

Hartslagmeting en Training (Deel A)

door Dr. Jan A. Vos, Inspanningsfysioloog

Inleiding

Zoals in het artikel Historisch Overzicht PP 1950 - 2007.pdf in de rubriek Onderzoek van deze website te zien is, heeft met name de biofysicus Dr. Norman Holter een grote bijdrage geleverd aan het mogelijk maken van telemetrisch (draadloos) zenden van het cardiogram (de eerste uitzending van een cardiogram vond in 1947 plaats). De hartfrequentie berekent men uit het ECG, namelijk de tijd tussen de beide R-R toppen. Het draadloos zenden bood direct grote voordelen voor bewegende mensen, niet alleen sporters maar ook beroepsgroepen zoals brandweer, bouwvakkers, postbodes, enz én patiënten. Immers verbonden zijn met draden geeft bij beweging voortdurend problemen die, behalve bewegingsbeperking, zich ook manifesteren bij draadbreek en beperkte actie radius. De bekende Holter-tape recorder, een apparaat om ECG informatie over langere tijd op te slaan, was nog niet zo'n bezwaar voor de patiënt om bij zich te dragen, maar wel voor sportbegeleiding. Toen dan ook in de jaren tachtig de 'horloge' ontvanger op de markt kwam en de zender als borstband gedragen kon worden, was een opmars van dit hulpmiddel niet meer te stuiten.

De eerste registraties deden wij in de tweede helft van de jaren zestig waarbij met behulp van slabjonen de ECG registraties werden bewerkt en op die arbeidsintensieve manier werden dan de hartfrequenties (=Hf) berekend. De heer Wim Geurts (Afdeling Fysiologie, Radboud Universiteit te Nijmegen) heeft vanaf die tijd van zeer vele sportmensen de ECG's bewerkt en grafieken getekend. Een selectie van die grafieken zijn in het artikel "Historisch Overzicht Telemetrie" op deze website te zien. Zo kregen we een eerste indruk van de zwaarte van de training of wedstrijd van met name duuratleten maar ook bij teamsporters.

Toen we bij een meisje van 16 jaar P.H., die overigens bij de Nederlandse top van B- jeugdathleten behoorde, de registratie van de Hf. op ons testparcours van 10 km in Nijmegen openbaar maakte, kregen we daarop forse kritiek van 'kenners' die ons verweten dat we onverantwoordelijk bezig waren om een jong meisje 10 km te laten hardlopen! Dat dit meisje de test glansrijk doorstond en in de herstelminuten na afloop snel naar normale waarden terugkeerde werd gemakshalve over het hoofd gezien! De hoogste Hf. die wij ooit geregistreerd hebben was 236 sl.min bij een 14-jarige jongen. Dit vond plaats in 1973. Wij hebben deze jongen tot ver in zijn veteranen carrière kunnen volgen en er zijn nooit hartklachten geweest en hij ontwikkelde zich tot een goede loper met normale maximale Hf.

Voor een verdere toelichting op de dia's uit het Historisch Overzicht PP 2007.pdf kijk bij Toelichting bij Historisch Overzicht Telemetrie, 1950-2007.pdf in de rubriek Onderzoek op deze website.

Hartfrequentie en zuurstofopnamevermogen

Behalve Hf. registratie kan de ontvanger ('horloge') ook software herbergen die direct een berekening maakt waarin een voorspelde VO₂max in ml/kg/min gemaakt wordt. Het type S810 van Polar is zo'n voorbeeld. De reproduceerbaarheid van de test is goed te noemen. Uit oogpunt van gezondheid gerelateerde zaken is er ook een relatie gelegd met cholesterol en bloeddruk in een grote groep mensen tussen 25 en 64 jaar. De voorspelde VO₂max wordt door de S810 gedaan door de variabelen leeftijd, lengte, gewicht, geslacht, zelf opgegeven activiteitsniveau en rust Hf.waarde in een formule onder te brengen en dan de VO₂max te berekenen. Dan moeten we de voorwaarden wel goed standaardiseren want zoals bekend hebben bijvoorbeeld lawaai, tijdstip van de dag, temperatuur, alcohol gebruik, dieet, rookgewoonte, training en supplementen of medicijn gebruik veel invloed op de rust Hf!

Wij vonden bij langdurig onderzoek met name de variabele 'zelf opgegeven activiteitsniveau' een moeilijk te plaatsen factor. Beslist niet altijd erg betrouwbaar!

Een ronduit zwak punt is het feit dat bij bovengenoemde schatting van iemands VO₂max met de S810 geen rekening wordt gehouden met de hoeveelheid lichaamsvet! Alleen het maximale zuurstofopname vermogen in liters per minuut of milliliters per kg lichaamsgewicht is onvoldoende om een betrouwbare indruk van iemands algemeen uithoudingsvermogen te krijgen. Pas met het bepalen en het uitvoeren van een berekening van het percentage vet op een verantwoorde manier en dat gevonden percentage vet omrekenen in hoeveelheid vet in kg kunnen we de vetvrije massa berekenen, namelijk $\text{Vetvrije Massa} = \text{Lichaamsgewicht} - \text{hoeveelheid Vet}$.

Een voorbeeld: Iemand weegt 80 kg en heeft een percentage vet van 10 %, dat is 8 kg vet.

Zijn Vet Vrije Massa (=VVM) = 80 – 8 = 72 kg.

Wanneer zijn VO₂max bijvoorbeeld 4 L/min is dan is zijn VO₂max in ml/kg/min = 4000 : 80 = 50 ml/kg/min. Zijn VO₂max in ml/kgvvm/min = 4000 : 72 = 55,6 ml/kgvvm/min.

Door het 'uitschakelen' van het lichaamsgewicht krijgen we een beter beeld van iemands aërobe vermogen, namelijk door het uit te drukken in ml/kgvvm/min. Bovendien hebben we door ruim 40 jaar consequent, door dezelfde proefleider uitgevoerde metingen, kunnen bewerken tot Normwaarden in de leeftijdsgroepen 12 tot 80 jaar, Mannen en Vrouwen, Getraind en Ongetraind. Deze zijn in Tabellen of software verwerkt. Zie voor uitgebreide informatie en

toelichting ons boek: “Ergometrie en Trainingsbegeleiding”, Uitgever Nederlands Paramedisch Instituut te Amersfoort (6^{de} druk, 2009).

Wat is de zin van het testen van VO₂max?

Algemeen wordt aanvaard dat het zuurstofopnamevermogen van iemand bepalend is voor zijn algemeen uithoudingsvermogen. Het is variabele nummer 1 (met stip) om te bepalen en op die manier informatie over het zuurstofopnamevermogen te verkrijgen en een uitspraak te doen over zijn of haar fitheid. Echter het meten van alleen de Hf. schept wel de voorwaarde dat er goed gestandaardiseerd moet worden gemeten en zoveel mogelijk externe invloeden uitgesloten moeten worden die de Hf kunnen beïnvloeden anders dan de te leveren arbeid alleen. Bijvoorbeeld de dag tot dag variatie in hartslag, de soms grote invloed van dehydratie die tot 8 % stijging kan opleveren. Een hoge luchtvochtigheid kan tot 10 sl/min verhoging geven en hoogte kan ten opzichte van zeeniveau wel 10 tot 20 % hogere hartslag opleveren.

Echter bij goede standaardisatie blijkt dat bij het meten op een geijkte fietsergometer de hartfrequentie bij een gestandaardiseerde belasting zeer goed reproduceerbaar is. Dit soort metingen onderscheidt zich gunstig van allerlei veldtesten die veel gemakkelijker aan bovenstaande negatieve invloeden bloot gesteld worden.

Omdat er een bijna lineair verband bestaat tussen Hf en zuurstofopnamevermogen kan men de intensiteit waarmee men inspanning bedrijft uitdrukken in % van de Hfmax of in % van VO₂max. Maar het bepalen van iemands Hfmax is niet zo eenvoudig als het lijkt. Bij ongetrainde en met name ongetrainde ouderen of bij patiënten is het bepalen van de Hfmax niet zonder risico. Zijn er geen medische of fysieke bezwaren dan kan men met behulp van een maximale test, met stapsgewijs toenemende belasting die in niet te lange tijdsduur moet worden afgenomen, bij voorkeur binnen 20 minuten, de Hfmax en VO₂max bepalen. Eventueel wordt de maximale test een paar dagen later onder dezelfde omstandigheden nog eens herhaald om te bevestigen dat er wel degelijk sprake is geweest van een ‘echt’ maximum met een minimaal verschil in uitkomst! Het gevonden maximum wordt nu op 100 % gesteld en daarvan neemt men dan het gewenste % voor de training die men van plan is om te gaan doen. Bijvoorbeeld: Iemands Hfmax = 180 sl.min. Hij of zij wil gaan trainen met 60 tot 70% van de Hfmax, dat wil zeggen dat in de praktijk dan getraind gaat worden met een Hf tussen 110 en 125 sl.min. Men heeft dan als het ware een ‘speelruimte’ tussen 110 en 125 sl.min. In de dagelijkse praktijk ontmoeten wij veel te veel sporters of patiënten die zich blind staren op ‘het getal’ en dan angstvallig niet boven of onder dat getal hun training afwerken. Zo kan en mag dit trainingshulpmiddel niet gebruikt worden! De trainingszone is bedoeld als een ‘bandbreedte’ waarmee ruimte geschapen wordt waarbinnen men het beste kan blijven om aan genoemde criteria te voldoen. De keuze van

het percentage van de Hfmax of VO2max is natuurlijk geheel afhankelijk van het trainingsprogramma wat is opgesteld.

Het werken met een % van de VO2max is typisch voor laboratorium onderzoek omdat het in het veldwerk of dagelijkse praktijk van trainen vrijwel onmogelijk is om met % VO2max goed te kunnen werken. Ons advies is: werk met % Hfmax in de trainingsbegeleiding maar doe het dan wel goed, dat wil zeggen óf met een 'echt' bepaald Hfmax óf met de best passende formule die het dichtst in de buurt van de Hfmax komt.

Formules voor bepalen hartfrequentie (=Hf).

Wanneer wij iemand, die ongetraind is, niet kennen en waarbij via een anamnese lijst blijkt dat er beter geen direct Hfmax bepaald gaat worden, dan passen we de formule van **Ilmarinen** toe, die luidt: **Hfmax = 220 – (0.9 x leeftijd)**. Wanneer iemand bijvoorbeeld 50 jaar is dan wordt zijn of haar Hfmax met deze formule: $220 - (0.9 \times 50) = 220 - 45 = 175$ sl.min. Dan kan men nog wel 10 sl.min naast het echte maximum zitten maar met deze richtlijn is in de praktijk toch goed te werken.

Wanneer iemand regelmatig aan sportbeoefening doet dan kan men bij mannen de formule: en bij vrouwen de formule: hanteren.

In het kort *samengevat*: Kan men zonder medisch of praktisch bezwaar iemands Hfmax bepalen dan is dat de meest nauwkeurige bepaling om dit belangrijke gegeven voor de trainingspraktijk te weten te komen. Kan de Hfmax niet direct bepaald worden, pas dan de formule van Ilmarinen toe, die luidt: $Hfmax = 220 - (0.9 \times leeftijd)$. Gaat het om sporters dan bij mannen de formule: $Hfmax = 202 - (0.55 \times leeftijd)$ en bij vrouwen de formule: $Hfmax = 216 - (1.09 \times leeftijd)$. (Int.J.Sports Med 2007; 24).

Hf. en lactaat bepalingen

Voor het overgrote deel van de mensen die aan sport willen gaan doen of al bezig zijn kan men met de percentages van de Hfmax werken. Bij wedstrijdssporters neemt men vaak een ander hulpmiddel erbij, namelijk de lactaat bepalingen.

Bij intervaltraining, die gepaard gaan met zwaardere inspanningen dan de steady state inspanningen van duurtrainingen, merkt men al spoedig dat de armen of benen die het meeste werk doen behalve vermoeid ook een pijnlijke reactie gaan geven. Deze acute acidose wordt veroorzaakt door meer melkzuur (=lactaat) in de werkende spieren dan in rust of bij lichte arbeid. Wanneer men, bijvoorbeeld via oorlel of vingertop, een kleine hoeveelheid bloed afneemt na een interval inspanning dan kan men daarin bepalen hoeveel melkzuur tijdens inspanning is gevormd. Arbitrair heeft men de anaërobe grens (=anaerobic threshold) gesteld op ongeveer 4 mmol per liter bloed. Dat betekent dat wanneer men traint

rondom deze anaërobe grens of net erboven, de training wel als zwaar wordt ervaren maar lang kan worden volgehouden!

Men kan dan in interval trainingsvormen veel meer en vooral veel zwaardere arbeid verzetten dan tijdens duurtraining met een vast tempo rond de aërobe grens (= ongeveer 2 mmol/L). Het effect zal zijn dat de prestatie grens opgeschoven wordt, verbetering van het prestatievermogen dus.

Vetverbranding en training

In onze westerse wereld, maar langzamerhand ook in de derde wereld, is een geweldige toename in lichaamsgewicht, veroorzaakt door veel teveel vet, een dagelijks terugkerend onderwerp van zorg in de media. Wil men dit overgewicht of nog zwaarder de obesitas bestrijden dan laten 'experts', uit met name de fitness branche, u graag geloven dat inspanning met 60 tot 70 % van de leeftijd gerelateerde Hfmax ideaal is om als 'vetverbrandingszone' (=FBZ) te dienen. Maar geloof deze nonsens niet op voorhand. Alleen in laboratorium omstandigheden kan men goed bepalen welke energie bron zijn bijdrage levert bij welke inspanning. En nu blijkt dat de optimale intensiteit voor vetverbranding **sterk individueel** is bepaald en maar liefst een variatie kent van 54 tot 92 % van de Hfmax!!

(Med.Sci.Sports Exerc.2002; 34(1):92-97).

Gewicht verlies kan met een negatieve energie balans, je verbrandt meer calorieën tijdens inspanning met een hoge intensiteit dan tijdens inspanning met een 'vetverbranding' en dus lagere intensiteit. Bij iemand van 80 kg lichaamsgewicht die aan het joggen is met een tempo van 8 km per uur ligt het aantal kilocalorieën dat voor de energie levering nodig is op ongeveer 11. Gaat het tempo omhoog naar 11 km per uur dan stijgt het energieverbruik naar 16 kcal en bij 16 km per uur wordt het zelfs 22 kcal per uur.

Het zgn. koolhydraatsparend effect berust niet op deze gronden! De gedachte achter 'werken in de vetverbrandingszone' is dat men met een relatief lage intensiteit alléén vetverbruik stimuleert en de koolhydraten en eiwitten 'spaart', maar zo eenvoudig functioneert een mens bij inspanning niet. Ook bij matige inspanning is geen sprake van alléén vetverbranding!

Wil men een normaal lichaamsgewicht handhaven dan kan men dit veruit het beste bereiken door goede, gevarieerde voeding te combineren met **regelmatige** inspanning van gemiddelde intensiteit en kies vooral dan een vorm van inspanning die u leuk vindt om te doen en niet iets dat veel stress oproept!

In Hartslagmeting en Training (Deel B) gaan we nader in op het gebruik van Heart Rate Variability (=HRV) en EPOC in. Zie elders op deze website.