

**Wordt bij 9- tot 12 jarigen de samenhang tussen chronotype
en cognitieve functies gemedieerd door slaapduur?**

G.F. Zandbergen

0907545

Masterscriptie, afdeling Orthopedagogiek, Faculteit Sociale
Wetenschappen, Universiteit Leiden, Nederland

juli 2013

Begeleiders

Dr. K.B. van der Heijden

M.C.M. Vermeulen MSc

Abstract

Approximately ten to thirty percent of the children don't get enough sleep. This can cause problems with learning and cognition. Evening-types often experience more sleep problems than morning-types. This study investigates the relationship between chronotype and cognitive performances (sustained attention, inhibition and working memory) and whether this relationship is mediated by sleep duration. The sample consisted 452 children (208 males and 244 females; mean age 10.49 years). Parents filled in the Children's Chronotype Questionnaire to measure chronotype. They also filled in a sleeping diary for a week to measure sleep duration. The children made multiple computer tasks: the Psychomotor Vigilance Task (PVT) to measure sustained attention, the PVT Go/No-Go to measure inhibition and a Digit Span task to measure working memory. Eveningness was associated with less sleep ($\beta = -.10$). Second, sustained attention and inhibition were not associated with chronotype. Evening-types performed better on the working memory task ($\beta = .10$). Third, children with less sleep performed better on the sustained attention ($\beta = .16$) and working memory task ($\beta = -.25$), but worse on the inhibition task ($\beta = .12$). This results show that sleep duration did not mediated the relation between chronotype and sustained attention and inhibition. But the relationship between chronotype and working memory is partially mediated by sleep duration. Evening-types remember a longer string of numbers than morning-types, this can be partially explained because the evening-types sleep shorter. It is important to investigate why these children perform better, despite the shorter sleep duration. Maybe sleep quality has a bigger influence on the cognitive performances than sleep duration. Last, it is important for parents to realize that sleep is important for the development of their children, because prevention is better than intervention.

Inleiding

Slaap is iets wat alle mensen nodig hebben en men brengt gemiddeld een derde van hun leven slapend door (Sejnowski & Destexhe, 2000). Voldoende slaap is van belang om overdag optimaal te kunnen functioneren (Touchette et al., 2007). Kleine kinderen slapen gedurende meer dan de helft van de dag en wanneer zij de schoolleeftijd bereiken, hebben ze op 6-jarige leeftijd gemiddeld nog 11 uur slaap nodig, op 9-jarige leeftijd 10 uur slaap en op 13-jarige leeftijd 9 uur slaap (Hoban, 2010). De optimale hoeveelheid slaap voor kinderen neemt dus geleidelijk af naarmate zij ouder worden. Er

is echter een grote groep kinderen die niet voldoende slapen en slaapproblemen ervaren, namelijk ongeveer tien tot dertig procent van de kinderen in de basisschoolleeftijd (Blader, Koplewicz, Abikoff & Foley, 1997). Er zijn kinderen die in de ochtend makkelijk kunnen opstaan en alert zijn, de ochtendtype mens (Gianotti, Cortesi, Sebastiani & Ottaviano, 2002; Preckel, Lipnevich, Schneider & Robert, 2011). Daarnaast zijn er kinderen die juist in de avond meer alert zijn en die graag later naar bed gaan, de avondtype mens. Ook bij de avondtypes kan er sprake zijn van een tekort aan slaap, doordat zij later naar bed gaan en in tegenstelling tot hun voorkeur vroeg moeten opstaan vanwege vaste schooltijden. Onvoldoende slaap kan negatieve gevolgen hebben, aangezien slaap onder andere van belang is voor het leren, geheugenprocessen en prestaties op school (Curcio et al., 2006; Fakier & Wild, 2010). Doordat avondtypes een kortere slaapduur hebben dan ochtendtypes is het belangrijk om te onderzoeken of er een samenhang is tussen chronotype en cognitieve functies, welke onderliggend zijn voor het leren en prestaties op school. Mogelijk wordt dit verband gemedieerd door slaapduur. Er is echter nog maar weinig onderzoek die expliciet het verband tussen chronotype, slaapduur en cognitieve functies onderzocht heeft bij kinderen. Het meeste onderzoek is op adolescenten en volwassenen gericht. Daardoor is er nog maar weinig bekend over wat voor invloed slaaptekort heeft bij kinderen (Beebe, 2011). Kinderen zijn nog in de groei en maken belangrijke ontwikkelingen door. Meer kennis van de mogelijke invloed van chronotype en slaapduur op cognitieve functies is nodig, zodat kinderen zo vroegtijdig mogelijk geholpen kunnen worden. Dit om mogelijk blijvende schade in de cognitieve ontwikkeling te voorkomen.

Bevindingen van eerder onderzoek

Uit meerdere onderzoeken blijkt dat er individuele voorkeuren voor dagritme bestaan, waarbij men het meest optimaal functioneert, ook wel uitgedrukt in chronotype (Escribano, Díaz-Morales, Delgado & Collado, 2011; Gianotti et al., 2002; Preckel et al., 2011). Chronotype is op een bepaald continuüm te plaatsen, grofweg in te delen in drie categorieën. Namelijk de ochtendtype mens, avondtype mens en het type dat geen voorkeur heeft. Dit neutrale type is het meest voorkomende, namelijk zo'n 70% van de mensen (Preckel et al., 2011). Op jonge leeftijd is er gemiddeld genomen een voorkeur voor de ochtend, waarna deze tijdens de adolescentie een verschuiving maakt naar de avond (Monk & Kupfer, 2007; Preckel et al., 2011). Op nog latere leeftijd is er weer een verschuiving naar de ochtendtype mens zichtbaar. Uit onderzoek is gebleken dat

avondtypes vaker een slaapttekort ervaren dan de ochtendtype (Escribano et al., 2011; Giannotti et al., 2002). Een slaapttekort komt geregeld voor bij kinderen en volwassenen en kan worden veroorzaakt door meerdere factoren, zoals een verschuiving van de biologische klok naar later in de avond gedurende adolescentie, sociale bezigheden en/of meer autonomie over de eigen bedtijd (Curcio, Ferrara & De Gennaro, 2006; Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof & Bögels, 2010; Fakier & Wild, 2010; Hoban, 2010). Dit leidt onder andere tot een ander slaappatroon, namelijk later naar bed gaan. De schooltijden zijn echter vaak vroeg in de ochtend, waardoor de totale slaapduur afneemt. Zo bleek uit een onderzoek van Giannotti et al. (2002) dat, bij jongeren van 14 tot en met 18 jaar, avondtypes slechter slapen, meer aandachtsproblemen en slechtere schoolprestaties hebben. Een Russisch onderzoek, bij participanten van 11 tot en met 23 jaar, vond ook dat chronotype een negatieve invloed heeft op schoolprestaties voor de individuen die als avondtype aangeduid konden worden (Borisenkov, Perminova & Kosova, 2010). De resultaten van een ander onderzoek sluiten hierbij aan, zij vonden dat de avondtypes minder lang slapen dan de ochtend en neutrale types (Escribano et al., 2011). Bij de 12- tot 14 jarige behaalde de avondtypes slechtere schoolresultaten dan de ochtendtypes en bij de 15- tot 16 jarige behaalde de avondtypes ook slechtere schoolresultaten, maar dan alleen ten opzichte van het neutrale type. Uit een ander onderzoek van Meijer (2008), bij kinderen van 9 tot 13 jaar, kwam naar voren dat slaapttekort een negatieve invloed heeft op het schoolse functioneren.

Daarnaast kan chronotype en een slaapttekort niet alleen van invloed zijn op het schoolse functioneren, maar ook op cognitieve functies welke onderliggend zijn op het schoolse functioneren. Cognitieve functies zijn alle vaardigheden die van belang zijn bij het opnemen en verwerken van informatie en bestaan uit meerdere deelfuncties (Klenberg, Korkman & Lahti-Nuuttila, 2001). In dit onderzoek zullen drie belangrijke cognitieve functies onderzocht worden. Ten eerste aandacht, het vermogen om irrelevante stimuli te negeren en te focussen op relevante informatie, dit is een belangrijke eerste stap voor doelgericht gedrag (Doran, Van Dongen & Dinges, 2001; Garon, Bryson & Smith, 2008; Lim & Dinges, 2008). Aandacht is dan ook een belangrijk ondersteuning voor de overige cognitieve functies, zodat men zich kan richten op bepaalde stimuli maar ook kan wisselen of vasthouden van de aandacht. Ten tweede is het werkgeheugen een belangrijke cognitieve functie en deze is verantwoordelijk voor het tijdelijk opslaan en bewerken van informatie (Baddeley, 2000). Het werkgeheugen is belangrijk voor onder andere: plannen, sturen van

gedachtes en regulatie van handelingen (Klenberg, Korkman & Lahti-Nuutila, 2001). Ten slotte is inhibitie het vermogen om een krachtige, automatische of dominante respons te onderdrukken of onder controle te houden (Garon, Bryson & Smith, 2008). Uit een meta-analyse bij jongeren met een gemiddelde leeftijd van 15 tot en met 25 jaar naar chronotype, cognitief functioneren en schoolprestaties kwam naar voren dat avondtypes een beter cognitief vermogen maar slechtere schoolprestaties vertoonden dan ochtendtypes (Preckel, Lipnevich, Schneider & Roberts, 2011). Onderzoekers van een andere meta-analyse over slaap en cognitieve functies bij kinderen van 5 tot 12 jaar vonden dat bij de kinderen die minder lang sliepen er sprake was van een verminderde cognitief vermogen, namelijk een lager inhibitie- en werkgeheugencapaciteit (Astill et al., 2012). Er werd echter geen effect gevonden op volgehouden aandacht en geheugen, zoals bij volwassenen vaak wel gevonden wordt. Bij het onderzoek van Meijer, Habekothé en Van den Wittenboer (2000) werd ook geen invloed gevonden voor slaapduur en -kwaliteit op aandacht bij kinderen van 9 tot 14 jaar. Ten slotte werd in het onderzoek van Buckhalt, El-Sheikh en Keller (2007) onderzocht wat de invloed is van slaap op het cognitief functioneren bij kinderen van 8 tot 9 jaar oud. Er werd gekeken naar intellectueel vermogen, verbaal vermogen, verwerkingssnelheid, werkgeheugen en cognitieve effectiviteit. Het resultaat was dat de kinderen die slechter sliepen minder goed presteerden op alle cognitieve taken.

Huidig onderzoek

Resultaten uit bovenstaande onderzoeken doen vermoeden dat er een verband is tussen chronotype en cognitieve functies en dat dit verband wellicht gemedieerd wordt door slaapduur (Astill et al., 2012; Buckhalt et al., 2007). De vraagstelling van dit onderzoek is als volgt: *In hoeverre is er bij kinderen van 9 tot 12 jaar een samenhang tussen chronotype en cognitieve functies en wordt deze samenhang gemedieerd door slaapduur?* Op basis van eerdere onderzoeken (Escribanno et al., 2011; Gianotti et al., 2002) wordt verwacht dat avondtypes meer slaaptekort ervaren dan ochtendtypes. Daarnaast wordt verwacht dat een slaaptekort samenhangt met de cognitieve functies, waarbij de kinderen die minder lang slapen slechter zullen presteren op de taken die aandacht, inhibitie en werkgeheugen meten (Astill et al., 2012; Buckhalt et al., 2007). Doordat er nog maar weinig onderzoek is die het verband tussen chronotype en cognitieve functies onderzocht heeft en er tot nu toe wisselende resultaten zijn gevonden (Giannotti et al., 2002; Preckel et al., 2011), zal de laatste hypothese explorerend van

aard zijn. De verwachting is dat de avondtypes indirect slechter zullen presteren op de cognitieve taken omdat zij meer slaaptekort ervaren (Escribanno et al., 2011; Gianotti et al., 2002) en slechtere schoolprestaties hebben (Borisenkov, Perminova & Kosova, 2010; Escribanno et al., 2011; Gianotti et al., 2002; Meijer, 2008) dan de ochtendtypes. Er is echter nog weinig onderzoek die het verband tussen chronotype, slaaptekort en cognitieve functies expliciet onderzocht heeft en vele onderzoeken zijn op schoolprestaties en niet op jonge kinderen gericht. Door het negatieve en mogelijk blijvend effect van te weinig slaap op de ontwikkeling, is het van belang om goed in kaart te brengen welke cognitieve functies samenhangen met chronotype en een slaaptekort bij kinderen.

Methode

Participanten

De gebruikte data in dit onderzoek zijn onderdeel van een groter onderzoek naar 'Het lerende brein: Relatie tussen slaap en leren bij kinderen'. Dit onderzoek is uitgevoerd door de Faculteit Sociale Wetenschappen van de Universiteit Leiden in samenwerking met het Nederlands Instituut voor Neuroscience in Amsterdam. Ouders met kinderen van de leeftijd 9 tot 12 jaar werden in de periode van januari 2012 tot en met maart 2013 benaderd. Dit werd gedaan via reguliere basisscholen en de kenniskring van de (student)onderzoekers. Er zijn in dit onderzoek 145 basisscholen benaderd, waarvan er 51 toestemming hebben gegeven om deel te nemen (35%). Vervolgens werden er ouderbrieven en toestemmingsformulieren uitgedeeld. Er zijn 4409 ouders benaderd, waarvan er 653 hebben toegestemd om deel te nemen aan het onderzoek (15%).

In totaal hebben er 606 kinderen deelgenomen aan het onderzoek. Wanneer de gegevens voor alle variabelen bekend waren, werden de participanten meegenomen in de analyses ($N = 452$). Er waren 208 jongens en 244 meisjes en de gemiddelde leeftijd van de kinderen was 10.49 jaar ($SD = 0.86$; range: 8.87 – 12.47 jaar). Van de kinderen had 97% een Nederlandse nationaliteit en 54 kinderen maakten gebruik van medicatie. In dit onderzoek is er besloten om de kinderen die medicatie gebruikten mee te nemen in de analyses, aangezien deze kinderen ook tot de normale algemene kinderopopulatie behoren. Daarnaast kwam de meerderheid van de kinderen in dit onderzoek uit intacte

gezinnen (89%). De meerderheid van de ouders was middelbaar (voortgezet onderwijs tweede trap) (42%) of hoger (hoger beroeps onderwijs of wetenschappelijk onderwijs) (46%) opgeleid. Ten slotte heeft de meerderheid van de ouders een Nederlandse nationaliteit (96%).

Procedure

Het gehele onderzoek werd via de website van het Nederlands Slaap Register gemaakt. In overleg met school of ouders werd een onderzoekweek afgesproken en aan het eind van deze onderzoekweek vond een testdag op school of thuis plaats. Gedurende de onderzoekweek werd door ouders een slaaplogboek bijgehouden om slaap-waakritme en slaapduur te meten. Zowel in de ochtend als de avond werd het slaaplogboek ingevuld door ouders op de computer, wat enkele minuten duurde. Naast het slaaplogboek hebben de ouders en het kind een aantal vragenlijsten ingevuld. Doordat het huidige onderzoek onderdeel is van een groter onderzoek zijn er meerdere vragenlijsten ingevuld. De totale afnameduur van de vragenlijsten was voor het kind 25 minuten en voor de ouders 45 minuten. Naast de *Children's Chronotype Questionnaire* (CCTQ; Werner, LeBourgeois, Geiger & Jenni, 2009) voor het meten van chronotype en een algemene vragenlijst, over onder andere demografische gegevens, gezinssamenstelling en opleiding van de ouders, zijn ook de volgende vragenlijsten ingevuld: *Pubertal Developmental Scale* (PDS; Petersen, Crockett, Richards & Boxer, 1988) voor het meten van puberteitsontwikkeling, *Strengths and Difficulties Questionnaire* (SDQ; Goodman, 2001) voor het meten van gedrag, *Sleep Disturbance Scale for Children* (SDSC; Bruni et al., 1996) voor het meten van slaapverstoringen, twee temperament vragenlijsten: *Early Adolescent Temperament Questionnaire* (EATQ-R; Muris & Meesters, 2009) en *Behavioral Inhibition Questionnaire* (BIQ; Broeren & Muris, 2010). Daarnaast zijn er twee vragenlijsten over slaapgedrag en slaapgeschiedenis van ouders ingevuld. Alle vragenlijsten konden gedurende de onderzoekweek ingevuld worden op een moment die uitkwam voor ouders. Wanneer ouders na de testdag nog niet alle vragenlijsten hadden ingevuld, werden zij via de email eraan herinnerd om dit alsnog te doen. Vervolgens was er één test die het kind thuis viermaal maakten, namelijk de Woordpaartaak die geheugen meet. De afnameduur van de test was per keer ongeveer acht minuten.

Aan het eind van de onderzoekweek werd er op school of thuis door de onderzoekers drie testen bij het kind afgenomen. Namelijk de *Psychomotor Vigilance*

Task (PVT) om volgehouden aandacht te meten, de PVT Go/No-Go om inhibitie te meten en de Cijferreeksen Visueel waarmee werkgeheugen gemeten werd. De taken werden in deze volgorde afgenomen en de totale afnameduur was ongeveer 30 minuten. De taken werden niet voor 10.00 uur of op maandagen en in het weekend afgenomen, omdat in dit onderzoek de relatie met slaapduur werd onderzocht. Over het algemeen slapen kinderen in het weekend langer (Borisenkov, Perminova & Kosova, 2010), wat van invloed kan zijn op het maken van de taken.

Meetinstrumenten

Cognitieve taken:

Volgehouden aandacht:

De PVT is ontwikkeld als een instrument om volgehouden aandacht te meten (Dinges & Powel, 1985). In dit onderzoek is de verkorte versie van drie minuten afgenomen (Basner, Mollicone & Dinges, 2011). Het kind werd recht voor de computer gezet en de instructie was om zo snel mogelijk op de 'L' toets van het toetsenbord te drukken wanneer op het scherm een teller in het zwart omliggende vak begon te lopen. Wanneer het kind de knop indrukte, stopte de teller en werd de reactietijd in milliseconden weergegeven. De teller bleef doorlopen wanneer het kind de knop niet indrukte en deze stopte na 10 seconden. Er werd begonnen met een oefensessie, zodat er gecontroleerd kon worden of het kind de taak begreep. Vervolgens werd gedurende drie minuten maximaal 48 trials aangeboden met een random interval van twee tot vijf seconden. In dit onderzoek is gebruikt gemaakt van de gemiddelde reactietijd en het aantal lapses of attention. Een reactie werd als lapse of attention gezien wanneer het kind na 500 milliseconden de knop nog niet had ingedrukt. Hoe lager de gemiddelde reactietijd en het aantal lapses of attention was, des te beter het gesteld was met de volgehouden aandacht. Bij volwassenen is aangetoond dat de tien minuten versie van de PVT een betrouwbaar meetinstrument is, de correlatie bij de test-hertest is zowel hoog voor gemiddelde reactietijd ($r = .83$) als voor lapses of attention ($r = .89$) (Dorian et al., 2005). Daarnaast is convergente validiteit aangetoond, de PVT is sensitief voor zowel totale als gedeeltelijke slaapdeprivatie (Basner & Dinges, 2011).

Inhibitie:

Om inhibitie te meten is de PVT Go/No-Go taak afgenomen via de computer en dit is een aangepaste versie van de PVT. Wanneer de teller begon te lopen in het grijze vak,

het Go-sigitaal, moest het kind zo snel mogelijk de 'L' toets van het toetsenbord indrukken. Nadat de knop ingedrukt was, stopte de teller en werd de reactietijd in milliseconden weergegeven. Daarentegen moest het kind als de teller begon te lopen in een rood vak, het No-Go-sigitaal, zich weerhouden van het indrukken van de 'L' toets. Er werden in totaal maximaal 48 trials in drie minuten aangeboden. De verhouding tussen het aantal Go en No-Go-signalen was gelijk. Er waren drie mogelijke reacties: een hit als het kind de goede reactie gaf op de stimulus, een misses als het kind niet op de knop drukte terwijl dit wel moest en een false alarm wanneer het kind de knop indrukte terwijl dit niet moest. In dit onderzoek was het percentage juiste afwijzingen op de No-Go-signalen gebruikt en hoe groter dit percentage des te beter het gesteld was met het inhibitievermogen van het kind. Van een vergelijkbare inhibitietaak, de GoNoGo van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (ANT), is de betrouwbaarheid en validiteit aangetoond (De Sonneville, 2005).

Cijferreeksen visueel:

Cijferreeksen visueel is gebaseerd op de subtest Cijferreeksen uit de *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC-III; Wechsler, 1989), maar dan via de computer afgenomen in plaats van auditief. Met de test Cijferreeksen Voorwaarts en Achterwaarts is het visuele werkgeheugen van het kind gemeten. Op de computer werden een aantal getallen na elkaar getoond. Er werd begonnen met een cijferreeks van twee getallen, waarna deze cijferreeks steeds langer werd met één getal per keer. Het kind moest de cijferreeks zo goed mogelijk onthouden en bij Cijferreeksen Voorwaarts de getallen in dezelfde volgorde intypen. Bij Cijferreeksen Achterwaarts moest het kind de getallen in de omgekeerde volgorde intypen. De taak was afgelopen als het kind in twee cijferreeksen van dezelfde lengte twee fouten had gemaakt. De ruwe scores op beide condities werden opgeteld. Hoe groter deze score, des te beter het met het werkgeheugen was gesteld. Het is niet bekend of een visuele afname van Cijferreeksen hetzelfde resultaat levert als een auditieve afname.

Vragenlijsten:

Chronotype:

In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van de CCTQ om chronotype te meten (Werner, LeBourgeois, Geiger & Jenni, 2009). Dit is een vragenlijst gebaseerd op de *Munich Chronotype Questionnaire* (MCTQ; Roenneberg, 2004) en de

Morningness/Eveningness Scale for Children (MESOC, Carskadon, Vieira & Acebo, 1993). De CCTQ heeft een hoge test-herstest correlatie ($r = .91$), het is dus een betrouwbaar meetinstrument en een goede validiteit is ook aangetoond (Werner et al., 2009). De Nederlandstalige bewerking is verricht door K.B. van der Heijden. De vragenlijst wordt door ouders ingevuld en zij kiezen het antwoord dat het beste bij het gedrag van het kind in de afgelopen weken past. Er zijn in totaal 11 items in te vullen, een aantal voorbeelditems zijn: ‘*Hoe alert is u kind gedurende het eerste half uur na ontwaken in de ochtend?*’ en ‘*Op welk tijdstip in de avond lijkt uw kind moe en aan slapen toe?*’. Afhankelijk van de vraag zijn hier verschillende antwoordmogelijkheden op. Uit al deze items kan vervolgens vastgesteld worden of een kind een ochtend-, neutrale- of avondtype is. In dit onderzoek zal gebruik gemaakt worden van de continue chronotype score, deze kan lopen van 10 (extreem ochtendtype) tot en met 48 (extreem avondtype).

Slaapduur:

Met het slaaplogboek is slaapduur en de kwaliteit van de slaap van het kind gemeten. Het slaaplogboek is ontwikkeld door de Universiteit Leiden, departement Pedagogische Wetenschappen, afdeling Orthopedagogiek. Ouders van het kind hielden gedurende een week in de ochtend en avond een slaaplogboek over de slaap van hun kind bij. In de ochtend werden totaal vijf vragen gesteld over het opstaan. Er werd bijvoorbeeld gevraagd hoe laat het kind wakker werd, of het kind een uitgeslapen gevoel had en of het kind positief gestemd was. In de avond werden totaal drie vragen gesteld over het naar bed gaan en drie vragen over het slapen. Er werd bijvoorbeeld gevraagd hoe laat het licht uitging, hoe lang het duurde voor het kind in slaap viel en of het kind in de nacht nog wakker was geworden. Afhankelijk van de vraag konden ouders zelf hun antwoord invullen of een antwoordmogelijkheid aankruisen. Slaapduur is gemeten door de duur te berekenen tussen hoe laat het kind in slaap viel en hoe laat het kind wakker werd. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de gemiddelde totale slaapduur per dag in minuten, gebaseerd op de hele week als vier dagen compleet ingevuld waren. Wanneer er minder dan vier dagen ingevuld waren, werden deze gegevens als niet betrouwbaar beschouwd. Het slaaplogboek is een vaak gebruikt meetinstrument om slaapduur te meten en betrouwbaarheid en validiteit is aangetoond (Monk et al., 2009; Rogers, Caruso & Aldrich, 1993).

Data analyse

De software gebruikt voor het analyseren van de data was *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versie 19. Er werd een significantieniveau van $\alpha = .05$ gehanteerd voor de analyses. Voor de effectgrootte werd gekeken naar de gestandaardiseerde bèta waarden met als vuistregel de sterkte van Pearsons correlation; een $r \geq .10$ komt overeen met een zwak effect, $r \geq .30$ is een matig effect en $r \geq .50$ is een sterk effect (Cohen, 1988).

Om te onderzoeken of er een samenhang was tussen chronotype en cognitieve functies en of deze gemedieerd werd door slaapduur, zijn er verschillende regressieanalyses uitgevoerd volgens de methode van Baron en Kenny (1986). Met behulp van de Sobel test kon er getoetst worden of er sprake was van een indirect significant effect van chronotype via slaapduur op cognitieve functies (Sobel, 1982). Voorafgaand aan de analyses is een data-inspectie uitgevoerd om na te gaan of aan de voorwaarden van een regressieanalyse is voldaan (Moore, McCabe & Craig, 2011). Met histogrammen, boxplots, Z-scores en de gestandaardiseerde skewness en kurtosis is onderzocht of de variabelen normaal verdeeld waren. De gemiddelde slaapduur, chronotype score en de ruwe score op Cijferreeksen waren normaal verdeeld. De variabelen percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go was scheef naar links verdeeld, reactietijd en lapses of attention op de PVT waren scheef naar rechts verdeeld. Er waren totaal 22 uitbijters met een z-score boven de gehanteerde grens van vier (op de variabele PVT Go/No-Go percentage juiste afwijzingen negen uitbijters, op de variabele reactietijd van de PVT vijf uitbijters en op lapses of attention van de PVT acht uitbijters). Deze uitbijters zijn gehercodeerd naar de eerstvolgende hoogste waarden, zodat de variantie van deze variabelen deels behouden werd. Desondanks waren deze variabelen nog niet normaal verdeeld. De overige aannamen werden tijdens de statistische analyse onderzocht met onder andere een correlatiematrix om multicollineariteit te onderzoeken (zie Tabel 2). Er was geen sprake van multicollineariteit ($r > .70$), alle variabelen voldeden aan deze voorwaarde. Daarnaast werd met behulp van een histogram en P-P plot van de residuen onderzocht of deze normaal verdeeld waren, wat alleen voor lapses of attention en percentage juiste afwijzingen niet zo was. Als laatst werd homoscedasticiteit bekeken door een scatterplot van de residuen te maken. Bij de variabelen lapses of attention en percentage juiste afwijzingen was er geen sprake van homoscedasticiteit, maar de overige variabelen voldeden wel aan deze voorwaarde. Uit de data-analyse kon geconcludeerd worden dat

bijna alle variabelen aan de voorwaarden van een regressieanalyse voldaan hadden. Na het transformeren van de variabelen reactietijd en lapses of attention op de PVT met een Log transformatie, percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go met een Blom transformatie, voldeden deze variabelen aan alle voorwaarden. Het transformeren had echter geen invloed op de gevonden resultaten en daarom is er besloten om de analyses met de oorspronkelijke data uit te voeren.

Resultaten

Voorafgaand aan de analyses zijn verschillende statistische kenmerken van alle variabelen bekeken en deze staan in Tabel 1 weergegeven. Daarnaast is er gekeken naar hoe de cognitieve functies onderling samenhangen. De Pearson correlaties voor alle variabelen staan in Tabel 2 weergegeven. Er wordt een sterke samenhang gevonden tussen aandacht gemeten als reactietijd en het aantal lapses of attention ($r = .79$). Daarnaast is er een matige samenhang tussen werkgeheugen en aandacht reactietijd ($r = -.30$) en een zwakke samenhang tussen werkgeheugen en het aantal lapses of attention ($r = -.28$). Voor inhibitie wordt er echter geen significante samenhang gevonden met werkgeheugen, aandacht reactietijd en het aantal lapses of attention.

Tabel 1.

Beschrijvende gegevens van de variabelen na het hercoderen van uitbijters.

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min	Max	ZSkewness	ZKurtosis
<u>Aandacht</u>							
PVT ^a lapses of attention (RT >500ms)	586	3.50	3.80	0.0	20.0	22.08	29.50
PVT Gemiddelde reactietijd (ms)	586	386.05	64.15	229.33	640.0	16.09	18.84
<u>Inhibitie</u>							
PVT Go/No-Go (% juiste afwijzingen)	587	80.47	18.24	9.0	100.0	-18.87	21.39
<u>Werkgeheugen</u>							
Cijferreeksen (ruwe totaalscore)	587	13.23	3.27	2.0	23.0	0.42	2.38
<u>Chronotype</u>							
CCTQ ^b (totaalscore)	489	27.61	5.16	14.0	45.0	0.80	-0.37
<u>Slaapduur</u>							
Slaaplogboek (gemiddeld minuten)	481	599.68	34.27	462.0	697.0	-1.78	2.65
<i>Geldige N (alle variabelen)</i>	452						

^a Psychomotor Vigilance Task

^b Child Chronotype Questionnaire

Tabel 2.

Pearson correlaties

	Chronotype	Slaapduur	Aandacht (RT ^a)	Aandacht (LA ^b)	Inhibitie	Werkgeheugen
Chronotype						
Slaapduur	*-.10					
Aandacht (RT ^a)	-.03	**-.16				
Aandacht (LA ^b)	-.05	**-.14	**-.79			
Inhibitie	.06	*.12	-.02	-.02		
Werkgeheugen	**-.12	**-.26	**-.30	**-.28	<.01	

* $p < .05$ en ** $p < .01$ ^a Reactietijd (ms)^b Aantal Lapses of Attention (RT > 500ms)

Aandacht

Uit de multiple regressieanalyses kwam naar voren dat er geen significante samenhang was tussen chronotype en gemiddelde reactietijd op de PVT ($\beta_{YX} = -.05$, $t(479) = -1.01$, $p = .314$). Er kwam naar voren dat chronotype een significante voorspellende waarde had op slaapduur ($\beta_{ZX} = -.10$, $t(460) = -2.19$, $p = .029$, $R^2 = .01$) en dit is een klein effect. Daarnaast was slaapduur gerelateerd aan de gemiddelde reactietijd op de PVT gecontroleerd voor chronotype ($\beta_{YZX} = .16$, $t(453) = 3.44$, $p = .001$, $R^2 = .03$) en dit was een klein effect. Als laatst bleek er geen significante samenhang te zijn tussen chronotype en de gemiddelde reactietijd op de PVT gecontroleerd voor slaapduur ($\beta_{XYZ} = -.02$, $t(453) = -.318$, $p = .751$). Uit de mediatieanalyse is dus naar voren gekomen dat er niet aan de eerste voorwaarde voldaan is, maar wel aan de overige drie voorwaarden. Uit de Sobel test is naar voren gekomen dat het indirecte effect van slaapduur op de gemiddeld reactietijd op de PVT niet significant is ($z = -1.85$, $p = .063$). Dit betekent dat er geen verband is tussen chronotype en de gemiddelde reactietijd op de PVT en vanwege deze ontbrekende samenhang is slaapduur geen mediator.

Uit de multiple regressieanalyses uitgevoerd met het aantal lapses of attention bij de PVT, kwamen vergelijkbare resultaten naar voren. Er was geen significante samenhang tussen chronotype en het aantal lapses of attention ($\beta_{YX} = -.07$, $t(479) = -1.49$, $p = .136$). Daarnaast was slaapduur gerelateerd aan het aantal lapses of attention op de PVT gecontroleerd voor chronotype ($\beta_{YZX} = .14$, $t(453) = 2.90$, $p = .004$, $R^2 = .02$) en dit was een klein effect. Er bleek geen significante samenhang te zijn tussen chronotype en aantal lapses of attention op de PVT gecontroleerd voor slaapduur ($\beta_{XYZ} = -.03$, $t(453) = -.73$, $p = .463$). Bij deze mediatieanalyse is er dus ook niet aan de eerste voorwaarde voldaan, maar wel aan de laatste drie voorwaarden. Uit de Sobel test is naar voren gekomen dat het indirecte effect van slaapduur

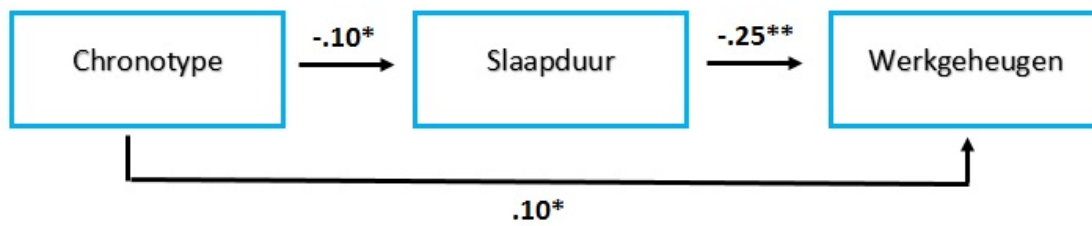
op het aantal lapses of attention op de PVT niet significant is ($z = -1.82, p = .069$). Dit betekent dat er geen verband is tussen chronotype en het aantal lapses of attention op de PVT en vanwege deze ontbrekende samenhang is slaapduur geen mediator.

Inhibitie

Voor inhibitie kwam uit de multiple regressieanalyses naar voren dat er geen significante samenhang was tussen chronotype en het percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go ($\beta_{YX} = .05, t(480) = 1.14, p = .256$). Er kwam naar voren dat chronotype een significante voorspellende waarde had op slaapduur ($\beta_{ZX} = -.10, t(460) = -2.19, p = .029, R^2 = .01$) en dit is een klein effect. Daarnaast was slaapduur gerelateerd aan het percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go gecontroleerd voor chronotype ($\beta_{YZ.X} = .12, t(453) = 2.61, p = .009, R^2 = .02$). dit was een klein effect. Als laatst bleek er geen significante samenhang te zijn tussen chronotype en het percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go gecontroleerd voor slaapduur ($\beta_{XY.Z} = .07, t(453) = 1.44, p = .150$). Uit de mediatieanalyse is dus naar voren gekomen dat er niet aan de eerste voorwaarde voldaan is, maar wel aan de overige drie voorwaarden. Uit de Sobel test is naar voren gekomen dat het indirecte effect van slaapduur op het percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go niet significant is ($z = -1.68, p = .092$). Dit betekent dat er geen verband is tussen chronotype en het percentage juiste afwijzingen op de PVT Go/No-Go en vanwege deze ontbrekende samenhang is slaapduur geen mediator.

Werkgeheugen

Voor de laatste onderzochte cognitieve functie, werkgeheugen, kwam uit de multiple regressieanalyse naar voren dat er een significante samenhang was tussen chronotype en de ruwe totaalscore op Cijferreeksen ($\beta_{YX} = .12, t(480) = 2.66, p = .008$). Er kwam naar voren dat chronotype een significante voorspellende waarde had op slaapduur ($\beta_{ZX} = -.10, t(460) = -2.19, p = .029, R^2 = .01$) en dit is een klein effect. Daarnaast was slaapduur gerelateerd aan de ruwe totaalscore op Cijferreeksen gecontroleerd voor chronotype ($\beta_{YZ.X} = -.25, t(453) = -5.47, p < .001, R^2 = .08$), dit was een klein effect. Als laatst bleek er een significante samenhang te zijn tussen chronotype en de ruwe totaalscore op Cijferreeksen gecontroleerd voor slaapduur ($\beta_{XY.Z} = .10, t(453) = 2.10, p = .036$) en dit was een klein effect. Uit de mediatieanalyse is dus naar voren gekomen dat partiële mediatie niet weerlegd kan worden (zie Figuur 1). Uit de Sobel test is naar voren gekomen dat het indirecte effect van slaapduur op de ruwe totaalscore op Cijferreeksen significant is ($z = 2.06, p = .039$).



Figuur 1. Partiële mediatie model met bèta-waarden.

* $p < .05$

** $p < .01$

Discussie

In de huidige studie is er onderzocht of er bij kinderen van 9 tot 12 jaar sprake is van een samenhang tussen chronotype en de cognitieve functies: aandacht, inhibitie en werkgeheugen, en of deze samenhang gemedieerd wordt door slaapduur. Zoals verwacht werd er een samenhang gevonden tussen chronotype en slaapduur. Kinderen die meer als een avondtype aangeduid werden, sliepen minder lang dan de kinderen die meer als een ochtendtype aangeduid werden. Dit komt overeen met wat er in eerder onderzoek is gevonden (Escribanno et al., 2011; Gianotti et al., 2002). Doordat avondtypes later naar bed gaan als ochtendtypes en de schooltijden vaak op een vaste tijd vroeg in de ochtend zijn, is de totale slaapduur bij de avondtypes korter dan bij de ochtendtypes.

In tegenstelling tot de verwachting werd er voor chronotype geen samenhang gevonden met aandacht en inhibitie. Bij het onderzoek van Gianotti et al. (2002) werd wel gevonden dat adolescenten van 14 tot en met 18 jaar die als avondtype aangeduid konden worden, meer aandachtsproblemen vertoonden. Er werd echter gebruik gemaakt van een vragenlijst waarin de participanten zelf konden aangeven in hoeverre zij aandachtsproblemen ervoeren. In het huidige onderzoek is er gebruik gemaakt van een aandachtstaak, dat een meer objectieve meetinstrument is om aandacht te meten. Dit kan mogelijk verklaren dat er in het huidige onderzoek een ander resultaat naar voren is gekomen. In een meta-analyse van Preckel et al. (2011) werd aangetoond dat de samenhang tussen chronotype en cognitieve functies wisselende resultaten opleverden. Zij vonden dat er meer samenhang werd gevonden tussen chronotype en cognitieve functies, naarmate de participanten ouder waren. Dit kan een mogelijk verklaring zijn waarom er bij onze groep jongere participanten geen samenhang werd gevonden tussen chronotype en aandacht respectievelijk inhibitie. Daarnaast waren er in

dit onderzoek weinig kinderen die als extreme ochtend- of avondtype aangeduid konden worden (35%). Dit komt overeen met wat er in eerder onderzoek is aangetoond, namelijk dat zo'n 70% van de mensen neutrale types zijn (Preckel et al., 2011). Dit betekent echter wel dat er weinig ochtend- en avondtypes onder de participanten waren. Mogelijk heeft een lichte voorkeur voor de ochtend of avond geen invloed op aandacht en inhibitie en wordt deze invloed alleen bij extreme ochtend- en avondtypes gevonden. Daarnaast werd er wel een samenhang tussen chronotype en werkgeheugen gevonden. De kinderen die meer avondlijk waren presteerden beter op de werkgeheugentaak. Deze kinderen konden een langere cijferreeks onthouden dan de kinderen die meer ochtendtype waren. Bij de meta-analyse van Preckel et al. (2011) werd aangetoond dat bij jongeren met een leeftijd van 15 tot en met 25 jaar de avondtypes een beter cognitief vermogen hadden, waar werkgeheugen een onderdeel van was. Hetzelfde effect werd aangetoond bij een onderzoek van Roberts en Kyllonen (1999) bij 17 tot en met 34 jarigen, de avondtypes presteerden beter op de werkgeheugentaak. Het gevonden effect dat avondtypes beter presteren op de werkgeheugentaak, is dus bij adolescenten en volwassenen in meerdere onderzoeken aangetoond. Dit was echter nog niet bij kinderen in eerder onderzoek aangetoond.

Ten tweede is de samenhang tussen slaapduur en cognitieve functies onderzocht. In dit onderzoek werd aangetoond dat er een samenhang was tussen slaapduur en inhibitie. Kinderen die langer sliepen, presteerden beter op de inhibitietask. Dit komt overeen met de resultaten uit een meta-analyse van Astill et al. (2012) waar gevonden werd dat kinderen van 5 tot en met 12 jaar die slechter sliepen een verminderde inhibitievermogen hadden. Daarnaast werd er voor slaapduur een samenhang met aandacht en werkgeheugen gevonden. De kinderen die korter sliepen hadden een snellere reactietijd en minder lapses of attention op de aandachtstaak. Dit komt niet overeen met wat er uit eerder onderzoek naar voren is gekomen. In het onderzoek van Lim en Dinges (2008) hadden de volwassenen met een slaaptekort een grotere reactietijd en meer reactiefouten op de aandachtstaak, de PVT. Een ander onderzoek bij volwassenen, waar ook gebruik werd gemaakt van de PVT, vond dat de reactietijd en het aantal reactiefouten groter was bij de groep met slaapdeprivatie (Doran, Dongen & Dinges). Daarnaast werd bij adolescenten van 18 jaar gevonden dat de participanten met een slaaptekort vooral slechter presteerden op simpele aandachtstaken, zoals de PVT (Lim & Dinges, 2010). Bovenstaande onderzoeken zijn echter allemaal op volwassenen of adolescenten gericht en niet op kinderen zoals in het huidige onderzoek. Meijer, Habekothé en Van den Wittenboer (1999) hebben wel onderzocht wat de invloed was van slaapduur op aandacht bij kinderen van 9 tot en met 14 jaar. Zij vonden geen effect van slaapduur op

aandacht bij de Bourdon-Vos taak. Een mogelijke verklaring, dat er in het huidige onderzoek wel een samenhang tussen slaapduur en aandacht werd gevonden, is omdat er een ander meetinstrument gebruikt werd. De Bourdon-Vos (Vos, 1992) meet een andere vorm van aandacht, namelijk selectieve aandacht en concentratie, de PVT (Dinges & Powel, 1985) is gericht op volgehouden aandacht. Het effect van slaapduur kan verschillen per vorm van aandacht (Fan, McCandliss, Sommer, Raz & Posner, 2002). Daarnaast werd er in het huidige onderzoek gevonden dat de kinderen die minder lang sliepen, het ook beter deden op de werkgeheugentaak. Deze kinderen konden een langere cijferreeks onthouden dan de kinderen die meer ochtendtype waren. Uit de meta-analyse van Astill et al. (2012) kwam juist naar voren dat kinderen van 5 tot en met 12 jaar die slechter sliepen een verminderde werkgeheugencapaciteit hadden.

In tegenstelling tot de verwachting hadden de kinderen die minder lang hadden geslapen betere prestaties op de cognitieve taken werkgeheugen en aandacht. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat teveel slaap, net als slaapttekort, ook niet goed is voor de prestaties op cognitieve taken. Zo werd er in een onderzoek van Grandner en Kripke (2004) gevonden dat bij volwassenen die langer dan acht uur of korter dan zeven uur hadden geslapen, meer slaapproblemen ervoeren, het lastig vonden om vroeg wakker te worden en zich overdag slaperig voelden. Naast slaapduur kan slaapkwaliteit als indicatie gebruikt worden voor slaapproblemen (Dewald et al., 2009). Slaapkwaliteit gaat over hoe men de slaap ervaren heeft en zich uitgerust voelt (Pilcher, Ginter & Sadowsky, 1997). Het kan zo zijn dat de kinderen die gemiddeld langer slapen een minder goede slaapkwaliteit hebben dan de kinderen die korter slapen. In relatie tot de cognitieve functies heeft slaapkwaliteit wellicht meer invloed dan slaapduur. Deze verklaring kan ondersteund worden door de neurale efficiëntie hypothese (Grabner, Neubauer & Stern, 2006). In deze theorie wordt verondersteld dat mensen die cognitief beter presteren, een betere informatieverwerking hebben. In het onderzoek van Grabner, Neubauer en Stern (2006) waren betere prestaties op de cognitieve taken geassocieerd met een efficiënter informatieverwerkingssysteem. Mogelijk hebben de kinderen die beter presteerden op de cognitieve taken een betere informatieverwerking. In een onderzoek van Killgore, Grugle, Reichardt, Killgore en Balkin (2009) werd aangetoond dat participanten die executief en prefrontaal beter functioneerden minder beïnvloedt werden door een slaapttekort. Een mogelijke hypothese zou dus kunnen zijn dat kinderen minder problemen ondervinden door een slaapttekort vanwege hun betere informatieverwerking en daardoor kunnen zij beter presteren op de cognitieve taken. De kinderen die korter slapen presteren echter

alleen beter op de taken die aandacht en werkgeheugen meten en slechter op de inhibitietask. Een mogelijke verklaring waarom kinderen die korter slapen alleen beter presteren op aandacht en werkgeheugen en niet op inhibitie is dat deze cognitieve functies op zichzelf staande processen zijn en verschillende ontwikkelingstrajecten doorlopen (Carlson & Moses, 2001; Garon, Bryson & Smith, 2008). Er werd in het huidige onderzoek een samenhang tussen aandacht en werkgeheugen gevonden. Inhibitie bleek echter niet samen te hangen met de andere cognitieve functies. Mogelijk ontwikkelen aandacht en werkgeheugen zich op een vergelijkbare manier, waardoor kinderen op beide taken beter presteren met minder slaap. Voor inhibitie wordt een tegengestelde samenhang gevonden, de kinderen presteren beter als ze langer slapen. Mogelijk verloopt de ontwikkeling van inhibitie anders en heeft slaapduur hierdoor een andere invloed dan op aandacht en werkgeheugen. In een onderzoek van Huizinga, Dolan en van der Molen (2006) werd aangetoond dat inhibitie zich ongeveer tot aan de adolescentie aan ontwikkelt, terwijl werkgeheugen zich langdurig ontwikkelt tot aan de jong volwassenheid. In een ander onderzoek van Klenberg, Korkman en Lathi-Nuuttila (2001) werd gevonden dat volgehouden aandacht zich op een latere leeftijd ontwikkelt heeft dan inhibitie. Er werd verondersteld dat er wellicht sprake is van een hiërarchisch model, waarbij inhibitie zich op een jongere leeftijd ontwikkelt en een belangrijke functie heeft bij het ontwikkelen van verdere complexere cognitieve functies. Deze onderzoeken lijken de hypothese te ondersteunen dat de cognitieve functies aparte ontwikkelingen doorlopen. Er zal verder onderzocht moeten worden of hierdoor de samenhang van slaapduur met de cognitieve functies beïnvloedt wordt.

Het antwoord op de hoofdvraag is dus dat slaapduur geen mediërende rol bleek te vervullen in de relatie tussen chronotype en aandacht en inhibitie. Er is wel gevonden dat het verband tussen chronotype en werkgeheugen gedeeltelijke gemedieerd wordt door slaapduur. Partiele mediatie kon namelijk niet weerlegd worden. Dit betekent dat de betere prestaties van de avondtypes op de werkgeheugentaak voor een gedeelte verklaard kan worden doordat deze kinderen minder lang slapen.

Limieten en sterke punten

Er is nog maar weinig onderzoek geweest die de relatie tussen chronotype, slaapduur en cognitieve functies bij kinderen onderzocht heeft. Een positief aspect is dat het huidige onderzoek meer inzicht geeft over de samenhang van chronotype en slaapduur met cognitieve functies bij jonge kinderen. De gevonden resultaten zijn echter niet

generaliseerbaar naar de gehele Nederlandse populatie. De resultaten kunnen wel voldoende gegeneraliseerd worden naar Nederlandse kinderen in de leeftijd 9 tot 12 jaar. De steekproef was namelijk voldoende groot, het aantal jongens en meisjes was ongeveer gelijk verdeeld, het merendeel van de kinderen waren Nederlands en ouders vanuit verschillende opleidingsniveaus waren representatief (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2011). Een beperking van het huidige onderzoek was echter dat de variabelen aandacht en inhibitie niet aan alle voorwaarden van de statistische analyses voldaan hadden. Hierdoor moeten de conclusies met betrekking tot aandacht en inhibitie met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. De variabele werkgeheugen voldeed wel aan alle voorwaarden. Daarnaast waren de psychometrische eigenschappen van de gebruikte meetinstrumenten sterk, op de Cijferreeksen taak na.

Er is niet bekend wat de mogelijke invloed kan zijn van een visuele in plaats van auditieve afname van de Cijferreeksen taak. Volgens het drie-componenten werkgeheugen model van Baddeley en Hitch (1974, zoals gevonden in Baddeley, 2000) is de fonologische lus verantwoordelijk voor het opslaan en bewerken van verbale informatie en het visuo-spatieel schetsboek verantwoordelijk is voor het opslaan en bewerken van visuele informatie. Volgens dit model bestaat het werkgeheugen uit verschillende domeinen en het werkgeheugen zou zowel visueel als auditief gemeten kunnen worden. In vervolgonderzoek moet nagaan worden of de gevonden resultaten voor werkgeheugen ook gevonden worden als er een auditieve in plaats van visuele afname plaatsvindt. Daarnaast zou er een grotere groep participanten met een bredere leeftijdsrange onderzocht kunnen worden. De invloed van chronotype en slaapduur op de cognitieve functies zal per leeftijd verschillen, omdat kinderen op cognitief gebied nog zo'n grote ontwikkeling doormaken. Met een longitudinaal of cross sectioneel onderzoek zou onderzocht kunnen worden wat de invloed van chronotype en slaapduur is op cognitieve functies op verschillende leeftijden. Als laatst zou zowel slaapduur als slaapkwaliteit gemeten kunnen worden, omdat wellicht slaapkwaliteit een grotere invloed heeft op de cognitieve prestaties dan slaapduur. Naast een slaaplogboek kan er ook gebruik gemaakt worden van actigrafie. Met behulp van een bewegingsmeter kan er gemeten worden wanneer je inslaapt en wakker wordt, hoe vaak je tussentijds wakker wordt en hoeveel je beweegt in je slaap. Het voordeel van deze methode is dat er naast het slaaplogboek een objectieve meetinstrument gebruikt wordt om slaapduur- en kwaliteit te meten, waarvoor kinderen niet per se naar het laboratorium hoeven.

Implicaties

Uit het onderzoek is dus naar voren gekomen dat kinderen die minder lang slapen beter presteren op de taken die aandacht en werkgeheugen meten, maar slechter op de inhibitietaak. Daarnaast werd er voor chronotype een samenhang gevonden met werkgeheugen, de avondtypes konden een langere cijferreeks onthouden. De betere prestaties van de avondtypes op de werkgeheugentaak kunnen voor een gedeelte verklaard worden doordat deze kinderen minder lang slapen. Kinderen die avondlijk zijn moeten in tegenstelling tot hun voorkeur er in de ochtend vroeg uit, omdat er vaste schooltijden zijn. Desondanks presteren zij beter op de werkgeheugentaak. Compenserende factoren kunnen hierbij een rol spelen, zoals een betere slaapkwaliteit en informatieverwerking. Om meer inzicht te krijgen over waarom de samenhang van chronotype en slaapduur per cognitieve functie verschilt, moet er verder onderzocht worden welke factoren hier mogelijk aan bijdragen, zoals slaapkwaliteit en een betere informatieverwerking. Daarnaast moeten klinici bij onderzoeken en behandeling rekening houden met dat chronotype en slaapduur van invloed kan zijn op de cognitieve ontwikkeling. Bij sommige kinderen kan een slaapttekort of juist teveel slapen al een gedeelte van de cognitieve prestaties verklaren en is het van belang dat naar ouders duidelijk wordt gemaakt wat de invloed van slaapduur kan zijn. Bij extreme ochtend- en avondtypes kan met behulp van bijvoorbeeld lichttherapie de biologische klok verschoven worden (<http://www.lichttherapie.nu>). Het is belangrijk dat ouders hun kinderen stimuleren om op tijd naar de bed te gaan en ook weer bijtijds uit bed te gaan, zodat de kinderen zich goed mogelijk kunnen ontwikkelen. Een preventief beleid kan een ondersteunende rol bieden bij de voorlichting aan ouders over de invloed en het belang van slaap.

Referentielijst

- Astill, R.G., Van der Heijden, K.B., Van IJzendoorn, M.H., & Van Someren, E.J.W. (2012). Sleep, cognition, and behavioral problems in school-age children: A century of research meta-analyzed. *Psychological Bulletin*, 138 (6), 1109-1138.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baron, R.M., & Kenny, D.A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.

- Basner, M., Mollicone, D., & Dinges, D. F. (2011). Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation. *Acta Astronautica*, *69*, 949-959.
- Beebe, D. W. (2011). Cognitive, behavioral and functional consequences of inadequate sleep in children and adolescents. *Pediatric Clinics of North America*, *58*, 649-665.
- Blader, J.C., Koplewicz, H.S., Abikoff, H., & Foley, C. (1997). Sleep problems of elementary school children. *Archives Pediatrics & Adolescent Medicine*, *151*, 473-480.
- Borisenkov, M.F., Perminova, E.V., & Kosova, A.L. (2010). Chronotype, sleep length, and school achievement of 11- to 23-year old students in North-European Russia. *Chronobiology International*, *27*(6), 1259-1270.
- Bruni, O., Ottaviano, S., Guidetti, V., Romoli, M., Innocenzi, M., Cortesi, F., & Giannotti, 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.
- Buckhalt, J. A., & El-Sheikh, M. (2007). Children's sleep and cognitive functioning: race and socioeconomic status as moderators of effects. *Child Development*, *78*(1), 213-231.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, *72*, 1032-1053.
- Carskadon, M., Vieira, C., & Acebo, C. (1993). Association between puberty and delayed phase preference. *Sleep*, *16*, 258-262.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New York: Erlbaum.
- Curcio, G., Ferrara, M., De Gennaro, L. (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Medicine Reviews*, *10*, 323-337.
- De Sonneville, L. (2005). Amsterdamse Neuropsychologische Taken: Wetenschappelijke en klinische toepassingen. *Tijdschrift voor neuropsychologie*, *0*, 27-41.
- Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bögels, S. M. (2009). 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.
- Dinges, D.F., & Powell, J.W. (1985). Microcomputer analyses of performance on

- a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, *17*, 652-5.
- Doran, S. M., Van Dongen, H. P. A., & Dinges, D. F. (2001). Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Archives Italiennes de Biologie*, *139*, 253-267.
- Dorrian, J., Rogers, N.L., & Dinges, D.F. (2005). Psychomotor vigilance performance: a neurocognitive assay sensitive to sleep loss. In C. Kushida (Ed.), *Sleep Deprivation: Clinical Issues, Pharmacology and Sleep Loss Effects* (pp. 39–70). New York: Marcel Dekker.
- Escribano, C., Díaz-Morales, J. F., Delgado, P., & Collado, M. J. (2011). Morningness/eveningness and school performance among Spanish adolescents: Further evidence. *Learning and Individual Differences*, *22*, 409-413.
- Fakier, N., & Wild, L. G. (2011). Associations among sleep problems, learning difficulties and substance use in adolescence. *Journal of Adolescence*, *34*, 717-726.
- Fan, J., McCandliss, B.D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of cognitive neuroscience*, *14* (3), 340-347.
- Garon, N., Bryson, S. E. & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134* (1), 31-60.
- Giannotti, F., Cortesi, F., Sebastiani, T., & Ottoviano, S. (2002). Circadian preference, sleep and daytime behavior in adolescence. *Journal of Sleep Research*, *11*, 191-199.
- Grabner, R. H., Neubauer, A. C., & Stern, E. (2006). Superior performance and neural efficiency: the impact of intelligence and expertise. *Brain research bulletin*, *69*, 422-439.
- Grandner, M. A., & Kripke, D. F. (2004). Self-reported sleep problems with long and short sleep: A nationally representative sample. *Psychosomatic Medicine*, *66*, 239-241.
- Hoban, T. F. (2009). Sleep disorders in children. *Annals of the New York Academy of Science*, *1184*, 1-14.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2001). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologica*, *44*, 2017-2036

- Klenberg, L., Korkman, M. & Lathi-Nuutila, P. (2001). Differential Development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children. *Developmental neuropsychology*, 20 (1), 407-428.
- Killgore, W. D. S., Grugle, N. L., Reachardt, R. M., Killgore, D. B., & Balkin, T. J. (2009). Executive functions and the ability to sustain vigilance during sleep loss. *Aviation, space and environmental medicine*, 80(2), 81-87.
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention. *Annals of the New York Academy of Science*, 1129, 305-322.
- Meijer, A. M. (2008). Chronic sleep reduction, functioning at school and school achievement in preadolescents. *Journal of Sleep Research*, 17, 395-405.
- Meijer, A. M., Habekothé, H. T., & Van den Wittenboer, G. L. H. (1999). Time in bed, quality of sleep and school functioning of children. *Journal of Sleep Research*, 9, 145-153.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2011). *Opleidingsniveau van de Nederlandse bevolking*. Verkregen op 20 juli 2013, van: http://www.trendsinbeeld.minocw.nl/grafieken/3_1_2_31.php
- Monk, T. H., & Kupfer, D. J. (2007). Which aspects of Morningness-Eveningness change with age? *Journal of Biological Rhythms*, 22(3), 278-280.
- Monk, T. H., Reynolds, C. F., Kupfer, D. J., Buysse, D. J., Coble, P. A., Hayes, A. J., Machen, M. A., Petrie, S. R., & Ritenour, A. M. (2009). The Pittsburg sleep diary. *Journal of sleep research*, 3(2), 111-120.
- Moore, D.S., McCabe, G.P., & Craig, B.A. (2011). *Introduction to the Practice of Statistics* (7nd ed.). New York: Freeman.
- Pilcher, J. J., Ginter, D. R., & Sadowsky, B. (1997). Sleep quality versus sleep quantity: relationship between sleep and measures of health, well-being and sleepiness in college students. *Journal of psychosomatic research*, 42, 583-596.
- Preckel, F., Lipnevich, A.A., Schneider, S., & Roberts, R.D. (2011). Chronotype, cognitive abilities and academic achievement: A meta-analytic investigation. *Learning and Individual Differences*, 21, 483-492.
- Roberts, R.D., & Kyllonen, P.C. (1999). Morningness-eveningness and intelligence: early to bed, early to rise will likely make you anything but wise! *Personality and individual differences*, 27, 1123-1133.

- Roenneberg, T., Kuehnle, T., Pramstaller, P. P., Ricken, J., Havel, M., Guth, A., & Mellow, M. (2004). A marker for the end of adolescence. *Current Biology* 14, 1038–1039.
- Rogers, A. E., Caruso, C. C., & Aldrich, M. S. (1993). Reliability of Sleep Diaries for Assessment of Sleep/Wake Patterns. *Nursing Research*, 42(6), 323-383.
- Sejnowski, T., & Destexhe, A. (2000). Why do we sleep ? *Brain research*, 886, 208-223.
- Sobel, M.E. (1982). Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models. *Sociological Methodology*, 13, 290-312.
- Touchette, E., Petit, D., Séguin, 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.
- Vos, P. (1992). *Bourdon Vos handleiding (manual Bourdon Vos)*. Lisse: Swets & Zeitlinger B.V.
- Wechsler, D. (1989). *Wechsler intelligence scale for children-revised*. New York: The Psychological Corporation.
- Werner, H., LeBourgeois, M.K., Geiger, A.G., & Jenni, O.G. (2009). Assessment of chronotype in four- tot eleven- year- old children: reliability and validity of the children's chronotype questionnaire (CCTQ). *Chronobiology International*, 26(5), 992-1014.