

Factsheet Hartslagvariabiliteit

Juni 2023

Steeds meer mensen gebruiken hartslagvariabiliteit om vermoeidheid en inspanningsdrempels te bepalen. Deze factsheet beschrijft de mogelijke toepassingen en beperkingen van hartslagvariabiliteit, gemeten in rust en tijdens inspanning.

Achtergrond

Tussen twee hartslagen zit een tijdsinterval. De variatie in de duur van de intervallen tussen deze hartslagen heet de hartslagvariabiliteit (HRV). Bij een lage HRV zijn de intervallen tussen hartslagen ongeveer even lang. Bij een hoge HRV zijn de intervallen tussen hartslagen juist heel verschillend – soms kort, dan weer lang.

Een hoge HRV wordt doorgaans als goed beschouwd. Dit geeft namelijk aan dat het lichaam nog veel mogelijkheden heeft om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden door het hart iets sneller of juist iets langzamer te laten kloppen. Een lage HRV wordt daarentegen vaak geassocieerd met vermoeidheid, stress of overtraining. Vanwege deze associaties is er veel interesse in het meten van HRV, bijvoorbeeld om 'training readiness' te bepalen en overtraining te voorkomen.

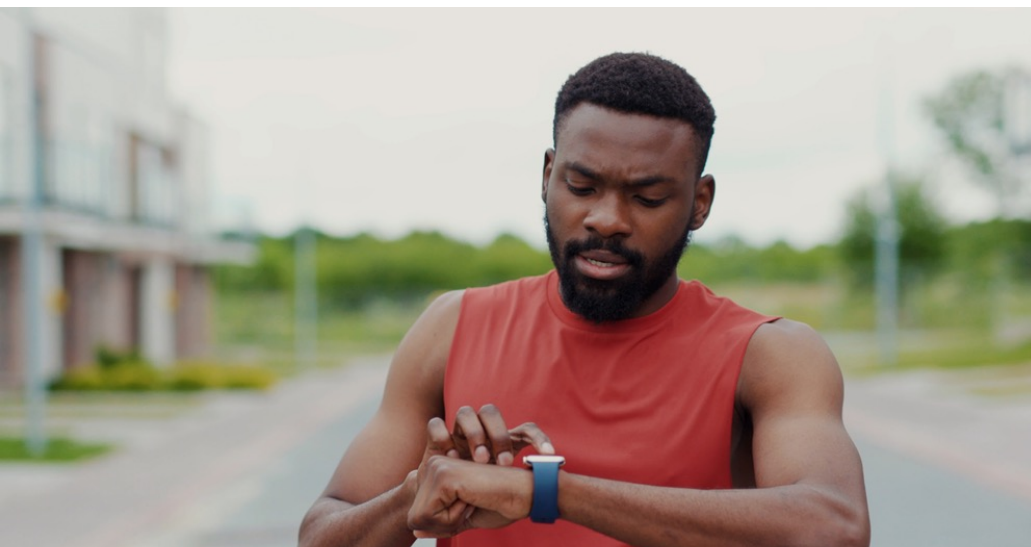
HRV kan zowel in rust als tijdens inspanning worden gemeten. De rustmeting van HRV wordt daarbij doorgaans gebruikt om 'training readiness' te bepalen. Het idee hierbij is dat een lagere maar ook hogere HRV dan gemiddeld over de afgelopen periode (bijvoorbeeld zeven dagen), aangeeft dat het lichaam nog vermoeid is van de laatste inspanning(en). Met andere woorden: als de HRV binnen een bepaald bereik blijft, is dat goed, en zowel een hogere als lagere HRV zijn minder goed. Bij een afwijking van de HRV kan de intensiteit en/of omvang van de training worden aangepast. Een geplande hoog-intensieve training wordt bijvoorbeeld vervangen door een training van lagere intensiteit.

Prestatie

HRV-gebaseerde training leidt waarschijnlijk tot betere trainingsaanpassingen dan training waarin vooraf bepaald is wat de sporter gaat doen, zonder rekening te houden met vermoeidheid^[1-4]. Het is echter onduidelijk of HRV-gebaseerde training ook beter is dan trainingsaanpassingen op basis van subjectieve metingen, zoals de gerapporteerde vermoeidheid van sporters. In één studie vergeleken onderzoekers beide methoden en leidde de training op basis van subjectieve metingen namelijk tot grotere verbeteringen in prestatievariabelen zoals 5-kilometertijd dan training op basis van HRV^[4].

Zowel HRV-gebaseerde als subjectieve training waren echter beter dan vooraf bepaalde training. Aan de ene kant zijn subjectieve metingen gevoeliger voor veranderingen in de trainingsbelasting^[5,6], aan de andere kant zijn die ook gevoeliger voor sociaal wenselijk gedrag. Een combinatie van HRV met subjectieve metingen is daarom mogelijk nog beter.

Tijdens inspanning is HRV te meten en gebruiken om trainingzones en inspanningsdrempels te bepalen, zoals de eerste ventilatoire of lactaatdrempel. Maar dit is vooral geschikt voor een labsetting waarin een elektrocardiogram (ECG) wordt gebruikt. In verschillende onderzoeken is bijvoorbeeld aangetoond dat een specifieke analysemethode van de HRV – genaamd 'detrended-fluctuation analysis' – een nauwkeurige indicatie kan geven van de eerste en tweede ventilatoire drempel, wanneer deze in een niet-vermoeide toestand worden bepaald^[7-10].



Het voordeel van deze methode is dat er geen (maximale) inspanningstest nodig is om drempels te bepalen. Ook is deze methode inmiddels in verschillende apps beschikbaar (onder andere HRV Logger en FatMaxxer), waardoor kennis van algoritmes of wiskunde niet noodzakelijk is. Daarbij ziet men in real-time in welke 'trainingszone' een sporter zich inspant.

Een eerste belangrijke kanttekening bij deze analysemethode is dat de methode gevalideerd is met een 12-kanaals inspannings-ECG^[7-10]. Deze methode is nauwkeuriger dan een borstband, en vooral minder gevoelig voor verstoringen in het signaal. Bij sporten waarin schokbelasting voorkomt – zoals hardlopen – zijn deze verstoringen regelmatig aanwezig, waardoor de toepasbaarheid van de methode wordt verminderd wanneer er met een borstband wordt gemeten^[12]. Tot slot: hoewel deze methode een betrouwbaarheid heeft die vergelijkbaar is met hartslag en zuurstofopname, is onbekend of deze betrouwbaarheid voldoende is om ook kleine vermoeidheid te detecteren tussen verschillende sessies^[13].

Een tweede kanttekening is dat deze methode ook sensitief is voor vermoeidheid^[7,11,12]. Hierdoor wijken de drempelwaardes onder vermoeidheid flink af van de daadwerkelijke inspanningsdrempels, waardoor deze toepassing vooral beperkt lijkt tot een 'frisse' toestand. De sensitiviteit van 'detrended-fluctuation analysis' voor vermoeidheid geeft tegelijkertijd ook mogelijkheden om de intensiteit tijdens een inspanning bij te sturen^[12,13]. Als de waarde onder een vastgestelde grens zakt, is het raadzaam te rusten voordat de sporter verder gaat. Zodra de waarde weer boven de grenswaarde stijgt, geeft dit aan dat de sporter voldoende hersteld is om weer aan een nieuw interval te beginnen.

Hoe te gebruiken

Voor het meten van HRV zijn twee methodes beschikbaar. Een elektrocardiogram (ECG) meet het elektrische signaal van het hart via elektrodes, bijvoorbeeld verwerkt in een borstband. Een tweede methode meet veranderingen in het bloedvolume die met iedere hartslag optreden. Deze laatste methode heet fotoplethysmografie^[14] en zit verwerkt in veel polshorloges of smartphoncamera's.

Beide methoden zijn nauwkeurig voor het bepalen van de HRV in rust, maar bij toenemende inspanningsintensiteit neemt de nauwkeurigheid van fotoplethysmografie (sterk) af^[14,15]. Een borstband is daarom aan te raden voor het meten van HRV tijdens inspanning.

De rust-HRV kan het beste 's ochtends worden gemeten op een gestandaardiseerde manier over een duur van twee minuten^[2,4,16,17]. Een sporter kan bijvoorbeeld direct na het wakker worden naar het toilet gaan en vervolgens na een korte (bijvoorbeeld 5 minuten) rustperiode staand de HRV meten.

Er zijn veel verschillende methodes om het HRV signaal te analyseren. Elke methode heeft voor- en nadelen^[18]. De methode beïnvloedt de sensitiviteit van de HRV-meting voor vermoeidheid en heeft daarmee invloed op trainingsaanpassingen. Verschillende apps bepalen de HRV op gestandaardiseerde wijze, waarbij "hrv4training" een van de meest gevalideerde apps is^[19-21].

Hoewel het nog onduidelijk is hoe de HRV in de praktijk gebruikt kan worden om trainingen aan te passen, is het aan te raden om de trend in de HRV te vergelijken met eerdere waarden van eenzelfde sporter.

Conclusie

HRV is een waardevolle tool om de balans tussen belasting en herstel bij (top)sporters te monitoren. De resultaten van verschillende onderzoeken lijken erop te wijzen dat het aanpassen van de training op basis van de HRV leidt tot betere trainingsaanpassingen dan vooraf bepaalde training. Het is echter nog onduidelijk of het ook meerwaarde biedt ten opzichte van training op basis van het gevoel. HRV moet daarom vooral worden gezien als aanvulling op de persoonlijke ervaringen en observaties van de sporter en zijn/haar trainer.

Auteur

Bas van Hooren

Bronnen

- [1] Duking P, Zinner C, Trabelsi K, et al. Monitoring and adapting endurance training on the basis of heart rate variability monitored by wearable technologies: A systematic review with meta-analysis. *J Sci Med Sport* 2021; 24: 1180-1192.
- [2] Manresa-Rocamora A, Sarabia JM, Javaloyes A, et al. Heart rate variability-guided training for enhancing cardiac-vagal modulation, aerobic fitness, and endurance performance: A methodological systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 10299.
- [3] Carrasco-Poyatos M, González-Quílez A, Altini M, et al. Heart rate variability-guided training in professional runners: Effects on performance and vagal modulation. *Physiol Behav* 2022; 244: 113654.
- [4] Figueiredo DH, Figueiredo DH, Bellenger C, et al. Individually guided training prescription by heart rate variability and self-reported measure of stress tolerance in recreational runners: Effects on endurance performance. *J Sports Sci* 2023: 1-9.
- [5] Saw AE, Main LC and Gastin PB. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br J Sports Med* 2016; 50: 281-291.
- [6] Nuutila OP, Nummela A, Korhonen E, et al. Individualized Endurance Training Based on Recovery and Training Status in Recreational Runners. *Med Sci Sports Exerc* 2022; 54: 1690-1701. 20220817.
- [7] Gronwald T, Rogers B and Hoos O. Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability: A New Biomarker for Intensity Distribution in Endurance Exercise and Training Prescription? *Front Physiol* 2020; 11: 550572.
- [8] Rogers B, Giles D, Draper N, et al. A New Detection Method Defining the Aerobic Threshold for Endurance Exercise and Training Prescription Based on Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability. *Front Physiol* 2020; 11: 596567.
- [9] Rogers B, Giles D, Draper N, et al. Detection of the anaerobic threshold in endurance sports: validation of a new method using correlation properties of heart rate variability. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2021; 6: 38.
- [10] Schaffarczyk M, Rogers B, Reer R, et al. Validation of a non-linear index of heart rate variability to determine aerobic and anaerobic thresholds during incremental cycling exercise in women. *Eur J Appl Physiol* 2022: 1-11.

- [11] Gronwald T, Rogers B, Hottenrott L, et al. Correlation Properties of Heart Rate Variability during a Marathon Race in Recreational Runners: Potential Biomarker of Complex Regulation during Endurance Exercise. *J Sports Sci Med* 2021; 20: 557-563.
- [12] Van Hooren B, Mennen B, Gronwald T, et al. Correlation properties of heart rate variability to assess the first ventilatory threshold and fatigue in runners. *J Sports Sci* 2023; Submitted.
- [13] Van Hooren B, Bongers B, Rogers B, et al. The between-day reliability of correlation properties of heart rate variability during running. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2023; Submitted.
- [14] Van Hooren B. Optische polshartslagmeters Hoe werken ze en zijn ze valide tijdens lichamelijke inspanning? *Sportgericht* 2016; 70: 10-15.
- [15] Schäfer A and Vagedes J. How accurate is pulse rate variability as an estimate of heart rate variability?: A review on studies comparing photoplethysmographic technology with an electrocardiogram. *Int J Cardiol* 2013; 166: 15-29.
- [16] Manresa-Rocamora A, Flatt AA, Casanova-Lizón A, et al. Heart rate-based indices to detect parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports* 2021; 31: 1164-1182.
- [17] Lundstrom CJ, Foreman NA and Biltz G. Practices and Applications of Heart Rate Variability Monitoring in Endurance Athletes. *Int J Sports Med* 2022.
- [18] Shaffer F and Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public Health* 2017; 5: 258. 20170928.
- [19] Piatrikova E, Willsmer NJ, Altini M, et al. Monitoring the heart rate variability responses to training loads in competitive swimmers using a smartphone application and the banister impulse-response model. *Int J Sports Physiol Perform* 2021; 16: 787-795.
- [20] Plews DJ, Scott B, Altini M, et al. Comparison of heart-rate-variability recording with smartphone photoplethysmography, polar H7 chest strap, and electrocardiography. *Int J Sports Physiol Perform* 2017; 12: 1324-1328.
- [21] Altini M and Amft O. HRV4Training: Large-scale longitudinal training load analysis in unconstrained free-living settings using a smartphone application. In: *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* 2016, pp.2610-2613. IEEE.