

Lactaat Deel III: Lactaat en training

door Dr. Jan A. Vos, Inspanningsfysioloog.

Samenvatting

In een drietal artikelen over lactaat en training willen we stapsgewijs de relatie tussen lactaat en spiervezeltypen, lactaat testen en het effect van training op het verschuiven van de lactaat drempel nader toelichten en de vraag: hoe kun je met behulp van hartslagmeters het beste trainen om de LT (=Lactaat Threshold = Lactaat drempel) gunstig te beïnvloeden, trachten te beantwoorden. Lactaat of melkzuur heeft nog heel vaak, ten onrechte, de naam een afvalproduct te zijn dat spierpijn veroorzaakt. Het is echter een zeer belangrijke energie bron, niet alleen voor de skeletspieren maar bijvoorbeeld ook voor hersenen en hart.

Vaak hebben we onderzoek resultaten in de artikelen besproken om vooral een praktisch gerichte aanpak te realiseren. Echter een redelijke theoretische achtergrond moet als basis dienen, vandaar ook aandacht daarvoor. Doel van deze serie artikelen is het product lactaat in het juiste daglicht te plaatsen waarbij met name de herstelperiode na een intensieve trainingsperiode een zeer belangrijke rol blijkt te spelen. Past men herstel niet goed in het trainingsplan dan gaat heel veel van het effect van de trainingsarbeid verloren en stijgt de kans op overtraining of optreden van blessures.

Inleiding

Dit slotartikel kan niet los gezien worden van de delen I en II die ook op deze website onder Publicaties staan vermeld. Omdat het samenvoegen van de drie artikelen een te omvangrijk artikel zou zijn geworden hebben we besloten om het geheel in drie afzonderlijke artikelen te publiceren.

Inhoud van dit artikel

Lactaat grens verschuiven, blz 2.

Welke vorm van herstel helpt de LT te verbeteren?, blz.3.

Optimaliseren van de LT, blz.3.

Lactaat testen, blz.5.

LT en hartfrequentie, blz.6.

Lactaat-Threshold-Running-Velocity (=LTRV), blz.7.

De Otago 800 studie, blz.7.

Hoe kun je de LTRV grens verbeteren?, blz.8.

Aanpassing van het energie metabolisme door anaërobe training, blz.9.

Trainen met behulp van hartfrequentie (=Hf.) meters?, blz.9.

Duurtraining, blz.13.

Wat kan duurtraining zoal veranderen in de celhuishouding van de spieren?, blz.14.

Wat is een comfortabele snelheid bij het lopen?,blz.15.

Gebruik van Hf. meters in de praktijk, blz.16.

Herstel na afloop van training of wedstrijd, blz.17.

Metabole veranderingen na het stoppen met intensieve training, blz.17.

Literatuurlijst, blz.18.

Lactaat grens verschuiven

Het 'opschuiven' van de lactaat drempel of lactaat threshold (=LT), dat is de maximale concentratie lactaat die een sporter kan verdragen tijdens een steady state training, die wordt algemeen op 4 mmol.L⁻¹ aangegeven maar er zijn zeker ook atleten die bij 6 of 8 mmol.L⁻¹ de steady state training uit kunnen voeren(!), naar rechts is een doelstelling die veel wordt nagestreefd in de wedstrijdsport. Naar rechts opschuiven betekent tijdwinst waarbij de lactaat stijging boven 4 mmol.L⁻¹ later optreedt. Wanneer er sprake is van lactaat vorming die later plaatsvindt bij dezelfde zware graad van inspanning dan wordt dat als winst ervaren. Populair gezegd, er vindt bij de sporter op een later tijdstip een sterke 'verzuring' in de skeletspieren plaats. Het metabolisme is niet in staat om de plotseling sterk stijgende hoeveelheid lactaat te elimineren, waardoor een vervelende, pijnlijke situatie ontstaat.

Deze acute acidose kan de prestatie zeer nadelig beïnvloeden. Er is geen sprake van eenzelfde patroon als reactie op een vergelijkbare trainingsprikkel bij de verschillende sporters onderling. De LT is een sterk, persoonlijk gebonden, grenswaarde!

Om de LT grens te verschuiven zullen we hieronder een aantal goed gecontroleerde onderzoeken bespreken die het effect van training op de LT laten zien.

Voorbeeld 1. Circuittraining laat een positief effect op het verschuiven naar rechts van de LT zien bij een groep proefpersonen die het volgende programma ondergingen. De controlegroep (n=8) deed géén circuittraining.

De trainingsgroep trainde driemaal per week 10 verschillende oefeningen die per trainingssessie 3 maal werden uitgevoerd, dus 90 maal per week een circuit doorlopen. Per station werden 15 tot 20 herhalingen gedaan, dus 45 tot 60 herhalingen per workout per station. Men trainde op de verschillende stations de heupbuigers, kniestickekkers, kniebuigers, beenstreckkers, parallel squats, sit-ups met gebogen knieën bench press, push-ups, lat pull downs en armcurls.

Resultaat: na 12 weken zag men géén verandering in VO₂max, hetgeen te verwachten was, wel een sterke stijging in kracht van de m.quadriceps, hamstrings en het uithoudingsvermogen tijdens een maximaal test steeg met 33 % (van 26 naar 35 minuten volhoudtijd). De LT nam met 12 % toe. (1).

Commentaar op dit onderzoek: Circuittraining laat het vermogen van de individuele spier toenemen, dat betekent dat niet alle fast-twitch vezels geselecteerd behoeven te worden tijdens inspanning. We kweken een soort 'reserve pool' waaruit geput kan worden wanneer dat in de maximale eindfase echt nodig is. FT vezels zijn van cruciaal belang bij de lactaat productie, afname van de activering leidt tot afname van lactaat output bij inspanning en dus potentieel tot een hogere LT.

Een andere verklaring kan zijn, wanneer iemand sterker wordt, des te beter wordt de lichaamsstabiliteit, zijn balans, tijdens inspanning. Dat betekent minder

energieverbruik om onnodige bewegingen te moeten corrigeren. Een hoger percentage van de spierkracht kan dan benut worden voor het ontwikkelen van voorwaartse snelheid. De LT wordt dus verlegd. Oefenstof die dat vooral mogelijk maken zijn o.a. Push-ups, squats (met eigen lichaamsgewicht), burpees, squat met dumbbells, bench dips, core oefeningen en lunges. Laat single-joint movements in fitness machines achterwege. Het trainen van geïsoleerde spiergroepen levert geen verschuiving van de LT op, geen verbetering dus. Opmerking: de Burpees (oefeningen waarbij uit stand ingehurkt wordt, uitspringen naar achteren tot ligsteun, weer terug naar hurkzit en weer opspringen naar stand) zijn zware oefeningen met name voor het cardio-respiratoire systeem, deze oefeningen zeker niet vaak doen met beginners en/of patiënten!

Welke vorm van herstel helpt de LT te verbeteren?

Een voorbeeld: een groep goed getrainde atleten trainden 6 weken intensief en liet die trainingsperiode volgen door een zesdaagse periode van herstel. In die herstel week waren de eerste 2 dagen rust, dan 2 dagen met een reductie van de trainingsintensiteit van 67 % en de laatste 2 dagen een rustige training die de 33 % niet te boven ging voor groep A. Deze groep werd vergeleken met een groep B die gewoon door trainde op intensief niveau en een groep C die niets deed gedurende 6 dagen herstel. Na de 6 weken training was de LT hetzelfde in de 3 groepen, maar na de herstelweek was er wel degelijk een verschil. De eerste groep A liet de LT met 10 % toenemen, groep B liet een daling van de LT zien(!) en groep C liet géén verschuiving van de LT zien. Commentaar op dit onderzoek: na een intensieve trainingsperiode van 4 tot 6 weken moet er een actieve herstelweek volgen met een afbouwprogramma. In die belangrijke periode worden nieuwe structuren in de spier gevormd en enzymen geactiveerd die de LT verschuiving mogelijk maken. Constant intensief trainen is een ramp voor de kwaliteit van de LT. Maar helaas gebeurt dit maar al te vaak! (2),(3).

Optimaliseren van de LT.

De eindsprint, tussentijdse snelheid verhoging tijdens de race, heuvel op versnellen zijn voorbeelden die als belangrijkste momenten de wedstrijd kunnen beslissen (4). Na warming-up, een aantal 2 minuten intervals met 95 % van maximale intensiteit, gevolgd door 4 minuten herstel tussen de intervals. In die 2 minuten interval met bijna maximale inspanning wordt er veel lactaat gevormd en tijdens de 4 minuten herstel krijgt de spier de kans om het teveel aan lactaat te metaboliseren (5). Meer mitochondriale enzymen betekent een verbeterde LT. Bij beginnende atleten zien we dat effect ook bij toename van het trainingsvolume, niet bij goed getrainde atleten. Interval training is veel effectiever dan duurtraining (6).

Voorbeeld van verbeteren van LT met een zeven weken programma. Zes weken intensief trainen en dan een week actieve herstel.

In onderstaand trainingsprogramma hebben we tot in detail de oefenstof weergegeven om u op die manier een goede indruk te kunnen geven van alle facetten die bij zo'n

programma komen kijken. Het is een uitgewerkt voorbeeld maar dat wil niet zeggen dat dit programma dus ook zo gekopieerd moet worden!

Week 1. LT sessie 1. W-up, dan 20 minuten lopen met een snelheid die 10-12 sec langzamer is per 1500 meter dan je 10 Km tempo. (Wielrenners en zwemmers: train 20 minuten op 85 % van Hf.max). Cool down met 15 minuten in rustig tempo.
LT sessie 2. W-up, dan 3 tot 4 maal 1500 meter interval op je 10 Km tempo. (Wielrenners en zwemmers 3 tot 4 zeven minuten intervals met 90 % Hf.max. Herstel tussen de intervals 3 minuten. Cool down, 3 Km rustig uitlopen.

Week 2. LT sessie 3. W-up,

1. 1200 meter in 10 Km tempo (Wielrenners en zwemmers: 4 – 5 min met Hfmax van 90 %).
2. Buikspier oefeningen: 50 maal.
3. Chin-ups: 5 maal.
4. Push-ups: 15 maal.
5. Squats (eigen lich.gewicht), 30 maal snel uitgevoerd.
6. Squats met sprong, 20 maal, (Burpees).
7. 1200 meter op 10 Km tempo.
8. Push-ups met voeten omhoog, 15 maal.
9. Lage rug strekkers, 50 maal.
10. Bench dips, 15 maal.
11. Squats met dumbbells, 15 maal met 5 kg.
12. Lunges, 20 maal met een been.
13. 1200 meter op 10 Km tempo.
14. Cool down 15 minuten in licht tempo.

Alternatief voor verbeteren VO2max: W-up. 4 tot 6 maal 800 meter, iets sneller dan 5 Km tempo, 3 minuten herstel (Wielrenners en zwemmers 3 minuten met intensiteit van Hf.max 95 % en ook 3 minuten herstel). Cool down met 15 minuten rustig uitlopen.

LT sessie 4. Constante snelheid 1 tot 2 maal de gemiddelde trainingsafstand die een dagelijkse sessie laat zien, intensief de heuvels oplopen.

Week 3. LT sessie 5. W-up. 3000 meter hardlopen met een tempo van de 10 Km race.(Wielrenners/Zwemmers: 14 minuten met een Hf.max van 90 %). Herstel 5 minuten, dan 3000 meter op 10 Km tempo. Cool down 15 minuten rustig lopen. Alternatief: Heuveltraining.

Week 4. LT sessie 6. W-up, dan 25 minuten met tempo dat 10-12 sec per mijl lager is dan je 10 Km tempo.(Wielrennen/zwemmen: 25 minuten met Hf.max van 85 %). Cool down van 15 minuten.

LT sessie 7. W-up, dan 4 maal 6 minuten interval op 10 Km tempo. (Wielrenners/Zwemmen: 4 maal 6 minuten interval met Hf.max 90 %) met slechts 3 minuten herstel. Cool down, 3 Km rustig uitlopen.

Alternatief: 2 maal dagelijkse trainingsafstand met gemiddeld zware intensiteit.

Week 5. LT sessie 8. Warming-up.

1. 800 meter in 10 Km tempo (Wielrenners en zwemmers: 3 min met Hfmax van 90 %).
2. Buikspier oefeningen: 30 maal.
3. Chin-ups, 4 maal.
4. Push-ups, 12 maal.
5. Squats (eigen lich.gewicht), 20 maal, snelle uitvoering.
6. Burpees, 15 maal.
7. 800 meter in 10 Km tempo.
8. Push-ups met voeten omhoog, 10 maal.
9. Lage rug strekkers, 30 maal.
10. Bench dips, 10 maal.
11. Squats, 10 maal met 5 kg dumbbells.
12. Lunges per been, 15 maal.
13. 800 meter in 10 Km tempo.
14. de stappen 2 t/m 13 hiervoor herhalen, dus 2 circuits in totaal!!
15. Cool down, 15 minuten rustig tempo.

LT sessie 9. W-up. 8 maal 2 minuten interval bijna maximaal tempo, dan 4 minuten joggen. Cool down 15 minuten uitlopen.

Week 6. LT sessie 10. W-up. 4 maal 7 minuten interval in 10 Km tempo, (Wielrennen/Zwemmen: 4 maal 7 minuten op Hf.max 90 %). 2 minuten Herstel tussen de intervals, Cool down 3 Km rustig uitlopen. Alternatief: Heuvel op lopen.

LT sessie 11. 1 tot 2 maal de dagelijkse trainingsafstand continue lopen, heuvel op hardlopen, intensiteit gemiddeld hard vasthouden.

Week 7. De **Herstel** week!!

Het totale trainingsvolume nu terugbrengen tot ongeveer 30 %, op normaal niveau blijven trainen. Midweek: 6 tot 8 maal 400 sec op 5Km tempo. (Wielrennen/Zwemmen: 6 tot 8 maal op 95 % van Hf.max, met 1 tot 2 minuten herstel).

Eind van de week LT moet dan verbetering laten zien!(7).

Commentaar op dit onderzoek: Dit is natuurlijk een programma voor getrainde atleten en niet voor beginners. Het accent in sommige sessies op circuittraining vormen is voor veel duuratleten relatief nieuw. Een goede technische uitvoering is hierbij van groot belang om blessures te vermijden. De alternatieve programma's voor wielrenners en zwemmers hebben wij erbij weergegeven omdat er veel vraag naar is. Dus niet alléén lopers maar ook andere duursporters kunnen hiermee hun voordeel doen wanneer het opschuiven van de LT grens een doelstelling is. In de Herstel week moet men het effect van de 6 voorgaande weken gaan realiseren, de midweekse trainingsprikkel blijkt dus erg cruciaal te zijn voor het beoogde effect!

Lactaat testen

Een groep goed getrainde wielrenners rijdt een tijdrit over 60 minuten (gem. snelheid = 40,8 Km per uur), waarbij elke 10 minuten lactaat samples werden genomen. Er werd met een Hf.max van 83 % gereden. Gemiddeld was de lactaat waarde 7,6 mmol.L⁻¹ (range 5 tot 12 mmol.L⁻¹). Er was sprake van een steady state manier van tijdrijden. Wanneer de atleten hun eigen tempo mogen kiezen om een tijd gerelateerde prestatie te leveren dan kunnen zij dat dus kennelijk doen met een veel hogere LT dan de algemeen aangehouden 4 mmol.L⁻¹! Er bleek geen correlatie tussen lactaat concentratie en geleverde prestatie te bestaan. Iemands individuele spiervezeltype lijkt van meer beslissende aard om de prestatie te bepalen. Iemand met meer Type IIa vezels produceert meer lactaat dan iemand met meer Type I vezels, ook bij identieke prestaties. Het verband tussen lactaat waarden gevonden in laboratorium omstandigheden en tijdens het veldwerk is vaak ver te zoeken. Prestatie voorspellen aan de hand van lactaatwaarden is daarmee een hachelijke zaak. **Wat dan wel te doen?** Waarschijnlijk is het lactaat testen het beste te beperken tot **individuele longitudinale tests** met een vastgelegde trainingsbelasting. Een looper zou bijvoorbeeld een lactaat meting kunnen doen na een 20 minuten duurloop met een snelheid van 12 Km per uur om zijn trainingstoestand te meten en deze test in de loop van het seizoen herhalen (3).

LT en hartfrequentie

Veel beginnende atleten hechten veel waarde aan de opvatting dat trainen op de LT grens met ongeveer 90 % van de Hf.max een juiste gang van zaken is. Echter de variatie is van mens tot mens erg groot en met name het fitness niveau van ieder individu speelt een belangrijke rol. Een goed getrainde atleet kan een LTHR (= Lactate-Threshold-Heart-Rate) hebben van 95 % van de Hf.max, maar een beginnende atleet heeft misschien maar 65 of hooguit 70 % van zijn Hf.max om op LTHR niveau te trainen! Uit een onderzoek bij een groep atleten die allen in staat waren om de 10 Km in ongeveer 40 minuten rond te lopen, bleek dat een aantal hun LTHR bij 80 % van de Hf.max bereikten, een aantal bij 90 % Hf.max, een paar bij 85 % Hf.max en een enkeling onder de 80 % Hf.max. Veel variatie dus!

Wanneer men de omstandigheden wil standaardiseren en de test bijvoorbeeld op de loopband laat doen met lactaat prikken, dan is dat toch een vorm van schijn nauwkeurigheid. De Hf. varieert namelijk enorm met de externe omstandigheden. In het laboratorium heerst meestal een temperatuur van ongeveer 18 tot 20 graden Celcius en een relatieve luchtvochtigheid van 40-50 %. Maar wanneer de proeven in een andere omgeving gedaan worden, bijvoorbeeld in een klimaat kamer, met variabele omgevingstemperatuur en luchtvochtigheid, dan varieert de Hf. en lactaatwaarde aanmerkelijk. De in het laboratorium bepaalde LTHR komt veelal niet overeen met de buiten omstandigheden waaronder getraind moet worden!

Ook het gebruik van de Karvonen formule (bepaal de Hf.max en trek daar de rust Hf. vanaf, neem een percentage van het verschil en tel daar de rust Hf. bij op) moet kritisch bekeken worden.

Een voorbeeld van het gebruik van de Karvonen formule: Bepaal de Hfmax, stel dat de uitkomst is 200 sl/min. Bepaal de rust Hf, stel dat die is 70 sl/min. De Hfreserve wordt dan Hfmax minus Hfrust, dus $200 - 70 = 130$ sl/min. Men wil gaan trainen met een intensiteit factor van 80 %. Dan is 80 % van 130 = 104 sl/min. De Hf. voor de training wordt nu $70 + 104 = 174$ sl/min.

Het getal wat je dan vindt wordt dan gebruikt om de LTHR te bepalen, maar men vergeet dan dat het getal dat berekend wordt, namelijk een percentage van de Hf. reserve, ook onderhevig is aan de variabele condities die ook gelden voor een direct percentage nemen van de Hf.max!

Commentaar: In de praktijk van alle dag kun je misschien het beste de ervaring delen van trainers die het volgende experimenteel hebben vastgelegd. Bepaal van een loper zijn 10 Km wedstrijd snelheid onder de omstandigheden die op dat moment gelden en ga met een Hf. die 10 tot 15 slagen per minuut daaronder ligt trainen. Een wielrenner kan bijvoorbeeld een uur lang een bepaald tempo volhouden maar niet langer dan een uur. Dat tempo is dan bepalend met welke Hf. hij zijn LTHR niveau bereikt. Natuurlijk moet men na verloop van tijd, denk hierbij in blokken van 4 tot 6 weken, de LTHR opnieuw bepalen en eventueel bijstellen (8).

Lactate-Threshold-Running-Velocity (=LTRV)

De lactate-threshold-running-velocity (=LTRV) geeft de loopsnelheid weer waarbij een acceptabele grens getrokken wordt om te presteren zonder direct sterk stijgende toename in lactaat in de werkende spieren. Deze LTRV ligt veelal zo'n 2 tot 3 percent onder iemands 10 Km tempo en 5 tot 6 percent boven zijn marathon tempo. Wanneer we deze LTRV grens kunnen verschuiven dan zullen we dat terug zien in het wedstrijd resultaat op de 10 Km of de marathon. Die verschuiving van de LTRV bereik je vooral door langere intervallen te lopen, bijvoorbeeld 6 tot 10 minuten in 10 Km tempo of lange afstanden zoals 25 minuten met een snelheid die 10 tot 15 seconden lager is dan je 10 Km tempo. Algemeen denkt men toch nog vaak dat de LTRV inderdaad geldt voor lange afstanden, maar niet voor bijvoorbeeld 800 meter lopers.

De Otago 800 studie.

Aan de University of Otago (New Zealand) hebben Sleivert en Reid onderzoek gedaan bij een groep (12 mannen en 5 vrouwen) middenafstand lopers. Hun VO₂max was gemiddeld 63,1 ml/kg/min. Goed getrainde atleten dus. Zij lopen de 400, 800, 1500 en 5000 meter als wedstrijden. De start procedure was: eerst de LTRV, VO₂max en loop economie bepalen. Voor het lopen van een goede 800 meter is een goede aërobe basis noodzakelijk, althans dat is de algemene opvatting. Sleivert en Reid vonden echter dat de VO₂max niet goed correleerde met de 800 meter eindtijden. De lopers met een hoge VO₂max waren niet de beste 800 meter lopers, een fenomeen dat we zelf ook vaak hebben kunnen constateren. Dan moet er dus sprake zijn van een anaërobe component die zwaar weegt bij het goed presteren op de 800 meter. Een hoog LTRV betekent hard lopen zonder al teveel lactaat vorming.

Een voorbeeld: Iemand heeft een LTRV van 300 meter per minuut, dat betekent een 800 meter tijd van 2 min 40 sec. Hierbij wordt er dus niet teveel lactaat geproduceerd. Wanneer iemand een LTRV van 250 meter per minuut laat zien, dan zal hij, bij het lopen van een LTRV van 300 meter per minuut, natuurlijk meer lactaat produceren en fatigue slaat toe.

Een ander voorbeeld: Iemand loopt de 800 meter in 2 minuten vlak met een lactaat concentratie van 14 mmol.L^{-1} . Door training van de LTRV wordt de grens opgeschoven naar 12 mmol.L^{-1} . Dat betekent dat wanneer hij nu met 14 mmol.L^{-1} gaat lopen, dan is hij in staat om de 800 meter in 1 min 55 sec te gaan lopen. De tolerantie grens verleggen is het doel en resulteert in snellere tijden.

Een goede VO_2max is wel een voorwaarde om de 800 meter goed te kunnen lopen, denk alleen maar aan de trainingen die zonder goede aërobe basis niet goed te doen zijn. Maar de VO_2max is geen goede voorspeller van de 800 meter wedstrijd tijden! Je moet zuurstof onafhankelijk, dat wil zeggen anaëroob, goed kunnen presteren op de 800 meter om goede tijden te scoren.

Hoe kun je de LTRV grens verbeteren?

Begin altijd eerst met het leggen van een goede aërobe basis, bijvoorbeeld twee maanden met lange duur stukken, heuvel training en enkele interval trainingen op 5 Km tempo.

Een trainingsprogramma dat de LTRV grens verlegt is o.a. deze aanpak. Loop 10 minuten op je 10 Km tempo, dan 3 tot 5 minuten herstel dribbel. Wissel af met langere intervals van 6 minuten op 10 Km tempo en 1 tot 2 minuten herstel dribbel. Doe dit tweemaal per trainingssessie.

Op andere trainingsdagen doe je meer VO_2max werk, bijvoorbeeld een 5 minuten interval op 5 Km tempo en een met 3 minuten interval in 3 Km tempo. De VO_2max stijgt en neemt de LTRV mee in verbetering.

Het spreekt bijna vanzelf maar we willen toch even benadrukken dat de herstel dribbels in het begin de langste tijd hebben, namelijk 5 minuten en dan later naar 3 minuten terug gebracht worden.

Verder moet je vooral ook aandacht schenken aan het ontwikkelen van je 400 meter tijden. Het verbeteren van je anaërobe vermogen door 400 meter trainingen is een zeer wezenlijk onderdeel van de totale 800 meter training. Dat kun je bijvoorbeeld bereiken door interval arbeid te doen zoals 200 meter lopen in een tempo dat 2 seconden sneller is dan je 800 meter tijd en 400 meter interval lopen die 3 seconden per 400 meter sneller zijn dan je 800 meter snelheid.

Om de fatigue zo ver mogelijk weg te houden kun je overwegen om 1000 meter interval lopen te doen waarbij de eerste 800 meter gaat in een tempo dat 30 seconden lager ligt dan de 800 meter wedstrijd tijd en dan de laatste 200 meter in precies de wedstrijd snelheid. Of, als variant, 200 meter interval lopen met een snelheid die gelijk is aan de wedstrijd snelheid en dan maar 10 seconden hersteltijd tussen elke loop. Tot slot een paar 300 meter lopen, de eerste 100 meter rustig lopen en dan de laatste 200 meter op wedstrijd snelheid. Hersteltijd niet meer dan 60 seconden ertussen.

Een zware 'lactaat' training is als volgt in te richten:

Loop 40 sec op 400 meter wedstrijd tempo, met 20 sec herstel ertussen. Loop 2 series van elk 5 tot 6 herhalingen en bouw dit uit tot 2 series van 10 tot 12 herhalingen in een 6 weken macrocyclus. Je anaërobe vermogen zal aanzienlijk verbeteren en je VO₂max zal niet dalen! Als variatie kun je dan 200 meter lopen gebruiken die op een snelheid gedaan worden die 2 sec sneller is dan je 800 meter tempo., met 30 tot 45 sec herstel dribbel ertussen. Ook hier kun je uitbouwen naar 10 tot 12 herhalingen. Loop elke week minstens eenmaal een 45 minuten duurloop als onderhoudstraining voor een goede VO₂max en LRTV.

Aanpassing van het energie metabolisme door anaërobe training

Bekende effecten van krachttraining zijn creatine fosfaat (=CP) en glycogeen toename in rust. De glycolytische enzymen en het enzym lactaat-dehydrogenase (=LDH) worden door krachttraining geprikkeld tot hogere activiteit. De spierhypertrofie vooral van Type IIa en Type IIb vezels speelt hierin een belangrijke rol. Belangrijk punt is volgens ons dat men zich moet realiseren dat de aërobe capaciteit van de spieren gaat dalen omdat hypertrofie **niet** vergezeld gaat van toename in mitochondria of capillairen.

Aanpassingen in de sprinttrainingen verlopen iets anders. De spieren moeten ook intensief werken maar dan wel tegen een lagere weerstand! Veel onderzoeken laten géén veranderingen in concentraties in energiesystemen zien wanneer de atleten een sprinttraining ondergaan. Andere studies laten een lichte stijging van de enzym activiteit van het ATP-CP systeem en de mitochondriale enzymen zien, enzymen van het lactaat systeem stijgen meer.

ATP regeneratie wordt sterk beïnvloed door tijdsduur van sprinten, interval tijdsduur en frequentie van training. Korte, explosieve sprintvormen (= <10 sec) gaven wel aanpassingen van ATP-CP systeem te zien, langere sprintvormen (=>10 sec) gaven aanpassingen van het aërobe systeem te zien. Een effectvol trainingsprogramma laat een toename in Type IIa vezels zien, spier hypertrofie en een toename in sarcoplasmatisch reticulum volume wat weer resulteert in het vrijmaken van meer Ca²⁺ wanneer de spier getraind wordt.

Trainen met behulp van hartfrequentie (=Hf) meters?

Lopen op LT niveau in tempo interval runs die tussen 3 en 10 minuten duren is een afwisselende vorm van trainen met als doel de LT drempel te laten verschuiven. Tussen elke run een hersteltijd van maximaal 1 minuut. Sommige atleten lopen graag op een tempo dat gekoppeld is aan hun 10 Km tempo. Maar ze realiseren zich vaak niet dat met name de terrein gesteldheid (heuvels of vlak), wind tegen of mee, temperatuur wisselingen, enz een belangrijke invloed hebben op de trainingsintensiteit. Je bent dan niet meer optimaal bezig om op LT niveau te trainen en dat zal het resultaat negatief beïnvloeden. **Wat is het alternatief?**

Onderzoek laat zien dat lopen op LT niveau gepaard gaat met een intensiteit die overeenkomt met 80 tot 88 % van de VO₂max en de daarbij behorende Hf komt in de

range van 85-92 % van de Hfmax te liggen. Natuurlijk moet je dan eerst je Hfmax bepalen. Voor lopers is dat een andere waarde dan voor wielrenners of zwemmers. Gebruik, wanneer het enigszins mogelijk is, geen formules om de individuele Hfmax te voorspellen! De formules gebruiken wij uitsluitend wanneer een 'echt' Hfmax niet bepaald kan worden. In de sport praktijk is dat vrijwel altijd wel mogelijk, bij patiënten niet altijd en dan gebruik je de formules. Een goed toepasbare formule is bijvoorbeeld die van Ilmarinen, die luidt: $Hfmax = 220 - (0,9 \times leeftijd)$, dus iemand van 50 jaar heeft dan een geschatte Hfmax van $220 - 45 = 175$ sl/min.

Bij goed getrainde veteranen (> 40 jaar) kan men de formules toepassen die op de John Moores University (Liverpool,UK) zijn ontwikkeld.

Voor Mannen: $Hfmax = 202 - (0,55 \times leeftijd)$ en

Voor Vrouwen: $Hfmax = 216 - (1,09 \times leeftijd)$.

Een vergelijking tussen de resultaten van de formule van Ilmarinen en die van John Moores University zien er dan als volgt uit:

Tabel A.

	Berekenen Hfmax met:	Hf.max.
Man 40 jaar	Formule Ilmarinen	184 sl/min
Man 40 jaar	Formule Moores	182 sl/min
Vrouw 40 jaar	Formule Ilmarinen	184 sl/min
Vrouw 40 jaar	Formule Moores	172 sl/min
Man 50 jaar	Formule Ilmarinen	175 sl/min
Man 50 jaar	Formule Moores	177 sl/min
Vrouw 50 jaar	Formule Ilmarinen	175 sl/min
Vrouw 50 jaar	Formule Moores	162 sl/min

In **Tabel A** zien we dat er bij de mannen van 40 en 50 jaar nauwelijks verschil is tussen de berekening via de formule van Ilmarinen en die van de Moores University. Maar bij de vrouwen is er wel degelijk sprake van een fors verschil. Een mogelijke verklaring kan zijn dat de vrouwen de laatste twintig jaar pas meer aan duursport zijn gaan doen. Het aantal deelnemers is echter flink aan het groeien en het is heel goed mogelijk dat over een paar jaar de Hfmax waarden dichterbij elkaar komen te liggen, hetzelfde beeld als bij de mannen.

Dus het bepalen van iemands Hfmax is een absolute voorwaarde om goed op LT niveau te kunnen gaan trainen, anders zijn de variaties veel te groot!

Belangrijk is om ons te realiseren dat er een **duidelijk verschil** is tussen het percentage van de VO2max en het percentage van de Hfmax. Zij mogen onder geen beding 'zomaar' gelijkgesteld worden. In **Tabel B** staan de verschillen in % tussen VO2max en Hfmax bij elkaar gezet.

Tabel B

% VO2max	Komt overeen met	% Hfmax
50 %		66 %
55 %		70 %
60 %		74 %
65 %		77 %
70 %		81 %
75 %		85 %
80 %		88 %
85 %		92 %
90 %		96 %

Wanneer iemand met 85 % Hfmax traint dan komt dat overeen met 75 % VO2max. In de trainingspraktijk wordt veruit het meest getraind met een percentage van de Hfmax omdat die gemakkelijker te bepalen is dan het percentage VO2max, dat laatste percentage wordt vaker in laboratorium onderzoek gebruikt (9).

Wanneer we de totale trainingsliteratuur overzien dan kan men concluderen dat er overeenstemming bestaat over de navolgende **classificatie**.

Tot 50 % VO2max (= 66 % Hfmax) noemen we **lichte** arbeid of training.

Van 50 tot 75 % VO2max (= 66 tot 85 % Hfmax) noemen we **gemiddelde** arbeid of training.

Vanaf 75 % of hoger VO2max (= > 85 % Hfmax) noemen we **zware** arbeid of training.

Rond 100 % VO2max (= 100 % Hfmax) noemen we **maximale** arbeid of training.

Het American College of Sports Medicine (=ACSM) heeft in 1998 voorgesteld om als alternatief voor het bepalen van de intensiteit van trainen de VO2 reserve (dat is VO2max minus de rust VO2) in te voeren maar dat is nooit helemaal gelukt.

Acute effecten van inspanning kunnen een paar minuten duren maar kunnen ook een paar dagen aanhouden, sterk individueel gebonden.

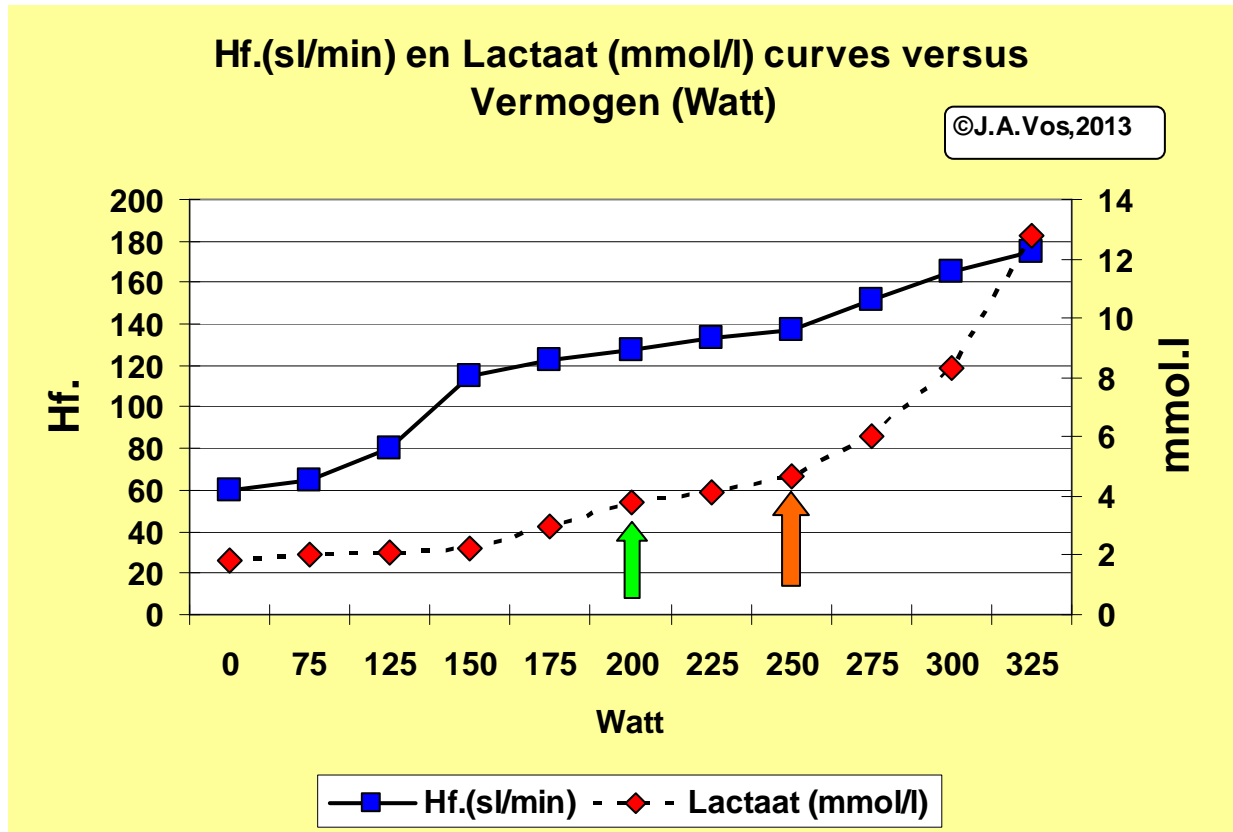
Chronische effecten van langdurige inspanning duren een paar dagen tot zelfs een aantal maanden nadat men gestopt is.

Een ander punt is dat de range van 85-92 % van de Hfmax om de LT te trainen gebaseerd is op een **gemiddelde** waarde. Maar topsporters kunnen trainen op waarden die boven 92 % liggen en anderen op waarden die de 80 % amper halen. Ook hier is een grote variatie mogelijk. Men moet dus wel degelijk naast de Hfmax **ook** de LT drempel eerst bepalen alvorens te gaan trainen op percentages van de Hfmax.

Een derde methode is verder nog lopen op het ademhalingsritme, bijvoorbeeld 2 stappen (rechts en links) en dan inademen en daarna 2 stappen uitademen. Dat kan ook 3 stappen in- en 3 stappen uitademen zijn. De 2 op 2 methode komt voor veel atleten op trainen op LT niveau neer. De duur van die trainingen ligt vaak op 20 minuten. Kan men de 2 op 2 ademhaling niet langer handhaven en moet men naar 2 op 1 of 1 op 2 overschakelen, dan is dat het teken dat je te hard gaat en boven de LT drempel bezig bent, terugschakelen naar 2 op 2 is dan gewenst om weer op LT niveau

te trainen.

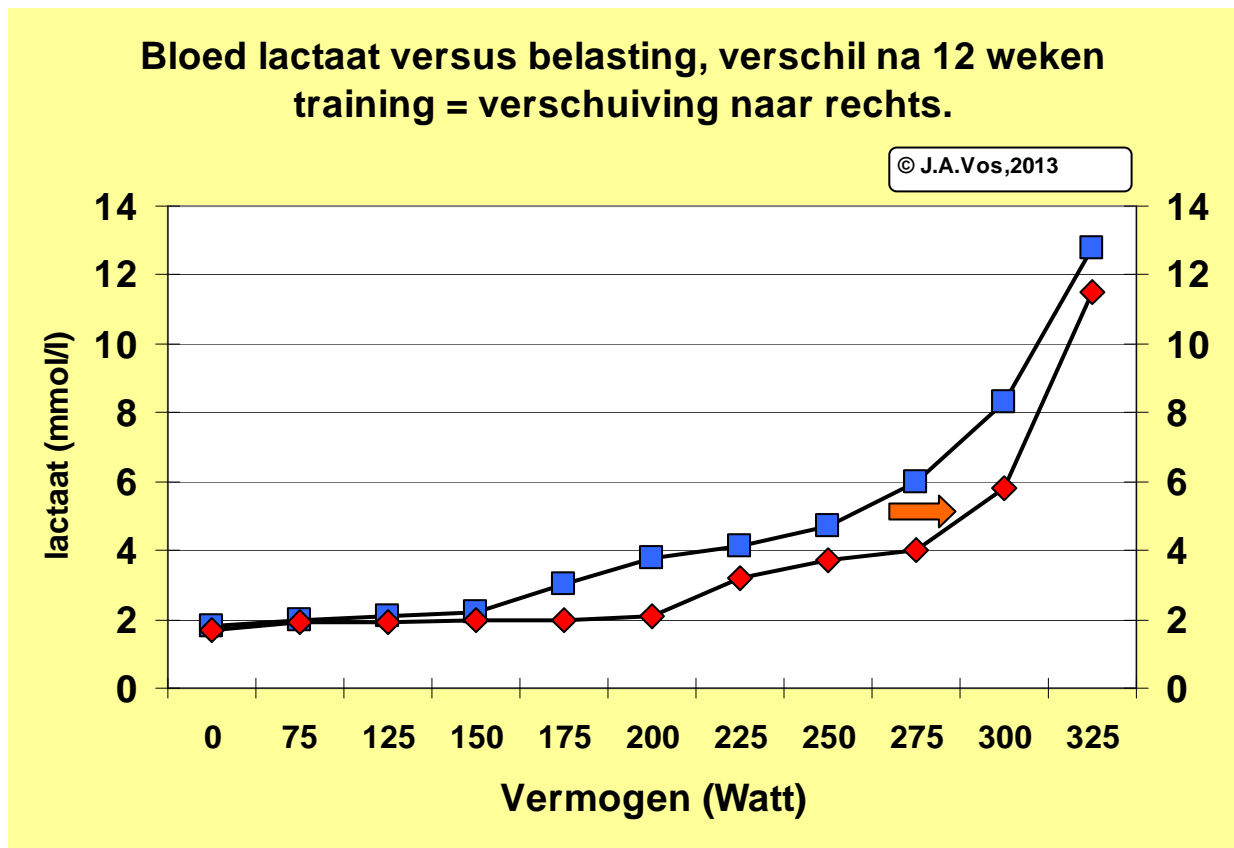
Het beste advies is waarschijnlijk dat men goed zijn LT drempel moet bepalen en dat de bijbehorende Hf in een smalle range gecontroleerd blijft in combinatie met een 2 op 2 ademhalingsritme.



Grafiek 1

Een praktijkvoorbeeld van het bepalen van iemands anaërobe drempel (AT). Algemeen wordt daarbij een omslagpunt bij 4 mmol.L^{-1} aangehouden, maar zoals we hier duidelijk zien is bij de groene pijl de 4 mmol.L^{-1} grens al bereikt maar bij de oranje pijl is de waarde maar iets boven de 4 mmol.L^{-1} grens. Het tijdstip waarop de bepaling gedaan wordt is dus zeer bepalend over de uitspraak waar de AT grens ligt! Dat kan zomaar 50 Watt verschil opleveren en dat is nogal wat! Het berekenen met behulp van een computer van het omslagpunt is soms een schijnnaauwkeurigheid te noemen omdat er bijvoorbeeld onvoldoende meetpunten zijn genomen om een goede, correcte curve te maken.

Afgezien van het bepalen van de anaërobe drempel is het doel van trainen vooral het opschuiven naar rechts van de lactaatcurve. Dat kan, met gerichte training, al na verloop van een aantal weken plaatsvinden. Wel is daarbij van belang om zich te realiseren dat de trainingmethode van groot belang is. Een regelmatige duurtraining, met dezelfde snelheid uitgevoerd, zal weinig of geen verschuiving laten zien. Een intensieve interval training daarentegen heeft wel degelijk effect op het aanpassen van de AT drempel.



Grafiek 2.

Een tweede praktijk voorbeeld. Na 12 weken training laat iemand hier zien dat de blauwe curve naar rechts verschoven is (rode curve). Met andere woorden hij bereikt de 4 mmol.L^{-1} grens (AT drempel) in een later stadium, pas 50 Watt later dan vóór de trainingsperiode. De maximale waarde verschilt nauwelijks met de beginwaarde.

Duurtraining

Duurtraining van lichte tot gemiddelde intensiteit laat in de spieren het vet metabolisme aandeel toenemen in vergelijking tot de koolhydraat stofwisseling, met andere woorden duurtraining laat de oxidatieve capaciteit van de spieren toenemen, meer vetten kunnen worden verbrand ten opzichte van de koolhydraten. Dit is ook de 'claim' die de fitness industrie naar voren schuift om te zware of obese mensen zover te krijgen dat ze naar de sportschool gaan. Maar dan is het plaatje niet helemaal compleet want dan moeten ze er ook bij vermelden dat de trainingstijd aanzienlijk moet worden opgevoerd...

Duurtraining verhoogt het aandeel van de vetverbranding ten opzichte van koolhydraat deelname wanneer:

- 1). De tijdsduur van de training minstens 30 minuten bedraagt.

- 2). De intensiteit tenminste 50 % VO₂max (= 66 % Hfmax) is.
- 3). Er minimaal drie keer per week getraind wordt.
- 4). Er grote spiergroepen geactiveerd worden zoals bij lopen, zwemmen, wielrennen, langlaufen, enz, het geval is.

De toename in VO₂max moet in eerste instantie aan een toename van de cardiac output (dat is de hoeveelheid bloed die per minuut onder maximale omstandigheden wordt rondgepompt) worden toegeschreven.

In het nog niet eens zo lang geleden dat veel lange afstand atleten uitsluitend met lange duurtrainingen hun trainingen inrichten. Daar werd later, ter afwisseling, de Fartlek trainingsvorm aan toegevoegd. Het was de bekende Belgische loper Gaston Roelants die de Fartlek training populair maakte in West Europa. Hij bracht die trainingsvorm mee van trainingskampen in Midden Zweden. De Fartlek training maakt optimaal gebruik van het terrein waarin getraind wordt, dus heuveltjes, ruige ondergrond waardoor de benen goed moeten worden opgetild, zandpaden, enz., een zwaardere trainingsvorm dan een duurloop over vlakke ondergrond.

Wat kan duurtraining zoal veranderen in de celhuishouding van de spieren?

In de eerste plaats het aantal en de grootte van de mitochondria neemt toe door duurtraining. Een praktijk voorbeeld. Na zes maanden duurtraining volgen vindt er een verdubbeling plaats in aantal en grootte. Ook ziet men een toename van enzymen van de citroenzuur cyclus evenals carnitine acyltransferase I en II, enzymen voor β oxidatie en de componenten van de elektron transport keten. Deze aanpassingen verhogen het vermogen van spieren om ATP te resynthetiseren van de aërobe afbraak van koolhydraten en vetten.

Verder zien we in getrainde spieren dat ze minder glucose uit het plasma opnemen dan ongetrainde spieren, dit alles tijdens inspanning. Dit noemt men ook wel het glucogeen sparend effect. Door dit effect neemt de hoeveelheid spierglycogeen ook toe. Ook laat inspanning de insuline gevoeligheid toenemen. Bekend is nu dat met name mensen die tegen diabetes Type II aanleunen er goed aan doen om regelmatig inspanning te gaan doen, daar is dit effect mee verbonden. Duurtraining lijkt géén effect te hebben op de activiteit van glycolytische enzymen! Middels spierbiopten zag men dat de spieren van duuratleten lage glycolytische enzymwaarden scoorden, dat kan in verband gebracht worden met veel Type I vezels, maar dat ligt niet aan het trainingseffect.

Tot slot zien we het aantal myocellulaire triacylglycerolen en de opname van vetzuren uit het plasma toenemen omdat de capillaire densiteit (= het aantal bloed capillairen per spiervezel) toeneemt. Duurtraining laat geen effect zien op de lipolytische snelheid in het vetweefsel zowel in rust als bij inspanning. Lage plasma glucose opname in getrainde spieren leidt tot een hoger aandeel van vetten in de energie productie tijdens inspanning. Het grootste deel van de onderzoeken op dit gebied laten een stijging zien in afbraak van myocellulaire triacylglycerolen en niet in plasma vetzuren. De mate van inspanning, voedingsstatus en hoeveelheid spiermassa die aan de training deelneemt zijn van invloed op het resultaat en maken conclusies nogal complex.

Tegenwoordig zijn er meer verschillende trainingsvormen die in duurvorm gedaan kunnen worden. Zij beogen wel een verschillende effect.

- A. Lange duurtraining van minimaal een uur. Na verloop van tijd ziet men weinig verandering meer in VO₂max, het aëroob vermogen. Deze trainingsvorm kan men dan handhaven als onderhoudstraining, maar niet als hoofd trainingsvorm.
- B. Wil men toch nog in aëroob vermogen toenemen dan kunnen aërobe trainingen van maximaal 45 minuten in hoog tempo daartoe bijdragen.
- C. Trainen met aërobe arbeid rond de lactaat drempel. Dat betekent interval werk tussen 8 en 20 minuten. Dit laat een verbetering van het aërobe niveau zien waarop getraind wordt.
- D. VO₂max niveau trainen. Interval stukken lopen die tussen 3 en 8 minuten liggen. Lactaat wordt effectiever omgezet.
- E. Verbeteren van anaëroob vermogen. Train met hoge intensiteit met intervallen van 30 sec tot 3 minuten. In combinatie met D werkt deze training optimaal.
- F. Puur anaëroob trainen, dat zijn sprint vormen tot ongeveer 10 sec. Train dit het gehele jaar door regelmatig.

Wat is een comfortabele snelheid bij het lopen?

Vanuit de praktijk kan men stellen dat een prettige snelheid om te trainen, waarbij de kans op blessures of overtraining erg klein is, voor de groep atleten die niet direct gericht is op wedstrijd/topsport als volgt ingericht kan worden:

Mannen: 12 km/uur, dat wil zeggen 200 meter/ minuut (sd = 25 meter/min) en

Vrouwen: 8,5 km/uur, dat wil zeggen 140 meter/ minuut (sd = 4 meter/min).

Commentaar op dit onderzoek: De sd staat voor standaard deviatie, de spreiding in de meetresultaten die bij groepen mannen en vrouwen gedaan zijn die aangaven dat zij op dat moment met een comfortabele snelheid aan het trainen waren. Opvallend is de zeer geringe sd van 4 meter/ minuut bij de vrouwen die onderzocht zijn. Kennelijk lopen vrouwen bij die snelheid van 140 meter/ minuut of 8,5 km/uur prettig. Wanneer men het calorie verbruik in aanmerking neemt dan is dat bij de mannen die 12 km/uur lopen ongeveer 850 Kcal/uur en bij de vrouwen die 8,5 km/uur lopen ongeveer 550 Kcal/uur. Met deze praktische aanwijzingen kan men de trainingen aangenaam inrichten en dat betekent dat de mensen plezier blijven houden in bewegen, een heel belangrijk voordeel om dit toe te passen.

Voor diegene die ook graag wil weten hoeveel een gram koolhydraten of vet of eiwit bij verbranding oplevert, hieronder een aanvullend overzicht.

1 gram koolhydraat = 4,1 Kcal = 17,2 kJ.

1 gram vet = 9,4 Kcal = 39,6 kJ.

1 gram eiwit = 4,1 Kcal = 17,2 kJ.

Hierbij nog een paar begrippen die veel gebruikt worden in de trainingspraktijk maar helaas ook nogal eens door elkaar gehaald worden:

Arbeid = Kracht x Weg en wordt uitgedrukt in Newtonmeter (=Nm) of in Joule (=J).

Vermogen = Arbeid : Tijd en wordt uitgedrukt in Watt (=W).

Snelheid = Afstand : Tijd en wordt uitgedrukt in meters per seconde (=m/sec).

Kracht = Massa x Versnelling en wordt uitgedrukt in Newton (=N).

1 MET = (Metabolic EquivalenT) = 3,5 mlO₂/kg/min = ruststofwisseling!

Gebruik van Hf.meters in de praktijk

Belangrijke, wij noemen ze **de tien gouden punten**, waaraan gedacht moet worden bij trainen met behulp van Hf. Meters zijn o.a.:

1). Formules zoals die van Ilmarinen of van de Moores University alléén toepassen wanneer we met ouderen boven 45-50 jaar en patiënten te maken hebben. Bij alle andere gelegenheden, ook bij klachtenvrije ongetrainde mannen en vrouwen, altijd proberen om de echte Hfmax te bepalen. **Hoe doe je dat?** Doe een goede Hf.meter om. Laat de man/vrouw, na een goede warm-up, geleidelijk steeds sneller lopen tot hij/zij zo hard mogelijk loopt/fietst/zwemt/enz. Wanneer de maximale snelheid zo'n 10 tot 15 seconden wordt volgehouden dan heeft men zijn Hfmax bereikt. Wanneer de registratie in de vorm van een curve zichtbaar gemaakt kan worden dan moet er een duidelijk plateau te zien zijn alvorens de Hfmax weer gaat dalen! Twijfelt men over de juistheid van de registratie dan kan men een paar dagen later, onder dezelfde omstandigheden, de maximale proef nog eens herhalen. Er mogen niet meer dan een paar slagen verschil te zien zijn tussen beide waarnemingen! Die paar slagen zijn de dag tot dag variatie, een natuurlijk fysiologisch fenomeen.

2). Wanneer men de 'echte' rust Hf. Wil meten dan moet de Hf. direct na het natuurlijk ontwaken worden gemeten, niet met een schrik wakker worden of via een alarm dus!

Eventueel deze waarneming op vergelijkbare dagen herhalen.

3). De Hf. registraties tijdens de trainingen zijn géén maatstaf voor de Hf. die tijdens de wedstrijd gelopen zullen worden, dat kan wel tot 20 sl/min verschillen!

4). Tijdens warme zomers zoals we die de laatste paar jaren een aantal malen gehad hebben, moet men rekening houden met sterk vochtverlies door transpiratie. Een vuistregel die hier kan gelden luidt: Elke procent daling in lichaamsgewicht komt overeen met ongeveer 7 sl/min toename in hartfrequentie!

5). Overdenk goed wat je met een goed, gestandaardiseerd testparcours wil bereiken. Kijk voor voorbeelden op onze website www.ja-vos.nl bijvoorbeeld eens naar de publicatie Historisch Overzicht Telemetrie 1950-2007. Daar staan heuvelachtige standaard testparcoursen in de omgeving van Nijmegen/Groesbeek in vermeld die respectievelijk 10 en 17,1 Km lang zijn en voor het wielrennen het 28 Km lange parcours waar ook veel terreinvariatie in is opgenomen. Op die manier kregen we van de honderden atleten die we gemeten hebben een uitstekende indruk van hun presteren, o.a. ook hun herstel Hf. onderweg, enz.

6). Maak goede afspraken met de te testen personen over tijdstip van de testen, onder welke omstandigheden die wel of niet doorgaan, hoelang de test gaat duren, enz.

7). Leg de externe waarden zoals buitentemperatuur, windsnelheid en richting, luchtvochtigheid, enz. vast. Dit in verband met het eindoordeel maar ook voor een vervolg test om onder gelijke omstandigheden te meten.

8). Geef aan welke kleding en schoeisel gewenst zijn om de test goed uit te kunnen

voeren.

9). Plan de testen zorgvuldig in een jaartrainingsplan of houdt goed rekening met de periodisering van de training.

10). Bespreek de testresultaten met de atleet/begeleiding en licht de testresultaten duidelijk toe! (8).

Herstel na afloop van training of wedstrijd

EPOC (zie blz 4, Deel I van deze serie over Lactaat) is het fenomeen dat na inspanning nog soms uren doorgaat voordat de uitgang rustwaarde is hersteld. Het lichaam verbrandt 'liever' onverzadigde vetzuren uit olijfolie voor EPOC dan onverzadigde vetzuren uit vlees en/of snacks. Iemand die inactief is verbrandt 'liever' enkelvoudige onverzadigde vetzuren. Is men wel actief die dag dan aanvullen van glycogeen reserves en herstel spierweefsel, daar is energie voor nodig. Na de krachttraining de energie bij voorkeur halen uit vet.

Een praktijk voorbeeld: Aan een onderzoek deden 38 vrouwen mee. Zij werden in 4 groepen ingedeeld. Vóór het ontbijt zag het programma dat ze volgden er als volgt uit:

Groep 1). Rust; Groep 2). 2 uur fietsen met 25 % VO₂max(= lichte arbeid); Groep 3). 30 tot 45 minuten op 65 % VO₂max (=gemiddelde arbeid); Groep 4). 3 maal 10 minuten op 85 % VO₂max (= zware arbeid). Daarna ontbijt. In het ingenomen voedsel zijn palmitaat (verzadigd vetzuur in o.a. vlees en snacks) en oleaat (enkelvoudig verzadigd vetzuur uit olijfolie) gelabeld. Via urine en uitademingslucht wordt bepaald hoeveel vet er is verbrand. Tussen de middag een lunch en eind van de middag een diner zonder gemerkte vetzuren. De benodigde energie werd vooral uit de vetten gehaald, nauwelijks meer palmitaat maar wel meer oleaat.

Na gemiddelde inspanning (groep 3) verbranden de pp. 17 % van ingenomen palmitaat. Pp. die niets deden 12 % palmitaat. Pp. verbranden 54 % van gelabelde oleaat en diegenen die niets deden 33 %. Advies onderzoekers: vervang verzadigde door onverzadigde vetzuren, je blijft beter op gewicht en het spierherstel wordt bevorderd.

Na een zware training mag men verwachten dat een herstel gaat optreden bij normaal functioneren. Dat herstel is echter sterk gebonden aan iemands trainingsniveau, leeftijd, man/vrouw, enz. Vandaar de soms nogal grote spreiding in tijden van herstel. Hieronder vatten we de gangbare algemene richtlijnen, verzameld uit beschikbare literatuur, voor u samen.

1). Voorraad ATP en CP weer op uitgangsniveau: 2 tot 5 minuten herstel na afloop van de training.

2). Lactaat: zo'n 30 tot 60 minuten na afloop weg uit spier en bloed, de rustwaarde voor lactaat is dan weer teruggekeerd.

3). Zuurstof niveau (EPOC): tussen 10 en 60 seconden na afloop zijn beginwaarden weer hersteld.

4). Resynthese spierglycogeen: tussen 5 en 24 uur en bij stevige intervaltraining tussen 10 en 48 uur.

5). Voorraad leverglycogeen weer op peil: tussen 12 en 24 uur.

Metabole veranderingen na het stoppen met intensieve training

Wanneer we stoppen met intensieve duurtraining treden de volgende veranderingen op:

- 1). Afname in aantal en grootte van de mitochondriën.
- 2). Afname in hoeveelheid enzymen in de citroenzuur cyclus.
- 3). Afname in hoeveelheid enzymen voor β oxidatie.
- 4). Afname in GLUT4.
- 5). Afname in glycogeen.
- 6). Afname in glycogen synthase.
- 7). Afname in capillaire dichtheid.
- 8). Afname in lipoproteïne lipase.
- 9). Type I vezels—IIa—IIb.

Wanneer we stoppen met intensieve sprinttraining treden de volgende veranderingen op:

- 1). Afname in dwarsdoorsnede gebied vooral Type IIa en Type IIb vezels.
- 2). Afname in glycogeen.
- 3). Afname in glycolytische hoeveelheid enzymen en LDH.

Maar hoeveel minder moet men dan trainen om de gewonnen aanpassingen op peil te houden?

Dat ligt tussen 60 en 90 % van de maximale intensiteit wanneer veel resultaat van verschillende onderzoeken bijeengenomen worden. Een grote range dus!!

Het is echter vooral de trainingsfrequentie die in het oog gehouden moet worden. Van de totale training moet men niet meer dan 30 % afhalen, dus bij 10 trainingseenheden per week gaat men niet verder terug dan 7 trainingen. Deze opvatting heeft nog lang geen post gevat, men is te gauw geneigd om veel minder trainingen in te voeren en daarmee gaat het gewonnen trainingseffect verloren.

Literatuur

1. Marcinik, E.J., Potts J., Schlabach, G., Will S., Dawson, P. and Hurley, B.F., (1991), Effects of Strength Training on Lactate Threshold and Endurance Performance, in Med Sc Sports and Exercise, vol.23(6), pp 739-743.
2. Holloszy, J.O., (1975), Skeletal Muscle Respiratory Capacity, Endurance and Glycogen Utilization, Amer J of Physiol., vol.228(4), pp 1029-33.
3. Allen W.K., Seals D.R., Hurley B.F., Ehsani A.A. and Hagberg, J.M., (1985), Lactate Threshold and distance running performance in young and older athletes, J of Appl Physiol., vol 58(4), pp 1281-84.
4. McDermott, J.C., Bonen A., (1993), Endurance Training Increases Skeletal Muscle Lactate Transport, Acta Physiol Scand, vol.147(3), pp 323-27.
5. Anderson O., (1992), Lactic Acid Tolerance Training: Floods of Lactic Acid aren't Necessarily Bad- If you Can Endure them. Running Research News,

- vol.8 (6), pp.1-4.
6. Fitts R.H., Booth F., Winder W. and Holloszy J.,(1975), Skeletal Muscle Respiratory Capacity, Endurance and Glycogen Utilization, Amer J of Physiol, vol.228(4), pp 1029 – 33.
 7. Myburgh K.H., Viljoen A. and Tereblanche S.,(2001), Plasma lactate concentrations for self-selected maximal effort lasting 1 h., Med and Science in Sports and Exercise 33(1), pp 152 -56.
 8. Vos, J.A., (2008), Toelichting bij Historisch Overzicht Telemetrie, tekst, 1950 – 2007. Artikel op website www.ja-vos.nl/publicaties.
 9. Vos,J.A.,(2009), Ergometrie en Trainingsbegeleiding, 6^{de} druk, Uitg.NPI, Amersfoort.
 10. www.ja-vos.nl en www.fitvos.nl