

*Voor het bepalen en evalueren van een trainingsstrategie bij sporters en patiënten is het van belang om de fysieke fitheid en vermoeidheid te monitoren. Hoe en wanneer kunnen sportfysiotherapeuten, inspanningsfysiologen en coaches dit in de praktijk het beste doen en hoe moeten de gegevens geïnterpreteerd worden?*

## **Praktische monitoring van belasting, herstel en fitheid** Deel 2: Handleiding voor periodiek submaximaal testen

**Tim Veneman, Sam Ballak & Jeroen Rietvelt**

Het is de gouden vraag voor elke coach: hoe zorg ik er voor dat mijn sporters een optimale fysieke fitheid bereiken? Dit vereist een ingewikkelde balans tussen belasting en belastbaarheid. Voor een groot trainingseffect is een zware trainingsprikkel gewenst, maar een te hoge belasting kan langdurige vermoeidheid (non-functional overreaching) of zelfs overtraining en blessures tot gevolg hebben.<sup>1,2</sup>

Het monitoren van de vermoeidheid en de fysieke fitheid van de sporter is van cruciaal belang om te bepalen of een trainingmethode het gewenste effect bewerkstelligt. Daarnaast kan monitoring helpen bij het vinden van de juiste balans tussen de sterkte van de trainingsprikkel en de belastbaarheid van de sporter.

### **Handvatten**

In het eerste deel<sup>3</sup> van dit artikel is uitgebreid ingegaan op de mogelijkheden die verschillende hartslagvariabelen bieden voor het monitoren en controleren van belasting, herstel, vermoeidheid en prestatievermogen. De hoofddoelstelling van dit tweede deel is het geven van handvatten aan

coaches (en andere begeleiders) voor een praktische en betrouwbare manier om fysieke fitheid en vermoeidheid te monitoren. Welke testen zijn te gebruiken? Hoe analyseer en interpreteer je de testresultaten? Hoe zijn de testen op een efficiënte manier in te passen in een trainingsprogramma? Waarom zou je ervoor kiezen om wel of niet elke week te testen? En wanneer plan je de testen binnen jouw periodisering?

### **Maximaal of submaximaal?**

Voor het in kaart brengen van het *maximale* prestatievermogen zijn in de literatuur veel verschillende testen te vinden. Voorbeelden zijn de VO<sub>2</sub>max test, de peak power output test en de YoYo intermittent recovery test (YYRT). In principe maken deze testen het beste duidelijk hoe de sporter 'ervoor staat'. Maar ze hebben ook een groot nadeel: ze vergen een (vrijwel) maximale inspanning en vormen daardoor een hoge belasting voor de sporter. Daardoor kunnen ze het trainingsschema in de weg zitten en dus worden ze in de praktijk niet op een regelmatige basis uitgevoerd.<sup>4,5</sup> Hieruit blijkt het belang van tests die

minder impact hebben, maar nog steeds inzicht kunnen geven in het prestatievermogen, de fitheid en de vermoeidheid van sporters. Om deze reden zijn submaximale testen ontwikkeld die, zoals de naam al suggereert, worden uitgevoerd op submaximale intensiteit. Ze zijn wel minder valide en dus minder voorspellend dan maximale inspanningstesten. Maar door de lagere belasting en de correlatie met de fysieke fitheid en vermoeidheid van de sporter zijn ze ideaal voor toepassing in de (top)sportpraktijk.<sup>6</sup>

### Identieke hartslag of output

Het basisprincipe van submaximaal testen is het herhaaldelijk uitvoeren van een inspanning met een identieke hartslag (interne intensiteit) of een identieke output (snelheid, wattage, et cetera – externe intensiteit). In het eerste geval levert de test een output (vermogen, snelheid) als score en in het tweede geval een hartfrequentie. Als het geleverde vermogen verandert met behoud van dezelfde hartslag, of als de hartslag verandert bij een vastgesteld vermogen, dan kan dat een teken zijn van een veranderd prestatievermogen.

### Specifiek

Een inspanningstest dient bij voorkeur sport- en belastingsspecifiek te zijn. Bij teamsporten zoals voetbal bestaat de belasting grotendeels uit herhaalde kortdurende hoogintensieve inspanning<sup>7-9</sup>, terwijl bijvoorbeeld wielrenners een langere en constantere (duur)prestatie moeten leveren. Hoe beter de submaximale inspanningstest hierbij aansluit (de zogeheten validiteit), des te beter de test voorspellend kan zijn voor de wedstrijdssituatie. Sportspecifiek testen betekent simpelweg dat een hardloper het beste een looptest kan doen, een wielrenner een test op de fiets(ergometer) en een roeier een test op een roeiergometer. De Lamberts & Lambert Submaximal Cycle Test (LSCT), een goed voorbeeld

van een submaximale sportspecifieke test voor wielrenners, heeft bijvoorbeeld een zeer hoge correlatie ( $r = 0.98$ ) tussen voorspelde en gemeten wattages tijdens een gesimuleerde 40-km tijdrit.<sup>10</sup>

### Standaardisatie

Om herhaaldelijk uitgevoerde testen door de tijd heen met elkaar te kunnen vergelijken is het van groot belang dat de testen onder gelijke condities (zoals temperatuur, locatie, ondergrond) worden afgenomen. Daarnaast is het

van belang dat voor elke test dezelfde gestandaardiseerde warming-up wordt uitgevoerd. Mogelijkheden hiervoor worden gegeven in de originele artikelen waarin de hieronder genoemde testen worden beschreven, maar de *standaardisatie* van de warming up is belangrijker dan de precieze *inhoud* ervan: het maakt (tot op zekere hoogte) niet uit wat je precies doet, als je maar steeds hetzelfde doet (bewegingsvorm, duur, intensiteit). Ook een gestandaardiseerde timing van de test binnen het trainings- en wedstrijdsschema en binnen het periodiseringsmodel is van belang. Hier zullen we later nog dieper op ingaan.

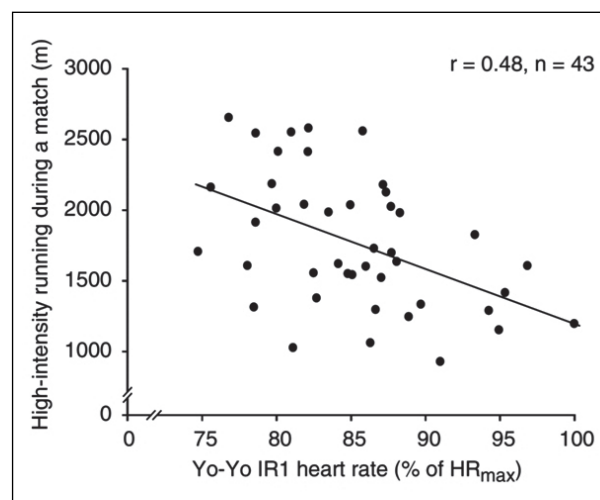
### Voorbeelden van submaximale testen

Hieronder zullen de meest gebruikte submaximale testen worden besproken met de bijbehorende voor- en nadelen. De keuze voor deze testen is gebaseerd op een combinatie van 'praktisch relevant/buikbaar' en 'goede testtechnische eigenschappen' (betrouwbaarheid, validiteit).

### YoYo intermittent recovery test level 1

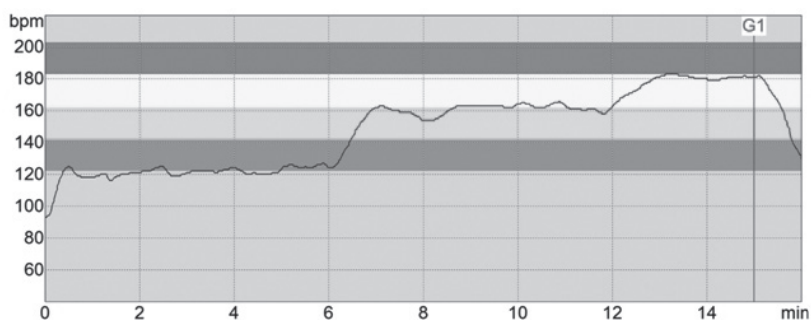
De YoYo intermittent recovery test level 1 (YoYo IR1) is van origine ontwikkeld voor het meten van het prestatievermogen bij voetballers.<sup>11,12</sup> Hij evalueert de capaciteit om herhaalde inspanning te leveren en hiervan te herstellen, met zowel een aerobe als anaerobe component. De exacte meetopstelling en het protocol staan beschreven in het artikel van Bangsbo.<sup>12</sup>

De test kan maximaal (tot uitputting) of submaximaal (tot een bepaalde af-



Figuur 1. Correlatie tussen het % van HR<sub>max</sub> tijdens een submaximale YoYo IRI (x-as) en het totale aantal op hoge intensiteit (sprints) afgelegde meters tijdens voetbalwedstrijden (y-as).<sup>7,17</sup>

stand/stap) uitgevoerd worden. Voor een goede vergelijking tussen meerdere testmomenten is het uiteraard van belang dat de submaximale test telkens na dezelfde stap wordt beëindigd. Direct na het einde van de test wordt het herstel van de hartslag (heart rate recovery, HRR) gemeten. De HRR<sub>1</sub> is het verschil tussen de gemiddelde hartslag in de laatste 15 seconden van de test en 45-60 seconden direct na de test. Deze methode is objectiever dan het bepalen van het absolute HR verschil tussen het eind van de test (0 seconden) en 60 seconden na afloop.<sup>13</sup> Ook wordt direct na de test de rating of perceived exertion (RPE, een subjectieve inspan-



Figuur 2. Hartslagfrequentieprofiel tijdens een LSCCT. De drie fases van respectievelijk 6, 6 en 3 minuten zijn duidelijk te herkennen. 'G1' markeert het einde van de laatste fase en dus het begin van de herstelperiode van 1 minuut.

ningsmaat) bepaald. Hierbij moet de sporter de door hem ervaren mate van inspanning aangeven op een 11- of 15-puntsschaal.<sup>14</sup> De relevante output van de submaximale YoYo IR1 wordt gevormd door de eindhartslag, de HRR<sub>1</sub> en de RPE. Deze worden vergeleken met de resultaten van eerdere testmomenten.

Door het intervalkarakter van de submaximale YoYo IR1 is het vooral een relevante test voor verschillende teamsporten. De uitkomsten van de test hebben een positieve correlatie met de maximale zuurstofopname (VO<sub>2</sub>max) bij voetballers<sup>15</sup> en basketballers<sup>16</sup> en een hoge correlatie met het aantal hoogintensieve sprints (>15 km/h) tijdens voetbalwedstrijden<sup>7,17</sup> (zie figuur 1). Daarnaast heeft de test een hoge reproduceerbaarheid<sup>17</sup> en een hoge sensitiviteit.<sup>11</sup> Dit betekent dat de (ontwikkeling van de) fysieke fitheid binnen een seizoen met deze test goed in kaart kan worden gebracht.

De submaximale YoYo IR1 moet minimaal zes minuten duren, omdat er vanaf die testduur een sterke correlatie bestaat tussen de uitkomst van de submaximale en de maximale YoYo IR1.<sup>12,17,18</sup>

#### YoYo intermittent wheelchair recovery test

Voor sporters met een lichamelijke beperking is er een variant op de YoYo IR1 test ontwikkeld: de YoYo intermittent wheelchair recovery test. Het

principe is hetzelfde als bij de YoYo IR1<sup>11</sup>, alleen wordt deze test uitgevoerd in een rolstoel. Daarnaast is er door het verschil tussen rennen en het voorstuwten van de rolstoel voor gekozen om de afstand te reduceren tot 10 meter.<sup>19</sup> Voor rolstoelbasketballers toonde de wheelchair YoYo IR1 hoge betrouwbaarheidswaardes<sup>19</sup> en een sterke correlatie met de classificering van de beperking van een sporter.<sup>20</sup> Basketballers met een hogere classificering van de beperking (lichter beperkte spelers) scoorden hoger op de test dan basketballers met een lagere classificatie (zwaarder beperkte spelers). Dit duidt op een correlatie tussen de YoYo IR1 en rolstoelbasketbalprestatie, aangezien zwaarder beperkte spelers gemiddeld minder zullen presteren dan lichter beperkte spelers.

#### Lamberts and Lambert submaximal cycle test (LSCCT)

De reeds genoemde LSCCT is oorspronkelijk ontwikkeld voor wielrenners als test voor het monitoren van (veranderingen in) prestatievermogen en symp-

tomen van overbelasting. De exacte meetopstelling en het protocol staan beschreven in het artikel van Lamberts et al.<sup>21</sup> De test is opgebouwd uit drie fases waarin de sporters op een vooraf bepaalde hartslag moeten rijden (zie figuur 2). Fase 1 en 2 duren zes minuten en fase 3 duurt drie minuten. In de minuut direct na het einde van fase 3 wordt de HRR<sub>1</sub> gemeten in rechtopzittende positie, zonder te trappen.

De meest relevante output van de LSCCT bestaat uit de wattages op 80% (fase 2) en 90% (fase 3) van de HF<sub>max</sub>, de HRR<sub>1</sub> en de RPE. Deze resultaten worden vergeleken met de resultaten op eerdere testmomenten. Met name het wattage tijdens de derde fase van de test correleert sterk met de Peak Power Output (PPO) en de 40km tijdritprestatie bij wielrenners.<sup>10</sup> Hoe hoger het wattage, des te beter de prestatie op beide onderdelen.

De TEM (typical error of measurement, een maat voor de betrouwbaarheid) van deze test is laag, dus goed. Door de hoge sensitiviteit en betrouwbaarheid is de test in staat om veranderingen in de trainingsstatus over een seizoen met behoorlijke nauwkeurigheid te monitoren. In tabel 1 staan de minimale verschillen tussen twee opeenvolgende testen die door Lamberts et al. gedefinieerd worden als relevant.<sup>6,21</sup>

De LSCCT is een test voor duurvermogen en is daardoor ook te gebruiken voor andere duursporters, zoals (marathon)schaatsers, duurlopers of roeiers. Specifiek voor roeiers is het protocol omgebouwd naar een roeiergometer-

Fase	1	2	3	herstel
intensiteit (%HR <sub>max</sub> )	60	80	90	-
vermogen (Watt)	18 (=16%)	11 (=6%)	6 (=3%)	-
snelheid (km/u)	3 (=8%)	2 (=3%)	2 (=3%)	-
RPE (eenheden)	2.0	2.0	2.0	-
HRR (slagen)	-	-	-	3 (6%)

Tabel 1. De minimale relevante verschillen tussen twee opeenvolgende LSCCT testen.<sup>6,21</sup>

Interpretatie	Uitkomsten test
verbeterde trainingsstatus / toegenomen prestatievermogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoger vermogen, vooral tijdens de 2e en 3e fase</li> <li>• verhoogde HRR</li> <li>• identieke / vergelijkbare RPE scores</li> </ul>
verslechterde trainingsstatus / afgenomen prestatievermogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lager vermogen, vooral tijdens de 2e en 3e fase</li> <li>• verlaagde HRR</li> <li>• identieke / vergelijkbare RPE scores</li> </ul>
acute vermoeidheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoger vermogen, vooral tijdens 2e fase en in eerste minuut van 3e fase</li> <li>• verlaagde HRR</li> <li>• toegenomen RPE tijdens de 2e en 3e fase</li> <li>• doelhartslag wordt in 3e fase waarschijnlijk niet bereikt</li> </ul>
non-functional overreaching (chronische vermoeidheid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lager vermogen, vooral tijdens de 2e fase en 3e fase</li> <li>• verlaagde HRR</li> <li>• toegenomen RPE tijdens de 2e en 3e fase</li> <li>• doelhartslag wordt in 3e fase waarschijnlijk niet bereikt</li> </ul>

Tabel 2. Interpretatie van de uitkomsten van een LSCT-test met betrekking tot prestatievermogen/ trainingsstatus van de sporter.

test.<sup>22</sup> De TEM van deze test is wel groter, wat te maken kan hebben met het niet continue karakter van de roei-beweging.

### Indicatoren voor fysieke fitheid en vermoeidheid

Zoals eerder vermeld, is de belangrijkste uitkomst van een submaximale inspanningstest de prestatiegraad op een bepaalde hartslag of de hartslag bij een bepaalde prestatiegraad.

Bij de submaximale YoYo IR1 is de prestatiegraad (geprotocolleerd oplopende snelheid gedurende 6 minuten) leidend en de bijbehorende hartslag de uitkomstmaat. Een lagere hartslag op het einde van de test kan een teken zijn van een toegenomen fysieke fitheid.<sup>12</sup> Omgekeerd duidt een verhoging van de hartslag op een verminderde fysieke fitheid. Dit geldt echter alleen *binnen* dezelfde persoon; verschillen *tussen* personen zijn op deze manier niet betrouwbaar te bepalen.

Bij de LSCT is de hartslag leidend en is het daarbij behaalde vermogen de uitkomstmaat. Als de vermogens hoger liggen, kan dit duiden op een toegenomen fysieke fitheid. Het is een indicatie dat de inspanning voor de sporter gemakkelijker te 'verteren' is dan tijdens een vorige testsessie. Een verlaging van de hartslag (YoYo)

of een verhoging van het geleverde vermogen (LSCT) hoeft echter niet altijd een verbeterde fysieke fitheid te betekenen! Door acute of chronische vermoeidheid kan de maximale hartslag van een sporter lager zijn dan normaal, waardoor de uitkomstmaten een vertekend beeld kunnen geven. Bij de YoYo IR1 kan de eindhartslag hierdoor lager zijn, waardoor de indruk van een verbeterde fysieke fitheid wordt gewekt. Ook bij de LSCT kan vermoeidheid de resultaten vertekenen, omdat de sporter wellicht geen submaximale, maar een (bijna) maximale inspanningstest aflegt, wat kan leiden tot hogere wattages.

De HRR<sub>1</sub> en de RPE kunnen helpen bij het interpreteren van de data en het uitsluiten van vermoeidheid als factor. Als er sprake is van vermoeidheid of verminderde fysieke fitheid, dan daalt de HRR<sub>1</sub>.<sup>23</sup> Een verlaagde hartslag of verhoogde prestatiegraad in samenhang met een versnelde of gelijke HRR en een gelijke of lagere RPE-score is een indicatie voor een verbeterde fysieke fitheid. Als er echter sprake is van een sterk verlaagde HRR<sub>1</sub> en/of een hogere RPE score, dan is er waarschijnlijk sprake van acute of chronische vermoeidheid. Indien er tijdens de opvolgende test geen sprake meer is van vermoeidheid, dan was deze

waarschijnlijk acuut. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als de sporter in de dagen voor de test een fysiek zware wedstrijd heeft gespeeld. Is er echter bij meerdere testen achter elkaar een indicatie van vermoeidheid, dan kan deze chronisch zijn en moet de balans tussen belasting en rust worden heroverwogen.

In tabel 2 staat een overzicht van wat de uitkomsten van de LSCT-test vertellen over de fysieke status van de sporter.

### Statistische analyse

Metten is weten, maar niet voordat de data op een juiste manier zijn verwerkt. Hierboven is besproken welke data relevant zijn. Nu zullen we bespreken hoe deze data vervolgens geanalyseerd moeten worden. De vraag hierbij is vooral: wanneer is een verschil ook daadwerkelijk een relevant verschil en wanneer is het slechts een meetfout of dag-tot-dag variatie? Voor sommige testen bestaan daarvoor referentiewaarden (zie LSCT), maar voor veel in de praktijk gemeten variabelen niet.

In de wetenschap wordt een harde lijn gehanteerd van  $p < .05$  voordat iets *statistisch significant* wordt verklaard. Hierbij bestaat geen middenweg: een verschil is of significant (en dus veron-

Testmoment	Hartslag eind	HRR1
Test 1		17
Test 1		16
Test 1		18
Test 1		17
Test 1		19
Test 1		17
Test 1		27
Test 1		11
Test 1		11
Test 1		8
Test 1		24
Test 1		17
Gemiddelde	191,00	16,83
Std	6,08	5,29
TEM	2,03	1,76
%CV	1,06	10,47
SWC	1,22	1,06
%SWC	0,64	6,28

Tabel 3. Resultaat YoYo IRI test I (volleybal) met bijbehorende MBI-methode variabelen.

dersteld 'echt'), of niet significant. Men blijft daarbij aan de veilige kant. Pas als de kans dat het gemeten verschil niet echt is heel klein is, gaat men er van uit dat het een echt verschil is. Er is dus altijd een kans dat een echt verschil niet als zodanig wordt onderkend.

Naast de significantie is ook de relevantie van het verschil van belang. In de sport kunnen kleine verschillen van 1 à 2 procent al enorm veel uitmaken en het verschil betekenen tussen winst of verlies. Het kan zo zijn dat een niet-significant verschil wel praktisch relevant is, of omgekeerd. Statistische significantie en praktische of klinische relevantie zijn verschillende concepten. In een eerdere uitgave van *Sportgericht* zijn Van Hooren & Smit<sup>24</sup> al dieper ingegaan op dit onderwerp. Hierbij beschrijven ze een nieuwe statistische methode, Magnitude-based Inference (MBI), die geschikter en betrouwbaarder is voor sportsituaties. Bij MBI wordt het verschil tussen twee meetwaarden getoetst aan een drempelwaarde om te bepalen of het relevant is of niet. Deze drempelwaarde wordt de 'smallest worthwhile change' (SWC; kleinste relevante verandering) ge-

noemd. Vervolgens kan de grootte van een verschil geschaald worden naar het aantal maal SWC. Een verschil van 1x, 3x, 6x en 10x de SWC kan respectievelijk gezien worden als een klein, matig, groot of zeer groot verschil. In plaats van een hard 'ja' of 'nee' in antwoord op de vraag of het verschil 'echt' is, wordt de *waarschijnlijkheid* bepaald dat het verschil daadwerkelijk een verandering is en geen meetfout. Aangezien

Van Hooren & Smit al uitgebreid zijn ingegaan op de exacte berekeningen in deze methode zullen we hier in dit artikel niet verder op ingaan, maar de methode slechts praktisch toelichten aan de hand van een voorbeeldanalyse.

### Voorbeeldanalyse MBI:YoYo IRI

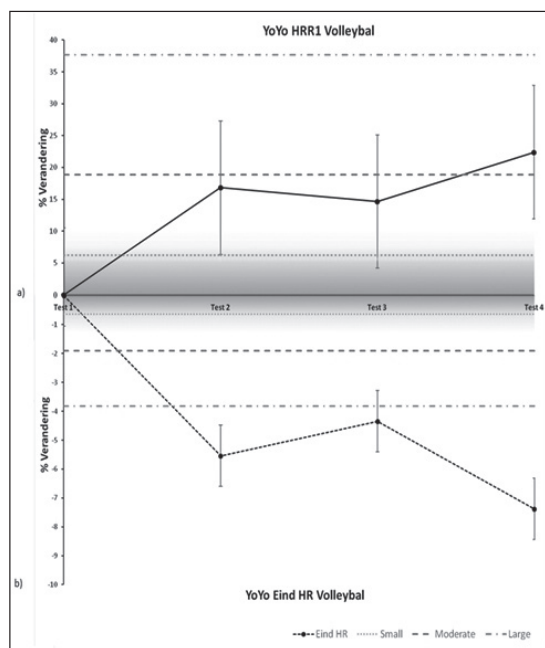
Als voorbeeld analyseren we de resultaten van een volleybalteam op vier opeenvolgende submaximale YoYo IRI testen (binnen één seizoen). Doel is het

monitoren van de fysieke fitheid van het gehele team over het seizoen. Hierbij zijn de uitkomstmaten op de eerste plaats de hartslag aan het eind van de test en op de tweede plaats de HRR<sub>1</sub> direct na afloop.

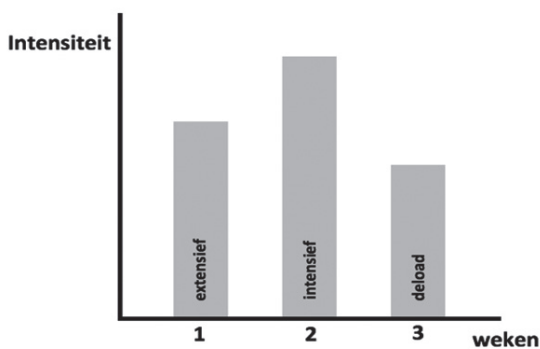
Op basis van de resultaten tijdens het eerste testmoment kunnen de variatiecoëfficiënt (CV:  $(x_1-x_2)/SD$ ) en de SWC ( $SD/5$ ) berekend worden, waarbij de CV een maat is voor de variatie en de SWC het kleinst mogelijke praktisch relevante verschil. De resultaten van de eerste test en de benodigde variabelen zijn uitgezet in tabel 3. Van de opeenvolgende testmomenten worden wederom gemiddeldes bepaald. Deze gemiddeldes worden elke keer afgezet tegen het gemiddelde van het eerste testmoment, waarbij de resultaten worden gepresenteerd als een procentuele verandering.

In figuur 3 zijn de resultaten op vier testmomenten weergegeven. In figuur 3a (boven) staan de HRR<sub>1</sub> waarden en in figuur 3b (onder) de eindhartslagen. De drie stippellijnen geven respectievelijk een verschil aan van 1x (kleine verandering), 3x (matige verandering) en 6x (grote verandering) de SWC. Zowel de verandering van de HRR<sub>1</sub> als de eindhartslag zijn voordelig én groter

Figuur 3. Gemiddelde waarden voor de HRR<sub>1</sub> (a) en de eindhartslag (b) tijdens vier submaximale YoYo IRI testen binnen één seizoen (lay-out grafiek gebaseerd op Buchheit<sup>26</sup>).



dan de SWC, wat betekent dat ze praktisch relevant zijn. Voor de  $HRR_1$  is bijvoorbeeld te zien dat de verandering bij de tweede meting ten opzichte van de eerste meting zo'n 19% is, in dit geval gelijk aan een waarde tussen 1x en 3x de SWC. Omdat de CV redelijk groot is



Figuur 4. Voorbeeld van drieweekse cyclus met het accent op variatie van de intensiteit.

en in 2 'zones' ligt (de error bars liggen zowel in de zone 'kleine verandering' als de zone 'matige verandering'), spreken we hier over een 'waarschijnlijk kleine, voordelige verandering'. In het geval van de vierde meting is de verandering meer dan 3x de SWC, waarbij gesproken wordt van een 'waarschijnlijk matige, voordelige verandering'. Ook voor de eindhartslag is een positief beeld te zien (let op: een lagere eindhartslag betekent een betere fysieke fitheid). Vanaf de tweede meting is er een verschil van meer dan 6x de SWC. Aangezien de CV bij meting twee volledig in de zone van 'grote verandering' valt, spreken we hier over een 'zeer waarschijnlijk groot, voordelig effect'.

### Periodisering

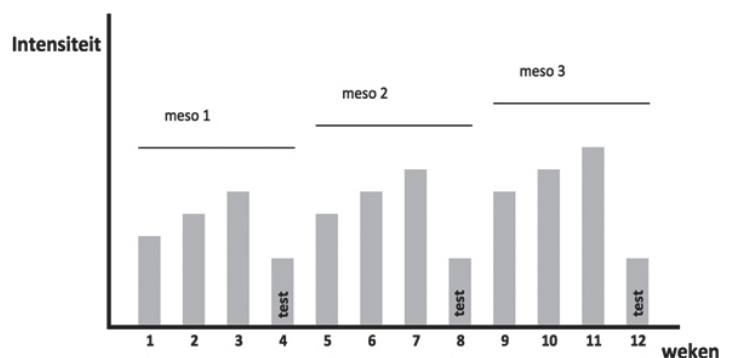
Naast de keuze voor het type test en een correcte statistische analyse van de resultaten is ook de timing van de testen van belang. Deze moeten zoveel mogelijk op een vergelijkbaar moment binnen de periodisering (de planmatige variatie in omvang en intensiteit van de trainingsbelasting) worden uitgevoerd. Hierbij worden

verschillende niveaus onderscheiden. De periodisering van één week wordt vaak microcyclus genoemd. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat de belasting in de dagen na een wedstrijd laag is, in het midden van de week hoger wordt en aan het einde van de week,

in aanloop naar de volgende wedstrijd, weer wat omlaag gaat, zodat de sporters fris aan die wedstrijd kunnen beginnen. Bij wekelijkse monitoring dien je de testen (mits de weekindeling vergelijkbaar is) zoveel mogelijk op dezelfde dag van de week uit te voeren.

Kies een dag waarop de sporters relatief uitgerust zijn. De resultaten van een test op maandag zijn moei-

lijker te interpreteren als de sporter acuut vermoeid is van een wedstrijd of zware training in het voorafgaande weekend.



Figuur 5. Voorbeeld van meerdere opeenvolgende mesocycli waarbij steeds in de 'de-load' week wordt getest.

In de sportpraktijk worden testen vaak niet wekelijks, maar slechts eens in de paar weken uitgevoerd. Zo'n periode van enkele weken binnen de totale periodisering van het seizoen noemt men vaak een mesocycli: een trainingsperiode van zo'n 3-6 weken, die vaak globaal herhaald wordt en bij elkaar opgeteld de macrocyclus (jaarperiodisering) vormt. Ook nu dien je de testen op een vast moment binnen deze mesocycli uit te voeren,

voor een optimale vergelijking.

Voorbeeld van de planning van periodieke submaximale inspanningstesten binnen een mesocycli zijn afgebeeld in de figuren 4 en 5. Figuur 4 laat een drieweekse cyclus zien, waarbij het accent ligt op de periodisering van de trainingsintensiteit. In elke week in deze mesocycli kan er getest worden, maar meestal wordt er niet gekozen voor een week waarin de trainingsbelasting erg hoog is, gezien de grotere kans op acute vermoeidheid. Het is aan de coach en zijn staf om na te denken welk moment in welke week ideaal is. Dit hoeft niet per definitie de eerste dag van de eerste week van een nieuw trainingsblok te zijn.

Een voorbeeld van meerdere mesocycli is afgebeeld in figuur 5. In dit voorbeeld is de keuze gemaakt om elke keer in de de-load week te testen. Bijvoorbeeld aan het eind van elke vierde week. De ervaring van de coach en zijn staf kan de doorslag geven om

juist in een 'de-load' week te testen, of in de eerste week van een nieuw blok. Sommige sporters hebben altijd weer even tijd nodig om 'op gang' te komen in een eerste week van een nieuw blok. Daarom kan er ook voor gekozen worden om in elke tweede week van een mesocycli te testen.

### Conclusie

Het monitoren van het prestatievermogen (trainingsstatus) van sporters heeft

meerdere doelen. Het kan enerzijds worden toegepast om een trainingsprogramma te evalueren en anderzijds om de belastbaarheid van sporters in kaart te brengen. Submaximale inspanningstesten zijn hiervoor een praktische tool, aangezien ze een relatief lage inspanning vereisen en daardoor weinig interfereren met het trainingsprogramma. Naar aanleiding van de uitkomsten van de test, gebruik makend van de MBI-methode voor het bepalen van relevante veranderingen, kan een trainingsprogramma waar nodig aangepast worden. Als er sprake is van chronische vermoeidheid, is een lichtere trainingsarbeid en/of meer rust aan te raden. Is er geen vooruitgang in fysieke fitheid zichtbaar en is er ook geen sprake van vermoeidheid? Dan kan het trainingsprogramma geïntensiveerd worden, of kan er zelfs gekozen worden voor een andere trainingsmethodiek.

Het monitoren aan de hand van submaximale testen kan dus een goede indicatie geven voor de mate van vermoeidheid en fysieke fitheid, zolang de testen onder zoveel mogelijk gelijke omstandigheden en op vergelijkbare momenten worden uitgevoerd. Daarnaast zal een submaximale inspanningstest nooit exact voorspellend kunnen zijn of de prestatie maat kunnen bepalen, aangezien het slechts een schatting geeft van de prestatie in een wedstrijdssituatie. Kortom, voor het monitoren van fysieke fitheid en vermoeidheid zijn inspanningstesten een prima tool, indien de juiste stappen worden genomen:

1. Kies de juiste test, waarbij de inspanning (bewegingspatroon, intensiteit) zoveel mogelijk overeenkomt met de inspanning tijdens een wedstrijd;
2. Zorg dat de testen zoveel mogelijk onder gelijke omstandigheden worden uitgevoerd;
3. Maak bij het analyseren van de data gebruik van de MBI-methode;
4. Zorg dat de testen goed passen binnen de periodisering.

## Referenties

1. Meeusen R et al (2006). Central fatigue. *Sports Medicine*, 36 (10), 881-909.
2. Armstrong LE & Vanheest JL (2002). The unknown mechanism of the overtraining syndrome. *Sports Medicine*, 32 (3), 185-209.
3. Vries R de & Rietvelt J (2017). Praktische monitoring van belasting, herstellen en fitheid. Deel 1: Indicatoren gebaseerd op de hartslag. *Sportgericht*, 71 (1), 35-41.
4. Jeukendrup A (2002). *High-performance cycling*. Champaign, IL (USA): Human Kinetics Publishers.
5. Lucia A et al (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1777-1782.
6. Lamberts RP et al (2010). Measuring submaximal performance parameters to monitor fatigue and predict cycling performance: a case study of a world-class cyclo-cross cyclist. *European Journal of Applied Physiology*, 108, 183-190.
7. Bangsbo J, Nørregaard L & Thorsoe F (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Science*, 16 (2), 110-116.
8. Ekblom B (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3 (1), 50-60.
9. Spencer M et al. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22 (9), 843-850.
10. Lamberts RP (2014). Predicting cycling performance in trained to elite male and female cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 610-614.
11. Bangsbo J (1994). *Fitness training in football: a scientific approach*. August Krogh Institute, University of Copenhagen.
12. Bangsbo J, laia FM & Krstrup P (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38, 37-51.
13. Lamberts RP (2004). Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 641-645.
14. Borg GA (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14, 377-381.
15. Castagna C et al (2006). Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20 (2), 320-325.
16. Castagna C et al (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11 (2), 202-208.
17. Buchheit M et al (2011). Physiological and performance adaptations to an in season soccer camp in the heat: Associations with heart rate and heart rate variability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21 (6), 477-485.
18. Krstrup P et al (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (4), 697-705.

bility, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (4), 697-705.

19. Yanci J et al (2015). Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. *Biology of Sport*, 32 (1), 71-78.
20. Gil S et al (2015). The functional classification and field test performance in wheelchair basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 46 (1), 219-230.
21. Lamberts RP et al (2011). A novel submaximal cycle test to monitor fatigue and predict cycling performance. *British Journal of Sports Medicine*, 45 (10), 797-804.
22. Otter RT et al (2015). A new submaximal rowing test to predict 2000-m rowing ergometer performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29 (9), 2426-2433.
23. Daanen HA et al (2010). A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7 (3), 251-260.
24. Hooren B Van & Smit A (2015). Statistisch significant of praktisch relevant? Een andere kijk op statistiek in de (sport)wetenschap. *Sportgericht*, 69 (4), 42-48.
25. Buchheit M (2017). Want to see my report, coach? Sport science reporting in the real world. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 6, 36-43.

## Over de auteurs

Tim Veneman vult als embedded scientist een werkervaringsplek in op Sportcentrum Papendal en ondersteunt in die hoedanigheid verschillende topsportprogramma's. Aansluitend gaat hij aan de slag in het bewegingslaboratorium van het AMC als junior onderzoeker en laborant.

Sam Ballak is embedded scientist Fysiologie op Sportcentrum Papendal en ondersteunt in die hoedanigheid verschillende topsportprogramma's. Jeroen Rietvelt werkt als inspanningsfysioloog en strength & conditioning coach voor de Japanse nationale schaatsploeg (allround & sprint) en is docent binnen de masteropleiding Sportfysiotherapie van de Hogeschool Utrecht