

# **Lactaat Deel II: Lactaadrempels en -testen**

**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**

In dit tweede deel van een artikel serie van drie delen, allen vermeld op deze website, gaan we verder in op de rol van **lactaat bij training**.

## **Inhoud van dit artikel:**

Lactaat en Training, blz 1.

Lactaat Shuttle, blz 3.

Lactaat Threshold (=LT) of Lactaat Drempel, blz 4.

Lactaat Threshold Velocity (=LTV) training, blz 7.

Hoe nauwkeurig zijn de lactaat bepalingen?, blz 7.

Hoe gevoelig is de lactaat bepaling om verandering in fitness vast te leggen?, blz 8.

Maximale Lactaat Steady State tempo training (=MLSS), blz 8.

Trainingsonderzoek naar MLSS, blz 9.

Literatuurlijst, blz 10.

## **Lactaat en Training**

In rust (steady state) is de bloedlactaat waarde ongeveer 1 mmol.L<sup>-1</sup>. Wanneer we de training starten dan verstoren we de steady state en neemt de hoeveelheid lactaat in het bloed toe. Na ongeveer 1 minuut trainen met hoge intensiteit kunnen we een

concentratie stijging in het bloed van het lactaat waarnemen. Een soort na-ijl effect dus, in het bloed vinden we de hogere lactaat waarden later dan in de spier. In absolute waarden bereiken de lactaatwaarden in de spier een hoger niveau dan in het bloed. Dat komt omdat andere spieren zoals het hart en de lever ook lactaat uit de werkende spieren opnemen. De piekwaarde wordt tussen de 4<sup>de</sup> en 10<sup>de</sup> minuut na de start van zware training gemeten.

Na een 'explosieve' zware wedstrijd die tussen 60 en 90 seconden duurt kan er in de skeletspieren bijvoorbeeld tot 30 mmol.L<sup>-1</sup> lactaat gemeten worden en een paar minuten later in het bloed 22 mmol.L<sup>-1</sup>. Een aanzienlijk verschil dus. Echter spier lactaat bepalingen met behulp van spierbiopten zijn zeer belastend en daarom wordt er in de trainingspraktijk veelal gebruik gemaakt van bloed waarde bepalingen. Via vingertip of oorlel wordt dan bloed afgenomen voor analyse. Afnemen van bloed moet wel op een correcte manier gebeuren, hygiënisch omdat vervuiling door o.a. transpiratie de uitslag enorm kan beïnvloeden. De huidige generatie portable lactaat meters zijn voor het veldwerk betrouwbaar genoeg wanneer de instructies goed opgevolgd worden. De lactaat respons is niet alleen afhankelijk van duurtijd van de training en intensiteit maar ook erfelijkheid (spiervezel verhouding bijvoorbeeld), voeding (koolhydraat rijke voeding laat de lactaat spiegel stijgen), type training (aërobe duurtraining laat de lactaat concentratie dalen), leeftijd (kinderen hebben een lagere lactaat waarde bij vergelijkbare trainingsintensiteit dan volwassenen, ook de maximale lactaat waarde is bij kinderen lager dan bij volwassenen). Er zijn dus nogal wat factoren die de lactaat waarde bij inspanning beïnvloeden.

In de internationale literatuur wordt de lactaat drempel of lactate threshold (=LT) gedefinieerd als 1) de inspanningsintensiteit waarbij bloed lactaat gaat stijgen, 2) de inspanningsintensiteit waarbij de bloedlactaat concentratie ligt op 1 mmol.L<sup>-1</sup>. of 3) de inspanningsintensiteit die overeenkomt met 2,5 mmol.L<sup>-1</sup>.

De anaërobe drempel of anaerobic threshold wordt omschreven als de inspanningsintensiteit waarbij de bloedlactaat waarde gaat toenemen of de bloedlactaat concentratie de 4 mmol.L<sup>-1</sup>. grens bereikt.

OBLA (=Onset of Blood Lactate Concentration) is de inspanningsintensiteit die overeenkomt met een bloedlactaat concentratie van 4 mmol.L<sup>-1</sup>, hetzelfde als deel 2 van de anaërobe drempel omschrijving hierboven!

De IAT (=Individual Anaerobic Threshold) is de maximale inspanningsintensiteit die gewoonlijk na 20 tot 30 minuten zonder toename van bloed lactaat concentraties (=MLSS=Maximal Lactate Steady State) waar te nemen valt.

Al deze definities maken het begrip lactaat drempel er niet duidelijker op!

**Er is namelijk géén vast punt van overgang tussen aërobe en anaërobe arbeid!**

De 4 mmol.L<sup>-1</sup> grens is een arbitraire en geen harde fysiologische drempel. Pyruvaat kan na de glycolyse 'kiezen' voor een aërobe route, via AcetylCoA, of een anaërobe route. Wanneer de inspanningsintensiteit vrij plotseling gaat stijgen dan is de anaërobe route de keuze die vaker gemaakt wordt maar van een 'vaste' drempel voor lactaat productie of accumulatie is geen sprake. De lactaat intensiteit curve kan men echter wel gebruiken om individueel de aërobe effecten van trainingsprogramma's te evalueren. Men doet er dan goed aan om de intensiteit van inspanning in overeenstemming te brengen met de bloed lactaat concentratie, bijvoorbeeld met de 4

mmol.L<sup>-1</sup> grens.

Stel dat je bij iemand een zeer goede VO<sub>2</sub>max van 70 ml/kg/min gemeten hebt en dat zijn lactaat drempel (=LT) bereikt werd bij 75 % van die VO<sub>2</sub>max, dus bij ongeveer 53 ml/kg/min. **Waar moet je dan het accent gaan leggen om de prestatie nog te verbeteren?**

In ons voorbeeld hierboven besloot de atleet om een HIT = High Intensity Training te gaan doen. Hij combineerde zware interval training met een hoog aantal kilometers per week hardlopen (130 Km per week). Na ruim twee maanden werd hij weer getest en tot zijn teleurstelling bleek dat de VO<sub>2</sub>max nauwelijks veranderd was, namelijk 71 ml/kg/min. Maar zijn LT was wel verschoven naar 90 % van de VO<sub>2</sub>max, dat is dus ongeveer 63 ml/kg/min.

Zoals we al zagen speelt het glycolyse proces een belangrijke rol wanneer het gaat om lactaat productie en verbruik. Via de glycolyse wordt glucose binnen de cel afgebroken met behulp van de Krebs cyclus in pyruvaat, nodig voor energie levering die spiercontracties mogelijk maken. Meer dan 90 % van de benodigde energie wordt op deze manier aangemaakt. Wanneer we geen gebruik kunnen maken van het glycolyse proces dan is alle actie na 10 tot 15 seconden voorbij!

Wanneer we van rust overschakelen naar intensief trainen dan wordt glucose in grote hoeveelheden omgezet in pyruvaat. Het pyruvaat hoopt zich in de cellen op en met behulp van het enzym lactaat dehydrogenase (=LDH) kan veel van het pyruvaat omgezet worden in lactaat.

Nog steeds heeft lactaat een slechte naam, het geldt als een 'afval product' dat bij zware arbeid in de spieren geproduceerd wordt. De spierpijn erna is mede verantwoordelijk voor die slechte naam.

Maar lactaat is helemaal niet verantwoordelijk voor dat branderig gevoel! We maken voortdurend, ook in rust, lactaat aan en bijvoorbeeld na een koolhydraat rijke maaltijd hebben we ook meer lactaat en natuurlijk glucose in ons bloed. Zonder lactaat is het erg moeilijk voor ons om normale bloedsuikerspiegels te handhaven en in de lever en skeletspieren voldoende glycogeen op te slaan. Bij een intensieve training is ongeveer 50 % van het lactaat nodig om in de spieren glycogeen te vormen en is er geen sprake van beschadiging van de spier door lactaat (1).

Tijdens inspanning is lactaat een onvervangbare bron van energie levering voor de spieren. Dus hoe beter het lactaat metabolisme functioneert, des te beter de te leveren prestatie. Hoe hoger het glucose niveau hoe sterker de insuline vrijmaking door de pancreas. Maar aan die insuline productie is een limiet verbonden, teveel glucose wordt omgezet in vet en opgeslagen in de vet cellen.

## **Lactaat shuttle**

Door G.Brooks, e.a. (University of Berkeley, California) beschreven de lactaat shuttle, als proces, als volgt:

Zoals we al zagen wordt glucose omgezet in glycogeen en wanneer we bijvoorbeeld hardlopen dan wordt er eerst pyruvaat gevormd en dat wordt weer omgevormd naar lactaat. Het lactaat komt dan terecht in omringend weefsel en de bloedbaan. Deze soort van ontsnapping van het lactaat beschermt de glycolyse voor plotseling

stilvallen van het proces. Wanneer het weefsel het lactaat opnemen hebben ze de keuze of lactaat afbreken voor energie levering, immers lactaat is rijk aan ATP, onze primaire bron van energie, of lactaat gebruiken om glycogeen te vormen. Deze 'pendeldienst' van lactaat geeft de betekenis van lactaat aan. De shuttle maakt het mogelijk dat de glycolyse goed verloopt en maakt het tevens mogelijk dat er voldoende hoogwaardige energie beschikbaar is voor directe actie of slaat de energie op voor later gebruik.

In de jaren tachtig werden, met name in een aantal Scandinavische studies, experimenten gedaan met bijvoorbeeld zware arbeid laten verrichten door het rechter been en geen arbeid door het linker been. In de niet werkende spieren lieten de lactaat ontvangende cellen een beter gebruik van lactaat als energie bron zien wanneer ze aangesproken werden om met de acties mee te doen. Deze experimenten gaven als eersten inzicht in de werkzaamheid van lactaat door het gehele lichaam, in plaats van alleen in de werkende spieren.

### **Lactaat Threshold (=LT) of Lactaat Drempel.**

Wanneer we bij het begin van de trainingsarbeid meteen voldoende zuurstof ter beschikking zouden hebben, dan zou het pyruvaat, gevormd door de glycolyse, meteen afgebroken worden in koolzuur en water en er een aanzienlijke hoeveelheid energie zou worden vrijgemaakt. Maar bij het begin van die trainingsarbeid is er niet voldoende zuurstof beschikbaar, het hart moet nog 'op gang komen' en onze bloedbaan is nog niet volledig 'open'. Er is dan in het begin even een soort piek in lactaat vorming die, wanneer de arbeid door gaat op gemiddeld intensief niveau, weer naar beneden gaat. Wanneer de lactaat spiegel in balans is, dus binnenkomende en uitgaande hoeveelheid lactaat is gelijk, dan noemen we dat een steady state. Gaan we nu niet plotseling de arbeid verzwaren dan blijft, ook bij lichte stijging van de zwaarte van de arbeid, de lactaat spiegel ongeveer gelijk. Bereiken we het kruispunt waarbij niet genoeg zuurstof beschikbaar is om het lactaat in de cellen daarvan te voorzien of wanneer er niet voldoende enzymen zijn om het pyruvaat-lactaat proces goed te laten verlopen, dan komen we tot accumulatie van lactaat en spreken we van overschrijden van de lactaat drempel (=LT).

**De lactaat drempel is sterk individueel**, sommige atleten hebben een vrij lage LT, dat betekent dat hun oxidatieve energie systemen niet goed ontwikkeld zijn, niet genoeg zuurstof voor het gehele proces of onvoldoende 'katalysatoren', namelijk de enzymen. Wanneer bijvoorbeeld de mitochondriën, onze energie centrales bij uitstek in de cel en van groot belang om pyruvaat zijn energie productie waar te kunnen laten maken, niet voldoende aanwezig zijn, dan hebben we ook met een gestoorde lactaat huishouding te maken. Schuiven we de LT op dan zien we de oxidatieve systemen verbeteren en kunnen we lactaat beter gebruiken als energie bron. De LT is een betere voorspeller van de prestatie dan bijvoorbeeld de VO<sub>2</sub>max. (2,3).

De LT is ook erg gevoelig voor training veranderingen, meer dan VO<sub>2</sub>max. Maar een belangrijke voorwaarde om goed te presteren is en blijft het feit dat een atleet voor een duurprestatie eerst zijn aërobe vermogen moet trainen en dan zijn anaërobe grens (LT) gaat verleggen, immers we zagen hierboven al dat goed ontwikkelde

mitochondriën en enzymen heel sterk bepalend zijn voor het totale resultaat.

Heeft iemand een VO<sub>2</sub>max van bijvoorbeeld 70 ml/kg/min dan raden we hem aan om deze goede waarde vast te houden door voldoende duurtraining in te blijven lassen in zijn trainingsprogramma. Door duurtraining verbetert men de hartwerking, met name het linker ventrikel wordt vergroot en versterkt om dan, als goed werkende pomp, een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan het voldoende rondpompen van verrijkt bloed met voldoende zuurstof. Daarnaast kan hij zijn LT proberen te verschuiven met gerichte training. Van 5 tot 20 % verbetering is dan mogelijk!

Iemand met een erg goede VO<sub>2</sub>max en ook een hoge LT heeft zeer goede vooruitzichten om goed te presteren!

Een bevestiging van bovenstaande experimenten ziet men in de research gedaan in 1986 bij goed getrainde duuratleten (n=9). Bij deze lopers zag men in een meer dan twee jaar durende vervolgveld periode dat de VO<sub>2</sub>max niet veranderde maar de LT gemiddeld met 6 % verschoof. Het resultaat was persoonlijke beste tijden.(4).

Wanneer we de LT beschouwen in vergelijking met VO<sub>2</sub>max, te leveren vermogen en economie van bewegen, dan zien we dat de LT minder beperkingen opgelegd krijgt door ouder worden. Het 'aging process' (5 en 6) vertragen heeft dus het meeste succes wanneer we ons richten op verschuiven van de LT, zeker als we bijvoorbeeld in veteranen wedstrijden een best mogelijke prestatie wil neerzetten. Immers met het ouder worden daalt de Hfmax, maar óók de maximale cardiac output neemt af omdat het linker ventrikel minder krachtig samentrekt. In de 'klassieker' The Aging Muscle (7), doen Grimby en Saltin glashelder uit de doeken dat dit weliswaar klopt maar dat de enzymen en mitochondriën wel intact blijven en niet achteruit gaan!

Bij een vergelijkend onderzoek tussen jonge lange afstand lopers met oudere lange afstand lopers (gemiddeld 56 jaar) zag men dat de oudere lopers gemiddeld met een LT van 85 % van de VO<sub>2</sub>max liepen en de jongere lopers met 79 % van hun VO<sub>2</sub>max. Onder wedstrijd omstandigheden, namelijk tijdens een 10 Km wedstrijd, liepen de oudere lopers met 90 % van hun VO<sub>2</sub>max en de jonge lopers met 81% van hun VO<sub>2</sub>max. (8 en 9).

Een stevige interval training is het meest effectief om je LT te laten verschuiven. In twee maal per week een fartlek training ( 2 tot 5 minuten runs op 10 Km tempo) en een interval trainen (op 5 Km tempo) kan al tot resultaat hebben dat de LT verschuift en bijvoorbeeld de 10 Km tijd met een minuut daalt na 'slechts' twee maanden trainingsarbeid (10).

Een ander onderzoek: een groep atleten traint op LT niveau met 30 minuten per sessie. Een tweede groep deelde de 30 minuten op in 4 gelijke delen van elk 7,5 minuten. Twee intervals van elk 7,5 minuten werden op een intensiteit boven de LT gelopen en twee intervals werden op een intensiteit onder de LT gelopen. Voor beide groepen gold dat ze vier maal per week trainten en dat acht weken vol hielden.

De tweede groep liet een LT intensiteit van 60-73 % van de VO<sub>2</sub>max zien. De eerste groep liep met 87 % van de VO<sub>2</sub>max. De atleten werden nu gevraagd om een duurloop te lopen met een intensiteit die overeenkwam met de pre-training LT na de trainingsperiode van acht weken. De groep een, boven LT getraind hebbende, liepen 71 minuten op de pre-LT intensiteit en de tweede groep 64 minuten. Het verschil was niet significant. Dat lijkt teleurstellend maar is dat ook zo? De boven LT trainende

groep trainde 'maar' de helft van de tijd die de andere groep trainde (60 tegenover 120 minuten) (11).

Dier experimenteel onderzoek liet als eerste zien dat bij getrainde ratten de hoge lactaat niveaus gerelateerd waren aan glycogeen depletie van de FT-vezels en niet aan de ST-vezels. Dat betekent dus dat de FT-vezels vooral verantwoordelijk waren voor de sterke toename in lactaat. FT-vezels hebben, zeker in vergelijking met de ST-vezels, minder mitochondriën en aërobe enzymen en dus laten ze meer lactaat vrijkomen wanneer ze in actie moeten komen, dat is vaak aan het eind van de te leveren prestatie. Wanneer de FT-vezels erg zwak scoren in omzetting van pyruvaat dan hebben we zelfs bij een gematigd tempo als last van deze ophoping van lactaat. Wordt de afbraak van pyruvaat beter dan wordt er meteen minder lactaat geproduceerd op LT niveau. Maar willen we echt goed gebruik maken van FT-vezels dan zullen we ze goed moeten trainen, dat wil zeggen met snelle, intensieve intervals. De bottleneck ligt dus bij de FT-vezels om in de eindfase van een wedstrijd goed te kunnen blijven presteren of te moeten afhaken! De ST-vezels hebben vaak een prima niveau omdat op dat punt qua intensiteit meer dan voldoende getraind wordt, maar de FT-vezels goed trainen dat is de kunst!

Wederom een voorbeeld: In een onderzoek dat liep over 8 weken nam de concentratie van het mitochondriale enzym cytochroom c met 1 % per minuut tijdens de dagelijkse LT training, ten minste zo lang de training intensiteit tussen 85 en 100 % van de VO<sub>2</sub>max verliep. Dus wanneer er dagelijks 15 minuten in die intensieve 'zone' getraind werd dan was na 8 weken het cytochroom c enzym met 15 % toegenomen. Trainde men 'slechts' met een intensiteit van 70-75 % van de VO<sub>2</sub>max dan was de stijging van het enzym cytochroom c maar 2 tot 3 %!

Verbetering (verschuiving) van de LT is duidelijk gerelateerd aan toename van het enzym cytochroom c. Wanneer de atleten met een training bezig waren van dagelijks 10 minuten op 100 % van de VO<sub>2</sub>max dan zag men een drievoudige toename van het enzym cytochroom c.(12).

Een belangrijk punt is volgens ons dat men nu niet plotseling alle trainingsarbeid in de richting van kort, hevig explosief moet gaan doen, maar juist een goede balans moet gaan vinden tussen duur- en intervaltraining. Wanneer je bijvoorbeeld 30 minuten traint op 5 Km tempo dan is dat veel intensiever dan 30 minuten op marathon tempo. Je moet regelmatig lange duurlopen doen om het gehele lichaam aan wedstrijdtempo te laten wennen. Geen enkele lange afstand wedstrijd kan worden gewonnen door alleen kort interval werk! Bovendien loop je het risico op blessures met alleen maar kort, intensief trainen of kun je overtraind raken. Voor wielrenners, maar ook voor zwemmers, geldt dat trainen met een intensiteit van 85 tot 95 % van het maximum de LT laat verschuiven.

Tsjechisch onderzoek laat zien dat een groepje van 7 atleten die hun lange duur trainingen ( tempo lager dan het 10 Km tempo) reduceerden van 80 naar 72 % over een periode van 4 maanden en de kwaliteit van de LT training lieten toenemen met lopen van 5 tot 8 Km op 10 Km wedstrijdtempo een toename boekten van 6 tot 16 % voor de LT. Het basis volume van 12 tot 14 % van de totale training bleef gereserveerd voor kort interval werk, sneller dan het 10 Km tempo. Het resultaat na 4 maanden training was dat de LT met 10 % was verschoven en de 10 Km wedstrijd

tijd met 25 sec was afgenomen (13).

In de jaren tachtig baarde een, later ' klassiek' geworden, studie opzien met de resultaten van een onderzoek aan het Karolinska institute in Stockholm waarin aangetoond werd dat wanneer men een trainingssessie toevoegde aan de totale week training van een 20 minuten durende loop met een snelheid die ongeveer 10 tot 12 sec onder de 10 Km snelheid, na 14 weken de LT met 4 % toenam. De 10 Km tijden daalden met meer dan een minuut. Dus niet alleen maar duurlopen maar ook een goed ingelaste interval kan dan al meteen resultaat opleveren.(14).

'Maar' 20 minuten per week op LT niveau kan al een verschuiving van de LT veroorzaken. Zeker het overwegen waard voor diegene die nog steeds zweert bij alleen lange duurlopen!

### **Lactate-Threshold-Velocity (=LTV) training**

Zoals we al zagen is lactaat een belangrijke energie bron voor de werkende spier, vooral wanneer we duurtraining ondergaan. Wanneer de hoeveelheid lactaat in de spier toeneemt zien we dat het tempo waarin getraind wordt afneemt en de fatigue toeslaat. Wanneer die accumulatie pas later ontstaat en de atleet al een relatief hoge snelheid heeft ontwikkeld dan heeft hij zijn lactaat drempel grens (=LTV, Lactate-Threshold-Velocity) zodanig verschoven dat een tempo daling en fatigue zich dus ook later manifesteert. Wanneer de snelheid van lactaat vorming en ophoping wordt uitgesteld dan kan men spreken van goed getraind zijn. Belangrijke vraag hierbij is: **Hoe kunnen we bepalen dat de LTV werkelijk verbeterd is?** De portable lactaat meters zijn tegenwoordig zeker in staat om goede lactaat waarnemingen te doen, dit in vergelijking met laboratorium waarnemingen die direct in afgenomen bloed worden bepaald. In de dagelijkse trainingspraktijk zien we dat trainer/coaches genoeg nemen met een lactaat bepaling om de LTV te bepalen en dan een serie trainingen met die intensiteit doen in een periode van bijvoorbeeld 3 tot 4 weken en via een nieuwe bepaling kijken of de waarden ten opzichte van de eerste waarneming veranderd zijn. Zijn de waarden lager dan is dat een teken dat de training effectief geweest is, althans zo is de redenering alom. Deze redenering komt van de oorspronkelijke publicatie van Bertil Sjødin (begin jaren tachtig) die, na een 14 weken durende trainingsperiode, zag dat er sprake van toename van de snelheid was van 0,7 km/uur(14). Men heeft daarbij steeds maar aangenomen dat de lactaat bepalingen in hoge mate reproduceerbaar zijn en dus betrouwbaar! **Maar zijn ze dat ook?**

### **Hoe nauwkeurig zijn de lactaat bepalingen?**

Gebleken is in de laatste decennia dat we erg moeten oppassen met lactaat waarnemingen en de interpretaties ervan. Het blijkt namelijk dat lactaat ook gevoelig is voor factoren als voeding en mentale gesteldheid. Consumeert de atleet een koolhydraatrijk maal in de uren voorafgaande aan de training/wedstrijd dan kan dat duidelijk de bloedlactaat waarden tijdens inspanning verhogen. Een meer vetrijk dieet laat de lactaatwaarden juist dalen. Spanning voorafgaand aan de wedstrijd kan de

bloedlactaat waarden ook laten stijgen en kalmte juist weer niet. Verder kan dehydratie zelfs in een milde vorm al de lactaat waarden laten stijgen maar ook de biologische klok heeft een invloed die niet onderschat mag worden.

Een uitgewerkt voorbeeld:

Een wielrenner rijdt met een LTV met een snelheid van 35 km/uur, wordt de fitness van de renner dan bepaald door die snelheid of zijn er nog andere, bepalende factoren? Bijvoorbeeld de weliswaar kleine, maar toch steeds aanwezige afwijking in de lactaat meters, de fout die gemaakt kan worden bij de interpolatie van de LT snelheid die uit een grafiek moet worden afgelezen, voeding, dehydratie en mentale status, enz. Wanneer er nu een hertest gedaan wordt (iets wat zelden plaatsvindt) en de LTV is nu 36 km/uur, is dat dan een werkelijke verandering of een afspiegeling van andere variabele factoren die niets met fitness te maken hebben? We weten eenvoudigweg niet wanneer we een verandering in lactaat waarde zodanig moeten waarderen dat we van een verbetering (kan ook natuurlijk een verslechtering zijn!) kunnen spreken. Is de verandering van 16 naar 16,6 km/uur in LTV een werkelijke verbetering?

Een gecombineerde research groep van de Universiteiten van Glasgow en Galway deden mee aan het volgende onderzoek. Er deden 20 mannen en 16 vrouwen mee. Er werden 2 loopband testen gedaan op verschillende dagen, maar wel op het zelfde tijdstip. De LTV, gedefinieerd als de loopband snelheid waarbij de eerste significante stijging van bloed lactaat concentratie waargenomen werd boven de rust waarneming van de lactaat waarde, werd voor alle deelnemers/sters afzonderlijk bepaald. Ook werden de Hf. en op de Borg-schaal van 6-20 de RPE(=Rate of Perceived Effort) bepaald, beiden in relatie tot de LTV. Om nu te bepalen of het fitness niveau invloed heeft op de LTV reproduceerbaarheid, werden de deelnemers in twee groepen verdeeld. Een groep die een LTV had gelijk of groter dan 10,5 km/uur en een groep die een lagere LTV had dan 10,5 km/uur.

Wanneer het fitness niveau stijgt wordt de LTV een belangrijkere variabele. Het geslacht heeft geen significant effect op de reproduceerbaarheid van de LTV. Uit deze studie komt naar voren dat het een natuurlijk effect is dat de LTV meer dan 1 kilometer snelheid kan variëren zowel naar boven als naar beneden. Wanneer de laboratorium test bijvoorbeeld 15 km/uur scoort, dan is tussen 14 en 16 km/uur de normale range. De Hf. kan ook op LTV niveau een grote natuurlijke range in dagelijkse variatie laten zien, namelijk 12 tot 18 sl/min! Deze variatie maakt lactaat drempel hartslagfrequentie interpretatie moeilijk. Het is niet erg aannemelijk te verwachten dat de Hf. gebonden aan de LTV tot 18 sl/min afwijkt van de werkelijke LTV.

### **Hoe gevoelig is de lactaat bepaling om verandering in fitness vast te leggen?**

Wanneer we wat rekenwerk gaan doen om tot toepasbare waarden voor de praktijk te komen zien we in een voorbeeld het volgende optreden. Er moeten grote verschillen gemeten worden willen we van enige 'echte' veranderingen kunnen spreken. Toe- of afname van de LTV gaat gepaard met een toe- of afname van 27 meter per minuut, dat is 1,62 km/uur. Loopt de atleet met een LTV van 16 km/uur, dan kan dat een



stijging worden naar 17,62 km/uur. De LTV verandert dan in tempo van 6 min 3 sec per mijl (=1609 meter) naar 5 min 30 sec per mijl. Dat is meer dan een halve minuut verschuiving en dat is veel, heel veel. Zeker wanneer men bedenkt dat er per seizoen op een verbetering van ongeveer 15 sec gerekend mag worden! Hoe gevoelig is de bloed lactaat test dan nog om een verandering in fitness te laten zien? Wat te doen? Misschien is het verstandig om in plaats van een eenmalige bepaling er drie bepalingen, binnen korte tijd gemeten, tegenover te zetten. Hf. en RPE laten een grote variatie zien. In bovengenoemde proefgroepen was de LTV gemiddeld 14,1 (op een Borg-schaal tot 20), terwijl de RPE op het niveau van een bloed lactaat waarde van 4 mmol.L<sup>-1</sup> ( algemeen de aanvaarde anaërobe drempelwaarde) 17,2 scoorde! RPE varieert, net als lactaat, al naar gelang er sprake is van bijvoorbeeld wel of geen koolhydraatrijk dieet of mentale status. RPE afnemen dient bij voorkeur te gebeuren door leden van hetzelfde geslacht! Extroverte types tenderen naar lagere RPE dan introverte mensen. Echt goed getrainde atleten hebben een kleinere variatie in LTV dan minder goed getrainde atleten, maar toch blijft overeind dat er sprake moet zijn van relatief grote veranderingen wil men, met behulp van lactaat veranderingen, in de fitness van iemand betrouwbaar aan kunnen geven dat iemands conditie verbeterd is.

### **Maximale Lactaat Steady State tempo training (=MLSS).**

MLSS is het tempo of intensiteit waarmee getraind wordt die overeenkomt met géén stijging van de lactaat waarde over een lange tijd, goed genoeg om aërobe fitness op peil te brengen maar niet snel genoeg om extra tijd in te moeten ruimen voor herstel. Bij wielrenners kun je die MLSS inschatten door eerst een 5 Km tijdrif te rijden en daarvan 90 % te nemen en dat als trainingstempo te gaan toepassen. Bij lopers geldt een andere benadering. De MLSS correleert met vier verschillende variabelen, namelijk een Hf. van 87 % van de Hf.max, een ademhalingsfrequentie van 32 ademhalingen per minuut, een uitslag van 12 op de Borgschaal (15 punten maximaal) en het tempo dat men loopt op een 10 Km wedstrijd. Bekend is dat bij goed getrainde atleten de MLSS kan variëren tussen 75 % en 90 % van de Hf.max. De hypothese is dat met behulp van de vier bovengenoemde variabelen een nauwkeuriger voorspelling van het MLSS tempo mogelijk is (15). Wanneer bij maximale training de maximale lactaatwaarden ook omhoog gaan dan kan dit toegeschreven worden aan toename lactaat productie, toename buffer capaciteit in zowel bloed als spieren, snellere afvoer van lactaat samen met waterstofionen uit de contraherende spieren. Een aantal onderzoekers vonden een relatie tot opschuiven van de maximale lactaatgrens en de prestaties op de 400 en 800 meter hardlopen.

Bij het meten van maximale lactaatwaarden moet men een aantal samples nemen en is één waarneming volstrekt onvoldoende om goed het maximale punt te meten!

De meest effectieve en praktische manier om de aërobe capaciteit te vergroten, de cardiale functie te verbeteren of om het vet metabolisme te mobiliseren is trainen om de lactaat drempel waarde van 4 mmol.L<sup>-1</sup>.

### **Trainingsonderzoek naar MLSS**

Er werden 12 goed getrainde lopers geselecteerd en op een loopband werd met drie verschillende snelheden gelopen, een die overeenkwamen met 87 % van Hf.max, een die met 32 ademhalingen per minuut gelopen werd en een waarbij op de schaal van Borg 12 werd aangehouden (Borgschaal RPE 12/15). Deze resultaten werden in relatie gebracht met de gemiddelde 10 Km wedstrijd snelheid en daaruit werd een gemiddelde score berekend. Dit werd het voorspelde MLSS tempo. Of het een nauwkeurige schatting betrof van de MLSS toonde lactaat waarden aan die afgenomen werden. Het gemiddelde voorspelde MLSS tempo lag op 249 meter per minuut, vergeleken met het gemiddelde gevalideerde MLSS tempo van 253 meter per minuut. Voor alle deelnemers aan de proef gold dat de voorspelde score nergens boven de 15 meter per minuut afweek. Het voordeel kan zijn dat de lopers niet meer eerst lactaat metingen moeten ondergaan om een MLSS tempo te gaan bepalen.

Allereerst moet je dan wel goed iemands Hf.max bepalen, liefst herhalen op een afzonderlijke dag onder gelijke omstandigheden. Loop minimaal 2 minuten met steeds toenemende snelheid tot je minstens een halve minuut maximaal loopt tot uitputting. Loop dan op de loopband met de drie variabelen ( 87 % Hf.max; 32 ademhalingen/minuut en RPE 12/15).Elke test duurt minstens 5 tot 10 minuten en tussen elke test voldoende herstel inbouwen. In het onderzoek van Palmer,a.o.,(15) worden de drie testen gecombineerd met het resultaat van de 10 Km tempo test. Al waren de testresultaten van de 87 % Hf.max en 10 Km tempo te snel en de ademhaling en RPE te laag, samen kwam er wel een nauwkeurige voorspelling uit. Commentaar op dit onderzoek: De beste voorspellers zijn mogelijk de 85 % Hf.max en de RPE 12/15. Bedenk wel dat deze methode nog verder gevalideerd moet worden maar een interessante aanzet is het zeker om via een praktijk situatie toch 'greep' te krijgen op een je trainingsprogramma.

Wanneer men van een atleet een lactaat curve wil maken dan moet men wel rekening houden met een paar punten, die zijn o.a. het tijdstip van de dag, het dieet dat gevolgd wordt en daarvan zeker de twee dagen vooraf erbij betrekken en de dag voor de test geen zware training doen! Goed protocolleren is noodzakelijk wil men een enigszins betrouwbaar beeld krijgen van het effect van de training (progressie principe van de training).

### **Literatuur:**

1. Åstrand P-O,E Hultman, (1986),Disposal of Lactate during and after Strenuous Exercise in Humans, J of Appl Physiol, vol. 61 (1), pp. 338-43.
2. Jacobs I, (1986), Blood Lactate: Implications for Training and Sports Performance, Sports Medicine, vol. 3, pp. 10-25.
3. Tanaka K, Y Matsuura, A Matsuzaka, (1984), A Longitudinal Assessment of Anaerobic Threshold and Distance Running Performance, Med and Sc in Sports and Exercise, vol. 16 (3), pp. 278-82.
4. Martin DE, (1986), Physiological Changes in Elite Male Distance Runners, The Physician and Sportsmedicine, vol. 14 (1), pp. 152-71.
5. Orlander J, A Aniansson, (1980), Effects of Physical Training on Skeletal Muscle Metabolism and Ultrastructure in 70 – 75 Year Old Men, Acta Physiologica Scandinavica, vol.109, pp.149-56.

6. Young J C, M Chen, J O Holloszy, (1983), Maintenance of the Adaptation of Skeletal Muscle Mitochondria to Exercise in old Rats, *Med and Sc in Sports and Exercise*, vol. 15, pp.243-51.
7. Grimby G, B Saltin, (1983), The Aging Muscle, *Clinical Physiology*, vol. 3, pp. 209-18.
8. Allen W K, D R Seals, B F Hurley, A A Ehsani and J M Hagberg, (1985), Lactate Threshold and Distance Running Performance in Young and Older Endurance Athletes, *J of Appl Physiol*, vol. 58 (4), pp. 1281-84.
9. Mattern C O, M J Catilla, D L Bright, (1985), Maximal lactate steady state declines during the aging process, *J of Appl Physiol*, vol 58(4), pp 1281-1284.
10. Acevedo E O, A H Goldfarb,(1989),Increased Training Intensity Effects on Plasma Lactate, Ventilatory Threshold and Endurance, *Med and Sc in Sports and Exercise*, vol. 21 (5), pp. 563-68.
11. Keith S P, I Jacobs, T M McLellan, (1991), Adaptations to Training at the Individual Anaerobic Threshold, *Med and Sc in Sports and Exercise*, vol. 23 (4), Supplement no.197.
12. Dudley G A, W M Abraham, (1982), Influence of Exercise Intensity and duration on Biochemical Adaptations in Skeletal Muscle, *J of Appl Physiol*, vol. 53 (4), pp. 844-50.
13. Bunc V, J Heller, P Moravec, S Sprynarova, (1989), Ventilatory Threshold and Mechanical Efficiency in Endurance Runners, *Eur J of Appl Physiol*, vol. 58, pp. 693-98.
14. Sjødin B, I Jacobs, J Svedenhag, (1982), Changes in onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA) and Muscle Enzymes after Training at OBLA,*J of Appl Physiol*, vol. 49, pp. 45-57.
15. Palmer,e.a.(1999), An easy way to estimate MLSS pace for runners. *Med & Sc in Sports and Exercise*,31 (9), pp 1336 -41.