



# Nederlandse Triathlon Bond

## MEERJAREN OPLEIDINGSPLAN

### TRIATLON OLYMPISCHE AFSTAND

*“De weg naar de internationale top”*

**Deel 2: trainingstechnische informatie**  
(samenstelling en wetenschappelijke onderbouwing Sander Berk)

#### **Projectgroep Meerjaren Opleidingsplan NTB (2006 > 2008)**

- Adrie Berk (Technisch Directeur, bondscoach triathlon OD 2004-2008 en trainer KNZB niveau 4)
- Drs. Sander Berk (Bewegingswetenschappen)
- Drs. Casper van den Burgh (Sport Psychologie VSPN, klinische- en gezondheidpsychologie NIP)
- René Godlieb (trainer MiLa KNAU niveau 4)
- Drs. Martin Pet (Bewegingswetenschappen, Sport Psychologie en Arbeid en organisatie psychologie)
- Tim Rost (Fysiotherapeut, manueel therapeut en (sport)revalidatietrainer)
- Peter Scheres (talentcoach NTB, trainer NTB niveau 4)
- Dr. Guido Vroemen (sportgeneeskunde, medisch coördinator NTB)
- Drs. Marianne Vlasveld (Bewegingswetenschappen)
- Peter Zijerveld trainer KNWU niveau 4, talentcoach KNWU, bondscoach NTB 2005-2007)

De Projectgroep krijgt medewerking van de wetenschappers Gerard Rietjens, Chris Brands, Louis Delayahe, de Koninklijke Nederlandse Zwem Bond en de Koninklijke Nederlandse Wielren Unie

## INHOUDSOPGAVE

<b>INLEIDING</b>	<b>p. 03</b>
<b>HOOFDSTUK 1: TRAINING</b>	<b>p. 04</b>
ENERGIESYSTEMEN	p. 04
FYSIEKE TRAINING	p. 05
- <i>TRAININGSMETHODEN</i>	
- <i>TRAININGSMETHODEN PER FASE</i>	
ANDERE TRAINBARE VAARDIGHEDEN	p. 08
- <i>TECHNIEK EN TACTIEK</i>	
- <i>KRACHT- EN ROMPTRAINING</i>	
- <i>MENTALE TRAINING</i>	
<b>HOOFDSTUK 2: TESTEN</b>	<b>p. 15</b>
SPORTTECHNISCHE TESTEN	p. 15
- <i>LABORATORIUMTESTEN</i>	
- <i>VELDTESTEN</i>	
SPORTMEDISCHE TESTEN	p. 19
<b>HOOFDSTUK 3: OVERIGE PRESTATIEBEINVLOEDENDE FACTOREN</b>	<b>p. 20</b>
VOEDING, HYDRATATIE EN SUPPLETIE	p. 20
- <i>VOEDING VOOR, TIJDENS EN NA TRAINING EN WEDSTRIJD</i>	
- <i>HYDRATATIE</i>	
- <i>DE IDEALE SPORTDRANK</i>	
- <i>SUPPLETIE</i>	
- <i>VOEDINGSMIDDELEN MET EEN NEGATIEVE WERKING</i>	
VERBETERD ZUURSTOFTRANSPORT	p. 27
- <i>LEVEN EN TRAINEN OP HOOGTE</i>	
- <i>LIVE HIGH, TRAIN LOW</i>	
- <i>BLOEDDOPING</i>	
- <i>HET GEBRUIK VAN ERYTROPOIETINE</i>	
- <i>HET GEBRUIK VAN EEN STIKSTOFHUIS OF HYPOXIETENT</i>	
- <i>TRAINEN MET ZUURSTOFVERRIJKTE LUCHT</i>	
- <i>SAMENVATTING</i>	
TEMPERATUUR EN LUCHTVOCHTIGHEID	p. 30
- <i>INSPANNING BIJ HOGE TEMPERATUREN</i>	
- <i>INSPANNING BIJ LAGE TEMPERATUREN</i>	
REIZEN EN JETLAG	p. 33
INTERPERSOONLIJKE VAARDIGHEDEN	p. 33
MATERIAAL	p. 33
- <i>HARTSLAGMETER</i>	
- <i>VERMOGENSMETER</i>	
BLESSURES, OVERBELASTING EN OVERTRAINING	p. 34
- <i>BLESSURES</i>	
- <i>OVERBELASTING</i>	
- <i>OVERTRAINING</i>	
RUST, HERSTEL EN VERZORGING	p. 36
PERIODISERING EN TAPERING-OFF	p. 37
<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>p. 41</b>

## **INLEIDING**

Het opleiden van talenten is meer dan fysieke training geven. Er zijn veel verschillende prestatiebepalende factoren, naast fysieke factoren kennen we bijvoorbeeld technische, tactische en mentale factoren. Het controleren en beïnvloeden van al deze factoren om zodoende tot een zo goed mogelijke prestatie te komen maakt het trainersvak een kunst.

Om deze kunst voor zo veel mogelijk atleten en trainers beschikbaar te maken, heeft de Nederlandse Triathlon Bond een meerjaren opleidingsplan geschreven. Dit opleidingsplan bestaat uit drie documenten die elkaar aanvullen.

In het eerste, overkoepelende, document worden alle factoren die van belang zijn voor de prestatie genoemd. Per fase worden competenties aangegeven, dingen die de atleet moet kunnen en kennen aan het eind van elke fase. Tevens worden richtlijnen gegeven voor de ontwikkeling in fysieke training en de prestatie en hoe de omgeving van de atleet zou moeten zijn ingericht (onder andere trainers, trainingsaccommodaties en –materiaal, studie en de rol van de ouders).

In het tweede document wordt vooral achtergrondinformatie gegeven. Er wordt begonnen met uitleg over tien sleutelfactoren die de meerjaren opleiding beïnvloeden. Vervolgens worden de zeven fases van de meerjaren opleiding genoemd en uitgelegd en zal er aandacht zijn voor leeftijdsbepaling en de bijbehorende trainbaarheid. Iets dieper zal worden ingegaan op de combinatie van topsport en onderwijs, met speciale aandacht voor de nieuw op te zetten trainingscentra van de NTB.

In dit document tenslotte wordt dieper ingegaan op de trainingstechnische achtergrond zodat de atleet in elke fase van het meerjaren opleidingsplan gerichte training kan krijgen.

## HOOFDSTUK 1: TRAINING

Training is een begrip dat uitgaat van een aantal wetmatigheden die het functioneren van de mens in zijn omgeving bepalen. Binnen de sporttraining wil men vooral het mechanisch functioneren beïnvloeden. Men dient de wetmatigheden te kennen en te begrijpen voordat men deze op een bewuste en doelmatige manier kan gaan beïnvloeden.

De belangrijkste wetmatigheid is die van de *homeostase*: het streven van het menselijk organisme om een evenwichtsituatie te handhaven en zich aan te passen aan de eisen die aan het organisme worden gesteld. Trainen is het verstoren van die evenwichtsituatie, waardoor het organisme zich in gaat stellen op de verhoogde eisen die worden gesteld. Het begrip training is als volgt te definiëren:

**“Training is een systematisch, geleidelijk in intensiteit, duur en/of frequentie toenemende belasting met als doel het prestatievermogen van de sporter op te voeren”**

Het organisme stelt zich aanvankelijk zelfs in op een iets hoger niveau om een volgende verstoring te kunnen verwerken. Dit principe, het eerste trainingsprincipe, wordt *supercompensatie* genoemd. Het hogere niveau is echter niet blijvend, bij het uitblijven van extra prikkels zal het lichaam weer teruggaan naar de uitgangssituatie. Dit is het tweede trainingsprincipe en staat bekend als *reversibiliteit*.

Het derde trainingsprincipe is *specificiteit*, je wordt goed in wat je traint. De meest geschikte eigenschappen om te trainen zijn de grondmotorische eigenschappen kracht, snelheid en uithoudingsvermogen. Het vierde trainingsprincipe tenslotte is de *wet van de verminderde meeropbrengst*. Dit houdt in dat men in het begin snel een toename in prestatievermogen zal zien, maar dat daarna steeds meer of sterkere prikkels nodig zijn om vooruitgang te boeken.

Voordat we gaan kijken wat we kunnen trainen en op welke manieren we dat kunnen doen, kijken we eerst naar de verschillende systemen waarop ons lichaam energie levert om te kunnen trainen.

### ENERGIESYSTEMEN

Het *ATP-CP systeem*, ook wel de fosfaataccu genoemd, is de direct beschikbare brandstof voor ongeveer 7 seconden maximale inspanning. De kwaliteit van dit systeem bepaalt de prestatie van sprinters, maar is voor triatleten weinig interessant. Je kunt het namelijk niet opsparen tot de laatste 20 seconden van een wedstrijd, maar moet het gebruiken om het energiesysteem op te starten.

Na de eerste 10 tot 20 seconden wordt de energielevering overgenomen door de verbranding van koolhydraten en vetten. Waar vetten alleen verbrand kunnen worden met zuurstof erbij, kunnen koolhydraten zowel met als zonder zuurstof verbrand worden.

De koolhydraatverbranding zonder zuurstof wordt *anaerobe glycolyse* genoemd. Deze verbranding vindt plaats bij een hoog inspanningsniveau, als er onvoldoende zuurstoftoevoer is om de koolhydraten met zuurstof te verbranden. Hierbij ontstaat een afvalproduct, melkzuur, wat een 'verzurend' effect op de spieren heeft. Het lichaam is tot een bepaalde hoogte in staat om dit melkzuur te verwerken, maar vanaf dat moment zal de ophoping van melkzuur het inspanningsniveau in de weg gaan zitten tot de atleet uitgeput is. De koolhydraatverbranding met zuurstof wordt *aerobe glycolyse* genoemd en kent dit afvalproduct niet. De koolhydraten worden volledig verbrand en de resulterende afvalstoffen kunnen makkelijk door het lichaam verwerkt worden. De aerobe glycolyse is (per tijdseenheid) het meest effectieve energieleverende systeem van ons lichaam. Bovendien is de voorraad koolhydraten zo groot dat we er tussen 30 minuten (ongetrainde mensen) tot wel 90 minuten (zeer goed getrainde atleten) op kunnen sporten.

Naast de voorraad koolhydraten heeft de mens nog een belangrijke extra brandstof in reserve: het onderhuids vetweefsel. Zelfs magere mensen kunnen met de energie die voortkomt uit deze *vetverbranding* nog urenlang inspanning leveren. De vetzuren worden volledig met zuurstof verbrand en worden geen nadelige afvalstoffen geproduceerd. Het enige nadeel is dat er per liter zuurstof minder energie vrijkomt dan bij de aerobe glycolyse.

Brandstof	KJ per gram	KJ per liter O <sub>2</sub>	Voorraad
ATP			5 KJ
CP			15 KJ
Koolhydraten	17,1 KJ	21,14 KJ	5.000 KJ
Vetten	38,8 KJ	19,51 KJ	200.000 KJ

Tabel 1: De belangrijkste energievoorraden in ons lichaam (Naar: Houtman, 1988)

Hoe beter een atleet getraind is, hoe hoger de intensiteit is die hij kan volhouden op de aerobe verbranding van vetten en koolhydraten. Dat is gunstig, want door de duur van de triatlon zal de overgrote meerderheid van de benodigde energie moeten komen uit de aerobe verbranding. Al vanaf een inspanning van twee minuten is de aerobe glycolyse de voornaamste energiebron. Toch is de anaerobe glycolyse ook van belang bij triatleten, bijvoorbeeld voor de start, tempoversnellingen, wissels en de eindsprint.

## FYSIEKE TRAINING

Voordat we ingaan op het behandelen van de diverse trainingsmethoden, moeten we eerst een aantal termen verduidelijken die nauw samenhangen met deze trainingsmethoden.

De eerste twee termen zijn *omvang* en *intensiteit*. Omvang is de hoeveelheid arbeid die verricht wordt. Dit is uit te drukken in tijd (b.v. 1 uur), afstand (b.v. 20 km) of in het aantal herhalingen (b.v. 5 keer). Intensiteit is een maat voor het niveau van inspanning. Dit is onder andere uit te drukken in subjectief gevoel (b.v. zwaar), de hoogte van de hartslag (b.v. 165 slagen per minuut) of in een percentage van een bepaalde grootte (b.v. % VO<sub>2</sub>max).

Bij de beschrijving van een trainingsmethode dienen omvang en intensiteit altijd gegeven te worden. In principe staan deze twee begrippen in een omgekeerd evenredige relatie tot elkaar. Dat wil zeggen dat als de omvang groot is, zal de intensiteit laag zijn.

Een belangrijk ijkpunt voor de intensiteit, en de derde belangrijke term, is de *anaerobe drempel* of omslagpunt (AD). Dit is het punt waarbij je tijdens een laboratoriumtest net

zoveel koolstofdioxide uitademt als zuurstof inademt. Zonder op de ingewikkelde formules van het verbranden van koolhydraten in te gaan, is dit het punt waarop de energielevering verschuift van aerobe naar anaerobe verbranding van koolhydraten (en er dus overtollig melkzuur geproduceerd wordt). Tot op dit punt stijgt de hartslag evenredig met de inspanning, terwijl boven dit punt de hartslag niet meer zo snel stijgt als de inspanning. Trainingen zijn onder te verdelen in aerobe en anaerobe trainingen voor de *capaciteit* en het *vermogen*. Het verschil tussen aerob en anaerob hebben we hierboven behandeld. De capaciteit is de totale hoeveelheid energie die vrijgemaakt kan worden, terwijl het vermogen de hoeveelheid vrijgemaakte energie per tijdseenheid is. Capaciteit wordt uitgedrukt in Joule (of ouderwets in calorie), vermogen wordt uitgedrukt in Joule per seconde oftewel Watt.

### TRAININGSMETHODEN

Er zijn veel verschillende manieren om de trainingmethoden in te delen. Binnen de NTB wordt gewerkt met de onderstaande verdeling, onder andere bij trainingsdagen en trainerscursussen. Andere benamingen en indelingen zijn niet fout, maar voor de eenduidigheid binnen de NTB is het goed als alle trainers dezelfde termen gebruiken.

De trainingmethoden die gericht zijn op het verbeteren van het aerobe uithoudingsvermogen worden *duurtrainingen* genoemd. Deze bestaan, in oplopende mate van intensiteit, uit de *herstel duurtraining*, *extensieve duurtraining* en *intensieve duurtraining*. De trainingmethoden die gericht zijn op het verbeteren van het anaerobe uithoudingsvermogen worden *intervaltrainingen* genoemd. Deze bestaan uit de *extensieve interval duurtraining*, de *intensieve interval duurtraining*, de *intensief interval kort training* en de *interval sprinttraining*. Hieronder zullen we elke trainingsmethode apart bespreken en vervolgens per fase aangeven welke trainingsmethodes belangrijk zijn.

Het doel van de *herstel duurtraining* is het lichaam sneller te laten herstellen van een vorige trainingsprikkel. Afhankelijk van de getraindheid is de duur minstens 25 minuten op een intensiteit die lager is dan 75% van de intensiteit bij de anaerobe drempel. Op deze intensiteit wordt ook de efficiëntie van de vetverbranding en de doorbloeding van de spieren getraind.

De *extensieve duurtraining* zorgt voor verbetering van de aerobe capaciteit, de vet- en koolhydraatverbranding. Net als de herstel duurtraining is deze training continu, met een duur van minstens 30 minuten en een intensiteit van tussen de 75 en 85% van de intensiteit bij de anaerobe drempel.

De *intensief duurtraining* is weer een stap zwaarder en wordt vaak in blokken uitgevoerd. De intensiteit van de training (tussen 85 en 95% van de intensiteit bij de anaerobe drempel) zorgt voor een verbetering in koolhydraatverbranding, een verbetering in aerob vermogen en een verhoging van de anaerobe drempel. De lengte is minstens 20 minuten, al dan niet in blokvorm. Wanneer de training in blokvorm wordt uitgevoerd, is de rust altijd korter dan de inspanning.

De *intensief interval duurtraining* lijkt veel op de intensief duurtraining, maar wordt altijd in herhalingen uitgevoerd. Elke herhaling is tussen de 30 seconden en 10 minuten lang op een

intensiteit tussen de 95 en 100% van de intensiteit bij de anaerobe drempel. De arbeids – rustverhouding ligt tussen 3:1 (drie keer zo lang arbeid als rust) en 1:1 (net zo lang arbeid als rust). Het aantal herhalingen ligt grofweg tussen 4 en 40 in. Het doel van de extensief interval duurtraining is het verhogen van de anaerobe drempel, het verbeteren van het aerobisch vermogen en het volhouden en verbeteren van de techniek op wedstrijdsnelheid.

De *intensief interval duurtraining* is intensiever dan de extensief interval duurtraining (100 tot 110% van de intensiteit bij de anaerobe drempel) en de herhalingen zijn korter (30 seconden tot 5 minuten). Omdat de training intensiever is, zijn de pauzes langer. De arbeids – rustverhouding varieert van 1:1 tot 1:3, afhankelijk van de lengte en het aantal herhalingen (4 tot 20). De primaire trainingseffecten zijn de verbetering van het anaerobisch vermogen en het maximale zuurstofopnamevermogen (VO<sub>2</sub>max).

De *intensief interval kort training* is gericht op het verbeteren van de anaerobe capaciteit. De intensiteit gaat hierbij tot maximaal gedurende 30 seconden tot 2 minuten. De arbeid – rustverhouding is 1:2 tot 1:4 en er worden 2 tot 15 herhalingen uitgevoerd.

De *interval sprinttraining* tenslotte is gericht op de verbetering van de VO<sub>2</sub>max en de anaerobe capaciteit. De inspanningen zijn korter dan 30 seconden, maar worden op maximale intensiteit uitgevoerd (4 tot 10 herhalingen met een arbeid – rustverhouding van 1:4 tot 1:10).

In tabel 2 staan alle trainingsmethoden nog een keer samengevat, gerangschikt naar intensiteit.

Benaming	Intensiteit (% AD)	Duur (min)	Arbeid : rust verhouding	Herhalingen	Doel / trainingseffect
Herstel duur	< 75%	> 25min			Afvoer afvalstoffen / doorbloeding spieren / vetverbranding
Extensief duur	75 – 85%	> 30 min			Vet + koolhydraat verbranding / aerobe capaciteit
Intensief duur	85 – 95%	> 20 min			Koolhydraat verbranding / aerobisch vermogen / AD
Extensief interval duur	95 – 100%	½ - 10 min	3:1 tot 1:1	4 – 40	Verschuiven AD / aerobisch vermogen / techniek op wedstrijdintensiteit
Intensief interval duur	100 – 110%	½ - 5 min	1:1 tot 1:3	4 – 20	Anaerobisch vermogen / VO <sub>2</sub> max
Interval intensief kort	Tot max	½ - 2 min	1:2 tot 1:4	2 – 15	Anaerobe capaciteit
Interval sprint	Maximaal	< ½ min	1:4 tot 1:10	4 – 10	ATP / CP systeem

Tabel 2: Overzicht van trainingsmethoden (NTB, TTN3 cursus 2008/2009)

#### TRAININGSMETHODEN PER FASE

In het overkoepelende document Meerjaren Opleidingsplan Triathlon (Motri versie 1.0, oktober 2006) staat voor elke leeftijd en fase naast het trainingsvolume per week ook de onderverdeling in trainingsmethoden beschreven. De naamgeving van de trainingvormen is

inmiddels iets verouderd, maar in de nieuwe versie (eind 2008 of begin 2009) zal dezelfde naamgeving als in dit document gebruikt worden. Zonder in herhaling te treden, volgt hieronder een opsomming van welke trainingsvorm belangrijk is in welke fase.

In de *Orientatiefase* ligt de nadruk op speels het duurvermogen vergroten. Naast de extensief duurtraining zal hier dus door het speelse karakter van de trainingen ook de intensief interval kort of de intensief sprinttraining getraind worden. Verder is de techniektraining van groot belang, iets waar we later uitgebreider op terugkomen.

In de *Leren trainen fase* blijven de extensief duurtraining en de techniektraining belangrijk, maar worden korte uitstapjes gemaakt richting de intensieve duurtraining en de extensief interval duurtraining.

De *Trainen voor omvang fase* kenmerkt zich door een vergroting in omvang van de duurtrainingen. In deze fase worden zowel de herstel duurtraining, de extensief duurtraining als de intensief duurtraining getraind. De aandacht voor techniek neemt iets af, omdat deze al redelijk ontwikkeld moet zijn in de voorgaande fases. De snelheidstrainingen (intensief interval kort en interval sprinttraining) worden licht uitgebreid, maar de nadruk ligt op het uitbreiden van het duurvermogen.

In de *Trainen voor hoog niveau fase* staat de intensief interval duurtraining voor het eerst op het programma. De duurtrainingen worden iets verder uitgebreid, maar de snelheid komt steeds meer centraal te staan.

In de *Trainen om te winnen fase* tenslotte worden alle trainingsvormen getraind al naar gelang wat de individuele atleet nodig heeft om wedstrijden te winnen. Sommige atleten hebben in deze fase baat bij duurtrainingen van diverse intensiteit, terwijl andere atleten juist meer snelheids- en vermogenstrainingen moeten doen. Vaak is dit ook afhankelijk van de specialisatie (korte of lange afstand) van de betreffende atleet.

## ANDERE TRAINBARE VAARDIGHEDEN

Naast fysieke training is er nog een aantal andere belangrijke trainbare vaardigheden. Dit zijn achtereenvolgens techniek en tactiek, kracht- en romptraining en mentale training. De technische, tactische en mentale vaardigheden die de atleet na elke fase onder de knie moet hebben, staan uitgewerkt in het overkoepelende document MOtri, versie 1.0. Om niet in herhaling te vallen, zal in dit document slechts relevante achtergrondinformatie gegeven worden.

### *TECHNIEK EN TACTIEK*

Onder *techniek* wordt de goede uitvoer van sportspecifieke bewegingen verstaan. Een goede techniek is uiterst belangrijk om efficiënt te kunnen bewegen. Omdat het aanleren van de juiste techniek het beste gaat op jonge leeftijd, wordt in de eerste twee fases relatief veel tijd besteed aan het aanleren van de juiste techniek. Maar ook daarna blijft een juiste techniek belangrijk, vooral tijdens de groeispurt waar het risico op blessures door veranderingen in lichaamsbouw groot is. Techniektrainingen worden rustig uitgevoerd, zodat

de atleet volledig op de uitvoering kan concentreren. Pas als de techniek goed is aangeleerd, zal naar de techniek op (wedstrijd)snelheid gekeken worden. Een goed hulpmiddel bij het aanleren en verbeteren van de techniek is video. De atleet kan na een techniekoefening meteen zien wat hij goed en fout doet en daar bij een volgende uitvoering op letten.

*Tactiek* gaat over het kennen en begrijpen van algemene en sporttechnische regels. Algemene regels zijn de normen en waarden die in het dagelijks leven gelden. Onder sportregels worden de specifieke regels en reglementen verstaan die zijn opgesteld door de NTB, ETU en ITU. Verbonden met de sportregels zijn de regels over sportiviteit en ethiek. Fair play en het weten waar de grens ligt tussen slim gedrag en valsspelen zijn twee voorbeelden hiervan.

Specifieker wordt het bij wedstrijd tactiek. Hieronder wordt verstaan dat de atleet een wedstrijd dusdanig kan voorbereiden en indelen om tot een optimale prestatie te komen. Soms zal de wedstrijd tactiek door externe omstandigheden (bijvoorbeeld tegenstanders of het weer) tijdens de wedstrijd aangepast moeten worden. Verwant aan de wedstrijd tactiek is teamtactiek. Hierbij staat, in tegenstelling tot bij wedstrijd tactiek, de prestatie van het team centraal. Onder teamtactiek wordt ook verstaan het samenwerken met anderen om een zo goed mogelijke prestatie neer te zetten.

#### *KRACHT- EN ROMPTRAINING*

Er is lang gedacht dat winst in kracht kwam door een vergroting in spieromvang (hypertrofie). Daarom werd van *krachttraining* gedacht dat het alleen effectief was voor krachtsporten als gewichtheffen, kogelstoten en discuswerpen bij atletiek, worstelen en boxen. Voor duursporters als triatleten zou het negatief werken, omdat elke gram extra spiermassa gedurende lange tijd moet worden meegedragen. Maar in de late 60er en vroege 70er jaren van de vorige eeuw werd ontdekt dat kracht- en vermogenstraining effectief is voor bijna alle sportsoorten en activiteiten. Er werd gevonden dat krachttraining niet alleen effect had op de grootte van de spieren, maar vooral ook op de neurale aansturing daarvan. Het blijkt dat gedurende de eerste acht tot tien weken de winst in kracht voornamelijk komt door verbeterde neurale aansturing van de spieren, waarna hypertrofie steeds belangrijker gaat worden. Hoe veel de spieren vergroten, is afhankelijk van het soort training. Krachttraining kan worden uitgevoerd om de spierkracht, het spiervermogen en het spieruithoudingsvermogen te verbeteren. Ook is het uiterst effectief om het lichaam in balans te krijgen en te houden en zo blessures te voorkomen.

*Romptraining* is een goede aanvulling op krachttraining. Romptraining wordt gedefinieerd als de effectieve aansturing van de spieren die het LUMBO-PELVIC-HIP-complex stabiliseren, samen met de spieren die de schoudergordel stabiliseren. Goed getrainde rompspieren zorgen voor een betere houding, minder blessures, betere beweeglijkheid en een verbeterd vermogen om van richting te veranderen, verbeterde balans en coordinatie en een verbetering in vermogen en snelheid. Het zorgt voor effectievere bewegingen, minder energieverlies door overbodige bewegingen en dus voor een betere sportprestatie.

Het goed kunnen aanspannen van de m. transversus abdominus is een vereiste voor effectieve romptraining. Dit moet worden aangeleerd door een deskundige krachttrainer. De contractie lijkt namelijk op wat gebeurt tijdens het inhouden van de adem, maar is wezenlijk anders. Nadat dit aangeleerd is, wordt verder gegaan met het aanspannen en aangespannd

houden van de rompspieren tijdens steeds complexere oefeningen. Vaak wordt hierbij gebruik gemaakt van onstabiele ondergronden zoals een Stability Ball, een BOSU of een Wobble board. Wanneer een atleet de basisprincipes van romptraining begrijpt en de effectiviteit van de oefeningen voelt, is de enige beperking zijn verbeelding!

De visie van de NTB is dat kracht- en romptraining een belangrijke plaats moet innemen in het trainingsprogramma. Omdat de meerwaarde van krachttraining toeneemt met het aantal trainingsjaren, is het belangrijk om atleten al op vroege leeftijd bloot te stellen aan verschillende vormen van krachttraining. Krachttraining kan al in de Oriëntatiefase worden ingesteld als deel van een speelse training met tweetallen, ballen of andere materialen. In de Leren trainen fase kan dit worden uitgebreid tot circuittraining met het eigen lichaamsgewicht. Pas in de Trainen voor omvang fase zal het fitnesscentrum gebruikt worden, altijd onder leiding van een gediplomeerde kracht/conditietrainer. In eerste instantie zullen basisoefeningen voor het krachthoudingsvermogen in specifieke, vaste machines uitgevoerd worden, later in de fase zal steeds meer met losse halters en dumbbells gewerkt worden. In de laatste twee fases wordt de krachttraining specifiek gericht op individuele eisen en zullen de oefeningen complexer worden (multi-joint bewegingen). In deze fases worden ook intensievere vormen van krachttraining uitgevoerd, zoals maximaalkracht, snelkracht, explosieve kracht en sprongvormen.

#### *MENTALE TRAINING*

Sportpsychologie is jarenlang beschouwd als training voor mentaal zwakke atleten. Inmiddels is iedereen ervan overtuigd dat sportpsychologische vaardigheden ook goede atleten beter kan maken en vinden veel topt atleten baat bij een sportpsycholoog in hun begeleidingsteam.

Sportpsychologische of mentale vaardigheden beslaan een breed spectrum. Voor de triatleet zijn vijf vaardigheden van groot belang, namelijk doelen stellen, het omgaan met spanning, angst en stress, concentratie en aandacht, mentale voorstellingen en zelfvertrouwen en gedachtencontrole. Deze vijf vaardigheden worden hieronder uitgebreid besproken. In MOtri versie 1.0 staat voor elke fase uitgewerkt welke vaardigheden de atleet precies onder de knie moet hebben.

#### *Doelen stellen*

Doelen kunnen gesteld worden om de motivatie vast te houden, de aandacht te richten, het zelfvertrouwen te versterken, stress te kunnen beperken, hindernissen zichtbaar te maken, te bepalen wat echt belangrijk is en om nieuwe ervaringen te behalen. Het meest duidelijke effect van doelen stellen is de motivationele waarde die ervan uitgaat. Hoe groter de uitdaging, hoe harder een atleet zal werken om de gewilde prestatie te halen. Een onrealistisch doel zal echter zorgen voor spanning, verminderde prestatie en verminderde motivatie in training en wedstrijd. Daarom moet een doel aan een aantal eigenschappen voldoen. Een doel moet specifiek, meetbaar, aantrekkelijk, realistisch en tijdsgebonden zijn. Afgekort levert dit SMART, oftewel slim, op. Veel psychologen voegen hier nog een eigenschap aan toe, individualiteit.

Een doel is *specifiek* als precies beschreven staat wat het doel is. Specifieke doelen zorgen voor betere prestaties dan algemene, of doe-je-best doelen. Een doel is *meetbaar* als op welk moment dan ook duidelijk zichtbaar gemaakt kan worden of het doel wel of niet

gehaald is. Een atleet is geneigd om meer inzet te tonen in training en wedstrijd als het gestelde doel *aantrekkelijk* is. De atleet moet het doel echt willen halen. Gepaard daarmee is *realisticiteit*, of het doel te halen is. Een moeilijk haalbaar doel zal voor optimale motivatie zorgen, maar makkelijke of onmogelijk doelen kunnen de motivatie laten dalen. Tenslotte moet een doel *tijdsgebonden* zijn, het doel moet binnen een bepaalde tijd gehaald worden. De *individualiteit* die vaak toegevoegd wordt, heeft te maken met het feit dat het gestelde doel het doel van de individuele atleet moet zijn. Een doel, hoe goed en SMART opgesteld ook, zal niet gehaald worden als de atleet er zelf niet achter staat.

Een voorbeeld van een goed doel voor een atleet die al een aantal maal als tweede en derde op het podium van het NK gestaan heeft, is het volgende doel:

*“Dit jaar wil ik Nederlands Kampioen triatlon op de Olympische Afstand worden”.*

Het doel is specifiek (*“Nederlands Kampioen OD worden”*), meetbaar (in de uitslagenlijst van het NK), aantrekkelijk (winnen is aantrekkelijker dan tweede of derde worden), realistisch (de atleet is immers al een paar keer tweede en derde geworden), tijdsgebonden (*“dit jaar”*) en individueel (*“ik wil”*).

Doelen kunnen in verschillende stijlen gesteld worden. Vaak wordt een onderscheid gemaakt tussen taakgericht, succesgericht of verliesgericht gestelde doelen. Andere onderverdelingen zijn die tussen taakgerichte en egogerichte stijl van doelen stellen en taakgerichte en resultaatgerichte doelen.

Het primaire doel van atleten met een *taakgerichte stijl* van doelen stellen is het leren en verbeteren van vaardigheden. Ze zien elke situatie als een mogelijkheid om iets nieuws aan te leren of hun vaardigheden te verbeteren en kennen daardoor een sterke intrinsieke motivatie. Ze zullen tegen iedere tegenstander een vergelijkbare prestatie laten zien.

Atleten met een *succesgerichte stijl* van doelen stellen evalueren hun succes op basis van de uitslagen in wedstrijden. Hun primaire doel is door om wedstrijden te winnen hun goede vaardigheden te tonen. Ze zien elke situatie als een mogelijkheid om hun bekwaamheid te tonen. Succesgerichte atleten zullen de beste prestatie laten zien tegen atleten van vergelijkbare kwaliteit. Zowel sterkere als zwakkere tegenstanders zorgen voor een verminderde motivatie en prestatie.

Het primaire doel van atleten met een *verliesgerichte stijl* van doelen stellen is om te zorgen dat niemand uitvindt dat hun vaardigheden niet toereikend zijn. Ze doen niet graag wedstrijden, omdat daar altijd een risico is dat mensen hun onbekwaamheid zien. Ze zullen door deze angst vaak ver onder hun mogelijkheden presteren.

In eerste instantie is een taakgerichte stijl van doelen stellen de meest gewenste stijl. Bij het behalen van in deze stijl gestelde doelen zijn de atleten namelijk niet afhankelijk van de prestaties van anderen. Toch zullen veel doelen (waaronder het voorbeeld wat eerder gegeven werd) vaak als resultaatdoelen gesteld worden. Daarom is het zaak om verschillende doelen te stellen, zowel taakgerichte als succesgerichte resultaatdoelen. Om continuïteit te waarborgen, moeten doelen gesteld worden voor korte en lange termijn (inclusief een droomdoel). Vooral voor korte termijndoelen is het belangrijk dat deze taakgericht gesteld worden.

### *Omgaan met spanning (arousal, anxiety en stress)*

Het onder controle krijgen, houden en herkrijgen van spanning, angst en stress is van grote invloed op de prestatie. Deze drie termen worden vaak door elkaar gebruikt, maar betekenen zeker niet hetzelfde.

*Spanning (arousal)* wordt gedefinieerd als een motivationeel construct dat het intensiteitsniveau van het gedrag weerspiegelt. Spanning bevindt zich typisch op een lijn tussen diepe slaap en extreme opwinding. Een bepaald niveau van spanning is nodig om optimaal te presteren. De hoogte van dit niveau is individueel, een te lage spanning zorgt voor niet-optimale prestatie, maar een te hoge spanning zorgt voor een duidelijk verslechterde prestatie.

*Angst (anxiety)* is de emotionele impact of cognitieve dimensie van spanning. Angst wordt gezien als gevoelens van nerveusheid en gespannenheid die geassocieerd worden met de activatie of spanning van het organisme. Er zijn twee soorten angst: angst als persoonlijkheidskenmerk en angst als reactie op een specifieke situatie.

*Stress* wordt vaak verward met angst, maar is duidelijk verschillend. Stress is een reeks gebeurtenissen die tot een specifiek gedrag leiden, niet zozeer gebaseerd op de werkelijke situatie maar vooral op de perceptie van de atleet daarvan. Het wordt als volgt gedefinieerd: "Stress is een substantiele disbalans tussen (omgevings)vraag en antwoordmogelijkheid, onder omstandigheden waarbij het falen om aan de vraag te voldoen belangrijke consequenties heeft". Stress heeft niet noodzakelijk een negatief effect, het kan zowel een positief (*eustress*), als negatief (*distress*) effect hebben.

Voor de relatie tussen spanning en prestatie zijn verscheidene theorieën ontwikkeld met ieder hun eigen voor- en nadelen. Op een na (de *drive-theorie* die inmiddels weinig steun meer geniet) gaan alle theorieën uit van een positief effect van opbouwende spanning, een specifieke hoeveelheid spanning voor ideale prestatie en een (duidelijk) verslechterde prestatie bij spanning hoger dan het ideale niveau.

Het opbouwen van spanning is makkelijker dan het laten afnemen van spanning. Vaak is het genoeg om vlak voor de wedstrijd alles nog even door te lopen (wat zijn je doelen deze wedstrijd en hoe ga je ze halen (taak)), naar het publiek te kijken en een warming-up te doen. Het focussen op je doelen en taak kan ook een te hoge spanning verlagen, omdat het je meer duidelijkheid verschaft over wat je gaat doen en waarom. Een ander middel dat de spanning zowel kan verhogen als verlagen, is het luisteren naar muziek.

Meditatie is een goede methode om spanning te verlagen. Het is echter de vraag of een atleet met te hoog spanningsniveau vlak voor de wedstrijd nog effectief van meditatie gebruik kan maken.

### *Concentratie en aandacht*

Ook deze twee termen worden vaak door elkaar gebruikt. In het Engels is de scheiding tussen focus (concentratie) en attention (aandacht) duidelijker. *Aandacht* is de vaardigheid om de concentratie van de ene bron van informatie naar de andere te verschuiven om zo in een bepaalde tijd zo veel mogelijk relevante informatie te verkrijgen. *Concentratie* is het vermogen om de aandacht lang genoeg op een bron te richten om alle relevante informatie te verkrijgen.

Concentratie is van belang om informatie op te pikken. Dit begint met het luisteren naar opdrachten en het correct uitvoeren daarvan. De uitvoering van nieuwe bewegingen (zoals bijvoorbeeld een nieuwe techniekoefening) vereist ook concentratie. Naarmate de beweging vaker gedaan is, zal minder concentratie nodig zijn. Bij automatische bewegingen zal het concentreren daarop zelfs een verslechtering in prestatie teweeg brengen.

Er worden vier verschillende aandachtstijlen onderscheiden. Iedereen heeft zijn individuele voorkeurstijl, soms vereist de situatie ook een bepaalde stijl om succesvol te zijn. Voor de algemene sportsituatie is de optimale aandachtstijl gekruist met de voorkeurstijl.

Bij een *breed-externe* stijl ligt de aandacht buiten de persoon en op het globale gebied om hem heen. Een voorbeeld hiervan is de wielrenner die het complete peloton voor zich ziet, zonder specifieke details waar te nemen ("het is een peloton"). Bij een *smal-externe* stijl ligt de aandacht op een specifiek punt buiten de persoon, bijvoorbeeld op de rug van de atleet voor je. Bij een *breed-interne* stijl ligt de aandacht binnen de persoon op het globale gevoel in het lichaam. Bij een *smal-interne* stijl ligt de aandacht binnen de persoon op een specifiek lichaamsdeel of een beweging hiervan. Denk tijdens het lopen bijvoorbeeld alleen aan de knie-inzet.

Het is tijdens lange wedstrijden zoals triatlons niet mogelijk en gewenst om de gehele tijd in dezelfde aandachtstijl te zitten. Het is belangrijk om te kunnen wisselen van aandachtstijl, om toch de concentratie vast te kunnen houden. Soms is zelfs dat niet mogelijk, dan is het belangrijk om te trainen op het loslaten en terugwinnen van de concentratie en de aandacht. Dit is ook van belang als de concentratie verstoord wordt door afleiders.

Een ander aspect van aandacht zijn de zes *aandachtcircels*. De beste prestatie wordt behaald als je in de eerste cirkel zit. Daarom is het belangrijk om te merken wanneer je uit een bepaalde cirkel getrokken wordt en hoe je dan weer terug kunt komen. De cirkels van binnen naar buiten zijn:

1. Ik en mijn taak  
*Wat is er nodig / wat moet ik doen om mijn doel te behalen?*
2. Directe afleidingen  
*Weer, publiek, scheidsrechter, materiaal, enzovoorts*
3. 'Is-behoort te zijn' vergelijking  
*Het evalueren van de prestatie met de doelstelling*
4. Winnen of verliezen
5. Consequenties van winnen of verliezen
6. 'Zinsvraag'  
*Wat doe ik hier? / Waarom doe ik dit? / Waar doe ik het nog voor?*

#### *Mentale voorstellingen (imagery)*

*Imagery* wordt gedefinieerd als "alle quasi-sensorische en quasi-perceptuele ervaringen waarvan we bewust zijn en die bestaan zonder de stimulerende omstandigheden die deze sensorische en perceptuele ervaringen werkelijk voortbrengen".

Het gebruik van *imagery* (mentale voorstellingen) is van belang bij het aanleren van nieuwe bewegingen, het mentaal voorbereiden op wedstrijden of delen daarvan en het oefenen van

moeilijke situaties tijdens wedstrijden. Het heeft een spanningsregulerend effect en kan gebruikt worden als vervanging van fysieke training wanneer de atleet geblesseerd is. Het effect van mentale voorstellingen is het grootst als je echt gelooft in de voorstelling. Hiervoor is het van belang dat zo veel mogelijk zintuigen worden ingespannen tijdens de mentale voorstelling. Om dit te bereiken is, zeker in het begin, instructie van een ervaren sportpsycholoog noodzakelijk. In latere fases, vanaf trainen voor omvang, moet de atleet in staat zijn om zelf goede mentale voorstellingen op te roepen.

### *Zelfvertrouwen en gedachtencontrole*

*Zelfvertrouwen* wordt gedefinieerd als het geloof of de mate van zekerheid die individuen hebben over hun mogelijkheden om succesvol te zijn. Uit deze definitie blijkt dat zelfvertrouwen niet zozeer afhankelijk is van de prestatie, maar van hoe de atleet zelf zijn prestatie ziet. Het is situatie-specifiek, mensen met veel zelfvertrouwen tijdens sportwedstrijden kunnen een laag zelfvertrouwen hebben als ze bijvoorbeeld een zaal met mensen moeten toespreken. Het zelfvertrouwen wordt bepaald en beïnvloed door vroegere ervaringen en prestaties, ervaring door het bekijken van anderen, sociale of verbale overtuiging en fysiologische arousal. Atleten met veel zelfvertrouwen zullen beter presteren dan atleten met weinig zelfvertrouwen en zullen ook langer doorgaan bij tegenslagen.

Eerder succes in sport zal het zelfvertrouwen vergroten, als dit succes wordt toegeschreven aan persoonlijk controleerbare, interne en stabiele oorzaken ("ik heb zelf voor dit succes gezorgd en kan dit de volgende keer weer doen."). Als het succes wordt toegeschreven aan oncontroleerbare, externe of instabiele oorzaken (toeval, falende tegenstanders, vorm van de dag) zal dit niet bijdragen tot een vergroting in het zelfvertrouwen. Het omgekeerde is waar voor falen. Atleten die hun falen toeschrijven aan interne, stabiele oorzaken zullen hun zelfvertrouwen daarmee verminderen, terwijl falen geen of weinig effect heeft op het zelfvertrouwen als het wordt toegeschreven aan externe, instabiele oorzaken.

Sociale of verbale overtuiging, zoals aanmoedigingen en opmerkingen van ouders, coaches, publiek en andere mensen, kan het zelfvertrouwen ook verhogen, maar het is minder effectief dan informatie gebaseerd op eigen successen. Omdat negatieve sociale en verbale overtuigingen het zelfvertrouwen ook kunnen schaden, is het belangrijk dat de atleet zijn gedachten onder controle kan houden.

Verhoogde spanning kan het gevoel geven van onmacht om een taak succesvol uit te voeren en heeft dus een negatief effect op het zelfvertrouwen.

Gedachten hebben grote invloed op je gevoel en gedrag. Om ervoor te zorgen dat je controle kunt hebben over de gevoelens die je wilt hebben (om succesvol een bepaalde taak uit te voeren) kun je *gedachtencontrole* gebruiken. Eerst moet daarvoor herkend worden welke gedachten voor een ongewenst gevoel zorgen of op zijn minst niet effectief zijn voor het behalen van een goede sportprestatie. Als je deze gedachten hebt leren kennen, kun je beginnen met het omschakelen van deze negatieve gedachten naar positieve gedachten en deze in je hoofd prenten (positieve zelfspraak). Dit werkt het beste als de nieuwe gedachte kort en krachtig is, begint met "Ik" en een van de woorden willen, kunnen, durven of doen bevat. Het is belangrijk om te onthouden dat ook automatische gedachten een invloed hebben op je gevoelens. Het zullen dus niet altijd gedachten zijn die voortkomen uit sociale of verbale overtuiging die de negatieve invloed hebben op je gevoelens.

## HOOFDSTUK 2: TESTEN

Een test is een goed hulpmiddel om een trainingsprogramma te evalueren en, waar nodig, bij te sturen. Het geeft duidelijk inzicht in verbeteringen die zijn gemaakt sinds de voorgaande test, maar ook verslechtingen worden in beeld gebracht.

We kunnen testen onderverdelen in *sporttechnische testen* en *sportmedische testen*. Sporttechnische testen zeggen iets over het huidige prestatievermogen van het lichaam, terwijl sportmedische testen iets zeggen over de sportieve gezondheid en de huidige capaciteit van het lichaam. Andere onderverdelingen zijn die tussen *laboratoriumtesten* en *veldtesten* en die tussen *maximaaltesten* en *submaximaaltesten*.

Elke test heeft zijn eigen voor- en nadelen, maar dient ten alle tijden te voldoen aan een aantal eisen, te weten: *standaardisatie*, *validiteit*, *betrouwbaarheid* en *objectiviteit*. Standaardisatie is belangrijk om testen met elkaar te kunnen vergelijken. Dit betekent dat het protocol (aantal en grootte van de belastingsstappen), de testapparatuur, tijdstip van de dag, maar ook de trainingen in de dagen voorafgaand aan de test gelijk moeten zijn.

Validiteit wil zeggen dat de test meet wat hij bedoelt te meten. Hoe groter de validiteit van een test, hoe zekerder je uitspraken kunt doen met de resultaten van de test. Het resultaat van een maximale zuurstofopname test met een grote validiteit geeft meer zekerheid over de maximale zuurstofopname dan een test met een kleine of lage validiteit. In dat geval kan hoogstens over een schatting gesproken worden.

De betrouwbaarheid van een test zegt iets over de mate van consistentie. We willen namelijk dat een test elke keer dezelfde resultaten geeft als de input hetzelfde is. Stel je eens voor dat je op een weegschaal 75 kg weegt, van de schaal afstapt en als je er vlak daarna weer opstaat ineens 90 kg weegt! Die weegschaal heeft dan een lage betrouwbaarheid voor het meten van massa. Hoe groter de betrouwbaarheid, hoe nauwkeuriger de testgegevens zijn.

Objectiviteit tenslotte geeft aan dat de testgegevens kunnen worden vastgelegd in getallen, bijvoorbeeld een hartslag van 185 bij het bereiken van de anaerobe drempel.

Er is een enorme hoeveelheid testen beschikbaar, die echter lang niet allemaal zinvol zijn voor de triatleet. Het doen van een test lijkt heel interessant en professioneel, maar heeft pas zin als we ook iets kunnen doen met de resultaten ervan. Hieronder volgt de behandeling van een aantal testen die relevant zijn voor de triatleet.

### SPORTTECHNISCHE TESTEN

Sporttechnische testen kunnen zowel in het laboratorium of in het veld uitgevoerd worden, ieder met zijn eigen voor- en nadelen. Met behulp van de resultaten van sporttechnische testen kan het trainingsprogramma geevalueerd worden en waar nodig worden aangepast. Uit de enorme hoeveelheid beschikbare testen bespreken we er hieronder een aantal die voor triatleten interessant kunnen zijn.

## LABORATORIUMTESTEN

Voordelen van laboratoriumtesten zijn de standaardisatie en de vele meetmogelijkheden. Weersomstandigheden hebben geen invloed op de test of kunnen optimaal nagebootst worden in een klimaatkamer. Bovendien kunnen zuiver fysiologische waarden goed gemeten worden. Vooral maximale inspanningstesten kunnen in een laboratorium veilig gedaan worden. Nadelen van laboratoriumtesten zijn de hoge kosten voor apparatuur en deskundige afnemers, ze zijn tijdrovend en wegens hun lage beschikbaarheid niet altijd uit te voeren wanneer dit voor de trainer het meest optimaal is.

*Inspanningstesten* in het laboratorium worden meestal gedaan op de fietsergometer of de loopband, alhoewel het tegenwoordig ook mogelijk is om een zwemttest te doen in een stromingsbak. Tijdens deze inspanningstesten kan de belasting eenvoudig en nauwkeurig ingesteld worden en er kunnen veel parameters gemeten worden. Voorbeelden hiervan zijn de VO<sub>2</sub> (al dan niet tijdens maximale inspanning), de hartslag en de melkzuurconcentratie.

Ook *krachttesten* kunnen in het laboratorium worden gedaan. Waar bij veldtesten vaak een tabel wordt gebruikt om de maximale kracht (1RM, maximale gewicht wat 1x getild kan worden) te benaderen, kan men in het laboratorium met gespecialiseerde apparatuur precies de maximale statische en dynamische kracht van een spier meten. Dit wordt gedaan bij verschillende hoeken en snelheden, waardoor ook het maximale vermogen van een spier berekend kan worden. Waar bij veldtesten in het fitnesscentrum altijd gevaar schuilt in het meten van de 1RM (bijvoorbeeld de kans op spierscheuring of spierfalen waardoor het gewicht ineens een dodelijk wapen wordt) kan dit door de specifieke opzet van de apparatuur in het laboratorium wel veilig gedaan worden. Door de testen eenbenig of eenarmig uit te voeren, kan een disbalans in het lichaam gevonden worden. Om de kans op blessures zo klein mogelijk te maken, is het zaak om het lichaam met de juiste oefeningen weer in balans te krijgen.

Een derde test die in het laboratorium gedaan wordt, is de *dynamische zitpositiemeting* voor de fiets. In eerste instantie zal de zitpositie bepaald worden door het meten van diverse lichaamsmaten, waarna een computerprogramma de juiste framemaat en afstelling berekent. Deze *statische zitpositiemeting* is een goed uitgangspunt, maar als er meer gefietst wordt en de prestaties beter worden is dit niet genoeg. Dan moet naast de lichaamsmaten ook zaken als de beweeglijkheid van de gewrichten en de lengte van de spieren meegenomen worden. Dit wordt gedaan tijdens de dynamische zitpositiemeting. In Nederland kan dit op twee plaatsen, waaronder het SMA in Amerongen waar onze bondsarts de meting uitvoert.

Tijdens de dynamische zitpositiemeting wordt op alle gewrichten een marker geplaatst, zodat de opgenomen fietsbeweging met geavanceerde software geanalyseerd kan worden. Als de houding veranderd dient te worden, wordt met de nieuwe houding opnieuw een fietsbeweging opgenomen en geanalyseerd. Dit gaat net zolang door tot de fiets optimaal is afgesteld op de individuele eisen en mogelijkheden van de atleet.

## VELDTESTEN

Het voordeel van veldtesten is dat we de wedstrijd- en trainingsomstandigheden goed kunnen benaderen. Nadelen zijn de mindere standaardisatie (bijvoorbeeld weersomstandigheden) en het feit dat we nog weinig zuiver fysiologische waarden kunnen meten. Dit is echter aan het veranderen, zo zijn lactaatmeters nu vrij beschikbaar en zijn er bijvoorbeeld ook draagbare VO<sub>2</sub>max apparaten ontwikkeld.

De meest eenvoudige veldtest is een specifieke training die meerdere keren per jaar, bijvoorbeeld wekelijks, herhaald wordt (*herhalingsstraining*). Een voorbeeld hiervan is de 15x100m zwemtest. Hierbij wordt elke week op een vaste dag na het inzwemmen een serie van 15x100m gezwommen met een vaste rust of starttijd. De tijden van elke 100m worden opgeschreven, net als de hartslag direct na de laatste 100m en een minuut later. Na verloop van tijd zou de gemiddelde 100m tijd lager moeten worden bij dezelfde hartslag of dezelfde 100m tijd gezwommen moeten worden met een lagere hartslag.

Een andere test die eenvoudig in de trainingen te verwerken is, is de *T30 test*. Bij deze test wordt gedurende 30 minuten een zo groot mogelijke afstand afgelegd. De gemiddelde waarden van de intensiteit, snelheid en hartslag tijdens deze test zijn een goede benadering van dezelfde waardes bij de anaerobe drempel. Deze test is vrij inspannend en zou niet te vaak uitgevoerd mogen worden. Hij is niet geschikt voor atleten in de eerste twee fases van het meerjarenplan omdat hij ofwel te lang, ofwel te zwaar is voor deze atleten.

Een van de oudste en meest bekende testen is de *Coopertest*. Hierbij probeert de atleet in 12 minuten een zo groot mogelijke afstand te lopen. De gelopen afstand is een maat voor het prestatievermogen. Door de test te herhalen (bijvoorbeeld na elke mesocycclus) kan bekeken worden of er vooruitgang is geboekt.

De *Conconitest* werd bekend toen Francesco Moser het werelduurrecord brak. De Italiaanse professor Conconi ontwikkelde een test waarbij de anaerobe drempel op eenvoudige wijze kon worden bepaald. Tot op een bepaald punt bestaat er een lineair verband tussen de loopsnelheid en de hartslag. Het punt waarop dit verband niet meer lineair is, bleek overeen te komen met het punt waarbij lactaatoophoping in de spieren plaats ging vinden. De test is met kleine aanpassingen ook op de fiets(ergometer) en zwemmend uit te voeren.

De test vindt plaats op een atletiekbaan waar na een warming-up iedere 200m de loopsnelheid wordt verhoogd (meestal met 2 seconden). Gedurende de 200m wordt de snelheid zo constant mogelijk gehouden. Aan het eind van elke 200m worden tijd (snelheid) en hartslag gemeten en na de test tegen elkaar uitgezet in een grafiek.

Het vinden van de knik vergt enige ervaring en dikwijls is er helemaal geen knik te vinden. Daarom is deze test ook weinig betrouwbaar. Wel is hij goed bruikbaar om de trainingen van de afgelopen periode te evalueren, bijvoorbeeld door te kijken of de maximaal gehaalde snelheid hoger is en of er een verandering is van de hartslag bij submaximale snelheden.

De *Vermoedelijke Individuele Anaerobe Drempel (VIAD) test* is een looptest waarbij, net als bij de Conconitest, zonder bloed af te nemen de individuele anaerobe drempel bepaald kan worden. Ook deze test is zowel zwemmend als fietsend te doen, maar wordt voornamelijk lopend uitgevoerd.

De test bestaat uit stappen van ongeveer vier minuten, waarna een minuut rust volgt. Elke stap wordt de intensiteit verhoogd. Het is de bedoeling om in vier tot vijf stappen van ongeveer vier minuten op de anaerobe drempel uit te komen en daarna door te gaan totdat de sporter niet verder kan. Na elke stap wordt de snelheid, de hartslag tijdens de laatste anderhalve minuut en de laagste hartslag tijdens de rust genoteerd. De herstelhartslag volgt een lineair verband met de loopsnelheid. Als de herstelhartslag niet meer op deze lijn ligt, was de intensiteit van de voorgaande stap hoger dan de anaerobe drempel. Het lichaam heeft dan extra tijd nodig om het opgebouwde melkzuur af te breken. De hartslag en snelheidswaarden voor de anaerobe drempel zijn die van de stap waarbij de herstelhartslag nog wel het lineaire verloop volgde. Hoe kleiner de intensiteitsstappen zijn, hoe nauwkeuriger de anaerobe drempel bepaald kan worden.

De *Zoladztest* is ontwikkeld door de Poolse inspanningsfysioloog Zoladz. Deze test bestaat uit vijf stappen van elk zes minuten, waarbij de hartslag steeds 10 slagen hoger is. De rust bedraagt steeds 2 minuten. Soms wordt als afsluiting nog een 600m gelopen, vooral wanneer de test gecombineerd wordt met lactaatmetingen. De Zoladztest gaat uit van de maximale hartslag en de stappen worden gelopen op HFmax – 50 slagen, HFmax-40, HFmax-30, HFmax-20 en HFmax-10. De afstand die in zes minuten wordt afgelegd gedeeld door 100 is gelijk aan de gemiddelde snelheid. Als bij herhaling van de test een grotere afstand wordt afgelegd bij dezelfde hartslag is het uithoudingsvermogen bij die intensiteit verbeterd. In combinatie met lactaatmeting na elk blok en na de 600m (die op maximale intensiteit gelopen dient te worden) kan ook de anaerobe drempel bepaald worden. Uitgangspunt is zoals gezegd de maximale hartslag. Indien deze niet bekend is, kan hij als volgt bepaald worden. Na zo'n 15 minuten inlopen loopt de atleet 5 minuten zo intensief mogelijk, gevolgd door een sprint van 20 tot 30 seconden. De hoogste hartslag die je daarbij haalt, is waarschijnlijk de maximale hartslag. Dit is een zeer zware test en is alleen verantwoordelijk uit te voeren door sporters met een goede conditie, die bovendien goed uitgerust zijn voor de test begint.

Elke test kan worden uitgebreid met *lactaatmetingen* om de resultaten nog beter te kunnen interpreteren. Draagbare lactaatmeters zijn sinds eind 90'er jaren beschikbaar. Hierbij wordt na elke belastingstap een klein beetje bloed afgenomen, wat vervolgens wordt geanalyseerd op de aanwezigheid van melkzuur.

Tegenwoordig zijn er ook draagbare apparaten beschikbaar om de *maximale zuurstofopname (VO<sub>2</sub>)* te meten, waardoor het mogelijk is om ook tijdens veldtesten de VO<sub>2</sub>(max) te bepalen. Deze apparaten zijn echter nog erg duur en maar weinig beschikbaar.

Spierkracht wordt tijdens training uitgedrukt in 1RM, het maximale gewicht wat een atleet een keer kan tillen. Omdat een *1RM-veldtest* nogal gevaarlijk kan zijn, zijn tabellen ontwikkeld waarin de 1RM kan afgelezen worden. Deze tabellen worden nauwkeuriger naarmate het aantal herhalingen dichterbij 1 komt, maar zijn al bruikbaar vanaf 30 herhalingen.

Lenigheid en flexibiliteit zijn erg makkelijk te meten, alhoewel dit maar weinig gedaan wordt. De meest bekende test is de *sit-and-reach test* voor de hamstrings, waarbij de atleet met gestrekte benen een plankje zo ver mogelijk in de richting van de tenen moet verplaatsen. Door regelmatig rekoefeningen in de training te integreren, worden de diverse spieren

automatisch op lengte en flexibiliteit getest. Ook zal een disbalans tussen de spieren aan de linker- en rechterkant van het lichaam snel gevonden worden.

De techniek wordt niet zozeer getest, als wel geanalyseerd. Dit kan eenvoudig gedaan worden met behulp van een videocamera. De atleet krijgt een beeld van de eigen beweging en door hem te wijzen op de dingen die hij goed en fout doet kan de techniek verbeterd worden. Dit is het meest effectief als de bespreking direct volgt op de oefening en de atleet vervolgens dezelfde oefening weer uitvoert.

Met een digitale camera is de beweging op een computer beeldje voor beeldje af te spelen en te analyseren. Een veelgebruikt programma hiervoor is *Dartfish*. Een uitgebreide analyse vergt tijd, waardoor de atleet niet direct terugkoppeling kan krijgen. Daarom is deze analyse pas interessant bij atleten die al een goed beeld van de eigen beweging hebben en na de analyse de aanwijzingen zelf kunnen toepassen.

Soort test	Vanaf fase
Laboratorium inspanningstest	Leren trainen fase
Laboratorium krachttest	Trainen voor hoog niveau fase of eerder bij duidelijke lichamelijke disbalans
Dynamische zitpositietest	Trainen voor omvang fase
Herhalingstraining	Orientatie fase
T30 test	Trainen voor omvang fase
Coopertest	Leren trainen fase
Conconitest	Leren trainen fase
VIAD test	Trainen voor omvang fase
Zoladztest	Trainen voor omvang fase
Uitbreiding testen met lactaatmeting	Trainen voor hoog niveau fase
Uitbreiding testen met VO2 meting	Trainen voor hoog niveau fase
Krachttest (1RM) m.b.v. tabellen	Trainen voor omvang fase
Lenigheid en flexibiliteit	Orientatie fase
Techniekanalyse met video-opname	Leren trainen fase
Techniekanalyse m.b.v. Dartfish	Trainen voor omvang fase

*Tabel 3: Sporttechnische testen en vanaf welke fase deze zinvol zijn.*

## SPORTMEDISCHE TESTEN

Sportmedische testen zijn per definitie allemaal laboratoriumtesten. Voorbeelden hiervan zijn de meting van het ECG in rust en tijdens een VO2max-test en het afnemen van een bloedonderzoek. Voor het bepalen van deze waarden is speciale (en meestal dure) apparatuur nodig, net zoals voor de analyse van de resultaten.

De NTB verplicht de atleten niet om een jaarlijkse sportmedische test te ondergaan, maar promoot dit wel. Al in de orientatiefase is een algemeen lichamenlijk onderzoek wat zich richt op de houding en het bewegingsapparaat wenselijk. Voor de leren trainen fase (pupillen A en aspiranten) zou dit uitgebreid moeten worden met een medische test met rust-ECG. In de trainen voor omvang fase komt hier een VO2max test bij. Tijdens de laatste twee fases is het bijzonder zinvol om ook een aantal uitgebreide bloedonderzoeken te doen.

<b>Soort test</b>	<b>Vanaf fase</b>
Algemeen lichamelijk onderzoek naar houding en bewegingsapparaat	Oriëntatiefase
Medische test met rust-ECG meting	Leren trainen fase
VO2max test	Trainen voor omvang fase
VO2max test met ECG meting	Trainen voor hoog niveau fase
Uitgebreid periodiek bloedonderzoek	Trainen voor hoog niveau fase

*Tabel 4: Sportmedische testen en vanaf welke fase deze zinvol zijn.*

### HOOFDSTUK 3: OVERIGE PRESTATIEBEINVLOEDENDE FACTOREN

Als je wereldkampioen wilt worden, moet je je ouders zorgvuldig uitkiezen. Erfelijke factoren vormen de basis voor (sport)prestaties. Daar hebben we echter (jammer genoeg) geen invloed op. De grootste prestatiebevorderende factor is training, maar daarnaast is er nog een aantal factoren die de prestatie kan beïnvloeden. Voor de volledigheid worden hieronder zowel legale als illegale middelen en methodes besproken die een positief of juist negatief effect op de prestatie hebben. Dit wil uiteraard niet zeggen dat de NTB het gebruik van deze middelen goedkeurt, integendeel zelfs!

#### VOEDING, HYDRATATIE EN SUPPLETIE

Het menselijk lichaam bestaat grofweg uit 63% water, 22% eiwitten, 13% vet en 2% vitamines en mineralen. Elk molecuul hiervan komt uit het voedsel wat we eten en het vocht wat we drinken. Een goed uitgebalanceerd dieet zorgt voor een optimale gezondheid en dus optimale prestaties. Als algemene richtlijn bestaat een goed dieet uit 20% vetten, 15% eiwitten en 65% koolhydraten.

*Vetten* worden onderverdeeld in verzadigde vetten (b.v. vlees en melkproducten), enkelvoudig onverzadigde vetten (b.v. olijfolie) en meervoudig onverzadigde vetten (b.v. noten, zaden en vis). Waar producten met veel verzadigd vet vooral lekker zijn, zijn producten met de meervoudig onverzadigd vetten linoleenzuur (omega 3) en alfa-linoleenzuur (omega 6) essentieel voor de hersenen, het zenuwstelsel, het immuunsysteem, het cardiovasculair systeem en de huid.

*Eiwitten* zijn de bouwstenen van ons lichaam en zijn essentieel voor groei en het herstellen van lichaamsweefsel. Ze worden gebruikt voor het maken van hormonen, enzymen, antilichamen en neurotransmitters en helpen om stoffen door het lichaam te vervoeren.

*Koolhydraten* worden gebruikt als de primaire brandstof voor het lichaam en worden onderverdeeld in snelle en langzame koolhydraten. Snelle koolhydraten zoals suiker, honing en snoepgoed geven een korte, snelle energiestoot, gevolgd door een energiearme periode. Langzame, complexe koolhydraten zoals uit granen, groente en fruit geven hun energie af gedurende een langere periode, waardoor een dip voorkomen wordt. De vezels die in deze producten zitten, helpen mee om de koolhydraten geleidelijk aan het bloed af te geven.

*Vitamines* en *mineralen* zijn essentieel voor bijna elk proces in het lichaam. Vitamines zorgen ervoor dat enzymen hun werk kunnen doen, zorgen voor de balans van hormonen, helpen bij de energieproductie, verbeteren het immuunsysteem en zijn essentieel voor de hersenen en het zenuwstelsel. Mineralen worden gebruikt voor de bouw van tanden en botten, het doorsturen van zenuwsignalen, goede werking van het zuurstoftransport, het immuunsysteem en de hersenen en nog veel meer.

Aangezien ons lichaam voor bijna tweederde uit water bestaat, is water ons belangrijkste voedingsmiddel. *Water* zorgt voor de afvoer van afvalproducten uit ons lichaam, wat ongeveer 1,5 liter per dag kost. Ook is het onderdeel van ons zweet, waardoor ons lichaam overtollige warmte kan kwijtraken. Water is nodig voor het oplossen van vitamines en mineralen en het zorgt voor transport van verschillende stoffen door het lichaam. De richtlijn voor de normale populatie is om 1,5 tot 2 liter water (vloeistof) per dag te drinken, voor

sporters moet dit uitgebreid worden met de hoeveelheid vocht die verloren gaat tijdens training.

#### *VOEDING VOOR, TIJDENS EN NA TRAINING EN WEDSTRIJD*

De prestatie tijdens inspanningen van een uur of langer op 70 tot 90% van de VO<sub>2</sub>max kan verbeterd worden door het vergroten van de beschikbare hoeveelheid koolhydraten voorafgaand aan de inspanning, het verlagen van de snelheid waarmee deze koolhydraatvoorraad verbrand wordt tijdens inspanning en door tijdens de inspanning regelmatig koolhydraten in te nemen, vooral wanneer de atleet vermoeid raakt.

Een dieet met 75 tot 90% koolhydraten kan ervoor zorgen dat de koolhydraatvoorraden in de spieren en de lever in drie dagen maximaal gevuld raken. Dit staat bekend als *koolhydraatstapeling*. Hier is tussen 5 en 13 gram koolhydraten per kilogram lichaamsgewicht per dag voor nodig, afhankelijk van de hoeveelheid en intensiteit van training in die periode. Dit kan de tijd tot uitputting met zo veel als 20% verlengen en de tijd nodig om een bepaalde (lange) afstand te voltooien met 3% verminderen.

Het aanvullen van koolhydraten tijdens de inspanning kan voor een vergelijkbare prestatieverbetering zorgen als koolhydraatstapeling, terwijl daar een veel kleinere hoeveelheid koolhydraten voor nodig is. Het voordeel hiervan is dat de atleet tijdens de inspanning lichter is dan wanneer hij drie dagen lang koolhydraten heeft gestapeld. Bovendien kan niet voor elke training drie dagen lang koolhydraten gestapeld worden.

De enige manier om langer met de beschikbare hoeveelheid koolhydraten te doen, is om meer vetten te verbranden tijdens inspanning. Het lijkt erop dat de vetverbranding wordt aangestuurd door de hoeveelheid glycogeen (koolhydraten) in de spieren. Als deze hoeveelheid te laag wordt, zal de vetverbranding overnemen als primaire brandstof. Het verhogen van het percentage vet in het dieet van de atleet kan ervoor zorgen dat het lichaam went aan een nieuwe energieverdeling, zodat de atleet net zo goed blijft presteren. Het voordeel van een verbeterd vermogen om vet te verbranden, is dat de atleet langer kan blijven doorgaan bij inspanningen van 70% of minder. Het maakt de atleet echter niet sneller, iets wat vooral op korte afstanden gewenst is.

Tijdens inspanning kan het lichaam ongeveer 1 gram koolhydraten per kilogram lichaamsgewicht per uur opnemen. Dit kan in de vorm van energiedrank, energiegels, energierepen of andere vaste voeding (b.v. bananen of brood). Een atleet van 70kg kan dus per uur ongeveer 70 gram koolhydraten opnemen, bijvoorbeeld door een liter sportdrank met 7% koolhydraatdichtheid te drinken. Iedereen heeft zijn individuele voorkeur voor de manier van koolhydraatinname en ieder lichaam reageert anders op voeding tijdens inspanning. Het is belangrijk om hier niet in de wedstrijd achter te komen, maar in de trainingen te experimenteren met hoeveelheden en soorten koolhydraten. Ook smaken zijn hierbij belangrijk.

Er zit ongeveer 120 gram glycogeen in de lever, wat genoeg is voor twee uur inspanning. Als de voorraad in de lever echter te klein wordt, zorgt dit voor een lage bloedsuikerspiegel. Een lage bloedsuikerspiegel is een belangrijke oorzaak van vermoeidheid tijdens inspanning. Daarom is het goed om zo weinig mogelijk glycogeen uit de lever te gebruiken en bij inspanningen langer dan een uur koolhydraten in te nemen. Het maakt niet uit of deze koolhydraten vast, vloeibaar of een combinatie hiervan zijn.

Om na inspanning de hoeveelheid glycogeen in de lever en spieren aan te vullen, is het belangrijk om ook na de inspanning goed te eten. De glycogeenvoorraad wordt het snelst aangevuld door zo snel mogelijk na de inspanning langzame koolhydraten binnen te krijgen, gecombineerd met eiwitten. Het maakt niet uit of deze koolhydraten vast of vloeibaar zijn en of ze als een grote maaltijd gegeten worden of als meerdere snacks.

Wanneer er meerdere dagen achter elkaar zwaar getraind wordt, heeft het lichaam minimaal 8 gram koolhydraten per kg lichaamsgewicht nodig, en zelfs dit is niet altijd genoeg om de hoeveelheid spierglycogeen op peil te houden.

#### *HYDRATATIE*

Zoals gezegd bestaat het lichaam voor tweederde uit water. Wanneer het lichaam gedehydrateert raakt, worden verschillende fysiologische functies niet langer optimaal uitgevoerd, wat zorgt voor een verminderde prestatie.

Zweten is de belangrijkste oorzaak van vochtverlies tijdens inspanning. De hoeveelheid zweet per tijdseenheid wordt beïnvloed door de intensiteit en het lichaamsgewicht. Afhankelijk van de temperatuur en luchtvochtigheid kan de zweetratio oplopen tot maximaal 1,8 liter per uur.

Alhoewel vochtopname tijdens inspanning te trainen is, blijkt het voor lopers moeilijk om meer dan 0,7 liter per uur te drinken. Wielrenners hebben hier minder problemen mee en kunnen tot 2 liter per uur drinken. Dit verschil kan verklaard worden doordat de wielrenners een lagere intra-abdominale druk hebben dan hardlopers (en dus minder snel naar de wc hoeven), vaker op lagere intensiteit inspannen dan lopers, makkelijker toegang hebben tot vocht en daardoor tijdens trainingen het lichaam kunnen trainen om meer vocht per uur op te nemen.

Te weinig vochtinname leidt tot dehydratie en verminderde prestaties, maar meer is niet altijd beter. Atleten die te veel vocht innemen (vooral water), kunnen een potentieel dodelijke conditie ontwikkelen die bekend staat als overhydratie, watervergiftiging of hyponatremia, een te lage concentratie van natrium in het bloed. Deze lage concentratie komt niet zozeer vanwege zoutverliezen door zweet, als wel door te veel water te drinken. Hyponatremia kan niet alleen tijdens inspanning ontstaan, maar ook als de atleet na de inspanning te veel water drinkt.

Als zowel te veel als te weinig vochtinname problemen opleveren, wat is dan de juiste hoeveelheid vocht wat ingenomen moet worden? En waaruit moet dat vocht zijn samengesteld? Het antwoord op die vragen is niet makkelijk te geven, maar moet komen uit ervaring met vochtinname tijdens trainingen.

De zweetratio is een goed uitgangspunt. Weeg jezelf voorafgaand en na afloop van een inspanning en bereken je zweetratio door het verschil in gewicht te delen door de tijd van inspanning. Zweet bevat ongeveer drie tot vijf gram zouten (natrium, kalium, magnesium en chloride) per liter, die ook aangevuld moet worden. Niet al het verloren gewicht hoeft aangevuld te worden, omdat een gedeelte van dit gewichtverlies komt van water wat vrijkomt bij de verbranding van koolhydraten en vetten. Gedurende een Ironman kan dit gewichtverlies oplopen tot wel 3 kilogram, Dit betekent dat atleten die minder dan 3 kg lichter zijn bij de finish zichzelf overgehydrateerd hebben!

## *DE IDEALE SPORTDRANK*

De huidige sportdranken bevatten ongeveer 1 gram natrium per liter, niet genoeg dus om de verliezen door zweet aan te vullen. De reden hiervoor is dat naast zouten ook koolhydraten moeten worden aangevuld. De optimale dichtheid (osmolariteit) van een vloeistof om opgenomen te worden is ongeveer 270 millimol per liter en is afhankelijk van het aantal deeltjes (koolhydraten en zouten) wat per liter opgelost is. Bij de eerste sportdranken werd de focus gelegd op de hoeveelheid koolhydraten, omdat die de prestatie bevorderen. De latere sportdranken zijn veelal variaties van de originele formules. Omdat studies naar sportdranken veelal worden betaald door fabrikanten van sportdrank wordt in die studies meestal gekeken naar het verschil tussen sportdrank en water of sportdrank en niets. Er is maar weinig onderzoek gedaan naar wat een ideale sportdrank zou moeten bevatten en of deze sportdrank de prestatie meer verbetert dan de huidige sportdranken. Recent onderzoek wijst uit dat de koolhydraten uit een sportdrank met een hoge zoutconcentratie (50 mmol per liter oftewel ongeveer 2 gram per liter) net zo snel worden opgenomen, ondanks de hogere osmolariteit van de sportdrank. De enige reden om niet meer zout toe te voegen, is dat de smaak van de drank daaronder kan lijden.

De maaglediging is beter als er regelmatig gedronken wordt en als de hoeveelheid per keer groter is. De osmolariteit van de oplossing is belangrijk, want de maaglediging is langzamer als dit hoger is dan de osmolariteit van het bloed. Om zo veel mogelijk koolhydraten en zouten binnen te krijgen is het dus van belang om regelmatig grote slokken te drinken. De maximale opnamecapaciteit van de darmen tijdens inspanning is ongeveer 1,3 liter per uur. Ook dit is een teken dat meer drinken geen positief, maar juist negatieve effecten kan hebben.

De beperkende factor voor koolhydraatopname door de spieren is de vrijmaking van glycogeen in de lever. Dit gaat met een snelheid van ongeveer 1 gram per minuut, oftewel 60 gram per uur. Deze 60 gram kunnen ook direct uit vloeistof worden opgenomen, om deze opname te verkrijgen moet ongeveer 80 gram koolhydraten per uur ingenomen worden. Een grotere inname zorgt niet voor een grotere opname, 60 gram per uur is het maximum. Optimale soorten koolhydraten zijn glucose, het glucosepolymeer maltose en polymeren van fructose (zoals te vinden in spaghetti, brood en aardappels). Andere soorten, zoals fructose, alcohol en galactose worden minder efficiënt verbrand of hebben negatieve bijwerkingen op het maagdarmsysteem.

De ideale sportdrank zorgt voor een koolhydraatopname van 60 gram per uur (7 tot 12% oplossing), heeft een natriumconcentratie van ongeveer 60 mmol per liter en een osmolariteit van tussen de 200 en 400 mmol per liter. Hoe hoger de osmolariteit, hoe hoger het percentage koolhydraten moet zijn om dezelfde opname te verkrijgen. Waar tijdens het hardlopen een inname van ongeveer 750 ml maximaal lijkt, kan op de fiets tot ongeveer een liter per uur gedronken worden. Deze ideale sportdrank bestaat (nog) niet, daarom zou bij de huidige sportdranken gekeken moeten worden naar de volgende richtlijnen:

1. De drank moet goed smaken, want de atleet moet er regelmatig van kunnen en willen drinken
2. Afhankelijk van hoeveel gedronken kan worden moet de oplossing tussen de 5 en 10% koolhydraten bevatten
3. De oplossing moet verschillende soorten koolhydraten bevatten voor een goede smaak en lage osmolariteit
4. De natriumconcentratie moet tussen 20 en 60 mmol per liter (1 tot 3 gram per liter) zijn, hoe dichter bij 60 mmol per liter hoe beter.

### SUPPLETIE

Voedingssupplementen zijn geen vervanging voor goede voeding, maar zijn voor sporters die veel trainen, zoals triatleten, soms noodzakelijk om genoeg vitamines en mineralen binnen te krijgen. Een goede diëtist of voedingsdeskundige kan hierover raad geven en een persoonlijk voeding- en suppletieplan opstellen.

Naast supplementen om de voeding aan te vullen, zijn er ook veel supplementen die gebruikt worden om de prestatie op de wedstrijddag te verbeteren. De onderstaande supplementen hebben niet allemaal een positief effect op de prestatie, maar worden behandeld omdat ze prestatiebevorderend worden geacht. Sommige supplementen staan op de WADA-lijst van verboden middelen en worden alleen voor de volledigheid besproken. Als je zeker wilt zijn of een bepaald supplement toegestaan is, kun je op de website van de dopingautoriteit kijken, [www.dopingautoriteit.nl](http://www.dopingautoriteit.nl).

*Amfetamines* en afgeleiden daarvan stimuleren het centrale zenuwstelsel. Het oorspronkelijke doel van amfetamines was gewichtsverlies, maar ze worden door sporters ook gebruikt om de concentratie en alertheid te verhogen en mentale vermoeidheid te verminderen. Sporters die amfetamines gebruiken voelen zich vol energie, uiterst gemotiveerd en onverslaanbaar. Amfetamines zouden atleten sneller laten lopen, verder laten gooien, hoger laten springen en de vermoeidheid uitstellen.

Studies naar de effecten van amfetamines laten zowel geen, een positief als een negatief effect op de prestatie zien. Amfetamines verhogen de staat van arousal, wat leidt tot een gevoel van energie en verhoogd zelfvertrouwen. Ook verlagen ze de gevoelde vermoeidheid. Andere bewezen effecten zijn gewichtsverlies, een verbetering in reactietijd, snelheid en versnelling, meer kracht, vermogen en spieruithoudingsvermogen, een hogere maximale hartslag en pieklactaatconcentratie, betere concentratie en een verbeterde coordinatie.

Het gebruik van amfetamines is niet alleen verboden, maar ook nog eens erg gevaarlijk. Ze zijn verslavend en maskeren belangrijke signalen die ons lichaam stuurt wanneer we ons in potentieel gevaarlijke situaties bevinden (zoals b.v. uitputting).

Van de *aminozuren* l-tryptofaan, leucine, isoleucine en valine wordt gezegd dat ze prestatiebevorderend werken door hun werking op het centrale zenuwstelsel. Ze werken verdovend en stellen de vermoeidheid uit. Hier is echter geen bewijs voor gevonden. Ook de claim dat deze aminozuren zorgen voor een verhoging in vrijstelling van groeihormonen in het bloed (en daarmee de vetvrije massa en spierkracht bevorderen) is tot op heden niet aangetoond.

Het gebruik van *anabole steroïden* door atleten komt al voor sinds de jaren '40 van de vorige eeuw. Anabole steroïden versnellen de groei door het verhogen van de snelheid van bot- en spieropbouw. Ze verhogen de vetvrije massa en de spierkracht en versnellen het herstel na inspanning. Er is geen effect aangetoond op het aerobe uithoudingsvermogen.

Net als bij amfetamines is ook het gebruik van anabole steroïden verboden en erg gevaarlijk. Bij mannen kan het impotentie en borstvorming veroorzaken, bij vrouwen juist vermanlijking (verkleining van borsten, verzwaring van de stem en groei van gezichtshaar). Het kan leiden tot persoonlijkheidsveranderingen, met name toegenomen agressie en dramatische schommelingen in humeur, leverschade en cardiovasculaire ziektes.

De werking van *beta-blockers* is tegengesteld aan die van amfetamines. Beta-blockers zorgen voor een onderdrukking van het sympathische zenuwstelsel en worden gebruikt in sporten waarbij verhoogde arousal en angst de prestatie negatief beïnvloeden. Beta-blockers verlagen de hartslag, zodat atleten uit sporten als pistool- of boogschieten langer de tijd hebben om te mikken voordat ze schieten. Dit is de reden dat ook beta-blockers op de WADA-lijst staan.

Beta-blockers kunnen bronchospasmen veroorzaken bij mensen met astma, hartfalen bij mensen met hartproblemen en lichthoofdigheid doordat ze de bloeddruk verlagen.

*Caffeïne* is een van de meest gebruikte supplementen en wordt onder andere gevonden in koffie, thee, chocola en frisdrank. Caffeïne stimuleert het centrale zenuwstelsel en zijn effecten zijn vergelijkbaar met die van amfetamines, alhoewel duidelijk zwakker.

Bewezen effecten van caffeïne zijn verhoogde mentale alertheid en concentratie, verbeterd humeur, een verlaging in vermoeidheid en een later begin van vermoeidheid, verbeterde reactietijd en een verbetering in het gebruik van vetzuren tijdens inspanning. Caffeïne verbetert het aerobe uithoudingsvermogen en kan de prestatie bevorderen doordat de atleet op een hogere intensiteit kan sporten met hetzelfde vermoeidheidsgevoel.

Caffeïne staat niet meer op de WADA-lijst en mag dus vrij gebruikt worden. Bij mensen die gevoelig zijn voor caffeïne of die hoge doses gebruiken kan caffeïne bijwerkingen hebben als nerveusheid en rusteloosheid, slapeloosheid en maagproblemen.

Van zogenaamde recreatieve drugs als *cocaine* en *marihuana* (maar ook alcohol en nicotine) wordt door atleten gedacht dat ze prestatiebevorderend zijn. Dit is echter nooit aangetoond, meestal hebben deze stoffen juist een negatief effect op de prestatie.

Creatinefosfaat wordt gebruikt in de spieren als brandstof voor de eerste paar seconden inspanning. Het toedienen van *creatine* zou de hoeveelheid creatinefosfaat in de spieren verhogen en daardoor zorgen voor een hoger maximaal vermogen en mogelijk een versneld herstel na intensieve inspanning.

Een grote studie van het American College of Sports Medicine in 2000 kwam tot de volgende conclusies:

1. Creatinesuppletie kan leiden tot verhoging van de hoeveelheid creatinefosfaat in de spieren, maar niet bij iedereen.
2. De combinatie van creatine met een grote hoeveelheid koolhydraten kan de spieropname van creatine verhogen.

3. De prestatie op herhaalde, intensieve, kortdurende inspanningen kan verbeterd worden door het innemen van creatine. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het herstel tussen de intervals verbeterd is.
4. Creatine heeft geen effect op de isometrische kracht en de maximale aerobe capaciteit.
5. Creatine zorgt voor verhoging in het lichaamsgewicht, waarschijnlijk door extra wateropname in de spieren.
6. In combinatie met krachttraining kan creatine leiden tot meer krachtwinst, waardoor de atleet misschien op een hogere intensiteit kan trainen.

Ze besluiten echter door aan te geven dat de prestatiebevorderende effecten van creatine waarschijnlijk veel kleiner zijn dan de verwachte effecten.

*Diuretici* (plaspillen) worden gebruikt om snel gewicht te verliezen door verhoging van de urineproductie. Ze worden gebruikt door jockeys, bokkers, judokas en andere sporters die binnen bepaalde gewichtsgrenzen moeten zitten. Sporters die verboden middelen hebben gebruikt gebruiken diuretici in de hoop dat de extra vloeistof in de urine de concentratie van verboden middelen verlaagd, waardoor de kans kleiner is dat deze opgespoord worden. Dit wordt maskering genoemd en heeft ervoor gezorgd dat diuretici op de WADA-lijst kwamen. Het gevaar van het gebruik van diuretici is dat door vochtverlies de thermoregulatie verslechtert en de elektrolytenbalans wordt verstoord wat kan leiden tot vermoeidheid, krampen, uitputting en zelfs hartfalen.

De medische behandeling voor dwergen is het toedienen van *HGH* (menselijk groeihormoon). Atleten gebruiken HGH in de veronderstelling dat het net als anabole steroïden de spieropbouw verhoogt. Om dit effect te maximaliseren worden HGH en anabole steroïden vaak gecombineerd gebruikt.

Uit studies blijkt dat HGH geen effect op de prestatie van jonge, gezonde atleten heeft. Bijwerkingen heeft het wel, zoals vergroting van de interne organen, verzwakking van spieren en gewrichten, diabetes en hartziekten. Ook HGH staat op de WADA-lijst van verboden middelen.

*L-Carnitine* is een belangrijke stof in de vetstofwisseling. Het helpt bij het vervoer van vetzuren zodat ze verbrand kunnen worden. Door meer vet te verbranden, kan de koolhydraatvoorraad gespaard worden, waardoor atleten een bepaalde intensiteit langer kunnen volhouden. Studies laten echter geen prestatiebevorderend effect zien van het supplementeren van extra l-carnitine.

Het lichaam gebruikt bicarbonaten als buffer om de zuur-base balans van lichaamsvloeistoffen constant te houden. Het innemen van stoffen als *natrium bicarbonaat* zou het lichaam meer basisch maken en de buffercapaciteit van melkzuur vergroten. Dit kan de vermoeidheid uitstellen bij sporten waarbij melkzuur geproduceerd wordt.

Onderzoek heeft uitgewezen dat het innemen van bicarbonaat alleen prestatiebevorderend werkt bij inspanningen tussen 1 en 7 minuten, waarbij minstens 300 mg per kilogram lichaamsgewicht moet worden ingenomen om een effect te meten. Bijwerkingen van het innemen van bicarbonaat in deze doses heeft als bijwerkingen onder andere diarree, maagkrampen en een opgeblazen gevoel. *Natrium citraat* heeft dezelfde

prestatiebevorderende werking als natrium bicarbonaat, maar zonder de negatieve bijwerkingen.

Stoffen die geen prestatiebevorderende werking hebben kunnen de prestatie toch bevorderen als de atleet gelooft dat de stoffen dit doen. Dit staat bekend als het *placebo effect*.

#### *VOEDINGSMIDDELEN MET EEN NADELIGE WERKING*

Het gebruik van *alcohol* beïnvloedt de prestatie nadelig. Het zorgt voor versnelde vermoeidheid door lage bloedsuikerspiegel en voor een verhoogde hartslag.

*Rokers* hebben een verlaagde maximale inspanningscapaciteit. Hoe meer gerookt wordt, hoe groter de negatieve invloed op de prestatie.

#### VERBETERD ZUURSTOFTRANSPORT

De sportprestatie zal worden verbeterd wanneer de spieren meer zuurstof krijgen. Dit is mogelijk door het verhogen van de hoeveelheid zuurstofrijk bloed die door het hart rondgepompt wordt (cardiac output), het verhogen van de capaciteit van het bloed om zuurstof te binden (via een verhoging in aantal of concentratie rode bloedcellen), of het verhogen van de capaciteit van de spieren om zuurstof uit het bloed te halen (via een verdichting van de capillairen of een groter volume mitochondrieën).

Een van de meest effectieve interventies is het verbeteren van de capaciteit van het bloed om zuurstof te binden en te vervoeren. Deze capaciteit kan verbeterd worden door het leven en trainen op hoogte, het leven op hoogte maar trainen op zeeniveau, het slapen in een hypoxietent, het inspuiten van lichaamseigen bloedcellen (de door WADA verboden methode bloeddoping), het gebruik van het eveneens verboden hormoon erythropoietine (EPO) of door het trainen met zuurstofverrijkte lucht.

#### *LEVEN EN TRAINEN OP HOOGTE*

De toewijzing van de Olympische Spelen van 1968 aan Mexico Stad (2000m boven zeeniveau) en de prestatie van Afrikaanse langeafstandlopers op die Spelen zorgden voor de eerste ideeën dat trainen op hoogte een positief effect kon hebben op de prestatie van langeafstandlopers. Toen de Afrikanen ook op zeeniveau en op kortere afstanden begonnen te overheersen, was de logische conclusie dat atleten die leven en trainen op hoogte een voordeel hebben boven de atleten die op zeeniveau verblijven.

De spieren zullen op hoogte, door de verminderde zuurstofspanning, sneller onder anaerobische omstandigheden moeten werken dan op zeeniveau. Het lichaam zal zich hierop aanpassen door het vermogen om zuurstof te verbruiken te verbeteren, waardoor de snelheid waarop de spieren melkzuur produceren verlaagd wordt. Dit stelt vermoeidheid uit en verbetert de prestatie, vooral op hoogte. Wanneer de atleet terugkeert naar zeeniveau kan het lichaam de grotere hoeveelheid zuurstof in de lucht efficiënter gebruiken, waardoor de prestatie op zeeniveau ook verbeterd zal zijn.

Een nadeel van hoogtestage is een vergroot risico op bovenste luchtweginfecties. Als een atleet ziek wordt, zal het mogelijk positieve effect van hoogtetraining teniet gedaan worden

doordat de atleet enige tijd niet of niet optimaal kan trainen. Ook blijkt dat de spiermassa iets kleiner wordt bij verblijf op hoogte.

In de 40 jaar na Mexico Stad is een groot aantal studies gedaan naar de effecten van hoogtetraïning op de prestatie, meestal bij hardlopers. De uitkomst van de meeste studies is dat er na een periode van leven en trainen op hoogte duidelijke fysiologische aanpassingen zijn tijdens submaximale inspanning (zoals een verlaging in hartslag en melkzuurconcentratie in het bloed), maar niet tijdens maximale inspanning. Uit de weinige studies die een trainingsverblijf op hoogte correct vergeleken met dezelfde trainingen op zeeniveau, blijkt dat (als er al een positief effect van hoogtetraïning gemeten wordt) dit effect heel klein is. De conclusie lijkt dus te zijn dat het trainen op hoogte geen of een verwaarloosbaar effect heeft op de prestatie op zeeniveau, zeker als rekening gehouden wordt met het vergrote risico op luchtweginfecties.

Toch is dit niet helemaal waar. Het effect van het trainen op hoogte zou te klein kunnen zijn om met de huidige wetenschappelijke apparatuur te meten. Maar bij veel wedstrijden is het verschil tussen winnen en verliezen zo klein dat zelfs een onmeetbaar effect het verschil kan maken. Waar wetenschappers pas bij een bepaalde verbetering (afhankelijk van het aantal proefpersonen tussen 1% (bij 100 proefpersonen) en 3% (bij 20 proefpersonen)) een positief effect kunnen aantonen, is het voor veel sporters al interessant om 0,1% verbetering te verkrijgen. Ook kan het zijn dat het trainen op hoogte een effect heeft bij sporten waarbij de zuurstofschuld niet de prestatiebeperkende factor is, zoals bij (ultra)marathons of triatlons. Bij deze sporten zou het positieve effect wat hoogtetraïning op de efficiëntie en snelheid van melkzuurproductie heeft, kunnen zorgen voor een verbeterde prestatie. Andere positieve effecten zijn het placebo-effect (een atleet denkt dat hoogtetraïning werkt, dus gaat zijn prestatie vooruit) en het positieve effect wat trainen in een andere omgeving kan hebben. Het is echter wel zo dat een verhoging in aantal of concentratie rode bloedcellen (de kerngedachte achter het effect van hoogtetraïning) maar weinig gevonden wordt, zeker niet na verblijf op hoogtes onder 2500m. Het is niet altijd makkelijk om een goede trainingslocatie te vinden op dergelijke hoogtes. Bovendien kan de atleet op zeeniveau op een hogere maximale snelheid trainen dan op hoogte.

#### *LIVE HIGH, TRAIN LOW*

Op basis van bovenstaande argumenten is begonnen met de zogenaamde *Live High, Train Low*-techniek. Hierbij wonen de atleten op hoogte, maar wordt op een lagere hoogte of zelfs zeeniveau getraind. De atleet kan op wedstrijdsnelheid blijven trainen en verkleint daardoor ook het risico op het krijgen van luchtweginfecties. Uit studies blijkt dat er drie noodzakelijke criteria zijn voor een prestatieverbeterend effect van de LHTL-techniek, namelijk dat de atleten op een hoogte van minstens 2500m moeten leven, de ijzervoorraad van het lichaam moet goed genoeg zijn of de atleten moeten genoeg ijzer supplementeren om de aanmaak van rode bloedcellen te verhogen en ze moeten op dezelfde snelheden kunnen blijven trainen als op zeeniveau.

#### *BLOEDDOPING*

*Bloeddoping* is een methode waarbij het aantal rode bloedcellen van een atleet wordt verhoogd door hem een infusie te geven met rode bloedcellen die vier tot zes weken eerder van dezelfde atleet zijn afgetapt. Het is een methode die op de WADA-lijst van verboden

methoden staat en wordt hier alleen voor de volledigheid behandeld. Doordat het bloed nu meer rode bloedcellen bevat, is de zuurstofcapaciteit van het bloed groter en zal meer zuurstof naar de spieren vervoerd worden. Hierdoor zullen de spieren langer onder aerobe omstandigheden kunnen werken en zal de maximale arbeid hoger zijn. Studies naar het effect van bloedddoping vinden grote effecten op zowel de VO<sub>2</sub>max als op de tijd die een atleet een bepaalde snelheid kan volhouden.

#### *HET GEBRUIK VAN ERYTROPOIETINE*

*Erythropoietine* (EPO) is een lichaamseigen hormoon dat geproduceerd wordt door de nieren en de productie van rode bloedcellen door het beenmerg stimuleert. De productie van lichaamseigen EPO wordt gestimuleerd als de zuurstofaanvoer naar de nieren verminderd wordt, zoals bijvoorbeeld bij verblijf op hoogte. De ontwikkeling in biotechnologie in de 80'er jaren maakte het mogelijk om EPO te produceren in een laboratorium. Deze vorm van EPO werd ontwikkeld om bloedarmoede bij mensen met nierproblemen en andere chronische ziekten te behandelen. Het effect van EPO op de prestatie is vergelijkbaar met dat van bloedddoping en werd voor het eerst gebruikt door wielrenners aan het eind van de jaren '80. Net als bloedddoping staat ook EPO op de verboden lijst van het WADA.

#### *HET GEBRUIK VAN EEN STIKSTOFHUIS OF HYPOXIETENT*

Wegens het risico op luchtweginfecties zijn in de jaren '90 twee methodes ontwikkeld voor het op zeeniveau nabootsen van verblijf op hoogte, het stikstofhuis en de hypoxietent. Bij het *stikstofhuis* wordt een gasmengsel wat minder zuurstof en meer stikstof bevat dan gewone lucht in de kamer gepompt waar de atleet rust en slaapt. De *hypoxietent* is een tent die over het bed van de atleet gezet wordt, zodat de atleet tijdens slaap minder zuurstof inademt. Het voordeel van beide methoden is dat de atleet slaapt (en rust) op hoogte, maar traint op zeeniveau. Een ander voordeel is dat de atleet in zijn normale leef- en trainingsomgeving kan blijven.

#### *TRAINEN MET ZUURSTOFVERRIJKTE LUCHT*

Het *trainen met zuurstofverrijkte lucht* of het inademen van pure zuurstof zorgt voor een grotere aanbieding van zuurstof aan het bloed. Als het bloed deze extra zuurstof naar de spieren kan vervoeren, zou dit een prestatieverbetering opleveren. Een andere theorie is dat de extra zuurstof het functioneren van het hart verbetert, waardoor meer bloed en zuurstof naar de spieren vervoerd kan worden.

Testen met zuurstofverrijkte lucht gaan al zo ver terug als 1908, waarbij atleten na het inademen van pure zuurstof hun beste tijden op afstanden tussen 100 en 880 yard ruim verbeterden. In de jaren daarna vonden vele studies vergelijkbare resultaten. Ook werd een verbetering van de tijd tot uitputting gevonden, onder andere bij Sir Roger Bannister (de eerste man die de Engelse mijl onder 4 minuten liep).

Het toedienen van zuurstof valt onder methoden voor het verbeteren van het zuurstoftransport en is dus ook niet toegestaan door het WADA.

## *SAMENVATTING*

Een verhoging in aantal rode bloedcellen wordt pas gevonden bij een (gesimuleerde) hoogte van ongeveer 2500m. Een eventuele prestatieverbetering bij wedstrijden op zeeniveau zal dus ook pas gevonden worden als de atleet boven 2500m hoogte verblijft. Deze prestatieverbetering zal groter zijn als de atleet op zeeniveau blijft trainen. Voor een optimale prestatie bij wedstrijden op hoogte is het noodzakelijk dat de atleet traint op hoogte en zo gewoond raakt aan de omstandigheden.

Bloeddoping en het inspuiten van EPO hebben een groot effect op de hoeveelheid rode bloedcellen en dus op de prestatie op zeeniveau. Ze staan echter op de WADA-lijst van verboden middelen en methoden en zijn hier alleen volledigheidshalve genoemd. Het toedienen van zuurstof of zuurstofverrijkte lucht zorgt ervoor dat een atleet op hogere snelheden kan trainen. Deze methode valt net als bloeddoping onder verboden methoden voor het verbeteren van het zuurstoftransport.

## TEMPERATUUR EN LUCHTVOCHTIGHEID

De basistemperatuur van ons lichaam is zo ingesteld dat allerlei lichamelijke processen bij die temperatuur zo efficiënt mogelijk verlopen. Alhoewel onze lichaamstemperatuur verschilt van dag tot dag, zelfs van uur tot uur, is dit verschil meestal niet groter dan 1°C. Pas tijdens zware lichamelijke inspanning, ziekte of extreem warme of koude omstandigheden zal de lichaamstemperatuur buiten de normale range vallen. De lichaamstemperatuur wordt bepaald door het verschil tussen de warmteontwikkeling (metabolisch en door omgeving) en het warmteverlies (door straling, stroming, geleiding en verdamping).

Wanneer de luchtvochtigheid hoog is, kan de lucht nog maar weinig watermoleculen opnemen. Dit zorgt voor een vermindering in zweetverdamping en dus weinig warmteverlies. Een lage luchtvochtigheid is juist ideaal voor verdamping van zweet en dus warmteverlies. Het gevaar is echter wel dat de atleet gedehydrateerd raakt als het vochtverlies door zweten niet op tijd wordt aangevuld.

## *INSPANNING BIJ HOGE TEMPERATUREN*

Warmteproductie tijdens inspanning zorgt ervoor dat de normale lichaamstemperatuur makkelijker behaald kan worden. Maar zelfs bij een normale omgevingstemperatuur van 21 tot 24°C zorgt de extra metabolische warmte al voor een flinke druk op de mechanismen die de lichaamstemperatuur controleren. Bij hogere temperaturen en luchtvochtigheid zal dit effect alleen maar groter zijn, wat een groot effect op de prestatie kan hebben.

Tijdens inspanning in de warmte vindt een strijd plaats tussen de spieren en de huid om bloedtoevoer te krijgen. De spieren hebben het bloed nodig om zuurstof aan te voeren en afvalstoffen af te voeren, terwijl bloedtoevoer naar de huid nodig is om warmte af te voeren. Op een bepaald punt kan het cardiovasculaire systeem de grote vraag aan bloed niet meer aan en zal elke factor die een extra beroep doet op het cardiovasculaire systeem of de afgifte van warmte beïnvloedt, zorgen voor een drastische verlaging in prestatieniveau en een vergroting van het gevaar op oververhitting.

Een verklaring voor een verminderde prestatie in de warmte is dat door de extra druk op het cardiovasculaire systeem de hartslag al bij een lagere snelheid het maximum bereikt.

Bovendien zal van dit maximale hartminuutvolume (de hoeveelheid bloed die per minuut door het hart rondgepompt kan worden) een extra gedeelte naar de huid gaan om het lichaam af te koelen.

Een andere verklaring is de *kritische temperatuur theorie*. Deze theorie stelt dat de hersenen bij het bereiken van een bepaalde lichaamstemperatuur signalen sturen om de inspanning te stoppen. Meestal is dit tussen 40 en 41°C.

Blootstelling aan een combinatie van hoge omgevingstemperatuur en hoge metabolische warmteproductie kan tot drie warmtegerelateerde problemen leiden: warmtekrampen, hitte-uitputting en hittedslag ('zonnesteek').

*Warmtekrampen* zijn de minst serieuze problemen van de drie. Ze worden veroorzaakt door natriumverlies en dehydratie door overvloedig zweten. Symptomen zijn de pijnlijke verkramping van grote skeletspieren. Krampen kunnen voorkomen worden door voldoende te drinken en de uitgezweete zouten aan te vullen.

*Hitte-uitputting* wordt veroorzaakt doordat het cardiovasculaire systeem wegens dehydratie niet meer aan de behoeftes van het lichaam kan voldoen. Symptomen hiervan zijn extreme vermoeidheid, duizeligheid, misselijkheid en braken, flauwvallen en een zwakke maar snelle hartslag. Hitte-uitputting kan voorkomen worden door voldoende te drinken en komt minder vaak voor in goed getrainde atleten die geacclimatiseerd zijn aan de hitte.

*Hittedslag* is een levensbedreigende warmteziekte die onmiddellijke medische hulp vereist. Hittedslag wordt veroorzaakt door het falen van het thermoregulatiesysteem en wordt gekarakteriseerd door een verhoging in lichaamstemperatuur tot boven 40°C, het stoppen van actief zweten (alhoewel zweet nog altijd op de huid kan liggen), een snelle hartslag en ademhaling, verwarring, disorientatie en bewusteloosheid.

Alle drie de problemen kunnen plotseling, zonder waarschuwing of symptomen, voorkomen. Ze zijn ook niet altijd opvolgend, men krijgt niet noodzakelijk krampen en hitte-uitputting voordat een hittedslag volgt.

Vochtiname is uiterst belangrijk in warme omstandigheden. Het werkt niet alleen tegen dehydratie, maar koelt het lichaam ook van binnen af. Kleding is een andere belangrijke factor. Hoe minder kleding, hoe groter het warmteafgiftevermogen van het lichaam is. Bovendien zal overbodige kleding al gauw genoeg een last worden. Kleding moet zweet kunnen absorberen en lichtgekleurd zijn om warmte te reflecteren. Het dragen van een (lichtgekleurde) pet is ook aan te bevelen. Tenslotte moet je wanneer mogelijk niet op het warmst van de dag gaan trainen. Als het niet anders kan, moet de intensiteit laag genoeg gehouden worden zodat het thermoregulatiesysteem niet overwerkt raakt. Kinderen hebben een kleiner vermogen om warmte kwijt te raken dan volwassenen. Dit komt omdat kinderen tijdens inspanning meer metabolische warmte per kilogram lichaamsgewicht produceren dan volwassenen, ze een lagere zweetcapaciteit hebben en een verminderd vermogen om warmte van de lichaamskern naar het lichaamsoppervlak te verplaatsen.

Het effect van warmte kan worden tegengegaan door acclimatisatie en precooling. Bij *warmteacclimatisatie* laat je het lichaam langzaam wennen aan het inspannen in de warmte. Dit doe je door gedurende een aantal dagen (het liefst 7 tot 14) een uur of langer in de warmte te sporten. In het begin zal de intensiteit laag zijn, maar naar verloop van tijd kun je ook intensievere trainingen gaan doen. Goed geacclimatiseerde atleten beginnen eerder met zweten en zweten meer, maar hun zweet heeft een lagere zoutconcentratie. Ze hebben een lagere lichaamstemperatuur en hartslag tijdens inspanning en een hoger slagvolume.

*Precooling* is het verlagen van de lichaamstemperatuur voordat men begint met inspannen. Het zorgt ervoor dat het langer duurt voordat het lichaam problemen met warmteoverschot krijgt. Omdat bepaalde delen van het lichaam goed opgewarmd moeten zijn voordat men begint met een zware training of wedstrijd, is het niet effectief om in een ijsbad te gaan liggen. Veel atleten werken met een koelvest, waarbij het bovenlijf koel wordt gehouden door een vest met ijswater of koelende chemicaliën. Tijdens de training of wedstrijd kan het lichaam koel gehouden worden door het regelmatig af te sponsen. Dit is beter dan water over het hoofd gooien, omdat dit juist vasoconstrictie kan veroorzaken (doordat het temperatuurverschil te groot is). Na afloop kan de atleet is een bad met ijskoud water een goede methode om de kerntemperatuur af te laten koelen.

#### *INSPANNING BIJ LAGE TEMPERATUREN*

Ook bij inspanning in extreem lage temperaturen kunnen problemen optreden, zoals onderkoeling en bevriezing. Als de lichaamstemperatuur onder 34,5°C komt, begint het thermoregulatiecentrum het vermogen te verliezen om de temperatuur aan te passen. Bij een kerntemperatuur van 29,5°C of lager kan het lichaam de temperatuur niet meer aanpassen. Metabolische reacties verminderen met ongeveer 50% bij elke 10°C daling van de celtemperatuur, wat kan resulteren in slaperigheid en zelfs coma.

Als de huidtemperatuur onder 0°C komt, zal het bevriezen. De gevoelstemperatuur voor bevriezing van vingers, neus en oren is ongeveer -29°C. Bij deze temperatuur komt er niet genoeg bloed meer in de ledematen om zuurstof en voedingsstoffen aan te voeren.

Ons lichaam bestrijdt een te groot warmteverlies door perifere vasoconstrictie, thermogenese en rillen. Omdat deze mechanismen meestal niet voldoende zijn, zal ook het gedrag aangepast worden (bijvoorbeeld door meer kleding aan te trekken).

Het samentrekken van bloedvaten in de huid (*perifere vasoconstrictie*) zorgt ervoor dat er minder bloed naar de huid gaat en zo minder warmte verloren gaat. Als dit alleen niet voldoende is, zal het sympatische zenuwstelsel het metabolisme stimuleren (*thermogenese*). Een verhoogd metabolisme zorgt voor een grotere interne warmteproductie. Het laatste defensiemiddel tegen kou is *rillen*. Deze snelle, onvrijwillige cyclus van het aanspannen en ontspannen van skeletspieren kan een vier- tot vijfvoudige verhoging in warmteproductie veroorzaken.

Het warmteverlies wordt beïnvloedt door de lichaamsgrootte en samenstelling. Zowel perifere spieren en onderhuids vet zijn uitstekende isolatoren. Het geleidingsvermogen van vet is relatief laag, dus mensen met meer vet houden makkelijker warmte vast. Ook de ratio tussen lichaamsoppervlak en lichaamsmassa beïnvloedt het warmteverlies. Bij lange, dikke mensen is deze ratio klein, wat betekent dat zij relatief goed tegen kou kunnen. Bij kleine kinderen is deze ratio juist groot, zij zullen dus meer moeite hebben om hun normale lichaamstemperatuur te behouden. Het aantrekken van extra kleding zorgt voor vermindering in warmteverlies door onbedekte huid te bedekken en een extra laag isolatie toe te voegen aan het lichaam. De kleding moet vrij strak zitten, zodat een laagje (slechtgeleidende) lucht vastgehouden wordt. Het aantrekken van te veel kleding is echter contraproductief, omdat het lichaam dan te warm wordt en gaat zweten. Als de kleding doorweekt raakt, zorgt dat via verdamping juist voor meer warmteverlies.

Warmteverlies is vele malen groter in koud water, omdat water een groter geleidingsvermogen heeft dan lucht (ongeveer 26 keer zo groot). De windsnelheid zal het

afkoelende effect van de lucht vergroten. Het gecombineerde effect van luchttemperatuur en windsnelheid wordt *gevoelstemperatuur* ('windchill') genoemd.

Kou beïnvloedt de prestatie op een aantal manieren. Wanneer een spier koud is, kan hij minder kracht produceren en zal hij sneller vermoeid raken. De kleine oppervlakkige spieren die nodig zijn voor fijne motorische bewegingen, zullen door de kou niet goed meer werken waardoor taken als schrijven en andere fijne motorische bewegingen niet meer uitgevoerd kunnen worden. Doordat een deel van de energie nodig is om het lichaam warm te houden, is er minder energie over voor de spieren. Het lichaam maakt door de kou minder catecholamines aan, die zorgen voor de vrijmaking en verbranding van vetzuren. Dit zorgt er dus voor dat de beschikbare voorraad energie kleiner is. Als de energievoorraad opraakt, zal de atleet vatbaarder worden voor onderkoeling.

## REIZEN EN JETLAG

Hoe hoger het niveau van de atleet, hoe vaker en verder er naar wedstrijden gereisd zal worden. Naarmate de atleet meer ervaring krijgt in de gang van zaken rond reizen, zal het reizen steeds minder spanning oproepen en dus minder energie kosten. Het is ideaal om de reis niet als verstoring, maar juist als extra rustmoment te zien.

Bij verre reizen zal de atleet te maken krijgen met slaapritmeverstoring. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door jetlag (het verschil tussen de gevoelstijd en de werkelijke tijd als gevolg van het doorkruisen van tijdszones), maar ook als de atleet tijdens een lange vlucht in dezelfde tijdszone niet slaapt op de momenten dat hij normaal slaapt. Het is van groot belang om goed om te kunnen gaan met deze verstoring, omdat dit het dagelijks functioneren erg kan beïnvloeden. Mogelijke manieren zijn om al voor de reis het waak/slaapritme aan te passen aan de bestemming, slaapmedicatie te gebruiken om te slapen wanneer het lichaam nog niet moe is en het gebruik van specifieke voedingsmiddelen om het waak/slaapritme aan te passen (zoals cafeïne, eiwitten en koolhydraten).

## (INTER)PERSOONLIJKE VAARDIGHEDEN

*Interpersoonlijke vaardigheden* zijn nauw verbonden aan mentale vaardigheden en lijken soms overlappend. (Inter)Persoonlijke vaardigheden zijn die vaardigheden die nodig zijn om in een omgeving met andere personen tot een optimale prestatie te komen.

Niet alle (inter)persoonlijke vaardigheden zijn noodzakelijk of belangrijk voor het behalen van een optimale sportprestatie. Voor de triatleet is een tiental vaardigheden geselecteerd, die in MOtri versie 1.0 uitgebreid per fase zijn uitgewerkt. Dit zijn de persoonlijke vaardigheden zelfinzicht en het oplossen van problemen en de interpersoonlijke vaardigheden communicatie, macht en invloed, motiveren van anderen, omgaan met conflicten, efficiënt samenwerken, sociale vaardigheden, omgaan met pers en het managen van de eigen sportcarrière.

## MATERIAAL

### *HARTSLAGMETER*

Een *hartslagmeter* is misschien wel het belangrijkste trainingshulpmiddel voor de triatleet. Met behulp van een hartslagmeter kan de intensiteit van de trainingen en wedstrijden nauwkeurig gestuurd worden, zodat de atleet de juiste intensiteit kan aanhouden.

De twee grote merken in de industrie zijn Polar en Suunto, die qua kwaliteit weinig voor elkaar onderdoen. Beide hebben een grote range modellen, van eenvoudige hartslag- en tijdmeting tot een compleet triatlonpakket waarmee fiets- en loopsnelheid en nog veel meer gemeten kunnen worden. Tegenwoordig is het zelfs mogelijk om elke ochtend via een specifieke test het herstel te meten, waardoor wanneer nodig de trainingen van de dag aangepast kunnen worden.

Belangrijk is om eerst een periode gewoon te trainen met een hartslagmeter, voordat de training echt gestuurd wordt op basis van hartslag. Ook zou eerst een of meerdere testen gedaan moeten worden, om de hartslag in de verschillende trainingszones te bepalen.

### *VERMOGENSMETER*

Een *vermogensmeter* meet het mechanisch vermogen wat een wielrenner levert om vooruit te gaan. Hoe sneller een atleet een gegeven afstand wil afleggen, hoe hoger het geleverde vermogen is. Het mechanisch vermogen is niet gelijk aan het totale (metabolische) vermogen wat het lichaam vrijmaakt, omdat een groot deel (ongeveer 75%) verloren gaat als warmteontwikkeling. De ratio tussen het mechanische en metabolische vermogen wordt mechanische efficiëntie genoemd. Hoe hoger deze efficiëntie, hoe minder metabolische energie het lichaam per tijdseenheid hoeft te leveren om hetzelfde mechanische vermogen te kunnen leveren.

De drie bekendste merken zijn SRM, Ergomo en PowerTap. Ieder merk heeft zijn sterke en zwakke punten, voordelen en nadelen. Het grootste nadeel is waarschijnlijk de prijs, want geen van deze systemen is goedkoper dan € 1.500.

Een vermogensmeter is een mobiel testcentrum, je kunt hiermee allerlei testen op je eigen fiets uitvoeren. Het kan gebruikt worden om trainingen en wedstrijden te analyseren, sterke en zwakke punten te vinden, de (aerodynamische) houding te verbeteren en trainingen optimaal uit te voeren. Vooral intervaltrainingen en intensieve duurtrainingen zijn goed te sturen met behulp van een vermogensmeter. Voorwaarde daarvoor is wel dat de data van trainingen en wedstrijden goed geanalyseerd worden. Dit is een tijdrovende bezigheid, die de atleet waar mogelijk moet uitbesteden aan een coach of gespecialiseerde analist.

Net als met de hartslagmeter is het belangrijk om eerst een tijdje gewoon te trainen en gegevens te verzamelen met de vermogensmeter en daarna een inspanningstest te doen. Op basis van die gegevens kan de trainingsintensiteit goed bepaald worden.

## BLESSURES, OVERBELASTING EN OVERTRAINING

### *BLESSURES*

*Sportblessures* zijn in te delen in twee groepen: ze worden veroorzaakt door externe of interne factoren. Blessures door externe factoren komen vaak voor bij contactsporten als voetbal, rugby en boksen, maar kunnen ook veroorzaakt worden door vallen of ander contact met solide oppervlakken (grond, auto's, muren, etc). Deze blessures zijn bijna altijd acuut en ernstig.

Blessures door interne factoren kunnen worden veroorzaakt door de genetische bouw van een atleet (botstructuur, spierstructuur en flexibiliteit), de trainingsomgeving (inclusief schoeisel) en de trainingsmethode. Deze blessures zijn vaak chronisch van aard, waarbij de atleet door een proces van vier stappen gaat:

7. De blessure zorgt voor pijn na afloop van de inspanning en trekt vaak weg binnen een paar uur
8. De blessure zorgt voor ongemak (geen pijn) tijdens training, maar hindert de atleet niet genoeg om de training aan te passen of de prestatie te verminderen
9. De blessure zorgt voor pijn en verhindert dat de atleet optimaal kan trainen en presteren
10. De blessure is zo ernstig dat de atleet zelfs geen training meer kan beginnen

### *OVERBELASTING*

Elke blessure is een teken dat de atleet een afbraakpunt bereikt heeft, meestal door een verhoging in trainingsomvang of –intensiteit die langer aanhoudt dan het lichaam aankan. Soms is het een resultaat van een meer plotselinge verandering, zoals trainen op een andere ondergrond of op andere schoenen. Dit is het punt waarop het lichaam *overbelast* is. Hoe meer wedstrijden de atleet doet, hoe langer zijn langste training is en hoe hoger de intensiteit, hoe groter de kans op overbelastingsblessures. De sleutel tot het vermijden van overbelasting is om precies de genetische grenzen van het lichaam te leren kennen.

### *OVERTRAINING*

Bij *overdadig trainen* is het volume en/of de intensiteit van de training verhoogd tot een onnodig hoog niveau. In vroeger tijden waren de meeste atleten ondertraind, waardoor de prestaties maar weinig vooruit gingen. Door het toepassen van een overload in trainingsvolume of –intensiteit wordt wel een prestatieverbetering gevonden. Deze prestatieverbetering zet zich voort bij hogere belasting (*overreaching*), tot het prestatieniveau op een bepaald punt zal stabiliseren of zelfs zal afnemen (*overtraining*).

*Overreaching* is een systematische poging om het lichaam te overbelasten, waardoor het lichaam zich aanpast aan een hoger niveau dan wat bereikt kan worden met normale overload. Het prestatieniveau zal in eerste instantie dalen, maar bij voldoende herstel (een paar dagen tot zelfs een paar weken) zal het prestatieniveau stijgen tot een veel hoger niveau. De sleutel tot *overreaching* is om de atleet hard genoeg te laten trainen om het gewenste positieve fysiologische en prestatie-effect te verkrijgen, maar op tijd te stoppen voordat de atleet overtraind raakt.

*Overtraining* is de staat waarin het lichaam verkeert na een te lange periode van overreaching. Het prestatieniveau is flink gedaald en dit wordt niet beter van een paar dagen hersteltraining of zelfs volledige rust. Het herstel van overtraining kan maanden of zelfs jaren duren. Het lijkt op chronische oververmoeidheid, een aandoening die ook bij niet-sporters voorkomt.

De meeste symptomen van overtraining worden samen beschreven als *overtraining syndroom* of *overtrainedheid*. Deze symptomen zijn hoogst individueel, wat het moeilijk maakt voor trainers om overtrainedheid op tijd te onderkennen. Het eerste teken is een verlaging van het prestatieniveau. Verder zal de atleet een verlies van spierkracht, coordinatie en sportcapaciteit opmerken en zich meestal moe voelen. Andere symptomen zijn verandering van eetlust, verhoogde rusthartslag, gewichtsverlies, slaapverstoringen, rusteloosheid en geïrriteerdheid, motivatieverlies, verminderde concentratie, depressieve gevoelens en onmacht om van dingen te genieten waar de atleet normaal van geniet. Ook het immuunsysteem is aangetast, waardoor de atleet vatbaarder wordt voor virussen en bacteriën.

De onderliggende oorzaken van overtrainedheid zijn vaak een combinatie van emotionele en fysiologische factoren. Het risico op overtrainedheid wordt vergroot door een eenzijdig, monotoon trainingsprogramma zonder variatie in lichte en zware dagen, een trainingsprogramma zonder een complete rustdag per week, een zwaar en intensief trainingsprogramma gecombineerd met stressfactoren buiten het trainingsprogramma om en te veel wedstrijden.

De vier beste voorspellers van overtrainedheid zijn de prestatie op een standaard inspanningstest (bijvoorbeeld een herhalingstraining), zelfanalyse van de atleet (vermoeidheid, spierversmoeidheid, stress en slaapkwaliteit), de Profile of Mood Scale (POMS) en submaximale, maximale en herstelwaarden voor de hartslag, zuurstofopname en lactaatconcentratie.

## RUST, HERSTEL EN VERZORGING

Elke trainingsvorm kent haar eigen hersteltijd. Als een atleet dezelfde soort training doet zonder volledig hersteld te zijn, zal het prestatievermogen achteruit gaan. In de onderstaande tabel staat een richtlijn voor de benodigde hersteltijd per trainingsvorm.

<b>Trainingsvorm</b>	<b>Hersteltijd</b>
Herstel duur	12 – 16 uur
Extensief duur	16 – 20 uur
Intensief duur	24 – 48 uur
Extensief interval duur	45 – 50 uur
Intensief interval duur	48 – 72 uur
Interval intensief kort	36 – 72 uur
Interval sprint	36 – 72 uur
Wedstrijd	65 – 75 uur

Tabel 3: Hersteltijd per trainingsvorm (NTB, TTN3 cursus 2008/2009)

Gelukkig voor de triatleet kan in de hersteltijd voor de ene trainingsvorm wel een andere trainingsvorm worden toegepast. Met name gaat het hier dan over de rustigere duurtrainingen of techniektrainingen die in de hersteltijd van de intervaltrainingen kunnen

worden uitgevoerd (mits deze trainingen niet te lang zijn). Ook de deelsporten onderling kunnen afgewisseld worden, vooral het zwemmen als afwisseling op fietsen en lopen. Maar zelfs met al die afwisseling is het onmogelijk om voor alle trainingen optimaal te herstellen. Het lichaam is echter in staat om na een aantal kort opeenvolgende prikkels toch het prestatieniveau te verhogen, zolang er na die prikkels een langere herstelperiode wordt ingelast. Dit is het principe dat door sporters die per week veel trainingen afwerken wordt gehanteerd.

Een belangrijke maat voor het herstel is de rusthartslag (HFrust). De rusthartslag moet bij voorkeur 's ochtends direct na het ontwaken gemeten worden na een paar minuten liggend rust. Als de rusthartslag hoger is dan normaal, betekent dit dat het lichaam nog aan het herstellen is van de voorgaande inspanningen en nog extra rust nodig heeft. Als dit meer dan een paar dagen aanhoudt, kan dit een signaal van overtraining of ziekte zijn. In dat geval is het raadzaam om het trainingslogboek terug te kijken naar mogelijke oorzaken of een extra bloedonderzoek te laten doen.

Het herstel kan bevorderd worden door het lichaam goed te verzorgen. Goede voeding met voldoende vochtinname (zowel voor, tijdens als na inspanning), regelmatige massage, het gebruik van een foamroller voor zelfmassage en rekken (bij verkorte spieren) zorgen dat het lichaam sneller weer een nieuwe inspanning kan leveren.

#### PERIODISERING EN TAPERING-OFF

Zoals we in hoofdstuk 1 gezien hebben, moeten de trainingen goed op elkaar afgestemd worden om een optimaal prestatieniveau te halen. Bij te weinig trainingen zal de prestatie achterblijven op het potentieel, bij te veel trainingen zal de prestatie ook achteruit gaan omdat het lichaam niet voldoende hersteld is. De kunst van het afstemmen wordt *periodisering* genoemd en bestaat uit *micro-*, *meso-* en *macrocycli*. Samen vormen ze het trainingsraamplan, waarbij een aantal principes belangrijk zijn:

1. Supercompensatie. Het lichaam stelt zich na een prikkel in op een iets hoger niveau, om een nieuwe prikkel beter te kunnen verwerken.
2. Overload. Omdat een aantal lichamelijke functies zich aanpast aan de opgelegde belasting zal er steeds meer en intensiever getraind moeten worden om voortdurend te verbeteren.
3. Rust / herstel. Het lichaam heeft tijd nodig om te herstellen van (intensieve) trainingsprikkels en supercompensatie te verkrijgen. Bij te weinig rust is het lichaam nog niet in een staat van supercompensatie, bij te veel rust zal deze supercompensatie echter verloren gaan (*reversibiliteit*).
4. Accentuering. Omvang en intensiteit kunnen niet gelijktijdig centraal staan in een trainingsperiode. Afhankelijk van de periode waarin men zit, komt een van deze doseringen meer centraal te staan.

5. Van aeroob naar anaeroob en van algemeen naar specifiek. Intensievere trainingvormen kunnen pas gedaan worden als eerst een goede basis is gelegd door middel van duurtrainingen. Hetzelfde geldt voor specificiteit: het lichaam moet eerst een goede algemene basis hebben voordat men (wedstrijd)specifiekere trainingvormen gaat toepassen.
6. Duurzaamheid. Een verhoogd prestatieniveau kan alleen volgehouden worden als de daarvoor verantwoordelijke trainingvormen regelmatig bijgehouden worden.
7. Tapering-off. Voor een wedstrijd wordt de trainingsomvang vermindert om goed uitgerust aan de start te verschijnen. De intensiteit wordt wel bijgehouden, maar tijdens kortere trainingen.

De *microcyclus* is het trainingsraamplan voor een trainingsweek. Hierin stemmen we alle trainingseenheden goed op elkaar af qua omvang en intensiteit. De meest gangbare onderverdeling is drie zware dagen, een rustige dag, weer twee zware dagen, gevolgd door een complete rustdag. Dit staat bekend als het 3:1:2:1-principe. Volgens dit principe creëert de atleet een overload, geeft hij vervolgens het lichaam de tijd om (geheel of gedeeltelijk, afhankelijk van de overload) te herstellen, gevolgd door een nieuwe overload, waarna het lichaam tijdens de complete rustdag zodanig herstelt dat supercompensatie optreedt. Daardoor zal de atleet in de volgende microcyclus op een iets hoger niveau kunnen trainen / presteren.

De *tapering-off* is een speciale versie van de microcyclus, waarbij aan het eind van de week een wedstrijd gepland staat. De tapering off duurt niet noodzakelijk een week, dit kan van atleet tot atleet verschillen. Ook de afstand en intensiteit van de wedstrijd spelen hierin mee, net zoals de zwaarte van het voorafgaande trainingsblok.

Een *mesocycclus* bestaat uit een aantal achtereenvolgende microcycli. Hierdoor zorgen we dat de verbetering die na een microcyclus is opgetreden, vervolg krijgt in de volgende microcyclus. Afhankelijk van de trainingsperiode waarin een atleet zit, wordt gebruik gemaakt van twee of drie in zwaarte oplopende microcycli, waarna een rustigere week volgt. In de mesocycclus wordt dus ook gewerkt met overload en supercompensatie. De mesocycclus is bij uitstek geschikt voor accentuering. Over het algemeen heeft een specifiek accent zes tot acht weken nodig voordat het optimale prestatieniveau bereikt is. Dit komt dus overeen met twee tot drie mesocycli. Na die cycli zal het accent verschoven moeten worden om verdere verhoging in het prestatieniveau te bewerkstelligen.

De *macrocyclus* tenslotte bestaat uit een aantal achtereenvolgende mesocycli en beslaat over het algemeen een heel trainingsjaar. Bij atleten met twee duidelijke piekwedstrijden die ver genoeg uit elkaar liggen, zoals bijvoorbeeld Ironman-atleten, kan met een dubbele periodisering gewerkt worden. De macrocyclus is opgebouwd uit een *voorbereidingsperiode*, een *wedstrijdperiode* en een *overgangs- of herstelperiode*.

De *voorbereidingsperiode* duurt meestal zo'n vier tot zes maanden en zal door middel van mesocycli onderverdeeld worden in twee of drie periodes met specifieke accenten. In het

begin zal het accent liggen op verbeteringen in het aerobe uithoudingsvermogen, terwijl later het accent meer zal verschuiven naar intensievere trainingen.

De *wedstrijdperiode* vormt het doel van de wedstrijdathletiek. Nadat in de voorbereidingsperiode alle specifieke eigenschappen van de wedstrijd zijn getraind (en hopelijk verbeterd), wordt in de wedstrijdperiode een aantal kleinere wedstrijden gebruikt om optimaal aan de start van de piekwedstrijd te staan. De training tussen deze wedstrijden door wordt gekenmerkt door intensieve trainingen, afgewisseld met hersteltrainingen. Vanwege de intensiteit van trainingen en wedstrijden ligt overtraining op de loer. Er zal dus goed moeten worden gelet op het benodigde herstel voor trainingen en wedstrijden.

De *overgangperiode* is nodig om de atleet lichamelijk en geestelijk te laten uitrusten van de intensieve wedstrijdperiode. De meeste atleten hebben elk jaar een periode van vier tot zes weken nodig om de verschillende systemen te laten bijtanken. Dit kan door minder en rustiger te trainen, rustig een andere sport te gaan doen of zelfs een paar weken volledige rust te nemen. Bij atleten die te weinig aandacht besteden aan deze periode, en misschien wel direct van het zomer- (triatlon) seizoen het winter- (hardlopen, schaatsen, etc) seizoen induiken, zou het prestatieniveau het volgende seizoen wel eens kunnen afnemen. Zeker wanneer men dit een aantal jaar achtereen zou doen. Het risico op oververmoeidheid of zelfs een zogenaamde burn-out is dan groot, waarbij het lichaam veel meer dan zes weken herstel nodig heeft om weer volledig uitgerust te zijn (soms wel een of meerdere jaren). Dit kan ervoor zorgen dat de atleet helemaal stopt met sporten.

## LITERATUURLIJST

- Holford, P. (2004). *New Optimum Nutrition Bible*. Piatkus Publishers.
- Horn, T.S. (Ed.) (1992). *Advances in Sport Psychology*. Human Kinetics Publishers.
- Lawrence, M. (2007). *The Complete Guide to Core Stability (2<sup>nd</sup> edition)*. A & C Black Publishers.
- Nederlandse Triathlon Bond (2008). *Cursus TTN3 2008 – 2009*.
- Noakes, T.D. (2003). *Lore of Running (4<sup>th</sup> edition)*. Human Kinetics Publishers.
- Vroemen, G. (2008). *Watt it takes*. Triatlon en Duatlon Sport.
- Wilmore, J.H., D.L. Costill & W.L. Kenney (Eds.) (2008). *Physiology of Sport and Exercise (4<sup>th</sup> edition)*. Human Kinetics Publishers.