#### TRAINING

#### Variaties op een hartritme

**Hoe meer, hoe beter**

***Met het toenemende succes van de ultraduurwedstrijden staat een nieuwe generatie hardlopers op. Wat ze presteren is soms verbluffend. De besten zijn in staat om tientallen kilometers aan een gemiddelde snelheid van 14 à 15 km per uur te lopen. Dat vraagt natuurlijk een langdurige voorbereiding vooraf en voldoende herstel nadien. Maar hoe vind je op dat niveau het perfecte evenwicht tussen de zware trainings- en wedstrijdperiodes en de broodnodige herstelperiodes? Met deze vraag trokken we naar trainer Pascal Balducci en wetenschapper Damien Saboul. En zij vestigden onze aandacht op een fenomeen dat volgens hen het beste wapen is om overtraining te voorkomen: de nauwkeurige opvolging van de variabiliteit van de hartfrequentie (VHF).***

**Pascal Balducci coacht trailers. Hij houdt zich onder meer bezig met Erik Clavery (wereldkampioen), Julien Chorier (tweevoudig winnaar van de *Diagonale des Fous*), Vincent Faillard (Frans raid-kampioen), Thomas Saint Girons (winnaar van de ultratrail des Templiers) en andere atleten ([www.trailcoaching.fr](http://www.trailcoaching.fr))**

Damien Saboul heeft een opleiding gevolgd als ingenieur industriële informatica en signaalverwerking. Op dit ogenblik werkt hij aan een thesis in de fysiologie (over de variabiliteit van de hartfrequentie) in het sportonderzoeks- en innovatiecentrum (Universiteit Lyon 1). Dit onderzoek wordt gefinancierd door Almerys – Orange Business service.

Het is in de jaren 80 dat men de variabiliteit van de hartfrequentie begint te bestuderen. Enkele artsen die zich bezighouden met de interpretatie van elektrocardiogrammen raken geïnteresseerd in de exacte tijdsduur die twee hartkloppingen van elkaar scheidt. Deze meting is gekend onder de naam “*RR interval”*. RR verwijst naar de letters verbonden aan elke piek in het traject van een hartslag (zie figuur 1). In tegenstelling tot wat je op het eerste gezicht zou vermoeden, verandert dit interval voortdurend. Zou de duur tussen twee slagen dan misschien identiek blijven in rust, bij een stabiele hartslag? Helemaal niet! Het RR interval varieert onophoudelijk en zelfs al gaat het slechts om milliseconden, we kunnen heel wat leren uit deze schommelingen. Zij weerspiegelen immers de kracht van het autonome zenuwstelsel waarin de sympathische tak zorgt voor de versnelling van het hartritme en de parasympathische tak de boel weer afremt. Naargelang de omstandigheden wordt de tijdsduur tussen twee hartslagen dus gereguleerd in de hoogte of in de laagte, met de bedoeling permanent een goed homeostatisch evenwicht te behouden (7). Je kunt het vergelijken met de werking van de verwarmingsinstallatie: wanneer het in je woning 19 graden is en de thermostaat op 20 staat afgesteld, begint de temperatuur te stijgen. Van zodra die 21 graden bereikt slaat de installatie af, zodat de exacte binnentemperatuur dus de hele tijd tussen deze twee waarden (19 en 21 graden) schommelt. De onderzoekers kwamen algauw tot de conclusie dat een hoge hartvariabiliteit op een goede conditie wijst. Een lage variabiliteit daarentegen betekent dat het hart niet meer over voldoende aanpassingscapaciteiten beschikt en je dus veel kwetsbaarder wordt. Op het einde van het leven, wanneer de dood nadert, zakt de variabiliteit soms tot nul. Het lichaam is op dat moment niet meer in staat om zich aan het geringste onevenwicht aan te passen. Op basis van de duur van de RR intervallen kan men zich dus een idee vormen over de toestand van een patiënt. Aanvankelijk gebruikte en testte men deze waarde dan ook vooral in ziekenhuizen voor de opvolging van patiënten na een hartoperatie. Later werd hij ook gebruikt om preventief hartrisico’s op te sporen. En nog later ging men deze techniek in tal van andere domeinen gebruiken, onder meer in de psychologie en in de verschillende scholen die zich bezighouden met het bekampen van stress. Een twintigtal jaar geleden raakten ook de inspanningsfysiologen geïnteresseerd. Met alle hoogtechnologische toestellen die vandaag op de markt te krijgen zijn, kan de VHF gemeten worden zonder dat daar een zware infrastructuur van het type ECG (elektrocardiogram) voor nodig is. Merken als Suunto of Polar bieden in de duurdere categorie inderdaad hartslagmeters die het RR interval niet alleen meten maar ook de evolutie van deze waarde in de tijd bijhouden. Een aantal atleten maakt er al gebruik van om zichzelf te behoeden voor overtraining. Anderen zouden graag hun voorbeeld volgen, maar raken vaak ontmoedigd door de complexiteit van de apparatuur. De toestellen lijken inderdaad zeer ingewikkeld en de resultaten zijn soms moeilijk te interpreteren. In het verleden zijn er bovendien nogal wat fouten gemaakt en dat heeft de reputatie van de variabiliteit geen goed gedaan. Het heeft zelfs niet veel gescheeld of de hele methode was met het spreekwoordelijke badwater weggespoeld. Hoog tijd dus om de puntjes op de i te zetten.

**Een moment van bezinning**

Een eerste probleem in deze methode is dat de meting onder optimale omstandigheden moet gebeuren. De variabiliteit is een zeer gevoelig gegeven, dat beïnvloed wordt door de spijsvertering, door stress, lichaamsbeweging, vermoeidheid en het maakt zelfs een verschil of je rechtop staat, zit of ligt. Met andere woorden, de meting mag niet eender hoe en eender wanneer gebeuren. Alleen een lange slaapfase kan al deze neveneffecten gladstrijken. Je kunt dus opteren voor een meting ‘s nachts of ‘s ochtends. Omwille van praktische redenen kiezen we natuurlijk voor de tweede optie. De variabiliteit opgemeten tijdens de slaap zou wellicht nog betrouwbaarder zijn. Maar dan zou je moeten gaan slapen met de hartslagmeter in registratiemodus en bovendien de goede slaapfasen selecteren voor de analyse. Praktisch niet echt haalbaar dus. Het is dus beter de meting te doen net na het ontwaken. Dat impliceert een klein ritueel dat je scrupuleus moet volgen, wil je geen abnormale resultaten opwekken. Je moet eerst en vooral nuchter zijn. Je blijft op bed liggen en ademt zo rustig mogelijk in en uit (*zen* is de boodschap). Je vermijdt daarbij iedere vorm van stress, dus geen muziek, geen gepraat, geen beweging. Uit voorzorg ga je best net vóór de meting naar het toilet om elke nevengedachte, aan hoog water bijvoorbeeld, te verdrijven!

Na de registratie volgt dan de analyse. De eenvoudigste methode daarvoor is de Kubios HRV software (die je gratis kunt downloaden van het internet) waarmee je de meeste bestanden van de toestellen die op de markt zijn kunt openen en analyseren. Je krijgt dan de curve te zien van je RR intervallen, waaruit je een relatief stabiel deel moet selecteren. Op basis daarvan gaat het softwareprogramma zijn berekeningen maken. Een paar tienden van een seconde volstaan voor een uitgebreide output van gegevens. De moeilijkheid bestaat er dan in om die gegevens te selecteren die echt nuttig zijn in het kader van jouw opvolging. Dit is een complex probleem omdat er verschillende berekeningsformules zijn en het softwareprogramma een vijftiental verschillende indexen geeft. Net zoals bij een bloedafname (met de bloedsuikerspiegel, het ijzergehalte…), geeft een VHF verschillende resultaten met barbaarse codenamen waarvan maar heel weinig mensen de diepere betekenis kennen(SDNN, RMSSD, PNN50, SD1, SD2, VLF, HF, LF, TP, LF/HL). Wij onthouden dat er twee categorieën van markers zijn: temporele en frequentiële.

**Eentje volstaat: de RMSSD**

Tot nu toe waren de meeste wetenschappelijke studies toegespitst op de frequentiële indexen, met als doel te weten te komen welke de dominante frequenties zijn die een VHF-signaal vormen (Figuur 2). Wanneer er veel energie zit in de hoge frequenties (HF), betekent dit dat de parasympathische tak dominant is, wat zich vertaalt in een goede conditie. Indien er daarentegen veel energie zit in de lage frequenties (LF), wijst dat eerder op vermoeidheid (Figuur 2). Bij sportmensen is er in dit verband echter een bijkomend probleem. Want bij het registreren van de hartactiviteit, onder de eerder vermelde omstandigheden, is er vaak een interactie tussen de hartvariabiliteit en de ademhalingsfrequentie. De ademhalingsfrequentie van een individu in rust is gemiddeld 0,25 hertz voor een sedentair persoon (4 seconden per cyclus). Bij duursporters is de ademhaling dieper en ligt die frequentie dus lager, met waarden die zelfs om en bij de 0,10 hertz kunnen liggen (10 seconden per cyclus). Deze vertraging creëert, via de respiratoire sinusaritmie, een zeer karakteristieke golf op de VHF curve, wat verklaart waarom er een abnormale concentratie is van het variabiliteitsspectrum rond de ademhalingsfrequentie van het individu (Figuur 3). Hierdoor weerspiegelen de LF banden (lage frequentie) of HF-banden (hoge frequentie) niet meer zo getrouw de invloeden van het sympathische en het parasympathische systeem en verliest de meting dus een groot deel van zijn relevantie. Je zou kunnen proberen om tijdens de test je ademhaling onder controle te houden. Maar de ervaring leert dat dit de resultaten nog meer verstoort. Het is door deze verwarring tussen de hartsamentrekking en de ademhalingsfrequentie dat er in het begin heel wat fouten zijn gemaakt met deze methode. Daarom heeft men de gewone frequentiële markers (meer bepaald de verhouding LF/HF) geleidelijk aan links laten liggen voor het opsporen van overtraining. Op een bepaald moment wilde men zelfs gewoon afstappen van de methode. Maar gelukkig gebeurde er toen nog een ultiem onderzoek naar nieuwe, veel betrouwbaardere markers. Het best zou de marker zijn die gekend is onder de initialen *RMSSD*. Je bekomt hem door de vierkantswortel te trekken uit de opeenvolgende verschillen van de RR intervallen. Maar dat mag je meteen weer vergeten, want het softwareprogramma berekent toch alles. Deze nieuwe index weerspiegelt de vermoeidheidstoestand veel beter dan alle vorige en blijkt met verbazingwekkende precisie te kunnen voorspellen of de atleet al dan niet klaar is voor een nieuwe belasting. Op die manier wordt het mogelijk de variaties week na week of zelfs over een heel seizoen op te volgen. De RMSSD heeft de neiging te dalen tijdens periodes van zware belasting, wat synoniem staat voor een accumulatie van vermoeidheid, en te stijgen tijdens de tapering om dan in het beste geval net voor de competitie een piekwaarden te bereiken. Na jarenlange testen is de opvolging van de hartvariabiliteit dus veel betrouwbaarder én eenvoudiger geworden. Vandaag kan men er in het kader van een langdurige analyse efficiënt gebruik van maken om de trainingsbelasting te plannen, te individualiseren en te optimaliseren, op basis van de conditie van de atleet en van zijn doelstellingen. Het enige wat hiervoor nodig is, is dat je regelmatig, drie of vier keer per week, gedurende 5 à 10 minuten de test ondergaat. De parameters zelf mag je allemaal vergeten, behalve de RMSSD. Dit gegeven moet je registreren en proberen te correleren aan andere gegevens zoals de trainingsbelasting of je eigen subjectieve evaluatie van vermoeidheid, slaap, eetlust, humeur, enz. Maar dat is een andere zaak!

Pascal Balducci en Damien Saboul

**Bibliografie:**

(1) Aubert AE, Seps B, Beckers F (2003) *Heart rate variability in athletes. Sports medicine* (Auckland, NZ 33: 889-919

(2) Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, Ahmaidi S (2009) *Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. Eur J Appl Physiol* 108: 1153-1167

(3) Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A (2011) *Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. Eur J Appl Physiol.* 2011; 112(3): 829-38

(4) Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Nissila J, Virtanen P, Karjalainen J, Tulppo MP (2010) *Daily exercise prescription on the basis of HR variability among men and women. Medicine and science in sports and exercise* 42: 1355-1363

(5) Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M (2012) *Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. Eur J Appl Physiol*

(6) Saboul D, Pialoux V, Hautier C (2012) *The breathing effect of the LF/HF ratio in the heart rate variability measurements of athletes. European Journal of Sport Science* (7) Task-Force (1996) *Heart rate variability*. *Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. European Heart Journal* 17: 354-381

**Opvolging Erik Clavery 2012 – P. Balducci**

Op 26 februari zal Erik deelnemen een voorbereidende trail van 50 km. Op 23 februari heeft hij keelpijn en koorts, de VHF-test is negatief: een zeer lage RMSSD (108 tov gemiddeld 219) en een verhoogde HF rust (60 tov 46). De dag voor de wedstrijd gaan de indexen weer omhoog (RMSSD van 165 en HF rust van 50), maar er wordt gewacht op het eigen gevoel en de cijfers van zondagochtend om te beslissen. Op D-day gaat het beter, Erik wint de wedstrijd zonder zichzelf te moeten ontzien en zijn VHF blijft de dagen nadien verder stijgen.

Op 24 maart, wanneer de belangrijkste doelstelling van het jaar begint te naderen, namelijk de Ecotrail van Paris over 80 km, gebeuren er meer metingen. Ze wijzen ze op een goede conditie: RMSSD van 252 (tov gemiddeld 228) ne HF rust van 43.5 (tov 45.6). Erik zal deze wedstrijd op briljante manier winnen. De volgende week is de VHF gedaald, een goede recuperatie is dus noodzakelijk.

Op 24 mei zien we het desastreuze effect van een keelontsteking op de conditie van de atleet. De RMSSD is gedaald tot 23 (variabiliteit is bijna nihil) en de HF rust is gestegen naar 72. Dankzij deze strikte opvolging weet ik dat ik de atleet verschillende dagen moet laten rusten en hem moet beletten om te snel opnieuw te gaan trainen. Resultaat: een enorme supercompensatie eind mei en een nieuwe overwinning 3 weken later tijdens een manche van het kampioenschap van Frankrijk.

###### **De laagste dag**

**Zoals vele topatleten houdt Erik Clavery (32 jaar) een dagboek bij waarin hij zijn trainingen bijhoudt en noteert hoe hij zich voelt. Twee keer per week registreert hij ook het resultaat van de metingen van de hartvariabiliteit.**

**Bij het zien van zijn curven hebben we hem gevraagd naar zijn nota’s van eind mei, toen zijn RMSSD-waarde de dieperik was ingetuimeld!**

**Vrijdag 25 mei 2012, 6u45**

Ik word wakker, de keelontsteking is er nog altijd maar ik voel me beter en vandaag moet ik trainen, anders raak ik achterop in mijn voorbereiding. Ik strek de arm en neem werktuiglijk de Suunto-riem van het nachttafeltje. Ik plaats hem correct op mijn borstkas. Ik ontspan me. Mijn test moet goed zijn. Ik adem een hele tijd heel kalm, mijn keel brandt, ik zet mijn chronometer aan en denk aan niets meer, alleen aan mijn ademhaling. En als ik nu eens vals zou spelen en de test van iemand anders zou doorsturen, dan zou ik misschien toch mogen gaan joggen of fietsen? Maar ik heb dat ooit al twee keer geprobeerd om eens te zien. En Pascal had het onmiddellijk gemerkt, hij kent mij van binnen en van buiten. De vijf minuten zijn voorbij, ik kijk naar mijn gemiddelde hartfrequentie: 65. Dat is al iets beter dan de vorige keer maar nog veel te hoog voor een rustpols. Ik breng de registratie van het horloge over op mijn computer en stuur het bestand naar Pascal. Ik weet dat hij erop wacht, want het is belangrijk. Een half uurtje later valt het verdikt, complete rust, lopen verboden. Mijn variabiliteit is nog altijd zeer laag en als ik vandaag opnieuw zou beginnen trainen, zou dat de rest van mijn seizoen om zeep kunnen helpen. Ik ga dus rusten en morgenvroeg opnieuw meten.

**Zaterdag 26 mei**: mijn D-day. Mijn hartfrequentie is gedaald tot 49 en mijn variabiliteit is opnieuw sterk gestegen. Ik krijg groen licht voor de training!

**Opvolging VHF Julien Chorier 2012 – P. Balducci**

Julien loopt zijn eerste trail van het jaar (Gruissan - 50 km) maar is niet echt in conditie. De recuperatie duurt heel lang: pas na 12 dagen zullen zijn VHF (laatste RMSSD) en HF Rust indexen weer normaal zijn. Tijdens deze periode is de boodschap dan ook: rust, weinig volume en een beetje intensiteit.

Voor de volgende trail (les Citadelles – 70 km), gelopen onder zeer moeilijke omstandigheden, stellen we vast dat het herstel snel verloopt, volledig in overeenstemming met het gevoel van de atleet. Geen pijn na de wedstrijd of de dagen nadien. Hij mag dus sneller opnieuw beginnen trainen.

Na de Ultra van de Mont Fuji (156 km op 18 mai in Japan), merken we een beperkte daling van de VHF (RMSSD van 82 tov 107 gemiddeld) en een matige stijging van de HF rust (47 tov 37). Deze indexen zijn opnieuw normaal op D = 8, nogmaals in overeenstemming met zijn gevoel.

**37,2° le matin**

**Julien Chorier is de dubbele winnaar van de Grand Raid de la Réunion 2009 en 2011, de winnaar van de Ultra Trail Mont Fuji (160 km) en van de Zugspitz Trail (Duitsland 100km) in 2012. Wat vind je er als atleet van dat je hartvariabiliteit langdurig wordt opgevolgd ?**

Eigenlijk is het vrij gemakkelijk. Het protocol dat ik toepas omvat tussen 2 en 5 metingen per week. Op het einde van de nacht doe ik mijn hartslagmeter aan en ga ik een tiental minuten opnieuw rustig liggen. Dan stuur ik de registratie voor interpretatie naar Pascal Balducci en op basis van de resultaten legt hij mijn programma vast. Dat vraagt wat tijd natuurlijk. Het zijn vrij zware bestanden. Het duurt een paar minuten om ze op te laden in de computer en door te mailen. Maar dat is zeker niet onoverkomelijk. Voor mij ligt het probleem vooral in de registratie van de gegevens. ’s Morgens gebeurt het dat het de kinderen zijn die ons wakker maken. Ik zie me dan moeilijk uitleggen aan mijn pagadders van twee en zes dat ik mijn hartvariabiliteit moet testen en nog tien minuten doodstil en rustig op bed moet blijven liggen. In zo’n geval stel ik de test uit tot de volgende dag.

**Merkt u dat er een sterke correlatie is tussen de resultaten van de test en hoe zich u op dat moment voelt ?**

Zeer zeker! Periodes van grote vermoeidheid vallen duidelijk samen met een daling van de variabiliteit. En omgekeerd wanneer ik in topvorm ben. Het is zelfs nog veel preciezer. Ik heb de indruk dat de variabiliteit het gevoel met één of twee dagen voorafgaat. Wanneer ik twee of drie dagen voor een wedstrijd en hoge variabiliteit heb, is dat een heel goed teken.

**Maar bent u dan niet bang voor de resultaten van de test als er een wedstrijd nadert ?**

Laat ons zeggen dat ik probeer om er niet te veel aandacht te besteden. Ik wil absoluut niet bijgelovig worden. Temeer daar een slecht resultaat op de test niet noodzakelijk de voorbode is van een gemiste wedstrijd. De variabiliteit weerspiegelt ook de stress van het moment. Het gebeurt ook dat de waarde gedaald is, terwijl de conditie top is. Kortom, de metingen vóór de competitie mogen geen obsessie worden.

**Luistert u naar uw trainer als die zegt dat u moet rusten als uw VHF slecht is ?**

Natuurlijk. Het is zelfs om die reden dat ik dit programma ben gaan gebruiken. Voor een trailer is het heel moeilijk om te weten wanneer je moet trainen en wanneer je moet rusten. Hier beschikken we over een objectief meetinstrument. En dat is van onschatbare waarde!