

Hartslagmeting

Inhoud

- [Inleiding](#)
- [Melkzuur](#)
- [De relatie met de hartslag](#)
- [Formule van Karvonen](#)
- [Trainingspercentages en melkzuurwaarden](#)
- [Bepalen van de maximale hartfrequentie](#)
- [Waarde van testen](#)

Inleiding

Een van de meest gebruikte termen bij de trainingsleer is de term "omslagpunt". Om nu te zeggen dat dit voor iedereen ook even duidelijk is, is overdreven. Zelfs in de literatuur komen we voor dit begrip verschillende termen tegen:

- Anaërobe drempel
- Melkzuurdrempel
- Overgangsdrempel
- Lactaatdrempel
- Steady state
- Aërobe - anaëroob overgangsgebied.

Reden om in dit artikel alle zaken eens op een rijtje te zetten en de verschillende gebieden te bespreken die we kunnen bepalen met daarnaast de rol van de hartslagmeter bij het bepalen van deze gebieden

Melkzuur

Om een spier te laten aanspannen is energie nodig. Deze energie komt o.a. vrij door de afbraak van koolhydraten tot o.a. glucose. Deze glucose wordt ook weer afgebroken en daarbij komt melkzuur vrij. Deze hoeveelheid melkzuur (lactaat) is afhankelijk van de intensiteit en de duur van de inspanning. De melkzuurconcentratie in het bloed wordt gemeten in millimol per liter bloed, afgekort mmol/l. Ook in rust treedt dit proces op en wordt er een geringe melkzuurconcentratie gemeten van 0,5 tot soms 2 mmol/l. Bij inspanningen waarbij de hoeveelheid melkzuur die in de spieren wordt gemaakt, ook door deze spieren wordt afgebroken spreken we van inspanningen in het aërobe gebied, met waarden onder de aërobe drempel van 2mmol/liter. Als de intensiteit van de inspanning wordt opgevoerd zal er meer melkzuur worden geproduceerd. Dit kan dan niet meer door de spieren zelf worden afgebroken en komt in de bloedbaan terecht en wordt o.a. in de lever afgebroken. Deze



hoeveelheid melkzuur wordt gemeten via afname van het bloed, de zogenaamde lactaatmetingen. Het melkzuur wordt in de lever weer omgezet in glucose wat weer als brandstof voor de spier fungeert. Zolang er sprake is van een evenwicht tussen productie en verbranding van melkzuur spreken we van een "steady state" .Het melkzuurgehalte ligt tussen de 2mmol en 4 mmol/l. De steady state is een fase waar de behoefte aan zuurstof gelijk is aan de toevoer van zuurstof, we spreken van een aërobe (zuurstof) fase. Als de intensiteit van de inspanning verder wordt opgevoerd zal de

hoeveelheid melkzuur ook toenemen en kan het lichaam de hoeveelheid melkzuur niet meer volledig verbranden. Er ontstaat melkzuurophoping waardoor de spiercellen verzuren en de spiervezels minder goed gaan samentrekken. We zullen de intensiteit moeten verminderen tot er weer een evenwicht ontstaat. Het omslagpunt is het punt waarbij er met de hoogst mogelijke inspanning nog kan worden gesport terwijl er een evenwicht is tussen de productie en verbranding van melkzuur. Het omslagpunt wordt gezien als een maat voor het uithoudingsvermogen, het is feite het maximale aërobe uithoudingsvermogen. Er wordt aangenomen dat de concentratie melkzuur bij het omslagpunt op 4mmol/liter ligt. Dit is het aërobe-anaërobe overgangsgebied. Bij inspanningen waarbij de hoeveelheid melkzuur boven de 4 mmol/l ligt verzuren we, de melkzuurwaarden kunnen wel oplopen tot 12 mmol/l. Des te groter de melkzuurwaarden des te eerder de spieren blokkeren. Door regelmatig inspanningen met hoge intensiteit uit te voeren krijg je een zekere mate van hardheid, je kunt dan langer een gemiddeld hoge melkzuurwaarden verdragen. Bij metingen met triatleten kwamen zelfs waarden van 12mmol voor die een heel uur werden volgehouden.!! Normaal gesproken gaan we uit dat bij een waarde van 4 mmol een inspanning een uur kan worden volgehouden bij de gemiddelde atleet. Hoe lang men een bepaalde snelheid en een bepaalde zuurgraad vast kan houden is echter zeer individueel bepaald.. Bij de halve marathon lopen de meeste lopers boven de 4mmol/liter, bij de marathon wordt vaak tussen de 2 en 3 mmol gelopen

"De relatie met de hartslag"

Uit bovenstaande zagen we dat bij intensieve inspanningen er concentratieverhogingen optreden van o.a. melkzuur. Omdat voor het leveren van energie zuurstof nodig is, is er een verband tussen de hoeveelheid zuurstof die nodig is en de hoeveelheid energie die we moeten leveren voor de inspanning. Hoe groter de inspanning, des te meer zuurstof hebben we nodig. De longen zorgen ervoor dat er via het bloed voldoende zuurstof naar de spieren wordt vervoerd. Om de zuurstof via het bloed naar de spieren te vervoeren moet het hart sneller en krachtiger gaan werken bij een grotere vraag naar zuurstof. Men heeft ontdekt dat er een rechtlijnig verband bestaat tussen de hartfrequentie enerzijds en de arbeidsintensiteit anderzijds. Bij intensieve inspanning zien we dat de hartfrequentie op een bepaald punt niet meer rechtlijnig toeneemt bij grotere inspanningen. Er ontstaat een knik in de rechte lijn en deze knik geeft aan bij welke intensiteit wordt overgegaan van aërobe naar anaërobe energielevering. Deze knik geeft de maximale snelheid aan die samenhangt met het omslagpunt, bij een hogere snelheid ontstaat er ophoping van melkzuur en kunnen we de inspanning niet lang meer volhouden. Op deze manier wordt de hartfrequentie bepaald die bij het omslagpunt hoort. Met name **prof. Conconi** heeft veel onderzoek verricht naar dit verband.

formule van Karvonen

Een andere methode om de trainingsintensiteit en de hartslagfrequentie te koppelen gebeurt met de formule van Karvonen. Ging prof. Conconi uit van het bepalen van het omslagpunt, bij de formule van Karvonen gaan we uit van het bepalen van de maximale hartfrequentie, afgekort de Hf.max. Het voordeel van deze test is dat hij zeer snel en makkelijk bepaald kan worden, in tegenstelling tot de Conconi-test die een bepaalde vaardigheid vereist om de knik in de curve (het omslagpunt) vast te stellen. De maximale hartfrequentie is sportspecifiek, d.w.z. voor elke sport geldt een andere maximale hartfrequentie. Dit heeft o.a. te maken met het aantal spieren en de spierarbeid die bij de inspanning wordt geleverd. Bij zwemmen is de Hf.max. extra laag door de druk van het water op het lichaam waardoor de veneuze terugstroom naar het hart vergemakkelijkt wordt. Bij lopen is de Hf.max. weer hoger dan bij het fietsen. De rustpols, de Hf.rust is de hartslag die direct bij het wakker worden gemeten. De rustpols is overigens een belangrijke graadmeter om te meten of je voldoende hersteld bent van de vorige training of om te weten of je voldoende uitgerust bent.

De **trainingsfrequentie** wordt bepaald met behulp van percentages volgens de volgende formule:

Formule van Karvonen: Trainings.Hf= % maal (Hfmax.-Hf.rust) + Hf.rust.

Het verschil tussen de Hf.max en de Hf.rust wordt ook wel de hartfrequentiereserve genoemd. Een rekenvoorbeeld: De Hf.max= 200, de Hf.rust=50 (de hartfrequentiereserve is dus 150). Ik wil op 80% trainen en krijg dus een Hf.training van 80% maal 150+ 50= 170 slagen/minuut.

Trainingspercentages en melkzuurwaarden

In de praktijk zien we een samenhang tussen de intensiteit zoals die wordt bepaald via de formule van Karvonen en het omslagpunt zoals die wordt bepaald via de Conconi methode. De trainingsHF ligt ongeveer 15% onder het omslagpunt. Dus trainen op een Hf.training van 60% is trainen met een intensiteit van 75% van het omslagpunt via de test volgens Conconi.

Percentages volgens de formule van Karvonen en Conconi:

- Extensieve duurtraining: 60%-70% (is 78% van omslagpunt)
- Normale duurtraining: 70%-75% (is 85% van omslagpunt)
- Tempoduurtraining: 75-85% (is 93% van omslagpunt)
- Interval extensief: 85%-90% (is 100% van het omslagpunt)
- Interval intensief: 90-95% (is 103% van het omslagpunt)

Combinatie van Hf en melkzuurwaarden geeft de volgende gebieden aan:

- Lage snelheden gaan bij goed getrainde gepaard met lage zuurwaarden, de behoefte aan energie wordt geheel gedekt met zuurstof, er is geen verzuring. Dit is het **aërobe** gebied, melkzuurwaarden onder de 2 mmol en het gebied waarin de hersteltrainingen of de extensieve duurtrainingen worden gedaan.
- Bij grotere snelheden wordt door de spieren meer melkzuur geproduceerd, maar als de hoeveelheden nog door het lichaam geneutraliseerd kunnen worden zitten we onder het omslagpunt van 4mmol. Het gebied tussen 2mmol en 4 mmol noemen we het **aërobe - anaërobe overgangsgebied**. In dit gebied doen we de normale duurtrainingen (70%).
- Wordt het tempo hoger, dan kan het lichaam de hoeveelheid melkzuur niet meer volledig verwerken en beginnen we te verzuren. Bij melkzuurwaarden tussen de 4mmol en 6 mmol spreken we van tempoduurtrainingen (75%-80%)
- Trainingen rond het omslagpunt zijn de extensieve intervaltrainingen, (rond de 85%).
- Bij een hoge intensiteit van de training kunnen de melkzuurwaarden oplopen naar waarden tussen de 6 mmol en 12 mmol. Dit is het gebied van de intensieve intervaltraining of de weerstandstrainingen. (90-95%).We zitten in het **anaërobe gebied**.

Bepalen van de maximale hartfrequentie

De maximale hartfrequentie is sportspecifiek. De volgende testen kunnen worden gedaan:

- **Looptest:** een rustige warming-up van 10-15 minuten, daarna 3-4 minuten sporten in een tempo dat net onder het maximum ligt, gevolgd door 45 seconden tot 1 minuut maximale belasting (volle sprint).
- **Fietstest:** Doe een warming-up van ongeveer 15 minuten. Ga vervolgens voluit fietsen met een intensiteit die je maximaal 5 minuten kunt volhouden. De laatste minuut sprint je voluit. Ook in een wedstrijd met een eindspurt kan je de maximale hartslag aflezen door een flinke eindsprint in te zetten. Door de wedstrijdstress in deze waarden vaak zelfs iets hoger.

De waarde van testen

Het bepalen van het omslagpunt wordt in veel trainingsmethodes gebruikt en de gevonden lactaatwaarden en de bijpassende hartslagwaarden worden soms heilig verklaard. Er wordt uitgegaan van drempels van 2 mmol en 4 mmol als zijnde de aërobe overgangsdrempel en de anaërobe overgangsdrempel. Met name de 4mmol grens wordt als zeer waardevol ervaren. Echter er zijn atleten die bij een inspanning met een melkzuurwaarden van 8 mmol al na 10 minuten volledig verzuren en er zijn atleten die een uur lang met een melkzuurwaarden van 10 mmol kunnen presteren. Bij triatleten werd gedurende een tijdrit over 40 km. gemiddelde lactaatwaarden gemeten van 7 mmol. Drie proefpersonen hielden echter een lactaatconcentratie vol van meer dan 12mmol gedurende bijna een uur. (*bron:Geneeskunde en sport, april 97: Hoogeveen, Schep en Hoogsteen*). Goed getrainde atleten kunnen dus gedurende een lange tijd hoge lactaatwaarden vasthouden tijdens een duur inspanning. Belangrijker is dan ook om te kijken naar de gebieden links en rechts van de drempels. Het gebied tot 2 mmol is het aërobe gebied, tussen de 2mmol en 4 mmol is het aërobe- anaërobe overgangsgebied en het gebied rechts van de 4 mmol is het anaërobe gebied. Des te hoger het aërobe vermogen, des te beter is de prestatie. Belangrijk is dan ook om te kijken wat er gebeurt links en rechts van de drempels, het veranderen van de gebieden onder invloed van training geeft een indicatie van de getraindheid. Een vergroting van het aërobe vermogen houdt dus in dat we bij de testen een verschuiven van de drempelwaarde naar rechts zien gebeuren. De vraag blijft of een atleet met een drempelwaarde van 3,5 mmol beter kan presteren dan een atleet met een waarde van 7mmol. De duur waarbij deze zuurgraad kan worden volgehouden speelt ook een rol en is van meerdere factoren afhankelijk.

Bij het opstellen van een trainingsschema moeten alle gebieden goed getraind worden, afhankelijk van de periode waarin we trainen. Bij veel sporters zien we dat er te zwaar en met een te hoge intensiteit wordt getraind. Het belang van het trainen met een hartslagmeter ligt dan ook met name in het bepalen van het trainingsgebied waarin men traint en het beschermen van de atleet tegen te zware inspanningen. Daarnaast geeft het een goede indicatie of de te volgens trainingsopbouw effectief is en wat de rol is van ziektes en blessures. Snelle eenvoudige testen zoals die bij de formule van Karvonen zijn dan ook nuttig en aan te bevelen voor de sporter die serieus met zijn sport bezig is.

Naast het gebruik van hartslagmeters zijn er ook verschillende BORG-schalen om de inspanning te vertalen naar meetbare gegevens. Zie hiervoor het artikel over [trainingsintensiteit en fysiologische reacties van het lichaam](#)