

Slaap en cognitief functioneren

Een onderzoek naar de invloed van slaapduurvermindering op de aandacht- en werkgeheugenfuncties bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar

Floor Boerstra
November 2011
Onder begeleiding van: dr. K.B. van der Heijden



Universiteit Leiden

Gegevens student

Naam : Floor Boerstra
Adres : Warmoezierstraat 21
Postcode : 2613 VG
Woonplaats : Delft
Telefoon : 0615176844
Email : f.boerstra@umail.leidenuniv.nl
Studentnummer : 0632139
Afstudeerrichting : Orthopedagogiek
Studiejaar : 2010-2011
Aantal studiepunten : 20

Gegevens begeleiding

Naam : dr. K.B. van der Heijden
Adres : Universiteit Leiden, afdeling Orthopedagogiek
Postbus 9555
Postcode en plaats : 2300 RB Leiden
Telefoon : 071-527 3876
Email : kbheijden@fsw.leidenuniv.nl

Voorwoord

Voor u ligt mijn masterscriptie welke het resultaat is van een onderzoek naar de invloed van experimentele slaapduurvermindering op de aandacht en het werkgeheugen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie. Bij het verwezenlijken van dit onderzoek zijn verschillende mensen betrokken geweest en die wil ik op deze manier graag bedanken.

Allereerst wil ik graag de scholen, ouders en kinderen bedanken voor hun deelname aan het onderzoek. Zonder hen zou het onderzoek niet mogelijk zijn geweest. Daarnaast wil ik ook mijn begeleider, Kristiaan van der Heijden, bedanken voor de prettige begeleiding en ondersteuning tijdens het onderzoek en het schrijven van mijn scriptie.

Floor Boerstra
Leiden, november 2011

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inhoudsopgave.....	5
Samenvatting	6
1. Inleiding	7
2. Methoden	13
2.1 Onderzoeksgroep	13
2.2 Procedure.....	13
2.2.1 Procedure testafname.....	14
2.3 Instrumenten	14
2.3.1 Vragenlijst Algemene Gegevens (VAG)	15
2.3.2 Vragenlijst Slaapgewoonten van het kind (CSHQ)	15
2.3.3 Slaaplogboek	15
2.3.4 Cijferreeksen Voorwaarts en Achterwaarts (subtest WISC-IIIINL).....	16
2.4 Data-analyse	17
2.4.1 Data inspectie	17
2.4.2 Statistische analyses	18
3. Resultaten	19
3.1 Data inspectie	19
3.1.1 Slaapgegevens	19
3.1.2 Cijferreeksen.....	20
4. Discussie	24
4.1 Conclusie en discussie	24
4.2 Sterke punten en beperkingen	26
4.3 Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	27
4.4 Implicaties voor in de praktijk	28
5. Literatuur	29
Bijlage 1: Variaties slaapschema.....	33

Samenvatting

Binnen de huidige studie werd ingegaan op een mogelijk verband tussen experimentele slaapduurvermindering en de aandacht en het werkgeheugen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie. De onderzoeksgroep bestond uit 30 kinderen (gemiddelde leeftijd = 9,9 jaar), waarvan 18 meisjes en 12 jongens. Kinderen sliepen gedurende drie weken volgens een vooraf vastgesteld slaapschema. De eerste week van het slaapschema was een baselineperiode en in de tweede en derde week vond een experimentele slaapduurvermindering of -verlenging plaats van één uur gedurende drie opeenvolgende nachten. In dit onderzoek werd alleen naar de slaapduurverminderingssperiode gekeken. Om de aandacht en het werkgeheugen bij de kinderen te meten, is een subtest van de WISC-IIIINL, Cijferreeksen (Voor- en Achterwaarts), afgenomen. De Cijferreeksen is een test die een beroep doet op het (fonologisch) korte termijn geheugen, het concentratievermogen, het werkgeheugen en, daarmee samenhangend, de aandacht van kinderen. De test werd zowel in de baselineperiode als in de slaapduurverminderingssperiode bij de kinderen afgenomen. De resultaten wezen uit dat er geen significant verschil bestaat tussen de totaalscore op de Cijferreeksen in de baseline- en de slaapduurverminderingssperiode. Kinderen met een slaapduurvermindering van één uur gedurende drie opeenvolgende nachten hebben dus geen significant slechtere aandacht- en werkgeheugenfuncties ten opzichte van kinderen zonder deze slaapduurvermindering. Wel bleek er een significant verschil binnen de mate van slaapduurvermindering in relatie tot de aandacht en het werkgeheugen. Implicaties voor verder onderzoek en de praktijk worden besproken.

1. Inleiding

Al decennia lang wordt er onderzoek gedaan naar slaap en de invloed hiervan op het cognitief functioneren (Berry & Webb, 1985; Blagrove, Alexander & Horne, 1995; Kim et al., 2001; Webb & Levy, 1982). Dit is niet verwonderlijk, want uit onderzoek blijkt dat slaapproblemen en tekorten in slaap een negatieve invloed hebben op het (cognitief) functioneren van mensen (Alhola & Polo-Kantola, 2007; Deak & Stickgold, 2010). Cognitief functioneren heeft betrekking op veel zaken in ons dagelijkse leven. Zo zijn cognitieve functies onder andere nodig bij lezen, hoofdrekenen, het herkennen van gezichten, maar bijvoorbeeld ook bij autorijden. Een verminderd cognitief functioneren zou mogelijk dus verstrekkende gevolgen kunnen hebben.

Ondanks het feit dat er al veel onderzoek is gedaan naar slaapttekort en de invloed hiervan op het cognitief functioneren zijn deze studies voornamelijk gericht op volwassenen en is er nog weinig experimenteel onderzoek verricht bij kinderen. Een goede nachtrust is echter essentieel voor de ontwikkeling van jonge kinderen en, net als bij volwassenen, voor hun cognitief functioneren, en daarmee de schoolprestaties overdag (Sadeh, Raviv & Gruber, 2000). Dit wordt onderschreven door longitudinaal onderzoek van Touchette, Petit, Séguin, Boivin, Tremblay & Montplaisir (2007). Uit deze studie blijkt dat een chronisch ingekorte slaapduur van slechts één uur per nacht, met name tijdens de eerste drie levensjaren van een kind, op latere leeftijd kan zorgen voor verminderde resultaten op cognitieve taken. Ook Sadeh, Gruber en Raviv (2003) toonden in hun onderzoek aan dat kinderen die drie opeenvolgende nachten per nacht een kortere slaapduur hadden, gemiddeld 41 minuten korter dan gewoonlijk, verminderde prestaties lieten zien op verschillende cognitieve taken. Kinderen die gedurende deze drie opeenvolgende nachten juist een langere slaapduur hadden, gemiddeld 35 minuten langer dan normaal, lieten daarentegen betere cognitieve prestaties zien.

Uit onderzoek van Iglowstein, Jenni, Molinari en Largo (2003) is gebleken dat kinderen tegenwoordig korter slapen dan enkele decennia geleden. Kinderen gaan over de jaren heen later naar bed, maar het tijdstip van opstaan is niet veranderd. Hierdoor kan er een slaapttekort ontstaan. Tevens blijkt uit onderzoek van de Nederlandse vereniging voor Slaap- en Waak onderzoek (NSWO) (2008) dat 30% van de Nederlandse kinderen problemen heeft bij het slapen. Kinderen tot tien jaar hadden voornamelijk last van in- en/of doorslaapproblemen en jongeren tussen de elf en achttien jaar hadden naast deze problemen ook veel problemen bij het wakker worden. Ook dit kan, wanneer deze slaapproblemen tot op latere leeftijd blijven voortbestaan, resulteren in een slaapttekort.

Zoals eerder genoemd, is er slechts weinig experimenteel onderzoek verricht naar de invloed van slaapttekort op het cognitief functioneren bij kinderen. Studies die deze invloed van tekorten in slaap op het cognitief functioneren bij kinderen wèl hebben onderzocht, zijn daarentegen vaak studies in de klinische populatie (Blunden, Lushington, Kennedy, Martin, & Dawson, 2000; Emancipator et al., 2006; Kennedy et al., 2004; Rhodes et al., 1995). Daarnaast betroffen veel onderzoeken, met name studies waarbij objectieve technieken (bijv. polysomnografie) werden gebruikt om slaap te beoordelen, vooral jonge kinderen of adolescenten (Sadeh & Gruber, 1998, zoals beschreven in Sadeh, Raviv & Gruber, 2000). Ten slotte zijn er slechts weinig experimenteel gemanipuleerde studies naar de invloed van verminderde slaap op het cognitief functioneren (Sadeh, 2007; Sadeh, Gruber & Raviv, 2003). Veel onderzoeken zijn namelijk associatiestudies, wat inhoudt dat relaties die in deze onderzoeken zijn gevonden niet direct als zodanig (causaal) mogen worden geïnterpreteerd.

In de wetenschap dat voldoende slaap belangrijk is en dat er nog weinig experimenteel onderzoek is verricht naar de relatie tussen slaapttekort en het cognitief functioneren bij kinderen, kan men stellen dat experimenteel onderzoek naar slaapttekort en de invloed op het cognitief functioneren dan ook erg belangrijk is. Daarnaast is de maatschappelijke relevantie op dit moment groot. Daar kinderen minder slapen dan voorheen en steeds meer kinderen kampen met slaapproblemen, met grote gevolgen voor hun toekomstig functioneren. De huidige studie zal om die reden verder ingaan op het effect van tekorten in slaap op de cognitieve functies bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie.

Slaap is, zoals benoemd, erg belangrijk voor de ontwikkeling van kinderen en kan worden beschouwd als een periodiek optredende en noodzakelijke periode van rust die wordt gekenmerkt door een verminderd bewustzijn van de omgeving. Als gevolg daarvan levert dit een verhoogde reactiedrempel op voor externe stimuli (Stores, 2001; Verbraecken, 2011). Tijdens de slaap kan het lichaam zich, zowel in fysisch als psychisch opzicht, herstellen van de inspanningen die overdag zijn geleverd en kan het reserves opbouwen voor de dag die volgt (Boer, 2010; Verbraecken, 2011). Daarnaast speelt slaap een belangrijke rol bij de verwerking en het opslaan van informatie die overdag verworven is (Boer, 2010; Verbraecken, 2011). Het verwerken en opslaan van informatie die men overdag verworven heeft, gebeurt zowel tijdens de rapid-eye movement sleep (REM-slaap) als de non-rapid-eye movement sleep (nREM-slaap), welke samen de slaapcyclus vormen. Gedurende de nacht doorloopt men deze slaapcyclus meerdere keren, waarin de

verschillende slaapfasen (REM- en nREM-slaap) elkaar afwisselen (Carskadon & Dement, 2000; Verbraecken, 2011). De REM-slaap kenmerkt zich door snelle oogbewegingen en een hoge hersenactiviteit (Boer, 2007; Carskadon & Dement, 2000). De nREM-slaap, ook wel diepe slaap genoemd, wordt daarentegen gekenmerkt door een lage hersenactiviteit in de frontale corticale gebieden (Boer, 2007; Carskadon & Dement, 2000; Muzur, Pace-Schott & Hobson, 2002).

Tekorten in slaap hebben, zoals eerder beschreven, een negatieve invloed op het cognitief functioneren van mensen. Met name cognitieve functies als aandacht en werkgeheugen zijn, door verminderde slaap, snel aangedaan (Alhola & Polo-Kantola, 2007; Banks & Dinges, 2007; Choo, Lee, Venkatraman, Sheu & Chee, 2005; Durmer & Dinges, 2005; Lim & Dinges, 2010; Verbraecken, 2011). Deze studies zijn echter enkel gericht op volwassenen. Soortgelijke onderzoeken uitgevoerd bij kinderen, dit zijn er slechts enkele, wezen echter hetzelfde uit (Buckhalt, El-Sheikh, Keller & Kelly, 2009; Sadeh, 2007; Sadeh, Gruber & Raviv, 2002; Steenari, Vuontela, Paavonen, Carlson, Fjällberg & Aronen, 2003).

De prefrontale cortex, welke een rol speelt bij zowel aandacht- als werkgeheugfuncties (Posner & Rothbart, 2007; Van Zomeren & Eling, 2009), is bijzonder gevoelig voor slaap, zo blijkt uit recente onderzoeksgegevens (Muzur, Pace-Schott & Hobson, 2002). Na slaaptkort zou er namelijk abnormale hersenactiviteit plaatsvinden in de prefrontale cortex (Chee & Choo, 2004; Drummond, Brown, Gillin, Stricker, Wong & Buxtonen, 2000; Thomas et al., 2000). Om die reden zijn nu juist aandacht en werkgeheugen door tekorten in slaap snel aangedaan.

Aandacht, een veelzijdig begrip, kan worden omschreven als een serie verschillende, complexe processen die informatie vanuit de omgeving detecteren, selecteren en verwerken om zo een optimale taakverrichting te bewerkstelligen (Geurts & Huizinga, 2011; Van Zomeren & Eling, 2009). Tijdens deze processen zijn verschillende delen van de hersenen actief, beïnvloeden elkaar en werken onderling met elkaar samen.

Het aandachtsnetwerk bestaat, volgens het neuroanatomisch model van Posner en Petersen (1990), uit drie delen, te weten; het vigilantienetwerk, het posterieure aandachtsnetwerk en het anterieure aandachtsnetwerk.

Het vigilantienetwerk speelt een belangrijke rol bij het optimaal presteren op verschillende (neuro)cognitieve taken. Dit systeem zorgt namelijk voor een aanhoudend niveau van waakzaamheid, (men concentreert zich gedurende een langere periode op een bepaalde prikkel) en wordt ook wel volgehouden aandacht genoemd. Verhoogde waakzaamheid zorgt hierbij voor een snellere informatieverwerking. Het vigilantienetwerk

bestaat uit de hersenstam, de locus coeruleus, de intralaminaire thalamuskernen en de rechtsfrontale cortex van het brein en wordt gereguleerd door de neurotransmitter norepinephrine, beter bekend als noradrenaline (Posner & Rothbart, 2007; Van Zomeren & Eling, 2009). Sadeh, Gruber & Raviv (2002) toonden in hun onderzoek naar het verband tussen slaap en neurobehavioral functioneren (NBF) bij kinderen in de schoolgaande leeftijd aan dat volgehouden aandacht wordt geassocieerd met gefragmenteerde slaap. Gefragmenteerde slaap wordt gekenmerkt door veelvuldig en langdurig wakker worden tijdens het slapen, wat een kortere slaapduur en slaapttekort impliceert. Naar verwachting zullen kinderen met een experimenteel verminderde slaapduur dan ook slechter presteren op taken die volgehouden aandacht meten.

Het posterieure aandachtsnetwerk is belangrijk bij het losmaken en verschuiven van de aandacht en stuurt de selectieve aandacht aan. Bij optimale selectieve aandacht wordt de aandacht geheel gericht op een bepaalde prikkel en wordt niet afgeleid door andere (onbelangrijke) stimuli in de omgeving. Het posterieure aandachtsnetwerk wordt gereguleerd door de neurotransmitter acetylcholine en is onder andere gelokaliseerd in de achterste pariëtaalkwab, de infero-temporale cortex, de colliculus superior en de laterale pulvinare nucleus (Posner & Rothbart, 2007; Van Zomeren & Eling, 2009). Uit verschillende klinische observaties en beschrijvingen van kinderen met onvoldoende of verstoorde slaap is gebleken dat er onder andere vaak problemen worden ervaren met de gerichte aandacht (Dahl, 1996). Naar verwachting zullen kinderen met een experimenteel verminderde slaapduur dan ook verminderde prestaties laten zien op taken die gerichte aandacht meten.

Het anterieure aandachtsnetwerk, ook wel het executieve aandachtsnetwerk genoemd, heeft een sturende en controlerende (superviserende) werking op cognitieve processen (Van Zomeren & Eling, 2009). Het netwerk wordt geassocieerd met het verbeteren van de intensiteit van de aandacht op specifieke cognitieve taken en speelt dus een belangrijke rol bij taken die een actieve taakgerichtheid vereisen (Anderson, Northam, Hendy & Wrennall, 2001; Van Zomeren & Eling, 2009). Het executieve aandachtsnetwerk wordt gereguleerd door de neurotransmitter dopamine en omvat het voorste deel van de gyrus cinguli, een deel van de basale ganglia, voornamelijk de nucleus caudatus, en de laterale cortex van de linkerfrontaalkwab (Posner & Rothbart, 2007; Van Zomeren & Eling, 2009). Dit laatst genoemde gedeelte van het brein, wat door enkelen ook wel wordt beschouwd als de locus van de 'central executive', is, volgens het model van Baddeley (1998, zoals beschreven in Van Zomeren & Eling, 2009), de kern van het werkgeheugen. Het werkgeheugen kan worden omschreven als een tijdelijke opslagplaats in het brein

waarin taak-relevante informatie kan worden gehandhaafd en worden gemanipuleerd om zo complexe cognitieve taken, als lezen en hoofdrekenen, te kunnen uitvoeren (Andrés, 2003). Aandacht, in dit geval executieve aandacht, en werkgeheugen zijn op die manier onlosmakelijk met elkaar verbonden. Niet-experimenteel onderzoek van Steenari en collega's (2003) naar de relatie van slaap en geheugenfuncties bij schoolgaande kinderen, waarbij gebruik werd gemaakt van de n-Back taken (audio-en visueel-ruimtelijke geheugentaken met drie verschillende zwaarte niveaus) om werkgeheugen te meten, heeft aangetoond dat een lagere slaapefficiëntie en een langere slaaplententie werden geassocieerd met meer fouten op de werkgeheugentaken. Daarnaast vonden zij ook een correlatie tussen een kortere slaapduur en slechtere prestaties op een werkgeheugentaak, maar enkel op het hoogste zwaarte niveau. Verwacht wordt dat kinderen met een experimenteel verminderde slaapduur ook verminderde prestaties zullen laten zien op taken die werkgeheugen meten.

In dit onderzoek zal verder worden ingegaan op het effect van experimentele slaapduurvermindering op de cognitieve functies, aandacht en werkgeheugen in het bijzonder, van kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. Slaap wordt hierbij experimenteel gemanipuleerd door kinderen gedurende de drie weken van het onderzoek te laten slapen volgens een vooraf gesteld slaapschema. Naar aanleiding van het bovenstaande kan de volgende onderzoeksvraag worden geformuleerd;

In hoeverre is er een relatie tussen experimentele slaapduurvermindering en de cognitieve functies aandacht en werkgeheugen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zullen drie deelvragen worden opgesteld, te weten;

1. Is er een relatie tussen slaapduurvermindering van één uur per nacht, gedurende drie opeenvolgende nachten, en aandacht bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie?
2. Is er een relatie tussen slaapduurvermindering van één uur per nacht, gedurende drie opeenvolgende nachten, en werkgeheugen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie?
3. Is er een modererend effect van de mate van slaapduurvermindering (gemeten in minuten) en aandacht en werkgeheugen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie?

Eerder onderzoek ondersteunt de hypothesen dat kinderen met een experimenteel verminderde slaapduur minder goed presteren op taken die aandacht en werkgeheugen meten in vergelijking met hun prestaties gemeten zonder deze experimentele manipulatie. Slaapduurvermindering zal naar alle waarschijnlijkheid de frontale corticale gebieden negatief beïnvloeden wat resulteert in verminderde aandacht en een verminderd werkgeheugen.

Uit eerder onderzoek is echter gebleken dat een dergelijk slaapexperiment slechts bij 65 % van de participanten slaagt (= slaapduurvermindering van > 30 min.) (Sadeh, Gruber & Raviv, 2003). Om die reden zal er in dit onderzoek dan ook worden nagegaan of er daadwerkelijk slaapduurvermindering heeft plaatsgevonden aan de hand van de experimentele manipulatie.

Het doel van deze studie is om meer inzicht te verkrijgen in het verband tussen experimentele slaapduurvermindering en het cognitief functioneren, de cognitieve functies aandacht en werkgeheugen in het bijzonder, bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie. De resultaten van dit onderzoek kunnen waardevol zijn voor de praktijk. Vroegtijdige signalering en erkenning van tekorten in slaap en bewustwording van de negatieve invloeden van een verminderde slaapduur op het cognitief functioneren van kinderen kunnen ervoor zorgen, dat eventuele problemen in dit cognitief functioneren wellicht tijdig kunnen worden aangepakt.

2. Methoden

2.1 Onderzoeksgroep

Participanten die hebben deelgenomen aan het huidige onderzoek waren 57 leerlingen (respons 8%), zowel jongens als meisjes, in de leeftijd van acht tot twaalf jaar van tien verschillende reguliere basisscholen in Nederland (respons 21%). Er waren 7 participanten waarvoor het logboek en/of de tests missende waarden bevatten. Deze participanten zijn om die reden uit het databestand verwijderd. Tevens zijn de 19 participanten waarbij de experimentele slaaprestrictie niet gelukt is (= slaapduurvermindering van < 30 min.) uit het databestand verwijderd. De uiteindelijke groep participanten bestond, na verwijdering, uit 30 kinderen, waarvan 18 meisjes (60%) en 12 jongens (40%). De leeftijd van de participanten lag tussen de 8,4 jaar en 11,4 jaar, met een gemiddelde leeftijd van 9,9 jaar ($SD = 0.76$). Van de participanten die hebben deelgenomen aan het onderzoek hadden 17 leerlingen (ernstige) problemen bij het slapen (57%) (totaalscore CSHQ = ≥ 41), 13 leerlingen (43%) hadden, volgens de CSHQ, geen problemen bij het slapen.

2.2 Procedure

Om kinderen voor het huidige onderzoek te werven, zijn er 47 scholen benaderd met de vraag of zij willen deelnemen aan het onderzoek. Met deze scholen werd een week later opnieuw contact opgenomen over een eventuele deelname. Als een school schriftelijk toestemming had gegeven te willen meewerken aan het onderzoek, zijn er aan de leerlingen van de betreffende groepen toestemmingsbrieven voor ouders en schriftelijke informatie over het onderzoek meegegeven. Ouders die samen met hun kind wilden deelnemen aan het onderzoek hebben de toestemmingsbrief ondertekend ingeleverd bij de leerkracht van hun kind. Aan ouders van deelnemende kinderen werd gevraagd voorafgaand aan het onderzoek een aantal vragenlijsten in te vullen. Het invullen van deze vragenlijsten duurde ongeveer 35 minuten. Daarnaast kregen zij instructies, zowel op papier als mondeling, over het slaapschema dat hun kind gedurende het onderzoek volgde.

Om optimale resultaten te behalen, bestonden er twee variaties van het slaapschema, te weten:

- Variant A): basisweek – slaapduurbeperving – slaapduurverlenging.
- Variant B): basisweek – slaapduurverlenging – slaapduurbeperving.

In de basisweek hielden de participanten hun normale bedtijd aan. In dit onderzoek wordt dit de baselineperiode genoemd. In de slaapduurverlenging en slaapduurbeperving gingen de kinderen één uur eerder (slaapduurverlengingsperiode) of één later (slaapduur-

minderingsperiode) naar bed dan zij normaal gewend zijn. Tussen de tweede en de derde experimentele fase is een zogenoemde ‘wash-out’ (uitwis) periode van vier dagen ingelast. Dit om eventuele effecten van de tweede experimentele fase (met slaapduurmanipulatie) op de derde experimentele fase te ondervangen.

Kinderen werden willekeurig aan variant A (donderdag (Ad) of vrijdag (Av)) of B (donderdag (Bd) of vrijdag (Bv)) van het slaapschema toegewezen. Bijlage 1 geeft een overzicht van de variaties op de slaapschema’s. In dit onderzoek wordt enkel gebruik gemaakt van de resultaten die behaald zijn in de basisweek en na experimentele slaapduurbeperving.

2.2.1 Procedure testafname

De afname van de tests vond plaats op de donderdag- en de vrijdagochtend tussen 10:00 uur en 12:00 uur. Voorafgaand aan het onderzoek werd er met school afgesproken op welke dag (donderdag of vrijdag) en in welk lokaal er werd getest. Vervolgens werd er met de leerkracht van het kind afgesproken dat het kind gedurende drie weken, eenmaal per week, op hetzelfde tijdstip zou worden opgehaald om te worden getest.

Tijdens een testsessie werden er vier tests afgenomen, te weten; The Ultimatum Game, Face Reliability Task, Cijferreeksen Voorwaarts en Cijferreeksen Achterwaarts. Het huidige onderzoek richt zich enkel op de twee laatst genoemde tests. Een testafname duurde ongeveer 30 minuten per keer.

Om de testafname zo gestandaardiseerd mogelijk te laten verlopen, werd er gebruikt gemaakt van de Handleiding Testafname. In deze handleiding stonden uitgebreide instructies over de gehele testafname. Deze instructies werden door de studentonderzoeker zo nauwkeurig mogelijk opgevolgd. Tijdens de testafname werden er aantekeningen gemaakt van eventuele bijzonderheden (bijv. kind wordt afgeleid; kind wil niet meewerken; interruptie testafname etc.).

Aan het eind van elke testsessie werd het kind weer naar zijn/haar klaslokaal gebracht. Na afloop van de drie testafnames ontving het kind een slaapdiploma als aandenken met daarop zijn/haar naam, een handtekening van de studentonderzoeker en het logo van de Universiteit Leiden.

2.3 Instrumenten

Voor de huidige studie zijn verschillende instrumenten gebruikt om de slaapduur en de mate van aandacht en werkgeheugen van de participanten te bepalen. Ouders werden voorafgaand aan het onderzoek gevraagd vragenlijsten in te vullen, waarvan er twee voor dit onderzoek worden gebruikt, te weten; de Vragenlijst Algemene Gegevens (VAG) en de

Vragenlijst Slaapgewoonten van het kind (CSHQ). Daarnaast werd hen gevraagd een slaaplogboek over hun kind bij te houden gedurende de drie weken dat dit kind een speciaal vooraf gesteld slaapschema volgde.

2.3.1 Vragenlijst Algemene Gegevens (VAG)

De Vragenlijst Algemene Gegevens (VAG) is een korte vragenlijst die wordt ingevuld door een ouder of verzorger en bestaat uit 12 vragen. Deze 12 vragen hebben betrekking op de achtergrond informatie van het kind te denken valt aan vragen over het geslacht, de leeftijd, de etniciteit en de medische geschiedenis van het kind. Het invullen van deze vragenlijst neemt ongeveer 5 minuten in beslag.

2.3.2 Vragenlijst Slaapgewoonten van het kind (CSHQ)

De Vragenlijst Slaapgewoonten van het kind (CSHQ) is een vragenlijst die de slaapgewoonten van het kind in kaart brengt en wordt vaak gebruikt om slaapproblemen bij kinderen in de leeftijd van vier tot twaalf jaar te signaleren (Waumans, Terwee, Van den Berg, Knol, Van Litsenburg & Gemke, 2010). De vragenlijst wordt ingevuld door een ouder of verzorger en bestaat uit 33 vragen. Deze vragen omvatten uitspraken over de slaapgewoonten van kinderen. Ouders kunnen op een 3-puntsschaal (meestal-soms-zelden) aangeven in hoeverre een uitspraak overeenkomt met de slaapgewoonten van hun kind. Tevens kunnen ouders aangeven of deze slaapgewoonten als problematisch worden ervaren door 'ja' dan wel 'nee' te omcirkelen.

De CSHQ bestaat uit een totaalscore en acht subschalen: weerstand bij het naar bed gaan, vertraging bij het in slaap vallen, slaapduur, angst, aantal keer dat het kind 's nachts wakker wordt, parasomnia's, afwijkende ademhaling tijdens de slaap en slaperigheid overdag. Daarnaast wordt informatie gevraagd over de bedtijd, de tijd van opstaan en totale slaapduur van een kind. Een hogere score op de CSHQ betekent meer slaapproblemen bij het kind. Een score van 41 of hoger op de CSHQ geldt als indicator voor verwijzing naar een slaapspecialist. Kinderen die een totaalscore van 41 of hoger behalen op de CSHQ worden wel meegenomen in het verdere onderzoek, maar resultaten moeten om bovenstaande redenen wel met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

De CSHQ heeft een test-hertest- en een interbeoordelaar-betrouwbaarheid van gemiddeld tot goed en de Cronbach's Alpha van deze vragenlijst varieert van 0.47 tot 0.68. Het invullen van de CSHQ neemt ongeveer 10 minuten in beslag.

2.3.3 Slaaplogboek

Om de slaapduur van de kinderen te bepalen is er gebruik gemaakt van een slaaplogboek. Ouders werd gevraagd elke dag een slaaplogboek bij te houden met daarin onder andere

vragen naar de inslaaptijd, de ontwaaktijd en de manier van ontwaken van het kind. Voor dit onderzoek wordt er enkel gebruik gemaakt van de inslaaptijd en de ontwaaktijd van het kind om zo de slaapduur van het kind te bepalen. Het invullen van het slaaplogboek duurde ongeveer 3 minuten per dag.

2.3.4 Cijferreeksen Voorwaarts en Achterwaarts (subtest WISC-IIIINL)

In dit onderzoek werd er, om aandacht en werkgeheugen te meten, gebruik gemaakt van een subtest van de WISC-IIIINL (Wechsler Intelligence Scale for Children), te weten; Cijferreeksen (zowel Voorwaarts als Achterwaarts). Tijdens deze subtest wordt er een reeks cijfers aan het kind voorgelezen, die het kind vervolgens moet herhalen in ofwel dezelfde volgorde (Voorwaarts) ofwel in omgekeerde volgorde (Achterwaarts) (Kort, Schittekatte, Dekker, Verhaeghe, Compaan & Vermeir, 2005). Het aantal cijfers dat binnen een reeks wordt voorgelezen, loopt op met telkens één cijfer per reeks. De moeilijkheid neemt hierbij dus toe. Er worden steeds twee reeksen (Voor- of Achterwaarts) met hetzelfde aantal cijfers achterelkaar voorgelezen, respectievelijk poging 1 en poging 2. Als het kind deze beide pogingen correct uitvoert (herhalen van de cijferreeks in de juiste volgorde), verdient het kind 2 punten. Als het kind één van beide cijferreeksen (poging 1 of poging 2) niet in de juiste volgorde herhaalt, verdient het kind slechts 1 punt. Als het kind beide pogingen niet correct uitvoert, verdient het kind geen punten en wordt de test beëindigd.

Zowel Cijferreeksen Voorwaarts als Achterwaarts doen een beroep op het (fonologisch) korte termijn geheugen, op het concentratievermogen (Kort et al., 2005) en op het werkgeheugen (Kaldenbach, 2011; Kaneko, Yoshikawa, Nomura, Ito, Yamauchi, Ogura & Honjo, 2010; Verstraeten, Cluydts, Pevernagie & Hoffmann, 2004). Cijferreeksen Voorwaarts kijkt echter slechts naar een deel van het werkgeheugen, de fonologische lus (een onderliggend systeem dat hoofdzakelijk een rol speelt bij het behoud van fonologische informatie gedurende een korte periode) (Hendriks, Dernison, König, 2011; Verstraeten et al., 2004), en doet weinig beroep op de prefrontale cortex (Kaneko et al., 2010). Cijferreeksen Achterwaarts doet daarentegen een beroep op de kern van het werkgeheugen, de 'central executive' (een uitvoerend systeem dat opgeslagen informatie selecteert, transformeert en manipuleert) (Hendriks, Dernison, König, 2011; Verstraeten et al., 2004), en is gerelateerd aan activiteit in de prefrontale delen van het brein (Kaneko et al., 2010).

Aangezien slaaptekort de werking van de prefrontale cortex negatief beïnvloed en met name Cijferreeksen Achterwaarts een beroep doet op dit deel van het brein, is het vanzelfsprekend om alleen de resultaten van deze subtest te bekijken. Uit de literatuur is echter gebleken dat Cijferreeksen Voor- en Achterwaarts een significante correlatie hebben (Verstraeten et al., 2004). Om die reden zal de gezamenlijke totaalscore van Cijferreeksen

Voor- en Achterwaarts worden bekeken. Zoals eerder genoemd, zijn aandacht en werkgeheugen onlosmakelijk met elkaar verbonden. Aandacht zal op die manier eveneens worden bekeken met behulp van de Cijferreeksen.

De betrouwbaarheid van de subtest Cijferreeksen is goed (.87) te noemen (Williams, Lawrence, Weiss & Rolfhus, 2003). De originele Cijferreeksen zijn afgenomen tijdens het eerste testmoment. Tijdens het tweede en derde testmoment zijn twee parallelversies afgenomen. De afdruk per subtest duurt ongeveer 5 minuten.

2.4 Data-analyse

Als afhankelijke variabele in dit onderzoek is de totaalscore op de Cijferreeksen (Voor- en Achterwaarts). De onafhankelijke variabelen zijn de gemiddelde slaapduur en de mate van slaapduurbepanking.

2.4.1 Data inspectie

Om de hoofdvraag van de huidige studie te beantwoorden, zijn er statistische analyses gebruikt. Voordat deze statistische analyses zijn gebruikt, is er eerst een data-inspectie uitgevoerd, zowel univariaat als bivariaat.

Allereerst zijn de participanten waarvoor het logboek en/of de tests missende waarden bevatten, verwijderd uit het databestand, deze werden dus niet meegenomen in verdere analyses. Deze missende waarden zijn opgespoord met een missende variabelen analyse (MVA). Tevens is er gekeken of de experimentele slaapduurvermindering is gelukt (= slaapduurvermindering van > 30 min.). Ook participanten waarbij de slaapduurvermindering niet is gelukt, zijn verwijderd uit het databestand. Vervolgens is er, bij de numerieke variabelen, een univariate data-analyse uitgevoerd om per variabele te onderzoeken of deze normaal verdeeld is en of deze variabele uitbijters vertoont. De Kolmogorov-Smirnov-test werd gebruikt om de normaliteit van de data te bekijken. Deze test is echter erg gevoelig. Om die reden is er tevens gebruik gemaakt van de gestandaardiseerde scheefheid en gepiekttheid, welke minder strikt zijn.

Daarnaast zijn ook de gemiddelden (M), de standaardafwijkingen (SD), de histogrammen met normaalcurves, de Q-Q plots en de boxplots van deze variabelen bekeken. De boxplots van de verschillende variabelen zijn gebruikt om eventuele uitbijters op te sporen. Deze uitbijters zijn dan mogelijk verwijderd als bleek dat deze van invloed waren op de statistische analyses. Voor de categorische variabelen zijn de frequentietabellen, met mediaan en modus, en histogrammen bekeken.

Tenslotte is een bivariate data-analyse uitgevoerd om de variabelen in relatie tot

elkaar te onderzoeken. Eventuele uitbijters die hieruit naar voren kwamen en van invloed waren op de statistische analyses zijn verwijderd.

2.4.2 Statistische analyses

Verscheidende statistische analyses zijn uitgevoerd om de hoofdvraag van het huidige onderzoek, met de daarbij behorende deelvragen, te beantwoorden. Voor de statistische analyses die zijn uitgevoerd, is een significantieniveau van 5% gebruikt ($p \leq .05$).

Om de relatie tussen experimenteel verminderde slaapduur en aandacht en werkgeheugen te meten, is er gebruik gemaakt van een gepaarde t-toets. Er is namelijk sprake van twee afhankelijke groepen (Moore, McCabe & Craig, 2009). Bij het uitvoeren van de gepaarde t-toets is er gekeken of er een significant verschil bestaat tussen de behaalde totaalscores op de tests, Cijferreeksen Voorwaarts en Achterwaarts, in baselineperiode en in de experimentele slaapduurverminderingperiode. Mocht blijken dat er een significant verschil bestaat, dan werd, om de sterkte van het verschil te bepalen, de effectgrootte (Cohen's d) berekend.

Tevens is er gekeken of de mate van slaapduurvermindering, gemeten in minuten, invloed had op de behaalde totaalscores op de tests. Hiertoe is gebruik gemaakt van een eenweg-variantieanalyse. De mate van slaapduurvermindering (aantal minuten) is gecodeerd in drie groepen, respectievelijk met een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten, een slaapduurvermindering van 46 - 60 minuten en met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten, en werd vergeleken met de verschilscore (totaalscore Cijferreeksen baseline – totaalscore Cijferreeksen slaapduurverminderingperiode) op de tests. Mocht blijken dat er een significant verschil bestond, dan werd er met behulp van een post-hoc toets, de LSD, bekeken welke groepen significant van elkaar verschilden.

3. Resultaten

3.1 Data inspectie

Uit de MVA is gebleken dat bij één participant gegevens ontbraken op de afhankelijke variabele, de totaalscore op de Cijferreeksen in de baseline en de totaalscore in de week met slaapbeperking. Deze participant is verwijderd. Daarnaast waren er zes participanten waarbij gegevens uit het logboek over de slaapduur ontbraken. Ook deze participanten zijn niet meegenomen in de verdere statistische analyses. Van de overgebleven participanten waren er 19 waarbij de slaapduurvermindering niet was gelukt (slaapduurvermindering = < 30 min.). Deze participanten zijn tevens verwijderd uit het databestand. Verder zijn er twee uitbijters op afhankelijke variabele, de totaalscore op de Cijferreeksen in de baseline en de totaalscore in de week met slaapduurvermindering, gedetecteerd na het verwijderen van de missende waarden en participanten waarbij slaapduurvermindering niet gelukt was. Deze twee participanten hadden invloed op de statistische analyses en zijn om die reden ook uit het databestand verwijderd.

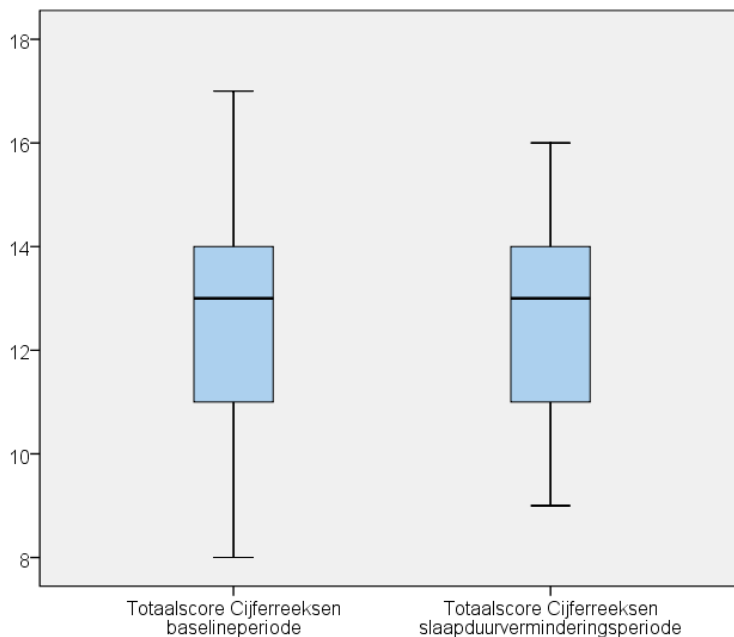
3.1.1 Slaapgegevens

De gemiddelde slaapduur van de overgebleven 30 participanten lag op weekdays tijdens de baselineperiode tussen de 9 uur en 5 minuten tot 11 uur en 7 minuten ($M = 10:14$ uur, $SD = 0:30$ uur) en op weekdays tijdens de experimentele slaapduurbeperking varieerde de gemiddelde slaapduur van 8 uur en 22 minuten tot 10 uur en 15 minuten ($M = 09:24$ uur, $SD = 0:30$ uur). Op basis van de Kolmogorov-Smirnov-test en de standaard scheefheid en gepiekttheid van zowel de gemiddelde slaapduur op weekdays tijdens de baselineperiode als de gemiddelde slaapduur op weekdays tijdens de experimentele slaapduurverminderingperiode kon worden gezegd dat de variabelen normaal verdeeld waren. De histogrammen met de normaalcurven en de Q-Q plots wezen tevens uit dat er sprake was van normaliteit.

Om te kijken of de mate van slaapduurvermindering (gemeten in minuten) invloed had op de behaalde totaalscores van de Cijferreeksen is het aantal minuten slaapbeperking gehercodeerd naar drie groepen. Respectievelijk een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten, een slaapduurvermindering van 46 – 60 minuten en een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten. De onderzoeksgroep bestond uit een groep van 12 participanten (37%) met een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten, een groep van 11 participanten (40%) met een slaapduurvermindering van tussen de 41 en 60 minuten en een groep van 7 participanten (23%) met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten. De mediaan was 2,00 en de modus was 1,00.

3.1.2 Cijferreeksen

De totaalscore van de participanten op de Cijferreeksen (Voor- en Achterwaarts) lag in de baselineperiode tussen de 8,00 en 17,00 met een gemiddelde (M) van 12,37 en met een standaardafwijking (SD) van 2,22. In de experimentele slaapduurverminderingperiode lag de totaalscore van de participanten tussen de 9,00 en 16,00 ($M = 12.50$, $SD = 1.96$) (Figuur 1). De Kolmogorov-Smirnov-test was in de experimentele slaapduurverminderingperiode significant ($p < .05$), wat inhoudt dat de variabele niet normaal verdeeld is. Zoals eerder gezegd is deze test erg gevoelig en om die reden wordt er in dit geval enkel gekeken naar de standaard scheefheid en gepiektheid van de data. Op basis hiervan kon worden gezegd dat er voor beide perioden sprake was van normaliteit. Ook de histogrammen met de normaalcurves en de Q-Q plots wezen uit dat de variabele in beide perioden normaal verdeeld waren.

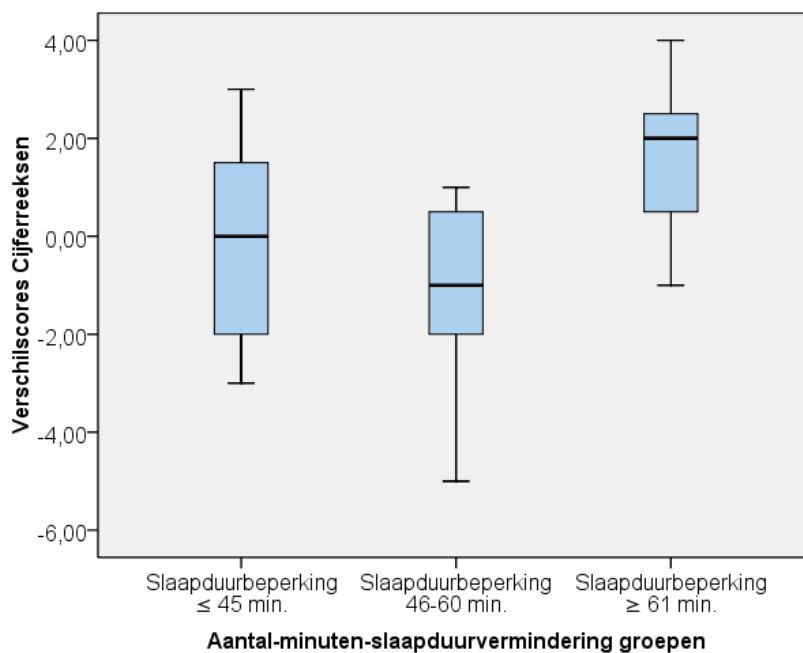


Figuur 1. Boxplots Totaalscore Cijferreeksen in de baselineperiode en in de slaapduurverminderingperiode ($N=30$)

De verschilscore van de participanten (totaalscore Cijferreeksen baseline – totaalscore Cijferreeksen slaapduurverminderingperiode) lag tussen de -5,00 en 4,00, met een gemiddelde (M) van -,133 en een standaardafwijking (SD) van 2,15. Uit de Kolmogorov-Smirnov-test en de standaard scheefheid en gepiektheid is gebleken dat de variabele

normaal is verdeeld. De histogram met de normaalcurve en de Q-Q plot wezen tevens uit er sprake was van normaliteit.

De verschilscores in de drie aantal-minuten-slaapduurvermindering groepen (slaapduurbeperving ≤ 45 min., slaapduurbeperving 46 - 60 min. en slaapduurbeperving ≥ 61 min.) lagen respectievelijk tussen de -3,00 en 3,00 ($M = -.08$, $SD = 1.93$), de -5,00 en 1,00 ($M = -1.27$, $SD = 2.00$) en de -1,00 en 4,00 ($M = 1.57$, $SD = 1.72$) (Figuur 2). De groep met een slaapduurvermindering van 46 - 60 minuten had gemiddeld de laagste score, daaropvolgend de groep met een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten en tot slot de groep met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten, deze groep had gemiddeld de hoogste score. Op basis van de Kolmogorov-Smirnov-test en de standaard scheefheid en gepiekttheid van de drie groepen kon worden vastgesteld dat er sprake was van normaliteit en ook de histogrammen met de normaalcurves en de Q-Q plots wezen uit dat de data normaal waren verdeeld.



Figuur 2. Boxplots verschilscores Cijferreeksen van de drie aantal-minuten-slaapduurvermindering groepen ($N=30$)

Om de totaalscore op de Cijferreeksen in de baselineperiode met de totaalscore op de Cijferreeksen in de slaapduurverminderingperiode te vergelijken, is er gebruik gemaakt van een gepaarde t-toets. De gemiddelde totaalscore van de participanten in de

baselineperiode was 12,37 met een standaardafwijking (*SD*) van 2,22 en in de experimentele slaapduurverminderingperiode was de gemiddelde totaalscore op de Cijferreeksen 12,50 (*SD* = 1.96). De *t*-waarde van de gepaarde *t*-toets (*df* = 29) was -.340, met een *p*-waarde van .74 (Tabel 1). Er is dus sprake van een niet-significant verschil. Het effect van de experimentele slaapduurvermindering op de totaalscore van de Cijferreeksen is nagenoeg nihil (*d* = -0.06). Er bleek echter wel een redelijk verband te zijn (*r* = 0.48, *p* < .01) tussen de totaalscore op de Cijferreeksen in de baselineperiode en in de slaapduurverminderingperiode.

Tabel 1. *Gepaarde t-toets voor baseline- en slaapduurverminderingperiode*

	Baseline		Slaapduurvermindering		<i>t</i>	<i>d</i>
	<i>(n=30)</i>		<i>(n=30)</i>			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Totaalscore						
Cijferreeksen	12.37	2.22	12.50	1.96	-.340	-.06

p* < .05; *p* < .01; ****p* < .001

Om te bepalen of de mate van slaapduurvermindering (gemeten in minuten) van invloed was op de behaalde totaalscores van de Cijferreeksen is er gebruik gemaakt van een eenweg-variantieanalyse. Het effect van de mate van slaapduurvermindering (aantal minuten, gehercodeerd in drie groepen) op de verschilscore (totaalscore Cijferreeksen baseline – totaalscore Cijferreeksen slaapduurverminderingperiode) werd op die manier geanalyseerd.

De Levene's test voor gelijkheid van varianties wees uit dat de varianties aan elkaar gelijk waren (*p* > .05). Tevens was de data normaal verdeeld, zoals is gebleken uit de data-inspectie.

De resultaten van de eenweg-variantieanalyse staan weergegeven in Tabel 2. Op basis van de analyse kon worden vastgesteld dat er een significant verschil bestaat tussen een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten (*n* = 12), een slaapduurvermindering van 46 - 60 minuten (*n* = 11) en een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten (*n* = 7) (*F*(2,27) = 4.734, *p* < .05).

Tabel 2. Eenweg-variantieanalyse voor mate van slaapduurvermindering ($N=30$)

	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Tussen de groepen	34.654	2	17.327	4.734*
Binnen de groepen	98.813	27	3.660	
Totaal	133.467	29		

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Er werd een significant verschil aangetoond en om die reden werd de LSD post-hoc toets bekeken om te onderzoeken welke groepen significant van elkaar verschillen. Uit de post-hoc vergelijkingen kwam naar voren dat er een significant verschil bestaat tussen de slaapduurverminderingsgroep van 46 - 60 minuten en de slaapduurverminderingsgroep van ≥ 61 minuten ($p < .01$) (Tabel 3). De groep met een slaapduurvermindering van 46 - 60 minuten scoorde gemiddeld het laagst ($M = -1.27$, $SD = 2.00$), daaropvolgend de groep met een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten ($M = -.08$, $SD = 1.93$). De groep met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten scoorde gemiddeld het hoogst ($M = 1.57$, $SD = 1.72$).

Tabel 3. LSD Post hoc vergelijkingen mate van slaapduurvermindering ($N=30$)

	I	J	Gemiddelde verschil (I-J)	Sig.
LSD	Slaapduurbep. ≤ 45 min.	Slaapduurbep. 46 - 60 min.	1.189	.148
		Slaapduurbep. ≥ 61 min.	-1.654	.080
	Slaapduurbep. 46 - 60 min.	Slaapduurbep. ≤ 45 min.	-1.189	.148
		Slaapduurbep. ≥ 61 min.	-2.844	.005
	Slaapduurbep. ≥ 61 min.	Slaapduurbep. ≤ 45 min.	1.654	.080
		Slaapduurbep. 46 - 60 min.	2.844	.005

4. Discussie

4.1 Conclusie en discussie

Het doel van deze studie was om meer inzicht te verkrijgen in het verband tussen experimentele slaapduurvermindering en aandacht en werkgeheugen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar in de normale populatie. Hiertoe werden de totaalscores op de Cijferreeksen (subtest WISC-IIIINL), behaald in de baseline- en slaapduurverminderingperiode, geanalyseerd. Op basis van de literatuur was de verwachting dat kinderen na slaapduurvermindering slechter presteerden op tests die een beroep doen op aandacht en werkgeheugen (Buckhalt, El-Sheikh, Keller & Kelly, 2009; Sadeh, Gruber & Raviv, 2002; Steenari, Vuontela, Paavonen, Carlson, Fjällberg & Aronen, 2003). Resultaten gevonden in dit onderzoek konden echter niet aantonen dat een experimentele slaapduurvermindering van één uur per nacht, gedurende drie opeenvolgende nachten, invloed had op de aandacht en het werkgeheugen van kinderen.

Een mogelijke verklaring voor de niet-significante verschillen in aandacht en werkgeheugen tussen de baselineperiode en de experimentele slaapduurverminderingperiode zou kunnen zijn dat de prefrontale cortex, welke een rol speelt bij zowel aandacht- als werkgeheugenfuncties (Posner & Rothbart, 2007; Van Zomeren & Eling, 2009), nog niet volledig is ontwikkeld bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar en dat mogelijke invloeden van de experimentele slaapduurvermindering om die reden (nog) niet gemeten kunnen worden. Uit de literatuur blijkt namelijk dat de prefrontale cortex nog tot ver in de adolescentie in ontwikkeling is (Anderson, Northam, Hendy & Wrennall, 2001; Blakemore & Frith, 2005) en dat tijdens deze cognitieve rijping de executieve controle toeneemt (Kuhn, 2006; Zezalo, 2004). Dit in acht nemend zou onderzoek in de late adolescentie, wanneer de cognitieve functies wel volledig ontwikkeld zijn, de mogelijkheid kunnen bieden andere, wellicht wel significante, resultaten op te leveren.

De kleine verschillen tussen de prestaties in de baseline- en de experimentele slaapduurverminderingperiode zouden mogelijk ook kunnen komen doordat de afwijking van slechts één uur ten opzichte van de optimale slaapduur (zoals geadviseerd door het National Sleep Foundation (NSF) (2011)) niet groot genoeg is om significante verschillen aan te tonen. Volgens het NSF hebben kinderen in de leeftijd van vijf tot twaalf jaar namelijk een nachtrust van tien tot elf uur per nacht nodig. Kinderen in de huidige studie sliepen in de baselineperiode gemiddeld tien uur en 14 minuten per nacht, wat betekent dat zij, volgens het NSF, voldoende slapen voor hun leeftijd. Dit in tegenstelling tot kinderen uit het eerder beschreven onderzoek van Sadeh, Gruber en Raviv (2003) naar de invloed van experimentele slaapduurvermindering op de cognitieve prestaties van kinderen.

Kinderen sliepen in dat onderzoek in de baselineperiode gemiddeld slechts acht uur en 14 minuten. Dit betekent dat zij in de baselineperiode al tenminste twee uur korter sliepen dan voor hun leeftijd wordt geadviseerd. Een in de huidige studie opgelegde slaapduurvermindering van slechts één uur zal naar alle waarschijnlijkheid dan ook niet voor significante verschillen in prestaties hebben gezorgd, omdat de kinderen uit de huidige studie namelijk dan alsnog langer sliepen dan de kinderen in de baselineperiode van het onderzoek van Sadeh en collega's (2003).

Zoals eerder genoemd, heeft 30% van de Nederlandse kinderen problemen bij het slapen, zo blijkt uit onderzoek (NSWO, 2008). Onderzoek van Kahn en collega's (1989, zoals beschreven in Sadeh, Raviv & Gruber, 2000) sluit hierbij aan. Uit rapporten van ouders vonden zij namelijk dat 43% van de kinderen in de leeftijd van acht tot tien jaar slaapproblemen ervaart. Op basis hiervan kan worden verondersteld dat de in de huidige studie onderzochte leeftijdsgroep dus erg gevoelig is voor slaapproblemen. Dit lijkt overeen te komen met de, in dit onderzoek verkregen, totaalscores op de CSHQ. Hieruit komt namelijk naar voren dat maar liefst 57% van de kinderen die deelnamen aan het onderzoek last heeft van problemen bij het slapen. Dit kan de resultaten van het onderzoek mogelijk hebben beïnvloed en vertekend. Met deze bevindingen in het achterhoofd is het dan ook niet verwonderlijk dat er geen significant verband is gevonden tussen slaapduurvermindering en aandacht en werkgeheugen bij kinderen.

In de huidige studie is tevens onderzocht of de mate van slaapduurvermindering een modererend effect had op de aandacht en het werkgeheugen van kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. Er werd een significant verschil gevonden tussen de mate van slaapduurvermindering (aantal minuten, gehercodeerd in drie groepen) en de verschillscore (totaalscore Cijferreeksen baseline – totaalscore Cijferreeksen slaapduurverminderingperiode). De groep kinderen met een slaapduurvermindering van 46 – 60 minuten verschilde significant met de groep kinderen met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten. Kinderen met een slaapduurvermindering van 46 – 60 minuten scoorden gemiddeld het laagst, daaropvolgend de groep met een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten. De groep kinderen met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten scoorde gemiddeld het hoogst. Het lijkt erop dat de aandacht- en werkgeheugenfuncties van de groep kinderen met een slaapduurvermindering van ≤ 45 minuten hetzelfde blijven in vergelijking met de baselineperiode, dat deze functies bij kinderen met een slaapduurvermindering van 46 – 60 minuten juist verbeteren en dat de aandacht- en werkgeheugenfuncties bij kinderen met een slaapduurvermindering van ≥ 61 minuten slechter worden. Dit is opmerkelijk, want naar aanleiding van de literatuur was de verwachting dat kinde-

ren verminderde aandacht- en werkgeheugenfuncties laten zien bij een slaapduurvermindering van ≥ 30 minuten.

Een eventuele verklaring voor dit resultaat zou kunnen zijn dat de drie slaapduurverminderingsgroepen allen erg klein waren en dat deze derhalve meer gevoelig zijn voor eventuele individuele invloeden (bijv. Karakter kind, slaapgewenning, gezondheid, intelligentie). Bij dergelijke kleine verschillen kunnen deze invloeden een relatief grote rol spelen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat de resultaten op toeval gebaseerd zijn daar de verschillen in de mate van slaapduurvermindering tussen de drie groepen marginaal was.

4.2 Sterke punten en beperkingen

Een sterk punt van het huidige onderzoek is dat dit één van de weinige experimenteel gemanipuleerde onderzoeken is die het effect van slaapduurvermindering op aandacht en werkgeheugen van kinderen heeft onderzocht (Sadeh, 2007; Sadeh, Gruber & Raviv, 2003). Dit onderzoek onderscheidt zich om die reden van veel soortgelijke associatiestudies. Daarnaast werd er in de huidige studie gebruik gemaakt van een experimentele slaapduurvermindering van één uur per nacht, gedurende drie opeenvolgende nachten. Dit, in tegenstelling tot veel andere onderzoeken waarbij er slechts één nacht slaapduurbeperving werd opgelegd. Een slaapduurvermindering van één uur per nacht, gedurende drie opeenvolgende nachten, benadert de realiteit echter sterker en geeft derhalve een meer realistisch beeld van de invloed van slaapduurvermindering op de aandacht en het werkgeheugen bij kinderen. Veel studies die de invloed van tekorten in slaap op het cognitief functioneren bij kinderen hebben onderzocht, zijn vaak studies in de klinische populatie (Blunden, Lushington, Kennedy, Martin, & Dawson, 2000; Emancipator et al., 2006; Kennedy et al., 2004; Rhodes et al., 1995). De huidige studie onderzoekt daarentegen kinderen binnen de normale populatie. Tevens betroffen veel onderzoeken vooral jonge kinderen of adolescenten (Sadeh & Gruber, 1998, zoals beschreven in Sadeh, Raviv & Gruber, 2000). Het huidige onderzoek richt zich juist op kinderen in de schoolgaande leeftijd.

Deze studie kent naast sterke punten ook een aantal beperkingen. Om die reden moeten de in dit onderzoek gevonden resultaten dan ook met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Zo kunnen de resultaten niet zomaar gegeneraliseerd worden door de relatief kleine omvang van de groep participanten. Tevens is het mogelijk dat de aandacht en het werkgeheugen van de participanten niet enkel is beïnvloed door de experimentele slaapduurvermindering, maar bijvoorbeeld ook door interne factoren als motivatie, slaperigheid en intelligentie of door externe factoren zoals de interactie testleider-

participant. Deze factoren zijn echter niet meegenomen in het onderzoek, maar kunnen mogelijk wel van invloed zijn geweest op de resultaten. Daarnaast kan het ingaan van de zomertijd (klok wordt één uur vooruit geschoven) gedurende de looptijd van het onderzoek, de resultaten hebben beïnvloed. Deze verandering van tijd heeft wellicht effect gehad op het slaapschema van de kinderen. Kinderen die, volgens het slaapschema, in de slaapduurvermindingsperiode namelijk één uur later naar bed moesten, gingen in principe op hetzelfde tijdstip naar bed als in de baselineperiode. Verder is ieder kind gedurende het onderzoek drie maal getest, waarbij de inhoud van de testafname drie maal hetzelfde was (dezelfde tests werden afgenomen). Hierdoor kan er een eventueel leereffect hebben opgetreden, wat de resultaten wellicht heeft beïnvloed. Dit leereffect is getracht te minimaliseren door gebruik te maken van parallelsessies. Tenslotte zijn de resultaten van het onderzoek mogelijk minder betrouwbaar doordat de tests door verschillende studenten in verschillende situaties zijn afgenomen. Door gebruik te maken van een Handleiding Testafname is er echter wel geprobeerd de testafname zo gestandaardiseerd mogelijk te laten verlopen.

4.3 Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

Om in het vervolg de resultaten te kunnen generaliseren naar de algehele populatie is het van belang dat er een grotere groep participanten wordt onderzocht, om zo een meer realistische weergave van de werkelijkheid te verkrijgen. Tevens is het in vervolg onderzoek raadzaam om ook interne en externe factoren (bijv. motivatie, slaperigheid, intelligentie of interactie testleider-participant), die resultaten mogelijk kunnen beïnvloeden, mee te nemen in het onderzoek. Zo kan de invloed van deze factoren worden uitgesloten en de betrouwbaarheid van het onderzoek worden vergroot. Om aandacht en werkgeheugen bij kinderen te meten, is er in de huidige studie gebruik gemaakt van slechts één test, de Cijferreeksen. Om de betrouwbaarheid van de resultaten te vergroten, is het afnemen van meerdere tests, welke aandacht en/of werkgeheugen meten, in vervolg onderzoek aan te bevelen. Onderzoek naar de mate van slaapduurvermindering is tot dusver nog niet veel uitgevoerd. Dit onderzoek doet echter vermoeden dat de mate van slaapduurvermindering van invloed kan zijn op het cognitief functioneren van kinderen. Voor toekomstig onderzoek is het dan ook belangrijk dat ook de mate van slaapduurvermindering wordt onderzocht. Dit zou wellicht nuttige informatie kunnen opleveren voor de praktijk. Tot slot is er, zoals genoemd, uit de literatuur gebleken dat de prefrontale cortex nog tot ver in de adolescentie in ontwikkeling is (Anderson, Northham, Hendy & Wrennall, 2001; Blakemore & Frith, 2005). Longitudinaal onderzoek zou derhalve een goede uitkomst kunnen bieden om de invloed van slaapduurvermindering en

slaaptekort op het ontwikkelingsverloop van aandacht en werkgeheugen bij kinderen in kaart te brengen.

4.4 Implicaties voor in de praktijk

Het huidige onderzoek levert voorlopig nog geen concrete aanbevelingen op voor in de praktijk. Uit de resultaten van de huidige studie kan namelijk worden geconcludeerd dat slaapduurvermindering geen significante invloed heeft op de aandacht- en werkgeheugenfuncties bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. De tegenwoordig maatschappelijk relevante problemen als late bedtijden en slaapproblemen met een wellicht opgebouwd slaaptekort als gevolg, hebben, naar aanleiding van dit onderzoek, dus een minder grote impact op de cognitieve prestaties van kinderen dan vooraf werd gedacht. Dit, in tegenstelling tot wat in voorgaand onderzoek is gevonden (Buckhalt, El-Sheikh, Keller & Kelly, 2009; Sadeh, Gruber & Raviv, 2002; Steenari, Vuontela, Paavonen, Carlson, Fjällberg & Aronen, 2003). Wel is uit de huidige studie gebleken dat er significante verschillen bestaan in de mate van experimentele slaapduurvermindering en de aandacht en het werkgeheugen bij kinderen. Om dit verder te onderzoeken is vervolg onderzoek raadzaam.

Vooralsnog bestaat er dus nog geen eenduidigheid over óf en hoe slaapduurvermindering de cognitieve functies van kinderen beïnvloed en welke factoren hier eventueel nog meer een rol in spelen. Tot die tijd is het echter wel van belang dat zowel ouders, leerkrachten als clinici zich bewust zijn van de mogelijk negatieve invloeden van slaapduurvermindering en tekorten in slaap op het cognitief functioneren van kinderen. Dit, om vroegtijdige signalering en erkenning van tekorten in slaap te bevorderen en om er voor te zorgen dat eventuele problemen in het cognitief functioneren door slaaptekort wellicht tijdig kunnen worden aangepakt.

5. Literatuur

- Alhola, P. & Polo-Kantola, P. (2007). Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 3 (5), 553–567.
- Anderson, V., Northham, E., Hendy, J. & Wrennall, J. (2001). *Developmental Neuropsychology: A Clinical Approach*. New York: Psychology Press.
- Andrés, P. (2003). Frontal cortex as the central executive of the working memory: Time to revise our view. *Cortex*, 39, 871-895
- Banks, S. & Dinges, D.F. (2007). Behavioral and Physiological Consequences of Sleep Restriction. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 3 (5), 519-528.
- Beebe, D.W. & Gozal, D. (2002). Obstructive sleep apnea and the prefrontal cortex: Towards a comprehensive model linking nocturnal upper airway obstruction to daytime cognitive and behavioral deficits. *Journal of Sleep Research*, 11, 1-16.
- Berry, D.T.R. & Webb, W.B. (1985) Sleep and cognitive functions in normal older adults. *Journal of Gerontology*, 40 (3), 331-335.
- Blagrove, M., Alexander, C. & Horne, J.A. (1995). The effects of chronic sleep reduction on the performance of cognitive tasks sensitive to sleep deprivation. *Applied Cognitive Psychology*, 9, 21-40.
- Blakemore, S.J.- & Frith, U. (2006). *The learning brain. Lessons for education*. Oxford, UK: Blackwell.
- Blunden, S., Lushington, K., Kennedy, D., Martin, J. & Dawson, D. (2000). Behavior and neurocognitive performance in children aged 5-10 years who snore compared to controls. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22 (5), 554-568.
- Boer, F. (2007). Slaapstoornissen. In Verhulst, F.C., Verheij, F. & Ferdinand, R.F. (Red.), *Kinder- en jeugdpsychiatrie: Psychopathologie* (p.213-223). Assen: Koninklijke Van Gorcum.
- Boer, F. (2010). *Als je kind moeilijk slaapt*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Buckhalt, J. A., El-Sheikh, M., Keller, P. S. & Kelly, R.J. (2009). Concurrent and longitudinal relations between children's sleep and cognitive functioning: The moderating role of parent education. *Child Development*, 80 (3), 875-892.
- Carskadon, M.A. & Dement, W.C. (2000). Normal human sleep: An overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 13-23.
- Chee, M.W.L. & Choo, W.C. (2004). Functional imaging of working memory after 24 hr of total sleep deprivation. *The Journal of Neuroscience*, 24 (19), 4560-4567.

- Dahl, R.E. (1996). The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function. *Seminars in Pediatric Neurology*, 3 (1), 44-50.
- Deak, M.C. & Stickgold, R. (2010). Sleep and cognition. *WIREs Cognitive Science*, 1, 491-500.
- Durmer, J.S. & Dinges, D.F. (2005). Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Seminars in Neurology*, 25(1), 117-129.
- Drummond, S.P.A., Brown, G.G., Gillin, J.C., Stricker, J.L., Wong E.C. & Buxtonen, R.B. (2000). Altered brain response to verbal learning following sleep deprivation. *Nature*, 403, 655-657.
- Emancipator, J.L., Storfer-Isser, A., Taylor, H.G., Rosen, C.L., Kirchner, H.L., Johnson, N.L., Zambito, A.M. & Redline, S. (2006). Variation of cognition and achievement with sleep-disordered breathing in full-term and preterm children. *Archives of Pediatrics & Adolescents Medicine*, 160, 203-210.
- Geurts, H.M. & Huizinga, M. (2011). Aandacht en executieve functies. In Swaab, H., Bouma, A., Hendriksen, J. & König, C. (Red.). *Klinische kinderneuropsychologie* (p.169-188). Amsterdam: Boom.
- Hendriks, M., Dernison, R. & König, C. (2011). Geheugen. In Swaab, H., Bouma, A., Hendriksen, J. & König, C. (Red.). *Klinische kinderneuropsychologie* (p.147-167). Amsterdam: Boom.
- Iglowstein, I., Jenni, O. G., Molinari, L., & Largo, R. H. (2003). Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends. *Pediatrics*, 111 (2), 302-307.
- Kaldenbach, Y. (2011). *WISC-IIIINL Profielhypotesen*. Verkregen op 3 mei, 2011, van <http://www2.bsl.nl/secties/kind-en-adolescent/kap/wisc-iii.asp>.
- Kaneko, H., Yoshikawa, T., Nomura, K., Ito, H., Yamauchi, H., Ogura, M. & Honjo, S. (2010). Hemodynamic changes in the prefrontal cortex during digit span task: A near-infrared spectroscopy study. *Neuropsychobiology*, 63, 59-65.
- Kennedy, J.D., Blunden, S., Hirte, C., Parsons, D.W., Martin, A.J., Crowe, E., Williams, D., Pamula, Y. & Lushington, K. (2004). Reduced neurocognition in children who snore. *Pediatric Pulmonology*, 37, 330-337.
- Kim, D.-J., Lee, H.-P., Kim, M.S., Park, Y.-J., Go, H.-J., Kim, K.-S., Lee, S.-P., Chea, J.-H. & Lee, C.T. (2001). The effect of total sleep deprivation on cognitive functions in normal adult male subjects. *Intern Journal Neuroscience*, 109, 127-137.
- Kort, W., Schittekatte, M., Dekker, Verhaeghe, P., Compaan E.L. & Vermeir, G. (2005). *Handleiding en verantwoording*. Amsterdam: Harcourt.

- Kuhn, D. (2006). Do cognitive changes accompany developments in the adolescent brain? *Perspectives on Psychological Science*, 1 (1), 59-67.
- Lim, J. & Dinges, D.F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136 (3), 375-389.
- Moore, D. S., McCabe, G. P. & Craig, B.A. (2009). Introduction to the practice of statistics. New York: Freeman
- Muzur, A. Pace-Schott, E.F. & Hobson, J.A. (2002). The prefrontal cortex in sleep. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 6 (11), 475-481.
- National Sleep Foundation (2011). *Children and Sleep*. Verkregen op 12 oktober, 2011, van <http://www.sleepfoundation.org/article/sleep-topics/children-and-sleep>.
- Nederlandse vereniging voor Slaap- en Waak onderzoek (2008). *Gevolgen slaaproblemen bij kinderen onderschat*. Verkregen op 2 juni, 2011, van <http://www.healthylives.nl/nieuws/ontspanning/20081/september1/gevolgen-slaaproblemen-bij-kinderen-onderschat>.
- Posner, M.I. & Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42
- Posner, M.I. & Rothbart, M.K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23.
- Rhodes, S.K, Shimoda, K.C., Waid, L.R., O'Neil, P.M., Oexmann, M.J., Collop, N.A. & Willi, S.M. (1995). Neurocognitive deficits in morbidly obese children with obstructive sleep apnea. *The Journal of Pediatrics*, 127 (5), 741-744.
- Sadeh, A., & Gruber, R. (1998). Sleep disorders. In A. S. Bellack & M. Hersen (Eds.), *Comprehensive clinical psychology* (pp. 629-653). New York: Pergamon.
- Sadeh, A., Raviv, A. & Gruber, R. (2000). Sleep patterns and sleep disruptions in school-age children. *Developmental Psychology*, 36 (3), 291-301.
- Sadeh, A., Gruber, R. & Raviv, A. (2002). Sleep, neurobehavioral functioning, and behavior problems in school-age children. *Child Development*, 73 (2), 405-417.
- Sadeh, A., Gruber, R., & Raviv, A. (2003). The effects of sleep restriction and extension on school-age children: What a difference an hour makes. *Child Development*, 74 (2), 444-455.
- Sadeh, A. (2007). Consequences of sleep loss or sleep disruption in children. *Sleep Medicine Clinics*, 2, 513-520.
- Steenari, M. R., Vuontela, V., Paavonen, E. J., Carlson, S., Fjallberg, M., & Aronen, E. T. (2003). Working memory and sleep in 6- to 13-year-old schoolchildren. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42 (1), 85-92.

- Stores, G. (2001). *A clinical guide to sleep disorders in children and adolescents*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thomas, M., Sing, H., Belenky, G., Holcomb, H., Mayberg, H., Dannals, R., Wagner, H., Thorne, D., Popp, K., Rowland, L., Welsh, A., Balwinski, S. & Redmond, D. (2000). Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. I. Effects of 24 h of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *Journal of Sleep Research*, 9, 335-352.
- Touchette, E., Petit, D., Seguin, J. R., Boivin, M., Tremblay, R. E., & Montplaisir, J. Y. (2007). Associations between sleep duration patterns and behavioral/cognitive functioning at school entry. *Sleep*, 30 (9), 1213-1219.
- Verbraecken, J. (2011). De fysiologie van slapen en dromen. In Bosch, W. J. H. M., van den. (Red.) *Tijdschrift Praktische en Huisartsgeneeskunde: Slapen en waken* (p. 17-23). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Verstraeten, E., Cluydts, R., Pevernagie, D. & Hoffmann, G. (2004). Executive function in sleep apnea: Controlling for attentional capacity in assessing executive attention. *Sleep*, 27 (4), 685-693.
- Webb, W.B. & Levy, C.M. (1982). Age, sleep deprivation, and performance. *Psychophysiology*, 19 (3), 272-276.
- Williams, P.E., Weiss, L.G. & Rolfhus, E.L. (2003). *WISC-IV technical report: Psychometric properties*. Verkregen op 15 juli, 2011, van <http://translate.google.nl/translate?hl=nl&sl=en&tl=nl&u=http%3A%2F%2Fwww.pearsonassessments.com%2FNR%2Frdonlyres%2F5AFC539B-57A1-4C2B-A8A3-9A6ABE3F2281%2F0%2FWISCIVTechReport2.pdf&anno=2>.
- Zeigler, P.D. (2004). The development of conscious control in childhood. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 12-17.
- Zomer, Van E. & Eling, P. (2009). Aandacht en executieve functies. In Deelman, B., Eling, P., Haan, De E. & Zomer, Van E. (Red.). *Klinische neuropsychologie* (p.215-238). Amsterdam: Boom.

Bijlage 1: Variaties slaapschema

Dag	Weekdag	Variant Ad	Variant Av	Variant Bd	Variant Bv
1	Maandag	START SLAAPMETINGEN (logboek, eventueel actigrafie). <i>Normale slaap</i>	-	START SLAAPMETINGEN (logboek, eventueel actigrafie). <i>Normale slaap</i>	-
2	Dinsdag	<i>Normale slaap</i>	START SLAAPMETINGEN (logboek, eventueel actigrafie). <i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	START SLAAPMETINGEN (logboek, eventueel actigrafie). <i>Normale slaap</i>
3	Woensdag	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>
4	Donderdag	<u>Testsessie</u> <i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<u>Testsessie</u> <i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>
5	Vrijdag	<i>Normale slaap</i>	<u>Testsessie</u> <i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<u>Testsessie</u> <i>Normale slaap</i>
6	Zaterdag	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>
7	Zondag	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>	<i>Normale slaap</i>
8	Maandag	Slaapbeperking	<i>Normale slaap</i>	Slaapverlenging	<i>Normale slaap</i>
9	Dinsdag	Slaapbeperking	Slaapbeperking	Slaapverlenging	Slaapverlenging
10	Woensdag	Slaapbeperking	Slaapbeperking	Slaapverlenging	Slaapverlenging
11	Donderdag	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>	Slaapbeperking	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>	Slaapverlenging
12	Vrijdag	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>
13	Zaterdag	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>
14	Zondag	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>
15	Maandag	Slaapverlenging	<i>Herstelslaap (washout)</i>	Slaapbeperking	<i>Herstelslaap (washout)</i>
16	Dinsdag	Slaapverlenging	Slaapverlenging	Slaapbeperking	Slaapbeperking
17	Woensdag	Slaapverlenging	Slaapverlenging	Slaapbeperking	Slaapbeperking
18	Donderdag	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>	Slaapverlenging	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>	Slaapbeperking
19	Vrijdag	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<u>Testsessie.</u> <i>Herstelslaap (washout)</i>
20	Zaterdag	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i>
21	Zondag	<i>Herstelslaap (washout)</i> EINDE SLAAPMETINGEN	<i>Herstelslaap (washout)</i>	<i>Herstelslaap (washout)</i> EINDE SLAAPMETINGEN	<i>Herstelslaap (washout)</i>
22	Maandag	-	<i>Herstelslaap (washout)</i> EINDE SLAAPMETINGEN	-	<i>Herstelslaap (washout)</i> EINDE SLAAPMETINGEN