



Universiteit Leiden

*Relatie slaapduur en executief functioneren  
gemodereerd door temperament bij 9 t/m 11  
jarigen?*

Naam: Judith Berber Koers  
Studentnummer: S1315161  
Universiteit van Leiden  
Differentiatie: Orthopedagogiek  
1<sup>e</sup> begeleider: M.C.M. Vermeulen MSc  
2<sup>e</sup> begeleider: dr. K.B. van der Heijden  
Datum: 26 juli 2013

## **Voorwoord**

Voor u ligt mijn Masterscriptie, de afsluiting van mijn studie Clinical Child and Adolescent Studies aan de Universiteit van Leiden. Met veel plezier heb ik mij ingezet voor mijn studie en ik zie er dan ook erg naar uit om al mijn kennis en vaardigheden die ik de afgelopen jaren heb opgedaan, in de praktijk te brengen. Het volbrengen van mijn studie was mij niet gelukt zonder de steun van mijn ouders. Ook wil ik mijn vriend en vriendinnen bedanken voor hun aanmoedigende woorden, wanneer mijn motivatie even ver te zoeken was. Ten slotte wil ik dit korte voorwoord eindigen met het bedanken van mijn begeleiders mevr. M.C.M. Vermeulen MSc en dr. K.B. van de Heijden. Ik wens u veel plezier bij het lezen van mijn Masterscriptie.

## Abstract

Children differ in their school performances, which are influenced by their executive functions (EF). The cause of these differences can probably be explained by individual differences in sleep duration and temperament. The moderating effect of temperament on the association between sleep duration and EF and mutual relations have been studied. The sample consisted of 499 'normal' children (228 boys, 271 girls) between 9 to 12 years ( $M = 10.5$ ;  $SD = 0.85$ ). Sleep duration is measured by a sleep log, temperament factors Extraversion, Negative Affectivity and Effortful Control by the EATQ-R. EF is divided in working memory (Visual digit span task) and inhibition (PVT Go/No-Go). ANCOVA has showed only an association between shorter sleep duration and less working memory for introvert children and the other way around ( $F(2, 410) = 5.15, p = .006$ ), but not for neutral extraverted children or high extraverted children. Also other temperament factors did not show moderation effects. Furthermore, shorter sleep was significantly related with less inhibition ( $r = .12$ ), but with better working memory ( $r = -.52$ ). Extraverted children differ from introverted children on working memory ( $F(2, 433) = 3.24, p = .040$ ) and little Effortful Control differs from the average level of Effortful Control ( $F(2, 436) = 3.55, p = .030$ ). There were no other significant results in this study. This study has shown that school performances are not only influenced by cognitive capacities, but also by sleep and child's temperament traits.

*Keywords:* Executive functions; sleep duration; temperament.

## Introductie

Een groot deel van de normale populatie kinderen heeft slaapproblemen, ongeveer 25 tot 40% (Mindell & Meltzer, 2008). Uit een onderzoek van Het Nederlandse instituut voor Onderzoek van de Eerstelijnsgezondheidszorg is gebleken dat bij navraag ongeveer 6% van de kinderen in de laatste twee weken last heeft gehad van slapeloosheid (Knuistingh-Neven & Eekhof, 2008). Korte slaapduur heeft invloed op de schoolprestaties van kinderen (Astill, Van der Heijden, Van IJzendoorn & Van Someren, 2012). Steenari en collega's (2003) zeggen dat bij kinderen met leerproblemen allereerst uitgesloten moet worden of er slaapproblemen zijn voordat andere oorzaken worden bekeken. Het is nog onbekend of de consequenties van een korte slaapduur hetzelfde zijn voor alle kinderen of dat sommigen hiervoor kwetsbaarder zijn. Mogelijk heeft dit te maken met het temperament van het kind, dat bij ieder kind anders is (Astill et al., 2012; Rothbart, 1981). Dit onderzoek richt zich op het mogelijk modererende effect van temperament op de relatie tussen slaapduur en executieve functies bij kinderen van

9 tot en met 11 jaar.

Slapen is erg belangrijk voor een kind: kinderen groeien tijdens hun slaap, herstellen van activiteiten die zij overdag hebben gedaan en komen weer op krachten voor de volgende dag (Driessen, 1999). De psychologische functie van slaap is dat de informatie die overdag is opgedaan, verwerkt en opgeslagen wordt tijdens het slapen. Als kinderen niet genoeg slapen, worden ze overdag gespannen en prikkelbaar (Driessen, 1999). Banks en Dinges (2007) beschrijven onderzoek over het effect van chronisch slaapttekort op (neuro)psychologisch functioneren van volwassenen. Hieruit blijkt dat beperkt slapen veel neuropsychologische problemen kan veroorzaken, zoals verminderde aandacht, traag werkgeheugen, verminderd contact tussen hersendelen, depressieve stemming en dwangmatige herhaling van het denken. Het verminderde contact tussen de hersendelen leidt tot informatieverwerkingsproblemen. Er is dan sprake van een minder snelle en goede informatieoverdracht. Deze tekorten in neuropsychologisch functioneren stapelen zich op bij gedeeltelijk slaapttekort tot niveaus van disfunctioneren die gelijk zijn bevonden aan niveaus van neuropsychologisch disfunctioneren bij één tot drie nachten helemaal geen slaap (Banks & Dinges, 2007). Een ander effect in de studie van Banks en Dinges (2007) is dat minder dan zeven uur per nacht slapen, leidt tot een niveau van cognitieve disfunctie overdag vergelijkbaar met een niveau na ernstige acute totale slaapdeprivatie. In een meta-analyse van Lim en Dinges (2010) wordt geconcludeerd dat slaapdeprivatie een effect heeft op taken die een beroep doen op de executieve functies: complexe aandacht en het werkgeheugen bij volwassenen. Executieve functies zijn functies waardoor iemand zich kan aanpassen binnen veranderende situaties waarbij creativiteit, flexibiliteit, discipline en zelfcontrole nodig zijn (Diamond & Lee, 2011). Executieve functies doen een beroep op de zelfregulatie. Inhibitiecontrole, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit behoren tot deze executieve functies (Miyake et al., 2000). Executieve functies worden vanuit de prefrontaal kwab in de hersenen aangestuurd (Swaab, 2012).

Verschillende onderzoekers hebben gevonden dat de prefrontaal kwab gevoelig is voor een verkorte slaapduur (o.a. Jones & Harisson, 2001; Muzur, Pace-Scott & Hobson, 2002). Op het moment dat de prefrontaal kwab in rusttoestand verkeerd heeft deze verkorte slaapduur de meeste invloed (Cajochen, Knoblauch, Krauchi, Renz, & Wirz-Justice, 2001). Na een verkorte slaapduur is er, tijdens de uitvoer van taken die een beroep doen op de prefrontaal kwab, een abnormale activiteit waargenomen (Chee & Choo, 2008). Uit de meta-analyse van Astill en collega's (2012) blijkt dat ook bij kinderen slaapduur een relatie heeft met het domein executieve functies. Sadeh, Gruber en Raviv (2002) hebben gevonden dat gefragmenteerd slapen (vaak tussendoor wakker) bij kinderen leidt tot verminderd executief

functioneren overdag. Uit deze voorgaande studies komt naar voren dat de prefrontaal kwab, waarin de executieve functies liggen, anders reageert als er sprake is van een kortere slaapduur. Deze reactie lijkt niet hetzelfde te zijn voor ieder kind (Banks & Dinges, 2007).

In het onderzoek van Banks en Dinges (2007) is gevonden dat individuen verschillend reageren op slaapdeprivatie. De individuele variabiliteit in neuropsychologische reacties op de slaapdeprivatie lijken stabiel te zijn. Dit duidt op een mogelijk genetisch verschil in kwetsbaarheid of compenserende veranderingen in de neurobiologische systemen die betrokken zijn bij cognitie. Niet aangedane systemen nemen dan ‘taken’ van de aangedane neurobiologische systemen over (Banks & Dinges, 2007). Een aspect dat erg variabel is tussen verschillende kinderen is hun temperament. De meeste theoretici zijn het erover eens dat temperament biologisch gefundeerd is en een sterke erfelijke component vertoont. Daarbij zou temperament ook stabiel zijn over de jaren heen, ook al wordt de uitdrukking ervan beïnvloed door omgevings- en contextfactoren (o.a. Chess & Thomas, 1996; Rothbart, 1981). Calkins en Degnan (2005) beschrijven temperament als individuele emotionele- en gedragskarakteristieken die consistent blijven in verschillende situaties en een mate van stabiliteit hebben door de tijd heen. De wijze waarop kinderen van jongs af aan reageren op hun omgeving, zijn te herleiden naar verschillen in temperament (Lightfoot, Cole & Cole, 2009). Rothbart en Derryberry (1981) hebben temperament gedefinieerd als individuele verschillen in twee brede dimensies: reactiviteit op interne en externe stimulatie en zelfregulatie (Ahadi & Rothbart, 1994; Capaldi & Rothbart, 1992; Sanson & Rothbart, 1995). Er zijn verschillende temperamentbenaderingen. Eén daarvan is de benadering van Rothbart en collega’s (1992), die drie onderliggende temperamentdimensies hebben onderscheiden die van de jonge kindertijd tot de volwassenheid voorkomen. Deze drie dimensies zijn: *‘Positive Emotionality’* ofwel *‘Surgency/Extraversion’*, *‘Negative Emotionality/Negative Affectivity’* en *‘Effortful Control/Persistence’*. Kinderen met voornamelijk temperamentkenmerken van de dimensie Extraversion zijn over het algemeen blij, actief (hoge mate van positieve anticipatie) en stimulatie-zoekend (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994). Negative Affectivity is gebaseerd op gevoelens van angst, woede, onbehagen en verdriet. Kinderen met veel Negative Affectivity zijn verlegen en niet makkelijk te kalmeren. Ten slotte, Effortful Control, bestaat voornamelijk uit inhibitiecontrole, aandachtscontrole, *low intensity-pleasure* en perceptuele gevoeligheid. Kinderen die voornamelijk trekken hebben van de dimensie Effortful Control, zijn kinderen die zich goed kunnen focussen, niet makkelijk afgeleid zijn, dominante responsen kunnen onderdrukken om een niet-dominante respons uit te voeren en die goed kunnen plannen. Effortful Control is afhankelijk van de ontwikkeling van executieve

aandachtsvaardigheden in de kindertijd (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994).

Dat niet ieder kind hetzelfde reageert op verminderde slaapduur kan mogelijk voortkomen uit individuele verschillen in temperament. Carey beschreef al in 1974 in zijn onderzoek dat kinderen met een moeilijk temperament overdag en lage sensorische drempels, vaker 's nachts wakker worden, waarbij zij gaan schreeuwen of naar de ouder toegaan. Ook Sadeh, Lavie en Scher (1994) vonden ditzelfde effect, maar voegde aan deze resultaten toe dat vaker wakker worden 's nachts past bij temperamentstijlen die gekenmerkt worden door mindere aanpasbaarheid en meer afleidbaarheid. In 1984 vond Weissbluth dat de 'makkelijke' kinderen, die een positieve stemming, milde wijze van omgaan en zich flexibel aan verschillende situaties kunnen aanpassen, langer slapen dan de 'moeilijke' kinderen. Ook naarmate het kind ouder werd bleef dit zo. In een onderzoek naar schoolkinderen, is gevonden dat slaapproblemen gerelateerd zijn aan negatieve emotionaliteit en hoge emotionele intensiteit (Owens, 1997). Ten slotte hebben El-Sheikh en Buckhalt (2005) bij 6 tot en met 12 jarigen gevonden dat hogere emotionele intensiteit een verband heeft met een kortere slaapduur. Bovenstaande onderzoeken laten zien dat kinderen met een 'moeilijk' temperament, waar de eigenschappen negatieve emotionaliteit en een hoge emotionele intensiteit onder vallen, zowel kwalitatief als kwantitatief een minder goede slaapduur hebben.

Temperament heeft dus een relatie met slaap (o.a. El-Sheikh & Buckhalt, 2005; Owens, 1997) en eerder is gezien dat executief functioneren ook een relatie heeft met slaapduur (o.a. Lim & Dinges, 2010). Er lijkt ook een relatie te zijn tussen temperament en executieve functies. De temperamentdimensie Effortful Control is bijvoorbeeld afhankelijk van executieve aandachtsvaardigheden (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994). Ook is er een relatie tussen Effortful Control en de executieve functie inhibitiecontrole aanwezig (Bush, Luu & Posner, 2000). Uit onderzoek van Logan, Schachar en Tannock (1997) blijkt dat impulsiviteit, dat een kenmerk is van Extraversie, gerelateerd is aan het hebben van een minder snelle reactie op signalen die geïnhibeerd moeten worden, dan bij niet-impulsieve mensen. In 2003 hebben Wolfe en Bell onderzoek gedaan naar de relatie tussen de executieve functies werkgeheugen en inhibitiecontrole met temperament in de vroege kindertijd. Door middel van taken waarbij kinderen twee regels moesten onthouden en een dominante respons moesten inhiberen, zijn deze executieve functies getest. Uit analyses die zij vervolgens hebben uitgevoerd, is gebleken dat temperament 90% van de executieve prestaties goed kon voorspellen (Wolfe & Bell, 2003). Ashby, Isen en Turken (1999) hebben aangetoond bij volwassenen dat positieve emoties het executief functioneren verhogen. Daarnaast hebben

Bush en collega's (2000) gevonden dat negatieve emoties de activiteit in het executieve domein juist verlagen bij kinderen. Zij suggereren dat omstandigheden die woede, angst en andere intense negatieve gevoelens opwekken, mogelijk leiden tot ontwrichte regulatie van het kind zijn/haar gedrag. Deze negatieve gevoelens veroorzaken moeilijkheden om goed te functioneren voor het kind in taken die executieve functies vereisen (Bush et al., 2000). Lieberman (2000) heeft gevonden dat extraverte personen betere werkgeheugenvaardigheden hebben dan introverte mensen.

Aangezien temperament van kinderen gepaard gaat met verschillen in slaapduur en executieve functies, wordt verwacht dat dit een mogelijke modererende factor is in de relatie tussen slaapduur en executieve functies. Gezien het feit dat er nog niet veel literatuur over deze relatie bekend is, is dit een exploratieve studie. In deze studie wordt dit onderzocht met de volgende hoofdvraag: *'Wordt de relatie tussen slaapduur en executief functioneren bij kinderen van 9 tot en met 11 jaar gemodereerd door temperament?'*

De individuele relaties tussen slaapduur, temperament en executieve functies worden voorafgaande aan de hoofdvraagstelling onderzocht. Kijkend naar de deelvraag: 'Hangt slaapduur samen met executieve functies?', wordt verwacht dat net als in het onderzoek van Lim en Dinges (2010), slaap en executieve functies gerelateerd zijn. De verwachting is dat een verkorte slaapduur samenhangt met lagere scores op werkgeheugen en inhibitie (Jones & Harisson, 2001; Muzur et al., 2002; Sadeh et al., 2002). De tweede deelvraag luidt: 'Is er een verschil in slaapduur tussen de groepen met lage, neutrale en hoge scores op Extraversie, Negative Affectivity en Effortful Control?' Er wordt verwacht dat temperament gerelateerd is aan slaapduur (Cary, 1974; Sadeh et al., 1994). Net als in de studie van Weissbluth (1984) zullen kinderen met een 'makkelijk temperament' (Extravert en veel Effortful Control) langer slapen dan kinderen die meer introvert of minder Effortful Control hebben. Daarnaast zullen kinderen met een 'moeilijk temperament' (veel Negative Affectivity) korter slapen. Ten slotte wordt naar de deelvraag: 'Is er een verschil in executief functioneren (inhibitie en werkgeheugen) tussen de groepen met lage, neutrale en hoge score op de temperamentfactoren?' gekeken. Op basis van Wolfe en Bell (2003) wordt verwacht dat temperament een relatie heeft met executieve functies. Kinderen met veel Effortful Control zullen een beter inhibitievermogen hebben (Bush et al., 2000). Daarentegen wordt verwacht dat extraverte kinderen en kinderen met veel Negative Affectivity een minder goed inhibitievermogen hebben (Bush et al., 2000; Logan et al., 1997). Gekeken naar de executieve functie werkgeheugen, luidt de hypothese dat kinderen met veel Negative Affectivity een minder goed werkgeheugen zullen hebben (Bush et al., 2000). Anderzijds wordt verwacht

voor kinderen met veel Effortful Control of een extravert temperament, dat zij een beter werkgeheugen zullen hebben (Ahadi & Rothbart, 1994; Ashby et al., 1999; Lieberman, 2000). Samenvattend is uit eerdere onderzoeken gebleken dat slaapduur en temperament gerelateerd zijn aan executieve functies (o.a. Astill et al., 2012; Lieberman, 2000; Wolfe & Bell, 2003). Daarnaast is ook bekend dat een ‘moeilijk’ temperament gerelateerd is aan een kortere slaapduur (o.a. Owens, 1997). Er is dus een relatie tussen temperament, slaapduur en executieve functies.

Naar aanleiding van de verwachtingen voor de deelvragen, kan voor de hoofdvraag hypothetisch worden gesteld dat het verband tussen slaapduur en executieve functies anders is voor kinderen met veel Negative Affectivity dan voor kinderen met weinig Negative Affectivity. Kinderen met veel Negative Affectivity zijn gevoeliger voor negatieve consequenties van slaapduur op executieve functies, dan kinderen met weinig Negative Affectivity. (Bush et al., 2000; Logan et al., 1997; Sadeh et al., 1984; Weissbluth, 1984). Daarnaast wordt voor kinderen met veel Effortful Control verwacht dat ze korter slapen, dat samen zal hangen met hogere scores op executieve functies (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994; Bush et al., 2000; Weissbluth, 1984). Ten slotte wordt verwacht voor extraverte kinderen dat een langere slaapduur samenhangt met een minder goed inhibitievermogen (Bush et al., 2000; Logan et al., 1997), maar met een beter werkgeheugen (Ahadi & Rothbart, 1994; Ashby et al., 1999; Lieberman, 2000).

Door dit onderzoek uit te voeren, zal meer bekend worden over de samenhang van slaapduur en temperament met executieve functies. Het is belangrijk om erachter te komen welke factoren invloed hebben op de schoolprestaties van kinderen. Mogelijk zal blijken dat kinderen met een bepaald temperament gevoeliger kunnen zijn voor de invloed van slaap. De wetenschap kan zich vervolgens richten op onderzoek naar de exacte verschillen in onderliggende biologische processen van slaap. Kinderen met een bepaald temperament en een korte slaapduur presteren mogelijk slechter dan kinderen met een ander temperament. Wetenschappers kunnen een interventie opstellen die leerkrachten op school kunnen toepassen om de gevolgen van bepaalde temperamentsoorten en slaapduur die nadelig zijn voor de schoolprestaties te verminderen. Voor ouders is het daarnaast fijn om te weten waardoor hun kind bijvoorbeeld meer last heeft en minder goed presteert na een slechte nacht dan andere kinderen.



## Methode

### *Participanten*

In dit onderzoek werden een aantal eisen aan de participanten gesteld. Voor deelname moest het kind 9, 10 of 11 jaar zijn. Daarnaast mochten alleen kinderen die op een reguliere basisschool zaten meedoen, omdat de taken en het invullen van de vragenlijsten een bepaald niveau van cognitieve capaciteiten vereiste. Er zijn 145 basisscholen benaderd door heel Nederland, naar 94 scholen is een informatiebrief gestuurd, waarna 51 scholen schriftelijk toestemming hebben gegeven om mee te doen. Er zijn vervolgens in totaal 4323 informatiebrieven uitgedeeld (op school en buiten school) aan kinderen van 9 tot en met 11 jaar, waarvan 653 ouders uiteindelijk toestemming hebben gegeven om deel te nemen aan het onderzoek.

Respondenten die wel toestemming hadden gegeven, maar vroegtijdig waren uitgevallen of de algemene vragenlijst niet hadden ingevuld ( $n = 154$ ), werden alsnog uitgesloten van deelname.

Aan dit onderzoek hebben uiteindelijk 499 participanten mee gedaan. De gemiddelde leeftijd van de kinderen was 10.5 jaar ( $SD = 0.85$ ). De kinderen waren voornamelijk van Nederlandse afkomst (97.6%). Er deden 228 jongens en 271 meisjes mee. De meeste ouders hadden als opleidingsniveau Hoger Onderwijs (respondent: 45.5%, partner: 45.1%). Daarnaast hadden 41.3% van de respondenten en 34.9% van de partners als opleidingsniveau Voortgezet Onderwijs, tweede trap en de overige 12.8% van de respondenten en 17.6% van de partners had 'geen opleiding voltooid', 'lagere school' of 'lager beroepsonderwijs of voortgezet onderwijs eerste trap, voortgezet speciaal onderwijs' als opleidingsniveau. De meeste kinderen (87.8%) die mee deden kwamen uit een intact gezin. Een kleiner deel van de kinderen (7.0%) kwam uit een gescheiden gezin en 5.2% had een andere thuissituatie (één-ouder gezin: anders dan scheiding of combinatiegezin).

### *Procedure*

Voor alle deelnemers was een onderzoeksperiode gepland. Deze periode bestond uit de onderzoekswEEK, waarin ouders onder andere verschillende vragenlijsten moesten invullen. Vragenlijsten die ouders over zichzelf moesten invullen, waren de *Sleep History Questionnaire* over hun slaapgeschiedenis en een vragenlijst over hun slaapgedrag. Vervolgens waren er verschillende vragenlijsten die de ouders moesten invullen, aangaande hun kind(eren). Allereerst de algemene vragenlijst, die ging over de gegevens van het kind, zoals persoonsgegevens, school, gezin, diagnose/medicatie, opleidingsniveau/werk ouders.

Daarnaast de vragenlijsten *Behavioral Inhibition Questionnaire* die gedragsinhibitie als kenmerk van temperament heeft gemeten (Boeren & Murriss, 2010) en *Children's Chronotype Questionnaire* om het chronotype van het kind te achterhalen (Werner, LeBourgeois, Geiger & Jenni, 2009). Ten slotte vulden ouders de *Strengths and Difficulties Questionnaire* in over de sterke en moeilijke kanten van het kind, die ook wel wordt gebruikt als screeningsinstrument voor gedragsproblemen (Goodman, 2001) en *The Sleep Disturbance Scale for Children* die wordt gebruikt als screeningsinstrument voor slaapstoornissen (Bruni et al., 1996). Gedurende de onderzoekswEEK moesten de ouders ook een slaaplogboek van het kind bijhouden. In totaal bedroeg de invultijd van deze vragenlijsten en het slaaplogboek ongeveer 45 minuten. Het kind zelf moest tijdens de onderzoeksperiode op ingeplande data vier keer thuis een geheugentaak van ongeveer zeven minuten per keer doen. Daarnaast moest het kind twee vragenlijsten van in totaal ongeveer 25 minuten invullen, namelijk de temperament vragenlijst: *Early Adolescent Temperament Questionnaire-Revised* (EATQ-R) die aspecten van temperament die gerelateerd zijn aan zelfregulatie meet (Ellis & Rothbart, 2001) en de *Pubertal Developmental Scale* over de puberteitsontwikkeling (Petersen, Crockett, Richards & Boxer, 1987). De onderzoeksperiode werd afgesloten met een testdag op school of thuis. Tijdens deze testdag heeft de onderzoeker bij ieder kind de *Psychomotor Vigilance Test* (PVT), de PVT Go/No-Go en de test Cijferreeksen Visueel op een computer op school of thuis afgenomen. De PVT meet de aandacht en duurt drie minuten, de PVT Go/No-Go meet het inhibitievermogen welke ook drie minuten duurt en Cijferreeksen Visueel meet het (werk)geheugen van het kind en duurt ongeveer tien minuten. De testdag werd niet gepland op momenten dat er bijvoorbeeld Cito-toetsen, gymlessen of sportdagen waren. Daarnaast was het niet toegestaan om de testdag in het weekend, op maandag of voor 10.00 uur te plannen. Tijdens de afname werden niet meer dan twee kinderen tegelijkertijd getest. De gehele onderzoekswEEK mocht niet starten in een vakantie, omdat er dan mogelijk een vertekend beeld van het slaapgedrag van het kind zou ontstaan.

Ouder(s)/verzorger(s) werden voordat de onderzoekswEEK begon op de hoogte gesteld van de data die voor hen relevant waren. Vervolgens kregen zij vlak voor de start van de onderzoekswEEK een herinnering van de data en hun gebruikersnaam en wachtwoord waarmee zij konden inloggen op [www.slaapregister.nl](http://www.slaapregister.nl) om de vragenlijsten in te vullen en de testen te maken. Alle communicatie, het invullen van vragenlijsten en de afname van tests vonden plaats door gebruik te maken van het internet. Gedurende de onderzoekswEEK werden ouders herinnerd aan het invullen van de vragenlijsten. Nadat de onderzoeksperiode was verstreken, werden de ouders via de mail bedankt voor hun deelname aan het onderzoek en werd vermeld

dat zij aan het eind van het onderzoek een verslag van de resultaten toegestuurd zouden krijgen.

### *Instrumenten*

**Slaapduur:** Het slaaplogboek werd door de ouders de week voorafgaande aan de testdag gedurende zeven dagen zowel 's morgens als 's avonds bijgehouden. Uit dit logboek kwamen slaapkenmerken naar voren, zoals inslaaptijd en het aantal keer dat het kind 's nachts wakker werd. Zij kregen vijf vragen over het opstaan, drie vragen over het naar bed gaan en drie vragen over het slapen zelf. Een voorbeeldvraag bij het opstaan was hoe laat het kind wakker werd, waarbij ouders een tijd moesten invullen. Bij het naar bed gaan was onder andere vraag: 'Hoe lang duurde het voordat uw kind in slaap viel?' Hierbij moesten ouders een tijd in minuten invullen. Ten slotte was een voorbeeldvraag over het slapen zelf hoe vaak het kind langer dan 15 minuten wakker is geweest. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de samengestelde variabele: gemiddelde slaapduur van het kind. Deze variabele is berekend door de tijd dat het kind naar bed ging op te tellen bij de inslaaptijd en dan de tijd te bepalen totdat het kind ontwaakte. Alleen de kinderen van wie minimaal vier nachten waren gerapporteerd in het logboek werden meegenomen, omdat dit mogelijk meer betrouwbaar was dan gemiddelde slaapduur op basis van 1, 2 of 3 nachten. Hoe hoger de waarde van de gemiddelde slaapduur was, hoe langer het kind 's nachts sliep. Uit onderzoek dat zich richtte op de overeenstemming tussen subjectieve slaaprapportage van het kind door ouders en objectieve slaaprapportage met meetinstrumenten, komt naar voren dat er een hoge correlatie is tussen subjectieve en objectieve metingen voor de aanvang van het slapen ( $r = .88$ ) en slaapduur ( $r = .74$ ). De correlatie van subjectieve en objectieve metingen voor de tijd dat de kinderen echt sliepen en hoeveel keer zij 's nachts wakker waren, was lager voor subjectieve metingen (respectievelijk  $r = .41$  en  $r = .60$ ) (Sadeh, 1996).

**Temperament:** De Early Adolescent Temperament Questionnaire Revised (EATQ-R) is een vragenlijst die aspecten van temperament meet die gerelateerd zijn aan zelfregulatie (Ellis & Rothbart, 2001). De EATQ-R bestaat uit 65 vragen, waarbij antwoord gegeven kan worden op een vijf-puntsschaal: 'bijna nooit waar', 'meestal niet waar', 'soms waar/soms niet waar', 'meestal wel waar' en 'bijna altijd waar'. De vragen zijn onderverdeeld bij vier verschillende factoren: *Negative Affectivity*, *Extraversion*, *Effortful Control* en *Affiliativeness*. *Negative Affectivity* is gebaseerd op de schalen *Fear* en *Frustration* en bestaat uit 13 items. Een voorbeeld van een item dat bij deze schaal hoort is: 'Ik word bang als ik bij iemand in de auto zit die graag hard rijdt'. Bij *Extraversion*, die ook bestaat uit 13 items, horen de schalen:

*(High) intensity pleasure, (low levels of) Shyness en (low level of) Fear.* Een voorbeeld van een vraag voor deze factor is: 'Ik zou zonder bang te zijn dingen zoals bergbeklimmen uitproberen'. Effortful Control, bestaat uit 13 items en bestaat uit de schalen: *Activation Control, Attention* en *Inhibition*. Een voorbeeld van een vraag behorende bij deze temperamentfactor is: 'Ik vind het makkelijk om mijn aandacht goed bij mijn schoolwerk te houden'. Ten slotte de schaal Affiliativeness, die 14 items heeft, bestaat uit de schalen: *Affiliation, Peceptual Sensitivity* en *Pleasure Sensitivity*. Een vraag behorende bij deze factor is: 'Ik vind het fijn om met iemand te kunnen praten over alles wat ik denk'. Enkele items (7, 10, 18, 26, 28, 34, 38, 49, 53 en 61) moeten worden omgepoold, zodat een hogere score meer van het temperamentkenmerk weergeeft. In deze studie zal naar de scores op Extraversion, Negative Affectivity en Effortful Control gekeken worden. De interne consistentie van deze temperamentfactoren is hoog, met Cronbach's alpha's variërend tussen 0.65 en 0.82. Dit betekent dat zij betrouwbaar zijn (Murriss, Meesters & Blijlevens, 2007).

Om de executieve functies van het kind te testen zijn de PVT Go/No-Go (inhibitie) en Cijferreeksen visueel (werkgeheugen) gebruikt.

**Inhibitie:** De PVT Go/No-Go meet het inhibitievermogen van een kind. Het kind moest tijdens deze test zo snel mogelijk op de L-toets drukken als de teller in een grijs vak ging lopen (Go), maar als de teller in een rood vlak begon te lopen, was de opdracht niet te drukken (No-Go). De taak duurde drie minuten. Het maximaal aantal trials in drie minuten was 48. De verhouding van Go's en No-Go's was 1:1. Als het kind drukte als de teller in het grijze vlak ging lopen, stopte de teller en begon deze later weer opnieuw in een rood/grijs vlak te lopen. Als het kind in een rood vak drukte, was dit een '*false alarm*', maar stopte de teller wel met lopen. Als het kind niet drukte in het grijze vlak, een '*misser*', liep de teller door tot er een nieuwe teller in beeld kwam. Ditzelfde gold voor het rode vlak. Voordat de taak begon, konden de kinderen kort oefenen om door te krijgen wanneer zij moesten drukken. Het inhibitievermogen van het kind werd gerepresenteerd door het percentage correcte reacties wanneer er een rood vlak in beeld kwam. Hoe hoger dit percentage, hoe beter het inhibitievermogen van het kind was. Dorrian, Rogers, Dinges en Kushida (2005) beschrijven dat de PVT Go-NoGo een hoge betrouwbaarheid heeft, met een test-hertest betrouwbaarheid boven .80. De validiteit van de PVT Go-NoGo moet nog onderzocht worden.

**(Werk)geheugen:** De test cijferreeksen doet een beroep op het werkgeheugen. Er zijn twee onderdelen van de test, een voorwaarts en achterwaarts onderdeel. Het kind kreeg eerst een korte uitleg over de taak op het scherm te zien. Bij de eerste vorm van de test ging het om voorwaartse cijferreeksen. Er verschenen kort verschillende cijfers achter elkaar in beeld die

het kind in dezelfde volgorde moest onthouden en reproduceren door ze in te typen op het toetsenbord. De reeksen begonnen met twee cijfers, maar als het kind twee reeksen van dezelfde lengte juist had beantwoord, kwam er een cijfer bij. Als het kind twee keer bij hetzelfde aantal cijfers een fout antwoord intypte, stopte de test. Hierna moesten de kinderen de tweede vorm van de cijferreeksen doen, namelijk achterwaarts. Zij kregen weer cijfers achter elkaar in beeld te zien en moesten deze onthouden, maar in omgekeerde volgorde reproduceren door de getallen met behulp van het toetsenbord in te typen. Ook bij deze test werden het aantal cijfers dat het kind moest onthouden steeds groter. Na twee foute antwoorden van hetzelfde aantal cijfers, stopte ook in dit geval de test. Het maximale aantal cijfers in de cijferreeks is voor de voorwaartse variant negen en de achterwaartse variant acht. Voor iedere correcte cijferreeks kreeg het kind één punt. Het werkgeheugen werd weergegeven door de totale ruwe score op de voorwaartse en achterwaartse test, waarbij de minimale totale ruwe score 0 was en de maximale totale ruwe score 34 was. Hoe hoger deze ruwe score, hoe beter het kind de cijferreeksen kon onthouden en hoe beter het werkgeheugen van het kind was. De test cijferreeksen heeft een verbale en een visuele afnamevariant. De verbale variant van de test cijferreeksen heeft een Cronbach's alpha van .84. Er is een hoge interne consistentie (Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004). De visuele variant heeft een Cronbach's  $\alpha = .62$ . Dat betekent dat de visuele test minder intern consistent is en dus minder betrouwbaar is dan de verbale vorm (Eggermont, Swaab, Luiten & Scherder, 2006).

### *Data analyse*

In de analyses werden vier variabelen gebruikt: de numerieke variabelen slaapduur, inhibitie (percentage correct reactie Nogo) en werkgeheugen (ruwe score cijferreeksen) en temperament. De temperamentfactoren Extraversie, Negative Affectivity en Effortful Control zijn omgescoord tot categorische variabelen. Per temperamentfactor zijn drie groepen gemaakt. De groep die laag scoorde op een temperamentschaal waren de kinderen die in het eerste tertiel vielen. De kinderen die met een gemiddeld scoorde op de temperamentfactor waren de kinderen in het tweede tertiel en de kinderen met een hoge score op de temperamentfactor zaten in het derde tertiel.

Voordat de analyses werden uitgevoerd, heeft er een univariate data-inspectie plaatsgevonden, waarin algemene karakteristieken van de variabelen duidelijk werden. Daarbij werden de variabelen ook gecheckt op normaliteit met behulp van histogrammen (gestandaardiseerde scheefheid en gepiektheid), Q-Q-plots en de Kolmogorov-Smirnov toets.

De variabelen werden ook gecheckt op missende waarden en uitbijters met behulp van een ‘*missing value analysis*’ en boxplots.

In de missing-value analysis, waarin alle variabelen werden meegenomen om het patroon van missende data te beschrijven, kwam naar voren dat vooral binnen de temperamentschalen missende waarden waren. Bij Effortful Control ( $N = 435$ ) ontbrak 9.6% van de scores en Extraversie ( $N = 432$ ) en Negative Affectivity ( $N = 432$ ) misten 10.2% van de scores. In de meeste gevallen misten scores op alledrie de temperamentschalen voor één kind. Uit de missing value analysis tussen de variabelen kwamen geen opvallendheden naar voren.

Uit de univariate data-inspectie kwam naar voren dat slaapduur en de ruwe scores op cijferreeksen normaal verdeeld waren. Inhibitie bleek scheef naar links verdeeld te zijn ( $Zskewness = -2.10$ ;  $Zkurtosis = 5.49$ ), maar na Blom-transformatie was deze normaal ook verdeeld ( $Zskewness = -0.15$ ;  $Zkurtosis = -0.36$ ) (Tabel 1). De paar uitbijters die gezien werden, vielen net buiten de drie standaarddeviaties en hadden geen invloed op de gegevens. Daarnaast werd gewerkt met een grote steekproef ( $N = 499$ ). Ook de temperamentfactoren waren normaal verdeeld voordat deze in groepen (laag-neutraal-hoog) werden verdeeld. In deze categorische variabelen waren geen uitbijters te zien. De descriptieve gegevens van de variabelen staan vermeld in Tabel 1.

De samenhang tussen slaapduur en executieve functies (inhibitie en werkgeheugen) is onderzocht met Pearson correlatie. Naar aanleiding van de scatterplot waren twee bivariate uitbijters verwijderd voor de relatie slaapduur en werkgeheugen. Er waren geen bivariate uitbijters te zien in de relatie slaapduur en inhibitie. Voor beide relaties was er sprake van een lineair verband. Er werd bij een significantieniveau van  $\alpha = .05$  gekeken of een kortere slaapduur samenhang met een slechter werkgeheugen en slechtere inhibitie. Wanneer de correlatie tussen de 0 en 0.2 ligt, was er sprake van een zeer zwak verband, tussen de 0.2 en 0.4 van een zwak verband, tussen de 0.4 en 0.6 van een redelijk verband, tussen 0.6 en 0.8 van een sterk verband en daar boven van een zeer sterk verband (Agresti & Franklin, 2008).

Er werd onderzocht of er binnen de temperamentfactoren tussen de groepen met lage-, neutrale- en hoge scores op Extraversie, Effortful Control en Negative Affectivity verschil was in slaapduur ( $\alpha = .05$ ) met een ANOVA. De groepen waren onafhankelijk. De verdeling binnen de groepen op slaapduur waren normaal verdeeld. Daarnaast waren alle ‘*Levene’s tests*’ significant bij alle temperamentfactoren, dus aan de aanname van gelijke varianties werd ook voldaan.

Om de verschillen tussen de temperamentfactoren in de executieve functies (inhibitie en werkgeheugen) te onderzoeken is ook een ANOVA gedaan. Er werd gekeken binnen de drie temperamentfactoren of de groepen hoog-neutraal-laag, significant verschilden op het inhibitievermogen en het werkgeheugen ( $\alpha = .05$ ). De verdeling binnen de groepen op inhibitie en werkgeheugen waren normaal verdeeld. Voor iedere relatie van executieve functie en temperamentfactor was aan de aanname van gelijke varianties voldaan, door ofwel geen significant effect op de Levene's test of er was aan de vuistregel voldaan, waarin de grootste SD kleiner moet zijn dan twee keer de kleinste SD.

Ten slotte werd het moderatie-effect van temperament op de relatie van slaapduur en executieve functies bekeken met een ANCOVA. Er werd dus een ANCOVA gedaan per temperamentfactor met inhibitie en werkgeheugen als afhankelijke variabelen. Om de moderatieanalyse uit te voeren, moest ook vooraf worden gecheckt of de varianties van de variabelen gelijk waren. Deze varianties bleken, gekeken naar de Levene's tests, gelijk te zijn of er was aan de vuistregel voldaan, waarin de grootste SD kleiner moet zijn dan twee keer de kleinste SD.

## Resultaten

De variabelen die gebruikt zijn in dit onderzoek, staan vermeld in Tabel 1. Hierin zijn de descriptieve gegevens weergegeven. In deze tabel zijn de gegevens van de numerieke variabele Temperament weergegeven en in Tabel 2 staan de gemiddelden en standaarddeviaties per temperamentgroep vermeld.

Tabel 1

*Descriptieve gegevens van de variabelen*

Variabele	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min	Max	St. Kurtosis	St. Skewness
Slaapduur (hh:mm)	463	09:59	00:34	07:42	11:37	0.60	-0.19
Inhibitie*	481	81.64	16.08	9	100	-1.72	3.95
Werkgeheugen	488	13.43	3.28	2.00	23.00	0.23	0.15
Extraversie	445	-13.94	9.05	-47	5	-0.07	-0.24
Negative Affectivity	445	35.66	8.24	14	64	0.24	0.16
Effortful Control	448	46.47	8.60	23	63	-0.25	-0.28

\* Voor analyses is de Blomgetransformeerde variabele inhibitie gebruikt.

### *Samenhang slaapduur en executieve functies*

Uit de Pearson correlatieanalyse is naar voren gekomen dat er een significante negatieve correlatie is tussen slaapduur en werkgeheugen ( $r = -.52, p < .001, n = 454$ ). Er is sprake van een redelijk verband. Een kortere slaapduur hangt samen met een hogere score op werkgeheugen. Uit de Pearson-correlatie voor slaapduur en inhibitie bleek ook een significante correlatie te zijn ( $r = .12, p = .014, n = 451$ ). Dit betekent dat er een zeer zwak verband is. Een kortere slaapduur hing zeer zwak samen met een lager percentage correcte reacties op de PVT Go/No-Go.

### *Verschillen in temperament*

#### Slaapduur

Uit de ANOVA is naar voren gekomen dat er geen significante verschillen zijn tussen de temperamentgroepen. Zowel bij Extraversie ( $F(2, 422) = 1.69, p = .186$ ), Negative Affectivity ( $F(2, 422) = 0.44, p = .644$ ) en Effortful Control ( $F(2,425) = 2.32, p = .099$ ) is er geen verschil tussen de groepen laag, neutraal en hoog. De descriptieve gegevens van deze groepen staan vermeld in Tabel 2.

#### Inhibitie

Uit de ANOVA kwam naar voren dat er zowel bij Extraversie ( $F(2,429) = 0.74, p = .479$ ), Negative Affectivity ( $F(2,429) = 0.26, p = .772$ ) als Effortful Control ( $F(2, 432) = 1.31, p = .271$ ) geen significant verschillen zijn tussen de temperamentgroepen (laag, neutraal en hoog) in percentage correcte reacties op de PVT Go/No-Go (Tabel 2).

#### Werkgeheugen

Extraversie: Er is een significant verschil gevonden tussen de groepen laag, neutraal en hoog ( $F(2, 433) = 3.24, p = .040$ ). De Bonferroni post-hoc analyse liet zien dat de kinderen met hoge scores op Extraversie hogere scores op cijferreeksen dan de kinderen met lage scores op Extraversie (Tabel 2).

Negative Affectivity: Er is geen significant verschil op de score van cijferreeksen tussen de groepen laag, neutraal en hoog ( $F(2, 433) = 2.97, p = .053$ ) binnen de factor Negative Affectivity (Tabel 2).

Effortful Control: Er is ook een significant verschil tussen groepen laag, neutraal en hoog ( $F(2, 436) = 3.55, p = 0.030$ ) binnen de factor Effortful Control. De Bonferroni post-hoc analyse laat zien dat groep kinderen die laag scoort op Effortful Control, lager scoort op



cijferreeksen dan de kinderen met een gemiddelde score op Effortful Control. Daarentegen scoren de kinderen met lage Effortful Control niet anders dan de kinderen met veel Effortful Control (Tabel 2).

Tabel 2

*Descriptieve Gegevens van alle Variabelen onderverdeeld in Temperamentgroepen*

		Slaapduur (hh:mm)			Inhibitie			Werkgeheugen		
		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
EX <sup>1</sup>	Laag	161	10:02	00:34	150	0.06	1.02	148	13.05 <sup>a</sup>	3.38
	Neutraal	135	10:00	00:34	128	0.02	1.03	131	13.44	2.95
	Hoog	138	09:55	00:34	136	-0.89	0.89	137	14.05 <sup>a</sup>	3.35
NA <sup>2</sup>	Laag	155	09:59	00:30	151	0.03	0.98	153	13.86	3.22
	Neutraal	143	09:57	00:36	138	-0.05	0.99	140	13.55	3.48
	Hoog	127	10:01	00:37	125	0.02	0.97	123	13.02	2.99
EC <sup>3</sup>	Laag	151	10:03	00:35	147	-0.12	1.10	148	12.99 <sup>b</sup>	3.35
	Neutraal	137	09:54	00:33	132	0.06	0.90	132	13.95 <sup>b</sup>	3.45
	Hoog	140	10:00	00:33	138	0.05	0.90	139	13.65	2.89

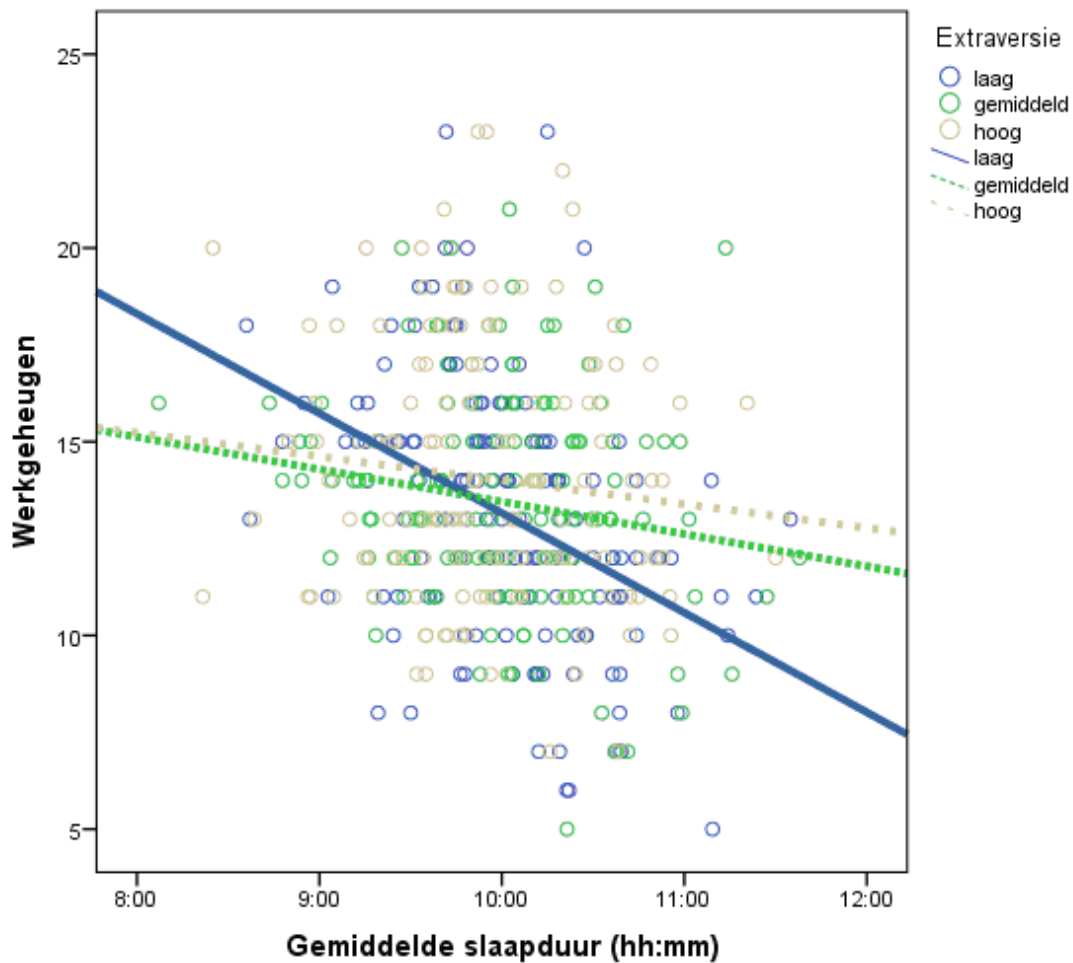
<sup>1</sup>EX = Extraversie, <sup>2</sup>NA = Negative Affectivity, <sup>3</sup>EC = Effortful Control

<sup>a</sup>Significant verschillend (laag en hoog extravert), <sup>b</sup>Significant verschillend (Laag en neutraal Effortful Control)

### *Moderatie-effect temperament op de relatie slaapduur en executieve functies*

#### Werkgeheugen

Extraversie: Er is een interactie-effect gevonden tussen slaapduur en Extraversie op werkgeheugen ( $F(2, 410) = 5.15, p = .006$ ). Er is dus een verschil in samenhang tussen slaapduur en werkgeheugen tussen de groepen laag, neutraal en hoog extravert (Figuur 1). Een kortere slaapduur hangt redelijk samen met hoge scores op werkgeheugen voor laag extraverte kinderen ( $r = -.41, p < .001, n = 148$ ). Voor kinderen met gemiddelde of hoge scores is geen significante samenhang tussen slaapduur en werkgeheugen (Neutraal:  $r = -.17, p = .059, n = 131$ ; Hoog:  $r = -.11, p = .219, n = 137$ ). Er is daarnaast een hoofdeffect van slaapduur gevonden ( $F(1, 412) = 23.33, p < .001$ ), maar geen hoofdeffect van Extraversie ( $F(1,412) = 2.51, p = .082$ ). Dit hoofdeffect van slaapduur laat zien dat een korte slaapduur samenhangt met hogere scores op werkgeheugen, gecorrigeerd voor Extraversie.



Figuur 1. Interactie-effect Extraversie en slaapduur op werkgeheugen ( $N = 415$ ).

Negative Affectivity: Er is een hoofdeffect gevonden van slaapduur op werkgeheugen ( $F(1, 412) = 24.72, p < .001$ ). Korte slaapduur hangt samen, gecorrigeerd voor Negative Affectivity, met hogere scores op werkgeheugen. Er is geen hoofdeffect van Negative Affectivity ( $F(2, 412) = 2.09, p = .126$ ) en er is ook geen interactie-effect ( $F(2, 410) = 1.20, p = .301$ ) gevonden.

Effortful Control: De ANCOVA voor Effortful Control laat ook een hoofdeffect zien van slaapduur op werkgeheugen ( $F(1, 415) = 23.75, p < .001$ ). Slaapduur heeft dus samenhang met werkgeheugen, gecorrigeerd voor de temperamentfactor Effortful Control. Een kortere slaapduur hangt samen met hogere scores op werkgeheugen, wanneer gecorrigeerd is voor Effortful Control. Er is geen hoofdeffect van Effortful Control ( $F(2, 415) = 21.44, p = .117$ ) en er is ook geen interactie-effect ( $F(2, 413) = 0.54, p = .582$ ) gevonden voor deze relatie.

### Inhibitievermogen

Bij alle drie de temperamentfactoren zijn hoofdeffecten van slaapduur gevonden (Tabel 3). Een kortere slaapduur hangt samen met een mindere hoge scores op inhibitie, gecorrigeerd voor de verschillende temperamentfactoren. Er zijn geen andere hoofd- en/of interactie-effecten gevonden (Tabel 3).

Tabel 3

Samenvatting moderatie-analyses van de invloed van Extraversie ( $N = 412$ ), Negative Affectivity ( $N = 412$ ) en Effortful Control ( $N = 415$ ) op de relatie slaapduur en inhibitievermogen.

Variabele	<i>F</i>	<i>p</i>
Extraversie (EX)	0.59	.553
Slaapduur	4.20	.041*
Slaapduur * EX	0.97	.756
Negative Affectivity (NA)	0.25	.779
Slaapduur	4.51	.034*
Slaapduur * NA	0.64	.530
Effortful Control (EC)	1.82	.163
Slaapduur	4.96	.026*
Slaapduur * EC	0.04	.957

\*significant bij  $\alpha = 0.05$

### **Discussie**

In de huidige studie is gekeken of de relatie tussen slaapduur en executief functioneren bij kinderen van 9 tot en met 11 jaar wordt gemodereerd door temperament. De temperamentdimensies Extraversie, Negative Affectivity en Effortful Control zijn hiervoor gebruikt. Er is in deze studie ook gekeken naar de individuele verbanden tussen de variabelen, namelijk tussen slaapduur en executieve functioneren en verschillen in executief functioneren en slaapduur voor verschillende temperamentdimensies.

Er werd verwacht dat kinderen die korter sliepen, minder goede executieve functies zouden hebben (Sadeh et al., 2002). Deze verwachting is uitgekomen voor de executieve functie inhibitievermogen. Kortere slapen gaat samen met een minder goed inhibitievermogen, zij het in zwakke mate. Dit komt overeen met eerder onderzoek van onder andere Banks en Dinges (2007) en Lim en Dinges (2010) en Sadeh en collega's (2002). De samenhang tussen korter slapen en een minder goed inhibitievermogen ligt in het feit dat korter slapen de prefrontale cortex, waar inhibitie door wordt aangestuurd, negatief beïnvloedt (o.a. Jones & Harisson, 2001; Muzur et al., 2002).

Anderzijds is, tegen de verwachting in, gebleken dat een minder goed werkgeheugen gepaard gaat met langer slapen. Mogelijk ligt het verschil in scores op de werkgeheugentaak in de snelheid van informatieverwerking van kinderen (Weiler et al., 2000). De *'neural efficiency hypothesis'* verwacht hoe sneller prikkels in de hersenen worden doorgegeven, hoe efficiënter en sneller de informatie wordt verwerkt (McGrew, 2011). In een onderzoek van Weiler en collega's (2000) werd een relatie gevonden tussen tempo van informatieverwerking en succes bij het leren op school. Werkgeheugen wordt beïnvloedt door de snelheid van informatieverwerking (Driesen, 1999). Veel van de informatieverwerking gebeurt tijdens het slapen. Wanneer een kind over een snelle verwerking van informatie beschikt, heeft deze minder lang de tijd nodig om te slapen (Geiger, Achermann & Jenni, 2010). Hierdoor gaat een kortere slaapduur dus gepaard met een betere prestatie op een werkgeheugentaak. Kinderen met een snelle informatieverwerking laten zien dat ze efficiënter slapen. Kinderen met een minder goede informatieverwerking, hebben voor hetzelfde niveau van informatieverwerking langer slaap nodig om alle informatie die zij overdag hebben opgedaan te verwerken en te consolideren (Geiger et al., 2010).

Daarnaast werd verwacht dat als kinderen verschillende mate van Extraversie, Negative Affectivity of Effortful Control hadden, zij ook een verschillende slaapduur zouden hebben. Extraverte kinderen en kinderen met veel Effortful Control zouden langer slapen (o.a. Weissbluth, 1984) en kinderen met veel Negative Affectivity zouden korter slapen (Carey, 1974; Sadeh et al., 1994; Owens, 1997). Er blijkt uit deze studie geen verschil te zijn tussen verschillende mate van temperamentfactoren en slaapduur. Mogelijk kan dit verklaard worden door het feit dat de studies waarin deze samenhang wel te zien was, gedateerd waren. Daarnaast is in de voorgaande studies voornamelijk onderzoek gedaan bij jonge kinderen, zoals driejarigen (Weissbluth, 1984) of baby's van 6 tot 12 maanden (Carey, 1974). Ook bestonden steekproeven in voorgaand onderzoek soms uit die gediagnosticeerd waren met een slaapprobleem (Owens, 1997). Dit komt niet overeen met de steekproef in de huidige studie. Temperament werd net als in de huidige studie wel gemeten met vragenlijsten. Naast deze methodologische verklaringen voor het feit dat er geen verschil in slaapduur is gevonden tussen de temperamentfactoren, zijn er mogelijk ook andere factoren die dit veroorzaken. Verschillende onderzoekers pleitten er namelijk voor dat slaapgedrag bekeken moet worden binnen een bio-psycho-sociaal raamwerk (Jenni & Carskadon, 2007; Jenni, Fuhrer, Iglowstein, Molinari & Largo, 2005). In dit raamwerk wordt niet alleen naar de biologische oorsprong van gedrag en/of problemen gekeken, maar worden ook psychologische en sociale factoren meegenomen om dit probleem en/of gedrag te verklaren (Jenny & Carskadon, 2007).

Er kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de factor gehechtheid (Jenni et al., 2005). Er lijkt een relatie te zijn tussen de gehechtheid en slaap, waarbij onveilige gehechtheid leidt tot kortere slaapduur en veilige gehechtheid tot langere slaapduur (Jenni et al., 2005). Mogelijk kan bijvoorbeeld een extravert kind, waarvan verwacht wordt langer te slapen (Weissbluth, 1984), alsnog een kortere slaapduur hebben doordat deze onveilig gehecht is. Andere factoren hebben dan meer invloed op het kind in plaats van het temperament. Andere factoren die mogelijk ook invloed kunnen hebben op de slaapduur van kinderen zijn stress in de familie, leeftijd van de ouders en het opleidingsniveau van de ouders. Voor deze factoren is gevonden, dat ze gerelateerd zijn aan slaap-waak metingen van kinderen van 7 tot en met 12 jaar (Sadeh et al., 2000).

Temperament werd verwacht samen te hangen met het executief functioneren van het kind. In tegenstelling tot eerdere studies (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994; Bush et al., 2000; Weissbluth, 1984) is er geen verschil gevonden tussen kinderen met veel Effortful Control en met weinig Effortful Control in het inhibitievermogen. Ook is de verwachting dat extraverte kinderen en kinderen met veel Negative Affectivity minder inhibitievermogen zouden hebben niet uitgekomen (Bush et al., 2000; Logan et al., 1997). Dat er geen verschillen zijn gevonden, kan mogelijk ook verklaard worden door het feit dat de scores op inhibitievermogen niet evenredig verspreid waren. Bijna alle kinderen (94.8 %) hadden minstens 50% correcte reacties op de inhibitietask. Hierdoor kan het zijn dat er te weinig spreiding in scores zat om een significant verschil tussen slaapduur en temperament te kunnen vinden (Agresti & Franklin, 2009).

De verwachting dat extraverte kinderen hoger zouden scoren op werkgeheugen dan introverte kinderen is uitgekomen. Extraverte kinderen hebben, zoals in eerdere onderzoeken ook naar voren was gekomen (Ahadi & Rothbart, 1994; Ashby et al., 1999; Lieberman, 2000), een beter werkgeheugen dan introverte kinderen. Extraverte en introverte kinderen hebben beide specifieke eigenschappen. Zo zijn introverte kinderen langzamer in het samenvoegen van informatie in het werkgeheugen dan extraverte kinderen (Lieberman, 2000). Daarnaast blijken bepaalde hersenstructuren ook verschillend bij extraverte en introverte kinderen. Er is bijvoorbeeld in eerder onderzoek een verschil gevonden in activiteit in de reticular formatie. Deze is betrokken bij de aansturing van het werkgeheugen. De reticular formatie wordt bij extraverte kinderen meer gestimuleerd dan bij introverte kinderen, waardoor deze ook een beter werkgeheugen zullen hebben (Lieberman, 2000). Extraverte kinderen zijn actief en naar buiten toe gericht en introverte kinderen zijn meer passief, verlegen en meer naar binnen gericht (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994). Tijdens het onderzoek durfden de verlegen kinderen in

de onbekende testsituatie zich mogelijk minder uit te spreken, waardoor extraverte kinderen beter scoren op werkgeheugentaken dan introverte kinderen.

Daarentegen scoren, afwijkend van de verwachting, kinderen met weinig Effortful Control lager op werkgeheugen, vergeleken met kinderen met een gemiddeld niveau van Effortful Control. De verwachting was dat kinderen met veel Effortful Control een beter werkgeheugen zouden hebben dan kinderen met weinig Effortful Control, omdat zij zich goed kunnen focussen en niet snel afgeleid zijn tijdens een taak (Ahadi & Rothbart, 1994; Ashby et al., 1999; Lieberman, 2000). Dat kinderen met weinig Effortful Control lager scoren op werkgeheugen kan verklaard worden vanuit het feit dat zij sneller afgeleid zijn en hierdoor niet alles dat zij moeten onthouden en verwerken juist en op tijd oppakken (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994). Dat kinderen met een gemiddelde score op Effortful Control juist hoger scoren op werkgeheugen in plaats van kinderen met veel Effortful Control, is moeilijk te verklaren. Mogelijk is een gemiddelde Effortful Control al voldoende om hoog te scoren op een werkgeheugentaak. Hoog en gemiddeld verschilden niet significant van elkaar, waardoor de scores op gemiddeld en hoog ongeveer overeenkomen.

Kinderen met veel of weinig Negative Affectivity lieten geen verschillen zien in hun scores op werkgeheugen. Kinderen met veel Negative Affectivity werden verwacht een slechter werkgeheugen te hebben dan kinderen met weinig Negative Affectivity (Bush et al., 2000; Logan et al., 1997; Weissbluth, 1984). Door het feit dat kinderen met veel Negative Affectivity snel angstig zijn en/of gefrustreerd en in paniek kunnen raken hebben zij mogelijk slechter gepresteerd op de werkgeheugentaak (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994). In onze studie scoorden kinderen met weinig Negative Affectivity gemiddeld bijna één punt hoger op werkgeheugen dan kinderen met veel Negative Affectivity. De *p*-waarde voor een verschil tussen hoge en lage scores op Negative Affectivity is .051, waardoor gezegd kan worden dat er een trend is in de richting van een significant verschil tussen hoge en lage scores. In dat geval zou de hypothese aangenomen kunnen worden.

Op de hoofdvraag terugblikkend is in de huidige studie gebleken dat de temperamentfactor Extraversie een modererend effect heeft op de relatie slaapduur en werkgeheugen voor kinderen met een leeftijd van 9 tot en met 11 jaar. Introverte kinderen laten een samenhang zien tussen een kortere slaapduur en hogere scores op werkgeheugen en andersom. Kinderen met een neutraal of extravert temperament laten geen verschillende relatie zien tussen slaapduur en werkgeheugen. Een kortere slaapduur hangt bij introverte kinderen samen met hogere scores op werkgeheugen. Dit was niet de verwachting, omdat eerdere studies vonden dat extraverte kinderen een langere slaapduur hebben (Weissbluth,

1984) en daarbij hogere scores op werkgeheugen behaalden (o.a. Ahadi & Rothbart, 1994; Ashby et al., 1999; Lieberman, 2000). Geen van de andere temperamentfactoren hebben een modererend effect op de relatie slaapduur en executieve functies. Dit kan verklaard worden door het feit dat bij de deelvragen, meerdere verwachte individuele verbanden geen of andere samenhang lieten zien.

De resultaten moeten worden bekeken in de context van sterke en zwakke punten van de studie. Er is in deze studie gebruik gemaakt van een grote steekproef waarvan de gemiddelde leeftijd exact het gemiddelde is van de negen-, tien- en elfjarigen en waarbij iets meer meisjes dan jongens meededen. In huidig onderzoek zijn alleen kinderen van reguliere basisscholen meegenomen, waardoor juist de invloed van slaap op kinderen uit de normale populatie kon worden bekeken. De resultaten zijn vanwege bovenstaande steekproef kenmerken generaliseerbaar, maar alleen voor ‘normale’ kinderen en in de beperkte leeftijdsrange van 9 tot en met 11 jaar. Wanneer het kind in de puberteit komt, maakt zijn/haar prefrontale cortex nog een grote ontwikkeling door (Anderson, 2013; Dewald et al., 2010). Hierdoor zullen de executieve functies nog verder ontwikkelen en worden de relaties met temperament en slaap mogelijk ook anders. De leeftijd waarop de puberteit intreedt, is niet bij ieder kind exact hetzelfde (Lightfoot et al., 2009). Mogelijk was de puberteit in deze studie al bij een aantal kinderen van start gegaan, waardoor mogelijk de resultaten een ander beeld geven dan we verwachtten. Het feit dat de cognitieve taken direct zijn afgenomen nadat het slaaplogboek een week was bijgehouden is een sterk punt in huidig onderzoek. Hierdoor kon de gemeten slaapduur direct gelinkt worden aan de cognitieve capaciteiten. Daarnaast is in dit onderzoek ook rekening gehouden met mogelijk ander slaapgedrag tijdens weekenden en vakanties, doordat de testdag niet op dergelijke momenten mocht plaatsvinden. Hierdoor zijn de resultaten betrouwbaarder. Een zwakte van deze studie is dat kinderen tijdens het testen op school of thuis mogelijk last hebben gehad van omgevingsgeluiden. Niet iedere testsituatie was geluidsdicht, waardoor zij zich mogelijk minder goed konden focussen. Dit heeft mogelijk de resultaten beïnvloedt. Anderzijds geeft dit wel een goede weergave van de natuurlijke setting, omdat kinderen in de klas ook vaak met omgevingsgeluiden moeten omgaan wanneer zij een opdracht/taak moeten maken. Gekeken naar de meetinstrumenten die zijn gebruikt, kan worden gezegd dat de subjectieve metingen van slaapduur en de verbale variant van cijferreeksen betrouwbare instrumenten waren. Maar wanneer objectieve slaapmetingen en de visuele variant van cijferreeksen zouden zijn gebruikt, zou deze betrouwbaarheid nog hoger zijn geweest en waren mogelijk andere resultaten gevonden (Eggermont et al., 2006; Sadeh, 1996). De PVT Go/No-Go die is gebruikt om het

inhibitievermogen te testen, heeft een onevenredige spreiding van de scores laten zien, waardoor wellicht geen significante effecten zijn gevonden. Mogelijk was de test te makkelijk voor het kind, met als gevolg dat ieder kind snel kon reageren op de teller die in beeld kwam. De variabele Temperament is in deze studie onderverdeeld in laag-neutraal-hoog. Dit is een sterk punt van huidig onderzoek. Wanneer de temperamentfactoren waren verdeeld in twee groepen, werden kinderen die noch weinig, noch veel van de kenmerken hadden toch ‘gedwongen’ in een groep waar zij niet in thuis hoorden. Gekeken naar de variabele Temperament was een beperking in dit onderzoek dat alleen binnen de temperamentstijlen gekeken kon worden, terwijl inzicht in verschillen tussen de temperament profielen erg veel informatie zou kunnen geven. Kinderen bezitten vaak meer dan één temperamentkenmerk, die zijn samengevoegd in een temperament profiel (Ahadi & Rothbart, 1994). Ten slotte is een aandachtspunt in dit onderzoek dat voor executief functioneren ‘alleen’ het inhibitievermogen en werkgeheugen zijn getest, terwijl het complete executief functioneren ook cognitieve flexibiliteit omvat (Miyake et al., 2000). Dit is gedaan om de kinderen niet te overbelasten met teveel taken, aangezien dit al een erg veelomvattend onderzoek was. Wanneer cognitieve flexibiliteit zou zijn meegenomen, had er mogelijk wel een samenhang met een temperament of slaapduur gevonden kunnen worden, zoals in eerder onderzoek al eens werd gedaan (Fernandez-Mendoza et al., 2010).

Voor toekomstig onderzoek wordt aanbevolen om opnieuw onderzoek te doen naar de relatie tussen slaap en executieve functies en het effect van temperament op die relatie. Dergelijk onderzoek zou dan een steekproef met kinderen van negen tot en met zestien jaar bevatten. Hierdoor kan de ontwikkeling van de prefrontale cortex worden bekeken en onder wat voor invloed het stadium van ontwikkeling van prefrontale cortex heeft op de samenhang tussen temperament, slaapduur en executieve functies. Ook kan in de toekomst het huidige onderzoek opnieuw worden gedaan met objectieve slaapmetingen en slaapmetingen van de effectiviteit van de slaap in plaats van de slaapduur. Snelheid van informatie verwerking lijkt zoals eerder gezegd van invloed op de relatie tussen slaap en werkgeheugen (Geiger et al., 2010; McGrew, 2011). Om inhibitie te meten kan een ander instrument worden gebruikt, waarbij wellicht een meer evenredige spreiding zal ontstaan van de uitkomsten. Hierbij kan gedacht worden aan de STROOP of de WCST (Wisconsin Card Sorting Test) die beide inhibitie meten (Rougier, Noelle, Braver, Cohen & O’Reilly, 2005). Longitudinale en experimentele studies worden ook aangeraden. Hiermee kan gekeken worden of, door het slaappatroon te veranderen, de prestaties op school verbeteren (Dewald et al., 2010). Ten slotte wordt aanbevolen om in toekomstig onderzoek te controleren voor (andere) extra



factoren binnen het bio-psycho-sociaal raamwerk die eventueel van invloed zijn op de variabelen (Jenni & Carskadon, 2007).

Kortom, een korte slaapduur heeft invloed op schoolprestaties, waarbij inhibitievermogen slechter is bij kinderen met een kortere slaapduur, maar werkgeheugen juist beter. Verschillende temperamentkenmerken gaan daarnaast ook gepaard met verschillende scores op werkgeheugen. Ten slotte presteren introverte kinderen anders op school wanneer ze korter of langer slapen. Extraverte kinderen of kinderen met veel of weinig Effortful Control en Negative Affectivity presteren niet anders na een verschillende slaapduur. Naast deze uitkomsten zijn er geen andere verbanden gevonden.

Het is erg belangrijk geweest om op zoek te gaan naar samenhang tussen slaap en schoolprestaties en wat voor rol temperament hierbij speelt. Om verklaringen te geven voor verschillen in invloed van slaapduur en verschillende prestaties op cognitieve taken en school is het nodig om de oorzaak/oorzaken te vinden van deze verschillen. Met de bevindingen van huidig onderzoek kan worden gezegd dat schoolprestaties dus niet alleen worden beïnvloedt door de cognitieve capaciteiten, maar ook door de slaap die het kind krijgt en het temperament dat het kind heeft. De uitkomsten die uit de huidige studies zijn verkregen, kunnen nog niet in de praktijk worden geïmplementeerd. Er is te weinig consistentie in de veronderstelde relaties te zien, maar met behulp van deze studie is inzicht gekomen in punten die in vervolgonderzoek meegenomen kunnen worden. Hierdoor kunnen mogelijke oorzaken in verschillende schoolprestaties worden verklaard. Concluderend: er is nog veel te onderzoeken op het gebied van slaap, schoolprestaties en temperament. Uit huidig onderzoek zijn voor dit toekomstige onderzoek genoeg aanknopingspunten naar voren gekomen.

### **Literatuur**

- Agresti, A., & Franklin, C. (2009). *Statistics: the art and science of learning from data*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Ahadi, S.A. & Rothbart, M.K. (1994). Temperament and the development of personality. *Journal of Abnormal Psychology, 103*, 55-66.
- Altena, E. (2001). Slaap en slaapstoornissen bij kinderen. *Neuropraxis, 5*, 1-6
- Anderson, P. (2013). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology, a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence, 8*, 71-82.
- Ashby, F.G., Isen, A.M. & Turken, A.U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review, 106*, 529-550.

- Astill, R.G., Van der Heijden, K.B., Van IJzendoorn, M.H. & Van Someren, E.J.W. (2012). Sleep, cognition, and behavioural problems in school-age children: A century of research meta-analyzed. *Psychological Bulletin*, *138*, 1109-1138.
- Banks, S. & Dinges, D.F. (2007). Behavioral and psychological consequences of sleep restriction. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *3*, 519-528.
- Broeren, S. & Murris, P. (2010). A psychometric evaluation of the behavioral inhibition questionnaire in a non-clinical sample of Dutch children and adolescents. *Child Psychiatry Human Development Journal*, *4*, 214-229.
- Bruni, O., Ottaviano, S., Guidetti, V., Romoli, M., Innocenzi, M., Cortesi, F. & Gianotti, F. (1996). The Sleep Disturbance Scale for Children (SDSC) Construction and validation of an instrument to evaluate sleep disturbances in childhood and adolescence. *Journal of Sleep Research*, *5*, 251-261.
- Bush, G., Luu, P. & Posner, M.I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences*, *4*, 215-222.
- Cajochen, C., Knoblauch, V., Krauchi, K., Renz, C. & Wirz-Justice, A. (2001). Dynamics of frontal EEG activity, sleepiness and body temperature under high and low sleep pressure. *Neuroreport*, *12*, 2277-2281.
- Calkins, S. & Degnan, K. (2005). Temperament in early development. In R.T. Ammerman (Ed.). *Comprehensive handbook of personality and psychopathology: vol 3. Child psychopathology*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Capaldi, D.M. & Rothbart, M.K. (1992). Development and validation of an early adolescent temperament measure. *The Journal of Early Adolescence*, *12*, 153-173.
- Carey, W.B. (1974). Night wakening and temperament in infancy. *The Journal of Pediatrics*, *84*, 756-758.
- Chee, M.W. & Choo, W.C. (2004). Functional imaging of working memory after 24 hr of total sleep deprivation. *Journal of Neuroscience*, *24*, 4560-4567.
- Chess, S. & Thomas, A. (1996). *Temperament: Theory and Practice*. New York, NY: Brunner-Mazel.
- Dewald, J.F., Meijer, A.M., Oort, F.J., Kerkhof, G.A. & Bögels, S.M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, *14*, 179-189.
- Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, *333*, 959-964.
- Dorrian, J., Rogers, N.L., Dinges, D.F. & Kushida, C.A. (2005). *Psychomotor vigilance*

- performance: neurocognitive assay sensitive to sleep loss, Sleep Deprivation: Clinical Issues, Pharmacology and Sleep Loss Effects.* New York, NY: Marcel Dekker Inc.
- Driesen, L. (1999). *Mama, ik kan niet slapen: hoe kinderen met slaapproblemen helpen?* Zwolle, Nederland: Garant.
- Eggermont, L.P.H., Swaab, D., Luiten, P. & Scherder, E. (2006). Exercise, cognition and Alzheimer's disease: More is not necessarily better. *Neuroscience Biobehavioral Review*, 30, 563-75.
- Ellis, L.K. & Rothbart, M.K. (2001). *Revision of the early adolescent temperament questionnaire.* Minneapolis, MN: University of Oregon.
- El-Sheikh, M. & Buckhalt, J.A. (2005). Vagal regulation and emotional intensity predict children's sleep problems. *Development Psychobiology*, 46, 307-317.
- Fernandez-Mendoza, J., Calhoun, S., Bixler, E.O., Pejovic, S., Karatarki, M., Liao, D.,... Vgontzas, A.N. (2010). Insomnia with Objective Short Sleep Duration is Associated with Deficits in Neuropsychological Performance: A General Population Study. *Sleep*, 33, 459-465.
- Geiger, A., Achermann, P. & Jenni, O.G. (2010). Association between sleep duration and intelligence scores in healthy children. *Developmental Psychology*, 46, 949-954.
- Goodman, R. (2001). Psychometric properties of the strengths and difficulties questionnaire. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40, 1337-1345.
- Jenni, O.G. & Carskadon, M.A. (2007). Sleep behavior and sleep regulation from infancy through adolescence: normative aspects. *Sleep Medicine Clinics*, 2, 321-329.
- Jenni, O.G., Fuhrer, H.Z., Iglowstein, I., Molinari, L. & Largo, R.H. (2005). A Longitudinal Study of Bed Sharing and Sleep Problems Among Swiss Children in the First 10 Years of Life. *Pediatrics*, 115, 233-240.
- Jones, K. & Harrison, Y. (2001). Frontal lobe function, sleep loss, and fragmented sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 5, 463-475.
- Knuistingh-Neven, A. & Eekhof, J. (2008). Slaapstoornissen bij jonge kinderen. *Huisarts en wetenschap*, 51, 690-692.
- Lightfoot, C., Cole, M. & Cole, S.R. (2009). *The Development of children (6<sup>th</sup> ed.)*. New York, NY: Worth Publishers.
- Lim, J. & Dinges, D.F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136, 375-389.
- Logan, G.D., Schachar, R.J. & Tannock, R. (1997). Impulsivity and inhibitory control. *Psychological Science*, 8, 60-64.

- McGrew, K. (2011). *Brain or neural efficiency: Is it quickness or timing?* Verkregen op 6 juli 2013, van <http://www.imhome.org/index.php/latest-news/entry/brain-or-neural-efficiency-is-it-quickness-or-timing.html>.
- Mindell, J.A. & Meltzer, L.J. (2008). Behavioural sleep disorders in children and adolescents. *Annals of the Academy of Medicine*, 37, 722-728.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witski, A.H., Howerter, A. & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Murris, P., Meesters, C. & Blijlevens, P. (2007). Self-reported reactive and regulative temperament in early adolescence: Relations to internalizing and externalizing problem behavior and "Big Three" personality factors. *Journal of Adolescence*, 30, 1035-1049.
- Muzur, A., Pace-Schott, E.F. & Hobson, J.A. (2002). The prefrontal cortex in sleep. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 475-481.
- Owens, J. (1997). Child temperament, parenting discipline style, and daytime behavior in childhood sleep disorders. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 18, 314-321.
- Petersen, A.C., Crockett, L., Richards, M. & Boxer, A. (1987). A self-report measure of pubertal status: Reliability, validity, and initial norms. *Journal of Youth and Adolescence*, 17, 117-133.
- Rothbart, M.K. (1981). Measurement of temperament in infancy. *Child Development*, 52, 569-578.
- Rougier, N.P., Noelle, D.C., Braver, T.S., Cohen J.D. & O'Reilly, R.C. (2005). Prefrontal cortex and flexible cognitive control: rules without symbols. *PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, doi: 10.1073.
- Sadeh, A. (1996). Evaluating night wakings in sleep-disturbed infants: A methodological study of parental reports and actigraphy. *Sleep*, 19, 757-762.
- Sadeh, A., Gruber, R. & Raviv, A. (2002). Sleep, neurobehavioral functioning and behavior problems in school-age children. *Child Development*, 73, 405-417.
- Sadeh, A., Lavie, P. & Scher, A. (1994). Sleep and temperament: maternal perceptions of temperament of sleep-disturbed toddlers. *Early Education and Development*, 5, 311-322.
- Sanson, A. & Rothbart, M.K. (1995). *Child temperament and parenting*. Melbourne,

Australia: University of Melbourne.

- Steenari, M., Vuontela, V., Paavonen, E.J., Carlson, S., Fjällberg, M. & Aronen, E.A. (2003). Working memory and sleep in 6-to 13-year-old schoolchildren. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42, 85-92.
- Swanson, H.L. & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96, 471-491.
- Weiler, M.D., Harris, N.S., Marcus, D.J., Bellinger, D., Kosslyn, S.M. & Waber, D.P. (2000). Speed of information processing in children referred for learning problems: performance on a visual filtering test. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 538-550.
- Weissbluth, M. (1984). Sleep duration, temperament, and Conner's rating of 3-year-old children. *Journal of Development and Behavioral Pediatrics*, 5, 120-123.
- Werner, H., LeBourgeois, M.K., Geiger, A. & Jenni, O.G. (2009). Assessment of chronotype in four- to eleven-year-old children: reliability and validity of the children's chronotype questionnaire (CCTQ). *Chronobiology International*, 26, 992-1014.
- Wolfe, C.D. & Bell, M.A. (2003). Working memory and inhibitory control in early childhood: Contributions from physiology, temperament, and language. *Developmental Psychobiology*, 44, 68-83.