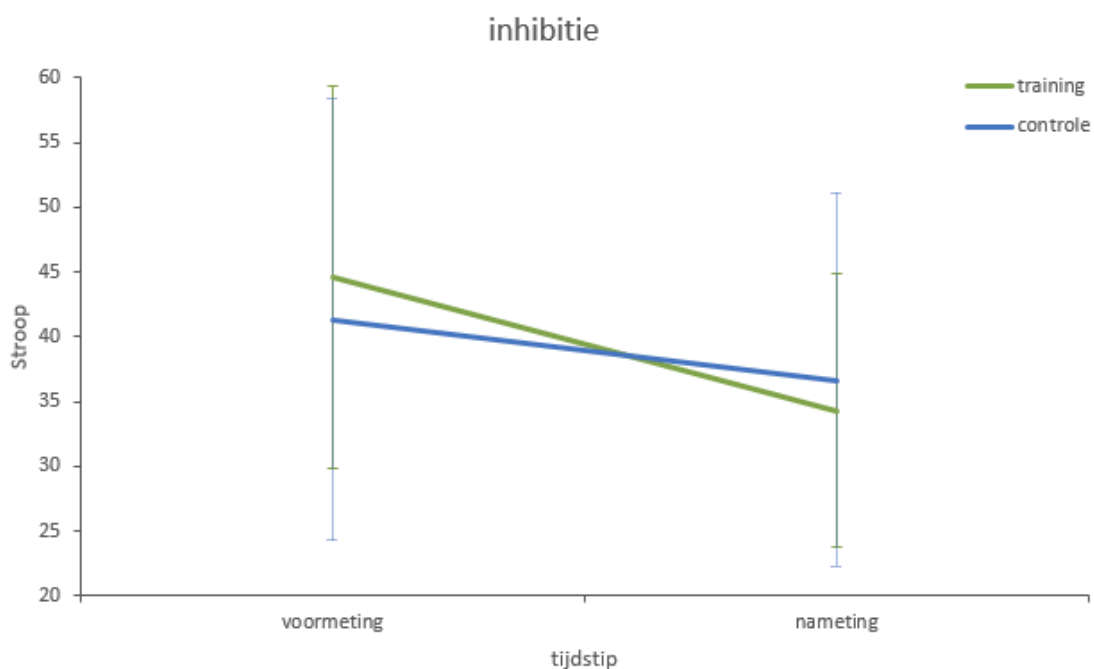
Transfer naar inhibitie (*far transfer*).

Om *far transfer* te testen werden de effecten van de trainingstaak op het inhibitievermogen in de experimentele conditie en de controleconditie onderzocht. Een 2 x 2 mixed ANOVA, met als within-subjectfactor het tijdstip (tijdstip 1: vóór de training versus tijdstip 2: na de training), als between subjectfactor de trainingsconditie (experimentele conditie met de PASAT-training versus controleconditie met een actieve controletaak) en als afhankelijke variabele de STROOP interferentiescore, werd uitgevoerd om het effect van de cognitieve training op inhibitie te testen. Boxplots en Shapiro-Wilk statistiek toonden dat aan de assumptie van normaliteit voldaan was voor de Stroop op alle twee de tijdstippen. F_{max} was 1.624, wijzend op homogeniteit van de varianties. Aangezien er slechts twee niveaus van herhaalde metingen zijn mag

aangenomen worden dat aan de assumptie van sphericiteit voldaan is (Tabachnick & Fidell, 2007a).

Uit de ANOVA bleek een significant hoofdeffect van tijd, met $F(1, 37) = 12.96$, $p = .001$, $\eta^2p = .26$. Uit de resultaten bleek echter geen significant interactie-effect tussen de trainingsconditie en de voor- en nameting op de Stroop-taak, $F(1, 37) = 1.87$, $p = .179$, $\eta^2p = .48$ (figuur 6). Een gepaarde t-test werd uitgevoerd om de richting van het hoofdeffect nader te beschouwen. Uit de analyse bleek dat alle participanten de Stroop na de training ($M = 35.38$, $SD = 12.34$) gemiddeld significant sneller uitvoerden dan vóór de training ($M = 43.13$, $SD = 15.72$), met $t(38) = 3.68$, $p = .001$, $d = .55$, $M_D = 7.74$, 95% CI [3.48, 12.0]. Dit effect kan geïnterpreteerd worden als 'matig'.

Samengevat geven deze resultaten aan dat de inhibitievaardigheden met de tijd in alle twee de groepen toenamen. Deze toename verschilde echter niet significant tussen de experimentele groep en de controlegroep.



Figuur 6. Lineaire trend van de prestaties op de Stroop voor experimentele (groen) en de controlegroep (blauw). De error bars geven de standaarddeviaties op de meetmomenten weer.

Invloed van Proactieve en Reactieve Controle op het Trainingseffect

Om de invloed na te gaan van proactieve en reactieve cognitieve controle op de effecten van de cognitieve training werden de reactietijden op de AY en de BX trial van de AX-CPT meegenomen als continue factoren in een 2 x 2 mixed ANCOVA.

Invloed van proactieve cognitieve controle.

Om de invloed van proactieve cognitieve controle op het effect van de training op updating te testen werd een 2 x 2 mixed ANCOVA met tijdstip als within subject-factor (tijdstip 1: vóór de training versus tijdstip 2: na de training), trainingsconditie als between subjects-factor (experimentele conditie met PASAT-training versus controleconditie met een actieve controletraining), proactieve cognitieve controle als covariaat (reactietijden op de AY trial van de AX-CPT), en als afhankelijke variabele de accuraatheid op de PASAT, uitgevoerd. Uit de resultaten bleek dat proactieve controle de interactie tussen tijd en groep niet significant modereert, met $F(1,33) = .190$, $p = .66$, $\eta^2p = .006$. Daarnaast bleek proactieve controle ook geen significant effect te hebben op de sterkte van het leereffect over de twee groepen heen, met $F(1, 33) = 1.487$, $p = .23$, $\eta^2p = .043$.

Om de invloed van proactieve cognitieve controle op het effect van de training op inhibitie te testen werd een soortgelijke 2 x 2 mixed ANCOVA uitgevoerd, enkel werd als afhankelijke variabele nu naar de Stroop interferentiescore gekeken. Uit de resultaten bleek dat proactieve controle de interactie tussen tijd en groep niet significant modereert, met $F(1, 34) = 1.089$, $p = .30$, $\eta^2p = .031$. Daarnaast bleek proactieve controle ook geen significant effect te hebben op de sterkte van het leereffect over de twee groepen heen, met $F(1,34) = 3.561$, $p = .68$, $\eta^2p = .095$.

Samengevat tonen deze resultaten dat proactieve cognitieve controle het trainingseffect op updating en inhibitie niet significant heeft beïnvloed. Het gebruik van proactieve cognitieve controle bleek de sterkte van het trainingseffect niet te beïnvloeden, noch tussen de twee groepen, noch over de twee groepen heen. De twee groepen bleken dus, afhankelijk van hun trainingsconditie, in dezelfde mate te

verbeteren, onafhankelijk van de mate waarin ze gebruik maakten van proactieve controle.

Invloed van reactieve cognitieve controle.

Om de invloed van reactieve cognitieve controle op het trainingseffect op het updaten van informatie in het werkgeheugen te testen werd opnieuw een 2 x 2 mixed ANCOVA met tijdstip als within subject-factor (tijdstip 1: vóór de training versus tijdstip 2: na de training), trainingsconditie als between subjects factor (experimentele conditie met PASAT-training versus controleconditie met een actieve controletaak), reactieve cognitieve controle als covariaat (reactietijden op de BX trial van de AX-CPT), en de accurateheid op de PASAT als afhankelijke variabele, uitgevoerd. Uit de resultaten bleek dat reactieve controle de interactie tussen tijd en groep niet significant modereert, met $F(1,33) = .258$, $p = .62$, $\eta^2p = .008$. Daarnaast bleek reactieve controle ook geen significant effect te hebben op de sterkte van het leereffect over de twee groepen heen, met $F(1, 33) = .300$, $p = .558$, $\eta^2p = .009$.

Om de invloed van reactieve controle op het effect van de training op inhibitie te testen werd een soortgelijke 2 x 2 mixed ANCOVA uitgevoerd, enkel werd als afhankelijke variabele nu naar de Stroop interferentiescore gekeken. Uit de resultaten bleek dat reactieve controle de interactie tussen tijd en groep niet significant modereert, met $F(1, 34) = .552$, $p = .46$, $\eta^2p = .016$. Daarnaast bleek reactieve controle ook geen significant effect te hebben op de sterkte van het leereffect over de twee groepen heen, met $F(1, 34) = 1.368$, $p = .25$, $\eta^2p = .039$.

Samengevat tonen deze resultaten dat reactieve cognitieve controle het trainingseffect op updating en inhibitie niet significant heeft beïnvloed. Het gebruik van reactieve cognitieve controle bleek de sterkte van het trainingseffect niet te beïnvloeden, noch tussen de twee groepen, noch over de twee groepen heen. De groepen bleken, afhankelijk van hun trainingsconditie, in dezelfde mate te verbeteren, onafhankelijk van de mate waarin ze gebruik maakten van reactieve controle.

Discussie

Het doel van het huidige onderzoek was om de effectiviteit van een cognitieve controletraining op het cognitief functioneren bij ouderen te achterhalen. Veel onderzoekers zijn op zoek naar een effectief trainingsprogramma dat niet alleen een verbetering op de trainingstaak zelf en de daaraan gerelateerde taken teweegbrengt maar ook leidt tot een generalisatie van de trainingseffecten naar andere cognitieve functies om de algemene cognitie te verbeteren. Echter zijn de onderzoeksresultaten tot op heden zeer uiteenlopend, voornamelijk met betrekking tot de generalisatie van de trainingseffecten. Terwijl in enkele studies weinig of zelfs geen trainingseffecten in de oudere populatie gevonden worden (Dahlin, Neely, et al., 2008b; Dahlin, Nyberg, et al., 2008a; Li et al., 2008), rapporteren andere zelfs significante generalisatie van de trainingseffecten naar andere cognitieve domeinen (Borella et al., 2010; Buschkuhl et al., 2008; Karbach & Kray, 2009; Richmond et al., 2011; Schmiedek, 2010; Zinke et al., 2014). Daarnaast blijkt uit onderzoek van Zinke et al. (2014) dat factoren zoals leeftijd en de cognitieve reserves bij aanvang van de training de trainingseffecten kunnen beïnvloeden, waarvoor in eerdere onderzoeken vaak niet gecontroleerd werd. Andere onderzoekers benadrukken het verschil tussen proactieve en reactieve cognitieve controle en hun mogelijke invloed op het trainings- en leerproces (Braver et al., 2001; Braver et al., 2005; Paxton et al., 2008; Redick & Engle, 2011). Rekening houdend met deze recente onderzoeksbevindingen, repliceren en verruimen de resultaten van het huidige onderzoek de bestaande literatuur op verschillende manieren.

Effecten van de Cognitieve Controle Training

Effecten op het updaten van het werkgeheugen en inhibitie.

De resultaten uit het huidige onderzoek geven een aantal nieuwe belangrijke bevindingen. Zoals verwacht blijkt uit de resultaten dat de participanten na afloop van de training verbeterden in het updaten van informatie in het werkgeheugen. Dit effect bleek significant meer uitgesproken in de getrainde groep dan in de controlegroep, wijzend op *near transfer*. De prestaties op de Stroop taak bleken echter niet significant te verbeteren in de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep, wat aangeeft dat de trainingseffecten niet generaliseerden naar de inhibitievermogens van

de proefpersonen. Deze resultaten tonen dat in het huidige onderzoek *near transfer* tot stand is gekomen. We vinden echter geen evidentie voor *far transfer* van de trainingseffecten.

Ondanks het uitblijven van *far transfer*, wijzen de huidige resultaten op enkele positieve effecten van de cognitieve controletraining. De verbetering in het updaten van het werkgeheugen ondersteunt de bevindingen uit eerder onderzoek dat de plasticiteit in de oudere leeftijdsgroep nog groot genoeg is om door middel van training veranderingen in de cognitie te bereiken (Borella et al., 2010; Buschkuhl et al., 2008; Karbach & Kray, 2009; Richmond et al., 2011; Schmiedek, 2010; Zinke et al., 2014; Zinke et al., 2011). De PASAT, welke gebruikt werd als effectmeting, vraagt net zoals de trainingstaak zelf updating van het werkgeheugen. Dit is consistent met het idee dat de trainingstaak en de transfertaak dezelfde cognitieve functies aanspreken, een belangrijke voorwaarde voor transfer is (Woodworth & Thorndike, 1901). Echter verschiden de trainingstaak en de transfertaak in de adaptiviteit. Terwijl de snelheid in de trainingstaak aanpaste aan de individuele prestaties van de getrainde, verhoogde de snelheid in de transfertaak automatisch na elke trial. Dat ondanks deze wijziging in de afname nog een significante verbetering in de prestatie gevonden kan worden is een belangrijke bevinding, aangezien reeds aangetoond is dat zelfs de kleinste wijzigingen in de procedure de transfer kunnen verzwakken (Verhaeghen & Marcoen, 1996). Aangezien de stimuluskenmerken van de trainings- en de transfer taak voor *near transfer* overlappen, kunnen de gevonden positieve effecten nog steeds gedeeltelijk verklaard worden door strategische leerprocessen die plaatsgevonden hebben. Om dit volledig uit te sluiten is het belangrijk om een generalisatie van de trainingseffecten naar andere cognitieve functies aan te tonen.

In het huidige onderzoek werd daarom gekeken of de training ook het inhibitievermogen van de participanten significant kan verbeteren. Tegen de verwachtingen in blijkt uit de resultaten echter geen significante *far transfer* effect. Hoewel er in eerdere trainingsstudies veel diversiteit is met betrekking tot de gebruikte trainingsmethodieken en de gevonden transfereffecten wordt in enkele recente studies die gebruik maken van complexe cognitieve controletrainingen wel evidentie voor *far*

transfer gevonden (Karbach & Kray, 2009; Schmiedek, 2010; Zinke et al., 2014). Echter maakten zowel Schmiedek (2010) als Zinke et al. (2014) enkel gebruik van een passieve controlegroep. De participanten in de controlegroepen legden in beide onderzoeken enkel de pre- en posttesten af, volgden in de periode tussen deze testen echter geen interventie. Een dergelijke onderzoeksopzet sluit niet uit dat de gevonden effecten door spontane veranderingen zijn opgetreden dan wel als een direct effect van de interventie. Bovendien moet benadrukt worden dat deze studies, hoewel ze allemaal focussen op de training van cognitieve controle, sterk verschillen in de aard van de gebruikte trainingstaak. Schmiedek (2010) maakte gebruik van een zeer complexe en langdurige training en bereikte daarmee de tot heden sterkste effecten. Dit wijst mogelijk op het feit dat trainingseffecten mede afhankelijk zijn van de intensiteit en langdurigheid van een gevolgde training. Echter kunnen zowel Karbach en Kray (2009) als Zinke et al. (2014) ondanks een minder complexe en langdurige training eveneens *far transfer* aantonen, wat erop wijst dat mogelijkwijs belangrijke andere factoren het vinden van significante *far transfer* effecten in het huidige onderzoek hebben tegengehouden.

Bevindingen van trainingsstudies die focussen op het trainen van het updaten van het werkgeheugen zijn echter wel consistent met de resultaten van het huidige onderzoek. Bij deze studies ontbreekt eveneens vaak een significante generalisatie van het trainingseffect naar andere cognitieve functies (Dahlin, Neely, et al., 2008b; Dahlin, Nyberg, et al., 2008a; Li et al., 2008; Zinke et al., 2011). Deze bevinding wijst op de mogelijkheid dat het uitblijven van *far transfer* te wijten is aan de aard van onze trainingstaak. Desondanks zijn er nog enkele andere verklaringen denkbaar voor het uitblijven van een generalisatie van de trainingseffecten die later uitgebreid besproken zullen worden.

Invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle.

Naast de directe trainingseffecten werd in het huidig onderzoek ook de invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op het trainingseffect getest. Uit de resultaten blijkt dat de mate van proactieve en reactieve cognitieve controle bij het

begin van de training geen invloed heeft op het trainingseffect. Deze bevinding verruimt de bestaande literatuur in belangrijke wijze.

Er is reeds veel onderzoek gedaan naar het verband van het werkgeheugen met proactieve en reactieve cognitieve controle, waarin doorgaans is aangetoond dat zwakker werkgeheugen verband houdt met zwakkere proactieve controlefuncties. Bovendien blijkt uit deze onderzoeken dat zwakkere proactieve controlevaardigheden leiden tot slechtere taakprestaties wanneer het succesvol oplossen van een taak het actief houden van contextrepresentaties vereist (Braver et al., 2001; Braver et al., 2005; Manard et al., 2014; Paxton et al., 2008; Redick & Engle, 2011). Zinke et al. (2014) toonden bovendien dat de algemene cognitieve vaardigheden bij aanvang van de training de mate waarin ouderen van een training profiteren beïnvloedt. Cognitief zwakkere individuen bleken meer baat te hebben bij een cognitieve training en sterker te verbeteren in de trainingstaak zelf alsook in *near*- en *far* transfer taken. Deze bevinding ondersteunt de '*disuse* hypothese'. Daarnaast bleek uit het onderzoek van Braver et al. (2009) dat proactieve cognitieve controle versterkt kan worden door werkgeheugentraining. Hun onderzoek toont dat één enkele sessie van werkgeheugentraining de informatieverwerking van ouderen kon beïnvloeden, zodat deze tijdelijk meer gebruik maakten van proactieve cognitieve controle.

Naar ons weten is echter tot heden geen onderzoek verricht waarin de invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op de effecten van een langdurige cognitieve training werden nagegaan. Consistent met de '*disuse* hypothese' en de bevindingen uit eerder onderzoek, werd verwacht dat participanten met zwakkere proactieve cognitieve controlevaardigheden meer baat zouden hebben bij de cognitieve training. Hiervoor kon echter geen evidentie gevonden worden. Omdat dit naar ons weten de eerste trainingsstudie is die expliciet focust op de invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op het trainingseffect, biedt het huidige onderzoek op dit gebied een belangrijke aanvulling.

Niettemin dienen de resultaten uit het huidige onderzoek voorzichtig geïnterpreteerd te worden aangezien enkele beperkingen wellicht het vinden van

significante effecten hebben tegengehouden. Deze beperkingen zullen in het volgende nader beschouwd en kritisch besproken worden.

Uitgebleven Effecten en Beperkingen van het Onderzoek

Generalisatie van het trainingseffect naar inhibitie (*far transfer*).

Tegen de verwachtingen in kon in het huidige onderzoek geen generalisatie van de trainingseffecten naar het inhibitievermogen aangetoond worden. Voor het uitblijven van deze *far transfer* zijn enkele verklaringen denkbaar.

In tegenstelling tot veel eerdere onderzoeken werd in de huidige studie gebruik gemaakt van een actieve controlegroep welke oefende met een alternatieve versie van de eigenlijke trainingstaak. Hoewel deze taak verondersteld werd minder cognitief trainend te zijn (Hoorelbeke et al., 2016), blijkt uit de resultaten dat alle participanten verbeterden in de inhibitievaardigheden. Hiervoor zijn twee verklaringen denkbaar. Ten eerste zou de verbetering van de controlegroep te wijten kunnen zijn aan een algemeen leereffect dat in beide groepen is opgetreden. Ten tweede is het mogelijk dat de alternatieve versie van de trainingstaak eveneens trainend was, waardoor ook de controlegroep verbeterde in hun cognitieve controlevaardigheden. Het gebruik van een dergelijke actieve controlegroep zorgt voor een strenger criterium voor het vinden van trainingseffecten. Terzelfdertijd heeft het echter tot gevolg dat niet uitgesloten kan worden dat de controletaak ook tot een verbetering van cognitieve controle heeft geleid. Dit zou ervoor gezorgd kunnen hebben dat een significant verschil tussen de groepen niet gedetecteerd kon worden.

Daarnaast zou het uitblijven van *far transfer* te wijten kunnen zijn aan de aard en de implementatie van de trainingstaak alsook aan de aard van de transfer taak. Cognitieve trainingsstudies en de metingen van transfer effecten zijn redelijk nieuw waardoor nog maar weinig bekend is over de meest effectieve trainingstaken, trainingsduur en meetmethoden van transfer. Richmond et al. (2011) argumenteren dat leren en alertheid sterk verband houden en het uitblijven van *far transfer* daarom mogelijk te wijten kan zijn aan een daling van de alertheid tijdens de training. Dit zou ook in het huidig onderzoek het uitblijven van *far transfer* kunnen verklaren. Hoewel de

gebruikte trainingstaak adaptief was, waardoor ze als complex beschouwd kan worden, had de gebruikte training ook een repetitief karakter. Terwijl in zeer complexe trainingen verschillende taken worden aangeboden aan de participanten, bleef de trainingstaak zelf in het huidige onderzoek dezelfde gedurende de volledige trainingsperiode. Dit kan ervoor gezorgd hebben dat de participanten gewend raakten aan de trainingstaak waardoor de alertheid in het verloop van de trainingsperiode daalde. Omdat leren en alertheid nauw gerelateerd blijken (Yerkes-Dodson-Law; Yerkes & Dodson, 1908) zou het mogelijk zijn dat een daling van de opwindingsniveau tijdens de trainingsperiode *far transfer* heeft tegen gehouden (Richmond et al., 2011). Dit wordt onderbouwd door het feit dat de tot heden meest uitgesproken en robuuste trainingseffecten aangetoond zijn in studies die gebruik maken van zeer complexe en langdurige trainingsprogramma's, waarin gewenning veel minder mogelijk was (Green & Bavelier, 2008; Schmiedek, 2010). Bovendien blijkt transfer voorspeld te kunnen worden door de aard van de trainings- en transfertaken. Hoe meer gedeelde onderliggende cognitieve functies deze taken aanspreken, hoe sterker de transfer (Woodworth & Thorndike, 1901). Dienovereenkomstig is het mogelijk dat de Stroop niet goed gekozen was als taak om een generalisatie van het trainingseffect aan te tonen aangezien de taakkenmerken en onderliggende cognities te sterk verschilden met die van de PASAT.

Verder zou de korte trainingsduur de sterkte van de trainingseffecten negatief beïnvloed kunnen hebben aangezien de grootste en meest robuuste effecten gevonden werden in het onderzoek van Schmiedek (2010) welke een lange trainingsperiode omvatte. Echter blijkt uit enkele andere onderzoeken dat 10 trainingssessies voldoende zijn om zowel *near-* als *far transfer* aan te tonen (Borella et al., 2010; Karbach & Kray, 2009; Zinke et al., 2014), wat deze verklaring minder waarschijnlijk maakt. Een andere mogelijke verklaring voor het uitblijven van *far transfer* is de grootte en de homogeniteit van de steekproef in het huidige onderzoek. Deze steekproeffactoren kunnen eveneens een verklaring bieden voor het feit dat geen invloed van proactieve en reactieve controle op het trainingseffect gevonden werd om welke reden ze in het volgende zullen worden besproken.

Invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle.

Naast het uitblijven van significante *far transfer* werd eveneens geen evidentie gevonden voor een invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op het trainingseffect. Een belangrijke factor welke zowel het detecteren van significante *far transfer* alsook het detecteren van een significante invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op het leereffect bemoeilijkt kan hebben is de grootte en karakteristiek van de steekproef.

Het is mogelijk dat de steekproef van de huidige studie te klein was om een significant verschil tussen de experimentele- en de controlegroep aan te tonen. Bij kleine effecten zou de steekproef beduidend groter moeten zijn om een statistisch significant verschil te kunnen ontdekken, wat in trainingsstudies echter vaak moeilijk realiseerbaar is. Enkele eerdere studies konden echter ondanks een even kleine steekproef wel een significant effect aantonen (Buschkuehl et al., 2008; Richmond et al., 2011; Zinke et al., 2011), wat enige indicatie kan zijn dat de statistische power in dergelijke steekproeven wel groot genoeg is om significante verschillen te detecteren. Het is dus waarschijnlijker dat niet de grootte maar eerder de eigenschappen van de steekproef het vinden van *far transfer* heeft bemoeilijkt. Karbach en Kray (2009) toonden dat voornamelijk participanten met zwakker cognitief functioneren baat hebben bij cognitieve trainingen en dat de mate waarin de participanten verbeteren op de trainingstaak gerelateerd is aan de mate van generalisatie naar andere taken. Mede omwille van de vereiste dat de deelnemers in het huidige onderzoek over een eigen computer moesten beschikken bestond de huidige steekproef voornamelijk uit participanten met een redelijk hoog opleidingsniveau en goed cognitief functioneren, waardoor het aantonen van significante effecten mogelijk moeilijker was dan in een heterogenere groep participanten of participanten met zwakker algemeen cognitief functioneren. Deze steekproefeigenschappen zouden ook kunnen verklaren dat geen significante invloed van proactieve en reactieve cognitieve controle op het trainingseffect gevonden werd. Uit de correlatieanalyse voorafgaand aan de training blijken reeds hoge correlaties tussen proactieve en reactieve controle, wijzend op het feit dat onze proefpersonen niet sterk verschilden in de mate waarin ze gebruik maakten

van proactieve en reactieve controle. Uit eerder onderzoek van Manard et al. (2014) waarin oude en jonge proefpersonen vergeleken werden bleek wel een significant verschil in proactieve en reactieve controle tussen de groepen dat ook zichtbaar werd in de taakprestaties. Manard et al. (2014) suggereren echter ook dat deze verschillen in proactieve controle resulteren uit verschillen in de algemene informatieverwerkingssnelheid. Uit hun onderzoek blijkt dat een afname van de informatieverwerkingssnelheid het werkgeheugen negatief beïnvloedt, waardoor contextrepresentaties minder actief gehouden worden. Nadat de proefpersonen gematcht werden naargelang hun informatieverwerkingssnelheid verdwenen de daarvoor geobserveerde leeftijdsgebonden verschillen in proactieve cognitieve controle. Het zou daarom mogelijk zijn dat de informatieverwerkingssnelheid meer verschillen in de algemene cognitie verklaard dan het gebruik van proactieve controle.

De mogelijk belangrijkste beperking van het huidige onderzoek is dat het onderzoek enkel bij gezonde proefpersonen is uitgevoerd. Deze onderzoeksopzet laat geen uitspraken over de implicaties van een cognitieve training voor cognitief zwakke ouderen of ouderen die reeds gediagnosticeerd zijn met een neurodegeneratieve aandoening toe. Aangezien uit onderzoek van Zinke et al. (2011) reeds gebleken is dat ouderen met zwakkere cognitieve functies zelfs meer baat hebben bij dergelijke trainingsprogramma's is het zelfs mogelijk dat we door het feit dat onze participanten cognitief nog goed functioneerden geen effecten konden aantonen, die mogelijk wel in een cognitief zwakkere groep participanten wel aantoonbaar geweest zouden zijn en we op die manier belangrijke implicaties voor de klinische praktijk hebben gemist. Het feit dat in het huidig onderzoek ondanks een kleine, heterogene en cognitief redelijk sterke groep een significante verbetering in het updaten van het werkgeheugen door een korte training aangetoond kon worden toont echter ook het potentieel van de cognitieve training met de PASAT, wat eveneens belangrijke implicaties voor de klinische praktijk heeft.

Praktische Implicaties van het Huidige Onderzoek

Klinische relevantie.

De huidige onderzoeksresultaten hebben belangrijke klinische implicaties. De wereldgezondheidsorganisatie (WGO/WHO) definieert het gezond ouder worden als één van de belangrijkste onderwerpen in de hedendaagse gezondheidszorg. Het sterk groeiende aantal ouderen vraagt een aanpassing van de maatschappij om de gezondheid van ouderen te promoten en hun sociale integratie te bevorderen. Hoewel op heden vaak aangenomen wordt dat de ouderen over het algemeen gezonder zijn dan de ouderen van 20 jaar geleden bestaat daar weinig wetenschappelijke evidentie voor. Dienovereenkomstig dient de gezondheid in de latere levensjaren nog steeds bevorderd te worden, waaraan wetenschappelijk onderzoek uiteraard een belangrijke bijdrage levert (WHO, 2016).

Veel van de leeftijdsgerelateerde afnames in het functioneren zijn voorspelbaar en kunnen voorkomen worden door geschikte interventies (WHO, 2016). Door het onderzoek naar een efficiënte trainingsmethode voor het cognitief functioneren draagt het huidig onderzoek hieraan bij. Cognitieve achteruitgang is immers één van de meest frequente problemen op hogere leeftijd. Bovendien heeft het ontwikkelen van een effectieve training niet alleen implicaties voor de ouderen zelf maar ook voor de maatschappij. Het gevolg van een goed behoud van het algemeen cognitief functioneren is dat de ouderen tot in de late levensjaren nog actief aan de maatschappij kunnen bijdragen. Ze kunnen functioneren als mentoren, zorgverleners, artiesten, consumenten, uitvinders, ondernemers en leden van de werkende bevolking. Hierdoor zou de maatschappij kunnen profiteren van de algemene langere levensverwachting (WHO, 2016). Daarnaast suggereert onderzoek van Hoorelbeke et al. (2016) dat cognitieve controletraining mogelijk het gebruik van maladaptieve emotieregulatie en daarmee het ontstaan van depressieve klachten positief kan beïnvloeden, wat echter tot heden enkel in de jongere populatie is aangetoond. Niettemin toont dit dat cognitieve training eventueel ook leidt tot een betere psychische gezondheid van de oudere bevolking, welke eveneens belangrijk is voor een succesvolle integratie en participatie in de maatschappij. Het geïntegreerd blijven in een sociale context dat op die manier bevordert wordt, heeft op zijn beurt een positieve invloed op de algemene gezondheidstoestand van de ouderen (WHO, 2016). Door deze positieve implicaties

voor de algemene gezondheid van de ouderen dragen preventieve maatregelen zoals cognitieve training eveneens bij aan een verlaging van de kosten voor de gezondheidszorg en wordt de toegankelijkheid van de gezondheidszorg verhoogd voor diegenen die de hulp nodig hebben. Dit is een belangrijk doel in het verbeteren van de gezondheidszorg, voornamelijk met oog voor de sterke stijging van de oudere populatie die voor de komende jaren wordt voorspeld (WHO, 2016).

Naast deze algemene positieve implicaties van onderzoek naar effectieve cognitieve trainingmethoden worden in het huidige onderzoek gericht enkele centrale onderzoeksvragen geadresseerd, welke door de wereldgezondheidsorganisatie naar voren geschoven worden als belangrijke onderzoeksgebieden voor het promoten van de gezondheid op latere leeftijd. Ten eerste wordt geprobeerd om duidelijkheid te scheppen over welke interventies een gezonde veroudering zouden kunnen promoten. In het huidige onderzoek werd daarvoor de werkzaamheid van een werkgeheugengebaseerde cognitieve controletraining met behulp van de PASAT evalueert. De resultaten tonen dat deze mogelijk een effectieve trainingmethode is om de cognitie van ouderen te verbeteren. Het onderzoek toont een significante verbetering van het updaten in het werkgeheugen aan. Het uitblijven van een generalisatie van de positieve effecten naar de inhibitievermogens van de participanten toont echter ook dat de zoektocht naar het onderliggend mechanisme van transfer en daarmee ook de zoektocht naar een effectieve interventie nog niet afgerond is. Toch wijzen de resultaten op een duidelijk potentieel van de PASAT als interventie om de achteruitgang in cognitieve functies te beperken. Ten tweede draagt het onderzoek bij aan de vraag naar de toegankelijkheid en effectiviteit van cognitieve interventies. In de context van cognitieve controletraining zijn reeds de effecten van verschillende trainingmethoden getest. Echter is tot heden weinig onderzoek verricht naar directe effecten van een PASAT-training op de algemene cognitie. Om deze reden verruimt dit onderzoek de reeds bestaande literatuur en draagt dan ook bij aan de zoektocht naar een effectieve trainingmethode. De keuze van een computer-gebaseerde training toont bovendien de poging om een effectieve interventie te vinden die laagdrempelig en toegankelijk is, voornamelijk met het oog op de komende oudere generaties, waarin

de vertrouwdheid met de computer toeneemt. Ten derde draagt het onderzoek bij aan de zoektocht naar de meest geschikte doelgroep voor cognitieve interventies. In het huidige onderzoek werden enkel gezonde ouderen getraind en de resultaten blijven gemengd. Eerder onderzoek wijst echter op goede effecten voor ouderen met zwak cognitief functioneren en ouderen die verhoogd risico lopen op een cognitieve achteruitgang (Gates, Sachdev, Singh, & Valenzuela, 2011; Zinke et al., 2011). Dit wijst erop dat wellicht vooral ouderen met zwakkere cognitieve baat hebben bij een cognitief trainingsprogramma. Dit zou belangrijke klinische implicaties hebben aangezien deze de training ook het meest nodig zouden hebben.

Hoewel het huidige onderzoek bijdraagt aan het verruimen van enkele van de centrale onderzoeksvragen is er nog steeds geen volledig antwoord op deze vragen, wat toont dat de zoektocht naar goede preventiemethoden voor cognitieve achteruitgang nog lang niet afgesloten is. Daarom zullen in het volgende enkele suggesties worden gegeven voor vervolgonderzoek met betrekking tot cognitieve trainingen.

Suggesties voor toekomstig onderzoek.

Om te kunnen stellen dat een cognitieve training een preventief effect heeft op het cognitieve verouderingsproces moeten twee centrale vragen aangepakt worden. Ten eerste is het belangrijk om *far transfer* aan te tonen om zodoende het mechanisme, dat belangrijk is voor een generalisatie van de trainingseffecten, te identificeren. Ten tweede moeten de effecten van de training na een langere periode van tijd blijven bestaan. Aangezien in het huidige onderzoek geen *far transfer* aangetoond kan worden, is het mogelijk dat de trainingseffecten deels te verklaren zijn door strategische leerprocessen in plaats van veranderingen in het informatieverwerkingsstelsel. Daarom zou vervolgonderzoek aangewezen zijn, welke rekening houdt met de belangrijkste tekortkomingen van dit onderzoek. Een replicatie in een grotere en heterogene steekproef en de integratie van een derde, ongetrainde groep kan mogelijk meer inzicht geven in de mechanismen waardoor een verbetering in het cognitief functioneren tot stand komt. Daarnaast zou het belangrijk zijn om een andere taak voor *far transfer* te implementeren. Bovendien dient in vervolgstudies een follow-up meting

geïntegreerd te worden om de langdurigheid van de bereikte positieve trainingseffecten na te gaan.

We vinden vandaag bovendien geen bevestiging voor de invloed van proactieve en reactieve controle op het leereffect. Onderzoek van Manard et al. (2014) suggereert dat verschillen in de mate waarin gebruik gemaakt wordt van proactieve cognitieve controle verklaard kunnen worden door verschillen in de informatieverwerkingssnelheid. Voor vervolgonderzoek zou het daarom eventueel belangrijker zijn om de invloed van informatieverwerkingssnelheid, in plaats van proactieve en reactieve cognitieve controle, op het leereffect na te gaan.

Bovendien werd eerder gewezen op enkele beperkingen van de huidige studie waarmee in toekomstig onderzoek rekening dient te worden gehouden. Het aanbieden van een trainingsprogramma met een minder repetitief karakter zou wellicht leiden tot een betere generalisatie van de trainingseffecten en dus kunnen zorgen voor positieve veranderingen in een brede scala van cognitieve functies. Bovendien zou het gebruik van een grotere maar vooral heterogenere groep participanten mogelijk veelbelovende en meer robuuste trainingseffecten kunnen opbrengen. Een heterogene steekproef zou bovendien toelaten om naar verschillen in de effecten tussen cognitief sterke en zwakkere ouderen te kijken, wat eveneens zou bijdragen aan de vraag voor welke doelgroep een training het meest geschikt zou zijn. De inclusie van een derde, niet-getrainde groep zou aanvullend kunnen controleren of de uitgebleven effecten van de huidige studie te wijten geweest zijn aan een marginaal trainingseffect in de controlegroep.

Conclusie

Samengevat toont het huidige onderzoek, samen met eerder onderzoek, dat cognitieve controle training het cognitief functioneren van ouderen positief kan beïnvloeden. Deze resultaten wijzen op voldoende plasticiteit van de hersenen tot in de late levensjaren om het cognitief functioneren te verbeteren. Echter bleek geen generalisatie van de trainingseffecten, mogelijk wijzend op de grenzen van de mogelijkheden van de gebruikte training of de grenzen van de plasticiteit. In verder onderzoek zou de replicatie

met een heterogenere steekproef en het includeren van andere maten voor far transfer meer inzicht kunnen geven in het onderliggende mechanisme van far transfer, wat helpt bij de ontwikkeling van een effectieve trainingsmethode. Bovendien zou verder onderzoek de effecten van cognitieve training op het welzijn van ouderen kunnen nagaan.

Referenties

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Bailey, P. E., Henry, J. D., & Von Hippel, W. (2008). Empathy and social functioning in late adulthood. *Aging & Mental Health*, 12(4), 499–503. doi:10.1080/13607860802224243
- Balota, D. a, Dolan, P. O., & Duchek, J. M. (2000). *Memory changes in healthy older adults*. New York, NY: Oxford University Press.
- Bissig, D., & Lustig, C. (2007). Who benefits from memory training? *Psychological Science*, 18(8), 720–726. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01966.x
- Borella, E., Carretti, B., & De Beni, R. (2008). Working memory and inhibition across the adult life-span. *Acta Psychologica*, 128(1), 33–44. doi:10.1016/j.actpsy.2007.09.008
- Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., & De Beni, R. (2010). Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging*, 25(4), 767–778. doi:10.1037/a0020683
- Braver, T. S., Gray, J. R., Burgess, G. C. (2007). *Explaining the Many Varieties of Working Memory Variation: Dual Mechanisms of Cognitive Control*. Variation in Working Memory. New York, NY: Oxford University Press.
- Braver, T., & Cohen, J. (2000). On the Control of Control: The Role of Dopamine in Regulating Prefrontal Function and Working Memory. *Control of Cognitive Processes: Attention and Performance XVIII*, 713–736. doi:10.1016/S0165-0173(03)00143-7
- Braver, T. S., & Barch, D. M. (2002). A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26(7), 809-817. doi:10.1016/S0149-7634(02)00067-2
- Braver, T. S., Barch, D. M., Keys, B. A., Carter, C. S., Cohen, J. D., Kaye, J. A., ... Reed, B. R. (2001). Context processing in older adults: evidence for a theory relating cognitive control to neurobiology in healthy aging. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 746–763. doi:10.1037/0096-3445.130.4.746

- 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
- Braver, T. S., Satpute, A. B., Rush, B. K., Racine, C. a, & Barch, D. M. (2005). Context processing and context maintenance in healthy aging and early stage dementia of the Alzheimer's type. *Psychology and Aging*, *20*(1), 33–46. doi:10.1037/0882-7974.20.1.33
- Brehmer, Y., Rieckmann, A., Bellander, M., Westerberg, H., Fischer, H., & Bäckman, L. (2011). Neural correlates of training-related working-memory gains in old age. *NeuroImage*, *58*(4), 1110–1120. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.06.079
- Buschkuhl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Däpp, C., Müller, M., ... Perrig, W. J. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and Aging*, *23*(4), 743–753. doi:10.1037/a0014342
- Chiew, K. S., & Braver, T. S. (2013). Temporal dynamics of motivation-cognitive control interactions revealed by high-resolution pupillometry. *Frontiers in Psychology*, *4*. doi:10.3389/fpsyg.2013.00015
- Colflesh, G. J. H., & Conway, A. R. A. (2007). Individual Differences in Working Memory Capacity and Divided Attention in Dichotic Listening. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(4), 699–703. doi:10.3758/BF03196824
- Craik, F.I., Morris, R. G., & Gick, M. L. (1990). *Adult age differences in working memory. Neuropsychological impairments of short-term memory*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Craik, F. I. M., Winocur, G., Palmer, H., Binns, M. a, Edwards, M., Bridges, K., ... Stuss, D. T. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: effects on memory. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, *13*(1), 132–142. doi:10.1017/S1355617707070166
- Dahlin, E., Neely, A. S., Larsson, A., Bäckman, L., & Nyberg, L. (2008). Transfer of Learning After Updating Training Mediated by the Striatum. *Science*, *320*(5882), 1510-1512.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive

- functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 720. doi:10.1037/a0014296
- Demeyer, I., De Lissnyder, E., Koster, E. H. W., & De Raedt, R. (2012). Rumination mediates the relationship between impaired cognitive control for emotional information and depressive symptoms: A prospective study in remitted depressed adults. *Behaviour Research and Therapy*, 50(5), 292–297. doi:10.1016/j.brat.2012.02.012
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In *The Psychology of Learning and Motivation*, 44, 145–199. doi:10.1016/S0079-7421(03)44005-X
- Fiske, A., Wetherell, J., & Gatz, M. (2009). Depression in older adults. *Annual Review of Clinical Psychology*, 5, 363–389. doi:10.1146/annurev.clinpsy.032408.153621.Depression
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini-Mental State: A practice method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189–198.
- Futurage. (2011). Major Priorities For European Ageing Research. Inclusion and participation in the community and in the labour market. *Road Map for European Ageing Research*, 38–49.
- Gates, N., Sachdev, P., Singh, M. F., & Valenzuela, M. (2011). Cognitive and memory training in adults at risk of dementia: A Systematic Review. *BMC Geriatrics*, 11(1), 55. doi:10.1186/1471-2318-11-55
- Gatz, M., Svedberg, P., Pedersen, N. L., Mortimer, J. a, Berg, S., & Johansson, B. (2001). Education and the risk of Alzheimer's disease: findings from the study of dementia in Swedish twins. *The Journals Of Gerontology Series B Psychological Sciences And Social Sciences*, 56(5), 292–300. doi:10.1093/geronb/56.5.P292
- Glisky, E. L. (2007). *Changes in Cognitive Function in Human Aging*. Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms. Boca Raton: Taylor & Francis group.
- Goh, J., & Park, D. C. (2009). Neuroplasticity and cognitive aging. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27(5), 391–403. doi:10.3233/RNN-2009-0493.Neuroplasticity

- Gotlib, I. H., & Joormann, J. (2010). Cognition and depression: Current status and future directions. *Annual Review of Clinical Psychology, 6*, 285–312. doi:10.1146/annurev.clinpsy.121208.131305
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising Your Brain: A Review of Human Brain Plasticity and Training-Induced Learning. *Psychology and Aging, 23*(4), 692–701. doi:10.1037/a0014345.Exercising
- Gronwall, D. M. A. (1977). Paced auditory serial-addition task: a measure of recovery from concussion. *Perceptual and Motor Skills, 44*(2), 367–373. doi:10.2466/pms.1977.44.2.367
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology, 2*(3), 271–299. doi:10.1037/1089-2680.2.3.271
- Gross, J. J., & Jazaieri, H. (2014). Emotion, Emotion Regulation, and Psychopathology: An Affective Science Perspective. *Clinical Psychological Science, 2*(4), 387–401. doi:10.1177/2167702614536164
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *Psychology of learning and motivation, 22*, 193–225. doi:10.1016/S0079-7421(08)60041.9
- Head, D. (2004). Differential Vulnerability of Anterior White Matter in Nondemented Aging with Minimal Acceleration in Dementia of the Alzheimer Type: Evidence from Diffusion Tensor Imaging. *Cerebral Cortex, 14*(4), 410–423. doi:10.1093/cercor/bhh003
- Hernandez, C. R., & Gonzalez, M. Z. (2008). Effects of Intergenerational Interaction on Aging. *Educational Gerontology, 34*(4), 292–305. doi:10.1080/03601270701883908
- Hoorelbeke, K., Koster, E. H. W., Demeyer, I., Loeys, T., & Vanderhasselt, M.-A. (2016). Effects of cognitive control training on the dynamics of (mal)adaptive emotion regulation in daily life. *Emotion, 16*(7), 945–956. doi:10.1037/emo0000169
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(19), 6829–6833. doi:10.1073/pnas.0801268105

- Joormann, J., & D'Avanzato, C. (2010). Emotion regulation in depression: Examining the role of cognitive processes. *Cognition & Emotion*, *24*, 913–939. doi:10.1080/02699931003784939
- Kaasinen, V., Vilkmann, H., Hietala, J., Någren, K., Helenius, H., Olsson, H., ... Rinne, J. O. (2000). Age-related dopamine D2/D3 receptor loss in extrastriatal regions of the human brain. *Neurobiology of Aging*, *21*(5), 683–688. doi:10.1016/S0197-4580(00)00149-4
- Kane, M. J., Conway, A. R. a, Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in Working Memory Capacity as Variation in Executive Attention and control. *Variation in Working Memory*, *1*, 21-48. doi:10.1093/acprof:oso/9780195168648.003.0002
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*(4), 637–671. doi:10.3758/BF03196323
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, *12*(6), 978–990. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00846.x
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., ... Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD. A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *44*(2), 177–86. doi:10.1097/00004583-200502000-00010
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, *24*(6), 781–791. doi:10.1076/jcen.24.6.781.8395
- Lesh, T. A., Westphal, A. J., Niendam, T. A., Yoon, J. H., Minzenberg, M. J., Ragland, J. D., ... Carter, C. S. (2013). Proactive and reactive cognitive control and dorsolateral prefrontal cortex dysfunction in first episode schizophrenia. *NeuroImage: Clinical*, *2*(1), 590–599. doi:10.1016/j.nicl.2013.04.010
- Levy, B. R., Hausdorff, J. M., Hencke, R., & Wei, J. Y. (2000). Self-Stereotypes of Aging,

- 55(4), 205–213. doi:10.1093/geronb/55.4.P205
- Li, S.-C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Röcke, C., Smith, J., & Lindenberger, U. (2008). Working memory plasticity in old age: Practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging, 23*(4), 731–742. doi:10.1037/a0014343
- Li, S. C., Lindenberger, U., & Sikström, S. (2001). Aging cognition: From neuromodulation to representation. *Trends in Cognitive Sciences*. doi:10.1016/S1364-6613(00)01769-1
- Li, S. C., & Sikström, S. (2002). Integrative neurocomputational perspectives on cognitive aging, neuromodulation, and representation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 26*(7), 795-808. doi:10.1016/S0149-7634(02)00066-0
- Manard, M., Carabin, D., Jaspar, M., & Collette, F. (2014). Age-related decline in cognitive control: the role of fluid intelligence and processing speed. *BMC Neuroscience, 15*(1), 7. doi:10.1186/1471-2202-15-7
- Mccabe, D. P., Henry L. Roediger III, Mcdaniel, M. a, Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology, 24*(2), 222–243. doi:10.1037/a0017619
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience, 24*(1), 167–202. doi:10.1146/annurev.neuro.24.1.167
- 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
- Oeppen, J., & Vaupel, J. W. (2002). Broken limits to life expectancy. *Science, 296*(5570), 1029–1031. doi:10.1126/science.1069675
- Palmore, E. B. (1999). Individual sources of ageism. *Encyclopedia of Ageism, (1973)*, 187–191.
- Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology, 60*, 173–96.

doi:10.1146/annurev.psych.59.103006.093656

- Paxton, J. L., Barch, D. M., Racine, C. A., & Braver, T. S. (2008). Cognitive control, goal maintenance, and prefrontal function in healthy aging. *Cerebral Cortex*, *18*(5), 1010–1028. doi:10.1093/cercor/bhm135
- Raz, N., Lindenberger, U., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., Head, D., Williamson, A., ... Acker, J. D. (2005). Regional brain changes in aging healthy adults: General trends, individual differences and modifiers. *Cerebral Cortex*, *15*(11), 1676–1689. doi:10.1093/cercor/bhi044
- Raz, N., & Rodrigue, K. M. (2006). Differential aging of the brain: Patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. doi:10.1016/j.neubiorev.2006.07.001
- Redick, T. S. (2014). Cognitive control in context: Working memory capacity and proactive control. *Acta Psychologica*, *145*(1), 1–9. doi:10.1016/j.actpsy.2013.10.010
- Redick, T. S., & Engle, R. W. (2011). Integrating working memory capacity and context-processing views of cognitive control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), *64*(6), 1048–55. doi:10.1080/17470218.2011.577226
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2014). How Does it STAC Up? Revisiting the Scaffolding Theory of Aging and Cognition. *Neuropsychology Review*, *24*(3), 355–370. doi:10.1007/s11065-014-9270-9
- Richmond, L. L., Morrison, A. B., Chein, J. M., & Olson, I. R. (2011). Working memory training and transfer in older adults. *Psychology and Aging*, *26*(4), 813–822. doi:10.1037/a0023631
- Saczynski, J. S., Willis, S. L., & Schaie, K. W. (2002). Strategy use in reasoning training with older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *9*(1), 48–60. doi:10.1076/anec.9.1.48.836
- Salthouse, T. (2012). Consequences of age-related cognitive declines. *Annual Review of Psychology*, *63*, 201–26. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100328
- Salthouse, T. A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, *10*(1), 101–124. doi:10.1016/0273-2297(90)90006-P

- Schmiedek. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2, 1–10. doi:10.3389/fnagi.2010.00027
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does Working Memory Training Generalize? *Psychologica Belgica*, 50, 245–276. doi:10.3758/PBR.17.2.193
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, 138(4), 628–654. doi:10.1037/a0027473
- Siegle, G. J., Ghinassi, F., & Thase, M. E. (2007). Neurobehavioral therapies in the 21st century: Summary of an emerging field and an extended example of cognitive control training for depression. *Cognitive Therapy and Research*, 31(2), 235–262. doi:10.1007/s10608-006-9118-6
- Sullivan, E. V., & Pfefferbaum, A. (2006). Diffusion tensor imaging and aging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. doi:10.1016/j.neubiorev.2006.06.002
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Pearson. doi:10.1037/022267
- Verhaeghen, P., & Marcoen, A. (1996). On the mechanisms of plasticity in young and older adults after instruction in the method of loci: evidence for an amplification model. *Psychology and Aging*, 11(1), 164–178. doi:10.1037/0882-7974.11.1.164
- Vinkers, D. J., Gussekloo, J., Stek, M. L., Westendorp, R. G. J., & van der Mast, R. C. (2004). Temporal relation between depression and cognitive impairment in old age: prospective population based study. *BMJ*, 329(7471), 881. doi:10.1136/bmj.38216.604664.DE
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272–292. doi:10.1037/0033-2909.120.2.272
- WHO. (2016). Multisectoral action for a life course approach to healthy ageing: draft global strategy and plan of action on ageing and health, A69(17).
- Woodworth, R. S., & Thorndike, E. L. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review*, 8(3), 247–261. doi:10.1037/h0074898
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of

Habit-Formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459–482. doi:10.1037/h0073415

Zinke, K., Zeintl, M., Eschen, A., Herzog, C., & Kliegel, M. (2011). Potentials and limits of plasticity induced by working memory training in old-old age. *Gerontology*, 58(1), 79–87. doi:10.1159/000324240

Zinke, K., Zeintl, M., Rose, N. S., Putzmann, J., Pydde, A., & Kliegel, M. (2014). Working memory training and transfer in older adults: effects of age, baseline performance, and training gains. *Developmental Psychology*, 50(1), 304–315. doi:10.1037/a0032982

Bijlagen

Bijlage 1. Mini-Mental State Examination (MMSE)

MINI-MENTAL STATE EXAMINATION

(Folstein et al, 1975)

NAAM _____

ORIENTATIE

Welk is de datum van vandaag?

(Indien onderstaande elementen ontbreken:)

Kan u me ook zeggen welke dag van de week het is?

En kan u me ook zeggen in welke maand we zijn?

En in welk jaar we zijn?

En kan u me ook zeggen welk seizoen we zijn?

1 punt per correct antwoord

0 1 2 3 4 5

Kan u me zeggen in welke instelling we ons hier bevinden?

En kan u me ook zeggen op welke verdieping we ons hier bevinden?

En in welke stad zijn we hier?

Kan u me ook zeggen in welke provincie (of regio) we ons hier bevinden?

En in welk land we zijn?

1 punt per correct antwoord

0 1 2 3 4 5

REGISTRATIE

Mag ik uw geheugen even testen?

Zeg vervolgens: " Boek, plant, molen" (+/- 1 woord per sec)

Kan u deze woorden herhalen?

1 punt per correct woord na 1^{ste} poging, bij een score < 3 : herhalen tot de patiënt de 3 woorden kent (max 6x). Noteer het aantal pogingen:

0 1 2 3

AANDACHT

Kunt u het woord 'merel' van achteren naar voren spellen?

(L E R E M)

1 punt per goede letter in de juiste volgorde

0 1 2 3 4 5

HERINNERING

Herinnert u zich de drie woorden die u daarnet heeft moeten herhalen?

1 punt per woord 0 1 2 3

TAAL

Wat is dit? (toon een polshorloge)

En wat is dit? (toon een potlood)

1 punt per correct antwoord 0 1 2

Wilt u de volgende zin herhalen: 'Geen als, en, of maar'

1 punt als de complete zin goed is. Er wordt maar 1 poging toegelaten 0 1

Leg een wit blad papier (A4) voor de patiënt en geef de opdracht:

Neem het blad papier in uw rechterhand, plooi het in twee en leg het op uw schoot.

1 punt voor elke handeling, niets aantonen(ook niet met hoofd!) 0 1 2 3

Wilt u dit lezen en doen wat er staat? (blad met 'sluit uw ogen')

1 punt als de patiënt zijn ogen sluit 0 1

Kunt u een zin schrijven op dit papier, het is eender welke?

(geef een wit blad, maar geef geen voorbeelden. De zin moet spontaan geschreven worden.)

1 punt voor een betekenisvolle zin met onderwerp en werkwoord. Correcte spelling en grammatica zijn niet nodig 0 1

VISIO-SPATIELE FUNCTIE

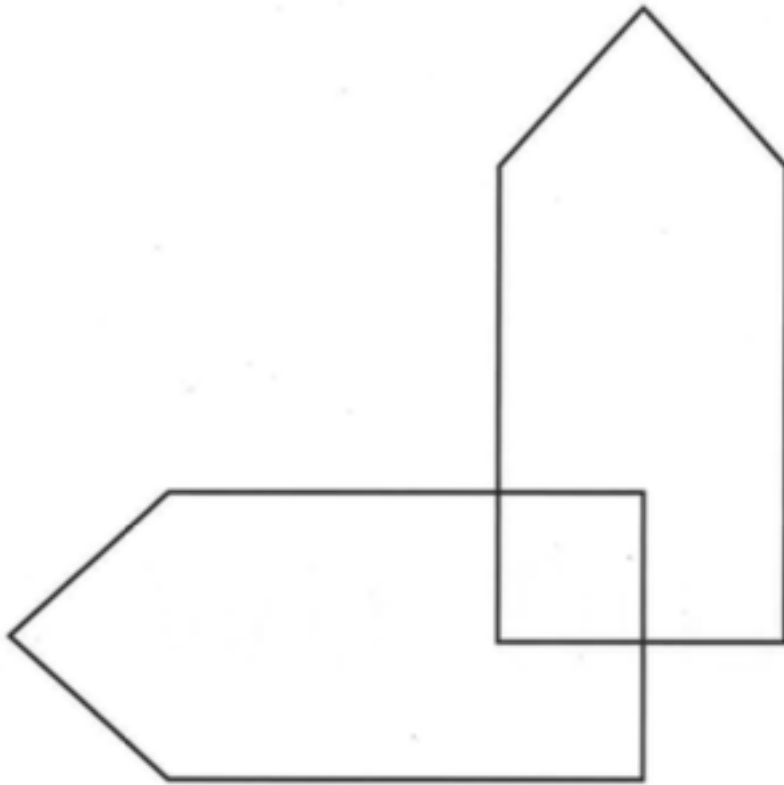
Kunt u deze figuur exact natekenen op dit blad?

Er moeten 10 hoeken getekend zijn en de kruising moet een vierhoek zijn om 1 punt te scoren. Er wordt geen rekening gehouden met tremor of rotatie.

0 1

Totale score (0-30) =

(beoordeling: <24 = aanwijzing voor cognitief verval)



SLUIT UW OGEN

Bijlage 2. Credibility/Expectancy Questionnaire

CREDIBILITY / EXPECTANCY QUESTIONNAIRE

G.J. Devilly en T.D. Borkovec; vertaling: K. Godfrin, E. Goeleven, en P. Schoof (2004)
© 2000 Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 31, 73-86

Instructie: Gelieve hieronder aan te duiden in welke mate je *op dit moment* gelooft dat de interventie die je volgde kan helpen om je hersenen te trainen?

1. Hoe logisch vind je de jou voorgestelde training op dit moment?

1 2 3 4 5 6 7 8 9
helemaal niet logisch een beetje logisch zeer logisch

2. Hoe succesvol denk je, op dit moment, dat deze training zal zijn in het verbeteren van je prestaties op de huidige taken?

1 2 3 4 5 6 7 8 9
helemaal niet een beetje zeer veel

3. Hoeveel verbetering denk je dat er op lange termijn zal zijn?

1 2 3 4 5 6 7 8 9
helemaal niets een beetje zeer veel

4. Als je de training zou krijgen, hoe vaak zou je thuis nog oefenen?

1 2 3 4 5 6 7 8 9
helemaal niet nu en dan zeer vaak

Heb je zelf nog opmerkingen/ervaring die je wilt delen over de training?
