

# Cognitive aging, attention, and mild traumatic brain injury

## Citation for published version (APA):

Klein, M. (1997). *Cognitive aging, attention, and mild traumatic brain injury*. NeuroPsych Publishers.

## Document status and date:

Published: 01/01/1997

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Summary

Attention should be recognized as a prerequisite for optimal cognitive performance. When attentional performance declines with aging, we can expect that other cognitive functions will decline likewise. This thesis deals with the question whether subjects who sustained mild traumatic brain injury earlier in life, are more vulnerable to pathological forms of cognitive aging, such as is ultimately the case in Alzheimer's disease. Since both aging and traumatic brain injury appear to affect attentional performance to a considerable extent, this thesis especially focuses on this cognitive faculty as an index of possible cognitive decline. Several studies furthermore suggest that a decline in attentional performance might be one of the early markers of neuropathological aging. A possible acceleration of the usual cognitive aging is based on a model of brain reserve capacity that is affected by disease states, like traumatic brain injury, and aging. The rationale of this thesis and the questions that are addressed are discussed in chapter 1.

Chapter 2 discusses currently used models to explain why people become slower when they age. Attention plays a major role in cognitive processing and controls the order in which cognitive operations are performed. The speed with which these operations are performed is implicitly or explicitly measured in most studies on aging and attention. In fact, speed and accuracy are the only two measures of cognitive performance that we can quantify. A discussion of slowing phenomena in the light of age-related attentional studies is relevant, since most tasks that gauge attentional performance depend on measures of speed. The generalized slowing hypothesis is one of the major notions to approximate the cognitive changes accompanying the aging process. One of the strongest arguments in favor of a generalized slowing approach in cognitive aging research stems from the results of the so-called Brinley plot approach, by which the mean cognitive performance of old subjects is predicted from the mean performance of young individuals. Intercepts in Brinley plots are interpreted as being a reflection of peripheral or perceptual processes, whereas the slope represents central, computational processes that are sensitive to changes in task complexity. Several authors, however, have argued against the concept of general slowing, usually in the context of an argument in favor of task-specific slowing. Information processing itself does not appear to be a static set of linear steps, but rather a dynamic event, involving changes in working memory and task processes. Universal slowing of processes is mediated through higher-order components, such as working memory, and may be evidenced in performance differences by task. Different slowing factors are required for high- and low-complexity tasks. The cognitive aging hypothesis that a single slowing factor can account for interactions between age and cognitive task complexity seems to be untenable.

The distinct highly specialized brain regions that are involved in information processing do not

age uniformly, which also does not support the idea of a generalized decline in cognitive aging. Current mainstream cognitive and developmental research is characterized by a so-called Cognitive Neuroscience Approach, which aims at integrating behavioral, psychophysiological, and neuroanatomical approaches in the study of attention.

The differences in individual trajectories of cognitive aging strongly influence the conclusions as to what extent attentional functions are affected by the process of cognitive aging. The later decades of life of most individuals are characterized by a decrease in performance in various cognitive domains. A diminished performance on tasks of memory, perceptual functions, and speed of information processing has been reported in many articles over the last decades. Aging furthermore appears to affect the ability to integrate and plan new activities, to make decisions, or to solve problems. Several authors suggest that attentional capacity may also be invariably poorer in old individuals than in young individuals. Cognitive aging might not affect all attentional domains, however. This and other issues with regard to the complex relation between attention and cognitive aging are the topics discussed in chapter 3. The primary focus is on attentional research in the perspective of cognitive aging. Studies of the effect of age on selective attention in auditory and visual tests suggest that there is some processing of unattended stimuli, with the amount of processing varying as a function of how easy it is to discriminate between targets and distractors. Older subjects tend to process non-relevant information much more than younger subjects, when the distinction between targets and distractors is smaller. The ability to select relevant information itself does not appear to be affected by age, but there rather appears to be a decrease in the availability of processing resources underlying this cognitive operation. Aging appears to affect the encoding of information, but not the efficiency of shifting attention. Task similarity appears to affect divided attention in older subjects in a negative way —as is the case in selective attention. Task difficulty and practice also appear to be important predictors of the age-related divided attention performance. Findings with regard to vigilance performance suggest that the effect of adult age on vigilance also depends on the type of task studied and the aspect of performance examined. Age differences in perceptual and cognitive performance are often most apparent when relatively greater demands on processing capacity are imposed on the subject. Thus, age differences in the rate at which vigilance decreases over time, and in perceptual sensitivity, should be more likely under the vigilance task condition in which sensitivity decreases.

The incidence and sequelae of mild traumatic brain injury are discussed in chapter 4. Although older subjects form a minority of people affected by traumatic brain injury, they still pose a great burden on society, since they require more care in terms of length of hospitalization and in terms of support for persisting cognitive deficits. The fact that a subject sustained head injury earlier in life might make him or her more vulnerable to neuropathological aging, such as is the case in Alzheimer's disease. The plausibility of the hypothesis that even mild traumatic brain injury may have an influence on the usual process of cognitive aging is discussed. It is hypothesized that brain injury and aging compromise brain reserve capacity, and a model is presented that might account for both the effects of cognitive aging and the effects of head injury. When patients with mild traumatic brain injury appear to have made a full recovery, they may still show persistent impairment when exposed to metabolic (e.g., hypoxia) or cognitive stress (e.g., dual tasks) or when they reach advanced age. Longer than normal recovery times are found in patients who are older and patients who had a previous traumatic

brain injury. The common belief is that brain damage is irreversible, and that because neural tissue is incapable of regeneration, damage to neural structures is permanent and permanently disabling. In fact, that is only half true. Whether a subject recovers completely from mild traumatic brain injury is likely to depend on the age at which mild traumatic brain injury is sustained and the resources the subject can allocate to compensate for the cognitive functions that are compromised. Protective factors that enhance brain reserve capacity —according to the model— are a higher intellectual or educational level and in this respect are potentially important factors in predicting the outcome of the rehabilitation process after head injury. Patients who do not have these resources readily available should be offered a more supportive environment that in part compensates for their diminished cognitive functions.

The following chapters concern experimental studies into the age-related changes in selective, divided, and sustained attention. The subjects who participated in the studies described in chapter 5, 6, and 7 were assigned to one of four age groups: young, 25-35 years; young middle-aged, 40-50 years; old middle-aged, 55-65 years; old, 70-80 years.

The effect of test duration on age-related differences in Stroop interference was estimated with the Stroop Color Word Test, which is a test of selective attention. The performance of 429 healthy subjects on this task is described in chapter 5. The results show a clear effect of test duration on Stroop interference. The Stroop Color Word Test was run in two parts. The young group performed the first part relatively rapidly but became slower in the second test part, whereas the old group showed the reverse effect. The two middle-aged groups did not show differences between the first and second test parts. The results are interpreted in terms of a deficit in response inhibition by a controlled processing strategy. A psychological interpretation of the study findings in terms of increased cautiousness appears less probable. The first part of the test, an abridged version of the test, may prove superior to the regular version for both clinical and research purposes.

A study aimed at detecting the determinants of the age-associated decrease in divided attention on a self-paced serial addition task, the SPASAT, is described in chapter 6. The SPASAT was administered to 196 subjects. Overall age effects were found on response time, number of errors and restarts. Simple response time, arithmetic ability, primary memory capacity, concept shifting ability, interference susceptibility, and degree of hearing loss contributed to performance. Speed of performance as a function of time-on-task improved in the younger groups, but not in the older groups. Repeated administration was not associated with a reduction in the number of errors in the oldest group, but the number of restarts declined in the youngest and the oldest groups, but for different reasons. No evidence was found for age-related differences in speed-accuracy trade-off mechanisms. Elderly subjects appear to be more able to monitor their own cognitive behavior, leading to a more stable performance over time. Its psychometric characteristics and the ease of administration make the SPASAT a very suitable instrument for measuring attentional functions in large-scale studies of cognitive aging.

Chapter 7 delineates the effects of time-on-task on age differences in visual search and the extent to which age can explain differences in simple response speed, intelligence, and visual acuity. Sex furthermore was considered as a possible influential factor. A cross-sectional study involving 442 subjects showed over-all age effects on response speed and number of correct and false detections. Time-on-task effects on response speed were absent in the old group. The

ability to detect targets or ignore distracting information, however, was susceptible to time-on-task effects, and was thus expressed only at the end of the test. This time-on-task effect suggests that there is an interaction between inhibitory processes and the availability of central processing resources in the oldest group. Simple response time, intelligence, and visual acuity significantly contributed to performance. Statistical analysis showed that changes in visual acuity with age might be an important factor influencing performance in studies of the visual domain. Results are interpreted within the Hasher-Zacks attentional framework.

Chapter 8 addresses the notion that mild to moderate traumatic brain injury may have persistent effects which become evident upon neurocognitive testing in a phase in which the effects of physiological aging become manifest. Neurocognitive performance was tested in 25 middle-aged and 20 old subjects who had sustained mild to moderate traumatic brain injury on average several decades earlier. The traumatic brain injury subjects regarded themselves as normal and healthy. The neuropsychological test performance of the subjects who sustained traumatic brain injury was inferior to that of matched healthy controls on all aspects of primary and secondary memory and on the majority of tests used to measure speed of performance. There was no interaction between the effects of traumatic brain injury and those of age, and the performance of middle-aged traumatic brain injury subjects was similar to that of old controls. The results are taken to indicate that traumatic brain injury sustained earlier in life may cause permanent sequelae in specific domains of cognitive functioning and that it might attenuate the age-related decline in cognitive functioning. Most strikingly, however, these deficits were not perceived as a limiting factor in everyday life, which suggests that coping strategies may be important.

The study described in chapter 9 investigated the information processing speed and attentional capacity associated with aging of symptomatic patients who had sustained cervical acceleration/deceleration (CAD) injury. Twenty-nine young ( $< 50$  years) and 20 old symptomatic CAD patients ( $\geq 50$  years) were compared to 49 healthy controls who were matched with respect to age, sex, and education. CAD patients were mainly characterized by a reduction in information processing capacity under speeded conditions. Performance in a non-speeded self-paced divided attention task, however, was not affected by CAD injury. This suggests that the limited resources in CAD injury lead to a decline in performance only when time limits are imposed. Overall measures of sustained attention performance furthermore did not appear to be affected by CAD injury, but when time-on-task effects were evaluated, CAD patients showed a decrease in vigilance performance. Overall, attentional performance in older CAD patients was not disproportionately more affected than in younger patients. Self-reported postconcussional symptoms and invested effort might be relatively independent of the attentional deficits after CAD injury. These findings suggest that clinicians should carefully evaluate how CAD patients reach their performance. A detailed task analysis could reveal the cognitive difficulties of CAD patients that lead to limitations in the ability to cope with everyday life situations.

### *Conclusion*

The concluding remarks (chapter 10) state the following:

The combined effect of traumatic brain injury and advancing age does not appear to lead to

accelerated cognitive aging, although mild to moderate traumatic brain injury sustained several decades before appears to have a persistent impact on attentional performance. The effects of traumatic brain injury and age are additive, making the subject several years older. In our study, this meant that subjects who were physically 40 years old could be classified as being 60 years old in a cognitive sense. Analysis of time-on-task performance in symptomatic CAD patients indicates that the effects of mild traumatic brain injury can only be demonstrated by using sensitive tests or by statistical procedures aiming at detecting performance decline over time. The discrepancy between neuropsychological test performance and subjective ratings of cognitive achievement suggests that intelligence and educational level may be important factors enhancing brain reserve capacity. The decreasing reserve capacity is increasingly allocated to resilience-related processes (maintenance of functioning and recovery from dysfunction) rather than growth. By means of selective optimization with compensation, old age nevertheless continues to hold the potential for selective growth.



## Samenvatting

Een goede aandachtsfunctie kan zonder overdrijving gezien worden als de belangrijkste basisvoorwaarde voor een optimale cognitieve prestatie. Als met het ouder worden de aandachtscapaciteit vermindert, kunnen we voorspellen dat andere cognitieve functies als gevolg daarvan ook achteruit zullen gaan.

Dit proefschrift gaat in op de vraag of mensen die eerder in hun leven een mild traumatisch hersenletsel (mild traumatic brain injury; TBI) hebben doorgemaakt een grotere kans lopen om bij het ouder worden slechter te gaan presteren op neurocognitieve taken. Deze vraag is van belang voor een beter begrip van de factoren die een rol spelen in versnelde c.q. pathologische vormen van cognitieve veroudering, waarvan de ziekte van Alzheimer het meest schrijnende voorbeeld is. Aangezien met name de aandachtsfuncties zowel bij veroudering als bij TBI veelvuldig lijken te zijn aangedaan, richt dit proefschrift zich in het bijzonder op dit cognitieve domein als mogelijke indicator voor een cognitieve achteruitgang. Verschillende studies suggereren bovendien dat achteruitgang in de aandachtsfuncties één van de eerste symptomen zou kunnen zijn van een pathologische vorm van cognitieve veroudering. Als theoretische basis van dit proefschrift is gekozen voor een model dat er vanuit gaat dat de reservecapaciteit van de hersenen vermindert door ziekteprocessen, zoals TBI, en door de effecten van veroudering.

De rationale van dit proefschrift en de onderwerpen die binnen het bovengeschetste kader aan de orde komen, worden besproken in hoofdstuk 1.

In hoofdstuk 2 worden de meeste gangbare modellen besproken die gebruikt worden ter verklaring van het feit dat veroudering gekenmerkt wordt door een vertraging op vele cognitieve domeinen. Aandachtsprocessen zijn verantwoordelijk voor de communicatie tussen de verschillende hersengebieden die betrokken zijn bij de cognitieve verwerking en zij bepalen de volgorde waarin cognitieve operaties worden uitgevoerd. De snelheid waarmee deze operaties worden uitgevoerd worden impliciet of expliciet gebruikt in de meeste verouderings- en aandachtsstudies. De hypothese die stelt dat er bij veroudering een algemene vertraging optreedt van alle cognitieve processen is één van de meest verbreide en geaccepteerde cognitieve verouderingsmodellen. Onderzoeken waarbij de gemiddelde cognitieve prestatie van ouderen wordt voorspeld op grond van de gemiddelde cognitieve prestatie van jongeren lijkt dit idee te ondersteunen. Verschillende auteurs hebben echter gepleit voor een vertragingmodel dat taakafhankelijk is.

Bij de verwerking van informatie lijkt er niet zozeer sprake te zijn van een vast aantal stappen dat volgens een vast patroon wordt doorlopen, maar lijkt er veeleer sprake te zijn van een dynamische interactie tussen informatie die in het werkgeheugen is opgeslagen of tussen de verschillende deelprocessen die nodig zijn voor de taakuitvoering. Algemene vertraging wordt gemedieerd door hogere-orde componenten, zoals het werkgeheugen en komt tot uitdrukking in verschillende prestaties op verschillende taken. Naast het feit dat vertraging bij hoog- of laag



complexe taken wordt beschreven door verschillende functies, bieden de verschillende verouderingstrajecten van de verschillende sterk gespecialiseerde hersengebieden die zijn betrokken bij de informatieverwerking ook geen steun aan het idee van één onderliggende vertragingfactor.

De laatste decennia van het leven van de meeste mensen worden gekenmerkt door een achteruitgang in de prestatie in verschillende cognitieve domeinen. Een afname in geheugencapaciteit, perceptuele functies en snelheid van informatieverwerking is veelvuldig gerapporteerd. Veroudering lijkt bovendien een nadelige invloed te hebben op het plannings- en beslissingsvermogen en op het vermogen om problemen op te lossen. Verschillende bronnen suggereren dat de aandachtscapaciteit van ouderen altijd minder is dan die van jongeren. De vraag of dat geldt voor alle aandachtsdomeinen vormt —naast andere onderwerpen met betrekking tot de complexe relatie tussen aandacht en veroudering— het onderwerp van hoofdstuk 3. De primaire aandacht in dit hoofdstuk is gericht op het aandachtsonderzoek dat is verricht binnen het veld van de cognitieve veroudering. Leeftijds-geassocieerde selectieve aandachtsstudies in het auditieve en visuele domein laten zien dat niet-geattendeerde stimuli voor een deel wel worden verwerkt. De hoeveelheid informatie die verwerkt kan worden is sterk afhankelijk van de mate waarin de stimuli waaraan aandacht moet worden gegeven (de zogenaamde “targets”) en de stimuli waar niet op moet worden gelet (de zogenaamde “distractoren”) kunnen worden onderscheiden. Ouderen zullen niet-relevante informatie sneller verwerken als het verschil tussen targets en distractoren kleiner is. Het vermogen om relevante informatie te selecteren uit de omgeving lijkt bij het ouder worden echter niet te zijn aangedaan, maar er lijkt wel een afname te zijn van de energetische bronnen die kunnen worden aangesproken bij de uitvoering van de cognitieve operatie. Veroudering lijkt van invloed te zijn op het encodeer-proces, maar niet op de efficiëntie waarmee de aandacht van het ene relevante object naar het andere wordt verschoven. Als twee taken sterk op elkaar lijken heeft dat bij ouderen een nadelige invloed op het vermogen om de aandacht te verdelen. Taakcomplexiteit en de ervaring met soortgelijke taakcondities lijken ook belangrijke voorspellers te zijn voor de leeftijds-geassocieerde prestatie op verdeelde aandachtstaken. Vigilantie-onderzoek toont aan dat de grootte van de leeftijdseffecten op dergelijke taken sterk bepaald wordt door de aard van de taak en de deelaspecten die worden onderzocht. Leeftijdsverschillen in perceptuele en cognitieve prestatie zijn het sterkst als er een groter beroep wordt gedaan op de verwerkingscapaciteit.

De incidentie en de gevolgen van mild TBI worden behandeld in hoofdstuk 4. Hoewel de groep ouderen een minderheid vormt binnen de totale populatie van mild TBI patiënten, doen zij een groot beroep op de gezondheidszorgvoorzieningen, zeker als gekeken wordt naar de duur van ziekenhuisopname en de steun die zij behoeven bij het herstelproces. Het feit dat iemand eerder in zijn leven hersenletsel heeft opgelopen, kan hem of haar gevoeliger maken voor een neuropathologische veroudering. De aannemelijkheid van de hypothese dat zelfs mild TBI van invloed zou kunnen zijn op het gebruikelijke proces van cognitieve veroudering wordt besproken in dit hoofdstuk, waarbij wordt verondersteld dat zowel TBI als veroudering een nadelige invloed kan uitoefenen op de reservecapaciteit van de hersenen. Vervolgens wordt een model gepresenteerd dat een verklaring geeft voor veranderingen van aandachtsfuncties na TBI en bij veroudering. Bij schijnbaar volledig herstelde patiënten met mild TBI, kunnen onder condities van metabole of cognitieve stress, of bij hogere leeftijd persisterende cognitieve stoornissen worden aangetoond. Langer dan gemiddelde herstelperioden worden vaak

gevonden bij patiënten die ouder zijn of die eerder een TBI hebben doorgemaakt.

Aangezien beschadigd zenuwweefsel zich niet herstelt, gaat men er over het algemeen van uit dat het effect van hersenletsel onomkeerbaar is en dus ook permanent invaliderend. Dit is echter gelukkig maar voor een deel waar. De vraag of een patiënt na TBI volledig herstelt, hangt af van de leeftijd waarop het letsel is opgelopen en de "hulpbronnen" die de patiënt kan aanwenden om te kunnen compenseren voor de cognitieve functies die zijn aangedaan. Factoren die daarbij eveneens de reservecapaciteit van de hersenen kunnen vergroten zijn —aldus het model— een hoger intelligentie- of opleidingsniveau, dat in die zin als belangrijke voorspeller geldt voor de uitkomst van het revalidatieproces. Patiënten die niet vrijelijk over dergelijke hulpbronnen kunnen beschikken dient een meer steunende omgeving te worden geboden die voor een deel compenseert voor de bij deze patiënten afgenomen cognitieve functies.

De hierna beschreven experimenten hebben betrekking op het onderzoek naar de leeftijdsgerelateerde selectieve-, verdeelde- en volgehouden aandachtsfuncties. De deelnemers aan deze experimenten die beschreven staan in de hoofdstukken 5, 6 en 7, werden allen ingedeeld in één van vier leeftijdsgroepen: jong, 25-35 jaar; jong-middelbare leeftijd, 40-50 jaar; oud-middelbare leeftijd, 55-65 jaar; oud, 70-80 jaar.

Het testduur-effect op de leeftijdsverschillen in interferentiegevoeligheid werd gemeten door de afname van een in de kliniek veelgebruikte selectieve aandachtstest, de Stroop Kleur-Woord Test. De prestatie van 429 gezonde vrijwilligers in de leeftijd van 25 tot 80 jaar op deze test staat beschreven in hoofdstuk 5. De resultaten lieten een duidelijk effect zien van testduur op de Stroop interferentie-score, waarbij de jonge groep relatief snel begon, maar een vertraging liet zien tegen het einde van de taak; bij de oude groep was sprake van het omgekeerde effect. De resultaten kunnen worden beschouwd als indicatief voor een deficiëntie in de respons-inhibitie die verloopt via een gecontroleerde verwerkingsstrategie. Een psychologische interpretatie van deze bevindingen in termen van een toegenomen voorzichtigheid bij ouderen lijkt minder aannemelijk. Een verkorte versie van de test lijkt voor klinische en grootschalige onderzoeksdoeleinden te verkiezen boven de gebruikelijke versie.

De studie die gericht is op het achterhalen van de determinanten van de leeftijdsgeassocieerde achteruitgang in verdeelde aandacht op een zelf-geïnitieerde seriële optel-taak, de SPASAT (self-paced serial addition task) staat beschreven in hoofdstuk 6. De SPASAT is afgenomen bij 196 gezonde vrijwilligers in de leeftijd van 25 tot 80 jaar, ingedeeld in de eerder genoemde vier leeftijdsgroepen. Overall leeftijdseffecten werden gevonden op de reactietijd (RT), het aantal fouten en het aantal herstarts. Enkelvoudige RT, rekenvaardigheid, primaire geheugen capaciteit, de concept-shifting capaciteit, de interferentiegevoeligheid en de mate van gehoorsverlies waren van invloed op de testprestatie. Taaksnelheid als een functie van time-on-task verbeterde in de eerste twee groepen, maar niet in de oudere groepen. Herhaalde afname van de taak leidde niet tot een foutenreductie bij de oudste deelnemers, maar het aantal herstarts nam bij zowel de jongste als de oudste groep af, zij het om verschillende redenen. Er werden geen aanwijzingen gevonden voor leeftijds-geassocieerde verschillen in speed-accuracy trade-off mechanismen. Opmerkelijk is dat ouderen in vergelijking tot jongeren beter in staat leken te zijn om hun eigen cognitieve gedrag te controleren, hetgeen in deze studie leidde tot een meer stabiele prestatie over de tijd heen.

Hoofdstuk 7 schetst de time-on-task effecten op de leeftijdsverschillen in een visuele zoektaak

en de mate waarin leeftijdseffecten kunnen worden toegeschreven aan leeftijds-gerelateerde verschillen in enkelvoudige RT, intelligentie, geslacht, en visus-scherpte. Een cross-sectionele studie onder 442 gezonde vrijwilligers in de leeftijd van 25 tot 80 jaar (4 groepen) toonde overal leeftijdseffecten op de RT en het aantal correcte en foute waarnemingen. Time-on-task effecten op de RT werden niet gevonden in de oudste groep. Het vermogen om targets te detecteren of om distractors te negeren werd wel beïnvloed door time-on-task effecten en kwam tot uiting aan het einde van de taak. Dit effect suggereert een interactie tussen inhibitorische processen en de beschikbaarheid van centrale “verwerkingsbronnen” in de oudste groep. Enkelvoudige RT, intelligentie en visus-scherpte hadden een significante invloed op de testprestatie. Statistische analyse liet zien dat leeftijdsgeassocieerde veranderingen in visus-scherpte invloed hebben op de prestatie in cognitieve veroudering studies die betrekking hebben op het visuele domein.

Hoofdstuk 8 betreft het onderzoek naar de hypothese dat mild tot matig TBI blijvende effecten heeft die bij neuropsychologisch onderzoek tot uiting komen op het moment dat de effecten van fysiologische veroudering manifest worden. De neuropsychologische prestatie van 25 vrijwilligers van middelbare leeftijd en 20 oude vrijwilligers, die gemiddeld enkele decennia geleden mild tot matig TBI hadden opgelopen, werd onderzocht. De deelnemers beschouwden zichzelf als normaal en gezond. De neuropsychologische testprestatie van de hersenbeschadigden was inferieur aan die van gematchde gezonde controle-personen op alle maten voor primair en secundair geheugen en op de meerderheid van taken die snelheid van taakprestatie meten. Er werd geen interactie gevonden tussen de effecten van hersenletsel en leeftijd. De prestatie van personen van middelbare leeftijd met TBI en die van oude controle-personen was vergelijkbaar. De resultaten suggereren dat mild tot matig hersenletsel dat eerder in het leven is opgelopen blijvende effecten kan hebben op specifieke cognitieve domeinen. Het meest opmerkelijke in deze studie is dat deze cognitieve defecten niet als beperkend werden ervaren in het dagelijks functioneren, suggererend dat coping-strategieën grote invloed kunnen uitoefenen op het herstelproces na TBI.

De studie die in hoofdstuk 9 staat beschreven betreft het onderzoek naar de leeftijds-effecten op de snelheid van informatieverwerking en aandachtscapaciteit bij symptomatische patiënten met een cervicaal acceleratie/deceleratie letsel (CAD). Negenentwintig jonge en 20 oude symptomatische patiënten met CAD-letsel werden vergeleken met 49 gezonde gematchde controle-personen. Patiënten met CAD-letsel werden voornamelijk gekenmerkt door een afname in de informatieverwerkings-capaciteit onder tijds-gelimiteerde condities. De verdeelde aandachtsprestatie op een zelf-geïnitieerde seriële optel-taak, de SPASAT, liet geen verschillen zien met controle-personen. Dit suggereert dat de beperkte verwerkingscapaciteit bij patiënten met CAD-letsel alleen dan tot een prestatievermindering lijkt te leiden als een tijdlimiet wordt opgelegd. Volgehouden aandachtsfuncties leken aanvankelijk niet te zijn aangedaan, maar bij de analyse van time-on-task effecten lieten patiënten met CAD-letsel een afname zien in hun vigilantie-niveau. Over het algemeen lijken de aandachtsfuncties bij oudere patiënten met CAD-letsel niet meer te zijn aangedaan dan bij jongere patiënten. Zelf-gerapporteerde postcommotionele symptomen en de geïnvesteerde effort lijken relatief onafhankelijk te zijn van de aandachtsstoornissen die optreden na CAD-letsel. Deze bevindingen maken duidelijk dat klinici zeer nauwgezet dienen na te gaan hoe CAD patiënten komen tot hun uiteindelijke prestatie. Een gedetailleerde taak-analyse kan de cognitieve dysfuncties van patiënten met CAD-

letsel aantonen die leiden tot beperkingen in de mogelijkheid om tegemoet te komen aan de eisen van alledaagse situaties.

### *Conclusie*

Het gecombineerde effect van TBI en veroudering lijkt niet te leiden tot een versnelde cognitieve veroudering, hoewel mild tot matig hersenletsel dat enkele decennia eerder is opgelopen wel blijvende effecten op de aandachtsfuncties lijkt te hebben. Leeftijd en traumatisch hersenletsel lijken eerder additieve effecten te hebben, waarbij de getroffen(e) in cognitief opzicht een aantal jaren ouder wordt. In onze studie betekende dat dat personen die fysiek een leeftijd hadden van 40 jaar, in cognitief opzicht konden worden geclassificeerd als zijnde 60 jaar. Analyse van de time-on-task prestatie van patiënten met CAD-letsel toont aan dat de effecten van mild TBI soms alleen tot uiting komen door het gebruik van gevoelige testen of door statistische procedures die de prestatie over de tijd heen kunnen analyseren. De discrepantie tussen de neuropsychologische testprestatie en subjectieve inschatting van de cognitieve prestatie suggereert dat intelligentie en opleidingsniveau belangrijke factoren kunnen zijn die de reservecapaciteit van de hersenen kunnen vergroten. De bij veroudering nog resterende en verder afnemende reservecapaciteit wordt in toenemende mate aangewend voor de handhaving van functies en voor het herstel na beschadiging in plaats van voor groei. Door de selectieve optimalisatie van mechanismen die voor de achteruitgang moeten compenseren is er bij veroudering toch nog potentieel plaats voor een selectieve groei.