In hun streven naar optimale prestaties willen coaches en sporters zo veel mogelijk controle hebben op het trainingsproces. Er worden onder meer periodieke testen ingezet om de effectiviteit van de trainingsplanning te beoordelen. Coaches hebben echter behoefte aan frequentere informatie. Meting en analyse van de hartfrequentie biedt mogelijkheden.

Longitudinale monitoring van HRV en HRR Volgen van herstel en belastbaarheid bij topzwemmers

Sander Ganzevles

Een belangrijk nadeel van de meeste periodieke inspanningstesten is, dat ze te belastend zijn om vaker dan slechts eens per maand of eens per twee maanden af te nemen. Topsporters volgen echter een veeleisend programma, waarbij de grens tussen maximaal trainingseffect en (over) vermoeidheid nauwlettend bewaakt moet worden. In de tijd tussen twee periodieke inspanningstesten kan deze grens vrij eenvoudig bereikt en overschreden worden. Het is daarom van belang om *monitoring tools* te ontwikkelen die relatief weinig belastend zijn. Zo kan vaker inzicht worden verkregen in de status van de sporter en kan het trainingsproces op zeer korte termijn worden bijgestuurd. Het ontwikkelen van dergelijke tools was dan ook de belangrijkste opdracht die ik kreeg toen ik in 2010 startte als 'embedded scientist' bij het InnoSportLab 'de Tongelreep' en de Nederlandse zwemploeg.

Eerste stap

De eerste stap binnen de opdracht was het bepalen van de eisen waar de af te nemen testen aan zouden moeten voldoen. Lamberts[1] beschrijft een aantal voorwaarden voor een test om zowel wetenschappelijk verantwoord als praktisch bruikbaar te zijn. Deze zijn voor het monitoren van de zwemmers overgenomen en uitgebreid:

- niet belastend voor de sporters (geen prikken, medicijnen, etc.);
- eenvoudig af te nemen;
- passend binnen het bestaande programma;
- submaximaal;
- gevoelig voor veranderingen in status.

In de praktijk betekent dit dat de test geen ingrijpende of belastende handelingen voor de sporter moet bevatten en bij voorkeur in rust, tijdens de warming-up of tijdens de normale training afgenomen kan worden. Binnen het bestaande programma moet het weinig extra tijd en energie kosten. Een absolute voorwaarde is dat de test weinig belastend is voor de sporter. In de zwempraktijk betekent dit dat een test die geen onderdeel is van het trainingsschema op maximaal A2 niveau (75-85% van de Heart Rate Reserve[2,3]) mag worden uitgevoerd.
Aan de hand van de beschreven eisen zijn uiteindelijk twee mogelijke

meetmethoden geselecteerd: heart rate variability (HRV) en heart rate recovery (HRR). In dit artikel worden de achtergronden van deze methoden, de praktische testen die op basis daarvan ontwikkeld zijn en de ervaringen van de Nederlandse zwemploeg met deze testen beschreven.

Wat is Heart Rate Variability (HRV)?

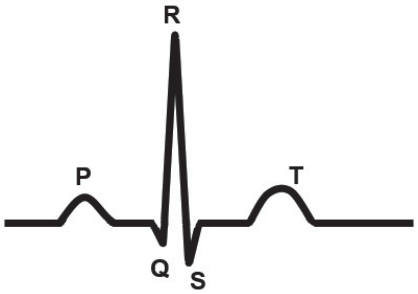
Er hangt al jaren een soort mythische spanning rond het concept HRV. Vele apparaten zijn in staat om één of andere indicatie van de HRV te geven. De HRV is de variatie van de tijd tussen opeenvolgende hartslagen, de zogenaamde RR-intervallen. Een hogere HRV (meer variatie) wordt vaak gekoppeld aan een betere trainingsstatus. Daarnaast biedt de HRV mogelijk inzicht in de sympathovagale of orthosympathisch-parasympathische balans. Een interessant inzicht, want volgens Kuipers[4] zou in de eerste fase van overtraining de activiteit van het orthosympathische systeem continu verhoogd zijn, terwijl bij verder gevorderde overtraining de sympathische activiteit juist beperkt is. De daarbij behorende hypothese is dat de HRV bruikbare parameters kan leveren om overtraining vast te stellen.[5] Ondanks jaren van onderzoek zijn er nog steeds vele onduidelijkheden omtrent HRV. De gestelde hypothese, enkele onderzoeken die de hypothese bevestigen[6] en de relatieve eenvoud van de meting vormden echter voldoende basis voor introductie van deze meting in de Nederlandse zwem(top)sport.

De basis voor HRV is de elektrische activiteit van de hartspier, weergegeven in een elektrocardiogram (ECG, figuur 1). Het min of meer bekende beeld van een steeds terugkerend signaal kan opgedeeld worden in enkele karakteristieke elementen:

- P-golf: depolarisatie van de hartboezems, het feitelijke begin van een hartslag;
- QRS-complex: depolarisatie van de hartkamers;
- T-top: repolarisatie van de hartkamers.

Samen vormen deze elementen één hartslag. De elementen volgen elkaar op in de tijd. Het is echter niet zo dat de intervallen tussen de elementen bij verschillende hartslagen van gelijke duur zijn!

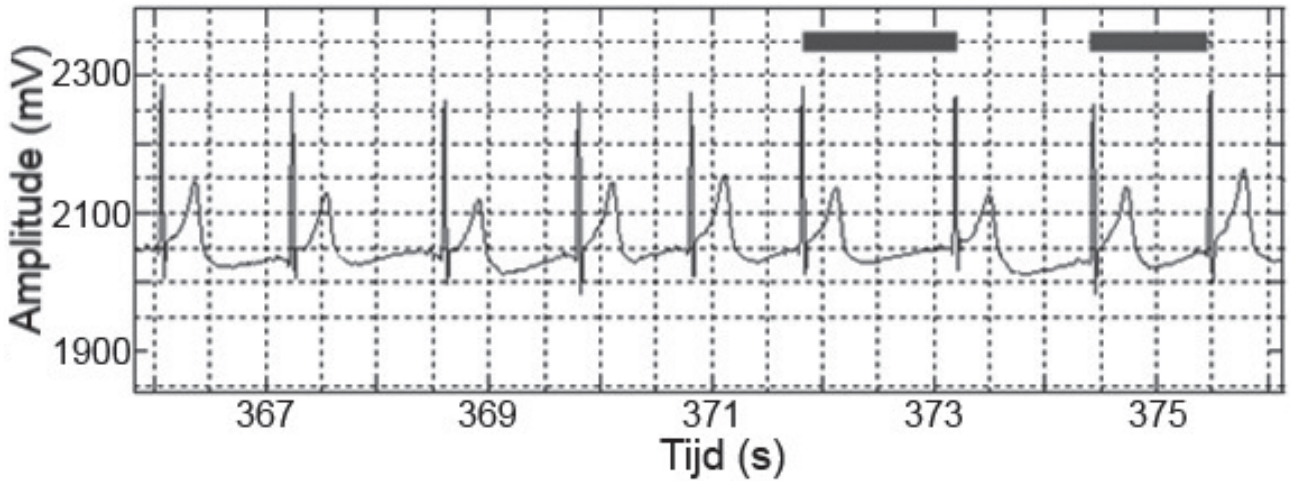
De meeste hartslagmeters zijn goed in staat de R-toppen van verschillende hartslagen te registreren. De tijd tussen twee R-toppen, het RR-interval, vormt daarmee de basis van de gemeten hartfrequentie. In figuur 2 is duidelijk te zien dat de tijd tussen twee opeenvolgende RR-intervallen (vooral in rust) zeer variabel kan zijn. Vergelijk (met behulp van de horizontale balkjes) bijvoorbeeld het 6e met het 8e interval. Deze variatie van de tijd tussen de R-toppen, gemeten over een bepaalde tijd, is de HRV.



Figuur 1. Schematische weergave van de elektrische activiteit van de hartspier.

De variatie wordt voor een deel veroorzaakt door verschuivingen in de balans tussen het parasympathische en het orthosympathische systeem (delen van het autonome zenuwstelsel). Grofweg kan gesteld worden dat bij meer variatie met een hogere frequentie parasympathische activiteit de overhand heeft en bij minder variatie met een lagere frequentie orthosympathische activiteit domineert. Wanneer men in rust is zal het parasympathische systeem de overhand hebben. Wanneer men aan het sporten is geldt dit voor het orthosympathische systeem. Door de variatie op een gecontroleerde en gestandaardiseerde manier te bestu-

Figuur 2. HRV meting met het Zephyr BioHarness 3. Vergelijk de tijd tussen de 6e en de 7e hartslag (linker grijze balkje) en de tijd tussen de 8e en de 9e hartslag (rechter balkje).



Er zijn verschillende wiskundige en statistische manieren bedacht om de HRV te berekenen. Deze lopen uiteen van relatief eenvoudig (gemiddelden en standaarddeviaties) tot zeer complex (frequentieanalyses en Poincaré plots). Veelgebruikte waarden zijn:

- de RMSSD (root mean sum of the square of the successive differences); een hogere RMSSD betekent meer variatie in de tijd tussen twee opeenvolgende R-toppen;
- de LFpower, een maat voor ortho- en parasympathische activiteit;
- de HFpower, een maat voor parasympathische activiteit;
- de LFHFratio, een maat voor de balans tussen ortho- en parasympathische activiteit, berekend door LFpower te delen door HFpower.

Voor geïnteresseerden is in het artikel van Aubert et al.[5] een uitgebreide en zeer gedetailleerde beschrijving te vinden. Belangrijk is te vermelden dat de verschillende technieken (met name de frequentieanalyse en het Poincaré plot) tot gevolg hebben, dat een HRV meting minimaal vier minuten moet duren.

deren kan inzicht worden verkregen in de orthosympathisch-parasympathische balans. Voor elke coach is dit zeer relevante informatie, die aan zou kunnen geven wat de reactie van een sporter op een bepaalde training is en mogelijk ook, of een sporter wel of niet overtraind raakt of is. Om deze informatie te kunnen verkrijgen zal de HRV gedurende langere tijd moeten worden gemonitord, in combinatie met andere parameters, zoals de trainingsbelasting.

HRV in de praktijk

De mogelijkheden die HRV biedt sluiten goed aan bij de eerder geformuleerde eisen en vormen een goed uitgangspunt voor een specifieke test voor sporters. Bij bestudering van de wetenschappelijke literatuur blijkt wel, dat met een groot aantal factoren rekening gehouden dient te worden. Onder andere voeding, omgeving, bioritme, bloeddruk en ademhalingsfrequentie (via de respiratoire sinus aritmie) hebben een behoorlijke invloed op de HRV.[5] Daarnaast moet rekening gehouden worden met een minimale duur van de meting. Een groot voordeel van de topsportsetting is dat zaken als voeding, slaap en warming-up bijzonder goed gecontroleerd zijn ten opzichte van onderzoek met studenten in een laboratoriumsetting. De meeste topsporters houden een constant weekpatroon aan, waardoor alle handelingen vanaf ontwaken tot meting gestandaardiseerd zijn!

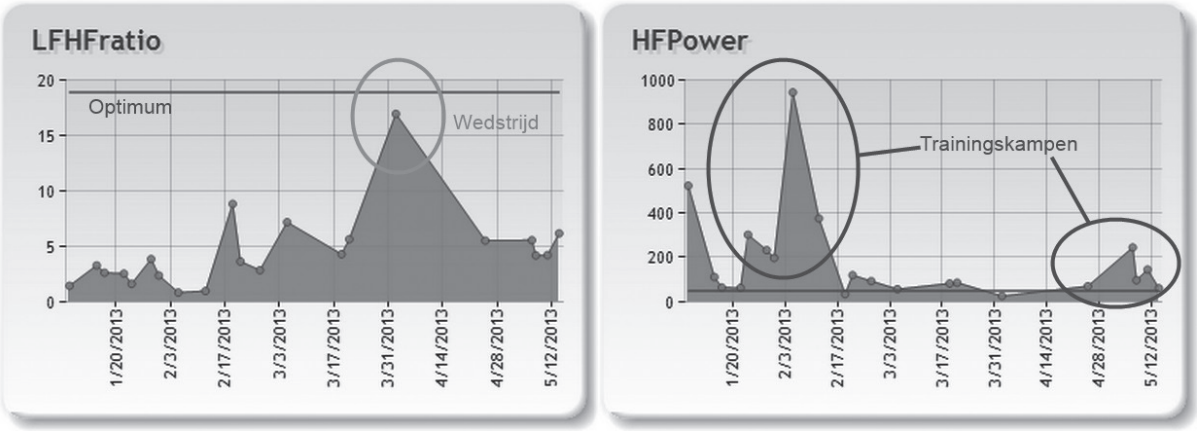
Figuur 3. Zwemmers tijdens een HRV meting. Het tijdstip van meten, de lichaamshouding en de ademhalingsfrequentie zijn gestandaardiseerd.

Individuele verschillen

Wat voor de ene sporter een hele hoge HRV-waarde is, kan voor een andere sporter een gemiddelde of zelfs lage waarde zijn. Dit betekent dat sporters vooral met zichzelf vergeleken moeten worden en dat vergelijkingen tussen sporters alleen mogelijk zijn als de gegevens eerst genormaliseerd zijn naar hun individuele gemiddelden. Om intra-individuele verschillen in meetwaarden te kunnen bestuderen, gerelateerd aan de opgelegde belasting, is een reeks gestandaardiseerde metingen noodzakelijk (longitudinaal onderzoek).

Protocol

Het protocol dat gebruikt wordt binnen de Nationale Trainingscentra van de KNZB bestaat uit een meting van zeven minuten waarin de sporters op hun rug liggen (figuur 3). Deze meting vindt minimaal één maal per week plaats op een vast tijdstip. Tijdens de meting wordt de ademhalingsfrequentie gereguleerd door een visuele metronoom. De hartfrequentie wordt gemeten met het Polar Team[2] systeem of met het Zephyr BioHarness. Na de meting worden op basis van de RR-data de diverse HRV waarden berekend. Deze worden vervolgens geüpload en opgeslagen in een database. Dit proces is geheel geautomatiseerd met zelf ontwikkelde software, zodat de coach en sportwetenschapper enkele minuten na de meting (en in principe voor de training) al toegang hebben tot de data van elk individu, uitgezet tegen de tijd (zie figuur 4).



Figuur 4. Longitudinale monitoring van de HRV. LFHFratio en HFpower zijn uitgezet tegen de tijd voor een individuele sporter (n=1). De horizontale lijn in het linker plaatje geeft het optimum aan van waarden die gemeten zijn vlak voor de beste race van deze sporter tot nu toe. Spanning voor een wedstrijd resulteert in een relatief hoge LFHFratio (licht grijs omcirkeld). Vermoeidheid (of herstel) als gevolg van training is terug te zien in de grafiek van de HFpower waar een hogere waarde zichtbaar is tijdens trainingskampen (donker grijs omcirkeld).

Interpretatie

De HRV wordt in deze vorm reeds 2,5 jaar longitudinaal gemeten bij ongeveer 15 sporters. Op basis van die unieke dataset is een beeld ontstaan van wat de verschillende reacties betekenen. Er zijn een viertal reacties gedefinieerd (zie tabel 1). Deze reacties zijn relatief ten opzichte van eerder gemeten waarden voor één individuele sporter. Belangrijk is daarbij te vermelden dat de reacties niet altijd zo helder gedefinieerd zijn als in de tabel is weergegeven en dat vele tussenvormen mogelijk zijn.

Tabel 1 is niet geheel in overeenstemming met de opvatting die heerst in de wetenschappelijke literatuur. Een hogere HRV lijkt niet per definitie een betere getraindheid aan te geven, maar mogelijk dat er zwaarder getraind is. Voor sluitende conclusies over de HRV zal dus meer onderzoek nodig zijn.

Op basis van het bovenstaande wordt geadviseerd een protocol te gebruiken waarin omgeving, tijdstip van meten, ademhalingsfrequentie en lichaamshouding gestandaardiseerd zijn. De meting dient minimaal elke week afgenomen te worden gedurende minimaal vijf minuten. In combinatie met de planning kunnen de data inzicht verschaffen in de individuele reacties van sporters op de trainingen.

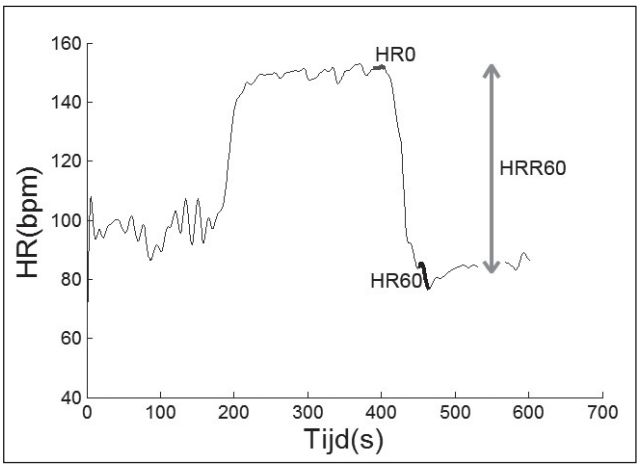
Wat is Heart Rate Recovery (HRR)?

Waar het onderzoek op het gebied van de HRV al vele jaren onderweg is, is onderzoek naar de Heart Rate Recovery (HRR) pas relatief recent op gang gekomen. Met name de al eerder genoemde artikelen van Lamberts[1] zijn in dit verband de moeite van het lezen waard. Ook de HRR is een begrip waar enige onduidelijkheden over zijn. Daanen et al.[7] geven aan dat de HRR in potentie een waardevolle tool kan zijn voor het monitoren van verandering in de status van sporters, maar dat met name de standaardisatie een belangrijk aandachtspunt is voor verder onderzoek.

PA	OA	LF	HF	LFHFratio	RMSSD	Toegekende betekenis
↓	↓	↓	↓	?	↓	Uitgerust, vaak te zien net na vakantie.
↓	↑	↑	↓	↑	↓	Uitgerust, sporter is klaar voor actie. Vaak te zien na rustweek of vlak voor wedstrijd.
↑	↑	↑	↑	↑	↓	Stress, spanning. Tijd voor een goed gesprek met de sporter.
↑	↓	↓	↑	↓	↑	Vermoeid, sporter is in herstelmodus. Vaak te zien na zware training.

Tabel 1. Reacties in de HRV die gepaard gaan met training. Een pijl omhoog indiceert een relatief hoge waarde ten opzichte van het gemiddelde van de sporter, een pijl omlaag indiceert een relatief lage waarde. PA = parasympathische activiteit, OA = orthosympathische activiteit.

Strikt genomen is HRR het herstel van de hartfrequentie na een inspanning. Net als de HRV is de HRR afhankelijk van parasympathische en orthosympathische invloeden. Tijdens de inspanning zullen orthosympathische invloeden de overhand hebben, maar na de inspanning zal geleidelijk de orthosympathische activiteit af- en de parasympathische activiteit toenemen. Ook met de HRR is het dus in theorie mogelijk een indicatie te krijgen van de activiteit van het autonome zenuwstelsel. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe sneller de hartfrequentie herstelt na een bepaalde inspanning, des te beter de sporter getraind is. Een eenvoudige en meest gangbare manier om de HRR te bepalen is de daling van de hartfrequentie in de eerste 60 seconden na inspanning, de HRR60. Meestal wordt het verschil genomen tussen de gemiddelde hartfrequentie in de laatste 15 seconden van de inspanning en de gemiddelde hartfrequentie van 45 tot 60 seconden na inspanning (zie figuur 5).



Figuur 5. Meten van de Heart Rate Recovery (HRR) tijdens de warming-up (grofweg tussen 200 en 400 sec.). De hartfrequentie wordt gerepresenteerd door de dunne lijn. De laatste 15 seconden van de HRR test (HR0) zijn dikgedrukt aangegeven, evenals de hartfrequentie 45-60 seconden na inspanning (HR60). Het verschil tussen deze twee waarden is de HRR60 (grijze verticale lijn).

HRR in de praktijk

Om de HRR in de (top)sportpraktijk zinvol te kunnen meten (in termen van validiteit en betrouwbaarheid) is een gestandaardiseerd meetprotocol noodzakelijk.

Protocol

Met de Submaximal Cycle Test van Lamberts[1] als basis is de afgelopen jaren een protocol voor het zwemmen ontwikkeld. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het gegeven dat:

- de **intensiteit** van de inspanning een aanzienlijke invloed heeft op de HRR. Als het uitgangspunt een hoge hartfrequentie is, zal de hartfrequentie in absolute zin sneller dalen.
- ook de **duur** van de inspanning veel invloed heeft op de HRR. Hoe langer de inspanning duurt, des te langzamer de hartfrequentie na de inspanning zal dalen.

Intensiteit en duur van de inspanning zullen dus gestandaardiseerd moeten worden, zodat de resultaten van week 1 vergeleken kunnen worden met die van week 2, 3, 4 etc. In het protocol van Lamberts[1] wordt de standaardisatie bewerkstelligd door de hartfrequentie gedurende bepaalde tijd zo veel mogelijk constant te houden. Dit stelt zwemmers voor een probleem: het is op dit moment nog niet mogelijk om de hartfrequentie tijdens het zwemmen constant terug te koppelen aan de zwemmer. Onze oplossing hiervoor is de zwemmers over een bepaalde afstand een bepaalde snelheid op te leggen. Gelukkig zijn getrainde zwemmers over het algemeen goed in staat op submaximale snelheid een bepaalde tijd te zwemmen.

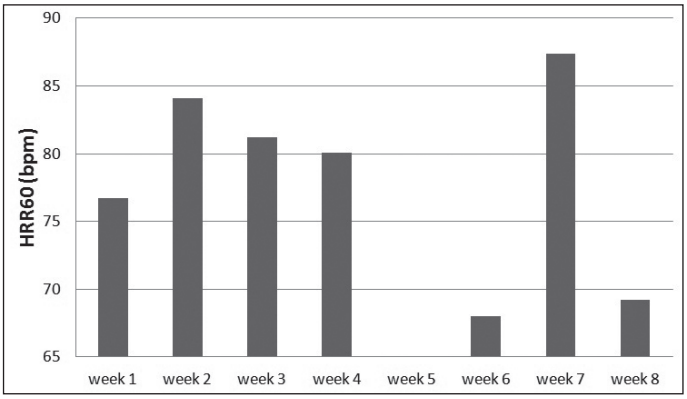
Uiteindelijk zijn we van start gegaan met een test bestaande uit 300 meter op een snelheid die (op basis van een eerdere maximaaltest) overeenkomt met A2 niveau (80% van de Heart Rate Reserve). We hebben voor 300 meter gekozen omdat deze afstand vrij gangbaar is tijdens het inzwemmen en langer dan drie minuten duurt. Na drie minuten wordt de hartfrequentie min of meer constant, een voorwaarde voor een valide test. Na afloop van de test gaat de zwemmer gedurende vier minuten in stilte rechtop aan de zwembadmuur (dus nog in het water) hangen. Zowel tijdens de 300 meter als de daaropvolgende rust wordt de hartfrequentie gemeten. De test wordt wekelijks herhaald over een langere periode.

Interpretatie

De 300 meter zwemtest is gedurende acht weken (m.u.v. de vijfde week) afgenomen bij enkele van onze zwemmers tijdens de training op maandagmiddag (zie figuur 6). De eerste van de acht weken was het relatief rustige begin van een intensieve periode die volgde op een trainingskamp (week 1). Hierna volgden drie weken waarin de zwemmer zwaar werd belast (week 2-4), een week met daarin relatief rustige training en een wedstrijd (week 5, geen meting), twee weken met hogere intensiteit (week 6-7) en ten slotte een week met relatief lage belasting (week 8).

Er vallen interessante parallellen te trekken tussen planning en HRR. In de rustweken lijkt de HRR lager en in zwaardere weken juist hoger. Vooral in een periode met zwaardere training is de HRR constant hoog. Uitzondering op deze constatering is week 6 waarin, na een wedstrijd, de HRR laag is. Uiteraard is het de bedoeling dat de sporter beter getraind raakt gedurende de periode van acht weken. De HRR neemt over de weken echter niet toe. Deze resultaten, in het bijzonder de meting in week 6, stellen ons voor

enkele interessante vragen. Wat zijn we nu daadwerkelijk aan het meten met de HRR? Trainen we niet goed, of is de HRR niet de goede parameter om de trainingsstatus mee te bepalen? En uiteindelijk: is de prestatie optimaal wanneer iemand maximaal getraind is? Ook na het bestuderen van de data op verschillende manieren, kunnen we helaas nog geen sluitend antwoord geven op deze vragen.
Vermoeidheid lijkt in het gehele proces van training een cruciale rol te spelen. Wanneer een sporter maximaal belast wordt zal hij/zij vermoeid zijn en zal de prestatie daar zeker onder lijden. Dat betekent niet dat de sporter niet maximaal getraind is. Sterker nog, op basis van het supercompensatie model is vermoeidheid een vereiste voor adaptatie. In het voorbeeld van figuur 6 volgen de prikkels elkaar in de zware weken snel op. Er vindt zeker geen volledig herstel plaats. In een rustige week is de HRR laag (week 8), maar hetzelfde geldt voor een week na een wedstrijd met weliswaar weinig training. Wellicht is de HRR (gemeten via de HRR60) vooral een indicatie van snellere parasympathische reactivatie en orthosympathische deactivatie, wat gesuggereerd wordt door het onderzoek van Savin et al.[8] en Crouse et al.[9] Dit zou kunnen betekenen dat de HRR een indicatie is van vermoeidheid en aangeeft of het lichaam van de sporter aan het herstellen is.



Figuur 6. Monitoring van de HRR over acht weken bij een zwemmer (n=1). Op de y-as staat de daling van de hartfrequentie (sl/min) in de eerste 60 seconden na inspanning, de HRR60. In week 5 heeft geen meting plaats kunnen vinden.

Overwegingen

Een sporter kan moeilijk bestudeerd worden aan de hand van slechts één enkele parameter.[1,10] Het systeem 'sporter' is zeer complex en als geheel absoluut meer dan de som der delen. Bovendien geldt dat één meting op zich relatief weinig zegt! Een reeks van metingen in combinatie met bijvoorbeeld informatie uit het trainingsprogramma biedt echter al veel meer inzicht.
In het Nederlandse zwemmen is een uitgebreide begeleidingsstaf aanwezig[11] die gezamenlijk, ieder op zijn eigen expertisegebied, verschillende parameters longitudinaal registreert: o.a. gewicht, Profile of Mood State, Rate of Perceived Exertion, tijden op start en keerpunt. Inmiddels wordt ook het individuele en longitudinale verloop van de HRV in combinatie met de trainingsplanning gebruikt om de trainer te ondersteunen bij de trainingssturing. De HRR meting is nog volop in ontwikkeling. Aan de hand van lopend onderzoek zal bepaald worden of deze definitief toegevoegd wordt aan het monitoring programma.
In dit kader is het van belang te vermelden dat er nog steeds wetenschappelijke discussie is[12] over de zin en onzin van HRV en HRR testen. Een groot deel van die discussie lijkt te worden veroorzaakt door verschillen in meetprotocollen. Ook in het zwemmen zijn er beperkingen van de sport. Een goed voorbeeld is zichtbaar in de HRR meting. Een zwemmer verandert na inspanning van houding (van liggend naar staand) en ondervindt een variërende hydrostatische druk (onder water na keerpunt en start), hetgeen een behoorlijke invloed heeft op de hartfrequentie. Daarnaast is zwemmen een uiterst technische activiteit[3,10] wat er voor zorgt dat kleine technische afwijkingen relatief grote biomechanische en fysiologische consequenties zullen hebben. Wanneer een test zoals de HRR wordt afgenomen lijkt het op dit moment dan ook van belang om een indicatie van efficiëntie te verkrijgen of een bepaalde mate van efficiëntie op te leggen. In de toekomst zal hier zeker meer onderzoek naar gedaan worden.
Zowel de HRV als de HRR kunnen in potentie in elke sport waardevolle monitoring tools zijn. Voor beide is eigenlijk alleen een goede hartfrequentie monitor die RR-intervallen kan bepalen nodig. Met de software van de monitor kunnen de RR waarden geëxporteerd worden, zodat ze in te lezen zijn in bijvoorbeeld Excel. Daarmee kunnen snel verschillende parameters, zoals de HRR60, bepaald worden. Voor het bepalen van HRV waarden is het programma Kubios een aanrader. Dit is gratis software die is ontwikkeld door de universiteit van Oost-Finland, te downloaden via http://kubios.uef.fi/. Met deze software zijn eenvoudig alle gewenste parameters te berekenen. De longitudinale monitoring van de HRV heeft in het zwemmen inmiddels veel extra informatie over de sporters opgeleverd. Elke sporter reageert anders op een bepaalde trainingsprikkel en op de opeenvolging van verschillende trainingsprikkels. Aan de hand van HRV metingen kunnen we dit (gedeeltelijk) in kaart brengen. Regelmatige gecontroleerde en gestandaardiseerde monitoring van de HRV van de individuele sporter kan daarmee bijdragen aan verdere optimalisa-

tie van het trainingsprogramma en uiteindelijk aan maximalisatie van de prestatie.

Referenties

1. Lamberts RP (2009). The development of an evidenced-based submaximal cycle test designed to monitor and predict cycling performance. E-pub: http://lsct.info/data/documents/LSCT-BY-Dr-R.P.-LAMBERTS-online-version.pdf.

2. Truijens MJ (2011). On a mission with a vision. Van wetenschappelijke theorie naar een praktische trainingsvisie (deel 2). *Sportgericht*, 65 (1), 2-7.

3. Truijens MJ (2011). On a mission with a vision. Van wetenschappelijke theorie naar een praktische trainingsvisie (deel 3). *Sportgericht*, 65 (5), 7-11.

4. Kuipers H (1990). Training and overtraining: an introduction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30 (7), 1137-1139.

5. Aubert AE, Seps B & Beckers F (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33 (12), 889-919.

6. Sartor J et al. (2013). Heart rate variability reflects training load and psychophysiological status in young elite gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (10), 2782-2790.

7. Daanen HA et al. (2012). 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.

8. Savin WM et al. (1980). Cardiorespiratory responses of cardiac transplant patients to graded, symptom-limited exercise. *Circulation*, 62 (1), 55-60.

9. Crouse SF et al. (1989). The effect of beta-adrenergic blockade on heart rate recovery from exercise. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 9 (5), 202-206.

10. Truijens MJ (2010). On a mission with a vision. Van wetenschappelijke theorie naar een praktische trainingsvisie (deel 1). *Sportgericht*, 64 (4), 2-6.

11. Truijens MJ (2012). On a mission with a vision. Van wetenschappelijke theorie naar een praktische trainingsvisie (deel 4). *Sportgericht*, 66 (2), 10-12.

12. Buchheit M et al. (2007). Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 293 (1), H8-H10

Over de auteur

Sander Ganzevles werkt als promovendus bij het MOVE research institute Amsterdam aan de faculteit Bewegingswetenschappen van de VU, onder begeleiding van Arnold de Haan, Peter Beek en Martin Truijens. Daarnaast werkt hij als *embedded scientist* voor de Koninklijke Nederlandse Zwembond. Zijn promotieproject is getiteld 'Statusmonitoring bij topsporters'. Doel van het project is het in kaart brengen van de belasting en belastbaarheid van sporters. Het project wordt gefinancierd via het onderzoeksprogramma Sport van STW en wordt uitgevoerd in samenwerking met TU/e, Lode BV, 2M Engineering Ltd., NEMO Healthcare en InnoSport-Lab de Tongelreep.

(Advertentie)

I.I.T. De Rehaboom®
International Institute For Training
Professional Trainingscentre

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR TRAINING
I.I.T.VOF OUDE BAAN 19 5854 PJ NIEUW BERGEN (L) NEDERLAND TEL 0031-(0)485 34 34 26
E-MAIL **info@toinevandegoolberg.nl** HOMEPAGE **www.toinevandegoolberg.nl**

ALLROUND CONDITIE / HERSTELTRAINER
- 12 avonden van 19.00 - 22.00 uur, ca. 50% praktijk
  - Locatie NSC Papendal te Arnhem
  - Cursusstart woensdag 24 september 2014
- 6 dagen van 10.00 - 16.00 uur, ca. 50% praktijk
  - Locatie Van Ghentkazerne te Rotterdam
  - Cursusstart zaterdag 3 mei 2014
- Hoofdthema's zowel voor individuele sport als teamsport:
  - Revalidatie, conditieopbouw, kracht-, snelheid- en uithoudingsvermogen volgens De Rehaboom® en trainingsprogramma's schrijven
- Cursusprijs € 875,00

MEDICAL PERSONAL TRAINER
- 6 dagen van 10.00-16.00 uur, ca. 70% praktijk
- Cursus start 8 maart 2014
- Cursus start 16 augustus 2014
- Voor trainers uit de sport, fitnessbranche en revalidatiewereld
- Locatie Van Ghentkazerne te Rotterdam
- Cursusprijs € 975,00

CURSUS FYSIEKE TRAINER VOETBAL
- 4 dagdelen:
  - Dag 1 14.00 - 21.00 uur
  - Dag 2 09.00 - 16.00 uur
  - Locatie NSC Papendal te Arnhem
  - Cursusdata 13 + 14 juni 2014
  - Cursusdata 20 + 21 juni 2014
- 2 dagen van 09.00 - 16.00 uur
  - Locatie Van Ghentkazerne te Rotterdam
  - Cursusdata: 23 + 24 augustus 2014
- Hoofdthema's:
  - Opbouw loopvermogen
  - Opbouw kracht
  - Transfer naar voetbal
- Cursusprijs € 375,00

U kunt voor aanvullende informatie ook contact opnemen:

Telefoon	0485-34 34 26
Fax	0485-53 09 54
Mobiel	06-53 33 2678
E-mail	info@toinevandegoolberg.nl
Internet	www.toinevandegoolberg.nl

WORKSHOPS
- Duur: 3 uur op locatie
- Datum, tijdstip en groepsgrootte in overleg
- Accreditatie KNGF voor RRS/KRS/ARS/HRS/FWS/RB®

Keuze uit de thema's:
- Rug Revalidatie Systeem (RRS)
- Kracht Revalidatie Systeem (KRS)
- Aeroob Revalidatie Systeem (ARS)
- Heart Rate System (HRS) / Polar Team2 System
- Free-Weight System (FWS) / FitroDyne
- De Rehaboom®
- Onderwerp naar keuze

Groepsprijs per workshop op aanvraag

DOCENTEN

TOINE VAN DE GOOLBERG,
- Fysieke trainer 1ste team Feyenoord Rotterdam seizoen 2009-2013
- Hoofddocent Masteropleiding Sportfysiotherapie Avans+ te Breda / NPi
- Kerndocent Erasmus Universiteit Rotterdam, afd. Geneeskunde

EVERT VAN DE GOOLBERG,
- Fysieke trainer, praktijkdocent