

Orthopedagogiek, Universiteit Leiden
1e begeleider: M.C.M. Vermeulen MSc
2e Begeleider: dr. K.B. van der Heijden

De rol van geslacht in de relatie tussen slaap en cognitie bij kinderen

Astrid Daemen 0903566

Voorwoord

Deze scriptie is geschreven voor het behalen van het master-diploma Orthopedagogiek. Het onderzoek had niet gedaan kunnen worden zonder de hulp van een aantal mensen. Ten eerste dank aan mevrouw Vermeulen en meneer van der Heijden voor het begeleiden en coördineren van het masterproject. Zij hebben hulp geboden door middel van bijeenkomsten, afspraken, feedback en het beoordelen van de scriptie. Ten tweede dank aan alle ouders en kinderen die hebben deelgenomen aan het onderzoek. Hun vrijwillige deelname heeft dit onderzoek mogelijk gemaakt. Vervolgens dank aan het Nederlands Slaap Register voor de vragenlijsten en tests. Ten vierde dank aan de medestudenten van dit onderzoek voor hun bijdrage aan de bijeenkomsten en het onderzoek. Tenslotte speciale dank aan mijn ouders voor hun steun tijdens mijn gehele studie.

Samenvatting

In the last 100 years sleep duration of children declined with one hour a night. This is alarming, because it has been established that sleep duration has an influence on cognitive functions of children. To enhance the optimal development of boys and girls, we examined whether gender moderates the association between sleep duration and cognitive functioning. In this study 501 children, 229 boys and 272 girls, with an average age of 10.5 years participated. Parents kept a sleep diary for their child. The child completed various computer tasks which measure cognitive functions attention, inhibition and working memory. These were respectively the PVT, the PVT Go/No-Go and Digit Span. At home, the child did four Word pair tasks to measure declarative memory. Correlation analyses showed that shorter sleep duration was significantly associated with more attention ($r = .18$), less inhibition ($r = .11$) and better working memory ($r = -.19$), but not with declarative memory. Gender did not moderate the relations sleep duration and cognitive functions. However, girls performed significantly better than boys on the cognitive functions inhibition and working memory. Parents, teachers, social workers and children should know that short sleep duration as well as long sleep duration is associated with declined cognitive functioning, so the development of children can be advanced. It is also important to examine the best sleep duration for children of different ages, so they can use their best attention, working memory and inhibition and they can develop optimally.

Introductie

Slaap kan worden gedefinieerd als een actieve, herhaalde staat waarin men zich perceptueel losmaakt van en niet meer reageert op de omgeving (Carskadon & Dement, 2005). De slaapduur van kinderen is in de afgelopen 100 jaar meer dan één uur per nacht afgenomen (Matricciani, Olds & Petkov, 2011). Een reden hiervoor zijn de veranderde activiteiten voor het slapengaan. De laatste jaren zijn kinderen steeds meer bezig met een mobiel, tv of computer, voordat zij gaan slapen. Dit zorgt ervoor dat zij later inslapen (Foley, Maddison, Jiang, Marsh, Olds, & Ridley, 2013). Dit is zorgwekkend, omdat slaap complexe fysiologische processen ondersteunt en onmisbaar is voor het zich ontwikkelende kind (Hill, Hogan, Karmiloff-Smith, 2007). Daarnaast verslechtert de schoolprestatie wanneer kinderen minder slapen (Dewald, Meijer, Oort, Kerhof & Bögels, 2007). Bij kinderen met ademhalingsproblemen tijdens de slaap is aangetoond dat er verschillende gevolgen zijn op cognitief en academisch domein door de invloed van deze ademhalingsproblemen op de slaapkwaliteit (Bourke et al., 2011, Gozal, 1998). Vanwege de belangrijke rol die slaap speelt

voor het leervermogen van kinderen, zal deze relatie verder onderzocht worden in dit onderzoek bij 9 tot en met 11 jarige kinderen. Er zal worden onderzocht of er een verschil is tussen jongens en meisjes, wat betreft de relatie slaap en cognitief functioneren.

Op een leeftijd tussen de 9 en 11 jaar slapen kinderen gemiddeld negen en half à tien uur per nacht (Iglowstein, Jenni, Molinari & Largo, 2003). Er worden verschillen gevonden in slaapduur, slaapkwaliteit en slaperigheid tussen jongens en meisjes. Meisjes hebben meer slaap nodig en vertonen meer slaperigheid overdag (Dewald et al., 2010). Ook blijkt dat meisjes een betere slaapkwaliteit hebben en een langere slaapduur (Buckhalt, El-Sheikh & Keller, 2007; El-Sheikh, Buckhalt, Cummings & Keller, 2007; Sadeh, Gruber & Raviv, 2003). Sommige onderzoeken wijzen echter uit dat jongens langer slapen dan meisjes (Gau & Soong, 1995) of dat er geen verschillen zijn tussen jongens en meisjes wat betreft slaapduur en tijd van naar bed gaan en opstaan (Thorleifsdottir, Björnsson, Benediktsdottir, Gislason, Kristbjarnarson, 2002).

Voor slaapduur is vervolgens een relatie vastgesteld met cognitieve functies (Astill, Van der Heijden, Van IJzendoorn & Van Someren, 2012). De gevolgen van slaaprestrictie komen tot uiting in het gedrag en cognitief functioneren (Curcio, Ferrara & De Gennaro, 2006; Durmer & Dinges, 2005). Zowel slaaprestrictie, het verminderen van het aantal uren slaap per nacht, als slaapdeprivatie, het onthouden van slaap voor één of meerdere nachten, hebben gevolgen voor cognitief functioneren (Dumer & Dinges, 2005), waaronder geheugen, aandacht en inhibitie (Astill et al., 2012; Curcio, Ferrara & De Genarro, 2006).

Voor het tot stand komen van leren is het geheugen onmisbaar. Leren betreft een complex proces waarbij informatie wordt opgeslagen en vervolgens weer opgediept kan worden voor verdere doeleinden (Hill, Hogan & Karmiloff-Smith, 2007). Slaap speelt een belangrijke rol bij de versterking van het geheugen. Wanneer men slaapt worden er bepaalde fases doorlopen. De 'slow wave sleep' (SWS) en 'rapid eye movement sleep' (REM) zijn fases die van groot belang zijn voor het geheugen (Diekelmann & Born, 2010). Tijdens de SWS fase speelt zich een proces af die de reorganisatie en integratie van nieuwe herinneringen ondersteunt in het netwerk van al bestaande herinneringen, ook wel het lange termijn geheugen. Tijdens de REM slaap functioneren de breinsystemen afzonderlijk van elkaar, waarbij relaties tussen lange termijn geheugen en tijdelijke opslag worden verbroken. Het declaratief geheugen, geheugen voor feiten en gebeurtenissen, profiteert vooral van de SWS fase. Dit komt door de integratieve aard van het declaratieve geheugen. (Diekelmann & Born, 2010). Er is aangetoond dat slaapverlies of slaapfragmentatie een groot risico is voor efficiënte versterking van geheugen (Curcio, Ferrara & De Genarro, 2006; Payne et al., 2012).

Vervolgens blijkt dat SWS- en REM-slaap toeneemt wanneer een persoon getraind wordt op een bepaalde taak. Ook wijst onderzoek van Walker & Stickgold (2004) uit dat bij deprivatie van SWS- en REM-slaap, de opvolgende prestatie verminderd. Het declaratief geheugen profiteert meer van slaap bij kinderen dan bij volwassenen. Versterking van het declaratief geheugen tijdens slaap is bij kinderen efficiënter door een grotere hoeveelheid SWS slaap. Hierdoor is de toename van het declaratief geheugen bij kinderen groter dan bij volwassenen (Wilhelm, Prehn-Kristensen & Born, 2012). In een meta-analyse kwam echter naar voren dat er geen invloed is van slaapduur op zowel impliciet als expliciet geheugen (Astill et al., 2012). Expliciet geheugen bevat herinneringen die bewust zijn opgeslagen, zoals feiten of gebeurtenissen. Dit komt overeen met het declaratief geheugen.

Andere cognitieve functies die van belang zijn bij leren zijn aandacht, inhibitie en werkgeheugen (Astill et al., 2012).

Ten eerste liggen verschillende aandachtsprocessen ten grondslag aan de cognitieve prestaties die worden beïnvloed door slaaprestrictie (Basner & Dinges, 2011). Met de *Psychomotor Vigilance Task* hebben Dinges et al. (1997) geconstateerd dat bij jongvolwassenen hun aandacht cumulatief afneemt bij een week slaaprestrictie van vijf uur per nacht. De eerste significante vermindering is na de tweede nacht slaaprestrictie te zien. In een onderzoek van Fallone, Acebo, Seifer en Carskadon (2005) rapporteren leerkrachten een verslechtering van het aandachtsvermogen op school na een vermindering van twee uur slaap per nacht bij hun leerlingen. Bij volwassenen vonden Durmer en Dinges (2005) ook een vermindering van aandacht bij slaapverlies.

Vervolgens heeft slaaprestrictie invloed op het inhibitievermogen. Jongvolwassenen die één nacht niet slapen reageren significant impulsiever op negatieve emotionele stimuli, vergeleken met de controlegroep (Anderson & Platten, 2011). Later is in een onderzoek van Drummond, Paulus en Tamert (2006) naar totale slaapdeprivatie gevonden dat pas na de tweede nacht slaapdeprivatie significante verminderingen te zien zijn voor inhibitie door een toename van vals positieve reacties op een taak. Vervolgens zijn de respondenten na één nacht slaap weer hersteld en zijn de verschillen in inhibitie weer verdwenen. Bij kinderen is slaapdeprivatie, inadequate of verstoorde slaap ook geassocieerd met een afname in het inhibitievermogen, gemeten als verminderde inhibitiecontrole en toegenomen impulsiviteit (Dahl, 1996).

Tenslotte is er onderzoek gedaan naar de relatie tussen slaap en werkgeheugen. In het onderzoek van Beebe, DiFrancesco, Tlutos, McNally en Holland (2009) ondergaat één groep adolescenten een week lang slaaprestrictie van zes-en-een-half uur per nacht en een andere

groep heeft tien uur per nacht slaap. De adolescenten bleven echter op hetzelfde niveau functioneren door compenserende mechanismen bij de slaaprestrictiegroep. De hersengebieden die normaal al actief zijn tijdens een werkgeheugentaak, werden nu extra actief en de breingebieden die niet nodig zijn voor de taak werden extra onderdrukt. Hierdoor kon dezelfde prestatie behaald worden na slaaprestrictie, maar er was meer inspanning voor nodig. Deze bevindingen komen overeen met soortgelijk onderzoek bij volwassenen (Choo, Lee, Vankatraman, Sheu & Chee, 2005).

Het is nog niet duidelijk of er een verschil is tussen jongens en meisjes wat betreft de relatie tussen slaap en cognitie. De meeste onderzoeken rapporteren geen specifieke gegevens voor jongens en meisjes. Hierdoor was een recente meta-analyse niet in staat te toetsen of de relatie tussen slaapduur en cognitieve functies verschilt voor jongens en meisjes (Astill et al., 2012). Er zijn echter wel een aantal afzonderlijke studies gedaan naar geslachtsverschillen die van invloed zijn op de relatie slaap en algeheel functioneren. In een onderzoek van Dewald et al. (2010) wordt een interactie-effect gevonden van leeftijd en geslacht op de relatie slaapduur en schoolprestatie. Grotere effecten worden gevonden in de groep jongere kinderen dan in de groep oudere kinderen. Dit leeftijdseffect is groter wanneer een onderzoek meer mannelijke participanten had. Mogelijke verklaring hiervoor is het verschil in de behoefte aan slaap, veroorzaakt door de puberteitsontwikkeling die eerder bij meisjes aanvangt dan bij jongens (Dewald et al., 2010). In het onderzoek van Bub, Buckhalt en El-Sheikh (2011) is gevonden dat geslacht significant modereerde voor het effect van slaperigheid op de variabele verbaal begrip en beslissingssnelheid. De prestaties op deze variabelen verminderen voor meisjes sterker dan voor jongens na toegenomen slaperigheid. Bij jongens blijkt slaperigheid zelfs geen invloed te hebben op hun verbaal begrip. Bij Chinese studenten werd ondanks het verschil in slaapduur tussen jongens en meisjes geen verschil gevonden in dagelijks functioneren (Gau & Soong, 1995). Tenslotte werd in een onderzoek van El-Sheikh, Kelly, Buckhalt & Hinnant (2010) geen effect gevonden van geslacht op de relatie slaap en adaptieve vaardigheden van kinderen.

Ondanks groeiend onderzoek naar de relatie slaap en cognitie, is er nog geen onderzoek gedaan naar de moderatie van geslacht op deze relatie. Het is belangrijk om geslachtsverschillen te onderzoeken voor de relatie slaap en cognitie, omdat dit kan bijdragen aan de ondersteuning van de optimale ontwikkeling van kinderen. De bevindingen kunnen verspreid worden door middel van voorlichting over slaap aan ouders, leraren en hulpverleners. Hypothetisch gezien is het van belang dat wanneer meisjes of juist jongens gevoeliger blijken te zijn voor weinig slaap, zij goed weten hoeveel slaap zij nodig hebben.

Dit heeft als doel dat zij optimaal kunnen profiteren van hun cognitieve capaciteiten en van onderwijs. De hoofdvraag luidt: Wordt de relatie tussen slaap en cognitieve functies bij kinderen gemodereerd door geslacht?

Allereerst wordt de relatie tussen slaapduur en de cognitieve functies aandacht, inhibitie, werkgeheugen en declaratief geheugen onderzocht. Er wordt verwacht dat er bij kinderen een afname is van het aandachtsfunctioneren na een korte slaapduur. Dit zou overeenkomen met onderzoeken hiernaar bij zowel kinderen als (jong)volwassenen (Dinges et al., 1997; Durmer & Dinges, 2005; Fallone et al., 2005). Ook voor inhibitie wordt verwacht dat het functioneren afneemt naarmate kinderen korter slapen (Anderson & Platten, 2011; Dahl, 1996; Drummond, Paulus & Tamert, 2006). Wat betreft het werkgeheugen wordt verwacht dat er geen afname is van de capaciteit na een korte slaapduur. Dit komt door compenserende technieken in de hersenen die ervoor zorgen dat dezelfde prestatie behaald wordt na een periode van slaaprestrictie (Beebe et al., 2009; Choo, Lee, Vankatraman, Sheu & Chee, 2005). In een meta-analyse kwam eerder al naar voren dat slaapduur geen invloed heeft op geheugen, voor zowel impliciet als expliciet geheugen (Astill et al., 2012). Daarom wordt verwacht dat het functioneren van het declaratief geheugen hetzelfde blijft na afgenomen slaapduur.

Vervolgens wordt er voor al deze relaties onderzocht of er sprake is van moderatie door geslacht. Voor aandacht wordt er een vergelijking gemaakt met het eerdere onderzoek van Bub et al. (2011) over beslissingsnelheid, waarbij beslissingsnelheid voor meisjes sterker verminderd dan voor jongens na toegenomen slaperigheid. De aandacht moet namelijk gericht zijn op het maken van de beslissing. Daarom wordt er een zelfde effect verwacht voor het cognitieve construct aandacht. De aandacht van meisjes zal sterker achteruit gaan dan de aandacht van jongens, bij een kortere slaapduur voor beiden. Voor de relatie slaapduur en inhibitie, de relatie slaapduur en werkgeheugen en de relatie slaapduur en declaratief geheugen is er nog niet eerder onderzocht of er sprake is van een verschil tussen jongens en meisjes. Er kan dus geen verwachting worden uitgesproken op basis van eerder onderzoek. Onderzoek naar de moderatie door geslacht op deze relaties is exploratief.

Methoden

Participanten

Aan dit onderzoek deden kinderen in de leeftijd van 9 tot en met 11 jaar mee, samen met hun ouders. Deze kinderen volgden onderwijs op reguliere basisscholen in Nederland. De scholen

werden telefonisch of per mail benaderd voor deelname aan het onderzoek. Van de 145 benaderde scholen, stemden er uiteindelijk 51 toe. Na toestemming van de school werden informatiebrieven uitgedeeld in de klassen. Hierin werd aan de ouders van de kinderen gevraagd of zij wilden deelnemen aan het onderzoek. Daarbij werden enkele ouders rechtstreeks benaderd voor deelname aan het onderzoek. Deze ouders kwamen uit de familie-, vrienden- of kennissenkring van de onderzoekers. Uiteindelijk hebben de ouders van 653 kinderen (14.8%) schriftelijk toestemming gegeven voor deelname. Van een aantal respondenten werden niet genoeg gegevens verzameld en er vielen respondenten vroegtijdig uit. Uiteindelijk werden van 501 kinderen genoeg gegevens verzameld voor deelname aan het onderzoek. Onder de participanten waren 229 jongens en 272 meisjes. De kinderen waren minimaal 8 jaar en 10 maanden en maximaal 12 jaar en 5 maanden oud, met een gemiddelde leeftijd van 10.5 jaar ($SD = 0.85$). Van de kinderen woonde 72.1 % in Zuid-Holland, 8.2 % in de rest van midden Nederland, 14.3 % in het zuiden van Nederland en 5.4 % in het noorden van Nederland. De nationaliteit van de kinderen was 97.6 % Nederlands, 1.2 % anders Europees, 0.8 % Aziatisch en 0.4 % Afrikaans. Het opleidingsniveau van de invullende ouder was 12.8 % laag opgeleid, 41.7 % gemiddeld opgeleid en 45.5 % hoog opgeleid. Onder laag opgeleid vallen de ouders met een afgeronde basisschool of afgeronde VMBO, HAVO of VWO opleiding, onder gemiddeld opgeleid vallen de ouders met een afgeronde MBO opleiding en onder hoog opgeleid vallen de ouders met een afgeronde HBO of universitaire opleiding. De nationaliteit van de ouders was 97 % Nederlands, 1.6 % anders Europees, 1.2 % Zuid-Amerikaans en 0.2 % Zuid-Afrikaans.

Procedure

Het onderzoek werd afgenomen via internet, op de site van het Nederlands Slaapregister. De deelnemende ouders kregen een eigen gebruikersnaam en wachtwoord om in te loggen. Zij hielden voor hun kinderen een week lang een slaaplogboek bij. Hierin werd onder andere het tijdstip van naar bed gaan en opstaan genoteerd. Daarnaast vulden ouders verschillende vragenlijsten in, wat ongeveer 30 to 45 minuten in beslag nam. Ten eerste een algemene vragenlijst die demografische gegevens van het kind en het gezin in kaart bracht. Vervolgens een aantal aanvullende vragenlijsten over het kind. Dit zijn de *Strengths and Difficulties Questionnaire* over gedrag (Goodman, 2001), *Children's Chronotype Questionnaire* over chronotype (Werner, Lebourgeois, Geiger & Jenni, 2009), *Sleep Disturbance Scale for Children* over slaapverstoringen (Bruni et al., 1996), de *Behavioural Inhibition Questionnaire* over gedragsinhibitie (Broeren & Muris, 2010) en de vragenlijst Slaapgedrag. Vervolgens

werd er een vragenlijst afgenomen over de slaap van de ouders: de *Sleep History Questionnaire*. De vragenlijst *Early Adolescent Temperament Questionnaire-Revised* over temperament (Muris & Meesters, 2008) en de vragenlijst *Pubertal Developmental Scale* over de puberteit (Petersen, Crockett, Richards & Boxer, 1987) werd ingevuld door het kind. Daarnaast moest het kind thuis vier keer een geheugentaak doen. Dit was een woordpaartaak en afname duurde ongeveer zeven minuten per deel. Aan het einde van de onderzoekswEEK werden bij het kind drie computertaakjes afgenomen onder begeleiding van een onderzoeker. De computertaakjes werden in een vaste volgorde afgenomen: de *Psychomotor Vigilance Task* (PVT; Basner, Mollicone & Dinges, 2011), de *Psychomotor Vigilance Task Go/No-Go* (PVT Go/No-Go) en de test 'Cijferreeksen' (voorwaarts en achterwaarts). De afname van de taken duurde ongeveer een half uur. De taken werden per één à twee kinderen afgenomen in een aparte ruimte op school of bij het kind thuis. De computertaken mochten niet in of vlak na vakanties en niet op maandagen of in het weekend worden afgenomen, omdat er dan sprake is van een ander slaapritme. De overige dagen mocht de afname niet voor 10.00 uur zijn. Dit had te maken met het feit dat kinderen minder alert zijn voor 10.00 uur (van der Heijden, de SonnevillE & Althaus, 2010).

Instrumenten

Slaapduur: Om de slaapduur van het kind te meten werd het slaaplogboek gebruikt. In het slaaplogboek werd een week lang elke dag vijf vragen over het opstaan, drie vragen over het naar bed gaan en drie vragen over het slapen ingevuld door de ouders. Uit het slaaplogboek is het tijdstip van naar bed gaan, tijdstip van inslapen en het tijdstip van ontwaken gebruikt om de slaapduur in uren en minuten te berekenen ($24 - \text{tijdstip van naar bed gaan} - \text{tijdstip inslapen} + \text{tijdstip opstaan} = \text{slaapduur}$). De variabele slaapduur was de gemiddelde slaapduur per dag berekend over de hele week, weergegeven in minuten. Uit eerder onderzoek van Rogers, Caruso & Aldrich (1993) naar een slaaplogboek is het een betrouwbaar instrument gebleken voor het vastleggen van slaapduur. Sensitiviteit en specificiteit van het slaaplogboek zijn hoog (92.3% en 95.6%) en de mate van overeenkomst met polysomnografische metingen van slaapduur is acceptabel ($\kappa = .87$) (Rogers, Caruso & Aldrich, 1993). Vervolgens werden de cognitieve functies gemeten door middel van verschillende taken.

Aandacht: Met de Psychomotor Vigilance Task (PVT) is aandacht gemeten. De PVT is een taak van drie minuten waarbij er op het computerscherm een teller begint te lopen in een grijs kader. Zodra deze teller begon te lopen moesten de kinderen zo snel mogelijk op de L-toets van het toetsenbord drukken. Door te drukken werd de teller gestopt en geeft het de

reactietijd weer in milliseconden. De PVT bestaat uit maximaal 48 trials die worden aangeboden op basis van een random interval tussen de twee tot vijf seconde. Vooraf mocht het kind vijf keer oefenen met het stoppen van de teller. Voor het meten van aandacht is de gemiddelde reactietijd in milliseconden op de PVT gebruikt. Hoe lager de reactietijd, hoe beter de aandacht van het kind. De 10-minuten versie van de PVT heeft een goede test-hertest betrouwbaarheid van boven de .80 bij volwassenen (Basner & Dinges, 2011). Tevens is er sprake van ecologische validiteit, omdat de uitkomst van de PVT problemen met aandacht in het echte leven kan reflecteren (Basner & Dinges, 2011).

Inhibitie: Voor het vaststellen van inhibitie werd de PVT Go/No-Go afgenomen. Deze taak heeft veel overeenkomst met de PVT en duurt ook drie minuten. Het verschil is dat kinderen nu niet moesten drukken wanneer er een teller in een rood scherm begint te lopen (No-Go). Zij moesten dan wachten tot het scherm grijs wordt en er een nieuwe teller begint te lopen (Go). Dan moesten zij weer zo snel mogelijk op de L-toets drukken. Als een kind wel drukte bij een rood scherm werd dit een error of false alarm genoemd, wanneer een kind niet drukte bij een grijs scherm was dit een missing. De kinderen mochten weer eerst vijf keer oefenen voordat de taak begon. Er werden evenveel Go's als No-Go's getoond. Hoe hoger het percentage correcte reacties op de PVT No-Go trials, hoe beter de inhibitievaardigheden zijn.

Werkgeheugen: Door middel van de taak Cijferreeksen visueel werd het werkgeheugen van kinderen gemeten. Deze taak is gebaseerd op de taak Cijferreeksen van de *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC; Wechsler, 2003). Bij deze taak werden er achter elkaar cijfers getoond op het scherm. Het was de bedoeling dat de kinderen de cijfers in dezelfde volgorde onthielden en dit na de getoonde cijferreeks intypten. Eerst kregen zij twee cijfers achter elkaar te zien. Na twee van deze cijferreeksen met andere getallen, werd de reeks uitgebreid naar drie cijfers achter elkaar. Zo werden de cijferreeksen steeds langer. Wanneer beide cijferreeksen van dezelfde reekslengte fout werd gemaakt, stopte de taak. In het tweede deel van de taak werden er weer cijferreeksen getoond. Dit keer moesten de kinderen de cijferreeks echter achterstevoren intypen. Deze taak duurt ongeveer 10 minuten. Voor het meten van het werkgeheugen wordt de score van de deelttest Cijferreeksen achterwaarts gebruikt. Deze deelttest heeft een hoge interne consistentie van .80 en een goede test-hertest betrouwbaarheid van .74 (Williams, Weiss & Rolfhus, 2003). Bovendien is de mate van overeenkomst met de de factor Werkgeheugen van de WISC acceptabel: .67. Omdat er bij Cijferreeksen achterwaarts een beroep wordt gedaan op de visueel-spatiële representatie van de cijfers, presteren studenten beter op de test bij een visuele afname dan bij een auditieve afname (Li & Lewandowsky, 1995).

Declaratief geheugen: Het declaratief geheugen is gemeten door middel van een Woordpaartaak die uit vier afnames bestond. De eerste twee afnames waren in de onderzoekswEEK en een week later werden de laatste twee afnames gedaan. Voor de geheugentest waren de participanten in verschillende condities ingedeeld: de avond-avond conditie, de avond-ochtend conditie, de ochtend-ochtend conditie en de ochtend-avond conditie. Dit stond voor het moment van afname. Voor het meten van declaratief geheugen werd in dit onderzoek alleen de score van de eerste afname gebruikt. In deze afname kregen de kinderen steeds twee verschillende woorden op het computerscherm te zien die geen associatie met elkaar hadden (een woordpaar). Het linkerwoord was blauwgedrukt. Van dit woord moesten de kinderen na het zien van het woordpaar op een zevenpunts-schaal aangeven wat hun gevoel was bij dit woord en hoe sterk dit gevoel is. Nadat er 15 woordparen waren geweest, werd het blauwgedrukte woord van elk woordpaar weergegeven en werd door middel van drie antwoordmogelijkheden aan het kind gevraagd welk ander woord daarbij hoorde, zodat het goede woordpaar weer werd gevormd. Hierna werd hetzelfde herhaald met nog eens 15 woordparen. Voor elk correct onthouden woordpaar kreeg het kind 1 punt. Het maximaal te behalen aantal punten voor de eerste afname is 30. De woordpaartaak is voor dit onderzoek ontworpen en is nog niet onderzocht op betrouwbaarheid en validiteit.

Data-analyse

De analyses van dit onderzoek werden uitgevoerd met Statistical Package for the Social Science (SPSS). Door middel van een analyse voor missende waarden is gebleken dat er redelijk veel missende waarden waren bij de variabelen die worden gebruikt voor dit onderzoek. De variabele PVT gemiddelde reactietijd (PVT gem RT) had 20 missende waarden, de variabele percentage correcte No-Go's (Correcte No-Go's) en de variabele Cijferreeksen hadden 19 missende waarden en de variabele Woordpaartaak had 110 missende waarden. Om problemen bij de toetsen te voorkomen werd er getoetst met listwise exclusion, zodat de cases die missende waarden hadden niet werden meegenomen in de toetsen.

De relatie tussen slaapduur en elke cognitieve functie werd onderzocht door middel van Pearson's correlatieanalyses. Om de moderatie van geslacht op de relatie slaapduur en cognitie te meten werd voor elke cognitieve functie apart een ANCOVA uitgevoerd. Voordat de correlatieanalyses en de ANCOVA's uitgevoerd mochten worden, moest onderzocht worden of de varianties van de variabelen gelijk zijn, door middel van de Levene's test for equality of variance (Field, 2005). Er bleek dat voor alle variabelen de varianties gelijk zijn voor jongens en meisjes.

Door middel van boxplots is er gekeken naar de uitbijters. De uitbijters met een waarde die meer dan 3.29 keer de standaarddeviatie boven of onder het gemiddelde lagen kregen de hoogste of laagste waarde die nog binnen de range viel. Zes waarden van de variabele PVT gem RT kregen de hoogste waarde binnen de range: 569. Van de variabele Correcte No-Go's werden 11 waarden vervangen door de laagste waarde binnen de range (20), de variabele Woordpaartaak had zeven waarden die werden vervangen door de laagste waarde binnen de range (2) en één waarde van de variabele slaapduur werd vervangen door de laagste waarde binnen de range (487).

Vervolgens is onderzocht of er sprake is van normaliteit, door middel van de maten voor scheefheid en gepiekttheid en een histogram (Field, 2005). De variabele slaapduur, de variabele Woordpaartaak en de variabele Cijferreeksen waren normaal verdeeld (Tabel 1), omdat de $z_{\text{scheefheid}}$ en $z_{\text{gepiektheid}}$ van deze variabelen een waarde tussen de nul en drie had. Na het transformeren van de uitbijters was de variabele PVT gem RT nog steeds scheef verdeeld naar rechts en gepiekt ($z_{\text{scheefheid}} = 11.94$, $z_{\text{gepiektheid}} = 10.93$) en was de variabele correcte No-Go's ook scheef verdeeld naar links en gepiekt ($z_{\text{scheefheid}} = -15.51$, $z_{\text{gepiektheid}} = 14.77$). Daarom werd voor deze twee variabelen een blom-transformatie uitgevoerd op de originele variabelen (zonder getransformeerde uitbijters). Na deze transformatie was zowel de variabele PVT gem RT normaal verdeeld ($z_{\text{scheefheid}} = 0.32$, $z_{\text{gepiektheid}} = 0.13$, $M = -0.06$ en $SD = 0.98$), als de variabele correcte No-Go's ($z_{\text{scheefheid}} = 0.53$, $z_{\text{gepiektheid}} = -2.13$, $M = -0.01$, $SD = 0.95$).

Door middel van scatterplots is geconcludeerd dat er sprake is van lineariteit. Er waren geen bivariate uitbijters. Bij een r van .10 tot .29 is er sprake van een klein effect, een r van .30 tot .49 is een gemiddeld effect en een r van .50 tot 1.00 geeft een groot effect weer (Field, 2005). Bij een significantieniveau van .05 of lager, was er sprake van een significant effect.

Resultaten

In Tabel 1 worden de gebruikte variabelen voor dit onderzoek weergegeven.

Tabel 1

Beschrijving van de variabelen (voor blom-transformaties PVT gem RT en PVT Go/No-Go)

	<i>N</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>	$Z_{\text{scheefheid}}$	$Z_{\text{gepiektheid}}$
Slaapduur (minuten)	465	487	697	599.24	34.04	-1.22	1.59
PVT gem RT (seconden)	489	229	569	361.11	56.96	11.94	10.93
Correcte No-Go's (percentage)	490	23	100	80.84	17.29	-15.51	14.77
Cijferreeksen achterwaarts	490	1	8	4.46	1.18	1.46	0.36
Woordpaartaak (afname 1)	470	0	30	18.25	5.18	-2.31	2.85

Noot: $Z_{\text{scheefheid}} = \text{scheefheid/standaardmeetfout}$

$Z_{\text{gepiektheid}} = \text{gepiektheid/standaardmeetfout}$

Relatie slaapduur en cognitieve functies

De relatie slaapduur en PVT gem RT is significant bevonden ($r(472) = .18, p < .001$), slaapduur hing positief samen met aandacht en dit betrof een klein effect. Voor de variabele correcte No-Go's werd ook een significante samenhang gevonden met slaapduur ($r(472) = .11, p = .019$). Dit was een klein effect. De variabelen slaapduur en Cijferreeksen hadden een significante negatieve relatie ($r(472) = -.19, p < .001$). Ook dit betrof een klein effect. Tenslotte was er geen sprake van een significante relatie tussen slaapduur en Woordpaartaak (Tabel 2).

Tabel 2

Pearson correlatie-analyses tussen slaapduur en cognitieve functies

	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Slaapduur & PVT gem RT	472	.18	< .001
Slaapduur & Correcte No-Go's	472	.11	.019
Slaapduur & Cijferreeksen	472	.19	< .001
Slaapduur & Woordpaartaak	461	-.08	.106

Moderatie van geslacht op de relatie slaapduur en cognitieve functies

Aandacht: Er werd geen significant interactie-effect bevonden van slaapduur en geslacht op PVT gem RT (Tabel 3). Er is wel een significant hoofdeffect gevonden van slaapduur ($F(1,458) = 11.64, p = .001$) en er is geen significant effect gevonden voor geslacht (Tabel 3).

Inhibitie: Er werd geen significant interactie-effect gevonden van slaapduur en geslacht op Correcte No-Go's (Tabel 3). Daarnaast zijn er wel significante hoofdeffecten gevonden van slaapduur ($F(1,458) = 5.19$, $p = .023$) en geslacht ($F(1,458) = 7.14$, $p = .008$) op Correcte No-Go's. Meisjes ($M = 82.38$, $SD = 17.77$) scoorden significant hoger dan jongens ($M = 78.75$, $SD = 17.61$) op de PVT Go/No-Go.

Werkgeheugen: Er werd geen significant interactie-effect gevonden van slaapduur en geslacht voor de variabele Cijferreeksen (Tabel 3). Er werden wel significante hoofdeffecten gevonden van slaapduur ($F(1,458) = 17.77$, $p < .001$) en geslacht ($F(1,458) = 4.49$, $p = .035$) op Cijferreeksen. Meisjes ($M = 4.56$, $SD = 1.21$) scoorden significant hoger dan jongens ($M = 4.35$, $SD = 1.13$) op deze variabele.

Declaratief geheugen: Er is geen significant interactie-effect van slaapduur en geslacht gevonden voor de Woordpaartaak en er zijn geen significante hoofdeffecten gevonden van slaapduur en geslacht op de Woordpaartaak (Tabel 3).

Tabel 3
Resultaten ANCOVA's

Variabelen	<i>N</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
PVT gem RT				
slaapduur	458	1,456	11.64	.001
Geslacht	458	1,456	1.05	.305
Slaapduur x geslacht	458	1,456	.47	.495
Correcte No-Go's				
Slaapduur	458	1,456	5.19	.023
Geslacht	458	1,456	7.14	.008
Slaapduur x geslacht	458	1,456	.03	.861
Cijferreeksen				
Slaapduur	458	1,456	17.77	< .001
Geslacht	458	1,456	4.49	.035
Slaapduur x geslacht	458	1,456	1.17	.280
Woordpaartaak				
Slaapduur	446	1,444	.616	.433
Geslacht	446	1,444	1.33	.249
Slaapduur x geslacht	446	1,444	.02	.894

Discussie

In dit onderzoek werd de moderatie van geslacht op de relatie slaap en cognitie bij kinderen van 9 tot en met 11 jaar bestudeerd. Daarnaast zijn de verbanden tussen slaapduur en cognitieve functies onderzocht en verschillen tussen jongens en meisjes bestudeerd wat betreft cognitieve functies. Het is van belang dit te onderzoeken, omdat cognitieve functies samenhangen met de schoolprestaties van het kind. Als we meer weten over de moderatie van geslacht voor de relatie slaapduur en cognitie, kan de ontwikkeling van zowel jongens als meisjes ondersteund worden.

Uit het onderzoek is gebleken dat er een relatie is tussen slaapduur en aandacht bij kinderen. Kinderen die langer slapen, hebben een minder goede aandacht. Dit is in tegenstelling tot eerder onderzoek, waarin werd beschreven dat er een afname was van het aandachtsfunctioneren na een korte slaapduur (Dinges et al., 1997; Durmer & Dinges, 2005; Fallone et al., 2005). De meeste van deze onderzoeken hadden echter betrekking op volwassen respondenten. Dat er bij kinderen andere effecten worden gevonden, kan te maken hebben met bepaalde breinsystemen die bij kinderen nog niet ontwikkeld zijn, zoals de connectiviteit tussen frontale en parietale gebieden die essentieel zijn voor aandachtscontrole (Dosenbach et al., 2010). Hierdoor kan het zijn dat kinderen nog niet kunnen profiteren van slaap wat betreft het aandachtsvermogen (Astill et al., 2012). Bovendien blijkt uit een onderzoek van Urra, Kumru en Santamaria (2006) dat een langere slaapduur geassocieerd is met meer slaperigheid overdag. Daarbij is slaperigheid overdag geassocieerd met een verslechterde waakzaamheid. Dit bleek uit onderzoek waarin personen met verschillende slaapstoornissen die samengaan met slaperigheid overdag meer fouten maken op een taak die volgehouden aandacht meet (van Schie, Thijs, Fronczek, Middelkoop, Lammers & van Dijk, 2012). Meer slaperigheid overdag zou de associatie tussen een lange slaapduur en verminderd aandachtsvermogen kunnen verklaren.

Vervolgens is er een relatie gevonden tussen de variabelen slaapduur en inhibitie gevonden. Een korte slaapduur hing samen met een minder goed inhibitievermogen van de kinderen. Dit is in overeenstemming met eerdere onderzoeken (Anderson & Platten, 2011; Dahl, 1996; Drummond, Paulus & Tamert, 2006). Kinderen die korter slapen hebben moeite met het integreren en ombuigen van impulsen (Dahl, 1996). Een mogelijke verklaring met betrekking tot het brein houdt in dat het vermogen om een ongewilde reactie te inhiberen aangestuurd wordt door verschillende frontale gebieden (Casey et al., 1997; Horn, Dolan, Elliott, Deakin & Woodruff, 2003). Van deze gebieden is bekend dat zij erg gevoelig zijn voor weinig slaap (Thomas et al., 2000).

Er werd een negatieve relatie gevonden voor de variabelen slaapduur en werkgeheugen. Kortere slaapduur hing samen met een betere werkgeheugencapaciteit. Dit is opmerkelijk, omdat eerder onderzoek beschreef dat de werkgeheugenprestatie hetzelfde bleef bij een kortere slaapduur (Beebe et al., 2009; Choo, Lee, Vankatraman, Sheu & Chee, 2005). Het gevonden effect kan verklaard worden door het feit dat intelligente kinderen sneller en accurater informatie kunnen verwerken (Duan, Dan & Shi, 2013). Dit komt tot uiting in informatieverwerking tijdens cognitieve taken, maar ook in hun slaap verwerken zij informatie sneller (Geiger, Achermann & Jenni, 2010). Tijdens het slapen wordt nieuwe informatie geïntegreerd en gereorganiseerd (Diekelmann & Born, 2010). Een kortere slaapduur hoeft voor deze kinderen echter geen negatieve gevolgen te hebben. Vanwege hun snellere informatieverwerking hebben zij genoeg aan een korte slaapduur (Geiger, Achermann & Jenni, 2010).

Tenslotte hing slaapduur niet samen met declaratief geheugen. Dit kwam overeen met een eerdere meta-analyse waaruit geen relatie naar voren kwam tussen slaapduur en expliciet geheugen bij kinderen (Astill et al., 2012). Slaapduur heeft bij volwassenen wel een verband met expliciet geheugen (Curcio, Ferrara en De Genarro, 2006; Payne et al., 2012), maar dit verband is bij kinderen nog afwezig. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het proces van encoderen, opdiepen en decoderen van herinneringen zich pas tijdens de kinderleeftijd gaat ontwikkelen. Pas vanaf 11 jaar beginnen de geheugenprestaties van kinderen overeen te komen met die van volwassenen (Schneider, 2002).

Er zijn geen verschillen tussen jongens en meisjes gevonden voor de cognitieve functies aandacht en declaratief geheugen. In een eerder onderzoek van Ardila, Rosselli, Matute & Inozemtseva (2011) kwam al naar voren dat er meer overeenkomsten dan verschillen zijn wat betreft de cognitieve ontwikkeling bij jongens en meisjes. Op sommige tests zijn echter kleine verschillen te vinden (Ardila et al., 2011). In dit onderzoek zijn er geslachtsverschillen gevonden voor de cognitieve functies inhibitie en werkgeheugen. Meisjes zijn beter in staat om impulsen te onderdrukken. Eerder werd bij kinderen van 5 jaar al een geslachtsverschil voor inhibitie gevonden. In een onderzoek van Liu, Xiao en Shi (2013) presteerden meisjes beter dan jongens op de PVT Go/No-Go. Als verklaring voor dit geslachtsverschil werd gegeven dat meisjes voorbereidende aandachtsprocessen gebruiken tijdens de taak. Zij zijn de gehele taak alert op een mogelijke No-Go stimulus, waardoor zij hier beter op voorbereid zijn. Ook bij volwassenen werd gevonden dat vrouwen beter presteren dan mannen op taken die inhibitie meten, zoals de Stroop-test (Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen & Jolles, 2006) Meisjes presteren ook beter op de cognitieve functie

werkgeheugen. Zij zijn beter in het tijdelijk paraat houden van informatie, zodat deze informatie bewerkt kan worden. Ondanks dat een meta-analyse uitwees dat mannen een betere werkgeheugencapaciteit hebben dan vrouwen (Lynn & Irwing, 2007), zijn er ook eerdere onderzoeken geweest die vonden dat vrouwen beter presteerden op een visuele werkgeheugentaak (Harness, Jacot, Scherf, White & Warnick, 2008) en dat zij minder fouten maakten en minder tijd nodig hadden met een ruimtelijke werkgeheugentaak (Duff & Hampson, 2001). Het werkgeheugen is een belangrijke cognitieve functie die gebruikt wordt bij het rekenen. Bij een meta-analyse naar geslachtsverschillen voor rekenvaardigheid bij kinderen werd gevonden dat meisjes een duidelijke voorsprong hebben op jongens op een leeftijd van vijf tot veertien jaar (Hyde, Fennema & Lamon, 1990). Dat meisjes beter presteren dan jongens op zowel inhibitie als werkgeheugen kan verklaard worden, doordat jongens competitiever zijn dan meisjes. Daardoor gebruiken zij tijdens de taken strategieën die gericht zijn op snelheid (Meurling, Tonning-Olsson & Levander, 2000). De snelle reactietijd gaat echter ten koste van de accuratie. Meisjes zijn voorzichtiger bij het maken van de taken en maken daarom minder fouten, waardoor zij beter presteren (Meurling, Tonning-Olsson & Levander, 2000). Dit verschil in strategieën komt ook naar voren op brein niveau, waarbij mannen meer activiteit in corticale en subcorticale gebieden van het brein hebben tijdens een *Stop-signal task*. Dit duidt op verschillen in cognitieve strategieën en neurale routes tussen vrouwen en mannen (Liu, Xiao & Shi, 2013). Een mogelijke verklaring voor deze geslachtsverschillen is dat de strategieën evolutionair zijn bepaald. Vroeger moesten mannen jagen en vechten om te overleven, waarbij snelheid en competitie belangrijk was. Vrouwen voerden daarentegen huishoudelijke taken uit, waarbij accuratie een rol speelde. Deze strategieën komen nog steeds naar voren in cognitieve taken (Geary, 1995).

Voor de relatie slaapduur en aandacht was er geen sprake van moderatie door geslacht, terwijl er werd verwacht dat aandacht voor meisjes sterker zou afnemen na een korte slaapduur (Bub, Buckhalt & El-Sheikh, 2011). Voor de relaties slaapduur en inhibitie, slaapduur en werkgeheugen en slaapduur en declaratief geheugen was het onderzoek naar de moderatie van geslacht exploratief. Er werd voor deze relaties geen moderatie gevonden. Dit kwam overeen met eerder onderzoek, waaruit bleek dat geslacht de relatie tussen slaapduur en adaptieve vaardigheden niet modereerde (El-Sheikh et al., 2010). Dat er geen moderatie door geslacht is gevonden voor de relaties slaapduur en cognitieve functies, kan te maken hebben met de gekozen leeftijdsgroep: 9 tot en met 11 jaar. Verschillen tussen jongens en meisjes beginnen in de puberteit steeds meer te ontwikkelen (Lightfoot, Cole & Cole, 2009). Kinderen in de leeftijd van 9 tot en met 11 jaar zijn voor het grootste deel nog niet in de puberteit.

Jongens en meisjes verschillen daarom nog niet zo veel van elkaar en dit komt naar voren in hun relaties tussen slaap en cognitieve prestaties.

Er zijn een aantal limitaties aan dit onderzoek. Ondanks de verstuurde e-mails ter herinnering zijn er veel kinderen die de Woordpaartaak niet hebben gemaakt, omdat ouders en het kind dit zijn vergeten of geen tijd hadden. Ook was de Woordpaartaak speciaal voor dit onderzoek ontworpen en nog niet getest op betrouwbaarheid en validiteit. Vervolgens zijn er factoren geweest die generalisatie naar de normale populatie minder sterk maken. Ten eerste waren er onder de respondenten weinig kinderen van laag opgeleide ouders in het onderzoek (12.8%). Tevens woonde 72.1 % van de respondenten in Zuid-Holland, terwijl in de normale populatie 21.2 % in Zuid-Holland woont (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2013). De rest van Nederland is daarom erg ondervertegenwoordigd. Tenslotte waren er 152 respondenten die vroegtijdig gestopt zijn met het onderzoek of vragenlijsten en testen maar deels hebben gemaakt. Deze respondenten kunnen een bepaalde subgroep vormen die nu niet in het onderzoek is vertegenwoordigd.

Daarnaast zijn er factoren die dit onderzoek sterk hebben gemaakt. Ten eerste hebben er veel respondenten meegedaan aan dit onderzoek ($N = 501$). Vervolgens werd er rekening gehouden met de invloed van slaap op de resultaten van de testen. De testen mochten niet in of vlak na vakanties en niet op maandagen of in het weekend worden afgenomen, omdat er dan sprake is van een ander slaapritme. De overige dagen mocht de afname niet voor 10.00 uur zijn, omdat kinderen voor 10.00 uur minder alert zijn (Van der Heijden, de Sonnevillie & Althaus, 2010). Tenslotte is in eerder onderzoek aangetoond dat een slaaplogboek sensitief en specifiek is (92.3% en 95.6%) en was de mate van overeenkomst met polysomnografische metingen van slaapduur acceptabel ($\kappa = .87$) (Rogers, Caruso & Aldrich, 1993). Het is een goed instrument voor het meten van de slaapduur van kinderen, omdat er geen dure apparatuur nodig is zoals bij polysomnografische metingen, maar het wel een betrouwbare meting geeft van de slaapduur. Daarbij had de PVT een goede test-hertest betrouwbaarheid en ecologische validiteit (Basner & Dinges, 2011) en had de test Cijferreeksen achterwaarts een hoge interne consistentie en een goede test-hertest betrouwbaarheid (Williams et al., 2003). Inhoudelijk gezien is het sterk dat dit onderzoek zich niet beperkt tot één aspect van cognitief functioneren, maar vier verschillende cognitieve functies onderzocht. Deze cognitieve functies zijn namelijk alle vier van belang bij de schoolprestaties van het kind en daarom relevant om te onderzoeken. Tenslotte is het vernieuwend dat dit onderzoek de moderatie van geslacht op de relatie slaapduur en cognitie onderzocht, omdat dit nog niet eerder is gedaan.

Daarom zal de afwezigheid van dit moderatie effect nog door verder onderzoek bevestigd moeten worden. Dit kan in vervolgonderzoek het beste experimenteel onderzocht worden, omdat het dan mogelijk is een causaal verband vast te stellen. Wel spelen er ethische bezwaren mee bij een experimenteel onderzoek waarbij de slaapduur van kinderen wordt beperkt. In het onderzoek zal een groep jongens en meisjes van dezelfde leeftijdscategorie als dit onderzoek (9 tot en met 11 jaar) worden onderverdeeld in groepen met een verschillende slaapduur per nacht. Vanwege de tegenstrijdigheden tussen dit onderzoek en eerder onderzoek, zullen de relaties tussen slaapduur en aandacht en slaapduur en werkgeheugen opnieuw onderzocht worden. Als er een significant verschil tussen de meting op cognitieve taken (zoals de PVT en Cijferreeksen) voor en na de slaaprestrictie wordt gevonden, kan bekeken worden of deze relaties positief of negatief zijn. Van deze relaties wordt vervolgens onderzocht of ze gemodereerd worden door geslacht. Daarbij is het van belang verder onderzoek te doen naar verklaringen voor de afwezigheid van een moderatie-effect. Vervolgens is gebleken dat een korte slaapduur samenhangt met een beter aandachtsvermogen en werkgeheugencapaciteit, maar met een slechtere inhibitie. Het is daarom belangrijk onderzoek te doen naar de optimale hoeveelheid slaap per leeftijd die samenhangt met zowel een goed aandachtsvermogen en werkgeheugen als een goede inhibitie. Dit kan in het onderzoek bekeken worden in groepen met kinderen van 9, 10 en 11 jaar oud. Tenslotte is het van belang bij een oudere leeftijdsgroep onderzoek te doen naar de moderatie van geslacht op de relatie slaap en cognitie, omdat verschillen tussen jongens en meisjes vanaf de puberteit steeds meer gaan ontwikkelen. Een replicatie studie van dit onderzoek zou hier het beste voor zijn, zodat er vergelijkingen tussen de twee onderzoeken gemaakt kunnen worden. De leeftijdsgroep 12 t/m 18 jaar zou interessant zijn om te onderzoeken, omdat deze leeftijdsgroep direct volgt op de onderzochte leeftijdsgroep in dit onderzoek en in deze leeftijdsgroep de puberteit centraal staat (Lightfoot, Cole & Cole, 2009). Het is in deze replicatie studie ook interessant om te kijken of meisjes op latere leeftijd nog steeds beter presteren dan jongens op inhibitie en werkgeheugen. Wellicht hebben jongens een inhaalslag gemaakt of worden er op latere leeftijd ook geslachtsverschillen gevonden op de cognitieve functies aandacht en declaratief geheugen.

Dit onderzoek vond relaties tussen slaapduur en de cognitieve functies aandacht, inhibitie en werkgeheugen. De opgedane kennis over de relatie slaap en cognitie moet wijd verspreid worden aan ouders, leerkrachten, hulpverleners en de kinderen zelf. Zij moeten bewust gemaakt worden van het belang van slaap en de consequenties van onvoldoende of overmatige slaap. Het is daarom zeer nuttig om op scholen voorlichting te geven aan ouders

en leerkrachten over de relatie tussen slaap en cognitie. In voorlichtingen kan verteld worden dat kinderen een bepaalde balans moeten hebben in de hoeveelheid slaap die zij per nacht krijgen. Zowel een te korte als een te lange slaapduur hangt samen met slechter functionerende cognitieve functies. Dit hangt nauw samen met schools presteren. Leerkrachten moeten alert zijn op slaperigheid van hun leerlingen, zodat zij ouders hierover kunnen inlichten. Tevens kunnen de hulpverleners van consultatiebureaus meer bewustzijn bij ouders creëren door het bieden van informatie over de relaties slaapduur en cognitieve functies. Door de verspreiding van deze kennis kan de optimale ontwikkeling van kinderen bevorderd worden. Zeker in deze tijd waarin kinderen steeds later in slaap vallen door het gebruik van computers en mobieltjes (Foley et al., 2009), is het van belang meer bewustzijn te scheppen over de invloed van slaapduur op het cognitief vermogen van kinderen.

Referenties

- Anderson, C. & Platten, C. R. (2011). Sleep deprivation lowers inhibition and enhances impulsivity to negative stimuli. *Behavioural Brain Research*, 217, 463-466. doi:10.1016/j.bbr.2010.09.020
- Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E. & Inozemtseva, O. (2011). Gender differences in cognitive development. *Developmental Psychology*, 47, 984 – 990.
- 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, 1109-1138. doi: 10.1037/a0028204
- Basner, M. & Dinges, D. F. (2011). Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*, 34, 581-591.
- Basner, M., Mollicone, D. & Dinges, D. F. (2011). Sensitivity and validity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation. *Acta Astronautica*, 69, 949 – 959.
- Beebe, D. W., DiFrancesco, M. W., Tlustos, S. J., McNally, K. A. & Holland, S. K. (2009). Preliminary fMRI findings in experimentally sleep-restricted adolescents engaged in a working memory task. *Behaviour and Brain Functions*, 5(9), 1-7. doi:10.1186/1744-9081-5-9
- Bourke, R., Anderson, V., Yang, J. S. C., Jackman, A. R., Killedar, A., Nixon, G. M., Davey, M. J., Walker, A. M., Trinder, J. & Horne, R. S. C. (2011). Cognitive and academic functions are impaired in children with all severities of sleep-disordered breathing. *Sleep Medicine*, 12, 489-496.
- Broeren, S. & Muris, P. (2009). A psychometric evaluation of the behavioural inhibition questionnaire in a non-clinical sample of dutch children and adolescents. *Child Psychiatry and Human Development*, 41, 214-229.
- Bruni, O., Ottaviano, S., Guidetti, V., Romoli, M., Innocenzi, M., Cortesi, F. & Giannotti, F. (1996). The sleep disturbances 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.
- Bub, K. L., Buckhalt, J. A., & El-Sheikh, M. (2011). Children's sleep and cognitive performance: A cross-domain analysis of change over time. *Developmental Psychology*, 47, 1504-1514. doi: 10.1037/a0025535

- Buckhalt, J. A., El-Sheikh, M., & Keller, P. (2007). Children's sleep and cognitive functioning: Race and socioeconomic status as moderators of effects. *Child Development*, 78, 213-231. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.00993.x
- Carskadon, M. A. & Dement W.C. (2005). Normal human sleep: an overview. In: Kryger, M. H., Roth, T., Dement, W. C., (eds.), *Principles and practice of sleep medicine* (pp. 13-23). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Casey, B. J., Trainor, R. J., Orendi, J. L., Schubert, A. B., Nystrom, L. E., Giedd, J. N., ... Rapoport, J. L. (1997). A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a Go-No-Go Task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 835 – 847.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2013). *Demografische cijfers per gemeente 2012*. Verkregen op 18/7/2013 van <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/61FD6C62-4103-4635-9FE8-B6F7DE8306EC/0/2012b55pub.pdf>.
- Choo, W., Lee, W., Vankatraman, V., Sheu, F. & Chee, M. W. L. (2005). Dissociation of cortical regions modulated by both working memory load and sleep deprivation and by sleep deprivation alone. *NeuroImage*, 25, 579-587. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.11.029
- Curcio, G., Ferrara, M. & De Genarro, L. (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 10, 323-337. doi: 10.1016/j.smrv.2005.11.001
- Dahl, R. E. (1996). The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function. *Seminars in Pediatric Neurology*, 3, 44-50.
- Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A. & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: a meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, 14, 179-189.
- Diekelmann, S. & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 114-126.
- Dinges, D. F., Pack, F., Williams, K., Gillen, K. A., Powell, J. W., Ott, G. E., ... Pack, A. I. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Sleep*, 20, 267-277.
- Dosenbach, N. U. F., Nardos, B., Cohen, A. L., Fair, D. A., Power, J. D., Church, J. A., ... Schlaggar, B. L. (2010). Prediction of individual brain maturity. *Science*, 329, 1358-1361.
- Duan, X., Dan, Z. & Shi, J. (2013). The speed of information processing of 9- tot 13-year-old intellectually gifted children. *Psychology Report*, 112, 20-32.

- Drummond, S. P. A., Paulus, M. P. & Tapert, S. F. (2006). Effects of two nights sleep deprivation and two nights recovery sleep on response inhibition. *Journal of Sleep Research, 15*, 261-265.
- Duff, S. J. & Hampson, E. (2001). A sex difference on a novel spatial working memory task in humans. *Brain and cognition, 47*, 470-493.
- Durmer, J. S. & Dinges, D. F. (2005). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Seminars in Neurology, 25*, 117-129.
- El-Sheikh, M., Buckhalt, J. A., Cummings, M. E., & Keller, P. (2007). Sleep disruptions and emotional insecurity are pathways of risk for children. *Journal of Child Psychology and psychiatry, 48*, 88–96. doi: 10.1111/j.1469-7610.2006.01604.x
- El-Sheikh, M., Kelly, R. J., Buckhalt, J. A., & Hinnant, J. B. (2010). Children’s sleep and adjustment over time: The role of socioeconomic context. *Child Development, 81*, 870-883. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01439.x
- Fallone, G., Acebo, C., T., Seifer, R. & Carskadon, M. A. (2005). Experimental restriction of sleep opportunity in children: effects on teacher ratings. *Sleep, 28*, 1561 – 1567.
- Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS*. London, California, New Delhi: SAGE Publications.
- Foley, L. S., Maddison, R., Jiang, Y., Marsh, S., Olds, T. & Ridley, K. (2013). Presleep activities and time of sleep onset in children. *Pediatrics, 131*, 276 – 282.
- Gau, S. & Soong, W. (1995). Sleep problems of junior high school students in Taipei. *Sleep, 18*, 667-673.
- Geary, D.C. (1995). Sexual selection and sex differences in spatial cognition. *Learning and Individual Differences, 7*, 289 – 301.
- Geiger, A., Achermann, P. & Jenni, O. G. (2010) Association between sleep duration and intelligence scores in healthy children. *Developmental Psychology, 46*, 949-954.
- Geschwind, N. & Galaburda, A. M. (1985). Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations and pathology: A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology, 42*, 428 – 459.
- Goodman, R. (2001). Psychometric properties of the strenghts and difficulties questionnaire. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 40*, 1337-1345.
- Gozal, D. (1998). Sleep-disordered breathing and school performance in children. *Pediatrics, 102*, 616-620.
- Harness, A., Jacot, L., Scherf, S., White, A. & Warnick, J. E. (2008). Sex differences in working memory. *Psychological Reports, 103*, 214-218.

- Hill, C. M., Hogan, A. M. & Karmiloff-Smith, A. (2007). To sleep, perchance to enrich learning? *Archives of Disease in Childhood*, *92*, 637-643. doi: 10.1136/adc.2006.096156
- Horn, N. R., Dolan, M., Elliott, R., Deakin, J. F. W. & Woodruff, P. W. R. (2003). Response inhibition and impulsivity: an fMRI study. *Neuropsychologia*, *41*, 1959 – 1966.
- Hyde, J. S., Fennema, E. & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *107*, 139-155.
- Iglowstein, I., Jenni, O. G., Molinari, L. & Largo, R. H. (2003). Sleep duration from infancy to adolescence : reference values and generational trends. *Pediatrics*, *111*, 302-307.
- Li, S. & Lewandowsky, S. (1995). Forward and backward recall: different retrieval processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *21*, 837 – 847.
- Lightfoot, C., Cole, M. & Cole, S. R. (2009). *The development of children*. New York: Worth Publisher.
- Liu, T., Xiao, T. & Shi, J. (2013). Response inhibition, preattentive processing, and sex difference in young children: an event-related potential study. *Neuroreport*, *24*, 126-130.
- Lynn, R. & Irwing, P. (2007). Sex differences in mental arithmetic, digit span, and g defined as working memory capacity. *Intelligence*, *36*, 226-235.
- Mattriciani, L., Olds, T. & Petkov, J. (2012). In search of lost sleep: secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. *Sleep Medicine Reviews*, *16*, 203-2011.
- Meurling, A. W., Tønning-Olsson, I. & Levander, S. (2000). Sex differences in strategy and performance on computerized neuropsychological tests as related to gender identity and age at puberty. *Scandinavian Journal of Psychology*, *41*, 81-90.
- Muris, P. & Meesters, C. (2009). Reactive and regulative temperament in youths: psychometric evaluation of the early adolescent temperament questionnaire-revised. *Journal of Psychopathology and Behavioural Assessment*, *31*, 7-19.
- Payne, J. D. Tucker, M. A., Ellenbogen, J. M., Wamsley, E. J., Walker, M. P., Schacter, D. L. & Stickgold, R. (2012). Memory for semantically related and unrelated declarative information: The benefit of sleep, the cost of wake. *Plos One*, *7*(3), 1-7.
- Petersen, A. C., Crockett, L., Richards, M., Boxer, A. (1987). A self-report measure of pubertal status: reliability, validity and initial norms. *Journal of Youth and Adolescence*, *17*, 117-133.
- Rogers, A. E., Caruso, C. C. & Aldrich, M. S. (1993). Reliability of sleep diaries for assessment of sleep/wake patterns. *Nursing Research*, *42*, 368-371.
- 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*, 444-455.

- Schneider, W. (2002). Memory development in childhood. In: U. Goswami (ed.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 236-256). Malden: Blackwell Publishers.
- Thomas, M., Sing, H., Belenky, G., Holcomb, H., Mayberg, H., Dannals, R., ... 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.
- Thorleifsdottir, B., Björnsson, J. K., Benediktsdottir, B., Gislason, T. & Kristbjarnarson, H. (2002). Sleep and sleep habits from childhood to young adulthood over a 10-year period. *Journal of Psychosomatic Research, 53*, 529-537.
- Urta, X., Kumru, H. & Santamaria, J. (2006). Excessive daytime sleepiness is associated with longer night-time sleep. *Journal of Neurology, 253*, 158 – 158.
- Van der Elst, W., van Boxtel, M. P. J., van Breukelen, G. J. P. & Jolles, J. (2006). The stroop color-word test: Influence of age, sex, and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment, 13*, 62-79.
- Van der Heijden, K. B., De Sonnevile, L. M. J. & Althaus, M. (2010). Time-of-day effects on cognition in preadolescents: a trails study.
- Van Schie, M. K. M., Thijs, R. D., Fronczek, R., Middelkoop, H. A. M., Lammers, G. J. & van Dijk, G. (2012). Sustained attention to response task (SART) shows impaired vigilance in a spectrum of disorders of excessive daytime sleepiness. *Journal of Sleep Research, 21*, 390-395.
- Walker, M. P. & Stickgold, R. (2004). Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron, 44*, 121-133.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children – Fourth Edition*. San Antonio: Pearson.
- Werner, H., LeBourgeois, M. K., Geiger, A. & Jenni, O. G. (2009). Assessment of chronotype in four- to eleven-year-old children: reliability and validity of the children's chronotype questionnaire. *Chronobiology International, 26*, 995-1014.
- Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A. & Born, J. (2012). Sleep-dependent memory consolidation – what can be learnt from children? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 36*, 1718-1728. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.03.002
- Williams, P. E., Weiss, L. G. & Rolfhus, E. L. (2003). *WISC-IV technical report #2 psychometric properties*. Verkregen op 18/07/2013 van

<http://www.pearsonassessments.com/NR/ronlyres/5AFC539B-57A1-4C2B-A8A3-9A6ABE3F2281/0/WISCIVTechReport2.pdf>