

De relatie tussen slaap en het werk –en declaratieve geheugen bij kinderen in de leeftijd 8 tot en met 12 jaar

Naam: Imre Mulder
Studentnummer: 0804363
Onder supervisie van: Dr. K.B. Van der Heijden
Datum: 29-05-2013

Universiteit Leiden. Instituut Pedagogische Wetenschappen. Afdeling Orthopedagogiek.

ABSTRACT

Slaap speelt een directe rol in het consolideren van informatie in het geheugen. Naast slaap spelen er mogelijk andere indirecte factoren een rol in dit verband. In dit scriptieonderzoek is onderzocht of er een relatie is tussen slaap en het werk –en declaratieve geheugen bij kinderen van 8 tot en met 12 jaar. Omdat slaap invloed zou kunnen hebben op aandacht en aandacht op geheugen, zou het kunnen zijn dat de relatie slaap en geheugen wellicht verklaard wordt door de invloed van slaap op aandacht. Dit zal onderzocht worden in dit onderzoek door middel van een mediatieanalyse. De ouders van de deelnemers hebben zowel een slaaplogboek bijgehouden voor zeven achtereenvolgende dagen en de kinderen hebben twee neuro-psychologische testen gemaakt die respectievelijk het werkgeheugen en de volgehouden aandacht meten. Uit het onderzoek bleek dat slaapduur significant negatief samenhangt met het werkgeheugen, $r(126) = -.217, p < .05$: een langere slaapduur was gerelateerd aan slechtere prestaties op de werkgeheugentaak. Slaap heeft geen significante samenhang met het declaratieve geheugen. Uit de mediatie analyse bleek dat er in de relatie slaap met het werkgeheugen sprake is van volledige mediatie. De relatie slaap en werkgeheugen wordt geheel bepaald door het aandachtsfunctioneren, $Z = -2.12, p < 0.05$. Het effect voor aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen kan worden geïnterpreteerd als: hoe langer de slaapduur, des te slechter de aandachtsfunctie en daardoor zijn de werkgeheugenprestaties verminderd. In de relatie slaap en declaratief geheugen bleek geen sprake te zijn van een mediatie effect.

INTRODUCTIE

Onderzoek door de jaren heen heeft aangetoond dat slaap invloed heeft op geheugenprestaties (Fallone, Acebo, Seifer, & Carskadon, 2005). Er wordt al een lange tijd onderzoek gedaan naar het effect van slaap op geheugenprestaties. Echter, het meeste onderzoek is gedaan bij volwassenen en niet bij kinderen. Hoewel uit onderzoek is gebleken dat slaap een directe rol speelt bij het consolideren van informatie in het geheugen, spelen er waarschijnlijk ook andere indirecte factoren een rol in dit verband. Een van de belangrijke factoren is aandacht, gezien het verband van aandachtsprocessen met zowel slaap als geheugen. Omdat hiernaar nog weinig onderzoek is gedaan, zal dit onderwerp centraal staan in dit scriptieonderzoek.

Slaap is een vorm van bewusteloosheid waarin het brein zich anders gedraagt dan in wakkere staat. Er zijn twee soorten slaap. In de rapid eye movement (REM) slaap is het brein

zeer actief. Het brein genereert frequente impulsen. Deze activiteit lijkt op de hersenactiviteit in wakkere staat. Het andere type slaap is 'slow wave' slaap. Tijdens deze slaap is de amplitude van de impulsen die het brein genereert groot en is de frequentie van de impulsen die het brein genereert laag (Blakemore & Frith, 2009). Gezonde slaap is bij kinderen belangrijk om op cognitief gebied optimaal te kunnen ontwikkelen (Astill, Van der Heijden, Van IJzendoorn & Van Someren, 2012). Slaaptekort heeft invloed op verschillende domeinen van het geheugen. In het bijzonder voor het encoderingsproces, het werkgeheugen en voor het consolidatieproces in het lange termijn geheugen (Kopasz, Loessl, Hornyak, Riemann, Nissen, Piosczyk, & Vorderholzer, 2010). Daarnaast is slaaptekort geassocieerd met slechtere schoolprestaties en met een minder goed executief functioneren. Slaaptekort is ook van negatieve invloed op internaliserende en externaliserende gedragsproblemen (Astill et al., 2012).

Het effect van slaap op het geheugen is tweeledig. Aan de ene kant bevordert slapen na het leren van nieuwe informatie de consolidatie van het geheugen. Aan de andere kant bevordert slapen vóór het leren het encoderen. Consolidatie is een proces waarin nieuwe informatie, geëncodeerd in wakkere staat, getransformeerd wordt in stabiele geheugenrepresentaties die geïntegreerd worden in het netwerk van al bestaande informatie dat opgeslagen is in het lange termijn geheugen (Diekelmann & Born, 2010). Consolidatie bevat de actieve verwerking van nieuwe informatie binnen de neurale netwerken die ook voor het encoderen van de nieuwe informatie worden gebruikt. Consolidatie is het meeste effectief tijdens slaap.

Studies tonen aan dat slaap de geheugenconsolidatie bevordert in alle belangrijke geheugensystemen maar vooral in het declaratieve geheugensysteem (Diekelmann & Born, 2010). Dit komt doordat in het declaratieve geheugensysteem de informatie op een expliciete manier geëncodeerd is (Diekelmann, Wilhelm & Born, 2009). Het geheugen is niet een unimodaal cognitief systeem maar bestaat uit meerdere geheugensystemen; het korte termijn geheugen, werkgeheugen en het lange termijn geheugen. Het korte termijn geheugen verwijst naar een tijdelijk opslag systeem van een geringe hoeveelheid informatie voor een korte periode (Baddeley, 2003). Het werkgeheugen is een cognitief systeem waarin niet alleen tijdelijke informatie wordt bewaard, maar ook actief wordt bewerkt om complexe taken uit te voeren. Het werkgeheugen wordt aangestuurd door een centraal aandachtscontrolesysteem die de informatie selecteert en manipuleert (Baddeley, 2003). De episodische buffer is een component in het werkgeheugenmodel. De episodische buffer functioneert als een verbinding tussen de actieve subsystemen in het werkgeheugen, maar ook tussen het werkgeheugen en

het lange termijn geheugen (Baddeley, 2000, 2003). De activiteit van het werkgeheugen kan hierdoor een indirecte factor zijn in de relatie tussen slaap en het declaratieve geheugen.

Het lange termijn geheugen wordt onderscheiden in een nondeclaratief geheugensysteem en een declaratief geheugensysteem. In het nondeclaratieve geheugensysteem worden vaardigheden zoals leren fietsen en het ontwikkelen van een handschrift opgeslagen (Squire, 1992). In het declaratieve geheugen worden zowel feitelijke kennis als gebeurtenissen opgeslagen die beschikbaar zijn voor het intentioneel opdiepen ervan (Squire, 1992). Uit de literatuur blijkt dat het declaratieve geheugen zich vanaf het einde van het eerste levensjaar tot aan de adolescentie in snel tempo ontwikkelt (Siegler, 1998). Hierdoor is het declaratieve geheugen van kinderen minder ontwikkeld dan het declaratieve geheugen van volwassenen. De hippocampus en de prefrontale cortex zijn belangrijke hersengebieden van het declaratieve geheugen (Buckner, Kelley, & Petersen, 1999). Cognitieve functies die gerelateerd zijn aan de prefrontale cortex spelen een cruciale rol in het werkgeheugen en in het declaratieve geheugen. De geheugenconsolidatie verloopt niet optimaal bij slaapttekort, waardoor de activiteit van het werk –en declaratieve geheugen vermindert door slaapttekort (Horne, 1988).

In hoeverre nieuwe informatie toegang krijgt tot het geheugenconsolidatie proces, hangt af van de condities van het encoderen. Er zijn twee condities; expliciet en impliciet. Encoderen van informatie in het declaratieve geheugen is een expliciet proces. Encoderen in het nondeclaratieve geheugen bevatten zowel impliciete als expliciete processen (Diekelmann & Born, 2010). Het effect van slapen na het leren op geheugenconsolidatie is groter voor zwakke dan voor sterke associaties in het geheugen die geëncodeerd zijn. Ook is het effect consistent voor expliciete dan voor impliciete geëncodeerde informatie (Diekelmann et al., 2009).

Verschillende neuronale processen tijdens slaap zijn van belang voor geheugenconsolidatie. Er zijn twee hypothesen die aannemen dat neuronale processen tijdens slaap van belang zijn voor geheugenconsolidatie. De duale proces hypothese suggereert dat ‘slow wave’ slaap de consolidatie van informatie in het declaratieve geheugen bevordert. REM slaap bevordert de consolidatie van non-declaratieve informatie in het geheugen (Plihal & Born, 1997). De andere hypothese, de sequentiële hypothese, heeft als aanname dat slaap geheugenconsolidatie optimaal bevordert door de cyclus van beide slaapstadia (‘slow wave’ en REM) (Ficca & Salzarulo, 2004). Echter is er aanzienlijk meer bewijs dat ‘slow wave’ slaap bij voorkeur declaratieve geheugenconsolidatie bevordert en REM slaap bij voorkeur procedurele en emotionele aspecten van geheugenconsolidatie bevordert (Diekelmann et al.,

2009). De eerste hypothese wordt om deze reden als aannemelijk geacht. Slaap bij kinderen wordt gekenmerkt door veel 'slow wave' slaap, waardoor declaratieve geheugenconsolidatie bevordert wordt (Diekelmann et al., 2009).

Na een periode van slaap kan een mens meer informatie herinneren dat voor de slaap is geleerd dan na een periode van waak met dezelfde duur (Backhaus, Hoeckesfeld, Born, Hohagen, & Junghanns, 2008).

Slapen vóór het leren bevordert het encoderen. Tijdens het encoderen wordt informatie vanuit de omgeving nagenoeg volledig verwerkt (Diekelmann & Born, 2010). Encoderen lijkt het meest effectief te zijn in wakkere staat van het brein zodat de processen van het encoderen en consolideren elkaar niet verstoren gezien consolidatie gebruik maakt van dezelfde neuronale netwerken als encoderen (McClelland, McNaughton & O'Reilly, 1995). Studies bevestigen dat slaap een positieve invloed heeft op het encoderingsproces in het geheugen (Maquet, 2001). De prefrontale cortex stuurt effectieve organisatiestrategieën aan tijdens de encoderingsfase en is sterk betrokken bij het opdiepen van informatie (Blumenfeld & Ranganath, 2007). Bij slaapttekort vermindert de activiteit van de prefrontale cortex, waardoor het encoderingsproces niet optimaal verloopt (Kopasz et al., 2010). Een andere verklaring is dat wanneer er slaapttekort is voordat men gaat leren, de aandachtsfunctie niet optimaal is. Hoewel het niet als een formele hypothese geformuleerd wordt in de literatuur, is er wel voldoende bewijs dat slaap een rol speelt in de functionele integriteit van de frontale en pariëtale netwerken van het geheugen die belangrijk zijn voor volgehouden aandacht. Neuroimaging studies bij volwassenen laten zien dat volgehouden aandacht activering van een uitgebreid, voornamelijk frontaal-parietaal, neuronaal netwerk vereist. Dit neuronale netwerk is sensitief voor slaapttekort. De volgehouden aandacht prestaties van de volwassenen verslechterde na slaapttekort (Chee & Tan, 2010; Drummond, Bischoff-Grethe, Dinges, Ayalon, Mednick, & Meloy, 2005; Weissman, Roberts, Visscher, & Woldorff, 2006).

Slaap heeft invloed op aandachtsfuncties. Aandacht is een overkoepelende term voor de verschillende processen die te maken hebben met het detecteren van sensorische informatie uit de omgeving zodat deze informatie verder verwerkt kan worden (Posner & Petersen, 1990). Er zijn vier aspecten van aandacht; volgehouden aandacht, gerichte aandacht, verdeelde aandacht en alertheid. Volgehouden aandacht verwijst naar het vermogen om zich voor een langere tijd te concentreren. Gerichte aandacht is de capaciteit om op bepaalde aspecten te focussen terwijl irrelevante informatie genegeerd wordt. Verdeelde aandacht is het vermogen

om de aandacht te verdelen tussen twee of meer aspecten van de te verwerken informatie. Tot slot is alertheid de ontvankelijkheid van het brein voor informatie (Geurts & Huizinga, zoals beschreven in Swaab, 2008). Slaap beïnvloedt de alertheid van kinderen (Fallone, Owens & Deane, 2002).

Naarmate kinderen ouder worden is er sprake van een kwalitatieve ontwikkeling van de verschillende aandachtsprocessen. Tijdens de ontwikkeling worden kinderen sneller en nauwkeuriger op alle cognitieve taken en kunnen ze zich langer concentreren (Rueda, Fan, McCandliss, Halparin, Gruber, Lercari e.a., 2004). In vergelijking met volwassenen lijkt het voor kinderen lastiger om constant alert te zijn. Het vermogen om de aandacht te verplaatsen van het ene onderwerp naar het andere onderwerp (verdeelde aandacht) verschilt nauwelijks tussen kinderen en volwassenen (Rueda e.al., 2004).

Slaap heeft ook invloed op het arousal niveau van het lichaam. Door slaapttekort ontstaat een laag arousal niveau (Dahl, 1996). De U-shape theorie (Yerkes, & Dodson, 1908) stelt dat een te laag arousal niveau algemene cognitieve prestaties belemmerd door tekortkomingen in aandacht en executief functioneren. Arousal niveaus en verminderende functie van de prefrontale cortex (gevolg van slaapttekort) beïnvloeden aandacht die nodig is voor zowel het selecteren van relevante informatie als voor het encoderen van de informatie (Van Der Heijden, Suurland, Swaab & Sonnevile, 2011). Dat aandacht beïnvloedt wordt door slaapttekort heeft mogelijk een effect op de geheugenprestaties van kinderen.

Uit een meta-analyse blijkt dat slaapduur niet significant relateert aan volgehouden aandacht bij kinderen maar wel bij volwassenen (Astill et al., 2012). Mogelijk is dat slaap wel relateert aan de andere vormen van aandacht bij kinderen. Dit is onvoldoende onderzocht. Een meta-analyse naar het effect van slaap op verschillende domeinen van het geheugen bij volwassenen, laat een middelgroot tot groot effect zien voor slaap op alertheid en simpele aandachtstaken. Ook blijkt er een middelmatig effect te zijn voor slaap op complexe aandachtstaken waaronder volgehouden aandacht, gerichte aandacht, verdeelde aandacht en alertheid vallen (Lim & Dinges, 2010).

Aandacht speelt een belangrijke rol in het geheugen (Ricco, Garland, & Cohen, 2007). Het werkgeheugen wordt bijvoorbeeld aangestuurd door een centraal aandachtscontrolesysteem dat de informatie selecteert en manipuleert (Baddeley, 2003). Er is veel overlap tussen aandacht en geheugen constructen (Ricco, et al., 2007). Dezelfde gebieden in het brein, zoals de prefrontale cortex, zijn actief tijdens aandacht –en geheugentaken (Naghavi & Nyberg, 2005). Aandacht en geheugen zijn ook de functies die het meest

aangesproken worden tijdens het uitvoeren van neuropsychologische -en intelligentietesten (Riccio, et al., 2007). Kinderen presteren slechter op geheugentaken als ze zijn afgeleid en hun aandacht niet bij de geheugentaken kunnen houden (Awh & Jonides, 2001).

Slaap lijkt geen invloed te hebben op het geheugen bij kinderen maar wel bij volwassenen (Astill et al., 2012). Volgehouden aandacht, intelligentie en prestaties op expliciete en impliciete geheugentaken zijn niet significant geassocieerd met slaapduur bij kinderen (Astill et al., 2012). Studies waarbij volwassenen beperkt worden in de slaapduur leveren resultaten op waaruit blijkt dat slaap invloed heeft op verschillende domeinen van het geheugen (Lim & Dinges, 2010). Dit verschil komt mogelijk door de ontwikkeling van de hersenstructuren en hersenfuncties bij kinderen. De verbindingen tussen de frontale en pariëtale hersengebieden bij kinderen zijn nog niet volledig ontwikkeld. Bij volwassenen lijden deze gebieden onder slaaptekort en zijn deze gebieden verantwoordelijk voor de negatieve gevolgen van slaaptekort voor volgehouden aandacht (Astill, et al., 2012). Hierdoor kunnen bepaalde invloeden op volgehouden aandacht niet vastgesteld worden.

Voor zowel ouders als onderwijzers is het belangrijk om te weten hoe slaap van kinderen zich doorvoert in het cognitief functioneren van kinderen (Astill et al., 2012). De meeste studies naar het effect van slaap op het cognitief functioneren van kinderen zijn gebaseerd op vragenlijsten naar de slaappatronen, schoolprestaties of gedrag geassocieerd met slaperigheid overdag en aandachtsproblemen van kinderen (Epstein, Chillag & Lavie, 1998; Mercer, Merritt & Cowell, 1998; Wolfson & Carskadon, 1998). De slaap kwaliteit en/of kwantiteit van kinderen correleert met de mate van slaperigheid van de kinderen en met hun schoolprestaties (Fallone et al., 2002). Cross-sectionele onderzoeken in community's suggereren dat er een relatie is tussen de kwaliteit van slaapduur en executief functioneren (Sadeh, Gruber & Raviv, 2002), intelligentie (Busby & Pivik, 1983) en behaalde cijfers op school (Buckhalt, El-Sheikh, Keller, & Kelly, 2009; El-Sheikh, Buckhalt, Keller, Cummings, & Acebo, 2007). Uit correlatieel onderzoek blijkt ook dat inadequate slaap gerelateerd is aan moeilijkheden met aandacht, impulscontrole en reguleren van gedrag (Sadeh, et al., 2002).

Er is meer onderzoek nodig naar de relatie tussen slaap en geheugen bij kinderen. In het bijzonder naar welke andere factoren invloed kunnen hebben op die relatie. Omdat slaap invloed zou kunnen hebben op aandacht en aandacht op geheugen, zou het kunnen zijn dat de relatie slaap en geheugen wellicht verklaard wordt door de invloed van slaap op aandacht. Dit zal onderzocht worden in dit onderzoek. De eerste onderzoeksvraag luidt: is er een relatie

tussen slaap en werk –en declaratief geheugen? De tweede onderzoeksvraag luidt: In hoeverre wordt de relatie tussen slaap en geheugen bepaald (gemedieerd) door het aandachtsfunctioneren? De eerste hypothese luidt dat er een relatie is tussen slaap en werk – en declaratief geheugen. De tweede hypothese in dit onderzoek is dat aandacht een mediator is in deze relatie.

METHODE

Participanten

In dit scriptieonderzoek hebben 128 kinderen meegedaan in de leeftijd van 8 tot 12 jaar, waarvan 56 jongens en 72 meisjes ($M= 1.56$, $SD=.49$). Twee deelnemers waren acht jaar, 30 deelnemers waren negen jaar, 57 deelnemers waren tien jaar, 38 deelnemers waren 11 jaar en één deelnemer was 12 jaar in de onderzoekswEEK ($M= 10.05$, $SD= .79$). Alle deelnemers zitten op een reguliere basisschool. De meeste kinderen komen uit een intact gezin, namelijk 114 kinderen. Acht kinderen komen uit een gescheiden gezin, drie kinderen komen uit een eenoudergezin (anders dan door scheiding) en drie kinderen komen uit een combinatie gezin ($M= 1.18$, $SD= .58$). Het opleidingsniveau van de ouder/verzorger van de deelnemer is bij 65 respondenten hoger onderwijs (hbo, post hbo onderwijs, wetenschappelijk onderwijs), 50 ouders/verzorgers hebben voortgezet onderwijs tweede trap behaald, bij 12 ouders/verzorgers is dat lager beroepsonderwijs of voortgezet onderwijs eerste trap, voortgezet speciaal onderwijs en één ouder/verzorger heeft deze vraag niet beantwoord ($M= 4.42$, $SD= .66$).

Procedure

Voor dit onderzoek zijn 50 basisscholen in Nederland benaderd voor deelname. De scholen zijn benaderd door middel van telefonisch contact met de directeurs van de basisscholen en/of een informatiebrief/toestemmingsformulier te versturen naar de basisscholen. In dit onderzoek zijn naar 28 basisscholen informatiebrieven/toestemmingsformulieren gestuurd. 12 scholen hebben schriftelijk toestemming gegeven om deel te nemen aan het onderzoek. De benaderde basisscholen zijn geregistreerd zodat een school niet twee keer benaderd werd. Na schriftelijke toestemming van de directeur zijn toestemmingsformulieren uitgedeeld aan kinderen tussen de 8 en 12 jaar. In dit onderzoek hebben 1187 kinderen een toestemmingsformulier ontvangen. 171 ouders/verzorgers hebben schriftelijk toestemming gegeven dat hun kind mag deelnemen aan dit onderzoek. Uiteindelijk hebben 128 kinderen meegedaan. De deelnemers aan dit

onderzoek zijn toegevoegd aan een deelnemerslijst. Deze lijst bevatte per deelnemer: het emailadres, de leeftijd, de school, de groep, de datum waarop de eerste mail gestuurd is, de datum waarop de testafname plaats vindt, de conditie van de geheugentaak en de gebruikersnaam en het wachtwoord. Ook werden eventuele opmerkingen bijgevoegd.

De ouders van de deelnemers zijn benaderd via e-mails. De eerste mail werd gestuurd na bekendmaking van de onderzoekswEEK en onderzoeksdatum. De inhoud van de mail bevatte informatie over de testprocedures, datum van de onderzoekswEEK en de conditie voor de geheugentest. De tweede mail werd drie dagen voor de start van de onderzoekswEEK gestuurd. Deze mail bevatte de gebruikersnaam en het wachtwoord als mede een herinnering van de conditie waarin de deelnemer ingedeeld was en de data en tijden wanneer de geheugentaak afgenomen moest worden. De derde mail werd een dag voor het afnemen van de geheugentaak verstuurd als herinnering. Tot slot werd de vierde mail een week na de onderzoekswEEK verstuurd. Deze mail bevatte een bedankje naar ouders. De onderzoeker controleerde per deelnemer of de vragenlijsten ingevuld waren, zo niet werd in de vierde mail expliciet gevraagd deze vragenlijsten alsnog in te vullen. Na 5 maanden is er een bedankbrief gestuurd naar de ouders van de deelnemers en naar de directeuren van de deelnemende scholen. In deze brief werden zij hartelijk bedankt voor deelname en werden de eerste resultaten van het onderzoek kenbaar gemaakt.

Alle meetinstrumenten moesten ouders in de onderzoekswEEK (onderzoekswEEK startte op de dag dat ouders het slaaplogboek moesten gaan bijhouden) via het internet invullen. Als ouders het liever op papier invulde mocht dat ook en kregen ouders de vragenlijsten per post opgestuurd. In totaal moesten er acht vragenlijsten ingevuld worden, hiervan moesten twee vragenlijsten ingevuld worden door de deelnemers en zes vragenlijsten door de ouders. Daarnaast moest er gedurende acht dagen een slaaplogboek bijgehouden worden door ouders. De dag waarop ouders hiermee moesten starten was op de avond een week voor de onderzoeksdag. Een geheugentaak moest thuis via internet gemaakt worden door de deelnemers. De deelnemers moesten dit op twee momenten doen, afhankelijk van de geheugenconditie waarin zij zaten. In conditie AA moest de geheugentest voor de eerste keer op de avond voor de dag voor de onderzoeksdag tussen 19.00 en 20.00 uur afgenomen worden en voor de tweede keer op de avond voor de onderzoeksdag tussen 19.00 en 20.00 uur. In conditie AO moest de geheugentest voor de eerste keer op de avond voor de onderzoeksdag tussen 19.00 en 20.00 uur afgenomen worden en voor de tweede keer in de ochtend van de onderzoeksdag tussen 7.00 en 8.00 uur. In conditie OA moest de geheugentest voor de eerste keer in de ochtend op de dag voor de onderzoeksdag tussen 7.00 en 8.00 uur afgenomen

worden en voor de tweede keer op diezelfde dag 's avonds tussen 19.00 en 20.00 uur. Tot slot, in conditie OO moest de geheugentest voor de eerste keer in de ochtend op de dag voor de onderzoeksdag tussen 7.00 en 8.00 uur afgenomen worden en voor de tweede keer in de ochtend van de onderzoeksdag tussen 7.00 en 8.00 uur.

Op de onderzoeksdag werden er vijf testen afgenomen bij het kind door de onderzoeker. Deze testsessie werd in een aparte ruimte afgenomen met alleen de deelnemer en de onderzoeker. Er mocht geen afname in vakanties of andere abnormale weken (schoolreisje etc.) plaats vinden. Ook mocht er niet op maandag getest worden en ook niet voor 10.00 uur 's ochtends. Voorafgaand aan het afnemen van de testen heeft de onderzoeker geoefend met de afname van verschillende testen. De testen zijn afgenomen volgens de afnameprocedures van het draaiboek Masterproject. Tijdens de testafname vulde de onderzoeker het formulier: testafname gegevens in. Hierop werd de start –en eind tijd van de afname vermeld en ook eventuele bijzonderheden tijdens de test afname.

Meetinstrumenten

De meetinstrumenten die in dit onderzoek gebruikt zijn, zijn: Cijferreeksen voorwaarts en achterwaarts (visueel aangeboden), Geheugentaak afname 1 & 2 en het Slaaplogboek.

Cijferreeksen voorwaarts meet aandacht. Cijferreeksen achterwaarts meet deels aandacht, maar met name de capaciteit van het werkgeheugen. Deze testen duren, afhankelijk van de prestatie op de tests, ongeveer tien minuten. Het afnemen van deze testen gebeurt via een computer. In een vlak op het computerbeeldscherm verschijnen achter elkaar cijfers. De cijfers moeten onthouden worden en in dezelfde volgorde worden ingetypt. De cijferreeksen worden steeds langer. Elke reekslengte wordt twee keer aangeboden. Tenminste één daarvan moet goed zijn om een 'goed score' te krijgen en om door te gaan naar de volgende reekslengte. De score op deze test geeft aan welke reekslengte je tenminste één keer goed kunt onthouden. De maximaal haalbare score is zeven. De minimaal haalbare score is twee. Hoe hoger de score is, hoe een langere reekslengte je kunt onthouden en in de juiste volgorde kunt intypen. Bij de test cijferreeksen achterwaarts moeten de cijfers in omgekeerde volgorde ingetypt worden. Ook deze score geeft aan welke reekslengte je tenminste één keer goed kunt onthouden en in omgekeerde volgorde kunt invullen. De maximaal haalbare score is zeven. De minimaal haalbare score is twee. Hoe hoger de score is, hoe een langere reekslengte je kunt onthouden en in de juiste volgorde kunt intypen.

De geheugentaak meet het geheugen en de emotionele ervaring van de deelnemers bij de woorden. Deze test bestaat uit twee delen, elk deel duurt ongeveer zeven minuten. Kinderen maken deze test thuis op vooraf bepaalde dagen en tijdstippen afhankelijk van de conditie waarin ze toegewezen zijn. De deelnemers in dit onderzoek zijn random toegewezen aan vier verschillende geheugencondities. In elke conditie moeten ongeveer evenveel deelnemers zitten van dezelfde leeftijd. De vier geheugencondities zijn AA (Avond-Avond), AO (Avond-Ochtend), OA (Ochtend-Avond) en OO (Ochtend-Ochtend). In het geval er twee kinderen uit een gezin mee doen aan het onderzoek is geprobeerd om beide kinderen in dezelfde geheugenconditie in te delen. In het onderzoek zijn 37 deelnemers random toegewezen aan geheugenconditie AA, 31 deelnemers random toegewezen aan geheugenconditie AO, 16 deelnemers aan OO en 44 deelnemers zijn random toegewezen aan geheugenconditie OA ($M= 2.52$, $SD= 1.24$). In dit onderzoek worden alleen de geheugencondities Avond-Ochtend en Ochtend-Avond bekeken. De kinderen in de Avond-Ochtend conditie hebben de woorden de eerste keer geleerd na een periode van waak en de tweede keer (de retrieval) gemaakt na een periode van slaap. Tussen beide afnamen zat alleen een periode van slaap. De kinderen in de Ochtend-Avond conditie hebben de woorden de eerste keer geleerd na een periode van slaap en de tweede afname (de retrieval) gemaakt na een periode van waak. Tussen beide afnamen zat alleen een periode van waak.

De geheugentaak bestaat uit het leren van twee lijsten van woordparen en het beoordelen van de emotionele lading van een deel van deze woorden. Tijdens het eerste deel van de test wordt er een woordpaar getoond op het beeldscherm. Zodra het woordpaar verdwenen is moet de waarde (positief of negatief) en de heftigheid (nauwelijks indruk tot heel heftig) van de emotie die kinderen hadden bij het zien van het linker woord uit het woordpaar aangegeven worden door op plaatjes te klikken. Er zijn in totaal 30 woordparen, die in twee lijsten worden aangeboden. Na de eerste 15 woorden worden er meerkeuzevragen gesteld over de woordparen. Nadat deze 15 vragen geweest zijn, wordt de tweede lijst met woordparen weer aangeboden op dezelfde manier als de eerste lijst. Ook na deze lijst wordt er gevraagd de woordparen terug te rapporteren. Het tweede deel van de test is 12 of 24 uur later afgenomen en bestaat uit het herinneren van de woorden die tijdens het eerste deel geleerd zijn. Tijdens dit gedeelte wordt alleen het linkerwoord van het woordpaar getoond. Er worden drie opties gegeven van woorden die bij het linkerwoord horen om het woordpaar compleet te maken. Daarnaast wordt gevraagd in welke lijst van 15 woorden dit woordpaar voorkwam (lijst één of lijst twee). De minimaal haalbare score op deze test is nul, de maximaal haalbare score is 30. In dit onderzoek is de minimaal behaalde score op afname 1 acht. Op afname 2 is

de minimaal behaalde score 10. De maximaal behaalde score is bij zowel afname 1 als bij afname 2, 30. Hoe hoger de score, hoe meer woorden er door de deelnemer per afname goed onthouden zijn.

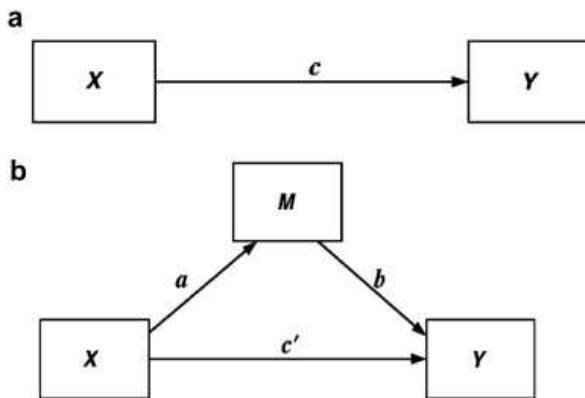
Het slaaplogboek moet gedurende zeven opeenvolgende dagen/nachten door ouders/verzorgers ingevuld worden. Het logboek meet slaapkenmerken: o.a. slaapduur, inslaaptijd, aantal keer wakker worden 's nachts. In het slaaplogboek moeten ouders invullen hoe laat hun kind naar bed gaat, hoelang het kind wakker ligt voordat hij/zij daadwerkelijk gaat slapen, de mate waarin ouders vinden dat hun kind gemakkelijk in slaap valt en of het kind 's nachts wakker is geworden. 's Ochtends moeten de ouders invullen hoe laat het kind wakker wordt en hoe het kind gewekt is. Ook moet ingevuld worden hoe laat het kind uit bed komt, in hoeverre het kind een uitgeslapen gevoel heeft en hoe zijn/haar stemming is. De slaapduur per deelnemer is berekend door het interval van bedtijd tot aan het tijdstip van ontwaken in de ochtend minus de slaaplatentie. De gemiddelde slaapduur per deelnemer is berekend door het gemiddelde te nemen van bovenstaande berekening gedurende de zeven dagen in de onderzoeksweek (zowel week als weekenddagen).

Statistische analyses

De onderzoeksvraag: in hoeverre heeft slaap samenhang met het werkgeheugen bij kinderen, wordt geanalyseerd met een correlatie analyse. Een correlatie analyse wordt gebruikt om te analyseren of er, op basis van de correlatie van de onafhankelijke variabele en de afhankelijke variabele, een samenhang is. De onafhankelijke variabele is in dit onderzoek cijferreeksen achterwaarts en de afhankelijke variabele is de gemiddelde slaapduur van een week.

De onderzoeksvraag, in hoeverre heeft slaap samenhang met het declaratieve geheugen bij kinderen, wordt onderzocht met een One-way ANOVA. Deze analysemethode wordt gebruikt om twee of meer groepen met elkaar te vergelijken op basis van een gemiddelde. In dit onderzoek zullen de prestaties op de tweede afname van de geheugentaak (de retrieval) in de twee geheugencondities OA en AO vergeleken worden. Tot slot wordt de onderzoeksvraag, in hoeverre wordt de relatie tussen slaap en geheugen bepaald (gemedieerd) door het aandachtsfunctioneren geanalyseerd met een mediatie analyse. De methode die gebruikt wordt voor deze mediatie analyse is beschreven door Preacher & Hayes (2004). Een mediatie analyse wordt gebruikt voor een onderzoekshypothese waarin een onafhankelijke variabele wordt beïnvloed door een afhankelijke variabele door een of meerdere potentiële

mediator variabelen. De methode van Preacher & Hayes (2004) kan alleen gebruikt worden wanneer voldaan is aan de voorwaarde dat er een causaal verband aangetoond kan worden (theoretisch of statistisch) tussen de afhankelijke, de onafhankelijke en de mediator variabelen. Mediatie gaat ervan uit dat het causale effect van de onafhankelijke variabele verdeeld kan worden in zowel een indirect effect van de afhankelijke variabele op de mediator variabele als in een direct effect van de afhankelijke variabele (Pad C, het totale effect), zie figuur 1A. Pad A vertegenwoordigt het effect van de onafhankelijke variabele op de mediator. Pad B is het effect van de mediator op de afhankelijke variabele zonder het effect van de onafhankelijke variabele. Deze paden worden gekwantificeerd met ongestandaardiseerde regressie coëfficiënten. Het indirecte effect van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele door de mediator kan gekwantificeerd worden door het product van a en b (ab) (Preacher & Hayes, 2004). Het totale effect van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele is gekwantificeerd met het ongestandaardiseerde regressie gewicht c. Om volledige mediatie te bewerkstelligen, moet het effect van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele niet-significant zijn wanneer de mediator in het model wordt opgenomen (Pad c', indirecte effect), zie figuur 1B. Wanneer dit laatste effect toch significant is, is er sprake van gedeeltelijke mediatie (Preacher & Hayes, 2004). In dit onderzoek wordt uitgegaan van volledige mediatie. Dit betekent dat het directe verband tussen slaap en het werk –en declaratieve geheugen niet significant is wanneer ook aandacht als voorspeller van het werk –en declaratief geheugen wordt meegenomen. In de onderzoeksvraag of aandacht een mediator is in de relatie tussen slaap en het werkgeheugen, is de onafhankelijke variabele: slaapduur, de afhankelijke variabele is cijferreeksen achterwaarts en de mediator variabele is cijferreeksen voorwaarts. In de onderzoeksvraag of aandacht een mediator is in de relatie tussen slaap en het declaratieve geheugen is de onafhankelijke variabele: slaapduur, de afhankelijke variabele is geheugentaak afname 2 en de mediator variabele is cijferreeksen voorwaarts.



Figuur 1. (A) is een weergave van een direct effect. X beïnvloedt Y. (B) is een weergave van een mediatie design. Er is waarschijnlijk een indirect effect van X op Y door de mediator M.

RESULTATEN

Univariate en bivariate data inspectie

De verdeling van de data over de categorieën van de categorische variabelen zijn geïnspecteerd. De minderheid van de kinderen zat in de Ochtend-Ochtend conditie (13%). De meerderheid van de kinderen zat in de Ochtend-Avond conditie (34%). 29% van de kinderen zat in de Avond-Avond geheugenconditie en 24% van de kinderen zat in de Avond-Ochtend conditie.

De univariate data inspectie heeft de gemiddelden, normaliteit, missende waarden en univariate uitbijters van de numerieke variabelen geïnspecteerd. Alle variabelen zijn bij benadering normaal verdeeld. Dit blijkt uit de histogrammen met normaal verdelingen en uit de Q-Q plots. Ook vallen de gestandaardiseerde skewness en de gestandaardiseerde kurtosis binnen de -3 en 3.

In tabel 1 is het gemiddelde, het minimum en maximum en de standaarddeviatie weergegeven. Het gemiddelde van de variabele cijferreeksen voorwaarts ($M=5.39$, $SD=.98$) geeft aan dat de kinderen gemiddeld presteren op deze test, de maximaal behaalde score op deze variabele is acht en de minimaal behaalde score is drie. Het gemiddelde van de variabele cijferreeksen achterwaarts ($M=4.45$, $SD=1.11$) geeft aan dat de kinderen een gemiddeld tot goed werkgeheugen hebben, de behaalde scores lopen van 1 tot 7. Het gemiddelde van de variabele goed onthouden woordparen afname 2 ($M=19.29$, $SD=3.73$) geeft aan dat de kinderen een gemiddelde hoeveelheid aantal woorden herinnerd hebben van de woorden die tijdens het eerste deel geleerd zijn. De maximaal behaalde score is 30, de minimaal behaalde score is 10. Het gemiddelde van de variabele gemiddelde slaapduur hele week ($M=9:56$ uur,

SD= 0:34 uur) geeft aan dat kinderen gemiddeld bijna 10 uur slapen per nacht. De behaalde uren slaap lopen van 8:21 uur tot 12:25 uur.

Tabel 1

Beschrijvende statistiek					
	N	Minimum	Maximum	M	SD
Cijferreeksen voorwaarts	128	3	8	5.39	.982
Cijferreeksen achterwaarts	128	1	7	4.45	1.114
Geheugentaak afname 1	128	8	30	19.30	4.584
Geheugentaak afname 2	128	10	30	19.29	3.734
Gem. slaapduur hele week	128	08:21	12:25	09:56	00:34
Valid N (listwise)	128				

Er was een aantal uitbijters in de variabelen; cijferreeksen achterwaarts, cijferreeksen voorwaarts en gemiddelde slaapduur hele week. De uitbijters in de variabelen bevatten zowel lage als hoge waarden. De uitbijters in de variabelen zijn er niet uitgehaald omdat deze geen invloed hadden op de uitkomsten van de statistische analyses.

De data bevatten naast uitbijters ook missende waarden. Met een Missing Value Analyse zijn de missende waarden bekeken. De resultaten van deze analyse hebben ertoe besloten om case 33 en 125 uit de data te halen omdat deze systematisch missende waarde bevatten (bij alle vijf variabelen). De missende waarden in de variabelen cijferreeksen voor – en achterwaarts, geheugentaak afname 1 & 2 en gemiddelde slaapduur hele week zijn vervangen door het gemiddelde van elke variabele.

Uit de bivariate data inspectie kan geconcludeerd worden dat er geen lineariteit bestaat tussen de numerieke variabelen. De variabelen zijn homoscedastisch. Er zijn wel bivariate uitbijters gevonden. Bivariate uitbijters bij de variabele slaapduur hele week in combinatie met cijferreeksen voorwaarts zijn: 1 en 5. In combinatie met cijferreeksen achterwaarts zijn de bivariate uitbijters: 29 en 79. In combinatie met goed onthouden woordparen afname 1 is de uitbijter: 27 en in combinatie met goed onthouden woordparen afname 2 is de uitbijter: 23. De uitbijters: 1,5, 23, 27 en 29 hadden hoge waarden. Ook bij deze gedetecteerde uitbijters is besloten om ze niet uit de data te verwijderen. Ze hadden geen invloed op de uitkomst van de analyses.

Correlaties

Uit de analyse bleek dat er een aantal variabelen met elkaar correleren. Zie tabel 2. De variabelen die het hoogst met elkaar correleren, zijn aantal goed onthouden woordparen

afname 1 met aantal goed onthouden woordparen afname 2, $r(126) = .413$, $p < .01$. De variabelen die het laagst met elkaar correleren, zijn cijferreeksen achterwaarts met gemiddelde slaapduur hele week, $r(126) = -.217$, $p < .05$.

Tabel 2. Correlaties tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabelen.

		Correlaties				
		Cijferreeksen voorwaarts	Cijferreeksen achterwaarts	Geheugentaak afname 1	Geheugentaak afname 2	Gem. slaapduur hele week
Cijferreeksen voorwaarts	Pearson Correlatie N	1 128				
Cijferreeksen achterwaarts	Pearson Correlatie N	.351** 128	1 128			
Geheugen- taak afname 1	Pearson Correlatie N	-.056 128	.047 128	1 128		
Geheugen- taak afname 2	Pearson Correlatie N	-.149 128	.081 128	.413** 128	1 128	
Gem. slaapduur hele week	Pearson Correlatie N	-.222* 128	-.217* 128	.063 128	-.007 128	1 128

** . Correlatie is significant bij $p < 0.01$ (2-zijdig).

* . Correlatie is significant bij $p < 0.05$ (2-zijdig).

De relatie slaap en werkgeheugen

Met een correlatieanalyse is geanalyseerd wat de samenhang is tussen slaapduur en het werkgeheugen. Uit de analyse blijkt dat de variabelen cijferreeksen achterwaarts en gemiddelde slaapduur hele week correleren met elkaar $r(126) = -.217$, $p < .05$. Dit betekent dat er een significante negatieve samenhang is tussen slaapduur en het werkgeheugen. Bij een toename van de slaapduur, neemt de functie van het werkgeheugen af.

De correlatieanalyse wijst uit dat de predictor 4.7% van de variantie van het criterium kan verklaren ($R^2 = .047$; $p < 0.05$). Dit is een kleine verklaarde variantie, het effect is niet groot.

De relatie slaap en declaratief geheugen

Met een One-way ANOVA is onderzocht of er verschillen zijn tussen een periode van slaap ten opzichte van een periode van waak in prestaties op een test voor het declaratieve

geheugen. In de analyse was de afhankelijke variabele: aantal goed onthouden woordparen afname 2 en de fixed factor: conditie geheugentaak. De conditie van de geheugentaak geeft informatie over wanneer de kinderen de woorden geleerd hebben, na een periode van waak (Ochtend-Avond conditie) of na een periode van slaap (Avond-Ochtend conditie) met dezelfde tijdsduur. Er is geen significant verschil tussen de prestaties op het declaratieve geheugen van kinderen in de twee verschillende geheugencondities. Met een Post-Hoc test is geanalyseerd in welke conditie van de geheugentaak de kinderen beter presteerde op afname 2 van de geheugentaak. Kinderen in de Ochtend-Avond geheugenconditie hebben de tweede afname (de retrieval) van de test na een periode van waak gemaakt. Kinderen in de Avond-Ochtend geheugenconditie hebben de tweede afname (de retrieval) van de test na een periode van slaap gemaakt. Kinderen in de Avond-Ochtend geheugenconditie bleken beter maar niet significant beter te presteren ($M= 20.00$, $SD= 4.07$) dan kinderen in de Ochtend-Avond geheugenconditie ($M= 18.57$, $SD= 3.91$).

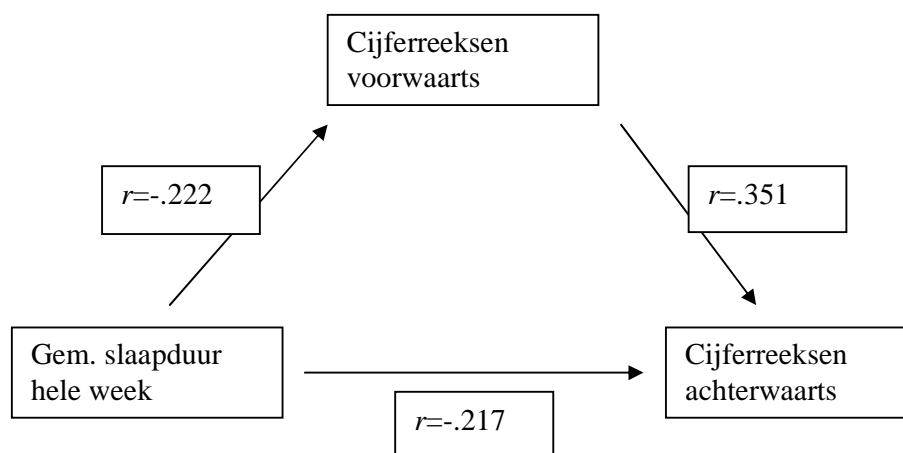
Concluderend is er geen significant verschil tussen de twee verschillende condities van de geheugentaak en de prestatie op afname 2 van de geheugentaak. Kinderen die de woorden na een periode van slaap leren presteren beter op de geheugentest, dan de kinderen die de woorden na een periode van waak leren. Slaap heeft geen significante samenhang met het declaratieve geheugen bij kinderen.

Mediator effect van aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen

Om het mediatie effect te onderzoeken is de mediatie analyse volgens de methode van Preacher & Hayes (2004) uitgevoerd. In deze analyse is uitgegaan van volledige mediatie. Dit betekent dat het directe verband tussen slaap en het werkgeheugen niet significant is wanneer ook aandacht als voorspeller van het werkgeheugen wordt meegenomen. In de analyse is de afhankelijke variabele: cijferreeksen achterwaarts, de onafhankelijke variabele: gemiddelde slaapduur hele week en de mediator variabele is: cijferreeksen voorwaarts. Zie figuur 2.

Uit de analyse blijkt er een direct effect tussen aandacht en werkgeheugen te zijn (het effect van aandacht op het werkgeheugen zonder het effect van slaap), $t(126)= 3.75$, $p < .01$. Ook is er een totaal effect tussen het werkgeheugen en slaap, $t(126)= -2.5$, $p < .05$. Er blijkt geen direct effect te zijn tussen slaap en werkgeheugen, $t(126)= -1.73$, $p > .05$. Doordat er geen direct effect is tussen slaap en werkgeheugen is er sprake van volledige mediatie en is er een mediatie effect voor aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen, $Z= -2.12$, $p < 0.05$. Zie tabel 3. Het effect voor aandacht in de relatie tussen slaap en

werkgeheugen kan worden geïnterpreteerd als hoe beter de aandacht van de kinderen is, hoe beter de prestaties op het werkgeheugen zijn.



Figuur 2. Mediator effect van aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen.

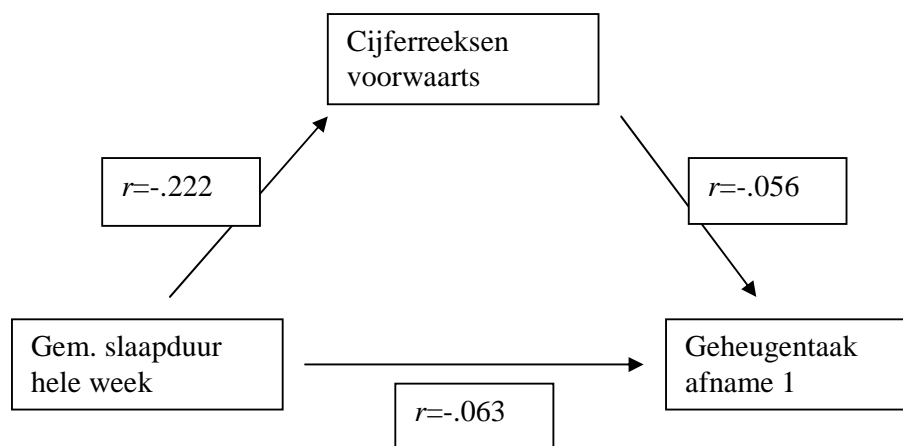
Tabel 3. Het mediator effect van aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen.

Normaal theorie test voor indirecte effecten				
Indirecte effecten van IV op DV door de voorgestelde mediator				
	Effect	SE	Z	Significantie
Totaal	<.001	<.001	-2.1207	.0339
DSF_Score	<.001	<.001	-2.1207	.0339

Mediator effect van aandacht in de relatie tussen slaap en declaratieve geheugen

Om te onderzoeken of er een mediatie effect is, is er een mediatie analyse uitgevoerd volgens de methode van Preacher & Hayes (2004). Ook in deze analyse is uitgegaan van volledige mediatie. Dit betekent dat het directe verband tussen slaap en het declaratieve geheugen niet significant is wanneer ook aandacht als voorspeller van het declaratief geheugen wordt meegenomen. In de analyse is de afhankelijke variabele: geheugentaak afname 1, de onafhankelijke variabele is: gem. slaapduur hele week en de mediator variabele is: cijferreeksen voorwaarts. Zie figuur 3. Uit de analyse blijkt er geen totaal effect noch een direct effect te zijn tussen slaap en het declaratieve geheugen. Er kan geconcludeerd worden

dat er geen mediatie effect is voor aandacht in de relatie tussen slaap en het declaratieve geheugen.



Figuur 3. Mediator effect van aandacht in de relatie tussen slaap en declaratief geheugen.

DISCUSSIE

Er wordt al een lange tijd onderzoek gedaan naar het effect van slaap op geheugenprestaties. Echter, het meeste onderzoek is gedaan bij volwassenen en niet bij kinderen. Hoewel uit eerder onderzoek is gebleken dat slaap een directe rol speelt bij het consolideren van informatie in het geheugen, spelen er waarschijnlijk ook andere indirecte factoren een rol in dit verband. Een van de belangrijke factoren is aandacht, gezien het verband van aandachtsprocessen met zowel slaap als geheugen.

In dit scriptieonderzoek is onderzocht of er een relatie is tussen slaap en het werk –en declaratieve geheugen bij kinderen tussen de 8 en 12 jaar. Uit het onderzoek bleek dat slaap significant samenhangt met het werkgeheugen. Slaap heeft een negatief voorspellende waarde voor de activiteit van het werkgeheugen: hoe langer kinderen slapen, des te slechter ze presteren op een werkgeheugen test. Dit zou verklaard kunnen worden door het gegeven dat kinderen die een kortere tijd slapen, profiteren van de langere tijd die zij wakker zijn. De wakkere staat biedt continu mogelijkheden voor cognitieve stimulatie, sociale interacties en multi-zintuiglijke input welke van belang zijn voor de ontwikkeling van kinderen (Geiger, Achermann & Jenni, 2010). Hierdoor zouden kinderen die langer slapen onder andere de cognitieve stimulatie missen, waardoor zij slechter presteren op een werkgeheugen test. Een

ander verklaring is gebaseerd op de neuronale efficiëntie theorie (Haier, Siegel, Nuechterlein, Hazlett, Wu, Paek & Buchsbaum, 1988). Haier, Siegel, Tang, Abel & Buchsbaum (1992) concluderen dat intelligentie niet een product is van hoe goed maar meer hoe efficiënt de hersenen werken. Kinderen met hogere scores op intelligentietesten slapen korter vanwege een efficiëntere manier van werken van de hersenen (het herstel van de hersenen gebeurt efficiënter). Hierdoor kan een negatieve samenhang tussen slaapduur en cognitieve prestaties verklaard worden (Geiger et al., 2010).

Uit dit scriptieonderzoek bleek dat slaap niet samenhangt met het declaratieve geheugen. Deze uitkomst van dit onderzoek strookt met een ander onderzoek naar het effect van slaap op het declaratieve geheugen door middel van een geheugentaak bij kinderen (Wilhelm, Diekelmann & Born, 2008). Uit dat onderzoek bleek dat leren na een periode van slaap de geheugenconsolidatie van het declaratieve geheugen bevordert (Wilhelm et al., 2008). Ook komt deze uitkomst niet overeen met de duale proces hypothese die suggereert dat slaap bij kinderen wordt gekenmerkt door veel ‘slow wave’ slaap, waardoor declaratieve geheugenconsolidatie bevordert wordt (Diekelmann, Wilhelm & Born, 2009). Dat slaap niet samenhangt met het declaratieve geheugen kan mogelijk verklaard worden door het tijdstip waarop de geheugentaak gemaakt moest worden en het dagritme en ochtend of avond type (chronotype) van het kind. Individuele verschillen in voorkeur voor het circadiaanse ritme (het chronotype) zijn gerelateerd aan de variabiliteit van het slaap/dagritme, psychosociaal functioneren en aan specifieke eigenschappen van de biologische klok (Werner, LeBourgeois, Geiger & Jenni, 2009). Het chronotype is een individueel karakteristiek verschil dat weergeeft op welk tijdstip van de dag mensen ‘op hun best’ zijn (Guthrie, 1995; Kerkhof, 1985). Sommige kinderen zijn ochtendtypes, zij worden uit zichzelf vroeg wakker. Kinderen die vroeg opstaan zijn het meest alert in het eerste gedeelte van de dag, zij kunnen de tweede afname (de retrieval) van de geheugentaak het beste in de ochtend maken. Kinderen die laat uit zichzelf wakker worden zijn avondtypes. Zij zijn het meest alert aan het einde van de dag en gaan zich pas laat in de avond slaperig voelen, deze kinderen kunnen de tweede afname (de retrieval) van de geheugentaak het beste in de avond maken (Cofer, Grice, Sethre-Hofstad, Radi, Zimmermann, Palmer-Seal & Santa-Maria, 1999). Dat komt doordat bij hen de biologische klok in de hersenen ‘later staat afgesteld’ dan bij leeftijdsgenoten (Carskadon, Vieira & Acebo, 1993). Kinderen in de Avond-Ochtend conditie maken de tweede afname van de geheugentaak (de retrieval) ’s ochtends, waardoor zij hebben kunnen profiteren van een periode van slaap. Mogelijk zaten er in deze conditie bij toeval meer avondtypes die de tweede afname van de geheugentaak ‘s ochtends minder goed doen, wat

daardoor het effect van het slaapinterval bij de Avond-Ochtend conditie ten opzichte van de Ochtend-Avond conditie verloren doet gaan. Door het toeval van meer avondtypes in de Avond-Ochtend conditie kan er mogelijk geen verschil gevonden worden tussen de Ochtend-Avond conditie en de Avond-Ochtend conditie in geheugenprestaties.

Tot slot zijn de mediator effecten onderzocht voor aandacht in de relatie tussen slaap en het werk –en declaratieve geheugen. Uit dit onderzoek bleek dat er een mediatie effect is voor aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen, $Z = -2.12, p < 0.05$. De hypothese, dat aandacht een mediator zou zijn in de relatie tussen slaap en het werkgeheugen, is uitgekomen. Het effect voor aandacht in de relatie tussen slaap en werkgeheugen kan worden geïnterpreteerd als hoe langer de slaapduur, des te slechter de aandachtsfunctie en daardoor zijn de werkgeheugenprestaties verminderd. Uit het scriptieonderzoek bleek er geen mediatie effect te zijn voor aandacht in de relatie tussen slaap en het declaratieve geheugen. De hypothese, dat aandacht een mediator zou zijn in de relatie tussen slaap en het declaratieve geheugen, is niet uitgekomen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het kindergebrein veel veranderingen ondergaat als het in ontwikkeling is. De hersenen moeten volledig ontwikkeld zijn voordat slaap positief kan bijdragen aan het geheugen. De hersenen van de deelnemers in dit scriptieonderzoek zijn nog in ontwikkeling, waardoor er mogelijk geen positief effect voor slaap op het declaratieve geheugen gevonden kan worden (Astill et al., 2012). Uit de literatuur blijkt ook dat het declaratieve geheugen zich vanaf het einde van het eerste levensjaar tot aan de adolescentie in snel tempo ontwikkeld (Siegler, 1998).

Dit onderzoek kent een aantal tekortkomingen. De onderzoeksinstrumenten bestaan onder andere uit vragenlijsten. Bij het gebruik van vragenlijsten is er een kans dat de vragen anders geïnterpreteerd worden. Omdat de vragenlijsten via internet werden ingevuld hadden de deelnemers geen ruimte om eventuele belangrijke opmerkingen te plaatsen. Ook moesten ouders de kinderen af en toe helpen bij het invullen van sommige vragenlijsten omdat het moeilijk voor de kinderen bleek, terwijl deze vragenlijsten alleen door kinderen ingevuld moesten worden. Tijdens de afname van de testen op school kregen we terugkoppeling van de deelnemers over de geheugentaak die zij thuis moesten maken. De deelnemers vonden de geheugentaak moeilijk, waardoor een aantal deelnemers alleen deel 1 van de taak heeft gemaakt en deel 2 niet of de taak in zijn geheel niet. Hierdoor bevatte deze variabele veel missende waarden en is de betrouwbaarheid van deze geheugentaak onduidelijk. Het slaaplogboek dat moest worden bijgehouden door ouders kent ook een aantal tekortkomingen. Er was onder ouders verwarring ontstaan over het invullen van het slaaplogboek. Het

slaaplogboek moest tot en met dag acht ingevuld worden, terwijl in de instructie stond dat ouders het slaaplogboek gedurende zeven dagen moesten bijhouden. Sommige ouders zijn dag 8 vergeten in te vullen. Ook is het mogelijk dat ouders niet volledig zijn geweest in het antwoord geven op de vragen in het slaaplogboek zoals het bijhouden van bedtijden van de kinderen. Er bestaat een mogelijkheid dat kinderen opzettelijk in de onderzoekswEEK eerder of later zijn gaan slapen. Deze factoren zouden de resultaten eventueel kunnen beïnvloeden.

Er is meer onderzoek nodig naar de relatie tussen slaap en geheugen bij kinderen. In het bijzonder naar welke andere factoren invloed kunnen hebben op die relatie. Een aanbeveling voor verder onderzoek is om andere indirecte factoren te onderzoeken in de relatie tussen slaap en geheugen bij kinderen. Een voorbeeld van een indirecte factor is het chronotype van het kind. Uit onderzoek naar het chronotype van kinderen blijken er verschillen te zijn tussen avond en ochtend types. Deze verschillen zouden mogelijk invloed kunnen hebben op de relatie slaap en geheugen. Een ander voorbeeld van een indirecte factor is de leeftijd van kinderen. Ontwikkeling van het geheugen is een belangrijke verklaring voor geen directe relatie tussen slaap en geheugen. Interessant is om te onderzoeken vanaf welke leeftijd kinderen wel profiteren van slaap. Pubertijd kan hier mogelijk een rol in spelen.

Uit de literatuur blijkt dat slaapduur niet significant relateert aan volgehouden aandacht bij kinderen maar wel bij volwassenen (Astill et al., 2012). Een meta-analyse naar het effect van slaap op verschillende domeinen van het geheugen bij volwassenen, laat een middelgroot tot groot effect zien voor slaap op alertheid en simpele aandachtstaken. Ook blijkt er een middelmatig effect te zijn voor slaap op complexe aandachtstaken waaronder volgehouden aandacht, gerichte aandacht, verdeelde aandacht en alertheid vallen (Lim & Dinges, 2010). Wat voor verder onderzoek interessant is en waar nog onvoldoende onderzoek naar gedaan is, is dat slaap mogelijk wel significant relateert aan gerichte aandacht en verdeelde aandacht bij kinderen. Verdeelde aandacht bijvoorbeeld verschilt nauwelijks tussen kinderen en volwassenen (Rueda e.al., 2004). Wellicht zijn deze twee aspecten van aandacht wel significant gerelateerd aan slaapduur en kan onderzoek hiernaar belangrijke informatie voor zowel ouders als docenten opleveren.

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat weinig slaap slechts zwak samenhangt met het werkgeheugen en niet samenhangt met het declaratieve geheugen, aspecten die belangrijk zijn bij leren. Kinderen lijken minder afhankelijk te zijn dan volwassenen van voldoende slaap om nieuw geleerde informatie op te slaan in hun brein. Het vermoeden dat er een mediator effect is voor aandacht in het verband tussen slaap en

geheugen bij kinderen is uitgekomen. Aandacht bleek een mediator te zijn in het verband tussen slaap en het werkgeheugen. Er was een positief mediator effect voor aandacht op het werkgeheugen. Aandacht was geen mediator in het verband tussen slaap en het declaratieve geheugen. Mogelijk dat de uitkomsten met betrekking tot het declaratieve geheugen van dit scriptieonderzoek te verklaren zijn door de nog niet volledig uitontwikkelde hersenstructuren en hersenfuncties bij kinderen (Astill et al., 2012).

REFERENTIES

- 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.
- Backhaus, J., Hoeckesfeld, R., Born, J., Hohagen, F., & Junghanns, K. (2008). Immediate as well as delayed post learning sleep but not wakefulness enhances declarative memory consolidation in children. *Neurobiology of Learning and Memory*, *89*, 76-80.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 417-423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working Memory: Looking Back and Looking Forward. *Nature of Reviews: Neuroscience*, *4*, 829-838.
- Blakermore, S. J., & Frith, U. (2009). *The learning brain: lessons for education*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Blumenfeld, R. S., & Ranganath, C. (2007). Prefrontal cortex and long-term memory encoding: An integrative review of findings from neuropsychology and neuroimaging. *Neuroscientist*, *13*, 280-291.
- Born, J., & Wilhelm, I. (2012). System consolidation of memory during sleep. *Psychological Research*, *76*, 192-203.
- Buckhalt, J. A., El-Sheikh, M., Keller, P. S., & Kelly, R. J. (2009). Concurrent and longitudinal relations between children's sleep and cognitive functioning: The moderating role of parent education. *Child Development*, *80*, 875-892.
- Busby, K., & Pivik, R. T. (1983). Sleep patterns in children of superior intelligence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *24*, 587-600.
- Cantor, J., & Engle, R. W. (1993). Working-memory capacity as long-term memory activation: An individual-differences approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*, 1101-1114.

- Carskadon, M., Vieira, C., & Acebo, C. (1993). Association between puberty and delayed phase preference. *Sleep* 16, 258–262.
- Catroppa, C., & Anderson, V. (2007). Recovery in memory function, and its relationship to academic success, at 24 months following pediatric TBI. *Child Neuropsychology*, 13, 240-261.
- Chee, M.W., & Tan, J.C. (2010). Lapsing when sleep deprived: Neural activation characteristics of resistant and vulnerable individuals. *Neuro-Image*, 51, 835-843.
- Cofer, L. F., Grice, J. W., Sethre-Hofstad, L., Radi, C. J., Zimmermann, L. K., Palmer-Seal, D., & Santa-Maria, G. (1999). Developmental perspectives on morningness-eveningness and social interactions. *Human Development*, 41, 163–198.
- Dahl, R. E. (1996). The regulation of sleep and arousal: Development and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 8, 3-27.
- Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bogels, 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.
- Diekelmann, S., Wilhelm, I., & Born, J. (2009). The whats and whens of sleep-dependent memory consolidation. *Sleep Medicine Reviews*, 13, 309-321.
- Drosopoulos, S., Schulze, C., Fischer, S., & Born, J. (2007). Sleep's function in the spontaneous recovery and consolidation of memories. *Journal of Experimental Psychology*, 136, 83-169.
- Drummond, S. P., Bischoff-Grethe, A., Dinges, D. F., Ayalon, I., Mednick, S. C., & Meloy, M. J. (2005). The neural basis of the psychomotor vigilance task. *Sleep*, 28, 1059-1068.
- El-Sheikh, M., Buckhalt, J. A., Keller, P. S., Cummings, E. M., & Acebo, C. (2007). Child emotional insecurity and academic achievement: The role of sleep disruptions. *Journal of Family Psychology*, 21, 29–38.
- Epstein, R., Chillag, N., & Lavie, P. (1998). Starting times of school: effects on daytime functioning of fifth-grade children in Israel. *Sleep*, 21, 250–256.
- Fallone, G., Acebo, C., Seifer, R., & Carskadon, M. A. (2005). Experimental restriction of sleep opportunity in children: Effects on teacher ratings. *Sleep*, 28, 1561–1567.

- Fallone, G., Owens, J. A., & Deane, J. (2002). Sleepiness in children and adolescents: clinical implications. *Sleep Medicine Reviews*, 6, 287–306.
- Ficca, G., & Salzarulo, P. (2004). What in sleep is for memory. *Sleep Medicine Reviews*, 5, 30-225.
- Geiger, A., Achermann, P., & Jenni, O. G. (2010). Associations between sleep duration and intelligence scores in healthy children. *Developmental Psychology*, 46, 949-954
- Guthrie, J. P. (1995). Additional validity evidence for a measure of morningness. *Journal of Applied Psychology*, 80, 186–190.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Jr., Nuechterlein, K. H., Hazlett, E., Wu, J. C., Paek, J., Buchsbaum, M. S. (1988). Cortical glucose metabolic rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence*, 12(2), 199–217.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Tang, C., Abel, L., & Buchsbaum, M. S. (1992). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning. *Intelligence*, 16(3–4), 415–426.
- Horne, J. A. (1988). Sleep loss and “divergent” thinking ability. *Sleep*, 11, 528-536.
- Kerkhof, G. A. (1985). Inter-individual differences in the human circadian system: A review. *Biological Psychology*, 20, 83–112.
- Kopasz, M., Loessl, B., Hornyak, M., Riemann, D., Nissen, C., Piosczyk, H., & Volderholzer, U. (2010). Sleep and memory in healthy children and adolescents: A critical review. *Sleep Medicine Reviews*, 14, 167–177.
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136, 375-389.
- Maquet, P. (2001). The role of sleep in learning and memory. *Science*, 294, 1048-1052.
- McClelland, J. L., McNaughton, B. L., & O’Reilly, R. C. (1995). Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. *Psychological Review*, 102, 419-457.
- Mercer, P. W., Merritt, S. L., & Cowell, J. M. (1998). Differences in reported sleep need among adolescents. *Journal of Adolescent Health*, 23, 259-263.
- Montgomery-Downs, H. E., O’Brien, L. M., Gulliver, T. E., & Gozal, D. (2006). Polysomnographic characteristics in normal preschool and early school-aged children. *Pediatrics*, 117, 741-753.

- Naghavi, H. R., & Nyberg, L. (2005). Common fronto-parietal activity in attention, memory, and consciousness: Shared demands on integration? *Consciousness and Cognition, 14*, 390-425.
- Philal, W., & Born, J. (1997). Effects of early and late nocturnal sleep on declarative and procedural memory. *Journal Cognitive Neuroscience, 9*, 534-547
- Posner, M. I. & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience, 13*, 25-42.
- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods, 40* (3), 879-891
- Riccio, C. A., Garland, B. H., & Cohen, M. J. (2007). Relations between the Test of Variables of Attention (TOVA) and the Children's Memory Scale (CMS). *Journal of Attention Disorders, 11*(2), 167-171.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P. & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia, 42*, 1029-1040.
- Sadeh, A., Gruber, R., & Raviv, A. (2002). Sleep, neurobehavioral functioning, and behavior problems in school-age children. *Child Development, 73*, 405-417.
- Siegler, R. W. (1998). *Emerging Minds: The process of change in children's thinking*. Oxford: Oxford University.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Neuroscience, 4*, 232-243.
- Swaab, H. (2008). *Handboek Klinische ontwikkelingsneuropsychologie, 64-85*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Van Der Heijden, K. B., Suurland, J., Swaab, H., & De Sonnevile, L. M. J. (2011). Relationship between the number of life events and memory capacity in children. *Child Neuropsychology, 17*:6, 580-598.
- Weissman, D., Roberts, K. C., Visscher, K. M., & Woldorff, M. G. (2006). The neural bases of momentary lapses in attention. *Nature Neuroscience, 9*, 971-978.
- Werner, H., LeBourgeois, M. K., Geiger, A., & Jenni, O. G. (2009). Assessment of chronotype in four- to eleven-year-old children: reliability and validity of the children's chronotype questionnaire (CCTQ). *Chronobiology International, 26*(5), 992-1014.
- Wilhelm, I., Diekelmann, S., & Born, J. (2008). Sleep in children improves memory

- performance on declarative but not procedural tasks. *Learning Memory*, 15, 373-7.
- Wolfson, A. R., & Carskadon, M. A. (1998). Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. *Child Development*, 69, 875-887.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-482.