



Het effect van het roken van sigaretten op het  
cognitief functioneren bij mensen tussen de 16 en  
35 jaar

Lisette Goorhuis

Masterthese – Klinische Neuropsychologie

S2909405  
Mei 2022  
Vakgroep Psychologie  
Rijksuniversiteit Groningen  
Thesebegeleiders: J. Koerts / R. Poelarends

Een masterthese is een proeve van bekwaamheid voor studenten. De goedkeuring van de masterthese is het bewijs dat de student over voldoende onderzoeks- en rapportagevaardigheden beschikt om af te studeren, maar biedt geen garantie voor de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek als zodanig, en de masterthese is dan ook niet zonder meer geschikt om als academische bron te worden gebruikt om naar te verwijzen. Indien u meer wilt weten over het in deze masterthese besproken onderzoek en eventueel daarop gebaseerde publicaties, waarnaar u zou kunnen verwijzen, kunt u contact opnemen met de genoemde begeleider.

## **Samenvatting**

Het roken van sigaretten vormt door de vele negatieve medische gevolgen een wereldwijd gezondheidsprobleem. Naast de medische consequenties, zijn er ook gevolgen voor het cognitief functioneren. Er zijn aanwijzingen voor een positief effect van roken op de korte termijn voor enkele cognitieve functies. Echter, op de lange termijn heeft roken veelal een negatief effect op cognitieve functies. Roken zorgt voor cognitieve achteruitgang en vormt een risicofactor voor de ziekte van Alzheimer. Cognitieve functies waarvan wordt gevonden dat ze negatief beïnvloed worden door het roken zijn het geheugen en het executief functioneren. Het doel van huidig onderzoek is om te onderzoeken of deze negatieve effecten als bestaan bij mensen tussen de 16 en 35 jaar, om op die manier mogelijk perspectief te bieden voor behandeling. Middels een cross-sectioneel onderzoek is bij 94 participanten tussen de 16-35 jaar, waarvan 24 rokers en 70 niet-rokers, een gecomputeriseerde testbatterij afgenomen, waarbij de prestaties op geheugen- en executieve functie taken zijn gemeten. Op geen enkele taak werd een significant verschil gevonden tussen de prestaties van de groepen rokers- en niet-rokers. De effect sizes van alle resultaten waren klein tot verwaarloosbaar. Op basis van de onderzoeksresultaten in de huidige studie kan geconcludeerd worden dat er geen aanwijzingen voor een negatief cognitief effect van het roken van sigaretten op het werkgeheugen en executief functioneren binnen de onderzochte leeftijdsrange.

## **Abstract**

Cigarette smoking is a worldwide health problem due to its many negative medical consequences. In addition to the medical consequences, there are consequences for cognitive functioning. There is evidence of a positive short-term effect of smoking on some cognitive functions. However, in the long term smoking often has a negative effect on cognitive functions. Smoking causes cognitive decline and is a risk factor for Alzheimer's disease. Cognitive functions found to be negatively affected by smoking are memory and executive functioning. The aim of current research is to investigate whether these negative effects exist in people between the ages of 16 and 35, in order to possibly offer perspective for treatment. In a cross-sectional study, a computerized test battery was administered to 94 participants aged 16-35, of whom 24 were smokers and 70 were non-smokers, in which performance on memory and executive function tasks was measured. No significant difference was found between the performance of the smokers and non-smokers on any task. The effect sizes of all results were small to negligible. Based on the research results in the current study, it can be concluded that there is no evidence for a negative cognitive effect of cigarette smoking on working memory and executive functioning within the studied age range.

## Inleiding

De huidige studie richt zich op de gevolgen van een wereldwijd gezondheidsprobleem, namelijk op de gevolgen van het roken van sigaretten. Het roken van sigaretten heeft verschillende negatieve gevolgen voor zowel de fysieke- als mentale gezondheid. Roken wordt geassocieerd met een verhoogd risico op cardiovasculaire- en cerebrovasculaire ziekten en is de primaire oorzaak van chronische luchtwegaandoeningen (Luehrs, R.E., 2021; Swan et al., 2007). Ook is roken een voorspellende factor voor het ontwikkelen van kanker (Murray et al., 2009). Kankerpatiënten die blijven roken, lopen een groter risico om de ziekte opnieuw te krijgen en daarnaast wordt het risico op allerlei andere dodelijke ziekten groter (Li et al., 2014). Ondanks de genoemde negatieve medische gevolgen, heeft in 2020 alsnog 34% van de Nederlanders van achttien jaar of ouder wel eens gerookt (CBS, 2021). Omgerekend zijn dit bijna zes miljoen Nederlanders. Daarnaast is 20% van de volwassen Nederlanders vaste roker, wat betekent dat zij regelmatig sigaretten roken.

Naast de genoemde medische gevolgen, heeft het roken van sigaretten ook gevolgen voor het cognitief functioneren. Deze gevolgen, op zowel korte- als op lange termijn, lijken nog minder bekend te zijn. Het doel van de huidige studie is om de lange termijn effecten van roken op het cognitief functioneren te onderzoeken voor personen tussen de 16 en 35 jaar. Er bestaan nog relatief weinig studies die de effecten van roken op relatief jongere leeftijd onderzoeken. Mogelijk biedt het perspectief wanneer onderzocht wordt of er wel- of geen negatieve lange termijn aspecten bestaan op relatief jonge leeftijd en kan behandeling gericht op het stoppen met roken hierop in spelen.

Cognitie is een multidimensionaal aspect dat bestaat uit verschillende componenten zoals onder andere het leervermogen, aandacht- en geheugen (Russell, 1980; Thayer, 1989; Watson & Tellegen, 1985). Het zou kunnen dat het roken van sigaretten op het ene aspect invloed heeft, maar op een andere niet (Gilbert et al., 1997; Knott et al., 1998). Zo zou het een positieve invloed hebben op onder andere vigilantie taken, visuele informatieverwerking, selectieve aandacht en op het functionele- en het werkgeheugen (Koelega, 1993; Perkins et al., 1994; Provost & Woodward, 1991; Swan et al., 2007). Het positieve effect ontstaat door de werking van nicotine, de stof die in een sigaret zit, in het brein. Nicotine zorgt voor een verandering in de vrijlating van neurotransmitters (Dani & Bertrand., 2007; Nieoullon.A., 2002). Omdat nicotine niet gevoelig is voor acetylcholinesterase, kan het niet worden afgebroken. Het blijft het daardoor actief in onder andere de prefrontale cortex en in de hippocampus, de gebieden die mede betrokken zijn bij het geheugen en het executief functioneren (Leiser et al., 2009; Wallace & Bertrand, 2013). Een verklaring voor verbetering

van het cognitief functioneren na het roken van sigaretten die op deze theorie aansluit is de ‘zelfmedicatie hypothese’ (Wang et al., 2019). De werking van nicotine zou bij mensen met schizofrenie zorgen voor verbetering van het cognitief functioneren, door verhoging van de neurotransmissie van dopamine en glutamaat in de prefrontale cortex. Andere studies geven aan dat het positieve korte termijn effect van nicotine op het cognitief functioneren gemedieerd wordt door een positief effect van nicotine op de stemming (Eysenck, 1982; Teasdale & Barnard, 1995). Stemming zou namelijk cognitieve processen, met name aandacht en informatieverwerking, positief beïnvloeden en stemming zou kunnen verbeteren door de werking van nicotine (Eysenck & Calvo, 1992; Hartlage et al., 1993). Echter, er is nog maar nauwelijks ondersteuning vanuit laboratorische studies voor deze positieve korte termijn effecten (Heishman et al., 1994). Daarnaast blijkt ook de ‘zelfmedicatiehypothese’ weerlegd te worden (Wei et al., 2010). Bij schizofrenie patiënten die rookten werd juist een lagere testscore gevonden op testen die het executief functioneren en het werkgeheugen maten. Samenvattend is er nog inconsistentie over de positieve- dan wel negatieve korte termijn effecten van nicotine op het cognitief functioneren.

Meer recente studies leggen de nadruk op de lange termijn gevolgen van roken op het cognitief functioneren. De lange termijn effecten geven de gevolgen aan van de vele eerdere gerookte sigaretten, waar de acute effecten enkel een gevolg van een kort daarvoor gerookte sigaret aangeven. Verschillende studies geven aan dat roken op lange termijn een negatieve invloed heeft op het cognitief functioneren. De medische gevolgen van roken, zoals chronische longziekten, hersenbloedingen en coronaire hartfalen, verhogen het risico op uiteindelijke cognitieve beperkingen (Amini et al., 2020; Swan et al., 2007). Roken verhoogt het risico op cardiovasculaire aandoeningen en vormt een risicofactor voor de ziekte van Alzheimer en vasculaire dementie (Antsey et al., 2007; Armstrong & Morrow, 2019; Peters et al., 2008). Er is tevens een studie die een relatie laat zien tussen het aantal sigaretten dat iemand rookt en de mate van cognitieve achteruitgang, waarbij een grotere hoeveelheid sigaretten gedurende iemands leven zorgt voor grotere cognitieve achteruitgang (Deary et al., 2009; Hill, 1989). Bij het roken van meer dan twintig sigaretten per dag wordt achteruitgang in het geheugen en executief functioneren gezien (Richards et al., 2003). Rokers zouden een slechtere cognitieve prestatie leveren dan mensen die in het verleden hebben gerookt (Deary et al., 2009). Of stoppen met roken de negatieve consequenties op het cognitief functioneren herstelt is nog onduidelijk. Wel vonden Deary et al. (2009) dat er tien jaar na het stoppen met roken geen significante verschillen meer te zien waren tussen niet-rokers en ex-rokers op taken die executief functioneren maten.

Specifiek kan het roken van sigaretten zorgen voor moeilijkheden bij het ophalen van informatie uit het geheugen en bij het executief functioneren (Amini et al., 2020). Executieve functies zijn nodig voor zelfsturend gedrag dat voorkomt uit eigen intenties en motivatie (Kessels et al., 2012). Ze zijn bijvoorbeeld nodig bij het oplossen van nieuwe, complexe taken en conflicten, voor foutdetectie en voor het maken van een planning. Functies die hieronder vallen zijn bijvoorbeeld mentale flexibiliteit en inhibitie. Ook Chamberlain et al. (2012) onderzochten op welke specifieke cognitieve domeinen roken een invloed zou hebben. Zij vonden dat rokers significant slechter presteerden op taken die de volgehouden aandacht en het spatieel werkgeheugen meten. Daarnaast zouden rokers geen adequaat risico-gedrag vertonen op een taak waarbij zij adequate beslissingen moeten nemen met een beloning- of straf als gevolg. In tegenstelling tot Amini et al. (2020) vonden zij geen verschil tussen de prestatie van rokers- en niet-rokers op een executieve functie taak die inhibitie mat.

Samenvattend is het duidelijk dat roken op de lange termijn een verhoogd risico geeft op het krijgen van cardiovasculaire aandoeningen en cognitieve achteruitgang. Wisselend geven studies aan slechtere prestaties bij rokers dan bij niet-rokers te zien op taken die aandacht-, geheugen en executief functioneren meten. Omdat bovenstaande studies nog niet geheel consistente resultaten weergeven over de cognitieve domeinen die worden beïnvloed door het roken, zal de huidige studie dit verder onderzoeken. Dit is relevant omdat een beperkt cognitief functioneren ervoor zorgt dat men eerder terugvalt tijdens een poging tot stoppen met roken (Valentine & Sofuoglu, 2018). Daarnaast zou abrupt stoppen met roken een negatief effect hebben op het werkgeheugen, wat voor versterking van het rookgedrag zorgt (Mendrek et al., 2006). Verder is er nog maar weinig bekend over de negatieve effecten van roken op het cognitief functioneren op relatief jonge leeftijd. Inzicht hierin is klinisch relevant om mee te nemen in programma's gericht op het stoppen met roken.

In de huidige studie wordt onderzocht of er significante verschillen bestaan tussen de cognitieve prestaties op taken die het geheugen- en het executief functioneren meten tussen rokers- en niet-rokers. Voor het beantwoorden van deze onderzoeksvraag worden een aantal groepen vergeleken, namelijk rokers-, niet-rokers en een groep participanten die in het verleden gerookt hebben.

De eerste hypothese stelt dat rokers een significant slechtere prestatie leveren op taken die het geheugen meten dan niet-rokers. Omdat de huidige studie zich richt op de lange termijn effecten van roken op het cognitief functioneren, is de hypothese in lijn met eerdere studies die effecten op lange termijn meten. Zowel Amini et al. (2020) als Chamberlain et al. (2012) vonden in hun studie een significant slechtere prestatie op geheugentaken bij rokers

ten opzichte van niet rokers. Indien rokers op één of meer taken die geheugen meten een significant slechtere prestatie laten zien dan niet-rokers, wordt de hypothese aangenomen.

De tweede verwachting is dat rokers een significant slechtere prestatie leveren op taken die het executief functioneren meten dan niet-rokers. Onder het executief functioneren vallen taken die inhibitie-, flexibiliteit-, werkgeheugen en adequaat risicogedrag meten (Kessels et al., 2012). Studies geven wisselende resultaten over de lange termijn effecten van roken op onderdelen van het executief functioneren. Amini et al. (2020) noemen een algemeen slechtere prestatie op het executief functioneren, waar Chamberlain et al. (2012) enkel een slechtere prestatie van rokers vonden op taken die werkgeheugen en adequaat risicogedrag maten. In de huidige studie wordt de hypothese aangenomen wanneer rokers op één of meerdere taken die het executief functioneren meten een significant slechtere prestatie leveren dan niet-rokers.

De laatste hypothese in de huidige studie stelt dat ex-rokers een significant betere cognitieve prestatie leveren dan rokers op zowel taken die geheugen- als op taken die executieve functies meten. Huidig roken zou resulteren in een slechtere cognitieve prestatie ten opzichte van roken in het verleden (Deary et al., 2009). Daarnaast verschilden ex-rokers tien jaar nadat zij gestopt waren met roken op gebied van cognitief presteren niet van een controlegroep niet-rokers. De hypothese kan aangenomen worden wanneer rokers op één of meer geheugentaken- of op één of meer executieve functie taken significant slechter scoren dan mensen die in het verleden gerookt hebben.

## Methode

### Participanten

Aan de huidige studie namen 107 participanten deel, waarvan 71 vrouwen en 36 mannen variërend tussen de leeftijd van 17 en 34 jaar ( $M= 23.7$ ,  $SD= 3.1$ ). De data die wordt gebruikt in dit onderzoek komt vanuit een groter onderzoek. Daarbij was een leeftijd van onder de zestien en boven de vijfendertig een exclusiecriteria. Daarnaast vormden in de huidige studie kleurenblind zijn of hersenletsel hebben exclusiecriteria, omdat deze mensen de tests mogelijk niet betrouwbaar of valide konden maken. Vanwege deze exclusiecriteria zijn er twee participanten verwijderd. Ook is de groep ex-rokers verwijderd, omdat deze groep met maar 8 participanten te klein was om een data analyse op uit te voeren. Tenslotte zijn de vier participanten waarvan het juiste educatieniveau niet achterhaald kon worden verwijderd. De steekproef die overbleef en die voor data-analyse is gebruikt bestond uit vierennegentig participanten, waarvan 62 vrouwen en 32 mannen variërend tussen de leeftijd van 17 en 34 jaar ( $M= 23.6$ ,  $SD= 3.1$ ). In de groep rokers waren dit zeven mannen tussen de 18 en 26 jaar ( $M= 23.0$ ,  $SD= 3.0$ ) en 17 vrouwen tussen de 21 en 25 jaar ( $M= 23.8$ ,  $SD= 1.1$ ) en in de groep niet-rokers waren dit 25 mannen tussen de 17 en 34 jaar ( $M= 23.8$ ,  $SD= 4.1$ ) en 45 vrouwen tussen de 19 en 32 jaar ( $M= 23.4$ ,  $SD= 3.0$ ).

De participanten zijn geworven door vier onderzoekers. Onderzoekers wierven de participanten middels een gelegenheidssteekproef, waarbij ze hun persoonlijke netwerk gebruikten. Alle participanten deden vrijwillig mee aan het onderzoek en kregen hier geen beloning voor. Elke participant kreeg informatie over het onderzoek en gaf toestemming voor het gebruik van hun gegevens middels een geïnformeerde toestemming. Deze is terug te vinden in appendix A.

### Materialen

Huidig onderzoek is uitgevoerd in het kader van een groter onderzoek gericht op de ontwikkeling van de Metrisquare Cognitive Testbattery for Concussion (MCTC), die de neurocognitieve gevolgen van sport-gerelateerd hersenletsel beoogt te meten middels een aantal neuropsychologische testen. Deze batterij is ontwikkeld door Metrisquare in samenwerking met het Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour van de Radboud Universiteit, het NOC\*NSF, PSV Eindhoven en het Martini Ziekenhuis. Dit onderzoek is goedgekeurd door de ethische commissie van het Martini Ziekenhuis. De volledige testbatterij bestaat uit een iPad met daarop negen testen, die verschillende cognitieve functies meten zoals aandacht, reactiesnelheid, (werk)geheugen en executief functioneren (Metrisports,



2021). Voor huidig onderzoek zijn alleen de testen gebruikt die noodzakelijk zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

### ***Testen***

Om het effect van roken op het cognitief functioneren te meten, zijn enkele taken uit de MCTC gebruikt (Metrisquare, 2021). Deze zijn ingedeeld in ‘geheugentaken’ en ‘executieve functie taken’ en worden hieronder toegelicht.

### ***Geheugen***

Hiervoor is de Location Learning Task en de bijbehorende Recall gebruikt.

#### ***Location Learning (LL) + Recall (LLR)***

Voor het meten van het visueel spatueel geheugen is de Location Learning task gebruikt (Kessels et al., 2006). Hierbij moest dat participant tien figuren vanuit een raster proberen te onthouden. Na de figuren in het raster vijftien seconden gezien te hebben, moest de participant de figuren in een leeg raster terugplaatsen. Deze opdracht kreeg de participant vijf keer, waarbij de uitkomstmaat de som van alle goed geplaatste figuren betrof. Na ongeveer twintig minuten kreeg de participant een recall van deze taak (LLR), waarbij deze taak nog eens uitgevoerd moest worden zonder eerst een voorbeeld te zien te krijgen. Op deze manier werd het visuele lange termijn geheugen gemeten. De uitkomstmaten waren het aantal correct geplaatste figuren van de vijf condities in totaal en het aantal correct geplaatste figuren in de recall.

### ***Executief functioneren***

Hiervoor zijn de Digit Span Forward, Spatial Addition, Trailmaking Test B, Stroop Color Word Test 3&4, Inhibition Tapping en de Gambling Task gebruikt.

#### ***Digit Span Forward (DSF)***

In de Digit Span Forward taak moesten participanten een in lengte toenemende reeks cijfers onthouden en reproduceren door deze in te typen op de tablet. Deze taak valt in het werkgeheugen model van Baddeley (2000) onder de ‘phonological loop’ en beoogt daarmee werkgeheugen te meten (Botdorf & Riggins, 2018). Echter, in het huidig onderzoek wordt deze taak visueel aangeboden, wat maakt dat deze taak het visuele korte termijn geheugen mat. De uitkomstmaat voor deze taak was het aantal correcte reeksen die de participant goed had.

#### ***Spatial Addition (SA)***

Voor deze taak kreeg de participant twee keer achter elkaar een raster te zien met daarin blauwe stippen, waarvan de plek onthouden moest worden. Daarna moest de participant de stippen uit zijn hoofd terugplaatsen op de plekken waar hij deze eerder had

gezien. Op de plekken waar in beide rasters een stip stond, plaatste de participant een witte stip en waar maar één keer een stip had gestaan plaatste de participant een blauwe stip. Voor deze taak betrof de uitkomstmaat het opgetelde aantal correct geplaatste witte- en blauwe stippen. Deze taak deed een beroep op het ruimtelijk geheugen, waarbij het werkgeheugen sterk belast werd (Metrisquare, 2021).

### ***Trailmaking Test B (TMTB)***

De originele Trailmaking test bestaat uit vijf condities, waarbij enkel degene waarbij tussen cijfers- en letters geswitcht moet worden mentale flexibiliteit beoogt te meten (Delis et al., 2001). In de huidige studie is enkel de conditie die mentale flexibiliteit meet gebruikt, alleen moet de participant hier tussen kleuren switchen in plaats van tussen cijfer- en letters. Hij moest hierbij cijfers in oplopende volgorde aantikken, waarbij hij afwisselend voor blauw en oranje moest kiezen. Bij deze test zijn twee uitkomstmaten gehanteerd, namelijk de tijd waarin de participant de taak afrondde en het aantal correct aangetikte nummers op basis van kleur- en volgorde.

### ***Stroop Color Word Test conditie 3 en 4 (SCWT 3 en SCWT 4)***

Deze taak bestond oorspronkelijk uit vier condities, waarbij conditie 1 en 2 enkel fundamentele deelvaardigheden maten die nodig zijn voor het executief functioneren (Delis et al., 2001). Conditie 3 en 4 maten onderdelen van deze executieve functies, namelijk het inhibitievermogen en de mentale flexibiliteit. Bij deze testen kreeg de participant een woord te zien, waarbij het woord in een andere kleur inkt was geschreven dan het woord dat er stond. Er stond bijvoorbeeld 'blauw' in rode inkt geschreven. In de SCWT 3 moest de participant zo snel mogelijk de antwoordoptie die overeenkwam met de inktkleur aantikken. In de SCWT 4 was de opdracht hetzelfde, maar moest de participant schakelen wanneer het gegeven woord omringd was door een vierkant: dan moest hij juist zo snel mogelijk de antwoordoptie die overeenkwam met het geschreven woord aantikken. Ook voor deze beide taken waren er twee uitkomstmaten, namelijk het tijdsinterval tussen de responsen en het aantal correct gegeven antwoorden.

### ***Inhibition Tapping (IT)***

Deze taak mat het inhibitievermogen van de participant (Metrisquare, 2021). De participant moest zijn vinger op een stip houden en de in beeld verschijnende stimuli zo snel mogelijk aantikken, waarbij de afleiders genegeerd moesten worden. Voor deze taak is het aantal totaal incorrect aangetikte stimuli, min het aantal gemiste stimuli gebruikt als uitkomstmaat.

### ***Gambling Task (GT)***

Voor deze taak moest de participant een strategie vinden om zoveel mogelijk geld te verdienen, door op de knoppen A, B, C of D te tikken. De knoppen A en B waren risicovolle opties waarin de cliënt een groot bedrag kon winnen, maar ook een groot bedrag kon verliezen. De knoppen C en D waren minder risicovolle opties, waarin de cliënt een klein bedrag kon winnen en geen bedrag kon verliezen. Deze taak mat de mate waarin iemand in staat is om passende, levensbeslissingen te maken op basis van het krijgen van een beloning- of straf voor hun gedrag (Bechara et al., 1994). Als uitkomstmaat is het aantal keer dat is geklikt op een laag-risico knop, namelijk C of D, genomen.

### ***Vragenlijst***

Naast de neuropsychologische testen is er gebruik gemaakt van een papieren vragenlijst, te vinden in appendix B. Hierin is gevraagd naar de demografische kenmerken leeftijd, geslacht en opleidingsniveau. Voor de leeftijd vulden participanten hun geboortedatum handmatig in, waarna de leeftijd op moment van het onderzoek werd bepaald. Voor geslacht konden zij kiezen tussen man- of vrouw. Wat educatieniveau betreft moesten zij invullen of zij als hoogst afgeronde opleiding de basisschool, middelbare school, middelbaar beroepsonderwijs (MBO), hoger beroepsonderwijs (HBO), bachelor universitair onderwijs, master universitair onderwijs of doctoraat in bezit hadden. Voor een aantal participanten gaf deze indeling een vertekend beeld van hun opleidingsniveau. Zij vulden bijvoorbeeld middelbare school in, terwijl zij al wel bezig waren met hun universitaire bachelor. Om deze reden is na de dataverzameling het educatieniveau ingedeeld in drie klassen, gebaseerd op de Standaard Onderwijs Indelingen (SOI) in Nederland (2018/'19). Hierbij geldt dat nul het laagste opleidingsniveau weergeeft, waarin iedereen valt die 'laag' een laag educatieniveau heeft. Het cijfer één geeft een 'middelbaar' educatieniveau aan en twee staat voor een hoog educatieniveau. Onder een laag niveau valt het niet volgen van onderwijs of het afronden van onder andere basisonderwijs, vmbo- of mbo1 onderwijs. Het afronden van mbo 2, 3 of 4 en het afronden van een havo- of vwo opleiding valt onder een middelbaar educatieniveau. Daarnaast valt het behalen van een hbo- of wo propedeuse ook in deze categorie. De groep 'hoog' educatieniveau bevat enkel participanten die minimaal een hbo associate degree of hbo- of wo bachelor hebben afgerond.

Verder zijn in de vragenlijst ook de exclusiecriteria uitgevraagd, namelijk de aan- of afwezigheid van kleurenblindheid en van hersenletsel. Tenslotte is gevraagd of- en in welke mate de participant rookt, zodat de onderzoeksvraag van huidige studie beantwoord kan worden. Participanten moesten aangeven of ze rookten, niet rookten of gestopt zijn met roken.

Voor het aangeven van de frequentie konden zij kiezen uit: elke dag, elke week, elke maand of nooit. Dit werd aan alle participanten gevraagd, waarbij de niet-rokers het antwoord 'nooit' konden kiezen.

### **Procedure**

Huidig onderzoek is vormgegeven middels een cross sectioneel design. Er is data van verschillende individuen verzameld, zonder dat er een manipulatie is toegevoegd aan (een deel van) de dataverzameling. Elke onderzoeker nam de neuropsychologische testen middels de iPad persoonlijk af bij een individuele participant. De afname vond plaats op een in overleg gekozen tijdstip en plek, veelal in de avond en bij de onderzoeker of bij de participant thuis. Van belang was dat de afname plaatsvond in een ruisvrije ruimte, zodat zo weinig mogelijk variabelen de prestatie van de participant zouden beïnvloeden. Voor elke participant werd een persoonlijk account klaargezet in de iPad. De participant kreeg voorafgaand aan de afname op papier de geïnformeerde toestemming en vragenlijst om in te vullen. In de geïnformeerde toestemming kreeg de participant informatie over onder andere de duur van het onderzoek, de risico's, privacy en vrijwilligheid van deelname. Ook ondertekende de participant het formulier, waardoor toestemming is verkregen voor gebruik van zijn/haar gegevens. De participant kreeg daarna een scherm op de iPad te zien waarop hij - of de onderzoeker - één-voor-één de testen op de juiste volgorde aanklikte. Voorafgaand aan elke test las de participant zelf de weergegeven instructie, waarna de test begon. Eenmaal een test afgerond, kon direct de volgende aangeklikt worden totdat alle testen voltooid waren. Gedurende de hele afname bleef de onderzoeker aanwezig. Dit om eventueel vragen te beantwoorden en om te checken of de participant de test serieus voltooide. Daarnaast kwam het bij vier participanten voor dat het programma vast liep bij één testonderdeel, waardoor de testafname van de enkele betreffende test opnieuw gestart moest worden. In totaal is er een uur tijd gereserveerd per afname. De data van de afname werd automatisch opgeslagen, waarna Metrisquare een totaal databestand verzamelde. Na afloop van elke afname werd de participant bedankt en werd er afgesloten. Er zijn geen kosten gemaakt tijdens de dataverzameling van huidig onderzoek.

### **Statistische analyse**

De statistische analyse heeft plaatsgevonden middels het programma Jasp 0.13.1.0. Voor het analyseren en interpreteren van de data is er eerst gekeken naar de compleetheid van de data. Om de data zo compleet mogelijk te houden, zijn er zo min mogelijk outliers verwijderd. Outliers zijn gedefinieerd aan de hand van het bekijken van boxplots. Outliers die volgens de Inter Quartiel Range ver buiten de boxplot lagen, zijn handmatig gecheckt en

verwijderd. Dit waren twee scores van op de TMTB die onrealistisch waren doordat deze scores hoger waren dan in werkelijkheid mogelijk was, mogelijk door een technische fout. Daarnaast was dit een score op de SCWT 3 en waren dit twee scores op de SCWT 4.

Voorafgaand aan de vergelijking van het cognitief functioneren tussen rokers en niet-rokers, is beoordeeld of deze twee groepen verschilden op leeftijd-, geslacht- en educatieniveau. Omdat voor het vergelijken van de leeftijd tussen rokers- en niet-rokers zowel de normaliteits- als de homogeniteitsassumptie is geschonden, is er voor deze vergelijking de non-parametrische Mann Whitney U test gebruikt. Voor het vergelijken van educatieniveau tussen de twee groepen is tevens een Mann Whitney U test gebruikt en voor het vergelijken van verschillen tussen geslacht is een Chi kwadraat test gebruikt.

ANOVA is gebruikt om voor elke cognitieve taak het verschil in cognitieve prestatie te bepalen tussen rokers en niet-rokers. Voorafgaand aan de ANOVA zijn voor elke vergelijking de normaliteits- en homogeniteitsassumpties gecheckt middels respectievelijk een Shapiro-Wilk toets en de Levene's test. De Shapiro-Wilk toets liet zien dat maar voor enkele uitkomstmaten aan de normaliteitsassumpties wordt voldaan. De Levene's test liet zien dat de homogeniteitsassumptie wel voor elke uitkomstmaat aangenomen kon worden. Omdat ANOVA robuust is voor normaliteits schendingen, is er wel gebruikt gemaakt van een ANOVA voor het vergelijken van cognitieve prestaties tussen rokers- en niet-rokers op elke uitkomstmaat (Agresti et al., 2018). Voor het berekenen van de effect size is gebruik gemaakt van eta squared. De interpretatie van effect sizes was als volgt: .01 is een 'small effect', .06 is een 'medium effect' en .14 is een 'large effect' (Fritz & Morris, 2011).

## Resultaten

In tabel 1 volgt de beschrijvende analyse. Hierin zijn de steekproefgroottes weergegeven die gebruikt zijn in huidig onderzoek, onderscheiden in het aantal niet- of wel rokende mannen en vrouwen.

**Tabel 1**

*Beschrijvende analyse van de steekproef*

	N	Geslacht		Leeftijd		Educatieniveau	
		Man	Vrouw	M	SD	M	SD
Niet rokers	70	25	45	23.6	3.4	1.5	0.6
Rokers	24	7	17	23.6	1.8	1.4	0.7

In tabel 1 is te zien dat het grootste deel uit de steekproef, namelijk 74%, niet rookt. Een kleiner deel rookt wel (26%). In huidig onderzoek wordt gekeken naar mogelijke verschillen tussen rokers en niet-rokers op prestaties op gebied van het geheugen en executief functioneren, waarbij onder het executief functioneren de mentale flexibiliteit, inhibitievermogen, adequaat risicogedrag en het werkgeheugen vallen. Om na te gaan of er in de huidige steekproef significante verschillen tussen de groepen bestaan met betrekking tot leeftijd, geslacht en educatieniveau worden eerst de groepsverschillen voor deze variabelen groepen getoetst.

**Tabel 2**

*Weergave van de getoetste groepsverschillen in leeftijd, geslacht en educatieniveau*

	Statistic	<i>p</i>
Leeftijd	$W = 727$	0.325
Geslacht	$\chi^2 = 0.341$	0.559
Educatie niveau	$W = 917$	0.449

Er is geen significant verschil te zien tussen rokers en niet-rokers als er wordt gekeken naar groepsverschillen in leeftijd, geslacht of educatieniveau.

## Testen

Hieronder volgen de resultaten van het vergelijken van de groepen rokers- en niet-rokers op testen die het geheugen en het executief functioneren maten.

**Tabel 3***ANOVA analyse van de taken die prestaties van het geheugen meten*

	Rokers	Niet-rokers	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	M (SD)	M (SD)			
LL	31.083 (8.272)	33.000 (10.409)	.700	0.416	.007
LLR	8.042 (2.476)	8.214 (2.358)	.093	0.761	.001

In de tabel is te zien dat er geen significante verschillen worden gevonden tussen de prestaties van rokers en niet-rokers op taken die het geheugen meten.

**Tabel 4***ANOVA analyse van de taken die prestaties van het executief functioneren meten*

	Rokers	Niet-rokers	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	M (SD)	M (SD)			
DSF	5.708 (2.349)	5.614 (2.080)	.034	0.854	<.001
SA	59.958 (8.854)	61.786 (7.059)	1.048	0.309	.011
TMTB Tijd	2.723 (0.663)	2.686 (0.641)	<.001	0.809	<.001
TMTB Correct	8.348 (1.191)	8.116 (1.399)	0.508	0.478	.006
IT	1.375 (1.439)	0.971 (1.215)	1.790	0.184	.019
GT	53.750 (19.545)	61.986 (19.512)	3.181	0.078	.033
SCWT 3 Tijd	0.835 (0.143)	0.836 (0.133)	<.001	0.986	<.001
SCWT 3 Correct	70.958 (1.706)	71.319 (1.169)	1.317	0.254	.014
SCWT 4 Tijd	1.133 (0.202)	1.093 (0.190)	0.772	0.382	.009
SCWT 4 Correct	70.625 (1.345)	70.603 (1.416)	<.001	0.947	<.001

In de tabel is te zien dat er geen significante verschillen worden gevonden tussen de prestaties van rokers en niet-rokers op taken die het executief functioneren meten.

## Discussie

In de huidige studie is onderzocht of er een negatief effect bestaat van roken op de cognitieve prestaties op taken die het geheugen en het executief functioneren meten. Er worden in de huidige studie geen betekenisvolle verschillen gevonden tussen de prestaties van rokers- en niet-rokers op taken die dit meten. Ook worden er enkel zwakke of verwaarloosbare effecten gevonden. Dit houdt in dat de huidige studie geen aanwijzingen geeft voor een negatief effect van roken op het geheugen en executief functioneren bij mensen tussen de 16-35 jaar.

Er werd vooraf verwacht dat rokers een slechtere cognitieve prestatie zouden leveren dan niet-rokers op taken die het geheugen meten. Deze hypothese moet gebaseerd op de onderzoeksresultaten verworpen worden. Er wordt namelijk geen verschil gevonden tussen deze prestaties van rokers- en niet-rokers, dus ook geen negatief verschil. Tevens geeft de grootst gevonden effect size geeft een 'small effect' aan, wat aansluit bij het niet vinden van een significant verschil tussen de cognitieve prestaties op gebied van geheugen tussen rokers- en niet-rokers. Ook de verwachting dat rokers een significant slechtere prestatie zouden leveren op taken die het executief functioneren ten opzichte van niet-rokers, moet verworpen worden. Er is geen significant verschil te zien op taken die mentale flexibiliteit, inhibitie, adequaat risicogedrag en werkgeheugen meten. Tevens is ook hier een 'small effect' te zien, wat aansluit bij het niet vinden van een betekenisvol verschil.

De laatste hypothese die in de huidige studie onderzocht zou worden, gaat over een verwachte slechtere prestatie van rokers op cognitieve taken die het geheugen- en executief functioneren meten ten opzichte van participanten die in het verleden gerookt hebben. Omdat in de huidige studie de groep participanten die in het verleden gerookt hebben maar uit acht participanten bestond en hiermee te klein was om een analyse over te maken, kunnen deze hypothesen niet beantwoord worden. Een mogelijke verklaring waardoor de groep participanten die in het verleden gerookt hebben in deze studie zo klein is gebleven, is dat het aantal mensen in deze doelgroep toeneemt met de leeftijd (CBS, 2021). In de leeftijd van achttien tot dertig jaar is maar 12% ex-roker, waar dit bij 65+'ers 50% is. In de huidige studie namen enkel participanten tussen de 16-35 jaar deel en zal dus het aantal ex-rokers in deze groep klein zijn waardoor er ook in de steekproef minder ex-rokers voorkwamen.

De resultaten die gevonden zijn in de huidige studie spreken resultaten uit verschillende eerdere studies tegen. Eerdere studies vonden wel een negatief effect van roken op de cognitieve vaardigheden (Amini et al., 2020; Wei et al., 2020). In tegenstelling tot de huidige studie hadden de participanten in deze studies al meerdere 'pakjaren' achter de rug,



waarin zij al gedurende langere tijd in hun leven hebben gerookt. Zo was het gemiddelde aantal jaren dat een participant rookte in de studie van Amini et al. (2020) 52.38 jaar. In de huidige studie namen participanten tussen de 16-35 jaar deel, wat betekent dat zij nooit dat aantal jaren in hun leven al gerookt kunnen hebben. De participanten in de huidige studie hebben daarmee minder 'pakjaren' volbracht dan participanten in andere studies. Deary et al. (2012) vonden dat de mate waarin gerookt werd van invloed was op de mate van het effect op de cognitieve prestaties, waarbij het verschil in resultaat tussen deze- en de huidige studie verklaard kan worden doordat de participanten in de huidige studie nog maar relatief weinig gerookt hebben vanwege hun jonge leeftijd. Verder onderzochten Wei et al. (2020) enkel mannen tussen de 20-75 jaar. Daarbij zal de steekproef deels overlappen met de steekproef van de huidige studie; namelijk de mannen tussen de 20-35 jaar. Echter, zullen in hun onderzoek ook oudere mannen, met daarbij mogelijk meer pakjaren meegenomen zijn. Daarnaast hadden de rokers en niet-rokers die zij vergeleken allemaal een diagnose schizofrenie, wat maakt dat men zich af kan vragen of de cognitieve verschillen tussen rokers- en niet-rokers in hun studie toe te schrijven zijn aan het roken of mogelijk aan factoren die verband houden met de psychiatrische diagnose. Ook geven eerdere studies aan dat roken een voorspeller is van cognitieve achteruitgang in de toekomst (Antsey et al., 2007; Armstrong & Morrow, 2019; Peters et al., 2008; Swan et al., 2007). Voor de huidige studie geldt dat er participanten hebben deelgenomen die het grootste deel van hun toekomst nog tegemoet gaan, waardoor er nog geen effect van roken in de toekomst kan worden waargenomen.

De huidige studie toont dus aan dat er voor je vijfendertigste nog geen cognitieve effecten in het geheugen en executief functioneren te zien zijn van het roken van sigaretten. Een andere studie deed tevens onderzoek bij participanten in ongeveer dezelfde leeftijdsrange als het huidige onderzoek, namelijk onder 18-29 jarigen, maar vonden andere resultaten (Chamberlain et al., 2012). Zij vonden in tegenstelling tot de huidige studie dat roken een negatief effect had op taken die volgehouden aandacht, spatueel werkgeheugen en adequaat risicogedrag maten. Dit verschil in resultaat zou mogelijk verklaard kunnen worden door het aantal 'pakjaren' en daarmee de mate waarin participanten in hun leven gerookt hebben. Mogelijk ligt dit hoger in de studie van Chamberlain et al. (2012) dan in de huidige studie en zouden er daardoor mogelijk wel significante verschillen gevonden zijn tussen de groepen rokers- en niet-rokers. Een hoger aantal pakjaren zou immers zorgen voor grotere cognitieve achteruitgang (Deary et al., 2012; Hill, 1989).

Een andere verklaring voor het vinden van verschillende resultaten in de huidige studie en andere studies is mogelijk het gebruik van andere neuropsychologische taken voor

het meten van de cognitieve domeinen. Zo werd in de studie van Chamberlain et al. (2012) voor het meten van het cognitief functioneren de CANTAB batterij gebruikt. Deze bevatte de ‘Rapid Visual Information Processing task’ (RVIP), de ‘Spatial Working Memory task’ (SWM), de ‘Stop-Signal Task’ (SST), de ‘One-Touch Stockings of Cambridge task’ (OTS) en de ‘Cambridge Gamble Task’ (CGT). Ten eerste zijn deze testen anders vorm gegeven dan de testen in de testbatterij in de huidige studie en moet de participant een andere opdracht uitvoeren om tot een resultaat te komen. Verschillen zitten daarbij in de hoeveelheid en de vorm van de aangeboden stimuli. Zo moet de participant bij de SST bijvoorbeeld op basis van auditieve informatie zijn impuls proberen te onderdrukken, waar dit in de huidige studie op visuele informatie gebaseerd is (Stop signal task (SST), 2022). Dit verschil kan maken dat een taak die hetzelfde cognitieve domein beoogt te meten, toch een ander aspect van dat domein meet. Immers, verschillende metingen een cognitief domein vloeien nooit samen tot het meten van één factor, maar een meting representeert altijd meerdere cognitieve domeinen (Gaastra et al., 2021; Lenehan et al., 2016). Hetzelfde geldt voor de studie van Amini et al. (2020). Zij gebruikten voor het meten van het geheugen de ‘Delayed Word Recall Test (DWRT), waar in de huidige studie de Location Learning werd gebruikt. Naast het eerder genoemde verschil in pakjaren, zou ook het verschil in neuropsychologische taken en hetgeen deze beogen te meten kunnen zorgen voor een verschil in resultaat van de studie.

Toekomstig onderzoek zou zich kunnen richten op het aanbrengen van nuances bij het vergelijken van rokers ten opzichte van niet-rokers. Omdat experimenteel onderzoek waarbij de experimentgroep verplicht een bepaalde tijd zou moeten roken ethisch niet verantwoord is, is een correlatieve onderzoek design het meest passend. In de werving van participanten zou dan een leeftijd van tussen de 16-35 jaar een inclusiecriteria moeten zijn, waarvan het aantal pakjaren genoteerd moet worden. Op die manier kan mogelijk verklaard worden of het vinden van een negatief effect van roken op cognitieve prestaties van het geheugen en executief functioneren verband houdt met de mater waarin gerookt wordt, zoals Deary et al. (2009) beschreven. Daarnaast is het van belang een gestandaardiseerde, betrouwbare en valide testbatterij te gebruiken, zodat alle participanten waarbij er een negatief effect plaats vindt ook gevonden worden in de resultaten en er geen informatie gemist wordt.

### **Limitaties**

De huidige studie is een aanvulling op de kennis die er al bestaat over het effect van roken op cognitie. Echter, er bestaan ook enkele limitaties waarmee rekening gehouden moet worden. Zo was de grootte van de gehanteerde steekproeven van zowel de rokers- als de niet-rokers mogelijk te klein. Agresti et al. (2018) beschrijven dat een steekproef representatief

voor een populatie van miljoenen mensen, moet bestaan uit rond de duizend subjecten. Afhankelijk van de errormargin kan de steekprofgrootte in verschillende mate representatief zijn voor de populatie. De huidige totale steekproef van ruim negentig participanten is hoogstwaarschijnlijk te klein om iets te kunnen zeggen over de gehele populatie rokers en niet-rokers in Nederland van tussen de 16-35 jaar oud. Echter, in andere studies die wel een effect vinden worden tevens kleine steekproeven gebruikt. Zo vond een studie met maar 15 rokers en 22 niet-rokers een negatief effect van roken op het werkgeheugen (Mendrek et al., 2006). Echter, of de bevindingen dan te generaliseren zijn is discutabel.

Een ander punt is dat er in de huidige studie vertrouwd wordt op de zelfrapportage van de participanten. Zij worden geacht eerlijk aan te geven of zij roken- of hebben gerookt. Dit is een discutabel punt door het taboe dat tegenwoordig steeds meer rust op roken. Een aantal andere studies maakten tevens gebruik van zelfrapportage (Amini et al., 2020; Antsey et al., 2007; Chamberlain et al., 2012; Wei et al., 2020). Echter, Mendrek et al., (2006) gebruikten een objectieve manier om te meten in welke mate iemand rookte, namelijk middels een carbon monoxide test, waarbij de uitkomstmaat bepaalde of iemand recent gerookt had. Een dergelijke test zou een oplossing zijn om in de toekomst objectief te bepalen welke participanten tot de groep 'rokers' behoren.

Tenslotte bestaat er een aan de techniek gerelateerde limitatie. Bij een klein aantal participanten, twee rokers en twee niet-rokers, liep de tablet vast tijdens- of na het maken van de taak. Hierdoor werd de taak opnieuw opgestart en moest de participant deze opnieuw maken. Wanneer een neuropsychologische test een tweede keer gemaakt wordt, is er kans op een leereffect waardoor een participant beter scoort (Rijnen et al. 2018). Mogelijk heeft bij de participanten die een test om technische redenen opnieuw hebben moeten maken ook een dergelijk leereffect gespeeld.

Concluderend wordt er in huidig onderzoek geen verschil gevonden tussen de cognitieve prestaties op het werkgeheugen en executief functioneren tussen rokers- en niet-rokers binnen de leeftijdsrange van 16-35 jaar. Dit houdt in dat er geen negatief- of positief effect is gevonden van het roken van sigaretten op relatief jonge leeftijd voor deze gebieden van je cognitie.

### Literatuurlijst

- Amini, R., Sahli, M., & Ganai, S. (2020). Cigarette smoking and cognitive function among older adults living in the community. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 28(4), 616–631. <https://doi.org/10.1080/13825585.2020.1806199>
- Antsey KJ, Lipnicki DM, Low LF. Smoking as a risk factor for dementia and cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *Am J Epidemiol*. 2007;166:367–78
- Armstrong, C.L. & Morrow, L. (2019). Handbook of medical neuropsychology: applications of cognitive neuroscience. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14895-9>
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1–3), 7–15. [https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Centers for Disease Control and Prevention (2021). Data and Statistics. Geraadpleegd op 13 november 2021 op [https://www.cdc.gov/tobacco/data\\_statistics/index.htm](https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/index.htm)
- Centraal bureau voor de statistiek (2020). Bevolkingsgroei. Geraadpleegd op 13 november 2021 op <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard/bevolking/bevolkingsgroei/groei#:~:text=De%20Nederlandse%20bevolking%20groei%20in,worden%20dan%20er%20mensen%20overlijden>
- Centraal bureau voor de statistiek (2021). Hoeveel volwassenen roken? Geraadpleegd op 13 november 2021 <https://longreads.cbs.nl/nederland-in-cijfers-2021/hoeveel-volwassenen-roken/>
- Centraal Bureau voor de statistiek, Den Haag/Heerlen (2019). Standaard Onderwijsindeling 2016. Editie 2018/'19 (29-33).  
file:///C:/Users/Lisette%20Goorhuis/Downloads/PubSoi2016\_ed1819%20(1).pdf
- Chamberlain, S. R., Odlaug, B. L., Schreiber, L. R. N., & Grant, J. E. (2012). Association

- between tobacco smoking and cognitive functioning in young adults. *The American Journal on Addictions*, 21(Suppl 1), S14–S19. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/j.1521-0391.2012.00290.x>
- Dani, J.A. and D. Bertrand, Nicotinic Acetylcholine Receptors and Nicotinic Cholinergic Mechanisms of the Central Nervous System. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 2007. 47(1): p. 699-729  
doi:10.1146/annurev.pharmtox.47.120505.105214
- Eysenck, M. W. (1982). Attention and arousal: Cognition and performance. Berlin: Springer.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6, 409–434
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/a0024338>
- Gilbert, D. G., Estes, S. L., & Wesler, R. (1997). Does noise stress modulate effects of smoking/nicotine? *Psychopharmacology*, 129, 382–389
- Deary, I. J., Corley, J., Gow, A. J., Harris, S. E., Houlihan, L. M., Marioni, R. E., Penke, L., Rafnsson, S. B. & Starr, J. M. (2009). Age-associated cognitive decline. *British Medical Bulletin* 2009; 92, 135-152. DOI:10.1093/bmb/ldp033
- DeLuca, J. (2005). Fatigue, cognition, and mental effort. In J. DeLuca (Ed.), *Fatigue as a window to the brain* (pp. 37-57). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hartlage, S., Alloy, L. B., Vazquez, C., & Dykman, B. (1993). Automatic and effortful processing in depression. *Psychological Bulletin*, 113, 247–278
- Heishman, S. J., Taylor, R. C., & Henningfield, J. E. (1994). Nicotine and smoking: A review

of effects on human performance. *Experimental Clinical Psychopharmacology*, 2, 345–395

Hill, R. D. (1989). Residual effects of cigarette-smoking on cognitive performance in normal aging. *Psychology and Aging*, 4(2), 251–254. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.4.2.251>

Kessels, R., Eling, P., Ponds, R., Spikman, J. & van Zandvoort, M. (2012). *Klinische Neuropsychologie*. Uitgeverij Boom, Amsterdam.

Knott, V. J., Harr, A., & Lusk-Mikkelsen, S. (1998). Functional utility of nicotine: Arousal, mood and performance. In J. Snel & M. Lorist (Eds.), *Nicotine, caffeine and social drinking: Behaviour and brain function* (pp. 115–130). Amsterdam: Harwood.

Koelega, H. S. (1993). Stimulant drugs and vigilance performance: A review. *Psychopharmacology*, 111, 1–16

Leiser, S. C., Bowlby, M. R., Comery, T. A., & Dunlop, J. (2009). A cog in cognition: How the alpha 7 nicotinic acetylcholine receptor is geared towards improving cognitive deficits. *Pharmacology & Therapeutics*, 122(3), 302–311. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2009.03.009>

Li, W. H. C., Chan, S. S. C., & Lam, T. H. (2014). Helping cancer patients to quit smoking by understanding their risk perception, behavior, and attitudes related to smoking. *Psycho-Oncology*, 23(8), 870–877. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1002/pon.3486>

Nieoullon, A. (2002). Dopamine and the regulation of cognition and attention. *Progress in Neurobiology*, 67(1), 53–83. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(02\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(02)00011-4)

Mendrek, A., Monterosso, J., Simon, S. L., Jarvik, M., Brody, A., Olmstead, R., Domier, C. P., Cohen, M. S., Ernst, M., & London, E. D. (2006). Working memory in cigarette smokers: Comparison to non-smokers and effects of abstinence. *Addictive Behaviors*, 31(5), 833–844. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2005.06.009>

Metrisquare Cognitive Testbattery for Concussion (2020, juli 27), Metrisquare.

<https://www.metrisquare.nl/mctc/>

Murray, R. P., Connett, J. E., & Zapawa, L. M. (2009). Does nicotine replacement therapy cause cancer? Evidence from the Lung Health Study. *Nicotine & Tobacco Research, 11*(9), 1076–1082. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1093/ntr/ntp104>

Perkins, K. A., Grobe, J. E., Fonte, C., Goettler, J., Caggiula, A. R., Reynolds, W. A., Stiller, R. L., Scierka, A., & Jacob, R. G. (1994). Chronic and acute tolerance to subjective, behavioral and cardiovascular effects of nicotine in humans. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 270*, 628–638

Provost, S. C., & Woodward, R. (1991). Effects of nicotine gum on repeated administration of the stroop test. *Psychopharmacology, 104*, 536–540

Peters, R., Poulter, R., Warner, J., Beckett, N., Burch, L., & Bulpitt, C. (2008). Smoking, dementia and cognitive decline in the elderly, a systematic review. *BMC Geriatrics, 8*(1), 36. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-8-36>

Richards, M., Jarvis, M. J., Thompson, N., & Wadsworth, M. E. J. (2003). Cigarette smoking and cognitive decline in midlife: Evidence From a prospective birth cohort study. *American Journal of Public Health, 93*(6), 994–998. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.6.994>

Russell, J. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology, 37*, 345–356.

Sport en Neuropsychologie (2021, December 12), MetriSports. <https://www.metrisports.nl/>

Swan, G. E., & Lessov-Schlaggar, C. N. (2007). The effects of tobacco smoke and nicotine on cognition and the brain. *Neuropsychology Review, 17*(3), 259–273. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9035-9>

- Thayer, R. E. (1989). *The biopsychology of mood and arousal*. New York: Oxford University Press
- Teasdale, J. D., & Barnard, P. J. (1995). *Affect, cognition and change: Re-modelling depressive thought*. Hove: Lawrence Erlbaum
- Valentine, G., & Sofuoglu, M. (2018). Cognitive effects of nicotine: Recent progress. *Current Neuropharmacology*, *16*(4), 403–414.  
<https://doi.org/10.2174/1570159X15666171103152136>
- Wallace, T. L., & Bertrand, D. (2013). Importance of the nicotinic acetylcholine receptor system in the prefrontal cortex. *Biochemical Pharmacology*, *85*(12), 1713–1720.  
<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2013.04.001>
- Waters, A. J., & Sutton, S. R. (2000). Direct and indirect effects of nicotine/smoking on cognition in humans. *Addictive Behaviors*, *25*(1), 29–43.  
[https://doi.org/10.1016/S0306-4603\(99\)00023-4](https://doi.org/10.1016/S0306-4603(99)00023-4)
- Wang, Y.-Y., Wang, S., Zheng, W., Zhong, B.-L., Ng, C. H., Ungvari, G. S., Wang, C.-X., Xiang, Y.-T., & Li, X.-H. (2019). Cognitive functions in smoking and non-smoking patients with schizophrenia: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Psychiatry Research*, *272*, 155–163.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.12.064>
- Watson, D., & Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, *98*, 219–235
- Wei, S., Wang, D., Wei, G., Wang, J., Zhou, H., Xu, H., Xia, L., Tian, Y., Dai, Q., Zhu, R., Wang, W., Chen, D., Xiu, M., Wang, L., & Zhang, X. Y. (2020). Association of cigarette smoking with cognitive impairment in male patients with chronic schizophrenia. *Psychopharmacology*, *237*(11), 3409–3416.  
<https://doi.org/10.1007/s00213-020-05621-w>



## Appendix A

# Informatie voor deelname aan wetenschappelijk onderzoek

## Validatiestudie betreffende testbatterij voor objectiveren van cognitieve klachten na sport gerelateerd licht traumatisch hersenletsel

### Inleiding

Geachte heer/mevrouw,

Wij vragen u om mee te doen aan een wetenschappelijk onderzoek. Meedoen is vrijwillig. Om mee te doen is wel uw schriftelijke toestemming nodig. In deze brief brengen wij u op de hoogte van de inhoud van het onderzoek. Aan dit onderzoek zullen naar verwachting zo'n 200 proefpersonen meedoen. Voordat u beslist of u wilt meedoen aan dit onderzoek, krijgt u uitleg over wat het onderzoek inhoudt. Lees deze informatie rustig door en vraag de onderzoeker uitleg als u vragen heeft.

### 1. Doel van het onderzoek

In Nederland lopen jaarlijks veel mensen een hersenschudding op. Bij een aanzienlijk deel van deze mensen is de oorzaak sport gerelateerd. Een aantal heeft daarna zogenoemde cognitieve klachten als geheugenproblemen of aandacht en concentratieproblemen. Om deze cognitieve gevolgen van sport gerelateerd licht traumatisch hersenletsel (SGH) te objectiveren is een aantal tests ontwikkeld die deze functies meet. Om de prestaties van mensen met een hersenschudding te vergelijken met mensen zonder hersenschudding, willen we in dit onderzoek de prestaties van mensen zonder hersenschudding verzamelen. Dit wordt een validatieonderzoek genoemd.

### 2. Wat houdt het onderzoek in?

U krijgt de testbatterij eenmalig aangeboden via een tablet-PC. De onderzoeker zal op afstand mee kijken via een videoverbinding of live aanwezig zijn. Middels deze testbatterij zullen verschillende cognitieve functies in kaart worden gebracht. Daarnaast zullen er enkele vragenlijsten worden afgenomen. De tijdsinvestering bedraagt maximaal 75 minuten.

### 3. Wat wordt er van u verwacht?

Om het onderzoek goed te laten verlopen, vragen we van u het volgende:

- U voert de testen zo goed als u kunt uit
- U vult de vragenlijsten naar waarheid in

### 4. Mogelijke voor- en nadelen

Wij verwachten niet dat u nadelige effecten of ongemakken zult ervaren door het meedoen aan dit onderzoek. U heeft zelf geen voordeel van deelname aan dit onderzoek. Door het meedoen aan het onderzoek kunt u helpen bij het ontwikkelen van een valide testinstrument bij SGH en draagt u uiteindelijk bij aan meer kennis over de gevolgen van een SGH.

### 5. Als u niet wilt meedoen of wilt stoppen met het onderzoek

U beslist zelf of u meedoet aan het onderzoek. Deelname is vrijwillig. Als u besluit niet mee te doen, hoeft u verder niets te doen. U hoeft niets te tekenen. U hoeft ook niet te zeggen waarom u niet wilt meedoen.

Als u wel meedoet, kunt u zich altijd bedenken en toch stoppen, ook tijdens het onderzoek. U hoeft niet te zeggen waarom u stopt. Wel moet u dit direct melden aan de onderzoeker. U kunt vragen om uw gegevens te laten verwijderen.

## 6. Einde van het onderzoek

Uw deelname aan het onderzoek stopt als:

- u uw bijdrage aan het onderzoek zoals hiervoor beschreven geleverd heeft
- u zelf kiest om te stoppen

## Gebruik en bewaren van uw gegevens

Voor dit onderzoek wordt een aantal noodzakelijke persoonsgegevens verzameld, gebruikt en bewaard. Het gaat om uw naam, adres, leeftijd en enkele gegevens over uw gezondheid. We waarborgen uiteraard uw privacy. Het verzamelen, gebruiken en bewaren van uw gegevens is nodig om de vragen die in dit onderzoek worden gesteld te kunnen beantwoorden en de resultaten te kunnen publiceren. Wij vragen voor het gebruik van uw gegevens uw toestemming.

### Vertrouwelijkheid van uw gegevens

Om uw privacy te beschermen krijgen uw gegevens een code. Uw naam en andere gegevens die u direct kunnen identificeren worden daarbij weggelaten. Alleen met de sleutel van de code zijn gegevens tot u te herleiden. De sleutel van de code is alleen toegankelijk voor de onderzoekers. Ook in rapporten en publicaties over het onderzoek zijn de gegevens niet tot u te herleiden.

### Toegang tot uw gegevens voor controle

De onderzoekers, en de student die de test bij u afneemt, kunnen toegang krijgen tot al uw gegevens die gerelateerd zijn aan het onderzoek. Dit is nodig om te kunnen controleren of het onderzoek goed en betrouwbaar is uitgevoerd. Zij houden uw gegevens geheim. Wij vragen u voor deze inzage toestemming te geven.

### Bewaartermijn gegevens

Volgens de wet moeten we de gegevens 15 jaar zorgvuldig bewaren.

### Bewaren en gebruiken van gegevens

Uw gegevens kunnen na afloop van dit onderzoek ook nog van belang zijn voor ander wetenschappelijk onderzoek op het gebied van SGH. U kunt op het toestemmingsformulier aangeven of u hier wel of niet mee instemt. Indien u hier niet mee instemt, kunt u gewoon deelnemen aan het huidige onderzoek.

### Intrekken toestemming

U kunt uw toestemming voor gebruik van uw persoonsgegevens altijd weer intrekken. Dit geldt voor dit onderzoek en ook voor het bewaren en het gebruik voor het toekomstige onderzoek. De onderzoeksgegevens die zijn verzameld tot het moment dat u uw toestemming intrekt worden nog wel gebruikt in het onderzoek.

## 7. Vergoeding voor meedoen

Deelname is vrijwillig en hiervoor krijgt u geen vergoeding.

## 8. Heeft u vragen of klachten?

Bij vragen kunt u contact opnemen met dhr. R. Poelarends, GZ-psycholoog in opleiding tot Klinisch Neuropsycholoog.

## 9. Ondertekening toestemmingsformulier

Wanneer u voldoende bedenktijd heeft gehad, wordt u gevraagd te beslissen over deelname aan dit onderzoek. Indien u toestemming geeft, zullen wij u vragen deze op de bijbehorende toestemmingsverklaring schriftelijk te bevestigen. Door uw schriftelijke toestemming geeft u aan dat u de informatie heeft begrepen en instemt met

deelname aan het onderzoek. Zowel uzelf als de onderzoeker ontvangen een getekende versie van deze toestemmingsverklaring.

Dank voor uw aandacht.

### **Bijlagen bij deze informatie**

- A. Contactgegevens
- B. Toestemmingsformulier

## **Bijlage A: contactgegevens**

### **(Lokale) Hoofdonderzoeker**

Naam: mw. L. (R.C.D.) Davids

Functie: Klinisch Neuropsycholoog

### **Uitvoerend onderzoeker**

Naam: dhr. R. (H.G.J.W.) Poelarends

Functie: GZ-psycholoog in opleiding tot Klinisch Neuropsycholoog

Contactgegevens: r.poelarends@mzh.nl

### **Klachten**

Als u klachten heeft over dit onderzoek, dan kunt u dat melden aan de uitvoerend onderzoeker.

### **Meer informatie over uw rechten bij verwerking van gegevens**

Voor algemene informatie over uw rechten bij verwerking van uw persoonsgegevens kunt u de website van de Autoriteit Persoonsgegevens raadplegen.

## **Bijlage B: toestemmingsformulier proefpersoon**

### **Validatiestudie betreffende testbatterij voor objectiveren van cognitieve klachten na sport gerelateerd licht traumatisch hersenletsel**

- Ik heb de informatiebrief gelezen. Ook kon ik vragen stellen. Mijn vragen zijn voldoende beantwoord. Ik had genoeg tijd om te beslissen of ik meedoe.
- Ik weet dat meedoen vrijwillig is. Ook weet ik dat ik op ieder moment kan beslissen om toch niet mee te doen of te stoppen met het onderzoek. Daarvoor hoef ik geen reden te geven.
- Ik weet dat voor de controle van het onderzoek sommige mensen toegang tot al mijn gegevens kunnen krijgen. Die mensen staan vermeld in deze informatiebrief. Ik geef toestemming voor inzage door deze personen.
- Ik geef de onderzoekers toestemming om gegevens te verzamelen en te gebruiken. De onderzoekers doen dit alleen om de onderzoeksvraag van dit onderzoek te beantwoorden.

Ik geef  **wel**

**geen**

toestemming om mijn persoonsgegevens te bewaren en te gebruiken voor toekomstig onderzoek op het gebied van mijn aandoening en/of de onderzochte behandelwijze.

Ik geef  **wel**

**geen**

toestemming om mij na dit onderzoek opnieuw te benaderen voor een vervolgonderzoek.

Ik wil meedoen aan dit onderzoek.

Naam proefpersoon:

Handtekening:

Datum : \_\_ / \_\_ / \_\_

-----  
Ik verklaar dat ik deze proefpersoon volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Naam onderzoeker (of diens vertegenwoordiger):

Handtekening:

Datum: \_\_ / \_\_ / \_\_

-----  
\* Doorhalen wat niet van toepassing is.

*De proefpersoon krijgt een volledige informatiebrief mee, samen met een kopie van het getekende toestemmingsformulier.*

## Appendix B

### Vragenlijst MCTC

1. Wat is uw geboortedatum? (1 antwoordoptie per vak mogelijk)
  - a. (selecteer dag 1 tm 31)
  - b. (selecteer maand 1 tm 12)
  - c. (selecteer jaar 1980 tot 2020)
2. Wat is uw sekse (1 antwoordoptie mogelijk)
  - a. Man
  - b. Vrouw
  - c. Anders
3. Wat is uw hoogst behaalde opleidingsniveau? (1 antwoordoptie mogelijk)
  - a. Basisschool
  - b. Middelbare school
  - c. Middelbaar beroepsonderwijs (MBO)
  - d. Hoger beroepsonderwijs (HBO)
  - e. Bachelor universitair onderwijs
  - f. Master universitair onderwijs
  - g. Doctoraat
4. Wat is uw voorkeurshand? (1 antwoordoptie mogelijk)
  - a. Links
  - b. Rechts
  - c. Tweehandig (Ambidextrie)
5. Bent u kleurenblind verklaard door een arts? (1 antwoordoptie mogelijk)
  - a. Ja
  - b. Nee
6. Is er in uw leven hersenletsel of een hersenschudding bij u vastgesteld door een arts? (1 antwoordoptie mogelijk)
  - a. Ja
  - b. Nee
7. Heeft u op professioneel niveau een sport beoefend (of doet u dat nog steeds)? (1 antwoordoptie mogelijk)<sup>1</sup>
  - a. Ja, ik ben een topsporter (geweest)
  - b. Nee
8. Speelt u videogames?
  - a. Ja
  - b. Nee
  - c. Soms
9. Zo ja, wat voor genre videogame speelt u meestal?
  - a. Actie
  - b. Strategie
  - c. Simulatie

---

<sup>1</sup> Vraag 7 t/m 11 zijn vragen die deel uitmaken van het grotere onderzoek. In de huidige studie zijn deze vragen niet van toepassing.

- d. Rollenspel
10. Welk type sport heeft u het afgelopen jaar met regelmatig beoefend?
- a. Krachtsport (bv. fitness, bodybuilding, gewichtheffen)
  - b. Duursport (bv. hardlopen, zwemmen, voetballen, wielrennen, tennis)
  - c. Krachtsport + duursport
  - d. Anders
11. Hoe vaak sport je gemiddeld per week?
- a. 1 of 2 keer
  - b. 3 tot 5 keer
  - c. 6 keer of vaker
  - d. 0 keer
12. Rookt u wel eens sigaretten (met nicotine)?
- a. Ja
  - b. Nee
  - c. Niet meer
13. Hoe vaak rookt u?
- a. Elke dag
  - b. Eens in de week
  - c. Eens in de maand
  - d. Nooit