

Slaap is een van de belangrijkste herstelmechanismen van het menselijk lichaam en daarmee essentieel voor herstel, adaptatie en het leveren en verbeteren van topprestaties. Maar hoeveel en hoe goed slapen topsporters eigenlijk? En wat kan er gedaan worden om de slaap van topsporters zoveel mogelijk te optimaliseren?

Slaap en presteren bij topsporters

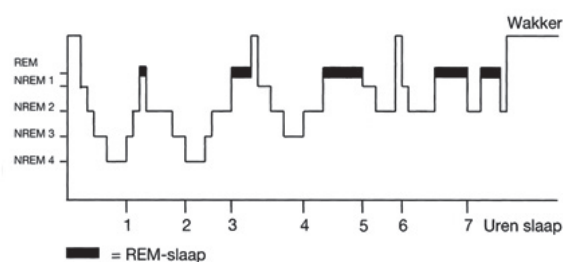
Arne Nieuwenhuys, Melanie Knufinke, Sabine Geurts, Maarten Moen, Kamiel Maase, John Willems, Anton Coenen & Michiel Kompier

Topsporters trainen intensief en prestatie en progressie zijn mede afhankelijk van de mate waarin een sporter kan herstellen van eerder geleverde inspanningen. Ondanks dat het belang van slaap in de topsportpraktijk algemeen erkend is, is er tot op heden weinig onderzoek naar gedaan. In het door ons uitgevoerde onderzoek worden vragen als 'Hoeveel en hoe goed slapen ze?' en 'Hoe kan het nóg beter?' voor het eerst op grote schaal onderzocht bij Nederlandse topsporters. Hoewel het project op dit moment nog in volle gang is, beoogt dit artikel 1) algemene achtergrondinformatie te geven over het belang van slaap voor sportprestaties en 2) aan de hand van concrete onderzoeksresultaten een overzicht te schetsen van de huidige stand van zaken in het project.

Unieke toestand

Slaap is niet zozeer de afwezigheid van activiteit, maar een unieke toestand van het lichaam. Verschillende neurale en hormonale processen dragen ieder op hun eigen wijze bij aan onder andere fysiek herstel, het op orde brengen van de energie-

voorziening en geheugenopslag.¹ In een zogeheten 'hypnogram' – een schematische weergave van hersenactiviteit tijdens slaap – is deze nachtelijke bedrijvigheid goed zichtbaar (zie figuur 1). In het begin van de nacht is de slaap dieper (stadium 3 en 4), meer naar de ochtend krijgen we langere periodes met REM-slaap (ook wel de 'droomslaap' genoemd) en wordt de slaap lichter (stadium 1 en 2). Gekop-



Figuur 1. Hypnogram van een 'typische' nacht van een jong-volwassene.

peld aan deze fasering van de slaap worden er in de eerste helft van de nacht vooral *anabole* hormonen afgegeven (met het groeihormoon, oftewel somatotropine voorop), die bijdragen aan groei en weefselaanmaak. In de tweede helft van de nacht komen vooral *katabole* hormonen vrij (met het belangrijke cortisol voorop). Deze bereiden het lichaam voor op activiteit overdag.

Titel

Optimizing sleep to improve performance in elite athletes

Projectpartners

Radboud Universiteit
NOC*NSF
Philips
Auping
Sport Science & Innovation
Papendal

Powernap

Topsporters slapen behalve 's nachts in sommige gevallen ook overdag. Data van Australische topsporters⁸, maar ook data uit onze eigen slaapmonitorstudie¹⁴ laten zien, dat topsporters gemiddeld op ongeveer 18% van de gemeten nachten een zogenaamde 'powernap' deden. Powernaps kunnen helpen bij het herstel van een zware ochtendtraining, of het vasthouden van de alertheid tijdens belangrijke wedstrijden in de avonduren.¹⁷ Hoewel de optimale duur en timing van powernaps voor de topsportpopulatie niet zijn vastgelegd, is een algemeen advies om de nap kort na de lunch (bijvoorbeeld rond 13:00-14:00 uur) in te plannen en niet langer dan 20-30 minuten te laten duren. Op deze manier verhoogt de nap de alertheid en wordt de negatieve impact op de nachtslaap (als gevolg van verminderde slaapdruk) geminimaliseerd.

Slaaphygiëne

Bij mensen zijn – net als bij de meeste dieren – de perioden waarin we slapen en wakker zijn sterk gekoppeld aan de afwisseling van dag en nacht. 'Circadiane' processen zoals het wegvallen van licht in de avond en de daling in lichaamstemperatuur die rondom dit moment wordt ingezet, zijn voor het lichaam belangrijke triggers om in slaap te vallen. Daarnaast is het zo dat de herstelbehoefte van het lichaam toeneemt naarmate we langer wakker en actief zijn geweest: de zogeheten 'homeostatische' slaapdruk.² De mate waarin deze beide ritmes de slaap optimaal reguleren is echter mede afhankelijk van verschillende gedrag- en omgevingsinvloeden, vaak samengevat onder de noemer 'slaaphygiëne'.³ Sociale verplichtingen (werk, sport, school, vrienden, et cetera) kunnen er bijvoorbeeld voor zorgen dat we er voor kiezen om eerder of juist later te gaan slapen dan we vanuit onszelf zouden doen. De blootstelling aan kunstmatig licht binnenshuis kan het natuurlijk beloop van circadiane processen beïnvloeden. Ook kan fysieke dan wel mentale activiteit kort voor het slapen gaan de ontspanning die nodig is om in slaap te vallen belemmeren.

Uitdagend fenomeen

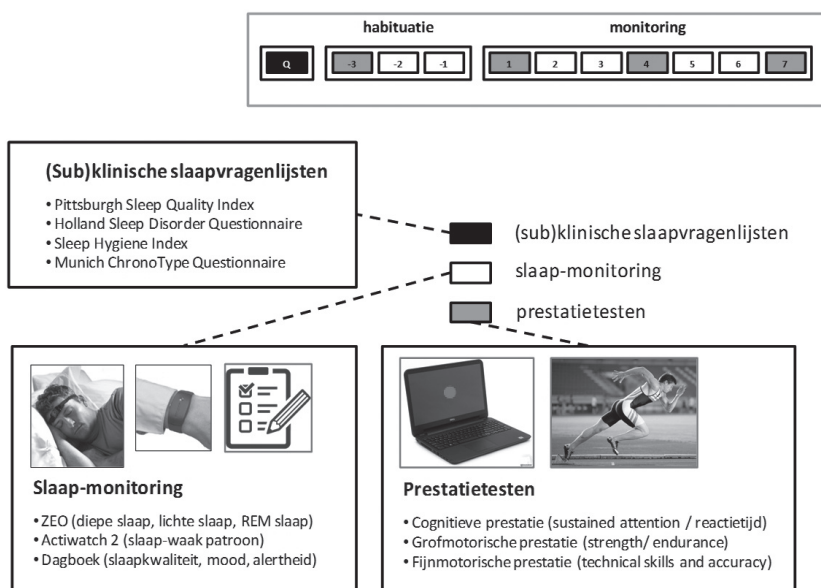
Inzicht in de functies en de regulatie van slaap maakt duidelijk dat het voor topsporters niet alleen een cruciaal, maar ook een uitdagend fenomeen is. Immers, wanneer er een maximaal beroep gedaan wordt op de capaciteit van het lichaam is optimaal herstel uitermate belangrijk.⁴ Slaap levert hieraan een belangrijke bijdrage. Tegelijkertijd zorgt het stramien waarin topsporters leven er voor dat slaap niet altijd onder optimale omstandigheden kan plaatsvinden. Zo wordt er veel gereisd⁵, kan er als gevolg van trainings- en competitietijden niet

altijd op gewenste momenten geslapen worden⁶ en kan de spanning en stress rondom belangrijke wedstrijden slaapverstoring werken.⁷ Het weinige onderzoek dat er ten aanzien van de slaap van topsporters ligt, schetst dan ook een zorgwekkend beeld: topsporters zouden te weinig uren slapen en – met name – moeite hebben met inslapen en met doorslapen.^{8,9} Hoewel er praktisch geen empirische data voorhanden is, wordt op basis van dit gegeven aangenomen dat minder lang slapen de herstelstatus (bijvoorbeeld gevoelens van vermoeidheid) en de prestatie van topsporters negatief kan beïnvloeden.^{6,10}

Monitorstudie

Vanwege de schaarste aan onderzoek naar slaap en presteren bij topsporters⁴⁻¹⁰ zijn we drie jaar geleden begonnen met ons eigen onderzoeksproject: 'Optimizing sleep to improve performance in elite athletes'. Doel van dit project is om bij een grote en representatieve groep Nederlandse topsporters

1. kennis te vergaren over de actuele omvang en de kwaliteit van de slaap;
2. inzicht op te doen in de factoren die hiervoor bepalend zijn;
3. empirisch vast te stellen in hoeverre



Figuur 2. Opzet van de slaap-monitorstudie.

natuurlijke variatie in slaap (bijvoorbeeld soms wat meer, soms wat minder) impact heeft op de prestatie;

4. op basis van deze informatie interventies te ontwikkelen die de slaap van topsporters gericht kunnen verbeteren.

Met het oog op de eerste drie projectdoelen is tussen september 2013 en mei 2015 een grootschalige monitorstudie uitgevoerd. Tijdens deze studie is de slaap van 98 Nederlandse topsporters (56 vrouwen en 42 mannen; gemiddelde leeftijd 18,9 jaar; beoefende sporten: voetbal, volleybal, handbal, wielrennen, mountainbike, triathlon) nauwkeurig onderzocht. Behalve het invullen van een reeks (sub)klinische slaapvragenlijsten (d.w.z. vragenlijsten die in de slaapkliniek gebruik worden om een algemene indruk te krijgen van de ervaren slaapkwaliteit en van eventuele slaapkachten) is bij elk van deze topsporters gedurende een gestandaardiseerde 10-daagse monitorperiode informatie verzameld over

- de omvang en kwaliteit van de slaap
- het avondgedrag
- de mentale en fysieke belasting
- de prestatie (op basis van gestandaardiseerde prestatietests).

Zie figuur 2 voor een overzicht van de opzet van deze monitorstudie. In totaal heeft deze geresulteerd in (sub)klinische informatie over de slaapkwaliteit van 98 topsporters, 878 nachten aan slaapdata en 356 afgenomen prestatietesten. Op basis van de onderzoeksresultaten geven we in dit artikel antwoord op de volgende drie vragen:

1. Hoe lang en hoe goed slapen topsporters?
2. Wat is het belang van goede slaaphygiëne?
3. Wat is de invloed van trainingsbelasting op slaap?

Hoe lang en hoe goed slapen topsporters?

Om de slaap(kwaliteit) van topsporters te kwantificeren maakten we in de mo-

Meetmethoden

Tijdens de slaapmonitorstudie werd gebruik gemaakt van verschillende objectieve meetmethoden om het slaapgedrag van topsporters in beeld te brengen: polsactigrafie (Actiwatch 2) en 1-kanaals EEG (Zeo Sleep Manager). Polsactigrafie (zie figuur 4 – links) is eenvoudig in het gebruik en classificeert slaap- en waakmomenten op basis van bewegingsinformatie (accelerometrie). 1-kanaals EEG werd geïmplementeerd in de vorm van een elastische hoofdband, voorzien van sensoren die de hersenactiviteit meten (zie figuur 4 – rechts). Op basis van de gemeten activiteit konden slaap- en waakmomenten worden geclassificeerd en kon tevens de 'architectuur' van de slaap (verdeling in diepe slaap, lichte slaap en REM slaap – zie ook figuur 1) geregistreerd worden.



Figuur 4. Polsactigrafie (Actiwatch 2; links) en 1-kanaals EEG (Zeo Sleep Manager; rechts).

onitorstudie gebruik van verschillende meetmethoden (een zogeheten 'mixed-methods approach'). Voorafgaand aan de studie vulden de topsporters verschillende (sub)klinische vragenlijsten in over hun algemene slaapkwaliteit. Tijdens de studie werd de slaap op dagelijkse basis gemeten met behulp van polsactigrafie (Actiwatch 2), zelfrapportage (slaapdagboek) en 1-kanaals EEG (Zeo Sleep Manager) (zie kader). Naast het repliceren van eerdere op actigrafie metingen gebaseerde resultaten^{8,9} is het daardoor ook mogelijk om uitspraken te doen over de ervaren slaapkwaliteit en de architectuur van de slaap (proportie diepe slaap, lichte slaap, REM slaap) bij topsporters. Analyse van de (sub)klinische vragenlijsten laat zien dat er veel spreiding is in de door topsporters ervaren slaapkwaliteit. Topsporters slapen gemiddeld genomen voldoende goed, maar een substantiële minderheid van 41% kon (op basis van hun score op de Pittsburg Sleep Quality

Index¹²) geclassificeerd worden als minder goede slaper. De slaapmetingen op dagelijks niveau laten een vergelijkbaar beeld zien (zie tabel 1 voor een overzicht van de polsactigrafie data). Zo sliepen de topsporters tijdens de monitoringperiode gemiddeld genomen rond de acht uur, maar deden ze er in vergelijking tot normwaarden uit de literatuur iets langer over om in te slapen en waren er relatief veel/langdurige waakmomenten gedurende de nacht. De slaapefficiëntiescore (88.64%) van de

Tabel 1. Gemiddelde slaap- en waaktijden gedurende de 10-daagse monitoringperiode (gemeten op basis van pols-actigrafie).

	Actigraphy (>80)* M (SD)
Totale tijd in bed (hh:min)	8:33 (01:10)
Effectieve slaaptijd (hh:min)	7:51 (01:08)
Inslaaptijd (min)	13,67 (0:15)
Nachtelijke waakmomenten (min)	32,86 (0:16)
Slaap-efficiëntie (%)	88,64 (5,33)

* Uit een recente publicatie van Sargent en collega's¹¹ blijkt dat slaapmetingen bij topsporters op basis van actigrafie betrouwbaarder zijn bij een hoge bewegingssensitiviteit instelling (Actigraphy > 80). In de slaapmonitorstudie hebben we deze aanbevolen instellingen aangehouden. Met name de gemeten duur van nachtelijke waakmomenten valt hierdoor lager uit dan bij de standaard instelling (Actigraphy > 40) die in eerdere studies^{8,9} werd aangehouden.

topsporters was hierdoor aan de lage kant. Terwijl de EEG-metingen een gezonde verdeling lieten zien tussen de proportie diepe slaap, lichte slaap en REM slaap, bleek uit de dagelijks ingevulde slaapdagboeken dat de topsporters hun eigen slaapkwaliteit op een schaal van 1 tot 10 gemiddeld slechts een 6,8 gaven ($SD = 0,9$) en dat ze zich bij het ontwaken in de ochtend maar matig hersteld voelden ($M = 6,1$, $SD = 1,13$; eveneens op een schaal van 1 tot 10). Veertig procent van de topsporters gaf de eigen herstelstatus in de ochtend (gemiddeld over de gehele monitoringperiode) zelfs een onvoldoende.

Al met al laat de slaapmonitorstudie zien dat topsporters gemiddeld genomen voldoende slapen, maar dat er een groot aantal is voor wie dit niet geldt. Daarnaast zijn waarden met betrekking tot inslaaptijden en nachtelijke waakmomenten relatief hoog (zie ter vergelijking de studies van Lastella et al.⁸ en Leeder et al.⁹) en geven scores met betrekking tot het ervaren herstel aan dat acht uur slaap wellicht niet voor alle topsporters toereikend is om zich in de ochtend volledig hersteld te voelen.¹³ Het is dus zaak om te begrijpen *waarom* topsporters niet altijd even goed slapen en vanuit deze kennis toe te werken naar interventies die de slaap gericht kunnen verbeteren.

Wat is het belang van goede slaaphygiëne?

Zoals eerder genoemd is slaap voor topsporters niet alleen een cruciaal, maar ook een uitdagend fenomeen. Het drukke ritme van trainingen en wedstrijden, het slapen op wisselende locaties en de mentale en fysieke belasting die topsport met zich meebrengt, maken het voor topsporters lastig om

– zowel ten aanzien van hun eigen gedrag als ten aanzien van de omgeving – slaap optimaal te faciliteren. Om het belang van goede *slaaphygiëne* vast te stellen is tijdens de slaapmonitorstudie (op basis van zelfrapportage) een zorgvuldige analyse gemaakt van het gedrag in de avonduren en de omstandigheden waaronder iedere nacht geslapen werd. Vervolgens zijn deze factoren gerelateerd aan de ervaren slaapkwaliteit.¹⁴

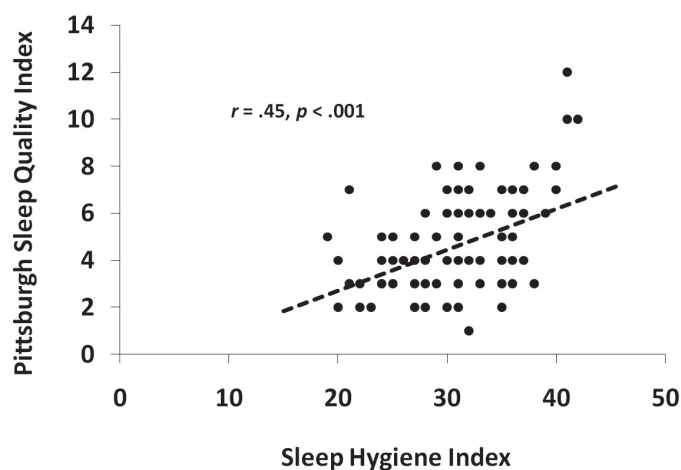
Analyse van de (sub)klinische vragenlijsten laat zien dat het met de slaaphygiëne van topsporters over het algemeen redelijk gesteld is. Scores op de Sleep Hygiene Index³ laten echter ook zien dat een aantal factoren – zoals 1) de regelmatigheid

dende dranken nuttigen (22% van de gemeten nachten) en er lang niet altijd een vaste routine op nahouden bij het slapen gaan. Slechts 16% van de sporters maakte regelmatig gebruik van een zogenaamd ‘avondritueel’. Hoewel het op dagelijks niveau lastig is om voor alle individuele factoren een robuuste relatie te leggen met de ervaren slaapkwaliteit, bleek op een algemeen niveau dat goede slaaphygiëne er daadwerkelijk toe lijkt te doen: hoe beter de slaaphygiëne, hoe beter de slaapkwaliteit (zie figuur 3).¹⁴

Wat is de invloed van trainingsbelasting op slaap?

Om te begrijpen waarom topsporters niet altijd even goed slapen is het belangrijk om behalve het gedrag in de avonduren en de omstandigheden waaronder wordt geslapen, ook de ervaren trainingsbelasting in ogenschouw te nemen. Immers, slaap kan gezien worden als een reactief proces dat voorziet in de herstelbehoefte van het lichaam.¹ Data van fysiek actieve individuen laat zien dat wanneer de (fysieke) belasting overdag hoger is, het aandeel

diepe slaap toeneemt om te voorzien in de toegenomen herstelbehoefte van het lichaam.¹⁵ Er zijn echter ook signalen dat de slaap verstoord kan raken wanneer de belasting *te* hoog wordt.¹⁶ Tijdens de slaapmonitorstudie hebben we de topsporters daarom op dagelijkse basis gevraagd naar de ervaren trainingsbelasting. Deze was over het algemeen ‘gemiddeld’ ($M = 5,40$, $SD = 2,50$; rapportcijfer op een schaal van 1 ‘heel erg laag’ tot 10 ‘heel erg hoog’), maar met een ruime variatie van dag tot dag en tussen deelnemers. Soms was de trainingsbelasting heel erg hoog en soms heel



Figuur 3. Relatie tussen slaaphygiëne (Sleep Hygiene Index; SHI) en de ervaren slaapkwaliteit (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI).

van bedtijden, 2) stress en spanning en 3) mentale/fysieke activiteit in de avonduren – behoorlijke ruimte laat voor verbetering. Tijdens de monitorperiode kwam een vergelijkbaar beeld naar voren. Naast bovengenoemde factoren bleek tijdens de dagelijkse metingen onder meer dat topsporters relatief vaak (namelijk 25% van de gemeten nachten) nog een volwaardige maaltijd nuttigen binnen drie uur voordat ze gaan slapen, in de avond nog regelmatig cafeïnehou-

Kennisbenutting

In ons project vinden we het belangrijk dat onderzoeksresultaten hun weg vinden naar de (sport)praktijk. Bij de start van het project zijn we om die reden begonnen met het organiseren van een zogenaamde 'expert meeting'¹⁸, waarbij expertise uit verschillende hoeken werd samengebracht en alle belanghebbende partijen de gelegenheid kregen om mee te denken over het onderzoek. Maar ook tijdens het project vindt kennisdeling en -benutting plaats. Dit gebeurt op verschillende niveaus: *intern*, door kennis en expertise te delen met de doelgroep en betrokken consortiumpartners, maar ook *extern*, door het schrijven van vakpublicaties, het verzorgen van presentaties bij relevante brancheorganisaties en actieve bijdragen aan verzoeken vanuit de media.

Een voorbeeld van het intern delen van kennis en expertise is onze terugkoppeling van resultaten uit de slaapmonitorstudie naar elk van de acht deelnemende topsportprogramma's: al direct bij het plannen van een meting werd een datum geprikt voor de terugkoppeling van resultaten. Tijdens iedere terugkoppeling – die inhoudelijk werd voorbesproken met de betreffende coach – werd een presentatie gegeven over de resultaten van de hele groep / het volledige team en kregen topsporters de gelegenheid om individueel hun eigen gegevens in te zien.

Andere voorbeelden van het intern delen van kennis en expertise zijn het bijdragen aan de ontwikkeling van richtlijnen voor slaap en herstel in voorbereiding op de Olympische Spelen in Rio (in samenwerking met consortiumpartner NOC*NSF) en het leveren van een inhoudelijke bijdrage aan een kennissessie over slaap met de nationale hockeyteams (dames en heren), georganiseerd door consortiumpartner Auping (figuur 5).

Voorbeelden van het extern delen van kennis en expertise zijn – naast het schrijven van dit artikel in het vakblad *Sportgericht* – de verschillende workshops en presentaties die gegeven zijn op onder meer het Nationaal Coach Platform (november 2015) en voor brancheorganisatie NLcoach (april 2016). Door op deze manier te werk te gaan blijft expertise niet binnenshuis, maar krijgen verschillende partners en eindgebruikers de gelegenheid om direct te profiteren van de kennis die in de loop van het project vergaard wordt.



Figuur 5. Presentatie over het belang van goede slaaphygiëne aan het nationale dames-hockeyteam.

erg laag. In de komende tijd gaan we heel precies uitzoeken of en hoe sterk die dagelijkse trainingsbelasting samenhangt met verschillende objectief gemeten karakteristieken van de slaap (hoe lang, hoe diep, et cetera) en de mate waarin dit een mogelijke verklaring oplevert voor de – in sommige gevallen – achterblijvende gevoelens van herstel.

Van inzicht naar interventie

Hoewel nog niet alle uitkomsten van de slaapmonitorstudie bekend zijn (de vraag of en hoe sterk natuurlijke variatie in slaap samenhangt met gemeten variatie in prestaties moet nog beantwoord worden), schetsen de hierboven beschreven resultaten een duidelijk beeld: topsporters slapen gemiddeld genomen voldoende, maar met name ten aanzien van het in- en

doorslapen is er duidelijk ruimte voor verbetering. Daarnaast is er een behoorlijk grote groep topsporters (41%) die minder goed slaapt. Op basis van de vastgestelde verbeterpunten, maar ook van de gevonden relatie tussen slaaphygiëne en de ervaren slaapkwaliteit, richt het project zich op dit moment op de ontwikkeling van interventies die de slaap van topsporters gericht kunnen helpen verbeteren.

Hierbij maken we onderscheid tussen 'directe' interventies, dat wil zeggen interventies die ingrijpen op processen die het in- en doorslapen direct reguleren (bijvoorbeeld lichtblootstelling, temperatuurregulatie) en 'indirecte' interventies, dat wil zeggen interventies die het in- en doorslapen bevorderen door specifieke gedrags- en omgevingsfactoren zodanig in te richten dat de natuurlijke regulatie van de slaap optimaal gefaciliteerd wordt (bijvoorbeeld een slaaphygiëneprotocol). Uitgebreide voorstudies naar de haalbaarheid en de te verwachten effectiviteit van dergelijke interventies worden momenteel in eerste instantie uitgevoerd onder getalenteerde amateursporters. Op basis van de resultaten van deze voorstudies – en in goed overleg met onze consortiumpartners en de doelgroep (coaches/begeleiders van de betrokken topsportprogramma's) – wordt in het komende jaar (2017) vervolgens één grootschalige interventie uitgevoerd onder topsporters.

Conclusie

Ondanks dat het belang van slaap algemeen erkend wordt, staat het onderzoek naar slaap en presteren van topsporters nog in de kinderschoenen. Mede als gevolg van het door ons uitgevoerde onderzoeksproject 'Optimizing sleep to improve performance in elite athletes' is hier de afgelopen jaren verandering in gekomen. De kennis die binnen het project, maar ook door verschillende andere (buitenlandse) onderzoeksgroepen wordt vergaard⁸⁻¹⁰, vergroot het besef van de uitdagende situatie waarmee topsporters zich geconfronteerd zien: optimaal herstel is van cruciaal belang, maar kan door de sterke focus op maximaal presteren in de verdrukking komen. Beter begrip van deze situatie en van de mechanismen die hierbij een rol spelen zullen in de toekomst leiden tot interventies die helpen om de slaap van topsporters –

en daarmee hun prestaties – verder te optimaliseren.

Referenties

1. Coenen AML (2015). *Het slapende brein*. Nieuwegein: Arko Sports Media.
2. Borbély AA (1982). A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology*, 1 (3), 195-204.
3. Mastin DF, Bryson J & Corwyn R (2006). Assessment of sleep hygiene using the Sleep Hygiene Index. *Journal of Behavioral Medicine*, 29 (3), 223-227.
4. Venter RE (2014). Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *European Journal of Sport Science*, 14 (Suppl. 1), S69-S76.
5. Fowler P, Duffield R & Vaile J (2015). Effects of simulated domestic and international air travel on sleep, performance, and recovery for team sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25 (3), 441-451.
6. Sargent S et al. (2014). The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiology International*, 31 (10), 1160-1168.
7. Juliff LE, Halson SL & Peiffer JJ (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18 (1), 13-18.
8. Lastella M et al. (2015). Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *European Journal of Sport Science*, 15 (2), 94-100.
9. Leeder J et al. (2012). Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *Journal of Sports Sciences*, 30 (6), 541-545.
10. Fullagar HH et al. (2015). Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Medicine*, 45 (2), 161-186.
11. Sargent C et al. (in press). The validity of activity monitors for measuring sleep in elite athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, doi: 10.1016/j.jsams.2015.12.007.
12. Buysse DJ et al. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28 (2), 193-213.
13. Bompa TO & Haff GG (2009). *Periodization: Theory and methodology of training* (5th edition). Champaign, IL: Human Kinetics.
14. Knufinke M et al. (submitted). Sleep hygiene and self-reported sleep quality in elite athletes.
15. Horne JA (1981). The effects of exercise upon sleep: a critical review. *Biological Psychology*, 12 (4), 241-290.
16. Driver HS et al. (1994). Prolonged endurance exercise and sleep disruption. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26 (7), 903-907.

17. Waterhouse J et al. (2007). The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *Journal of Sports Sciences*, 25 (14), 1557-1566.

18. Loo H van der (2013). Symposium 'Slaap en sportprestaties'. Wake-up call voor de Nederlandse sport. *Sportgericht*, 67 (6), 21-25.

Over de auteurs

Arne Nieuwenhuys is universitair docent sport- en prestatiepsychologie aan het Behavioural Sciences Institute van de Radboud Universiteit in Nijmegen. Melanie Knufinke (promovenda), Sabine Geurts (hoogleraar arbeids- en organisatiepsychologie), Anton Coenen (emeritus hoogleraar biologische psychologie) en Michiel Kompier (hoogleraar arbeids- en organisatiepsychologie) zijn eveneens verbonden aan deze universiteit. Maarten Moen en Kamiel Maase werken bij NOC*NSF: Maarten als sportarts en prestatiecoach medisch en Kamiel als prestatiecoach sport science & innovation. John Willems is sportwetenschapper en docent bij Sport Science & Innovation Papendal en HAN Sport en Bewegen. Contact: a.nieuwenhuys@bsi.ru.nl