

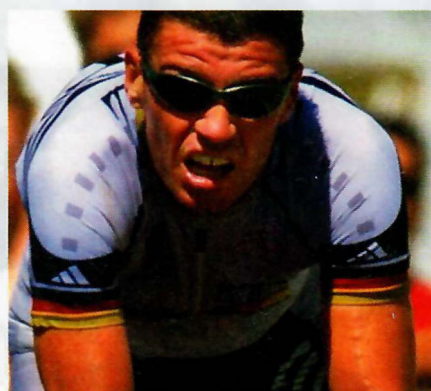
INSPANNINGS- FYSIOLOGIE

BASISKENNIS VOOR DE SPORTER

TRAINEN moet je ervaren als iets wat je graag doet – niet als een must. Maar het is wel belangrijk om altijd de controle te houden - bij iedere vorm van training te weten waar je mee bezig bent. De meningen van hoe, hoeveel en hoe intensief getraind moet worden zijn heel verdeeld. Dr. Maffetone, de succesvolle trainer van o.m. Mark Allen, zesvoudig winnaar van de Iron man in Hawaï, stelt dat een duursporter overwegend rustig en aerobisch moet trainen, terwijl anderen precies het tegendeel beweren, zoals o.m. Rolf Järman die claimt dat na een oefenrit de benen zo vol melkzuur moeten zitten dat zelfs stappen pijnlijk wordt. Hinault beweerde dan weer dat wedstrijden in de winter gewonnen worden. Udo Bölts stelde : “Ik moet zes uur in de regen kunnen trainen en daarna tegen mezelf zeggen: goed gedaan, jongen, de concurrentie heeft vandaag achterstand opgelopen”. Eddy Merckx had als slogan: “Fiets bij de training zoveel of zo weinig als je wil, maar fiets”.



Mark-allen-ironman



Udo Bölts



Eddy Merckx en Bernard Hinault



Rolf Järman

Tijdens een inspanning nemen binnen enkele seconden hartslag, ventilatie en zuurstofopname toe. De bloedstroom naar de werkende spiergroepen, longen en hart vergroot, terwijl die naar inactieve spiergroepen en organen (bijv. maag en darmen) afneemt. Bij inspanning verandert inderdaad de verdeling van het bloed binnen het lichaam. De inwendige organen hebben immers geen extra bloed nodig, de spieren wel. De slagaders en de adertjes naar de spieren verwijden zich daarom en de slagaders naar de inwendige organen gaan een beetje dicht. Bij inspanning gaat tot meer dan 80% van het bloed naar de actieve spieren. Die krijgen extra zuurstof en produceren extra koolstofdioxide, dat via het bloed wordt vervoerd en finaal via de longen wordt uitgeademd. De ventilatie door de longen neemt dus ook toe. Het ademminuutvolume (hoeveelheid lucht die per minuut wordt ingeademd) is afgestemd op de intensiteit van de uitwisseling van O₂ (zuurstof) en CO₂ (koolstofdioxide, ook kooldioxide of koolzuurgas).

De VO₂max of het maximale zuurstofopnamevermogen is het maximale volume zuurstof (O₂) dat het menselijk lichaam per tijdseenheid kan transporteren en metaboliseren bij lichamelijke inspanning, gemeten op zeeniveau. De waarde van die VO₂max is een bepalende factor voor iemands fysieke (cardiorespiratoire) conditie. VO₂max wordt uitgedrukt in aantal liters zuurstof per minuut (l/min) of beter nog, in aantal milliliters zuurstof per kilogram lichaamsgewicht per minuut (ml/kg/min). Deze waarde wordt gebruikt om het uithoudingsvermogen van atleten onderling te vergelijken. Dit VO₂max kan nauwkeurig worden bepaald door bij langdurige en oplopende intensieve inspanning, zuurstofinname en uitstoot te meten. VO₂max is bereikt als de hoeveelheid opgenomen zuurstof niet meer stijgt, ondanks een toenemende inspanning. De zuurstoftransportcapaciteit naar de werkende spieren heeft haar limieten, grenzen op diverse niveaus: de ademhaling, de hartfunctie, de door-

stroming in de spieren en het spiermetabolisme (spiermassa en vezeltype). Maar bij gezonde mensen wordt het Vo₂max normaal vooral beperkt door het slagvolume van het hart (niet door de longen zoals sporters nochtans vaak denken), dat zorgt dat alle spieren van zuurstof en voeding worden voorzien.

Hart

Het hart kan je zien als twee spieren, die hol zijn en die, afhankelijk van elkaar, ritmisch samentrekken. Die contracties zorgen dat er eerst bloed van de rechterkamer naar de longen wordt gepompt. Door diffusie worden daar zuurstof (O₂) en koolstofdioxide (CO₂) gewisseld. Dan, via de longader, gaat het zuurstofrijke bloed door de linkerkamer van het hart in de bloedsomloop (periferie). Het onvoldoende functioneren van het hart (bijvoorbeeld door één van de twee harthelften), zal een beperkende factor zijn bij inspanningen (onvoldoende pompfunctie).

Het hart pompt dus het bloed door het lichaam. De hoeveelheid bloed die zo per minuut rondgepompt wordt, noemen we het hartminuutvolume. Dit volume wordt mede bepaald door het aantal slagen dat het hart (per minuut) klopt. Dat heet de hartfrequentie. De hoeveelheid bloed die per slag wordt rondgepompt is het slagvolume. Het hartminuutvolume is dus: hartfrequentie X slagvolume. Tijdens inspanning neemt het hartminuutvolume toe. Met een goed getrainde hartspier heb je een groot hartminuutvolume. Een getraind hart slaat ook trager in rust; dat komt omdat door training het hart groter en krachtiger is en daardoor is het slagvolume in rust ook groter – dus het aantal slagen mag lager zijn (een atleet kan eenzelfde slagvolume hebben bij 45 hartslagen per minuut als een niet getraind iemand bij 70 slagen per minuut (volume hart groter – hartspier krachtiger).

Longen

In de longen vindt gasuitwisseling door diffusie (*) plaats. Het bloed neemt zuurstof (O₂) op uit de lucht die zich in de longen bevindt; die zuurstof wordt gebonden aan hemoglobine in het bloed. Tegelijkertijd wordt, vanuit die hemoglobine, koolstofdioxide (CO₂) aan de lucht in de longen afgegeven, die dan wordt uitgeademd. Het bloed dat voorzien is van zuurstof, wordt door het hart doorheen het lichaam gepompt naar de hersenen, de spieren en de organen.

(*) **Diffusie:** leidt tot verplaatsing van deeltjes van plaatsen met hoge concentratie naar plaatsen met lage concentratie

In tegenstelling tot wat velen denken, zijn de longen maar zelden de beperkende factor voor een maximaal prestatievermogen. Ook het bloed kan een beperkende factor zijn. Bloed bestaat uit vloeistof en deeltjes; de verhouding tussen die deeltjes en het totaal volume wordt hematocriet genoemd. Hoe hoger dit hematocriet is, normaal hoe groter het zuurstoftransportvermogen van het bloed kan zijn. Maar ook de kwaliteit van de bloedcellen is belangrijk; een tekort aan hemoglobine bijvoorbeeld kan ervoor zorgen dat het bloed te weinig zuurstof opneemt en transporteren.

Energievoorziening

Het lichaam beschikt over verschillende energiebronnen: ATP of adenosinetri-fosfaat, CP of creatinefosfaat, glucose in het bloed, glucose in de vorm van glycogeen opgeslagen in lever en spieren, eiwitten en vetten.

• **Energielevering binnen het menselijk lichaam**

Menselijke energie wordt altijd geleverd door ATP (adenosinetri-fosfaat). Bij splitsing van ATP in ADP (adenosinedifosfaat met afsplitsing van fosfaat P), komt energie vrij. Deze energie is nodig om te bewegen en om

de organen te doen werken. Maar er bestaan diverse processen om reserves aan ATP op te bouwen – en dat is nodig omdat ATP permanent afgebroken wordt tot ADP bij het leveren van energie en dus ook steeds opnieuw moet opgebouwd worden tot ATP. En er is maar een klein beetje aan reserve ATP in ons lichaam aanwezig. Daarom zijn er systemen om die opbouw te verzekeren: creatinefosfaat, anaerobe en aerobe glycolyse en vetverbranding.

Fosfaatvoorraden ATP en CP

De voorraden aan ATP en Creatinefosfaat worden fosfaatvoorraden genoemd. De kleine voorraad ATP kan direct energie leveren voor enkele seconden (ongeveer 4) bij maximale inspanning. Daarnaast levert de splitsing van CP in Creatine en P energie om zo ook vanuit ADP, ATP op te bouwen. Hiermee kan je dan ongeveer gedurende 20 seconden maximale energie leveren. Typische sporten waarbij deze fosfaatvoorraden ATP en CP een enorme rol spelen zijn: sprinten, springen, tennis, gewichtheffen. Dit soort energieleveringen gebeurt dus onmiddellijk en er komt geen zuurstof vanuit de longen aan te pas.

Anaerobe (zonder zuurstof) glycolyse met productie van lactaat of melkzuur

Bijna alle menselijke cellen kunnen energie vrijmaken uit glucose (suikers). Energielevering uit glucose zonder zuurstof wordt anaerobe glycolyse genoemd. Productie van energie uit glucose met zuurstof, wordt aerobe glycolyse genoemd.

Bij anaerobe glycolyse, zonder zuurstof dus, komt energie (opbouw tot ATP) veel sneller tot stand dan bij aerobe glycolyse. MAAR: bij die anaerobe glycolyse worden naast lactaat ook waterstofionen gevormd en die remmen de glycolyse. Door die waterstofionen is op de duur geen spiersamentrekking meer mogelijk. Bij de afbraak van 1 molecule glucose via

anaerobe glycolyse, komt ongeveer 2 ATP vrij (dit is dus zeker geen zuinig manier van energielevering). Sporten waarbij gebruik wordt gemaakt van de anaerobe glycolyse zijn bijvoorbeeld 400 meter in atletiek en 1 km tijdrijden in het wielrennen, korte zware beklimmingen...

Aerobe glycolyse (met zuurstof) via verbranding van koolhydraten (suikers)

Hier komen per molecule glucose 34 ATP vrij. MAAR hier is dus wel zuurstof bij nodig (via de longen uit het bloed). Aerobe glycolyse vindt plaats in de mitochondriën (*) van de cellen. De glucosevoorraad in de vorm van glycogeen in de lever en in de spieren, kan ongeveer voor 45 tot 90 minuten energie leveren bij zware aerobe inspanning. Maar als tijdens de inspanning koolhydraten (suikers) worden ingenomen (sportbars of dranken), kan wel langer intensief worden gesport.

(*) Mitochondriën functioneren als energiecentrales van de cel. Een mitochondrion heeft een diameter van ongeveer 1 micrometer. Omdat mitochondriën de cel van energie voorzien, is er verband tussen de energiebehoefte van een cel en het aantal mitochondriën per cel.

Vetverbranding

Ook vetten worden afgebroken voor energielevering en de restproducten zijn koolstofdioxide en water. Vetverbranding levert veel MINDER SNEL energie dan aerobe productie van ATP uit glucose. Dit betekent dat bij een lagere inspanningsintensiteit overwegend vetten worden verbrand (in rust worden relatief gezien vooral vetten verbrand). Onze vetvoorraad is bijna onbeperkt. Vetten worden eerst afgebroken tot glycerol en vetzuren. Dankzij onze reserves aan vetten kunnen wij gedurende uren met inspanningen blijven doorgaan.

Eiwitten

Eiwitten worden niet op dezelfde manier opgeslagen als vetten en koolhydraten. Het zijn de bouwstenen voor lichaamssweefsels (spieren, organen, huid, bloed, ...) en het zijn in wezen geen energieleveranciers. In noodsituaties kunnen eiwitten echter ook afgebroken worden en omgezet in energie, maar zij leveren slechts een gering deel van het brandstofmengsel. Bij zeer koolhydraatarme diëten, als de spieren leeg zijn, wordt eiwit gebruikt als energiebron. Die worden dan afgebroken, waarbij ureum ontstaat. Een overdaad aan proteïnen zorgt, net als een tekort, voor problemen: overreactie van het immuunsysteem, overbelasting van de nieren, een ontregelde lever en verlies van beenmassa door de verhoogde zuurgraad van het bloed.

Spiervezeltypen

Spieren bestaan uit spiervezels. Spiervezels zijn onderdelen van spierbundels en zij bestaan uit myofibrillen (dwarsgestreepte spieren en glad spierweefsel hebben geen spiervezels). De spiervezels reageren snel op impulsen. En het aantal spiervezels is genetisch bepaald, evenals de verhouding tussen de verschillende vezels is genetisch bepaald. Dat is maar in beperkte mate door training te veranderen. Het zit dus in de genen! Drie soorten spiervezels:

- **Type I (Slow Twitch)**

Hoog myoglobine gehalte - hoge aerobe capaciteit - rood van kleur - veel mitochondriën. Veel uithouding

- **Type IIx (Fast Twitch)**

Hoge anaerobe capaciteit - wit van kleur. De Fast Twitch vezels zijn nog onder te verdelen in type IIa, IIx en IIb. Geschikt voor springers en sprinters

- **Type IIa (Intermediaire spiervezel)**

Gekenmerkt door kracht en uit-

houdingsvermogen - mogelijkheid om vetten en koolhydraten te verbranden - in staat tot de anaerobe omzetting van glucose via de glycolyse

Ergens is het nuttig om weten tot welk type sporter je jezelf kan rekenen: ben je een explosief iemand, eerder een allrounder of vooral iemand voor de echt langdurige inspanningen? Als je uitgesproken tot één van de geciteerde categorieën behoort, kan het je jezelf veel leed en ontgoochelingen besparen als je niet persé gaat focussen op een sporttak die helemaal niet bij je aangeboren capaciteiten past.

TRAINEN

Nu je enig idee hebt van de diverse manieren waarop je lichaam energie produceert, komt het er op aan om die diverse energiesystemen optimaal te laten functioneren – te trainen.

Het is wellicht niet de beste methode, maar om het simpel te houden gaan we uit van de maximale hartslag. Maar omdat bij een maximale hartslag ook een rustpols hoort, gaan we liever uit van de formule van Karvonen. Immers, als twee mensen ongeveer dezelfde maximale hartslag hebben van bijvoorbeeld 170 en de één heeft een hartslag in rust van 68 en de ander van 54, dan maakt dat wel een verschil – en daar heeft Karvonen rekening mee gehouden. Wie echter zonder veel risico en correct wil trainen, stapt best naar een gespecialiseerd labo. Trainingsschema's worden dan meestal aan de hand van de bevindingen opgesteld op basis van het omslagpunt (overgang van aerobe inspanning naar anaerobe). Maar wat wij hier laten volgen moet je in staat stellen om best te vatten waar het om gaat. Dit kan voor amateurfietzers best richtinggevend en nuttig zijn.

Bepalen van je hartslagzones volgens de methode van Karvonen (**Alternatieve methode**)

Karvonen gaat uit van het verschil tus-



Gericht trainen

sen de maximale hartslag en de hartslag in rust (reserve hartslag of bereik). Op basis van dit bereik kan je de verschillende trainingzones bepalen.

Maximale hartslag

Sommigen gaan nog altijd uit van een formule die zowat 40 jaar geleden ontstond (kom je ook vandaag nog wel vaker tegen bij verkopers van hartslagmeters), dat die maximale hartslag voor iedereen gelijk zou zijn aan: $220 - \text{je leeftijd}$ in volle jaren. Iemand van 50 zou dan een maximale hartslag hebben van $220 - 50 = 170$. Maar dat is larie! Het enige dat er positief aan is, is dat het gemakkelijk te onthouden is! Maar de formule bevat grote foutmarges, tot zelfs 20 slagen per minuut. De formule is bovendien berekend op hartslaggegevens van mannen. Thomas Allison van de afdeling sportcardiologie van de Mayo Clinic in Rochester (USA) testte tussen 1993 en 2006 liefst ongeveer 25.000 gezonde mannen en vrouwen tussen 40 en 90 jaar bij inspanningsproeven. Hij stelde vast dat de maximale hartslag bij iedereen daalt met de leeftijd, maar bij vrouwen anders dan bij mannen. De oude formule ($220 - \text{leeftijd}$) bleek de maximale hartslag voor jonge vrouwen te overschatten en die voor oudere te onderschatten.

En daarom pakte hij uit met een nieuwe formule:

- Maximale hartslag vrouwen: $220 - 67\%$ van de leeftijd
- Maximale hartslag voor mannen: $216 - 93\%$ van de leeftijd

Maar vergeet ook dat maar! De tests gebeurden alleen bij mensen vanaf 40 en zelfs dan gaat het maar om gemiddelden. Wil je toch op basis van de oude of van deze nieuwe formule aan de slag, houd dan altijd in het achterhoofd dat het wellicht om benaderende waarden gaat. Trouwens, wie veel heeft gesport en is blijven sporten, houdt meestal langer een hogere waarde als maximale hartslag.

De beste methode om je maximale hartslag te kennen is een test in de praktijk. Maar dat is niet geheel zonder risico. Wie niet gewend is aan vrij intensieve inspanningen, overgewicht heeft, ooit al hartproblemen heeft gehad en ook wie ouder is dan 30, raadpleegt best een sportarts of stapt naar een testlabo.

Fietstest: Doe een opwarming van minstens een half uur – met daarbij liefst een paar felle sprintjes. Fiets dan voluit, zo snel dat je schat dat je dit

slechts een aantal minuten kan volhouden. Zorg dat je na enkele minuten kan finishen op een helling en pers er alles uit. Lees dan af op je hartslagmeter wat de hoogste waarde was en tel hierbij 1 of 2 op. Dan zit je helemaal juist of toch bijna! Fiets dan nog gedurende verschillende minuten rustig door tot je hartslag weer vrij normaal is. Die test doe je best nog eens een week later – en je neemt dan de gemiddelde waarde. Trouwens, wat specialisten je ook willen doen geloven: als je er een paar tellen naast zit, is dat o.i. niet zo erg. Want bij het bepalen van de zones waarbinnen je gaat trainen, geven diezelfde specialisten ook telkens hartslagwaarden die gaan van bijvoorbeeld 60% tot 70% - dus ook de vooropgezette trainingen geven ook geen exacte procentuele waarden tot op één procent na!

Hartslag in rust

Je rustpols meet je 's morgens nog voor je uit bed bent. Gedurende twee minuten neem je je hartslag en je deelt door twee. Dit doe je in één week een drietal keer en je neemt het gemiddelde. **Maar onze Franse vriend, Robert Gauthier, die lang als fysioloog betrokken was bij het Centre Médico-Sportif de Lyon, is niet akkoord.** Voor hem moet de rustpols genomen worden als de fietser op de fiets zit, terwijl hij zich staande houdt aan een muur.

Formule van Karvonen te herhalen, omdat als je conditie verbeterd, je rustpols daalt.

Die formule is : $\text{Training hartslag} = (\text{Maximale hartslag} - \text{rustpols}) \times \% \text{ intensiteit} + \text{rustpols}$

Voorbeeld

Je hebt een maximale hartslag van 170 en een rustpols van 60. Je wil een recuperatietraining doen op 55% volgens de methode van Karvonen. Dan moet je trainen met een hartslag die zoveel mogelijk schommelt rond $(170 - 60) \times 55\% = 60 + 60 = 120$.

Op basis van onderstaande tabel kan je dan – als fietser – je trainingszones bepalen met de percentages toegepast volgens Karvonen

- **Recuperatietraining :**
50-60%
- **Rustige duurtraining:**
60-70 %
- **Intensieve duurtraining:**
70-80%
- **MLSS training:**
80-90 % (maximale steady state – dicht bij de omslag – net niet verzuren)
- **Weerstandstraining:**
90-100 % - weerstand tegen verzuring – anaerobe training



Ja, dit beknopt overzicht hebben wij enkele jaren geleden ook al opgemaakt. Maar het is zo belangrijk om als sporter weet te hebben van de basisprincipes, dat wij dit graag nog eens willen herhalen.

Eagle Five Fiets- en Leesbril in één

Eindelijk alles weer
scherp zien!



Incl. 3 sets glazen; meekleurende glazen optioneel, 3 neussteunen in verschillende kleuren; microfiber doektas en alles in een etui met rits.

Navigatie, Smartphone etc. opnieuw scherp zien zonder de bril te hoeven verwisselen!. Bruine, gele en transparante glazen in diverse sterktes (+1.5 t/m +3.0).

Zie de test in VWB Okt 2016.

Te bestellen op www.leds-sport.nl

Vanaf 59,95Euro

