

Is het Overtrainings Syndroom (OTS) te diagnosticeren?

*Afstudeeropdracht afdeling fysiotherapie Hogeschool Utrecht.
Simone Mulder, januari 2007*

Samenvatting

Vraagstelling: Is er een indicator om het OTS te diagnosticeren?

Inleiding: Atleten hebben de neiging hun lichaam te overvragen als het gaat om prestatie. Hierdoor kunnen zij overtraind raken met lichamelijke klachten en vermindering in prestatie tot gevolg. Doelstelling van dit artikel is een overzicht krijgen over het, tot op heden, meest in het oogspringende onderzoek naar het OTS omtrent de diagnose hiervan.

Methode: Een literatuurstudie via Pubmed, Picarta, Medline en DocOnline.

Conclusie: Het OTS is niet aan de hand van één indicator is vast te stellen. De diagnose is moeilijk te stellen omdat meerdere medische en psychologische aandoeningen vergelijkbare symptomen hebben als die van het OTS.

Inleiding:

In vele takken van sport is de trainingsbelasting en trainingsfrequentie de laatste decennia fors toegenomen vanwege de sterke competitie. Hierdoor kunnen atleten het Overtrainings Syndroom (OTS) ontwikkelen.

Er is een discussie gaande over de definitie van het OTS.

De meest simpele definitie van overtraining is: 'Er wordt meer getraind dan het lichaam op dat moment aan kan' (Kuipers, 1998).

In geval van overtraining is de geest te sterk voor het lichaam. (Top)sporters hebben de neiging hun lichaam te overvragen, gevoed door motivatie tot betere prestaties. Na een zware inspanning krijgt het lichaam weinig tijd voor herstel. Er wordt als het ware roofofbouw gepleegd op het lichaam. Met een scala aan lichamelijke klachten en verminderde prestaties tot gevolg (vander Marck, 2003). Kenmerkend voor het OTS is de sportspecifieke afname in prestatie, welke gepaard gaat met stemmingsstoornissen (Urhausen en Kindermann 2002). Overtraining komt niet alleen voor bij topsporters. In feite kan iedere sporter die minimaal 3 á 4 keer per week intensief

traint, overtraind raken. Er is veel onderzoek gedaan naar mogelijke indicatoren voor het vaststellen van het OTS. Tevens is getracht in kaart te brengen welke symptomen kenmerkend zijn voor het bovengenoemde syndroom. Zo is het OTS vergeleken met een depressie (Armstrong & VanHeest, 2002). Ook is de variabiliteit in hartslag als indicator onderzocht (Baumert et al., 2006). Halson & Jeukendrup, (2004), hebben onderzoek gedaan naar de betrouwbaarheid van onderzoek dat tot nu toe is uitgevoerd. Vele studies richten zich op afzonderlijke parameters en missen het overzicht. De doelstelling van deze literatuurstudie is een overzicht krijgen over het, tot op heden, meest in het oogspringende onderzoek naar het OTS omtrent de diagnose hiervan. Binnen het vakgebied van de fysiotherapie, in het bijzonder de inspanningsfysiologie, is het van belang onderscheid te kunnen maken tussen OTS en andere aandoeningen met soortgelijke symptomen. De gestelde diagnose bepaalt immers de wijze van behandelen. Dit artikel is een beschrijving van wat er op dit moment bekend is over het diagnosticeren van het OTS.

Het is van belang dat het OTS zo vroeg mogelijk wordt gediagnostiseerd zodat er tijdig maatregelen getroffen kunnen worden.

De vraagstelling die in dit artikel is uitgewerkt luidt: *Is er een indicator om het OTS te diagnosticeren?*

Methode:

Via de mediatheek van de Hogeschool/Universiteit Utrecht is er gezocht naar artikelen over het OTS. Met verschillende databanken/zoekmachines is gezocht met behulp van: Pubmed, Picarta, Medline, Doc Online en Google-scholar. Trefwoorden hierbij waren: overtraining, overtrainings syndrome, overreaching, OTS, diagnosis, staleness, recovery, underperformance syndrome, fatigue en athletes. Deze zijn al dan niet in combinatie ingevoerd. Exclusie criteria waren artikelen omtrent voeding. Daarnaast is ook gebruik gemaakt van de database van het Nederlands Paramedisch Instituut (NPI) te Amersfoort. Voor het schrijven van dit artikel is er gebruik gemaakt van twaalf Engelse artikelen. Hiervan zijn tien artikelen reviews, één is een controlled trial en één is een clinical trial. Deze artikelen zijn nader bestudeerd om een mogelijke indicator voor het OTS te vinden.

Wat is het OTS?

In de wetenschap bestaat er nog geen duidelijke definitie van overtraindheid, waardoor elke definitie van overtraining slechts een onderdeel van deze complexe toestand belicht (Meeusen, 1999).

Het OTS is een algemene vorm van overbelasting die zijn oorzaak vindt in een te grote opeenstapeling van verschillende vormen van stress op lange termijn. Dit laat een afname van prestatie capaciteit zien (Halsen & Jeukendrup, 2004). Baumert et al. (2006) definieert in zijn review: Het OTS is een conditie van vermoeidheid en verkleinde prestatie capaciteit, vaak samengaan met frequente infecties en depressie.

De mate van stress en de verminderde prestatiecapaciteit uit zich in stoornissen in de hypothalamische coördinerende functie. Tevens brengt het een verandering in het functioneren van het vegetatieve zenuwstelsel en het endocriene systeem teweeg (Frey & Kramer, 1998). Omdat het neurovegetatieve systeem ook een rol speelt bij de afweer, uit een gestoorde immuunfunctie zich ook in een toegenomen vatbaarheid voor infecties. Op hun beurt betekenen infecties extra stressoren, waardoor de afweer verder kan worden aangetast. De verminderde afweer en het vertraagde herstel leiden ook tot een grotere blessuregevoeligheid (Rawbottom et al., 1995).

Er bestaan 3 vormen van overtraindheid (Kuipers, 1998). De eerste vorm is mechanische overtraindheid. Dit uit zich voornamelijk in spierpijn en spierblessures door mechanische overbelasting. De tweede vorm is een metabole overtraindheid (overreaching). Metabole overtraindheid wordt gekenmerkt door te snelle spierversmoeidheid bij kortdurende inspanning na onvoldoende herstel, deze reactie wijkt af van de normale reactie passend bij het geplande trainingsprogramma. Herstel duurt van enkele dagen tot weken.

De derde vorm is het overtrainingssyndroom (staleness). Dit is geen plaatselijke, maar een algehele overprikkeling van het lichaam omdat er sprake is van een chronische metabole overtraindheid. Herstel periode varieert van weken tot mogelijk jaren.

Incidentie en prevalentie van het OTS

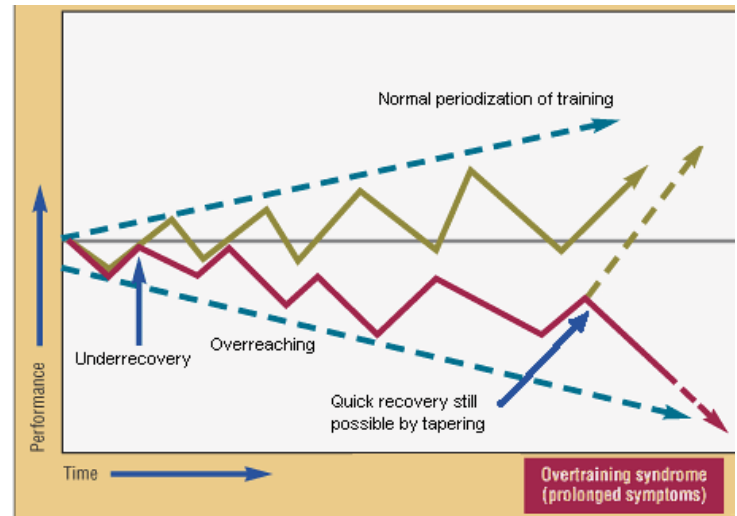
Studies hebben aangetoond dat meer dan 65% van duurlopers in hun atletiek carrière (Baumert et al, 2006), meer dan 50% van professionele voetballers tijdens een competitie seizoen van 5 maanden en 33% van professionele basketballers in een trainingskamp van 6 weken worden geclassificeerd met de symptomen van het OTS (Armstrong & van Heest, 2002).

In het artikel van Halson & Jeukendrup, (2004), wordt beschreven dat de incidentie van overtraining relatief hoog is. Dit wordt geconcludeerd door onder andere het onderzoek van Morgen et al., (1994). Zij laten gedurende een jaar lang 400 atleten 14 km per dag zwemmen. 5-10% van deze zwemmers waren oververmoeid. In de studie van Raglin & Morgan, (1994) komt naar voren dat van de 170 zwemmers over een periode van 4 jaar elk seizoen 6,8% oververmoeid waren. Hoe er exact gemeten is, en wanneer iemand als oververmoeid werd gekwalificeerd werd niet vermeld in dit artikel (Halsen & Jeukendrup, 2004).

Supercompensatie/recuperatie periode

Fysieke inspanning resulteert in verstoring van diverse processen op cel niveau (catabole fase). Het lichaam wordt hierdoor geprikkeld om herstel op gang te brengen (anabole fase). Men gaat er vanuit dat deze recuperatie periode niet ophouden bij de situatie zoals die voor de inspanning was, maar doorgaan tot er een zekere mate van supercompensatie is bereikt. Door training wordt de homeostase in het lichaam bewust verstoord.

Trainingsmodellen stellen dat de atleet zijn volgende training na voldoende rust in de supercompensatie periode moet uitvoeren zodat er een gradueel verhoogde fysieke staat bereikt wordt (Rietjens, 2002). Andere factoren die bijdragen aan het ontstaan van het OTS zijn: stress in privé sfeer, monotonie in training, te veel wedstrijden waardoor te lange wedstrijdspanning, faalangst, voedingsdeficiënties, allergische reacties, jet-lags, wisselingen in klimaat (Meeusen et al. 2006).



Figuur 1. De groene lijn laat perioden zien tussen training en herstel. De rode lijn geeft een zware training weer, met onvoldoende herstel (overreaching). Wanneer er geen herstel optreedt kan het OTS ontwikkelen.

Bron: Hawley (2003)

Mogelijke indicatoren van het OTS

Hormonale veranderingen

Hormonen fluctueren periodiek (variërend van een aantal uur tot een maand) in concentratie. Een hormoonspiegel op verschillende momenten van de dag meten kan veel informatie opleveren.

Resultaten van verschillende studies waren hierdoor niet unaniem. Toch worden er in een aantal reviews gesteld dat een dysregulatie van de hormoonspiegel een bijdrage kan leveren aan de diagnose voor het OTS. Een aantal hormonen (cortisol, ACTH, GH) wordt hierbij genoemd.

Verlaagde concentraties ACTH (*adrenocorticotrophic hormone*) en het GH (*growthhormone*) worden beschreven door Halson & Jeukendrup (2004). Er zijn enkele aanwijzingen voor een verband tussen verlaagde concentraties ACTH en het GH (Halsen & Jeukendrup, 2004). Het meest specifiek voor het vast stellen van de diagnose van het OTS is het meten van stresshormoonrespons op een gestandaardiseerde stressprikkel (Lehmann, 1999).

Een andere mogelijke parameter is de 24-uurs excretie van afbraakproducten van catecholaminen.

Bij overtrainde atleten is verlaagde uitscheiding van deze afvalproducten gevonden (Urhausen & Kindermann, 2002). Kuipers (1999) stelt dat na een training het neuro-endocriene systeem het herstel in gang behoort te zetten. Bij overmatige of aanhoudende stress blijft het sympathisch systeem geactiveerd. Dit uit zich in verhoogde cortisol en catecholamine spiegels. Blijft deze situatie landurig bestaan dan vermindert de synthese van catecholaminen. Dit leidt tot een verminderde sympathische activiteit waardoor de arbeid capaciteit verkleind is. Uit een onderzoek van Armstrong & vanHeest (2002) blijkt dat de schommelingen in de cortisol en catecholaminen spiegels ook aanwezig kunnen zijn bij een depressie. Meeusen et al. (2006) beschrijven in hun artikel dat er verschillen zijn waar te nemen wanneer de meting van hormoonspiegels in rust (chronische adaptatie) of in beweging (acute stimulus) worden gemeten.

Psychologische factoren

Psychologische factoren (verwachtingen coach, prestatie druk, sociale omgeving, persoonlijke/emotionele problemen, monotonie in training, persoonlijke structuur) kunnen o.a. leiden tot het OTS (Meeusen et al., 2006).

Een negatieve stemming en subjectieve klachten zoals: “zware” benen en slaapstoornissen zijn sensitieve en vroegtijdige kenmerken van het OTS. Overtrainde atleten laten een typisch omgekeerde “ice berg profiel” zien in de Profile of Mood State (POMS). Bij het aanhouden van het OTS nemen depressieve klachten op deze schaal aanzienlijk toe (Urhausen & Kinderman, 2002).

De POMS is een onderzoeksmethode waarbij aan de hand van de beleving van 32 sleutelwoorden een waardering moet worden toegekend. Door dit onderzoek periodiek uit te voeren kan uit een grafiek een trend worden afgelezen, welke de

gemoedstoestand van de atleet beschrijft. Uit onderzoek concludeert Rietjens, (2002): indien een atleet overtraind is, wordt dit onder meer zichtbaar door indicatoren zoals vermoeidheid/vitaliteit. De mate van depressieve klachten en woede lijken voorspellers te zijn voor overtraindheid.

Ook zijn de uitkomsten van de Recovery-Stress Questionnaire (Kellmann, 2002) en de Daily Analysis of Life Demands of athletes (Halsen et al., 2002) kenmerkend voor een verstoorde negatieve gesteldheid van de atleet. Het grote voordeel van deze vragenlijsten is dat snel testresultaten kunnen worden verkregen.

Stemmingswisselingen kunnen een symptoom zijn van het OTS, maar het is noodzakelijk de uitkomsten van vragenlijsten te combineren met metingen in prestatie (Meeusen et al., 2006).

In de praktijk is het gebruik van deze vragenlijst beïnvloedbaar door andere vergelijkbare vragenlijsten (self-conditionscale van Nitch, anxiety) die andere metingen doen. De standaardisatie van deze mogelijke indicator is van groot belang voor een betrouwbare uitslag (Meeusen et al., 2006).

Armstrong en VanHeest, 2002 hebben de symptomen van een zware depressie vergeleken met die van het OTS. Het blijkt dat er veel overeenkomstige symptomen zijn tussen deze twee aandoeningen. Aan de hand van dit onderzoek stellen zij dat het OTS en een zware depressie dezelfde etiologische mechanismen heeft, maar dat onderzoek in de toekomst deze hypothese moet bevestigen.

Hartslagvariabelen (HRV)

De hartslag variabelen analyse is gebruikt als meetinstrument als indicator voor het OTS. Een toename van de hartslag indiceert een afname van activiteit in het parasympathisch systeem met betrekking tot sympathische activiteit. (Uusitalo et al., 2001).

Verschillende studies zijn verricht naar de effecten van trainingen, om te onderzoeken of de HRV een indicatie zijn voor het OTS. Er zijn maar enkele onderzoeken gedaan naar de HRV bij atleten met het OTS. Volgens Urhausen & Kindermann (2002) is de maximale hartslag van overtrainde atleten verlaagd met 3-5 slagen per minuut. Door dit minimale verschil stellen ze dat het meten van de HRV in de praktijk onbruikbaar is. Baumert et al. (2006) hebben recentelijk de HRV onderzocht door middel van een trainingskamp van 2 weken met 10 atleten. Uit deze studie concluderen zij dat de HRV reageren op een training met een hoge intensiteit. Tot zover lijken de HRV een bruikbare indicator te zijn voor het vaststellen van het OTS. Er moet opgemerkt worden dat er tijdens dit onderzoek te weinig proefpersonen zijn. Daarnaast moet er in een volgend onderzoek meer aandacht zijn voor het verschil in geslacht.

Immunologische factoren

Een aantal studies zijn verricht naar de rol van het immuunsysteem met betrekking tot het OTS. Armstrong & VanHeest (2002) en Meeusen et al. (2006) stellen dat overtrainde atleten een verhoogde kans op bovenste luchtweg infecties hebben tijdens periodes van zware trainingen. Bij overtrainde atleten is een afname van de concentratie van glutaminen waarden in het bloedplasma te zien. Glutaminen zijn nodig voor een optimaal functionerend immuunsysteem (Uustalo et al., 2001). Volgens Urhausen & Kindermann (2002) mag het OTS niet worden vastgesteld vanwege een verandering van de concentratieglutamine in het bloedplasma. Zij stellen in review dat er in een onderzoek van Smith (2002) bij overtrainde zwemmers niet een duidelijke afname van de glutamine was te zien tijdens de fases van de training met een verhoogde intensiteit. In een review beschrijven Halson & Jeukendrup (2004) dat tijdens periodes van afweer in het

lichaam de glutamineproductie toeneemt. Zij concluderen dat de glutamine concentratie kan verminderen in het afweersysteem tijdens lange trainingen. Dit leidt tot een verhoogde kans op infecties. Dit zou het hoge percentage atleten met bovenste luchtweg infecties kunnen verklaren.

Er wordt gespeculeerd over een verhoogde concentratie van cytokinen in het lichaam, maar bevestigingen van deze speculaties moet in de toekomst nog bewezen worden (Urhausen & Kindermann, 2002). Tot zover lijkt het dat metingen in het immuunsysteem niet het OTS kan onderscheiden van infecties wegens gebrek aan stelligheid in de literatuur (Meeusen et al., 2006).

Biochemische factoren

Petitbois et al.(2003) vonden dat overmatige duurtraining kan leiden tot overtraining door opeenvolgende veranderingen in het metabolisme tijdens training.

Het lactaat gehalte in het bloed is in verschillende onderzoeken gemeten.

Resultaten van deze onderzoeken beschrijven een vermindering van lactaat in het bloed. Zij stellen dat de uitkomsten van deze studies niet significant waren (Halsen & Jeukendrup, 2004).

Verskil in concentraties van CK (creatine kinase) en ureum zijn als indicator onderzocht. Als er verhoogde concentraties CK en ureum in het lichaam aanwezig zijn, kan dit wijzen op een verhoogde spier en/of stofwisselings activiteit in het lichaam. Meeusen et al. (2006) stellen deze indicator als niet geschikt. De reden hiervan wordt niet vermeld in hun review.

Tevens stellen zij dat de meeste parameters die in het bloed te meten zijn (CRP, SR, CK, ureum, creatine, lever enzymen, glucose, ijzer, kalium, natrium etc.) niet bruikbaar zijn als indicator voor het OTS. Ze kunnen wel informatie verschaffen over de actuele gezondheid van de atleet en zijn daardoor bruikbaar als hulpmiddel om de diagnose van het OTS uit te sluiten.

Omega wave Systeem

Om de persoonlijke belastbaarheid van de atleet te meten is er sinds kort een nieuw systeem: Het Omegawave System. Dit systeem is ontworpen in de voormalig Sovjet- Unie en is na vele jaren ontwikkelen en testen in meerdere landen recent op de markt gekomen.

Het Omegawave Systeem geeft aan in welke toestand de verschillende energieleverantiesystemen van het lichaam zijn, welke systemen hersteld zijn en welke nog niet. Door de belastbaarheid van de atleet te meten kan de training hier op worden afgestemd en is de kans op het OTS kleiner.

Het systeem bestaat uit meerdere testen die in de volgende tabel (tabel 1) staan weergegeven.

HRV (heart rate variability)	- diagnose voor het OTS en stress - verhouding parasympaticus/sympaticus
ECG (elctrocardio diagram)	- VO ₂ max - hartslag bij anaerobe drempel - hartslag bij maximale O ₂ opname - overzicht energieleverantie processen
Omega Wave (langzame hersengolven)	- toestand centrale zenuwstelsel in rust - reactie op prestatieondersteunende systemen: • Hart-longensysteem • Ontgiftingssysteem (lever/nieren) • Hypothalamus/bijnier/hypofyse (Productie cortisol)
Sprongtesten	- uithoudingsvermogen - explosieve sprongkracht
Reactietest	- concentratie vermogen - zenuwstelsel

Tabel 1: overzicht testen Omegawave Systeem

Inspanningsfysioloog Henk-Jan Zwolle (2003) heeft onderzoek uitgevoerd naar de betrouwbaarheid van het Omegawave systeem. In dit onderzoek heeft hij de resultaten van een groep roeiers, die een roei-ergometer test hadden uitgevoerd, met uitkomsten van de Omegawave test vergeleken. Hierbij kwamen een aantal significante correlaties naar voren, onder andere de gemeten VO₂max bij de ergometer test en de VO₂max index en aerobe status volgens de omegawave

apparatuur. Zwolle concludeert dat de validiteit en de mogelijkheden die de makers van de Omegawave apparatuur schetsen, aannemelijk zijn. In een tweede onderzoek is een groep zwemmers tijdens een trainingskamp elke drie dagen gemeten. De resultaten van de Omegawave testen zijn met elkaar vergeleken op basis van logboek gegevens van de zwemmers betreffende zwaarte van de belasting en fitheidscore. De verschillen in belasting en fitheid was tussen de verschillende testmomenten vaak klein. Wel kwamen verschillen naar voren op andere variabelen in de tests. Op basis van de resultaten van het onderzoek concludeerde Zwolle dat de HRV en de ECG test variabelen bezitten die bruikbaar zijn voor het vast stellen van de belastbaarheid van een atleet.

Inmiddels maken verscheidene instellingen gebruik van dit systeem waaronder: Sportinstituut De Galgenwaard te Utrecht en NOC*NSF.

Toch kan dit systeem nog niet als indicator worden gezien om het OTS vast te stellen. Er zijn nog niet veel studies naar de bruikbaarheid het Omegawave systeem gedaan en er worden nog altijd veel vraagtekens bij gesteld.

Discussie

Eerst nog even een korte schets van de aanleiding van het artikel. Er is nog geen duidelijke definitie voor het OTS. Door de toegenomen trainingsbelasting en frequentie in de laatste decennia is de prevalentie van het OTS relatief hoog. Er is nog geen eenduidige diagnose mogelijkheid.

Na verschillende verrichte studies op het gebied van het OTS is er in dit artikel getracht een mogelijke indicator te vinden om het OTS vast te stellen. Hieruit blijkt dat niet één concrete indicator kan worden aangewezen voor het diagnosticeren van het OTS.

Het bovenstaande laat zien dat er verschillende factoren kunnen meespelen bij het OTS.

Om het OTS vast te kunnen stellen moeten allereerst organische ziekten worden uitgesloten door een sportarts. Wanneer er een vermindering van prestatie capaciteit optreedt in combinatie met slaapstoornissen en het fenomeen ‘zware’ benen moet een alarmbel gaan rinkelen dat iemand mogelijk overtraind is.

Door training ontstaat stress in het lichaam. In combinatie met andere stressfactoren in het lichaam reageren de afweermechanismen zoals de immunologische, psychologische en neuro-endocriene systemen. Hierdoor is niet door één indicator met zekerheid vast te stellen of een atleet overtraind is.

De invloed van training op de hormoonspiegels is beschreven in dit artikel. Het is vooralsnog niet duidelijk of een dysregulatie in de hormoonspiegels als indicator voor het OTS kan worden aangewezen.

Ook de HRV zijn als parameter niet geschikt. Op dit gebied zijn in studies te weinig overeenstemmende resultaten gevonden.

Het Omegawave systeem is nog erg nieuw. Er is nog te veel gebrek aan bewijs wat betreft de werking en de betrouwbaarheid van dit systeem.

Wellicht is het een optie om hier in de toekomst meer onderzoek naar te doen. In de literatuur is echter wel consensus dat het OTS niet alleen ontstaat door de vele eisen die van het lichaam gevraagd worden bij intensieve trainingen en wedstrijden. Het blijkt dat psychologische factoren een grote rol spelen in dit syndroom.

Een aantal symptomen zijn herkenbaar die kunnen helpen om het OTS vast te stellen. Door gebruik te maken van een checklijst (zie tabel 2) kan het OTS worden onderscheiden van andere mogelijke oorzaken van de vermindering in prestatie capaciteit. Dit lijkt een goede strategie te zijn om de diagnose van het OTS te stellen.

Verder onderzoek is nodig om met behulp van evidence-based methodieken de diagnose van het OTS te kunnen stellen. De diagnose wordt nu door eliminatie bevestigd.

Uitsluiting criteria

Zijn er aandoeningen zoals:

- bloedarmoede
- Epstein Barr Virus
- andere infectie ziekten
- spier schade (verhoogd CK)
- ziekte van Lyme
- endocrinologische ziekten (diabetes, bijnier, schildklier)
- biologische factoren (verhoogd SR, verhoogd CRP, creatinine, ijzer, toegenomen lever enzymen)
- cardiologische symptomen
- voedings gedrag
- blessures in het spierbewegings apparaat
- astma
- allergieën
-

Zijn er misvattingen in training?

- intensiteit van training > met 5% (uur p/w of km p/w)
- monotonie in training?
- veel wedstrijden
- blootstelling aan stress in omgeving (vlieghoogte, hitte, kou)
-

Andere factoren:

- psychologische symptomen (verstoorde POMS, Rest Q-sport, RPE)
- sociale factoren (familie, relaties, financieel, werk, coach, team)
- jetlags
-

Bewegings Test:

- Zijn er begin waarden om mee te vergelijken? (prestatie, HRV, hormonen, lactaat)
- maximaal test voor prestatie
- sport specifieke test voor prestatie
- vele prestatie testen
- ...

Tabel 2: Check lijst diagnose OTS (Meeusen et al., 2006)

Literatuurlijst

- Armstrong L.E., VanHeest J.L.:
The Unknown Mechanism of the Overtraining Syndrome: Clues from Depression and Psyconeuroimmunology. In: Sports Medicine 2002; 32 (3); 185-209
- Baumert M., Brechtel L., Lock J., Hermsdoef M., Wolff R., Baier V., Voss A.: *Heart Rate Variability, Blood Pressure Variability, and Baroreflex Sensitivity in Overtrained Athletes.* In: Sports Medicine 2006; 16 (5); 412-417
- Foster C., Lehman M.C.:
Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. In: Medicine Science Sports Exercise 1998; 30 (7); 1164-1168
- Halson S.L., Jeukendrup A.E.:
Does overtraining exist? An analysis of Overreaching and Overtraining Research. In: Sports Medicine 2004; 34 (14); 967-981
- Hawley C.J., Schoene R.:
Overtraining Syndrome. In: Sports Medicine 2003; 31 (6)
- Kuipers, H.: *Training and overtraining: an introduction.* In: Medicine & Science in Sports & Exercise 1998; 30 (7); 1137-1139
- Meeusen R., Duclos M., Gleeson M., Rietjens G., Steinacker J., Urhausen A.: *Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome.* In: European Journal of Sport Science 2006; 6 (1): 1-14
- Meeusen R., Piacentini M.F., Busschaert B., Buyse L., De Schutter G., Stray-Gundersen J.:
Hormonal responses in athletes: the use of two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over) training status
In: European Journal Appl Physiol; 2004; 91; 140-146
- Petitbois C., Cazorla G., Poortmans J.R., Déléris G.: *Biochemical Aspects of Overtraining en Endurance Sports: The Metabolism Alteration Process Syndrome.* In: Sports Medicine 2003; 33 (2); 83-94
- Urhausen A., Kindermann W.:
Diagnosis of Overtraining: What tools do we have? In: Sports Medicine 2002; 32 (2); 95-102
- Uusitalo A.L.T.: *Making a Difficult Diagnosis and Implementing Targeted Treatment.* In: Physician & Sportsmedicine 2001; 29 (5)
- Uusitalo A.L.T., Valkonen-Korhonen M., Helin P., Vanninen E., Bergström K.A., Kuikka J.T.: *Abnormal serotonin reuptake in an overtrained, insomnic and depressed team athlete.* In: International Journal of Sports Medicine 2004; 25 (2); 150-153

Internet:

- <http://www.primefit.be/pdf/OmegaWave>
- www.hjzsport.nl
- www.nemes.com
- www.omegawavesport.com