

24/11/2016

NEDERLANDSE
TRIATHLON
BOND

EEN PERIODISERINGSMODEL VOOR TRIATHLON



Een zwart-wit aanpak | Louis Delahaije

Inhoudsopgave :

1. Inleiding.....	2
2. Adaptatie.....	3
2.1 Duurtraining	12
Interval.....	13
Anaerobe interval.....	13
Krachttraining.....	16
Voeding	18
Analyse triathlon.....	20
Trainingsmiddelenverdeling	20
Evolutionaire aspecten van training	22
3. Algemene nieuwe periodisering.....	25
Resteffecten	27
Beperkingen van planning.....	30
De gereedschapskist	32
Sleuteleenheden.....	33
Microcyclus	37
Omvang voor topprestaties	40
Hoogtetraining	41
4. Specifieke periodisering	44
1. Accumulatie cyclus	44
2. Transformatie.....	46
3. Realisatie.....	48
5. Trainingsmonitoring/Trainingsdiagnostiek.....	51
Beslisboom periodisering	52
Literatuur:.....	57

Een periodiseringsmodel voor triathlon

1. Inleiding

Training en periodisering zijn heel lang een zaak geweest van een combinatie van gevoel, ervaring en theorie. Het periodiseringsmodel van succesvolle sporters werd gevolgd door de rest. Daarnaast waren er veel sporttheoretici die modellen ontwikkeld hebben op basis van de biologie van adaptatieprocessen (Matvejew, Werchoshansky, Boiko etc.).

Door de komst van onderzoek naar de effectiviteit van training en naar de moleculaire processen die met training te maken hebben is er veel meer kennis gekomen over het effect van training en de duur van aanpassingsprocessen. Verder is er veel meer bekend over de genetica van sport en aanpassing. Hierdoor kan steeds meer beredeneerd worden wat wel en niet werkt.

Door de nieuwe inzichten moeten we ook eens goed nadenken over de periodisering zoals die nog steeds op grote schaal wordt toegepast. De inpassing van hoogtetraining en de hulp van voeding bij adaptatieprocessen speelt hierbij ook een rol.

In de traditionele periodisering worden zeer lange voorbereidingsperiodes afgesloten met een piekwedstrijd. Later zijn er modellen gekomen waarbij de sporter twee- of drie keer per jaar piekte. In de moderne sport wordt van de topsporter een bijna voortdurend hoog niveau verwacht met tot wel 6-7 pieken per jaar.

Op basis van ervaringen en wetenschappelijke onderzoeken wil ik eerst kijken wat adaptatie is en wat erover bekend is. Daarna wil ik een periodiseringsmodel voorstellen dat voor meerdere pieken per jaar kan zorgen naast een hoog basisniveau. De naam van de wetenschapper die hieraan verbonden is, is Dr. Issurin. Hij noemt dit blokperiodisering.

Vragen die ik wil beantwoorden zijn:

- De adaptatieprikkel neemt af in de tijd dus lang hetzelfde trainen levert geen adaptatie meer op. Hoe lang moet je hetzelfde trainen en is dit per eigenschap nog verschillend?
- Waarom werkt het aanpassingsmodel supercompensatie niet voor alle te trainen eigenschappen en fysiologische processen?
- In welke volgorde periodiseer ik?
- Welke rol speelt de evolutionaire ontwikkeling van de mens voor training?
- Waarom doe ik iets op een bepaalde manier (fysiologie, biologie, psychologie, ervaring, praktijk)
- Welke rol spelen externe prikkels op de aanpassing (hoogte, voeding etc.)?

Het eerste deel zal vooral theoretisch zijn. Om er toch een praktische invulling aan te geven heb ik de theoretische zaken die directe consequenties voor training hebben vetgedrukt weergegeven. Het eerste deel vereist een hoog niveau van fysiologische kennis. Heb je daar niets mee dan kun je meteen door naar het hoofdstukje kracht. Je mist dan voor de praktische toepassing van de kennis niks.

2. Adaptatie

Het menselijk lichaam bestaat uit biljoenen cellen en uit nog meer moleculen, die tientallen structuren vormen. Op dit structuurniveau zijn er vele variatiemogelijkheden bij moleculen, cellen, weefsels, organen evenals bij het lichaam als geheel. Op moleculair niveau kan een aminozuurketting in biljoenen richtingen veranderen en elk aminozuur kan zich op elke willekeurige plek in die ketting bevinden. Zo kan een eiwit dat bijvoorbeeld uit 300 aminozuren bestaat in 10^{390} verschillende eiwitten veranderen. Er zijn dus ook velerlei reacties en adaptaties aan training mogelijk op moleculair niveau. Het gaat erom de juiste prikkel te geven.

Door moleculaire technieken wordt steeds duidelijker wat er gebeurt als reactie op training. We kunnen precies meten aan de hand van bijv. messengerRNA welke soort training welke enzymen doet toenemen. De aanpassingen die de contractiele eigenschappen van de spier en de aanpassingen die de energetische eigenschappen van de spier verbeteren volgen daar elk een eigen traject. Elk hebben ze dus ook hun eigen prikkel nodig (duurbelasting vs. krachtbelasting). Daarnaast speelt ook het hormonale systeem nog een rol in de aanpassing. Het lichaam verwerkt een belasting niet meteen maar met vertraging (dagen, weken). In het algemeen begint de aanpassing met een prikkel. Dit is het stimuleren van de zenuw om tot spiersamentrekking over te gaan. Vervolgens komen er eerst primary messengers dan secondary messengers aan te pas alvorens de genen worden aangezet tot het aanmaken van functionele genen (eiwit). Dit zorgt uiteindelijk voor de verandering van het fenotype.

Nerve stimulation → Contractile activity → Primary messengers → Secondary messengers... → Regulatory Genes → Functional genes (Proteins) → Fibre specific characteristics → Tissue characteristics (Phenotype)

Bij het complexe proces van adaptatie van de spier aan training zijn specifieke signaal mechanismen betrokken die het aflezen van DNA initiëren dat vervolgens de vertaling doet van een genetische code naar een serie aminozuren en deze weer naar de aanmaak van nieuwe eiwitten. De functionele consequenties van deze adaptaties zijn specifiek voor trainingsomvang, intensiteit, frequentie en de halfwaardetijd van de eiwitten die aangemaakt worden.

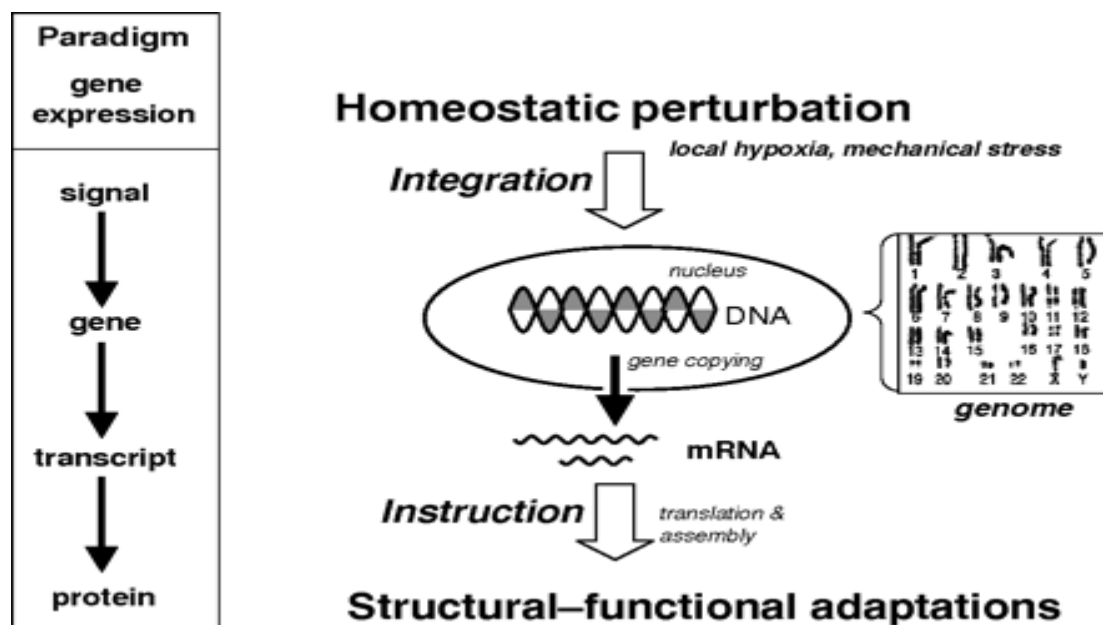
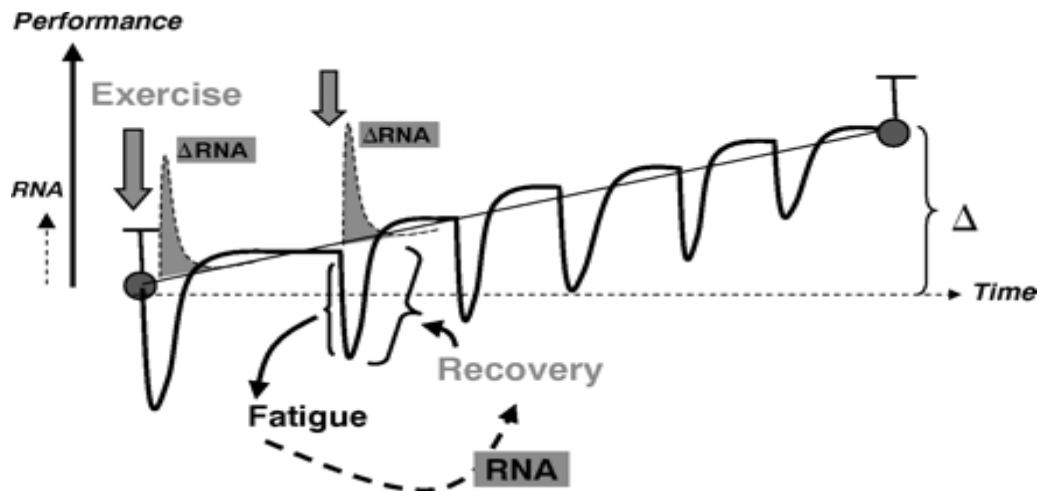
Spiercontractie genereert stijgingen in de hoeveelheid mRNA dat, voor een groot aantal genen, piekt tussen 3-12 uur na de inspanning om weer binnen 24 uur tot basale waardes terug te keren. Daarom veroorzaken frequente trainingsprikkel verhoogde transcriptie en vervolgens eiwitaanmaak. Lange termijn aanpassing is het gevolg van cumulatieve effecten van vele kortdurende prikkels die tot een verandering leiden van de steady-state concentraties van specifieke eiwitten en een nieuwe functionele drempel.

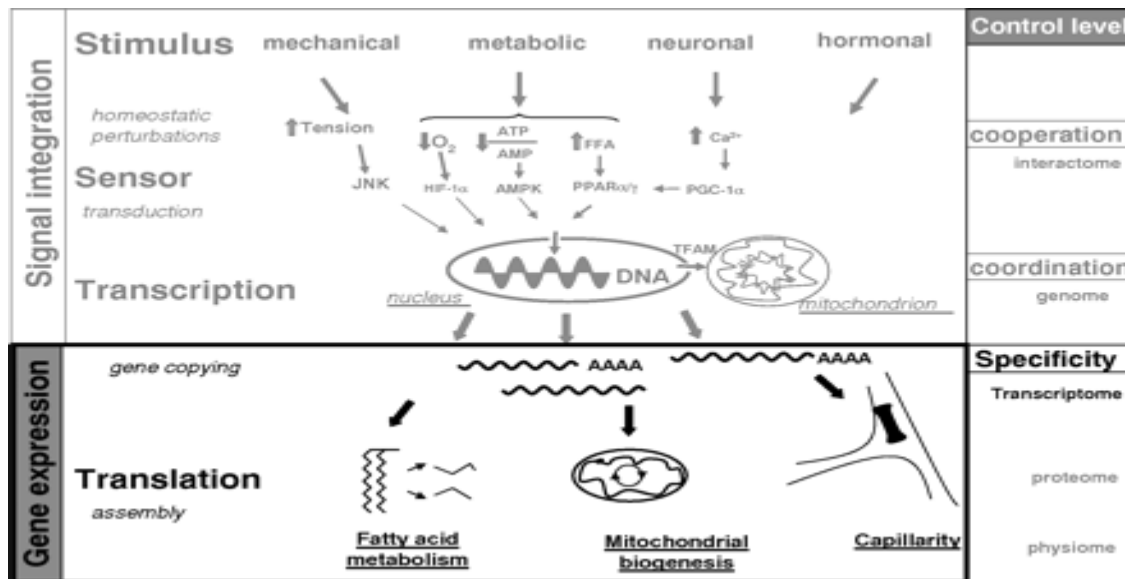
De hele aanpassing vindt plaats in de herstelfase na een trainingseenheid. De functies van deze herstelfase zijn:

1. Normalisering van functie (overgang van inspanningsmodus naar rustmodus)
2. Aanvullen van energiebronnen met zelfs tijdelijke supercompensatie
3. Normalisering van homeostase
4. Reconstructie van eiwitstructuren (cellen, enzymen)

De eerste en derde functie zijn binnen enkele minuten voltooid. De tweede- en vierde functie kost veel meer tijd.

In onderstaande afbeeldingen wordt systematisch weergegeven wat er bij de adaptatie aan een trainingsprikkel gebeurt.





Voor het proces van het vertalen van een mechanisch signaal naar een moleculair signaal dat vervolgens voor een adaptatie zorgt in de spiercel zijn primaire- en secundaire boodschappers nodig. Deze boodschappers initiëren een cascade van processen die in een activering of uitschakeling van specifieke signaalpaden uitmondt.

Moleculaire biologie van aanpassing

Een doel van een triatle(e)t(e) is het maximaliseren van zijn vermogen bij de anaerobe drempel omdat dit een goede voorspeller is van zijn prestatievermogen (Coyle, 1999). Een van de redenen dat lactaat zich ophoopt is dat als de intensiteit van fietsen toeneemt, we grotere motorunits recruteren, die type 2 vezels aansturen met minder mitochondria. Vermogen bij de drempel is daarom deels bepaald door de hoeveelheid mitochondria en bloedvaten in de type 2 vezels. Voldoende bloedvaten zijn nodig om de zuurstof te leveren aan de mitochondria voor maximale aerobe energieproductie in deze snelle vezels. Vanuit de optiek van de moleculaire biologie is het maximaliseren van mitochondria en bloedvaten in type 2 vezels een taak van PGC-1α. **PGC-1α is de sleutel tot duurtraining gerelateerde adaptatie.** Zijn taak is het vergroten van de transcriptie van genen. Dit doet PGC-1α niet alleen. Zijn partners bepalen welke genen aangezet worden, terwijl PGC-1α zelf het volume bepaalt. Door bijvoorbeeld samen te werken met nucleaire reponse factoren nemen mitochondriale eiwitten toe, met PPAR nemen vetzuuroxydatie eiwitten toe en de samenwerking met ERRα levert meer bloedvaten op. Op dit moment vindt er veel onderzoek plaats in deze richting en bijna elke week komen er nieuwe inzichten. Allemaal bouwstenen naar meer begrip voor wat training nou eigenlijk doet en hoe we die zo effectief mogelijk kunnen plannen.

Als de herhaalde activering van PGC-1α de sleutel is tot prestatieverbetering, dan is de hamvraag voor trainers hoe we PGC-1α maximaal kunnen activeren?

De eerste manier om dit te doen is door te zorgen dat het de celkern in gaat waar de transcriptie plaatsvindt en door beter samen te werken met zijn partners. De tweede manier is gewoon door meer PGC-1α aan te maken. De aanmaak van PGC-1α wordt door een aantal zaken beïnvloedt.

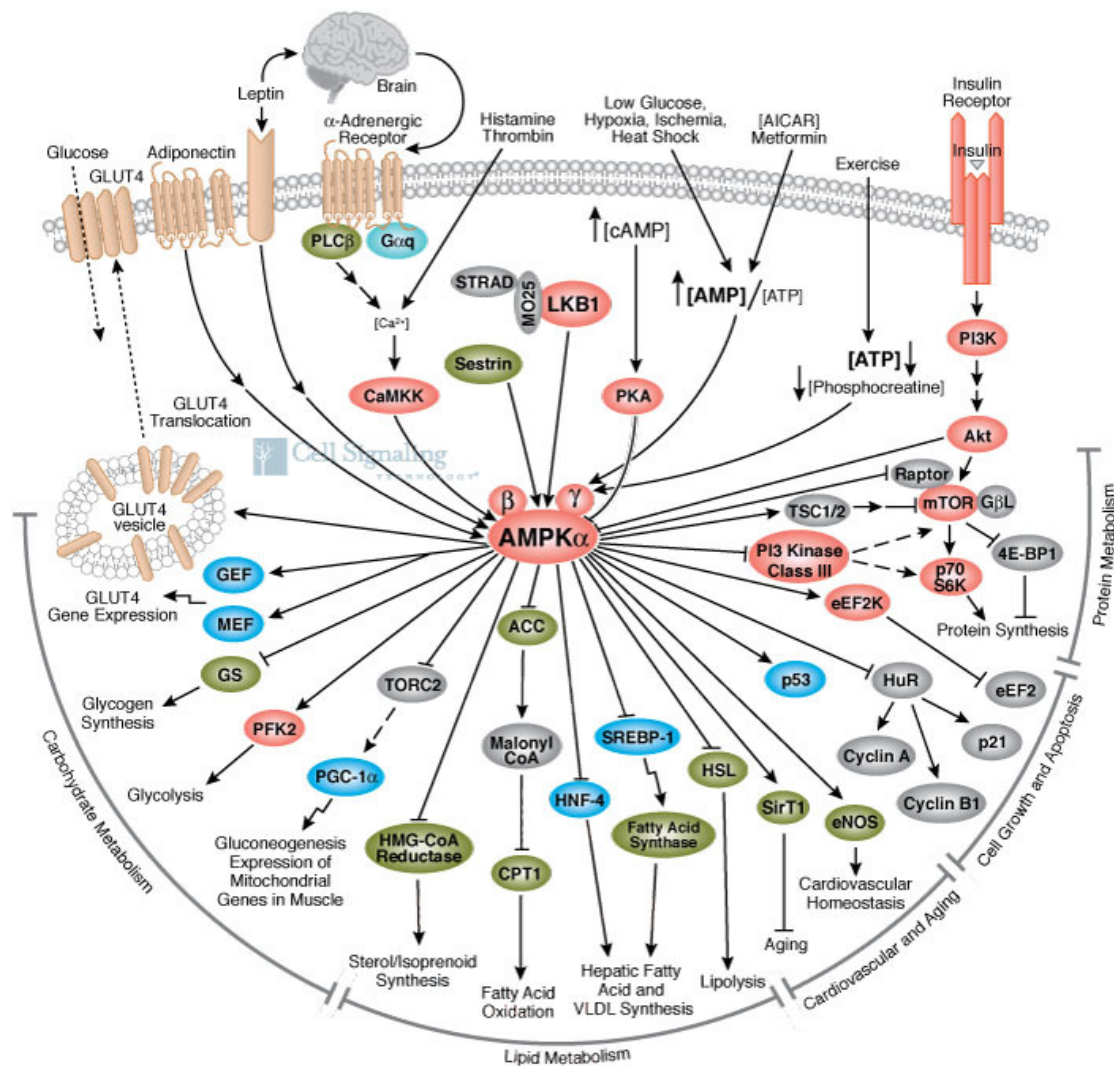
Een periodiseringsmodel voor Triathlon

Calcium

Elke keer dat de spier samentrekt, wordt er calcium vrijgemaakt uit de intracellulaire opslag. Neurale activering van de skeletspier genereert een actiepotentiaal die in een Ca^{2+} uitstoot vanuit het sarcoplasmatisch reticulum resulteert. Het stoppen van deze actiepotentiaal zorgt ervoor dat het Ca^{2+} weer vanuit de celkern naar het sarcoplasmatisch reticulum teruggepompt wordt. Deze stijging van calcium verhoogt de concentratie van PGC-1 α door het activeren van CaMKII. Aangezien de hoeveelheid calcium niet verschillend is tussen contracties, is de enige manier om de effecten van calcium te vergroten, de spier langer te trainen. Dit is de moleculaire uitleg van de effecten van lange rustige duurtraining. Als de lange duurtraining begint worden langzame type 1 en kleine hoeveelheden snelle type 2 spiervezels gebruikt. Als de training voortduurt en het glycogeen in deze spiervezels afneemt, moeten grotere hoeveelheden type 2 vezels worden gebruikt om de inspanning te kunnen volhouden. Daarom zal tegen het einde van een lange training calcium vrijgemaakt worden in snelle vezels met als gevolg meer mitochondria en meer bloedvaten en uiteindelijk een toegenomen vermogen bij de drempel. Duurinspanning zorgt voor langere periodes van matig verhoogde Ca^{2+} concentraties terwijl krachttraining voor kortere periodes van sterk verhoogde Ca^{2+} concentraties zorgt. Daarom is Ca^{2+} een belangrijke regulator in de specifieke aanpassing aan training.

AMPK

Tijdens hoog intensieve inspanning worden ATP en CP snel verbruikt. Om verder te kunnen trainen moeten deze snel weer worden geregenereerd door of anaerobe- of aerobe verbranding. De stoffen die de aanmaak van PGC-1 α hierbij beïnvloeden zijn ADP, AMP en creatine. AMPK is gevoelig voor veranderingen in de concentratie AMP:ATP. Dit zijn allemaal indicatoren van energietekort. Als ADP, AMP of CP concentraties stijgen wordt het eiwit AMPK geactiveerd. AMPK is een van de krachtigste regulatoren van PGC-1 α . **Aerobe uithoudingstraining zorgt uiteindelijk ervoor dat de AMPK-respons op trainingen met dezelfde intensiteit afneemt. Met voldoende verhoging/variatie van de trainingsbelasting kunnen we weer een AMPK-respons creëren.** Omdat AMPK een sleutelrol speelt bij de aanpassing hierbij een overzicht van de complexiteit ervan.



Glycogeen

Tijdens inspanning wordt het glycogeen die in onze spieren is opgeslagen gebruikt om de benodigde energie vrij te maken. Als de glycogeenconcentraties in de spier dalen volgt als reactie een stijging van AMPK en van p38MAPK. Deze zorgen weer voor een stijging van PGC-1 α . Daarom is het verlagen van de glycogeenspiegels een krachtig voedingstechnisch hulpmiddel om de activiteit van PGC-1 α te verhogen. Spierglycogeen kan verlaagd worden door training op een hoge intensiteit of door training op een lage intensiteit maar dan wel heel lang. Verder kunnen we met voeding het glycogeen beïnvloeden. Hierover later meer.

NAD⁺

Als je boven je anaerobe drempel traint dan zorgt dit voor een toename van lactaat. De toename van lactaat is een gevolg van de poging van het lichaam om NAD⁺ te produceren dat nodig is voor de glycolyse. Het NAD⁺ speelt ook een belangrijke rol bij het activeren van NAD⁺ afhankelijke de-acetylases. Het bekendste lid van deze familie is SIRT1. Dit SIRT1 verhoogt weer de activiteit van PGC-1 α en dus ons duurvermogen. SIRT1 is bekend omdat het geactiveerd wordt bij calorie beperking.

Epinephrine

Trainen boven de anaerobe drempel zorgt voor een flinke stijging van het vecht of vluchthormoon epinephrine. Epinephrine stijgt ook als er lange tijd getraind wordt zonder koolhydraten aan te vullen. Dit is dan een soort noodreactie. Het zorgt ook voor activatie van PGC-1 α .

Vrije radicalen

Vrije radicalen worden in de mitochondria gevormd tijdens inspanning. Veel van die vrije radicalen worden weggevangen door het anti-oxydanten systeem van het lichaam zelf. Vrije radicalen zorgen ook voor een stijging van het PGC-1 α . Daarom moeten we dus **voorzichtig zijn met het supplementeren van anti-oxydanten. De trainingsprikkel kan erdoor gedoofd worden.**

Cytokine signaal

Cytokines zijn kleine polypeptiden die vrijgemaakt worden bij ontsteking als gevolg van vele factoren waaronder door training veroorzaakte spierschade. Verschillende cytokines worden gelinkt aan eiwitafbraak en onderdrukking van eiwitsynthese als gevolg van blessures en spierschade. De meest bekende is de tumor necrosis factor-alfa (TNFalfa). 8 weken van duurtraining zorgt voor een daling van het TNFalfa wat een positief effect heeft op ontsteking en metabole status van de spier. Inspanning is in staat om ontstekings- en anti-ontstekingsprocessen te veroorzaken in de spier. Dit is afhankelijk van de soort training en wordt geregeld via de activiteit van het TNFalfa.

Wat PGC-1 α is voor de duurtraining en aanpassingen in mitochondria en vaten, is mTOR voor aanpassingen aan krachttraining.

Insuline/IGF signaal

Het insuline/IGF signaal is erg belangrijk voor de moleculaire component van spier eiwitopbouw, hypertrofie en atrofie processen. Spiersamentrekking stimuleert de secretie van IGF-1, die als een autocrine/paracrine groeifactor functioneert. Het doet zijn werk via de Akt/mTOR signaalwegen. Akt zorgt voor eiwitopbouw (via mTOR), atrofie en glucose transport. Het is een belangrijk signaal voor trainingspecifieke adaptatie aan zowel uithoudings- als krachttraining. mTOR speelt een belangrijke rol in de anabole processen als gevolg van krachttraining.

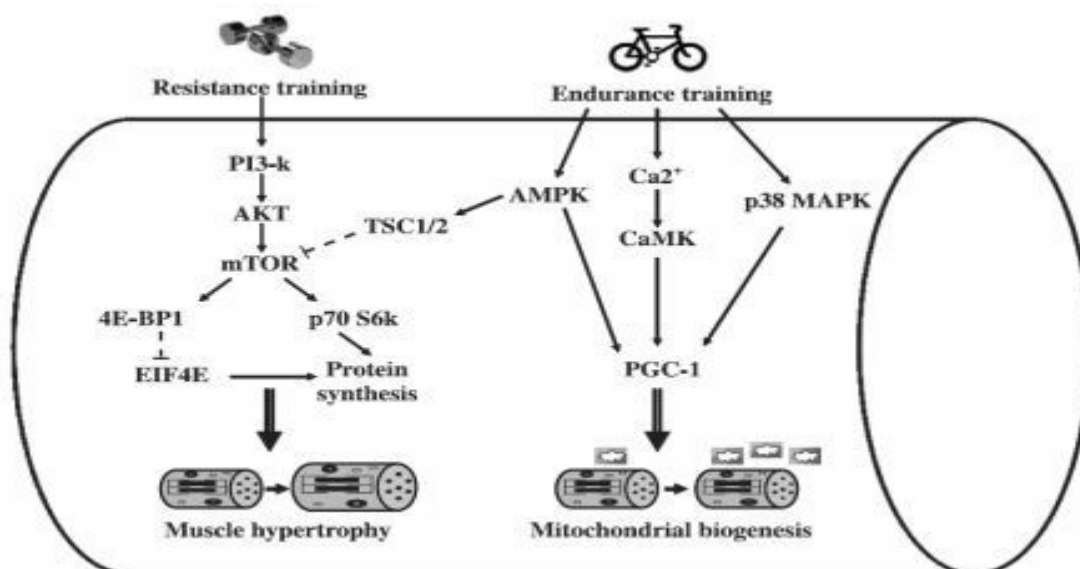
Genetische respons

Na de primaire en secundaire boodschappers die hierboven beschreven zijn, komt de genetische respons op gang. De stap wordt gezet van signaalpaden naar genexpressie naar eiwitsynthese. Aangezien deze aanpassingen specifiek zijn voor uithoudings- en krachttraining zullen we deze ook apart bespreken met een bespreking van de effecten van simultane training er achteraan.

Aanpassingen aan **duurtraining** (overzicht hiervan in een volgend hoofdstuk) resulteren in vergrote glycogeenvoorraden en glycogeensparing op submaximale intensiteiten door verhoogde vetzuuroxidatie, verbeterde lactaat kinetiek en morfologische veranderingen met daarbij een hoger percentage type-I spiervezel per spier, meer capillairen en een vergrote mitochondriale dichtheid. Het herhaald doen van duurtrainingen zorgt voor een verandering in de expressie van een groot aantal genen met als gevolg een veranderd spier fenotype dat zorgt voor een grotere weerstand tegen vermoeidheid. De mitochondriën zijn de belangrijkste subcellulaire structuren die de oxidatieve capaciteit en weerstand tegen vermoeidheid bepalen. **Duurtraining kan steady-state mitochondriaal eiwit binnen 6 weken met 50-100% doen toenemen maar een eiwit halfwaardetijd van 1 week zorgt ervoor dat een continue trainingsprikkel vereist is.** Het verbeterde uithoudingsvermogen wordt gelinkt aan een toename van de mitochondriale dichtheid en –enzymactiviteit. Dit noemen we mitochondriale biogenese. Peroxisome proliferator receptor-gamma co-activator-1 alfa (PGC-1 α) PGC-1 α is een belangrijke regulator van deze biogenese. PGC-1 α wordt aangestuurd door AMPK en is een master regulator zoals we net gezien hebben. Het effect van PGC-1 α is een toename van de proportie type-I spiervezels en via PPAR heeft het een invloed op de mitochondriale vetzuuroxydatie.

Een andere aanpassing aan duurtraining is het gevolg van de genexpressie van metabole enzymen. Hieronder bevinden zich genen die coderen voor enzymen en transporters die een rol spelen bij koolhydraat- en vetverbranding. Deze genexpressie piekt binnen enkele uren na de training en is meestal binnen 24 uur weer op basale niveaus.

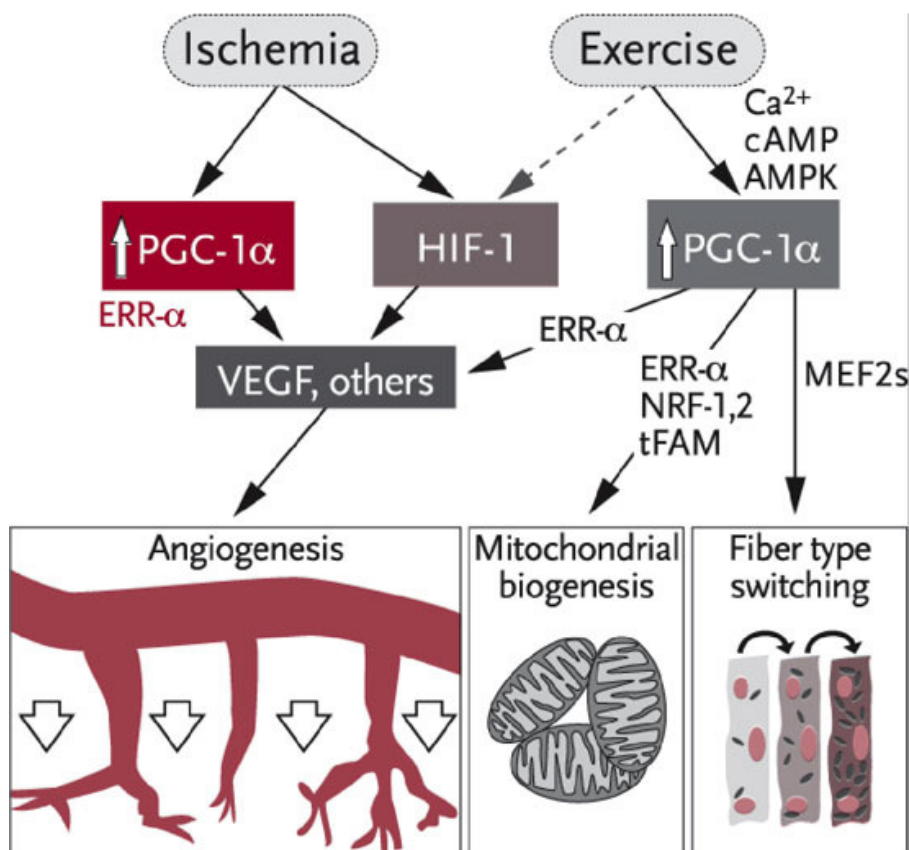
Belangrijke aanpassingen aan **krachttraining** zijn de vergrote spierdoorsnede en een veranderd neuraal recruteringspatroon. Een vergrote spierdwarsdoorsnede is het gevolg een grotere eiwitsynthese dan eiwitafbraak. IGF-1 zorgt voor de aansturing van de hypertrofie via een verhoogde genexpressie en satellietcel activering. De primaire regulator van satellietcel activering is de myogene regulatory factor (MRF) die voor satellietcel activering, proliferatie en differentiatie zorgt. Als we hieronder naar de routes kijken die zowel duurtraining als krachttraining volgen dan zien we dat er mechanismen inzitten die elkaar in de weg lopen.



Interessant is dan ook om te kijken wat er gebeurt als we gelijktijdig duur- en krachttraining doen. Later zullen we in het hoofdstuk over krachttraining kijken wat krachttraining aan duurtraining kan toevoegen.

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

Krachttraining verhoogt specifiek de fosforylering van de Akt-mTor route maar heeft weinig effect op de AMPK- PGC-1 α route, duurtraining daarentegen heeft veel effect op de AMPK- PGC-1 α route maar weinig effect op de Akt-mTOR route behalve misschien een remmende werking op mTOR. Als we duuratleten kracht laten trainen en krachtatleten duur laten trainen zien we dat er bij duuratleten die kracht trainen een stijging van het AMPK is terwijl dit bij krachtatleten niet meer plaats vindt. Als we krachtatleten duur laten trainen zien we ook een stijging van AMPK die bij duuratleten niet meer plaatsvindt. Dit afbotten van de AMPK-reactie op training hebben we eerder gezien. Als nieuwe prikkel functioneert het dus wel. Als we bij kracht- en duurgetrainde atleten twee trainingen op een dag doen (kracht en duur) dan lijkt het erop dat de adaptatie in de tweede getrainde discipline het grootst is. Samengevat betekent de studie die Coffey e.a. (2009) gedaan hebben dat het **op één dag trainen van beide disciplines geen optimale activering** van beide routes stimuleert. Wang toonde in 2011 wel een **verbeterde aanpassing aan duurtraining t.o.v. duurtraining alleen als de duurtraining gevolgd werd door een krachttraining**. De krachttrainingseffecten zijn dan wel minder groot maar nog steeds duidelijk aanwezig. In onderstaande afbeelding zien we nog een overzicht van de routes die duurtraining volgt in relatie tot hoogteaangepassing.



De aanpassing vindt plaats op vele niveaus:

- Endocrien
- Neuraal

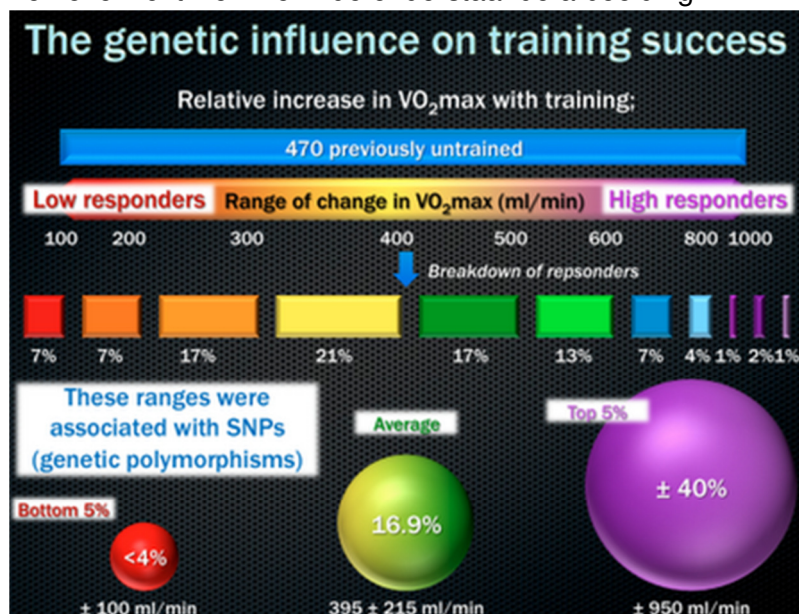
Een periodiseringsmodel voor Triathlon

- Centraal zenuwstelsel
- Steunapparaat (pezen, botten, banden)
- Spiervezels
- Metabool (accent van dit artikel)
- Immuunsysteem

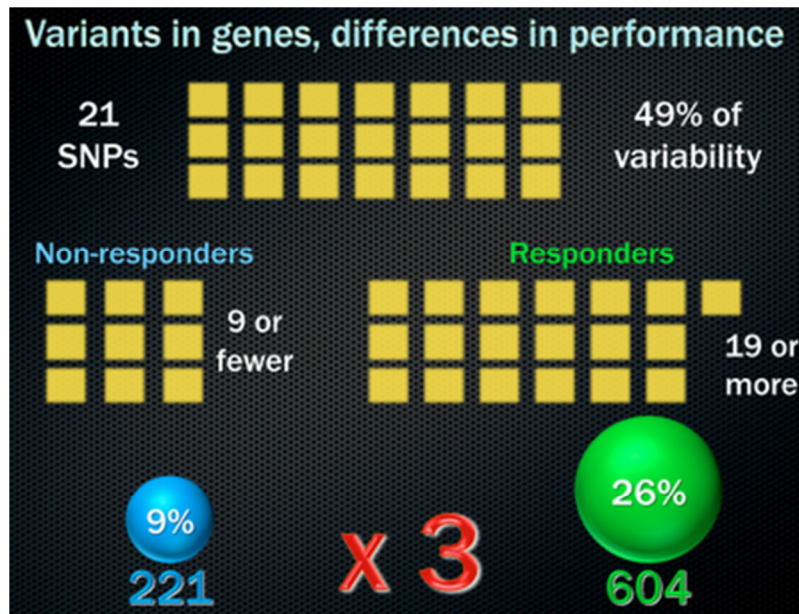
We moeten deze signaalgevers niet remmen maar hun werk laten doen. Dit is van belang bij de invulling van de fase na de training. **Het remmen van deze signaalgevers remt ook de aanpassing en dus het trainingseffect.** Hierbij komt het verschil kijken van aan de ene kant adaptatie en de andere kant herstel. Adaptatie willen we natuurlijk zoveel mogelijk hebben in het trainingsproces. Tijdens wedstrijdweken willen we juist zoveel mogelijk herstel. De situatie bepaalt dus wat we met de signaalgevers doen: blussen of zo lang mogelijk in stand houden zodat ze voor zoveel mogelijk aanpassing zorgen. Hierbij komt het tot de keuze van het al dan niet gebruiken van herstel bevorderende maatregelen.

Genetische invloed op prestaties

Zoals we hierboven al gezien hebben is de aanpassing aan training zeer complex er vanuit gaande dat de adaptatie zoals eerder beschreven zeer vereenvoudigd is en niet compleet. De genetische invloed op prestaties is daarom ook zeer complex. Daarom hier alleen iets over het fenomeen van **responders** en **non-responders** op training. Zo iets hebben we ook al gevonden voor de aanpassing aan hoogtetraining. Het is duidelijk dat sommige atleten zich meer aanpassen aan training dan anderen. Bouchard deed een studie om deze effecten te bestuderen. Hij liet 470 ongetrainde proefpersonen 5 maanden lang een trainingsprogramma doorlopen en keek naar de effecten. Zoals je zou mogen verwachten gaan de meeste mensen gemiddeld vooruit (38% gaat 300-500 ml vooruit in $VO_2\text{max}$). Aan elke kant van deze gemiddelde trainingsrespons zie je extremen. 4% van de mensen gaat meer dan 800 ml vooruit en 7% gaat slechts 100 ml vooruit. Een overzicht zien we in de onderstaande afbeelding.



Waar zit nu de link met de genetica? Bouchard deed een genomische associatiestudie en vond 21 SNP (genetische DNA-variaties) die 49% van de variatie in aanpassing verklaarden. Een SNP is een verandering in de DNA-volgorde waarbij persoon A een bepaalde volgorde van de letters van het DNA heeft en persoon B slechts 1 letter verschillend. Dit verandert ook de functie van het DNA. De mensen die zich beter aanpasten aan de training hadden meer van die SNP's die voor aanpassing aan training zorgden. Zie de afbeelding.



Een samenvatting van bewezen aanpassingseffecten op duur-, interval- en anaerobe-training staat hieronder:

2.1 Duurtraining

Een belangrijke aanpassing aan duurtraining is de toename van intramusculaire energievoorraden (glycogeen 2,5 maal hoger, vetzuren toename). Verder verandert er het een en ander in de activiteit van enzymen. De LDH-H-activiteit neemt toe. LDH-H zet lactaat om in pyruvaat. Het verlaagt dus de lactaatspiegel tijdens inspanning. Een afname van de LDH-M-activiteit zorgt er ook voor dat het lactaat laag blijft. LDH-M zet pyruvaat om in lactaat. Een verhoogde alanine-aminotransferase door duurtraining heeft eenzelfde effect. Verhoogde mitochondrial bound creatine kinase spiegels (zet creatine om in creatine phosphate) zorgt voor het onderhouden van een hogere ATP concentratie dus lagere lactaatspiegels. Een verhoogde activiteit van pyruvaat-dehydrogenase (voorkomt omzetten van pyruvaat in lactaat) zorgt ook voor een lager lactaat.

De oxydatieve capaciteit neemt toe door een toename van enzymen in de Beta-oxydatie, Krebs-cyclus en de ademhalingsketen. Ook enzymen verantwoordelijk voor activatie van vetzuren en transport ervan naar de mitochondria nemen toe.

De belangrijkste adaptatie aan duurtraining is de verbeterde capaciteit om vet om te zetten in energie die gebruikt kan worden bij de beweging. Een verbeterde vetoxydatie zorgt ervoor

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

dat bij submaximale inspanning meer energie uit vetzuren gehaald wordt met als gevolg een verminderd koolhydraatgebruik. De toegenomen mitochondriale inhoud zorgt voor een grotere oppervlakte om vetzuren op te nemen die met een toename van de enzymen die verantwoordelijk zijn voor de Beta-oxydatie ervoor zorgen dat er meer acetyl-coA uit vetzuren gehaald wordt. Dit samen met een aan duurtraining gerelateerde stijging van citraat-synthase zorgt ervoor dat de citraatconcentratie stijgt. Dit remt PFK en hexokinase (door stijging glucose-6-fosfaat). Hierdoor wordt er minder koolhydraat gebruikt ten faveure van vetten. Lagere lactaatspiegels en een glycogeensparendeffect zijn het gevolg. Er is ook een toename van het aantal mitochondria en inhoud van de mitochondria door duurtraining (50-100% in 6 weken), daarnaast een hogere capillaire dichtheid en een verschuiving in de contractie naar langzamere vezels door een uitwisseling van sarcomeer componenten. **De halfwaardetijd van de inhoud van mitochondria is ongeveer een week. Daarom moeten we duurtraining ook altijd bijhouden.**

Dit zijn allemaal aanpassingen die de energielevering efficiënter laten verlopen en zorgen voor een verzuring bij hogere belastingen. De energie die we kunnen leveren per hoeveelheid tijd neemt ook toe. Daarnaast wordt de tank groter en is minder snel leeg. Bij dit alles moeten we ons realiseren dat niet lactaat de boosdoener van de verzuring is. Het zijn de H⁺-ionen die de problemen veroorzaken. Lactaat probeert deze juist weg te vangen. Bij te hoge H⁺-concentraties lukt dit niet meer en gaan de H⁺-ionen op de filamenten zitten en voorkomen spiersamentrekking. Iets dat goed te zien is aan de gestoorde coördinatie bij hoge verzuring.

Interval

Als aanpassing aan intervaltraining neem het aantal en de activiteit van lactaattransporters toe. Zij zorgen voor een snellere verwijdering van lactaat uit de cel.

Er is een adaptatie in de mitochondriale enzymen waarbij alles gericht is op koolhydraat sparen en vetoxidatie verhogen. Deze toegenomen mitochondriale inhoud heeft eenzelfde effect als bij de duurtraining.

Anaerobe interval

Bij anaerobe interval neemt met name de buffercapaciteit toe. Ook dit weer als gevolg van de verhoogde synthese van enzymen die hierbij een rol spelen. Ook deze adaptatie is van belang voor duuratleten om in de finale een beslissing te kunnen forceren. De aanpassingen in de lactaattransporters zoals bij de intervaltraining vinden ook bij de anaerobe interval plaats.

Een bijzondere plaats neemt de korte anaerobe interval in. Hiernaar is veel onderzoek gedaan. Het gaat dan om trainingen met blokjes van 30 sec. voluit met 4-8 herhalingen. Opvallend is dat 6 weken trainen op deze manier (3 maal per week totaal 1,5 uur training) vergelijkbare aanpassingen laat zien van koolhydraat- en vetstofwisseling als bij 4,5 uur duurtraining per week. Deze aanpassing lijkt vrij snel te gaan. **Na 2 weken is al een maximaal effect bereikt dat vervolgens niet meer toeneemt in de 6 weken periode.** In spierbiopten is PDH (als maat voor koolhydraatstofwisseling) en Beta-HAD (als maat voor vetstofwisseling) gemeten en beiden bleken bij beide groepen vergelijkbaar vooruit te gaan.

Het lijkt erop dat de metabole adaptatie aan dit soort trainingen aangestuurd wordt door signalen die normaal geassocieerd worden met aanpassingen aan duurtraining. Een belangrijke rol hierin speelt PGC-1 α (PGC-1 α coördineert de mitochondriale biogenese). Dit PGC-1 α is op eenzelfde manier actief na dit soort intervaltraining als na een duurtraining

Conclusie uit dit alles is: **als je te intensief of niet intensief genoeg traint dan train je niet de enzymen of de spiervezels die het werk moeten doen.** Dus eerst bepalen wat je wilt bereiken. Dan moet je moeten bekijken wat de gewenste aanpassingen zijn voor het behalen van die doelstelling (specifiek trainen) Daarna bekijken in welke volgorde je deze moet trainen en dan omzetten in een trainingsschema. Dit is periodiseren.

Hiervoor moet je een uitgebreide analyse maken van de discipline die je beoefent. Verderop zullen we zien wat dit betekent voor de praktijk van het trainen in periodes.

Hierbij nog een overzicht van adaptaties van het lichaam aan aerobe training, anaerobe training en krachttraining:

Aerobe training:

- Hypertrofie van het linker hartventrikel (toename slagvolume).
- Hierdoor verlagen ook rust- en submaximale hartslagen.
- Toegenomen capillarisatie (verbeterde bloeddistributie naar de spieren).
- Verlaagde bloeddruk op submaximale intensiteiten als gevolg van capillarisatie en elasticiteit van vaten (verbeterde doorbloeding).
- Toename van het a-VO₂ verschil, hierdoor meer extractie van zuurstof door de spieren.
- Groter teugvolume dus lagere ademfrequenties, door minder vaak ademen blijft lucht langer in de longen dus meer extractie.
- Toegenomen maximale ventilatie.
- Minder zuurstofverbruik door ademhalingspijnen.
- Alveolair-capillair oppervlakte neemt toe met als gevolg meer zuurstofopname door de rode bloedcellen.
- Hypertrofie van de type-I vezels.
- Meer en grotere mitochondria.
- Meer oxydatieve enzymen.
- Verhoogde myoglobine concentraties.
- Vergrote glycogeenopslag en verhoogde glycogeen-synthase niveaus.
- Verhoogde opslag van intra-musculaire triglyceriden met een glycogeen sparend effect.

Anaerobe aanpassingen:

- Toename in de dikte van de linker ventrikel wand.
- Hypertrofie van snelle IIa en IIb spiervezels.
- Toename energierijke substraten in de spier (ATP, CP, Creatine, Glycogeen).
- Toename glycolytische enzymen.
- Toename myosine ATP-ase. Toename contractie snelheid door toename energievrijmaking.

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

- Toename ATP-CP splitsing en resynthese van enzymen die hierbij een rol spelen.
- Toename spierbuffercapaciteit.

Krachttraining:

- Hypertrofie (vooral in type II vezels).
- Type IIx spiervezels worden IIa.
- Verbeterde aansturing (intra- en intermusculaire coördinatie).
- Verbeterde activering en rekrutering van motor-units.
- Verbeterde synchronisatie.
- Verhoogde vuurfrequentie.

Het niveau dat we uiteindelijk willen bereiken is een optelsom van de aerobe-, anaerobe- en krachtaanpassingen. Het hebben van een uitmuntend aeroob systeem is daarbij het belangrijkste als basis voor alles wat er daarna bij komt. Aangezien de aerobe aanpassingen behoorlijk wat tijd kosten (nogal wat structurele aanpassingen, bijv. meer mitochondria) trainen we deze het eerst. De anaerobe aanpassingen zijn voor een triatleet vooral enzymatische- en aansturingsaanpassingen en zorgen bovenop de aerobe basis ervoor dat we nog meer energie kunnen vrijmaken op beslissende momenten. **Aangezien deze aanpassingen (weinig structureel maar vooral enzymatisch) zeer snel gaan wachten we hiermee tot vrij kort voor de piekmomenten.** Dit is de essentie van de nieuwe periodisering.

De aanpassing aan verschillende soorten trainingen verloopt niet even snel. Na een training verloopt het herstel in het soort training dat net gedaan is langzamer dan voor andere soorten trainingen. Hiervan kunnen we gebruik maken in de trainingsplanning. **In de pauze van de ene soort training kunnen we een andere soort training doen zonder meer vermoeid te raken.**

De grootte van de verhoogde mitochondriale inhoud wordt beïnvloed door de duur en intensiteit van een trainingssessie. Langere trainingen resulteren in grotere toenames maar deze relatie is niet lineair. Hoe meer de training toeneemt hoe kleiner de groeimarge. We kunnen niet en hard en veel trainen. De meeste toename halen we uit relatief intensieve, korter durende trainingen. **De toename van de inhoud van mitochondria komt tot een plateau na zo'n 5 weken.** Er is heel veel trainingstijd nodig om dan een verdere stijging te krijgen. De mitochondriale dichtheid van ongetrainden bedraagt zo'n 4%. Door slechts 30 trainingssessies neemt dit toe tot 6%. Het kost echter jaren om tot 8% te komen.

Een bijzondere vorm van aanpassing die veel gebruikt wordt in de triathlon en andere duursporten is de hoogte-aanpassing. De belangrijkste aanpassing aan hoogte zou erythropoiese moeten zijn. Hiervoor moet je echter tenminste 3 weken op 2200-2500 meter verblijven gedurende tenminste 12 uur per dag waarbij meer beter is. Aanpassingen die ook met kortere duur plaatsvinden zijn verbeterde efficiency, buffercapaciteit, de hypoxische ventilatoire respons en de Na/K ATP-ase activiteit. De belangrijkste fase tijdens de hoogteaanpassing is de eerste acclimatisatie-fase. Het lijkt erop **dat veel variatie in hoogte tijdens een hoogteverblijf voor een grotere EPO-respons zorgt** (Ballestra 2012). Deze

duurt 5-10 dagen afhankelijk van individu en hoogte ervaring. In deze eerste fase werken intensieve belastingen averechts op de adaptatie.

Krachttraining

Duursporter zijn altijd sceptisch geweest over het toevoegen van krachttraining aan hun trainingsprogramma. Hierboven hebben we al een paar effecten van krachttraining gezien. We moeten vooral kijken naar de combinatie van krachttraining en duurtraining bij toptriathleten. Hierbij een samenvatting van datgene dat onderzocht is. In een toekomstige bijlage het krachtprogramma zoals dat wordt toegepast door het NTC. Dit is ontwikkeld op basis van de hier beschreven onderzoeken.

Triatleten waren vooral sceptisch omdat de krachttraining voor hypertrofie zou zorgen en de mitochondriale functie en capillaire dichtheid zou kunnen verminderen. De onderzoeken geven echter aan dat dit niet het geval is bij een combinatie van duur- en krachttraining. De belangrijkste effecten worden gevonden bij langer durende inspanningen. Op kortdurende inspanningen zoals sprintcapaciteit en 5 min prestaties worden geen positieve effecten gevonden als we de combinatie van duur en kracht vergelijken met alleen duurtraining. Als we het effect op 5 min prestatie bekijken aan het eind van een bijna 3 uur durende inspanning dan blijkt er wel een positief effect te zijn. Ook peak power output tijdens een wingate test neemt toe als gevolg van gecombineerde training. Het gemiddelde vermogen in de wingate echter niet. De peak power neemt waarschijnlijk toe als gevolg van meer beenkracht en een toegenomen dwarsdoorsnede van de heupspijzen. De 30 sec gemiddelde power is een gevolg van het glycolytische anaerobe systeem. Dit systeem wordt niet beïnvloed door gecombineerde training.

De langer durende inspanningen worden meestal getest met behulp van tijdritten van 30-60min. Progressie tot 8% is hierbij gevonden.

Het positieve effect van gecombineerde training heeft waarschijnlijk te maken met een shift van type II(x) spiervezels richting type IIa vezels. In verschillende onderzoeken is dit ook aangetoond zonder dat er hypertrofie optreedt. Type-IIa vezels zijn minder snel vermoeid dan II(x) vezels maar kunnen toch een groot vermogen leveren. Een goede combinatie voor triathlon. Het ontbreken van hypertrofie kan verklaard worden door de negatieve effecten van duurtraining op hypertrofie ten opzichte van alleen krachttraining. Door duurtraining wordt de AMPK-route aangezet die atrofie veroorzaakt en door krachttraining de mTOR/Akt-route die voor hypertrofie zorgt. Naast de shift in spiervezels kan ook de toename van de snelheid van krachtontwikkeling een belangrijke rol spelen bij de positieve effecten van gecombineerde training bij wielrenners. Hierdoor neemt de spier relaxatiefase tijdens de trapcyclus toe. Dit zou kunnen zorgen voor een betere infusie van vrije vetzuren in de spiercel. De grote vrije vetzuren hebben een relatief lange tijd nodig om in de cel te komen. De verbeterde infusie van vrije vetzuren heeft dan een glycogeensparend effect. Een langere relaxatiefase zorgt ook voor een verbeterde afvoer van metabolieten.

Als de krachttraining gedaan wordt met een laag volume, een lage weerstand of slechts een korte periode zien we de bovengenoemde effecten niet. Door **ook tijdens de competitieve periode eenmaal per week krachttraining te blijven doen kunnen de effecten behouden blijven of zelfs nog verbeterd worden.**

Het moment waarop de krachttraining gedaan wordt kan ook nog een belangrijke rol spelen. Li Wang (2011) toonde aan dat de **moleculaire boodschap van duurtraining groter is als er een krachttraining na de duurtraining gedaan wordt.** Cadore e.a. (2012) toonde aan

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

dat als er een krachttraining na een duurtraining gedaan wordt de testosteronwaarden significant hoger zijn dan dat er andersom getraind wordt. Bij beide onderzoeken werd er slechts kort duurgetraind (30min. tot 1 uur). Verder werd de krachttraining onmiddellijk na de duurtraining gedaan. Dit is niet de alledaagse trainingspraktijk in onze sport. Wat gaan we doen met vermoeidheid en de technische uitvoering van de oefeningen? Het lijkt er echter op dat de kracht een positieve invloed heeft op de duuraanpassing als het na de duurtraining gedaan wordt terwijl er ook krachtwinst te boeken is. Een interessante optie voor triathlon.

Het NTC-programma bestaat uit een adaptatie fase van 3 weken met 6 sessies. Daarna volgt een maximaal- of submaximaalkrachtprogramma gedurende 6 weken en 2 sessies per week. Dit kan nog gevolgd worden door een vermogensprogramma. Een onderhoudsprogramma zorgt voor het behouden en verder uitbouwen van de positieve effecten.

Doelen van het NTC-krachtprogramma zijn:

1. Blessurepreventie
 - a. D.m.v. functional movement screen.
 - b. Disbalans wegwerken d.m.v. werken van mobiliteit naar stabiliteit naar totale bewegingsuitvoering.
 - c. Trainen van de rompstabiliteit.
 - d. Trainen van de gluteus medius (wegknikken knie).
 - e. Excentrische oefeningen voor kniepees.
 - f. Verbeteren spierlengte waar nodig.
2. Verbeteren belastbaarheid
 - a. Trainen van rompstabiliteit.
 - b. Correct bewegingspatroon.
 - c. Aanleren en techniekverbetering van krachtoefeningen.
3. Verbeteren krachtniveau en daarmee de prestatie
 - a. Verbeteren maximaalkrachtniveau van de strekketen.
 - b. Verbeteren maximale vermogen van de strekketen.

Voeding

De mogelijkheid van een spiercel om te veranderen is sterk afhankelijk van zijn halfwaardetijd. Eiwitten die een kortere halfwaardetijd hebben, hebben een hogere synthesesnelheid en zijn dus in staat weer sneller in een steady-state toestand te komen dan eiwitten in spiercellen die een langzamere synthese hebben in reactie op een prikkel. De interactie met voeding in dit proces is algemeen geaccepteerd. Deze interactie gaat een rol spelen in reactie op de metabole signalen als gevolg van de trainingsprikkel. Een belangrijke rol in de trainingsadaptatie is weggelegd voor de koolhydraten en dan met name de beschikbaarheid ervan. Het beginnen van een duurtraining met lage glycogeenvoorraden resulteert in een grotere genexpressie van enzymen die een rol spelen bij het koolhydraatmetabolisme. Hansen gebruikte de term **train low, compete high** hiervoor. Studies waarin de glucose beschikbaarheid voor, tijdens en na de training gemanipuleerd wordt geven niet zo'n duidelijk beeld te zien. Een belangrijke rol in dit hele verhaal speelt het AMPK. Bij laag glycogeen wordt de activiteit van AMPK verhoogd met als gevolg een hogere mitochondriale enzymactiviteit. Zo'n rol is ook weggelegd voor het MAPK. Het lijkt aantrekkelijk om alle trainingen met een laag glycogeen te doen maar hiermee moeten we toch voorzichtig zijn i.v.m. de veel hogere belasting op hormonaal gebied maar zeker ook op het immuunsysteem. Een voorbeeld van een voedingsprotocol staat onder deze paragraaf.

Een andere mogelijkheid om de glycogeenvoorraden te manipuleren is het **sleep low, train high** systeem. Hierbij wordt na de laatste training van de dag geen koolhydraat meer gebruikt. Er wordt dus met lage koolhydraatvoorraden geslapen. In de ochtend volgt dan een ontbijt zonder koolhydraat en een eerste training. Daarna worden dan de voorraden weer aangevuld zodat in de middag een kwaliteitstraining gedaan kan worden met gevulde depots. Wetenschappelijk onderzoek hiernaar is zeer recent en veelbelovend.

Eiwitsynthese is het eindpunt van het complexe proces van adaptatie. Zowel krachttraining als het eten van aminozuren en eiwitten hebben een stimulerend effect op de eiwitsynthese. Door duurarbeid wordt de mitochondriale eiwitsynthese ook gestimuleerd en men zou verwachten dat dit proces versterkt wordt door het toedienen van eiwit. De invloed van eiwit lijkt het grootst te zijn na afloop van de training. Het verhoogt de eiwitsynthese en verlaagt de eiwitafbraak. Leucine lijkt een belangrijke rol te spelen in dit proces. Er lijkt een leucinedrempel te bestaan voor een maximale eiwitsynthese. Een orale dosis van 2 gram is voldoende om een bloedleucinespiegel te halen die voor een maximale eiwitsynthese zorgt. Een recente ontwikkeling is de ontdekking van de invloed van vitamines en andere micronutriënten op de trainingsadaptatie. Training resulteert in een verhoogde vorming van vrije radicalen. Deze worden weer geassocieerd met het hinderen van krachtontwikkeling van de spiercel, verhoogde ontstekingsreactie en schade aan de spiercel. Kleine verhogingen van vrije radicalen zorgen voor positieve aanpassingen, hoge concentraties voor de schade die hierboven genoemd wordt. De ietwat verhoogde vrije radicalen zijn dus ook een trainingsprikkel. Het lijkt erop dat het gebruik van **anti-oxydanten** die deze vrije radicalen moeten wegvangen **de trainingsprikkel doven en de trainingseffecten dus afbotten**.

Een interessante rol is weggelegd voor plantenextracten die bij toediening **een prikkel geven die lijkt op een trainingsprikkel**. ECCG uit groene thee, nootkatone uit grapefruit, quercetine uit appels, uien en bessen en resversatrol uit druiven lijken zo'n effect te hebben. Zij activeren het PGC1- α en andere aanpassingsketens die met training te maken hebben.

Op dit gebied is nog veel onderzoek nodig voordat ook een effect op de prestatie bewezen kan worden. Voor quercetine (600 mg/dag gedurende 6 weken) is nu ook een effect op de prestatie bij wielrenners aangetoond.

Zembron e.a. vonden een grotere toename van de EPO-respons bij een combinatie van hoogtetraining en het gebruik van **Acetyl-Cysteine** (ACC) of bij gebruik van ACC alleen.

Voedingsprotocol Glycogeen-arm trainen (Marcel Hesseling, 2013)

9.00 Ontbijt Kom magere kwark of yoghurt met Muesli, havermout of Brinta (75 g), Gedroogd fruit (50 g)

09.30 - 12.00 Duurtraining 2 - 2,5 uur
Ieder uur: bidon water

12.15 Lunch bijv. 250-300 gr rundvlees of kip aangevuld met koolhydraatarme groenten, 1 beker melk

14.00 - 16.00 Training inclusief blokken tempoduur 1,5-2,5 uur. Tijdens training alleen water drinken en een bidon koolhydraatdrank gebruiken om mee te spoelen. Een uur voor de training een drank met 200 mg cafeïne. Tijdens de training wordt 10 gram BCAA gebruikt.

16.30 Herstel 1 Wei/Eiwit shake met 25 gram Weij eiwit. Daarnaast bijvoorbeeld een omelet. Op dit moment nog geen koolhydraten gebruiken.

19.00 Warme maaltijd, 125-150 g mager vlees, vis of kip, Pasta, rijst of aardappelen, (minimaal 100 g ongekookt), Ruime portie groente, saus. Bijvoorbeeld tomaten.
110gr. KH, 40-45gr. EIW

21.00 In loop van de avond magere kwark, muesli, havermout of Brinta (75 g), Gedroogd fruit (50 g), 110 gr. KH, 20-25 gr. EIW, SIS REGO rapid

- De cafeïne voor de glycogeenarme training zorgt ervoor dat het vermoeidheidsgevoel ietwat onderdrukt wordt. Hetzelfde effect hebben de BCAA's.
- Na de glycogeenarme training is het PGC1- α nog urenlang verhoogd mits er geen koolhydraten worden gegeten. Daarom wordt tot 19.00 uur gewacht met de eerste koolhydraatrijke maaltijd.

Waarschijnlijk is in de triathlon training door de hoge trainingsfrequentie vaak sprake van lage glycogeendepots bij aanvang van de training.

Analyse triathlon

De drie onderdelen van de triathlon hebben elk een eigen dynamiek. Daarnaast moeten we ook rekening houden met de totale omvang van de gehele wedstrijd. In Duitsland is er veel gemeten aan met name het tempo dat wordt ontwikkeld tijdens de 3 onderdelen waarbij het erop lijkt dat met name het zwemmen en lopen een vast patroon volgen. Het fietsen is op basis van het parcours veel minder voorspelbaar.

Het zwemonderdeel begint met een snelle start om in een goede positie te komen. Deze fase duurt ongeveer 100-150 meter waarna er een soort steady state komt waarbij het tempo gelijkmatig is. Het tempo gaat vaak weer omhoog naar het einde toe maar dit duurt dan slechts 25-50 meter. De fases rond de boeien zijn ook situaties waarbij er tempowisselingen plaatsvinden. Bij het analyseren van een aantal WTS-wedstrijden bleek dat positieverbetering na de belangrijke eerste boei bijna niet meer mogelijk is.

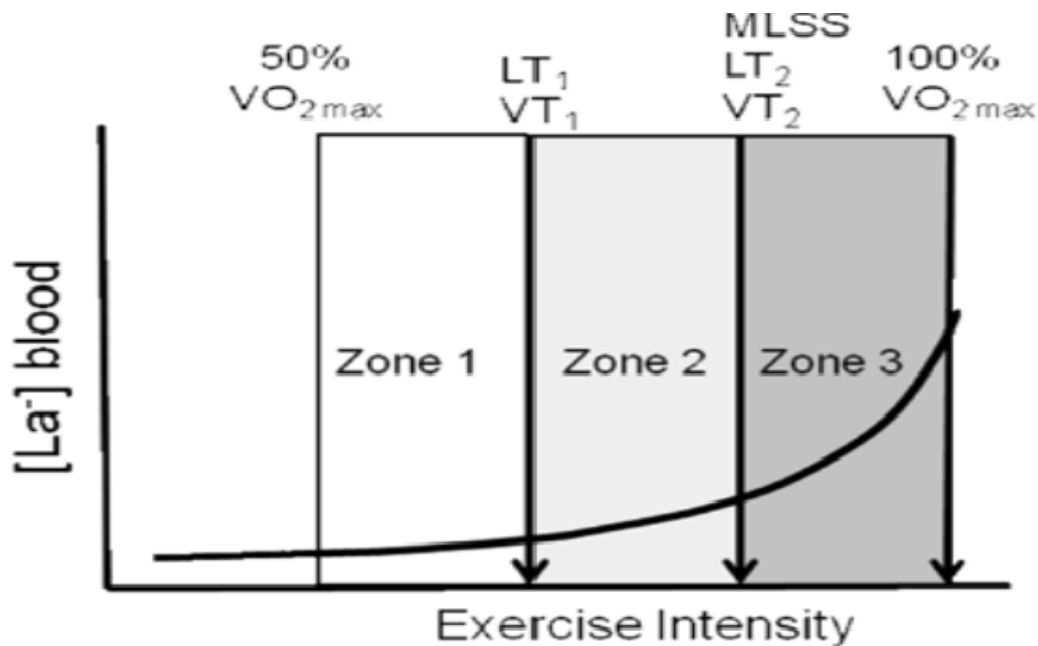
Het fietsonderdeel is erg afhankelijk van het parcours. Tegenwoordig zijn veel parcoursen criteriumstijl met veel bochten en op een ronde van 5 km. Dit zorgt ervoor dat naast hoge vermogens na de bochten er ook veel gevraagd wordt van skills als positionering in de groep en bochtentechniek. Fietsen als voorbereiding en afwachten tot het lopen begint, zoals vroeger is er nu niet meer bij. Het fietsonderdeel wordt veel offensiever benaderd. Na de eerste wissel wordt er vaak volle bak aangereden voor tenminste 5 km of 1 ronde.. Degenen die de slag gemist hebben bij het zwemmen gaan ook vol aan de bak. Tactische overwegingen bepalen dan het verdere verloop. Het fietsonderdeel gaat steeds meer lijken op een wielervedstrijd met een triathlon specifieke tactiek.

Het looponderdeel is het meest gemeten onderdeel van de triathlon. Veel parcoursen worden nagemeten en inmiddels hebben we een loopniveau van rond de 29.20 voor de mannen en 33 min voor de vrouwen. De race wordt snel aangelopen met een snelle eerste kilometer. Daarna een vlakke race in het midden en op basis van beslissing van de wedstrijd een eindsprint.

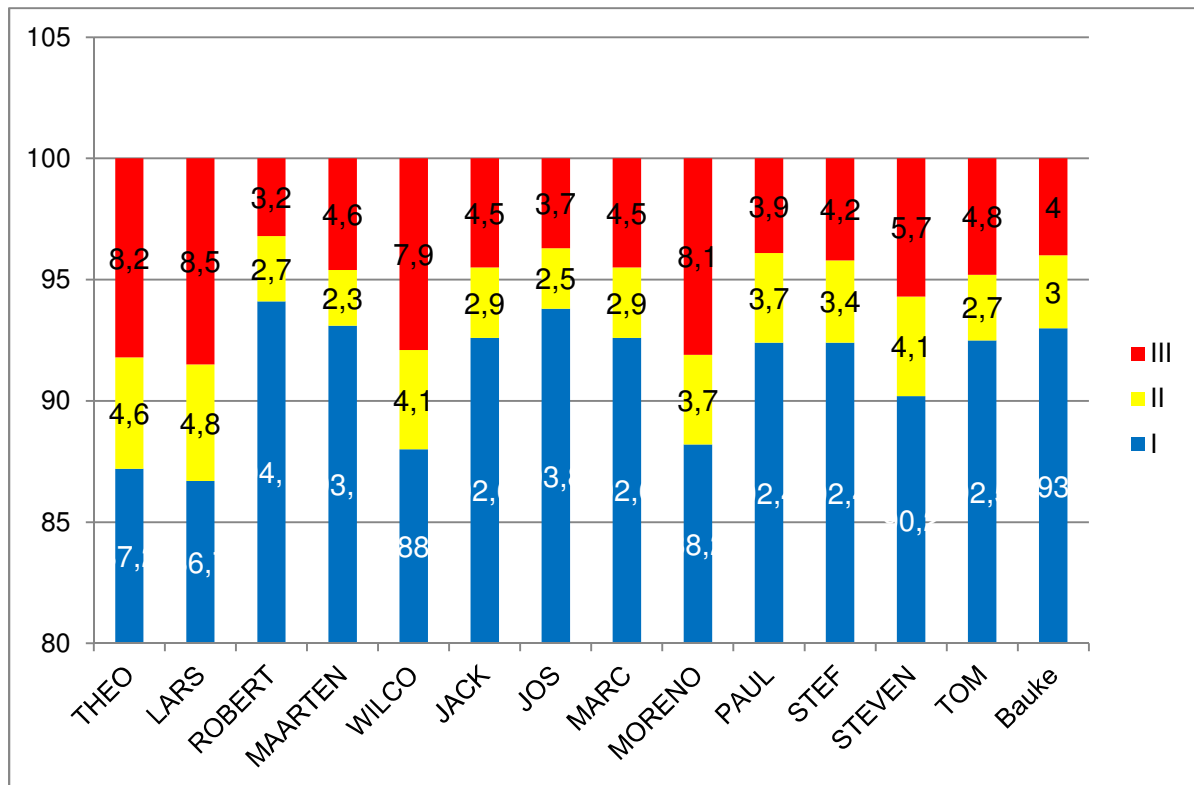
Dat dit consequenties heeft voor de voorbereiding moge duidelijk zijn.

Trainingsmiddelenverdeling

In training manipuleren we als trainers de omvang, intensiteit en frequentie van trainen. Stepher Seiler (2010) schreef een review waarin de training van toppers in vele takken van sport werd onderzocht. Hij keek met name naar de intensiteitsverdeling. Hij verdeelde de training daarbij in 3 zones zoals in de afbeelding staat aangegeven.



De analyse leverde op dat succesvolle topsporters hun training organiseren zodat 80 % in zone 1 komt en 20% verdeeld over zone 2 en 3. Dit ook nog eens met een voorkeur voor zone 3. Hij noemt dit polarized training. In de paragraaf over evolutionaire aspecten van training zullen we voor dit patroon een uitleg geven. Als men training zo ging manipuleren dat er meer training in de middelste zone 2 werd gedaan ten koste van training in zone 1 en 3 dan ging het prestatievermogen achteruit. De relatie tussen goed presteren en de hoeveelheid training in zone 1 lijkt erg groot en van essentieel belang. Zone 1 is in onze terminologie tot en met tempoduur. We hebben bij de Lotto Jumbo wielploeg ook gekeken naar de intensiteitsverdeling van de training van de renners en zien een zeer gepolariseerd model terug. In triathlon hebben nog te weinig nauwkeurige data om een precieze intensiteitsverdeling te geven maar we zijn ervan overtuigd dat deze ook polarized is en rond de 90-10 ligt voor het fietsen en lopen en voor zwemmen waarschijnlijk rond de 70-30.



Evolutionaire aspecten van training

Natuurlijke selectie heeft een grote rol gespeeld in hoe wij er nu uitzien en hoe ons hele systeem functioneert. De jager/verzamelaar levensstijl die door onze verre voorouders werd aangenomen vereiste een grote toename van aerobe activiteiten die niet alleen ons metabolisme maar waarschijnlijk ook onze neurobiologie heeft beïnvloed. De erfelijke eigenschappen van de mens zijn theoretisch deze die beter passen bij de overlevingseisen. Het is interessant om het bewijs te analyseren dat trainingsprikkels en fysiologische effecten linkt aan de fysieke activiteiten die het humane genoom vormden als gevolg van selectieve druk. Met andere woorden, de activiteiten die overleving bevorderden voor en tijdens de paleolithische periode zouden grotere fysiologische adaptatie en prestaties moeten veroorzaken dan andere trainingsmethodes. Een belangrijke rol in de evolutie speelt de link tussen energiebehoefte en overlevingskansen. Gedurende een lange periode in de evolutie haalde de mens een groot deel van zijn energie uit dierlijk vet en –eiwit. Het grootste deel van de koolhydraten werd uit fruit en planten gehaald. Er werd geen koolhydraat uit granen of geraffineerde koolhydraten gehaald. Hierin kwam pas verandering met de neolithische landbouwrevolutie.

Homo sapiens gebruikte in verschillende omgevingen verschillende voedselbronnen. Deze voedingsflexibiliteit heeft een centrale rol gespeeld tijdens verandering van seizoenen, verandering van klimaat en tijdens schaarste periodes. De oermens bewoog om naar het eten toe te gaan, moderne sporters eten om te bewegen. De geringe beschikbaarheid van koolhydraten in het prehistorische dieet was een van de meest relevante karakteristieken. Vanuit het perspectief van de sport konden inspanningen rond de drempel niet worden

De belangrijkste activiteiten voor de paleomens waren laag intensieve taken die hij regelmatig uitvoerde. Verder waren er nogal wat groepen paleomensen die op hoogtes tussen 1000-2000 m leefden in de Rift. De evolutie van het menselijk bewegen heeft dus plaatsgevonden onder milde hypobare condities. Hardlopen bracht een evolutionair voordeel doordat het toegang gaf tot een eiwitrijk dieet. De toegang tot eiwit zorgde voor de groei van onze hersenen. Jagen was de beste manier om aan kwalitatief eiwit te komen. De meeste activiteiten die onze voorgangers dan ook ontplooiden hadden te maken met het jagen, met name het zoeken en achtervolgen van dieren, sprinten, werpen en het dragen van de prooi. Als we deze activiteiten in beeld brengen komen we tot een soort gepolariseerde intensiteitsverdeling zoals we ook bij Seiler hebben gezien. Hierbij lag de nadruk op vooral lange laagintensieve activiteiten met daartussen hoogintensieve, explosieve activiteiten in de laatste fase van de jacht.

Als we naar de praktijk van training kijken zien we **dat teveel training in zone 2 van Seiler niet goed getolereerd wordt**. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat we daar evolutionair niet voor gemaakt zijn. Er is als het ware een genetische limiet voor de metabole belasting van het middengebied. Van **rustige duurtraining kunnen we ontzettend veel aan**. Zelfs **HIT training wordt goed getolereerd en brengt veel adaptatie**. Ook dit is verklaarbaar vanuit de evolutie.

Vanuit moleculair oogpunt kan de grotere effectiviteit van zowel laag intensieve duurtraining als HIT-training op aerobe aanpassingen, gelinkt worden aan de activatie van intracellulaire signalen, waarin PGC1- α een belangrijke rol speelt. Vanuit dit oogpunt kunnen HIT-aanpassingen teweeg worden gebracht via PGC1- α die vergelijkbaar zijn met aanpassingen aan duurtraining.

Het bewegingspatroon van onze voorouders bestond uit een grote mix van activiteiten die veelal met het verzamelen van voedsel bestonden. Dit in tegenstelling tot de hoge mate van specialisatie die nodig is voor topsportprestaties. Onze voorouders deden aan concurrent training, een debat dat in de topsport nog steeds gaande is. Het effect van hoog intensieve krachttraining vergroot de kracht van spier voornamelijk via neurale adaptaties zonder veel hypertrofie. Vanuit evolutionair oogpunt is dit belangrijk omdat meer spiermassa meer energiebehoefte betekent en daardoor minder geschikt is voor overleving.

De schommelende spiegels van glycogeen en triglyceriden tijdens fysieke activiteit en overvloed/honger periodes zouden genen geselecteerd kunnen hebben die die schommelende niveaus gereguleerd hebben zodat brandstofopslag en efficiency verbeterden. Hierin past bijvoorbeeld de verbeterde aanpassingen aan laag glycogeen trainingen. Vanuit de evolutie is dit verklaarbaar als beschermingsmechanisme omdat in tijden van schaarste er extra aanpassingen moest zijn om hiermee om te gaan.

Samengevat lijkt het erop dat hoe meer ons trainingsschema lijkt op het activiteitenprofiel van de paleomens hoe groter de adaptatie is van de moderne mens. In hoeverre er ook een aanpassing van voeding komt in de richting van een paleodieet voor sporters is de vraag. Er is al veel discussie over en Cordain en Friel (2010) schreven er een boek over.

3. Algemene nieuwe periodisering

In de triathlon zijn vele vaardigheden vereist vanwege de complexiteit van de sport., zowel aeroob als anaeroob uithoudingsvermogen, sprint, krachthuithouding en techniek. Het in de juiste volgorde zetten van deze eigenschappen is periodiseren.

Hoge geconcentreerde trainingsbelastingen in vele eigenschappen kunnen niet tegelijkertijd gedaan worden aangezien de adaptatie dan niet optimaal is. We moeten trainingsaccenten in een blok bundelen. Het proces van aanpassing aan een kwaliteit duurt 2-6 weken en wordt mesocyclus genoemd en hierin wordt het geheel georganiseerd. Deze mesocycli worden weer onderverdeeld in microcycli van tussen 3 en 7 dagen. Trainingsdagen bestaan weer uit trainingseenheden.

In de klassieke periodisering werd gebruik gemaakt van zeer lange periodes per vaardigheid (tot 3 maanden). Zo kwamen we tot 1 piek per jaar.

De adaptatie-impact van een trainingsprikkel (omvang en intensiteit) neemt echter af door training. Voor sommige trainingsmiddelen loopt dit al binnen 10 eenheden terug tot nul. Zo weten we van een duurtraining van 2 uur op 60% van het maximum dat binnen deze 10 trainingseenheden de adaptatie nul is. De periodisering is er dus om steeds weer een efficiënte prikkel te vinden waarop dan weer adaptatie volgt. Aangezien verschillende eigenschappen verschillende aanpassingsperiodes hebben duren ook de verschillende fases in de periodisering verschillend lang. Zo **kosten bijvoorbeeld aerobe aanpassingen meer tijd dan anaerobe aanpassingen**. Voor het aerobe systeem is wel een grotere progressie mogelijk dan voor het anaerobe systeem.

Voor het verklaren van adaptatie in de sport wordt sinds 1977 het supercompensatie model van Jakowlew gebruikt. Het is echter een behoorlijke vereenvoudiging van de daadwerkelijke gang van zaken zoals we ook in het hoofdstuk over adaptatie gezien hebben. Het model is met name gebaseerd op de glycogeenconcentratie. De echte adaptatie in de sport is een gecompliceerd samenspel van vele systemen. De systemen die een rol hierbij spelen zijn: het vegetatieve zenuwstelsel, cardio-pulmonale systeem, de energiehuishouding, het hormonale systeem, het immuunsysteem en de water- en elektrolytenhuishouding. Er moet een evenwicht in al deze systemen gevonden worden om tot volledige aanpassing te komen (Neumann).

Volgens Neumann verloopt deze aanpassing in 4 fasen:

In de **eerste aanpassingsfase** vinden er vooral veranderingen plaats in het bewegingsprogramma. Het bewegingsprogramma past zich aan de eisen die door de duur- en intensiteit van de training worden gesteld. Na 1 tot 2 weken training wordt de beweging als makkelijker en soepeler ervaren. Deze aanpassingen zitten in het neuromusculaire systeem. Zo stijgt de prikelfrequentie van motor-units, verbetert de intra- en intermusculaire coördinatie van motor-units en daalt de pre-synaptische remming van het alfa-motoneuron. Op moleculair niveau wordt de eerste keten van verschillende proteïne-kinasen gestart en wordt op basis van energiegebrek de mitochondrien- en eiwitsynthese verhoogd. De glycogeenvoorraden nemen in deze fase ook toe. Deze fase duurt 7-10 dagen.

In de **tweede aanpassingsfase** komt het op basis van de genexpressie van metabole genen tot een vergroting van de CP en glycogeen voorraden. Beiden uiteraard als gevolg van verschillende trainingsprikkel. Op basis van krachthuithoudingsbelastingen (prikkel op rek-verkortingscyclus) worden eiwitstructuren (actine, myosine, troponine, titine) in de spier

veranderd. Een verhoogde eiwitsynthese vindt plaats op basis van krachttraining (zie hoofdstuk adaptatie).

De **derde aanpassingsfase** houdt zich bezig met het optimaliseren van regelstructuren en – systemen. Na 3 weken is er sprake van een kwetsbare fase in de aanpassing. Het is verstandig hier minder te belasten om tot een optimale aanpassing te komen.

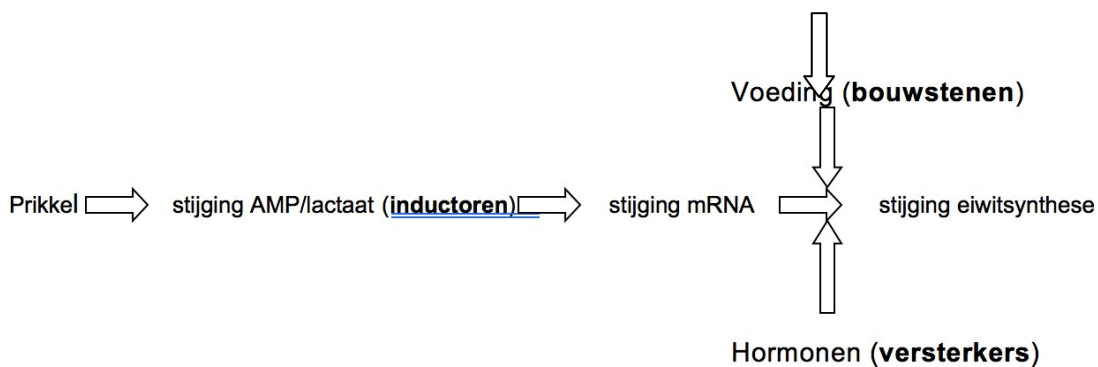
In de **vierde en laatste fase** van het aanpassingsproces komt het tot een coördinatie van alle systemen die bij de adaptatie een rol spelen. De aanpassing is compleet als deze systemen gecoördineerd functioneren met de nieuwe structuren (bijv. mitochondrieën, enzymen etc.) in de sportspecifieke musculatuur. Deze fase is beëindigd na 30-40 dagen. Dit geldt dan voor duurtraining. Voor een volledige aanpassing van de spieropbouw gelden 50 dagen. Zoals we later zullen zien geldt vooral voor anaerobe belastingen een veel kortere aanpassingsfase.

Het bovenstaande is vooral van belang voor de opbouw van de eerste macrocyclus van het jaar. Hierbij moet de lengte van bovenstaande periodes in acht gehouden worden. Daarna kunnen zoals we verderop zullen zien ook kortere periodes gebruikt worden om eenzelfde effect te bereiken. De reden hiervoor is dat we door de kortere periodes nooit helemaal de-traineren en dus gedeeltelijk aangepast blijven.

Viru geeft een aantal voorwaarden voor adaptatie:

1. De trainingsbelasting moet **specifiek** zijn. Dus precies die structuren en systemen belasten die men ook wil verbeteren.
2. Om een voldoende aanpassing te bewerkstelligen moet het lichaam in staat zijn zichzelf voldoende te activeren d.m.v. een **stressreactie**.
3. Er moet voldoende **energie** (ATP, CP, koolhydraten) beschikbaar zijn om de minimaal benodigde duur en intensiteit van de training te kunnen volbrengen.
4. Bij voldoende omvang en intensiteit zullen er concentratieverhogingen zijn van metaboliëten (ADP, CO₂, H-ionen, warmte etc.) die zorgen als **inductor** (aanjager) voor het adaptatieproces. Zoals we al eerder gezien hebben zal het remmen van deze inductoren de optimale adaptatie in de weg staan. Hierop moeten we letten in de herstelfase na training en bij het toepassen van herstelbevordering.
5. Er moeten voldoende **bouwstenen** (aminozuren) zijn op de plekken waar de adaptatieprocessen aangrijpen.
6. Indien de training voldoende van omvang en intensiteit is, komt een anabole hormonale respons tot stand. Dit is een **versterker** van het adaptatieproces.

De factoren 1 t/m 3 hebben te maken met een optimale belasting en de factoren 4 t/m 6 met een optimale aanpassing. Alle 6 moeten kloppen om een optimale adaptatie te krijgen. Als de trainingsbelasting te groot wordt dan raakt bijvoorbeeld het hormonale systeem uitgeput. Van adaptatie kan dan geen sprake meer zijn. Gezien in het licht van het bovenstaande betekent dat, dat vooral het **eet- en slaappatroon** van belang zijn in de herstelfase zonder adaptatie in de weg te staan.



Afbeelding: de invulling van de wetten van Viru in de adaptatie van prikkel tot eiwit

Resteffecten

Bij het in de juiste volgorde zetten van de verschillende soorten trainingen speelt vooral het resteffect een belangrijke rol. Resteffecten zijn de sleutel tot het periodiseren.

We maken het onderscheid tussen langdurende resteffecten en kortdurende resteffecten. De gewichtheffer heeft door het beoefenen van zijn sport aanpassingen in zijn musculatuur die jaren na het stoppen met topsport nog steeds zichtbaar zijn (langdurend resteffect). Door sprinttraining vindt een aanzienlijke stijging van de creatine-fosfaat capaciteit plaats. Als de sprinter stopt is dit effect slechts enkele dagen merkbaar (kortdurend resteffect).

De langdurende resteffecten bepalen de toestand van de sporter en de reactie op training. De kortdurende resteffecten worden bepaald door het trainingsprogramma dat direct ervoor gedaan is en bepalen de actuele toestand van de sporter. Het principe van de resteffecten is nauw verbonden met het principe van de-training. De-training is het verlies van trainingseffecten. Zo is bekend dat als de trainingsomvang te ver zakt het maximale zuurstofopnamevermogen ($VO_2\text{max}$) ook terugloopt.

In de tabel staan voorbeelden van resteffecten met hun aanpassingen en het resteffect ervan.

Resteffect	Systeem	Fysiologie	Resteffect
Langdurend resteffect	Spier-skelet systeem	Morfologische transformatie van spieren en gewrichten	Deels effecten die blijven bestaan
	Neuromusculaire systeem	Grote somatische adaptatie van spieren. Vorming van een specifieke spiertopografie	Enkele jaren
		Opbouw van een uitgebreide coördinatie, speciale bewegingsvaardigheden en sporttechniek	Enkele jaren
	Hart-bloedsomloop	Harthypertrofie (grootte en	Enkele jaren

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

	systeem	volume), Aortadoorsnede	
Middellang resteffect	Hart-bloedsomloop-ademhalingssysteem	Vergroting capillaire dichtheid, hart-rustvolume en slagvolume	Enkele maanden
	Neuromusculaire systeem	Verbeterde regulatie van spierarbeid, rekrutering van spiervezels	Enkele maanden
Kortdurend resteffect	Aerobe metabole systeem	Verbeterde anaerobe drempel, meer aerobe enzymen, meer spierglycogeen	Enkele weken
	Anaerobe metabole systeem	Verhoogde anaerobe vermogen en capaciteit	Enkele weken
	Neuromusculaire systeem	Meer spierkracht, explosieve kracht en spiergrootte	Enkele weken
		Verbeterd spieruithoudingsvermogen	1-2 weken
		Verbeterde beweeglijkheid	1-2 weken

Het resteffect is de periode waarin de getrainde eigenschap op een acceptabel niveau blijft zonder er al te veel aandacht aan te besteden. De **eigenschappen met de langste resteffecten zullen we dus het eerst moeten trainen en de eigenschappen met de kortste resteffecten als laatste** moeten trainen in de periodisering. Dit alles met als doel om tijdens de piek alle eigenschappen op een hoog niveau te hebben. Resteffecten die gebaseerd zijn op morfologische en biochemische aanpassingen houden langer aan dan resteffecten die gebaseerd zijn op neurologische aanpassingen. Een overzicht van de belangrijkste resteffecten die van belang zijn in de trainingsplanning staat hieronder:

Eigenschap	Resteffect
Aerobe uithoudingsvermogen	30-35 dagen
Maximale kracht (hypertrofie)	30-35 dagen
Anaeroob uithoudingsvermogen	18-22 dagen
Krachtuithoudingsvermogen	15-20 dagen
Maximale snelheid	5-8 dagen

Als je een eigenschap langer traint zorgt dat voor een langer resteffect. Hogere concentratie van trainen gedurende een kortere periode zorgt voor een korter durend resteffect. Hoe ouder/ervarener de triatleet, hoe langer het effect aanhoudt. Herhalingsprikkelers zorgen ook voor langer effect. Bij het periodiseren moeten we hiermee rekening houden.

Bij het indelen van de verschillende mesocycli zullen we zien hoe we dit met trainingsmiddelen in de praktijk kunnen toepassen. Aangezien we de aerobe eigenschappen als eerste trainen en bij een duursport als triathlon zeker geen aeroob niveau willen verliezen hebben de aerobe mini-blokken een bijzondere betekenis. Deze kunnen we als 3 dagen blokken steeds weer inplannen om het aerobe niveau hoog te houden over langere tijd.

Omdat we niet meer heel lange periodes dezelfde eigenschappen trainen zoals in de klassieke periodisering het geval is, krijgt ook het begrip herstel microcyclus een andere betekenis. Waar hierbij steeds een herstelweek nodig was **plannen we nu regelmatig (per 2-3 weken) een herstel microcyclus van 3-4 dagen in**. Hierdoor verliezen we minder trainingsdagen.

Andere kerneigenschappen van deze vorm van blokperiodiseren zijn:

- De maximale aanpassing aan eigenschappen vindt altijd plaats aan het begin van de mesocycli. Relatief korte trainingsperiodes benutten dus de meest sensibele periode van aanpassing.
- De kortdurende resteffecten van training zijn afhankelijk van de bijdrage van langdurende resteffecten (zoals bijvoorbeeld de resteffecten van anaerobe trainingen ook van aerobe aanpassingen afhankelijk zijn) en minder van de lengte van de mesocycli. Daarom is het beter een mesocycli van 4- dan van 8 weken te hebben omdat ze een even lang resteffect hebben.
- Per blok (mesocycli) train je slechts 2-3 eigenschappen, hiermee vul je voor 70 % de trainingstijd in (rest is herstel/compensatietraining).
- Eigenschappen worden na elkaar getraind in mesocycli (want je moet voor een complexe prestatie meer als 3 eigenschappen beheersen).
- Je kiest een minimaal aantal trainingsdoelen per blok en je focust je daarop.
- Een hoge concentratie van belastingen is ook voor ervaren toppers weer een efficiënte trainingsprikkel.
- Het minimale aantal trainingsdoelen zorgt voor de mogelijkheid tot hoge belasting in deze trainingsdoelen.
- Door het steeds herhalen van eigenschappen kom je tot een stabiel niveau van alle kwaliteiten die nodig zijn voor de specifieke sport over het hele jaar. De praktijk leert dat het niveau van elk doel op zich ook nog eens toeneemt tijdens het trainingsjaar.
- Dit systeem zorgt door het steeds herhalen van doelen voor een hoog basis- en sportspecifiek niveau gedurende het hele seizoen. Meerdere pieken zijn daardoor mogelijk.
- In de eerste macrocyclus van het jaar wordt de beste basis gelegd. Daarna worden de rest-effecten steeds weer opgeroepen.
- Je kunt variëren in lengte van een totale voorbereiding van 5-16 weken waarbij de transformatiefase (zie later) en taperfase samen maximaal 6 weken duren.
- Houdt de respons van de atleet in de gaten en speel met de cyclustijlengte. Zo kom je tot een individueel optimaal concept.

Beperkingen van planning

Na alle bespiegelingen over planning toch ook aandacht voor de keerzijde ervan. Met name het doorschieten in planning kan een goede prestatieontwikkeling in de weg staan. Een artikel van John Kiely (2012) geeft een mooie kijk op de keerzijde.

Bewijs uit wetenschappelijke studies geeft aan dat variatie een noodzakelijke component is van een effectieve trainingsplanning. Daarentegen **leidt monotonie, het tegenovergestelde van variatie, tot verhoogde incidentie van overtrainingsymptomen**, slechte prestaties en verhoogde frequentie van infecties. Hieruit zou je kunnen concluderen dat variatie altijd goed is en dat monotonie altijd slecht is. Echter, als er een extreme variatie van stimuli is, als de adaptatie energie van de renner teveel verspreid is over vele trainingsdoelen, is de progressie slechts erg langzaam. Een periodieke reductie in variatie met als gevolg een concentratie op een klein aantal trainingsdoelen kan weer een snelle vooruitgang van deze doelen betekenen.

De periodiseringfilosofie is gebaseerd op de aanname dat biologische adaptatie aan toekomstige trainingsprikkels voorspelbaar is en een bepaald pad volgt. Een logisch gevolg hiervan zou zijn dat een afdoende interventie van tevoren volledig gepland kan worden. Dit is erg simplistisch gesteld en hiervoor ontbreekt ook het bewijs. Hierin zijn wij als trainers vaak doorgeslagen.

In een eerder hoofdstuk over genetische invloed op prestaties hebben we gezien dat de reactie op dezelfde trainingsprikkels van individu tot individu extreem kan variëren. Dit is aangetoond voor zowel uithouding- als kracht adaptaties. Verder is er bewijs voor dat uitgangsniveau, acute respons en chronische ontwikkeling aan training geregeld worden door verschillende moleculaire paden, zoals we eerder gezien hebben.

Een verdere complicatie is de variëteit aan factoren die invloed hebben op bijvoorbeeld de hormonen. Testosteronspiegels bijvoorbeeld reageren op moment van de dag, week, maand, cycli van licht en donker, werk satisfactie, motivatie en assertiviteit niveaus en training stress. Daarbij komt nog de invloed van omgeving en lifestyle omstandigheden op de biologische respons. Zo is van een aantal stressoren zoals, emotionele gemoedstoestand, dieet, sociaal, slaap, bewezen dat ze het immuunsysteem down reguleren, de adaptatie dempen en de coördinatie, cognitieve prestatie, stemming, metabolisme en hormonale gezondheid negatief beïnvloeden met als gevolg verminderde prestaties en verhoogd blessure risico.

Samenvattend kunnen we stellen dat:

- Individuele atleten verschillend reageren op dezelfde trainingsprikkels.
- Identieke trainingssessies gedaan door een atleet geven een unieke trainingsrespons voor die atleet, afhankelijk van een groot aantal hierboven aangehaalde factoren.
- Op de groep gebaseerde patronen en observaties kunnen misleidend zijn als ze gegeneraliseerd worden naar het individu.
- Het is hoogst onwaarschijnlijk dat er trainingsprogramma's zijn die altijd uit de kast getrokken kunnen worden in elke omstandigheid.

Het is net als op de beurs: resultaten in het verleden behaald geven geen enkele garantie voor de toekomst!

Hoewel het toepassen van een gegeneraliseerde trainingsplanning aantrekkelijk lijkt is dit een illusie. Meer geschikt is het, het trainingsproces te vergelijken met een begeleide ontdekking door een onbekend en constant veranderend landschap. Elk landschap heeft zijn eigen navigatie uitdagingen met een eigen optimale route op weg naar de programmadoelen. Als je door onbekend terrein navigeert geeft een kaart een illusie van controle en zekerheid. Gebruikte gedateerde kaarten in veranderend terrein zijn echter niet accuraat. Een meer betrouwbare manier van navigeren is een driehoeksmeting tussen verwachtingen, uitkomsten en doelen. Hoe zouden we zoiets kunnen inpassen in onze trainingsplanning?

Hoe zulke systemen op een goede manier worden ingepast hangt af van onze coaching voorkeuren, ervaring van de triatleet, logistieke beperkingen en de toepasbaarheid van beschikbare techniek en meetsystemen. Hierbij houden we ook rekening met het wedstrijdschema, prestatie-analyse en lange en korte termijn doelen. In de planning moet een framework komen met start-, check- en eindpunten. Dit moet continu afgezet worden tegen de opkomende informatie van elke dag waarbij we rekening houden met programmabeperkingen en -doelen. Dit past ook perfect in de theorie van het nieuwe periodiseren. Dit vormt het grote framework waarop dagelijkse aanpassingen nodig zijn zonder een grote lijn uit het oog te verliezen. We moeten de atleet zo goed leren kennen dat we een individuele respons leren herkennen op verschillende trainingen, interventies (bijv. voeding, hoogte) onder verschillende omstandigheden (uitgerust, vermoeid, zomer, winter etc.).

Wat heb je nodig om dit overzicht te krijgen?

- Ontwikkeling en continue aanpassing van monitoring en meetapparaten.
- Bewerking van door de atleet gegenereerde feedback.
- Trendanalyse van verzamelde data.
- Kritische analyse van projecties tegen uitkomsten.
- Regelmatige review, fijn tuning en nieuwe richtingen inslaan indien nodig.

Er zijn twee hoekstenen om dit alles voor elkaar te krijgen:

- Het model van nieuwe periodisering waartegen de ervaringen, observaties, data en beslissingen kritisch worden afgezet.
- Het effectief managen van opkomende en beschikbare informatie.

Het triathlondagboek zal hierin een belangrijke rol gaan spelen. Hierover later meer. Veel contactmomenten zowel telefonisch als lijfelijke aanwezigheid voor het vergaren van indrukken en info die niet meetbaar is, zijn essentieel.

Dit geheel geeft dus niet aan dat trainingsplanning niet belangrijk is, in tegendeel, de perceptie van wat effectieve planning inhoudt, moet opnieuw inhoud gegeven worden. Er is een dynamische spanning tussen structurele rigiditeit en responsief adaptatievermogen. De behoefte aan flexibiliteit en noodzakelijke afwijking van het gekozen pad wordt vaak aangehaald in literatuur over periodisering maar nooit uitgediept. Tschiene (2012) geeft een aantal factoren waarmee men rekening moet houden bij het individualiseren van de training:

- Het temperament van de atleet. Introvert of extrovert, dag- of nachtttype, bioritme en de emotionele structuur van de renner.
- Het geslacht. De verschillende biologische reacties van man en vrouw hebben een grote invloed op trainingsplanning. De menstruatiecyclus speelt hierbij een hoofdrol vanwege verschillende belastbaarheid gedurende de diverse fasen van de cyclus.
- Adaptatietype. Sprint-, uithoudings- of mix-type.
- Het op leeftijd gebaseerde verschil in adaptatievermogen. Daarnaast ook trainingsleeftijd, biologische leeftijd en emotionele leeftijd.
- Het prestatievermogen. Hieronder verstaan we de adaptatie van de atleet aan specifieke trainingsprikkels. Hieronder vallen ook de wedstrijden.
- Omgevingsfactoren als leefomstandigheden (zeeniveau, hoogte), sociale omstandigheden (familie, school, sportaanbod) en organisatorische omstandigheden (ploeg, stages).

De gereedschapskist



Als trainer heb je een goedgevulde gereedschapskist tot je beschikking. Met de inhoud kun je trainingsschema's en planningen maken maar ook bijvoorbeeld je voeding manipuleren of de trainingen onder andere omstandigheden doen. De twee hoofdvakken van de kist bestaan uit het vak van de trainingen van de energielevering (metabool) en het vak waarbij de aansturing (neuro-musculair) getraind wordt. Een groot vak is ook de mentale component van de training en wedstrijd. Een aantal kleinere zijvakken wordt ingenomen door zaken als voedingsmanipulaties, hoogtetraining, grensverleggende trainingen enz.. In dit hoofdstuk zullen we ons beperken tot de metabole- en aansturingskant van de training. Onder deze twee noemers vallen ook de grondmotorische eigenschappen; uithoudingsvermogen, kracht,

snelheid, lenigheid en coördinatie. Een belangrijke rol daarbij spelen de sleuteltrainingen. Voor elk trainingsmiddel dat beschreven wordt is er ook een sleuteltraining aangegeven.
Samenvatting wat kun je trainen?

Neuro-Musculaire Training

Aansturing → Krachttraining
→ Sprinten

Metabole Training

Verbranding → Duurtraining (vetverbranding)
→ Intervaltraining (koolhydraatverbranding)

Mentale Training

Haal eruit wat erin zit
Presteren onder vermoeidheid
Uit de comfortzone

Sleuteleenheden

De basis van de trainingen zijn de sleuteleenheden. Sleuteleenheden zijn trainingsmiddelen die voor een maximale adaptatie zorgen per te trainen eigenschap. In het hoofdstuk specifiek zullen we zien wat per discipline in de triathlon de belangrijkste eigenschappen zijn die op topniveau moeten zitten voor een piekprestatie. Daarnaast zullen we zien wanneer we deze in de periodisering inpassen. Per week kunnen we ongeveer 1-2 sleuteleenheden doen per discipline. In de sleuteleenheden zoeken we de maximale grens op van de onder beschreven trainingen. Uiteraard kunnen we ook kortere eenheden met minder omvang of minder series inpassen. Deze prikkel is dan niet zo zwaar maar ook geen sleuteleenheid. We kunnen vele variaties bedenken van sleuteltrainingen. Het is echter verstandig onderstaande voorbeelden regelmatig te laten terugkomen vanwege de vergelijkbaarheid en het als een soort test te zien. Omdat de toestand waarin we de trainingen uitvoeren (uitgerust of onder vermoeidheid) ook van belang is voor een optimale aanpassing zal ik deze ook in onderstaande tabel opnemen.

De eigenschappen die een rol spelen in de triathlon met hun sleuteltrainingen zijn:

Maximale snelheid

Sprints van 7-15 sec. met 5-8 herhalingen in 2-5 series

Pauze van 1min.-2.30min.

Maximale intensiteit

Trainingsmiddel: sprinttraining staand en vliegend, liggend in water zonder afzet

Uitvoering: Goed uitgerust (na rustdag)

Sleuteltraining : Zwemmen: 8X(15m.) P: 10 m. plus 1.30 min. als hoofdsat
Fietsen: 3 uur normale duurrit met elke 45min. 5X(50m.) sprint
P:2min.

Anaeroob glycolytisch vermogen (HIT)

Intervals van 30sec. met 4-6 herhalingen en 2-3 series

Pauze van 2min.-4min.

Seriepauze 10 Min.

Intensiteit net onder het maximum

Trainingsmiddel: High Intensity Training HIT (ook op kracht)

Uitvoering: uitgerust tot lichte vermoeidheid (na rustdag of lichte trainingsdag)

Sleuteltraining: Zwemmen: 2X(8X(50m.)) P: 2 Min en SP: 8 Min.. als hoofdataset

Fietsen: Extensieve duurtraining 3 uur met 2X(6X(30sec.) P:3 min. en 10 Min. seriepauze.

Lopen: 2X(6X(200m.)) P:400m.

Anaeroob glycolytisch uithoudingsvermogen (HIT)

Intervals van 15-30sec. met 15-20 herhalingen en 2-3 series

Pauze: 15 sec.

Intensiteit tot bijna maximaal

Trainingsmiddel: High Intensity Training HIT (ook op kracht)

Uitvoering: lichte tot matige vermoeidheid (na rustdag of lichte trainingsdag)

Sleuteltraining: Zwemmen: 20X(25m.) P:15 Sec. hiervan 2 series als hoofdataset
SP: 10min.

Fietsen: Extensieve duurtraining 3 uur met 20(15sec.) P:15sec.

Seriepauze: 20min. in totaal 3 series

Lopen: Ins en outs 15(15sec sprint-15sec draven) 2 series SP: 10min.

Aeroob vermogen (HIT)

Intervals van 1-2min. met 5-8 herhalingen en 1-3 series

Pauze van 2min.

Intensiteit submaximaal (boven drempel)

Lactaat: 6-8

Trainingsmiddel: High Intensity Training HIT (ook op kracht)

Uitvoering: lichte tot matige vermoeidheid (na rustdag of lichte trainingsdag)

Sleuteltraining : Zwemmen: opbouwen in 3 trainingseenheden:

1. 3 Series van 8(100) P:30sec. SP:2min.

2. 3 Series van 6(150) P:30sec. SP:2min.

3. 3 Series van 4(200) P:30sec. SP: 2 min.

Fietsen: opbouwen in 3 trainingseenheden

1 3 Series van 8(1min.) P:1min. Seriepauze: 10 min.

2 3 Series van 6(1.30min.) P:1min. Seriepauze: 10 min

3 3 Series 6(2min.) P:1min. Seriepauze: 10 min.

Lopen: opbouwen in 3 trainingseenheden

1. 3 series van 6(300) P:1 min. SP: 8 min.

2. 3 series van 5(400) P:1min. SP: 8min.

3. 3 series van 4(600) P:1min. SP:8 min.

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

Aeroob uithoudingsvermogen (HIT)

Intervals van 4-8min. met 5-10 herhalingen

Pauze van 2min. tot 3min.

Submaximaal (net boven drempel)

Lactaat: 4-6

Trainingsmiddel: High Intensity Training HIT (ook op kracht)

Uitvoering: kan onder vermoeidheid

Sleuteltraining: Zwemmen: opbouwen in 3 trainingseenheden

1. 1 serie van 8(300m.) P:30 sec.

2. 1 serie van 6(400m.) P:30 sec.

3. 1 serie van 5(600m.) P:30sec.

Zwemmen: opbouwen in 3 trainingseenheden

1. 1 serie van 8(4min.) Pauze: 2min.

2. 1 serie van 6(6min.) Pauze: 2min.

3. 1 serie van 5(8min.) Pauze: 2min.

Lopen: opbouwen in 3 trainingseenheden

1. 1 serie van 8(1000m) P: 400m.

2. 1 serie van 6(1500m.) P:400m.

3. 1 serie van 5(2000m.) P:400m.

Vetverbrandingstraining

Duurtraining van 20-240min.

Tempoduur van 6-30min. met 2-6 herhalingen (ook op kracht)

Intensiteit van 70-95% van de drempel.

Trainingsmiddelen: extensieve- en normale duurtraining, tempoduurtraining

Sleuteltraining: tegen maximale omvang duurtraining

Variëren binnen tempoduur (totale omvang en herhalingsduur)

Naast deze energetische trainingseigenschappen spelen ook de krachteigenschappen een rol in de triathlon. De krachteigenschappen met hun sleuteltrainingseenheden zijn:

Maximale kracht

Maximale krachttraining in de fitness

Uitvoering: uitgerust

Sleuteltraining: 3 series van 4-6 hh. met 3-5 min. pauze tussen de series

Snelkracht

Snelkrachttraining in de fitness

Snelkrachttraining op de fiets (sprints uit stand)

Korte heuveltempo's lopen

Uitvoering: uitgerust

Sleuteltraining: 3 series van 6 hh. met maximale snelheid en 3-5 min. pauze tussen de series

Krachtuithoudingsvermogen

Aeroob krachtuithoudingsvermogen in het zwembad, op de fiets en lopend (als blokkentraining).

Meer op kracht betekent een steilere helling of meer weerstand (> 8 %).

Meer op krachthuouding betekent een minder steile helling of minder weerstand (4-6 %).

Anaeroob krachtuithoudingsvermogen op de fiets (als blokkentraining).

Meer op kracht betekend een steilere helling (> 8 %).

Meer op krachthuouding betekent een minder steile helling (4-6 %).

Krachtuithoudingsvermogen in de fitness.

Uitvoering: kan onder vermoeidheid.

Sleuteltraining: Zwemmen: zwemmen met weerstand, paddles etcetra

Fietsen: 6 maal 6 min. programma op kracht

Lopen: 6 maal 800m bergop

Core stability

Stabiliteitsoefeningen.

Coördinatieoefeningen.

Houdingsoefeningen.

Uitvoering: kan onder vermoeidheid.

Trainingsmiddelen staan nooit op zichzelf maar passen binnen een microcyclus. Dit hebben we al gezien aan het feit dat de mate van vermoeidheid waarin trainingen worden uitgevoerd van invloed is op een optimale aanpassing. Daarnaast speelt ook de combinatie van trainingsmiddelen binnen de microcyclus een rol bij een optimale aanpassing.

Combinaties van trainingsmiddelen die zowel binnen een microcyclus als in een mesocycclus te combineren zijn:

Aeroob uithoudingsvermogen met:

Alactische sprints (korte sprints doorbreken de monotonie van het uithoudingsvermogen programma.

Aeroob krachtuithoudingsvermogen (krachtprikkels tijdens uithoudingsvermogen training verrijken de training).

Maximale kracht (hypertrofie).

Anaeroob (glycolytisch) uithoudingsvermogen met:

Krachtuithoudingsvermogen (anaeroob).

Aerobe rustige trainingen.

Aeroob-anaerobe intervaltrainingen.

Alactische sprints met:

- Aeroob uithoudingsvermogen.
- Explosieve kracht.
- Maximale kracht.
- Aerobe rustige trainingen.

Dit zijn ook de combinaties die we per periode in de periodisering kunnen gebruiken. Ook zijn dit de combinaties die we op een dag kunnen gebruiken en zelfs binnen een training.

Microcyclus

Er zijn verschillende soorten microcycli die afhankelijk van de impact korter of langer kunnen duren. De traditionele microcyclus duurt 7 dagen vanwege het weekritme. Hieraan zitten we echter niet vast.

De **aanpassingsmicrocyclus** plannen we in aan het begin van een nieuw trainingsblok om aan de nieuwe soort belasting te wennen. Deze duurt 5-7 dagen waarin de belasting langzaam wordt opgevoerd. Hierbij werken we met een cyclus van 3 dagen belasting en 1 dag verminderde belasting (3:1). In een aanpassingsmicrocyclus kunnen we ook wel 4 dagen opbouwen afgewisseld met een hersteldag. We merken hierbij heel snel de effecten van de training op de aansturing (techniek). De aanpassingsmicrocyclus is vooral van belang na een langere rustperiode. Juist dan is het essentieel om geleidelijk aan de nieuwe belasting te wennen. De aanpassingsmicrocyclus kan ook gebruikt worden als overgang tussen een fase met algemene training en een blok met hoge belasting om ook deze overgang goed te laten verlopen.

In de **belastingsmicrocyclus** werken we met grote belastingen in een bepaalde eigenschap (bijv. omvang). Deze kan 5-9 dagen duren. Het belastingsritme is 3:1:2:1. De laatste dag van verminderde belasting is dan een rustdag. In elke microcyclus van een week of langer zit wel een volledige rustdag. Met name als we met hoge intensiteit gaan werken kunnen we ervoor kiezen een 2:1:2:1 ritme te volgen. Op basis van ervaring en leeftijd van de atleet kunnen we hierop vele variaties bedenken. Wel is het verstandig om de zwaarste belasting niet op de derde dag te plannen. De belastingsmicrocyclus is de meest voorkomende cyclus in de trainingsplanning.

De zwaarste microcyclus is de **impactmicrocyclus**. Hierbij worden zeer zware stimuli gegeven die ook nog eens gebundeld meerdere dagen gegeven worden. Deze cyclus bedraagt maximaal 4-7 dagen. Specifieke intervalblokken die gebundeld worden voorafgaand aan de belangrijke races zijn een voorbeeld van een impact cyclus. Het belastingsritme is hier 3:1:2:1. Hierop zijn weer vele variaties mogelijk. Met name het 2:1:2:1 ritme wordt dan vaak toegepast. Meer dan 3 dagen van impactwerk achter elkaar is niet aan te raden i.v.m. de kans op overbelasting. Ook hier is het verstandig om de zwaarste dag niet op de tweede of derde dag van de cyclus te plannen.

De **pre-competitieve microcyclus** verzorgt de fine-tuning naar een wedstrijd toe. Hierin zitten veel wedstrijdspecifieke trainingsmiddelen met een geringe omvang. Deze cyclus duurt

5-7 dagen. Het ritme van deze cyclus wordt aangepast aan de omstandigheden (reizen, jetlag, individuele ervaringen met taper).

Een belangrijke microcyclus is de **herstelmicrocyclus**. Deze duurt 3-7 dagen. In deze cyclus vindt de volledige adaptatie plaats van alle vermoeidheid die in de voorafgaande periode is opgebouwd. Deze fase is essentieel voor een optimale adaptatie. Waar hierbij vroeger de herstelweek centraal stond zijn we erachter dat **3-4 dagen bij topgetrainden al voor voldoende herstel zorgt** in de aanloop naar een nieuw trainingsblok. Afhankelijk van de belastings- of impactperiode die eraan vooraf gegaan is, moeten we op basis van onze kennis van het aanpassingspatroon van de individuele atleet, de lengte van de herstelmicrocyclus bepalen.

Bij het invullen van de microcyclus hebben de **sleuteleenheden de prioriteit**. Deze plannen we het eerst in. Daar omheen plannen we de andere eenheden zodat de sleuteleenheden zoveel mogelijk adaptatie opleveren. Daarnaast plannen we ook heel bewust herstel in. Niet alleen in de vorm van rustdagen maar ook in de vorm van herstel- of adaptatiebevorderende maatregelen. De discussie is er altijd over het inplannen van kwaliteitseenheden (tempoduur, interval, anaeroob). Uitgerust kunnen we het maximale vermogen eruit halen. Het nadeel hiervan is echter dat de atleet na een dag rust niet ready genoeg is voor intensieve belastingen. De lagere kwaliteitsvormen (tempoduur) kunnen we daarom wel na een rustdag doen. De intensievere vormen (HIT, anaeroob) kunnen we het best na een dag belasting inplannen. Door het geheel goed te monitoren kunnen we ook zien welke combinaties de beste aanpassing en gevoel geven. Als we met voeding gaan manipuleren dan kunnen we dit niet doen met de hele intensieve trainingsvormen. Met name tempoduur kunnen we wel glycogeenarm doen.

Een belangrijk onderscheid moeten we nog maken in het verschil in progressie tussen aerobe en anaerobe prikkels. Waarbij we voor aerobe prikkels een bijna continue progressie zien is dit zeer beperkt voor anaerobe prikkels. Dit gegeven gebruiken we in de periodisering door voor de triathlon niet teveel anaerobe prikkels te geven en deze, vanwege het ook weer snel kwijt raken van het effect (kort residu), laat in de voorbereiding te plannen. Vanwege de techniek van bewegen moet de intensiteit van training wel hoog genoeg zijn om deze ook wedstrijdspecifiek te laten zijn. Daarom spelen anaerobe trainingen wel een belangrijke rol bij het wedstrijdspecifiek trainen en het aanscherpen van de vorm. De techniek van bewegen is in het model van Neumann de eigenschap die zich als eerste aanpast. Hier kunnen we gebruik van maken in de laatste voorbereiding naar een wedstrijd. Als we het over beensnelheid en trapritme hebben kan brommertraining in deze fase een belangrijke rol spelen evenals supramaximale training met zwemmen en lopen. Zoals we gezien hebben zijn de resteffecten kort. Bijhouden dus!

Een fenomeen dat we ook in de gaten moeten houden is de te zware vermoeidheid. Elke training bij te zware vermoeidheid vraagt van het lichaam een verhoogde biologische inzet. Bij een katabole toestand wordt de eiwitsynthese beperkt en de aanpassing vertraagd. Dit laatste geldt ook voor de inzet van wedstrijden in de voorbereiding. De mentale en fysieke belasting van de wedstrijd zorgt ook voor een katabole toestand (door stress verhoogde stresshormoon spiegels) die de aanpassing beïnvloedt. Hiermee moeten we in de totale planning rekening houden.

Een onderwerp dat aandacht verdient bij het optimaal aanpassen aan training is de voeding. Met name het nuchter trainen en het trainen met lage glycogeenvoorraden kunnen van nut zijn.

Nuchter trainen doen we vooral voor het aanzwengelen van de vetverbranding. Deze trainingen doen we 's ochtends op een nuchtere maag. De training duurt 45 min tot maximaal 2 uur. Uit de literatuur blijkt geen groot effect van nuchter trainen. Wel als de training dan ook weer lang is en er geen koolhydraten worden aangevuld. Dan komt het lichaam in energiestress en aangestuurd door SIRT wordt het PGC1- α gestimuleerd. Let wel op dat dit tevens een aanval is op het immuunsysteem.

Een bijzondere en extreme vorm van nuchter trainen is de maximale duurtraining die we nuchter doen. Hierbij proberen we zo lang mogelijk te fietsen of te lopen zonder te eten. Dit is een training die we alleen op bijzondere indicatie doen. Het doel is een extreme prikkel te geven om het lichaam in crisis te brengen zodat het geen andere keuze heeft dan op vetverbranding over te schakelen.

Glycogeenarmtrainen doen we om een hogere genexpressie te krijgen. Hierbij doen we 's ochtends een duurtraining en na een lichte lunch 's middags een interval- of tempoduurtraining. De genexpressie van de enzymen die een rol spelen in de energielevering zal in de glycogeenarme toestand hoger zijn dan dat we dezelfde training met volle glycogeen voorraden zouden doen. Dit effect zien we bij het nuchter trainen niet. Bij beide vormen van voedingsmanipulatie moeten we er rekening mee houden dat het een extra stress op het lichaam is. Het is dus een training die we niet bij junioren of onder 23 uitvoeren maar bij elite met tenminste 6 trainingsjaren. Dan nog moeten we rekening houden met extra herstel.

Tot slot nog een overzicht van de 4 belangrijkste eigenschappen per discipline. Hierop ligt de focus in de training. Later zullen we die in de periodisering in de juiste volgorde moeten trainen.

Discipline	1 ^e eigenschap	2 ^e eigenschap	3 ^e eigenschap	4 ^e eigenschap
Olympische afstand	Vetverbranding	Aeroob uithoudingsvermogen	Krachtuithoudingsvermogen	Aeroob vermogen
Sprint afstand	Vetverbranding	Aeroob vermogen	Krachtuithoudingsvermogen	Anaeroob vermogen
Mixed team relay	Aeroob uithoudingsvermogen	Maximale snelheid	Snelkracht	Anaeroob vermogen

Omvang voor topprestaties

Na veel aandacht voor de inhoud van de trainingen en de keuzes die we daarin maken nu focus op hoeveel training genoeg is om de top te halen. Voor die vraag stonden we 15 jaar geleden ook bij de DTU. We hebben toen een 'Langfristiger Leistungsaufbau' ontworpen met een voorstel hoeveel training er nodig is in elke discipline per leeftijdscategorie. Dit met als uiteindelijke doel om de wereldtop te halen bij de elite en niet per definitie om goed te zijn in de jongere categorieën. In de laatste 15 jaar zijn die getallen getoetst aan de trainingsomvang die veel toppers gehaald hebben. Het bleek dat de opgegeven omvang aardig in de buurt kwam van de omvang die door wereldtoppers (Unger, Frodeno, Petzold, Justus, Fransmann, Dittmer etc.) gerealiseerd werd. Met veel minder omvang werd de top niet gehaald. De grootste uitdaging bleek bij de meeste atleten bij de loopomvang te liggen. Het blessuregevaar speelt daar een grote rol. Juist de geleidelijke opbouw vanuit de jongere categorieën en de rol die ook algemene training daarbij speelt moet ervoor zorgen dat de noodzakelijke omvang gehaald kan worden. Triathlon lijkt per definitie een sport waarin toch echt een minimale omvang gehaald moet worden om een stabiel hoog niveau te kunnen leveren over een heel WTS seizoen. Te lang concessies doen aan omvang zorgt ervoor dat de basis niet stabiel genoeg meer is waardoor we ook geen topniveau meer halen. Dit kunnen we niet meer compenseren met veel specifieke HIT-trainingen. Discussies met internationale topcoaches bevestigen soortgelijke ervaringen in binnen- en buitenland. Eigen analyses van onze selecties geven aan dat we verschillende atleten hebben die deze omvang halen voor algemeen, zwemmen en fietsen maar in het looponderdeel nog duidelijk onder de norm zitten.

In de tabel staan de kerngetallen per jaargang en per discipline waarbij de totale omvang en de algemene training in uren wordt aangegeven en de omvang van zwemmen, fietsen en lopen in kilometers per jaar wordt aangegeven.

Leeftijd	DTU				
	Totale omvang (uur)	Zwemmen (km)	Fietsen (km)	Lopen (km)	Algemeen (uur)
9	250	200	0	100	80
10	300	300	0	150	80
11	350	350	1000	200	80
12	400	400	1500	400	80
13	450	450	2000	600	100
14	500	500	2500	800	100
15	600	600	3000	1000	120
16	650	650	4000	1250	120
17	800	750	5000	1750	140
18	900	800	6000	2250	160
19	950	850	7000	2500	180
20	1000	900	8000	2750	200
21	1100	950	9000	3250	200
22	1150	1000	9000	3500	200
23	1200	1000	10000	3750	200
24	1300	1100	11000	4000	200
25	1400	1200	13000	4500	200
26	1400	1200	13000	4500	200
27	1400	1200	13000	4500	200
28	1400	1200	13000	4500	200
29	1400	1200	13000	4500	200

Hoogtetraining

In de hedendaagse triathlon neemt hoogtetraining een belangrijke positie in. Om hoogtetraining succesvol in te zetten moet er een hoogtetraining concept zijn. Dit concept bestaat uit 2 delen: natuurlijke hoogte en het gebruik van hoogtetenten. Een combinatie ervan kan natuurlijk ook. Van belang is de zeer individuele reactie op hoogte. Er moet per renner in kaart gebracht worden hoe hij op de hoogte reageert, welke dagen goed zijn, hoe de trainingsbelasting verdragen wordt en hoe de reactie na terugkomst op een niveau is. Zo komen we tot een categorie van hoogteresponders en nonresponders.

Natuurlijke hoogte

Bij het gebruik van natuurlijke hoogte gelden de volgende regels:

Tenminste 1800 m. hoogte optimaal 2200-2500m.

Tenminste 2 weken op hoogte, optimaal 3 weken. Vanaf 3 weken ook hematologische aanpassingen.

Een groot deel van de training moet ook op hoogte gedaan worden.

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

2-3 weken voor de hoogtestage gezondheidscheck met bijzondere aandacht voor RBC-systeem.

Voor de hoogtestage 3-4 dagen van verminderde omvang en intensiteit.

Eerste 3 dagen op hoogte aerobe belastingen van maximaal 4 uur.

4^e dag is een rustdag i.v.m. optimale aanpassing.

Vanaf dag 5 normale omvang.

Vanaf dag 5 zijn tempoduurbelastingen in te passen.

Vanaf dag 10-12 kunnen ook HIT-trainingen gedaan worden.

Laatste 2 dagen aerobe belastingen i.v.m. terugaanpassing.

Dag 1-3 na terugkomst op zeeniveau zijn dagen waarop de atleet getest kan worden.

Dag 2-8 kan er een depressie in de vormcurve optreden.

Ondanks de enorme individuele verschillen is er sprake van een algemeen goed window van 1 week, gevolgd door een bad window van een week en vervolgens weer een goed window.

Top-effect na 3 weken, effect houdt dan 4 weken aan.

Een protocol voor een hoogtestage zoals door ons als succesvol ervaren ziet er als volgt uit:

1	Korte extensieve duurtraining na aankomst (max. 2 uur)
2	Korte extensieve duurtrainingen (max. 3 uur)
3	Extensieve duurtrainingen (max. 4 uur)
4	Rustdag
5	Extensieve duurtrainingen totaal 4-5 uur (evt. met sprints)
6	Extensieve duurtrainingen extra lang (totaal tot 7 uur)
7	Extensieve duurtrainingen totaal 4-5 uur (evt. met sprints)
8	Rustdag (relatief)
9	Tempoduurtraining (blokken op hoogte)
10	Extensieve duurtrainingen (totaal max. 6 uur) (evt. met sprints)
11	Rustdag
12	Tempoduurtraining (blokken op hoogte)
13	Extensieve duurtraining (totaal max. 6 uur)
14	Normale duurtrainingen (totaal max. 5 uur) + sprints
15	Rustdag (relatief)
16	HIT training (blokken beneden)
17	Normale duurtrainingen (totaal max. 5 uur) + sprints
18	Rustdag
19	HIT training (blokken beneden) (totaal max. 3 uur)
20	Rustige duurtrainingen totaal max 2 uur
21	Losmaken en einde stage
22	Reizen
23	Eventueel wedstrijd
24	Herstel
25	Deze dagen bij goed gevoel gebruiken voor specifieke training
26	Deze dagen bij goed gevoel gebruiken voor specifieke training
27	Deze dagen bij goed gevoel gebruiken voor specifieke training
28	Vanaf hier week herstel
29	Piekmoment weer vanaf dag 20

Hoogtetenten

Bij het gebruik van hoogtetenten gelden de volgende regels:

Het lijkt erop dat natuurlijke hoogte meer effect heeft als normobare(hoogte)tent.

Tenminste 2200m., optimaal 2500m. en eventueel voor een optimaal hematologische aanpassing tot 3000m.

Tenminste 3 weken hoogte met optimaal 4 weken. Ook hier geldt de splitsing in hematologische en non-hematologische aanpassingen bij korter vs. langer dan 3 weken.

Minimale dosis per dag is 12 uur. Hoe langer hoe beter.

Optimaal is een combinatie van 5 dagen slapen in de tent en 2 dagen trainen op hoogte.

Trainen op hoogte gedurende 45 min. met blokken tot aan de drempel op een hoogte van 2000-2500m.

1 week voor de hoofdwedstrijd uit de tent.

De hoogtetent kan optimaal gebruikt worden als vooraanpassing op natuurlijke hoogte.

Vooraanpassing gedurende 2 weken op 2000-2500m. hoogte.

De hoogte kan gestuurd worden d.m.v. de zuurstofsaturatie. Gaat de saturatie omhoog is de atleet klaar voor de volgende stap. Ook het monitoren van de HF tijdens de slaap kan veel info geven over de aanpassing.

4. Specifieke periodisering

1. Accumulatiecyclus

De periodisering begint met de accumulatiecyclus. In deze cyclus worden alle basiseigenschappen als voorbereiding op de piek getraind. De resteffecten van basis eigenschappen zijn het langst dus deze komen in deze eerste mesocycclus aan bod. Dit is ook de langste periode en duurt tussen 2 en 6 weken. Aan het begin van het trainingsjaar kan de accumulatie zelfs 8-10 weken duren. Als we een aantal keren per jaar periodiseren kan naar het midden/ einde van het jaar toe deze periode verkort worden tot 2 weken. Een voorbeeld hiervan is de opbouw na de eerste piekwedstrijd. De omvang neemt in deze periode toe tot bijna maximaal.

De eigenschappen die per discipline aan bod komen staan in onderstaande tabel.

Discipline	1 ^e eigenschap	2 ^e eigenschap	3 ^e eigenschap
Olympische afstand	Vetverbrandingstraining	Krachtuithoudingsvermogen	Maximale snelheid
Sprint afstand	Vetverbrandingstraining	Krachtuithoudingsvermogen	Maximale snelheid
Mixed relay	Vetverbrandingstraining	Maximale kracht	Maximale snelheid

Zoals we zien komen de te trainen eigenschappen per discipline in deze basis periode grotendeels overeen. Het is logisch dat in een duursport als de triathlon de vetverbrandingstraining in een basis periode de belangrijkste plaats inneemt. Vooral de rol van de normale duurtraining zal in deze periode naar voren komen. Met normale duurtraining trainen we hoog aeroob en dit is de perfecte prikkel voor het vetverbrandingssysteem voor atleten die al wat ervaring hebben. Rustig rondzwemmen/toeren/lopen is voor hen geen prikkel meer na de eerste twee weken van deze periode.

Daarnaast speelt de krachttraining (fitness en specifiek) een belangrijke rol. In de tabel staat steeds de specifieke variant vermeld. In het hoofdstuk kracht wordt de opbouw van de krachttraining verder uitgewerkt. Van belang is het wel dat de krachttraining na de duurtraining gedaan wordt. Dit vanwege de druk op de testosteronspiegels bij duurtraining en de stimulerende invloed van krachttraining hierop. Tevens werd in moleculair onderzoek van Wang aangetoond dat de genexpressie van de duurtraining versterkt werd door de krachttraining. De tempoduurtraining neemt een belangrijke plaats in wat betreft de specifieke krachttraining in het bad op de fiets en lopend.

De eigenschap maximale snelheid wordt in deze periode vooral getraind om de bewegingsmonotonie van het kilometers maken te doorbreken. Bij de atleet is de maximale snelheidstraining ook van belang in combinatie met de zware maximale krachttraining. De sprints kunnen we of aan het einde van de training inbouwen of over de hele training verdelen.

De opbouw van de accumulatiefase ziet er als volgt uit:

Aanpassingsmicrocyclus: 1 week als het de eerste microcyclus van het trainingsjaar is. Anders zijn 3-4 dagen voldoende om aan te passen. Sleuteltraining is de extensieve duurtraining. Aangegeven zijn de dagtotalen aan training in uren.

Ma	Extensieve duurtrainingen 2 uur
Di	Extensieve duurtrainingen 3 uur
Wo	Extensieve duurtrainingen 3 uur
Do	Relatieve rust 2 uur
Vr	Extensieve duurtrainingen 4 uur
Za	Extensieve duurtrainingen 4 uur
Zo	Rustdag

Belastingsmicrocyclus: hierin wordt de belasting geleidelijk aan opgebouwd. Hierbij hebben we het met name over de omvang. We kunnen in het begin van het jaar 3 belastingscycli van een week doorvoeren. Later is 1 belastingsscyclus van een week voldoende. Sleuteltrainingen zijn: Rustige-, normale- en tempoduurtrainingen. De tempoduurtrainingen pas in het laatste deel van de cyclus. Voor de atleet geldt ook de maximale krachttrainingen als sleuteltraining.

Ma	Rustige duurtrainingen 4 uur met tempoduur
Di	Rustige duurtrainingen 6 uur
Wo	Normale duurtrainingen 4 uur met sprintwerk
Do	Relatieve rust 2 uur
Vr	Rustige duurtrainingen 4 uur met tempoduur
Za	Normale duurtrainingen 5 uur
Zo	Rustdag

Herstelmicrocyclus: na het belastingsblok volgt een herstel, afhankelijk van de lengte van het belastingsblok, van 3-5 dagen.

Ma	Losmaken 2 uur
Di	Losmaken 2 uur
Wo	Normale duurtrainingen 2 uur met sprints
Do	Normale duurtrainingen 2.30 uur

Impactcyclus: Deze cyclus heeft de hoogste omvang tot nu toe. Sleuteltrainingen zijn: Extensieve-, normale- en tempoduurtrainingen. Hij bedraagt 4-7 dagen.

Ma	Normale duurtrainingen 5 uur met tempoduur
Di	Rustige duurtrainingen 7 uur
Wo	Normale duurtrainingen 6 uur met sprints
Do	Losmaken 2 uur

Belastingsmicrocyclus: eventueel kan na de impactfase nog een belastingscyclus van 1 week volgen.

Herstelmicrocyclus: we sluiten de accumulatiefase af met een herstelfase van 3-5 dagen. Zo komen we tot een lengte die varieert van 2,5 tot 10 weken.

Omdat de nadruk ligt op de vetverbranding is dit de ideale fase om nuchter/glycogeenarme trainingen te doen.

Vanwege met name de aerobe aanpassingen is deze fase ideaal om een hoogtestage te doen in aanloop naar een piek. We moeten er dan rekening mee houden dat de tijd tussen einde stage en begin piek niet meer dan 4-5 weken bedraagt.

Tegen het einde van de accumulatie wordt de maximale omvang van het jaar bereikt.

Als we naar de fysiologie kijken dan zijn het aantal en inhoud van de mitochondriën van vooral de type 1 spiervezels die getraind worden. De type 2a vezels worden ook meegenomen maar hierop ligt nog niet het accent.

2. Transformatie

In de transformatieperiode worden de specifieke kwaliteiten getraind die voor de piekprestatie nodig zijn. Deze fase duurt 2-4 weken. Dit is ook de fase waarin de voorbereidingswedstrijden vallen als voorbeeld van specifiek trainen. De belasting wordt bepaald door een gelijke omvang als in de accumulatieperiode (belastingsfase) maar met duidelijk hogere intensiteit. Hierdoor is dit ook de periode met de meeste vermoeidheid. Een zorgvuldige planning van sleuteltrainingen en herstel is daarom nog belangrijker als in de voorafgaande fase. Zoals we zullen zien in de planning kan met aerobe miniblokken een herhalingsprikkel gegeven worden voor de vetverbrandingstraining. Het is dus niet zo dat de lange duurtraining volledig vervalt.

De 3 belangrijkste te trainen eigenschappen staan per discipline in onderstaande tabel:

Discipline	1^e eigenschap	2^e eigenschap	3^e eigenschap
Olympische afstand	Aeroob uithoudingsvermogen	Krachtuithoudingsvermogen	Vetverbranding
Sprint afstand	Aeroob uithoudingsvermogen	Aeroob vermogen	Krachtuithoudingsvermogen
Mixed relay	Aeroob vermogen	Maximale snelheid	Anaeroob vermogen

De te trainen eigenschappen gaan nu wel uit elkaar lopen. Dit omdat elke discipline zijn eigen vereisten heeft. Wel kunnen we stellen dat intervalvormen een belangrijke rol spelen in deze fase. We moeten daarbij rekening houden met het feit dat de aanpassing aan HIT-intervaltrainingen snel verloopt en snel een plateau bereikt. We moeten dus de intervaltrainingen in deze periode opbouwen in lengte. De intervaltrainingen kunnen nog steeds als krachtuithoudingstraining gedaan worden. Dit kan ook voor delen van een training gelden. Hierbij zal voor de mixed relay ook anaerobe HIT gedaan moeten worden als voorbereiding. Dit echte anaerobe werk bewaren we voor het laatste deel van deze periode en het begin van de volgende. Daarnaast neemt natuurlijk sprinttraining een belangrijke rol in. Voor andere disciplines blijft sprinten in de training om de monotonie te doorbreken.

De opbouw van de transformatiefase ziet er als volgt uit:

We beginnen met een **belastingsmicrocyclus** van 1 week. Hierin zitten 3-4 sleuteltrainingen. Wat intervalwerk betreft houden we het bij HIT. Deze bouwen we wel op in omvang.

Sprint afstand	
Ma	Rustige duurtrainingen 5 uur
Di	Normale duurtrainingen 4 uur met HIT .
Wo	Normale duurtrainingen 4 uur met krachthuithoudingselementen plus sprints.
Do	Losmaken 2 uur
Vr	Rustige duurtrainingen 5 uur
Za	Normale duurtrainingen 4 uur HIT
Zo	Rustdag

Olympische afstand	
Ma	Rustige duurtrainingen 6 uur
Di	Normale duurtrainingen 4 uur HIT in krachtvorm
Wo	Normale duurtrainingen 5 uur met eventueel krachthuithouding
Do	Losmaken 2 uur
Vr	Rustige duurtrainingen 5.30 uur
Za	Normale duurtrainingen 4 uur met tempoduur
Zo	Rustdag

Hierna volgt een **impactcyclus** van 3-4 dagen met daarin wat intervalwerk betreft HIT kort en lang. Hierbij kan men experimenteren met 3 intervaldagen achter elkaar. Dit moet echter goed gemonitord worden. Hier kan ook gekoerst worden. Zelfs als men enigszins vermoeid is kan er aan een wedstrijd deelgenomen worden.

Sprintafstand	
Ma	Normale duurtrainingen 4 uur met HIT kort
Di	Normale duurtrainingen 4 uur met HIT lang
Wo	Normale duurtrainingen 4 uur met HIT middel
Do	Losmaken 2 uur

Olympische afstand	
Ma	Normale duurtrainingen 4 uur met HIT lang
Di	Normale duurtrainingen 6 uur
Wo	Normale duurtrainingen 4 uur met HIT middel
Do	Losmaken 2 uur

Dan volgt een **herstelmicrocyclus** van 4-5 dagen.

Daarna is er tijd voor een **aeroob miniblok** van 2-4 dagen en sluiten we de transformatie af.

Ma	Rustige duurtrainingen 5 uur
Di	Rustige duurtrainingen 6 uur
Wo	Rustige duurtrainingen 5 uur
Do	Losmaken 2 uur

Zo komen we aan 2-4 weken. Een alternatief is om in plaats van het aerobe miniblok nog een belastingsmicrocyclus in te bouwen. Deze ziet er, behalve met een wat omvang betreft uitgebouwd intervalprogramma, uit zoals de eerste cyclus van deze fase.

De intervalsessies worden altijd op de tweede en/of derde belastingsdag gedaan. Dit om te voorkomen dat renners niet op gang komen. Een alternatief is om de HIT-training als tweede sessie op een dag te doen waarbij de eerste sessie gebruikt wordt om “erin” te komen

In de eerste week kunnen we een tempoduurtraining glycogeenarm doen, daarna niet meer vanwege het accent op de hogere wattages die we willen halen als wedstrijdspecifieke training.

Hoogtetraining kan een rol spelen in de transformatiefase. Bij het gebruik van natuurlijke hoogte kan dit door 3 weken op hoogte te gaan en bijna 2 weken accumulatie te doen gevolgd door 1 week transformatie. Bij gebruik van de hoogtekamer kunnen we in de transformatiefase hoogtetrainingen inbouwen in de vorm van de korte intervalprogramma's op hoogte. Daarbij kunnen we het beschreven hoogteprogramma van 5 dagen slapen en 2 dagen op hoogte trainen volgen.

De fysiologie van de transformatie wordt bepaald door het laten toenemen van aantal en inhoud van de mitochondria van met name de type 2a spiervezels met behouden van deze eigenschappen van de type 1 vezels. Er wordt een voorzichtig begin gemaakt met stimuleren van anaerobe processen in de type 2b vezels d.m.v. HIT.

3. Realisatie

De realisatiefase wordt ook wel de taperperiode genoemd. In deze fase is tijd voor actief herstel/adaptatie en worden de laatste puntjes op de i gezet. De taper duurt 8-15 dagen. Er is veel onderzoek gedaan naar de ideale taper. Er zijn hierbij vele wegen die naar Rome leiden. Een aantal algemene regels die uit onderzoek naar voren komen zijn:

- Een geleidelijke daling van de trainingsbelasting (volume en intensiteit) lijkt een beter resultaat te hebben dan een abrupte daling. Hiervoor moet je dus op tijd beginnen.
- Het aantal trainingseenheden in de taperperiode is hetzelfde als in de fase ervoor.
- De omvang in de taper is duidelijk minder, de intensiteit van de trainingen is hoog maar ook in omvang gereduceerd. Het aantal herhalingen neemt hierbij duidelijk af.
- Er is sprake van een sportspecifieke en mentale voorbereiding op de piekwedstrijd.
- De laatste aerobe training (duurrit/duurloop) ligt op 4-5 dagen voor de piekwedstrijd.

De verbeteringen in prestatie worden geassocieerd met reacties van het cardiovasculaire-, metabole-, hormonale-, neuromusculaire- en psychologische-systeem die de eerder verstoorde fysiologische capaciteiten en de tolerantie van training en wedstrijd herstellen en verbeteren.

De ideale taper duurt twee weken. In de eerste week is er dan nog veel ruimte voor het aanscherpen van de vorm d.m.v. HIT-kort trainingen. Hierbij wordt als het ware de turbo getraind bovenop al het duurwerk.

Hieronder zijn een aantal voorbeeld taperperiodes uitgeschreven per discipline. De piekwedstrijd is steeds op zondag in de tweede week. We gaan ervan uit dat de atleet de transformatiefase afgesloten heeft met een aeroob miniblok.

Een belangrijk aspect van de taper is ook de voeding. De trainingsbelasting neemt af en het eetpatroon blijft hetzelfde. Een gevolg hiervan is dat men snel aankomt. Een voedingsbeleid in overleg met een diëtist is dus aan te raden.

Als we de piekwedstrijd direct vanuit de hoogte doen dan vereist dat aanpassing van de training in de laatste week van de hoogte. De laatste 5 dagen worden dan als taperperiode gezien. Dit kan alleen als men lang genoeg op hoogte verblijft (tenminste 3 weken). Als we gebruik maken van kunstmatige hypoxie dan stoppen we hiermee een week voor de piek. Fysiologisch ligt de nadruk op het trainen van de type 2b vezels indien die prestatiebepalend zijn voor de discipline waarvoor getraind wordt. Dit doen we door HIT kort trainingen te doen.

Olympische afstand taper:

Ma	Z: 2500-3000 herstel F: L:
Di	Z: 2500-3000 herstel F: L: Rustige duurloop 45-60 min. + sprints
Wo	Z: 2500-3000 herstel F: rustige duurrit 1.30-2 uur met sprints L: rustige duurloop 30-45 min.
Do	Z: 3000-4000 m normaal F: rustige duurrit 1 uur voor lopen L: HIT training kort
Vr	Z: HIT F: Rustige duurrit 2-3 uur L: rustige duurloop 60-75 min.
Za	Z: Herstel F: L
Zo	Z:3000-4000 extensief F: Intensieve koppeltraining wedstrijdspecifiek
Ma	Z: 3000-4000 HIT F: L: Rustige duurloop 30-45 min.
Di	Z:2500-3000 Vetverbranding + sprints F: rustige duurrit 1.30-2 uur met sprints L:
Wo	Z: 2500-3000m extensief F: 1 uur voor baantraining L: HIT-lang half programma
Do	Rustdag

Een periodiseringsmodel voor Triathlon

Vr	Z: 2500-3000 met sprints F: Extensief 60-90 min. met sprints L:
Za	Individueel beproefd programma
Zo	RACE

Sprint afstand taper:

Ma	Z: 2500-3000 herstel F: L:
Di	Z: 2500-3000 herstel F: L: Rustige duurloop 30-45 min. + sprints
Wo	Z: 2500-3000 herstel F: rustige duurrit 1.30-2 uur met sprints L: rustige duurloop 30-35 min.
Do	Z: 3000-4000 m normal F: rustige duurrit 1 uur voor lopen L: HIT training kort
Vr	Z: HIT F: Rustige duurrit 1.30-2 uur L: rustige duurloop 35-45 min.
Za	Z: 1500-2000m. Herstel F: L
Zo	Z:3000-4000 extensief F: Intensieve koppeltraining wedstrijdspecifiek
Ma	Z: 3000-4000 HIT F: L: Rustige duurloop 30-35 min.
Di	Z:2000-2500m. Vetverbranding + sprints F: rustige duurrit 1.30 uur met sprints L:
Wo	Z: 2500-3000m extensief F: 30min. voor baantraining L: HITmiddel half programma
Do	Rustdag
Vr	Z: 2500-3000 met sprints F: Extensief 60 min. met sprints L:
Za	Individueel beproefd programma
Zo	RACE

Een variatie op de klassieke taper is de taper waarbij vroeg in de laatste week de omvang flink wordt teruggeschroefd maar waarbij op het laatste moment weer een belasting wordt gezet om de spanning weer op de benen te krijgen. Dit lijkt bijzonder goed te werken bij typische duurtypes die sloom worden van al dat rusten. De rust is belangrijk om het lichaam

in de optimale prestatietoestand te komen en de inspanning op het laatst zorgt ervoor dat er wel voldoende spanning is. De belasting wordt in de laatste 3 dagen dan weer opgevoerd. Voor een olympische afstand zou dit er als volgt kunnen uitzien:

Za	Rustdag
Zo	Z: 3000
	L: rustige duurloop 45min
Ma	Z: 3000
	F: 90 min.
Di	Z: 3000
	L: 45 min.
Wo	Rustdag
Do	Z: 3000 HIT kort programma
	L: HIT kort programma
Vr	F: HIT kort programma
	L: rustige duur 60 min.
Za	Z: HIT 1500m
	F: 60 min. met sprints
	L: 30 min. met bijvoorbeeld 3X(200m) HIT
Zo	RACE

5.Trainingsmonitoring/Trainingsdiagnostiek

Het zou ideaal zijn als je adaptatie op een niet-invasieve manier in kaart zou kunnen brengen. Het is een utopie om dit te doen met de kleine veranderingen die op korte termijn plaatsvinden. Wel kunnen we met de beschikbare middelen (PIONEER, POLAR, trainingslogboek) proberen een beeld te krijgen van de reactie van de renner op de training. Aan de hand van tendensen kunnen we dan inschatten of een bepaalde trainingsopbouw werkt of niet.

Zaken die aanpassing in beeld kunnen brengen zijn:

- Vermogen met normalized power per training, Hartslagvermoeidheid (Normalized power/Gem. HF), Absoluut vermogen, Vermogen gedeeld door Hf bij blokken. Dit alles ook uitgerekend per kilogram lichaamsgewicht.
- Trainingsdagboek met rustpols, gewicht, slaapkwaliteit, RPE, spierpijn.
- Zuurstofsaturatie bij hoogtetraining.
- Inspanningstesten met zuurstofkinetiek, lactaat, HF en vermogen.

In de training kunnen we het best gebruik maken van sleuteltrainingen om elke belangrijke eigenschap te testen. Zo doen we gewoon een training maar brengen tevens het huidige niveau in beeld. Dit is iets dat je elke week kunt doen. In het hoofdstuk over sleuteltrainingen staan de diverse trainingen beschreven.

Beslisboom periodisering

Uitgangssituatie		
Type atleet	Olympische afstand	
	Sprint afstand	
	Mixed relay	
Fysieke kwaliteiten	Uithoudingsvermogen	Verzuring
(gebaseerd op testen, wedstrijd Verslagen, eigen ervaringen, Trainingen, Vermogen, dagboek)		Ademhalingspatroon
		Herstellvermogen
		Aeroob/Anaeroob
	Kracht	Maximaal
		Snelkracht
		Duurkracht
		Kracht op fiets, lopend, zwemmend
	Coördinatie	Bochten/daaltechniek
		Trap/loop/zwemtechniek/frequentie
	Snelheid	Maximale snelheid
	Snelheidsuithoudingsvermogen	
Lenigheid	Spierlengte/beperkingen	
Sterkte/Zwakte analyse	Waar gaan we aan werken?	
Macrocyclus		
Op welke wedstrijd bereid ik me voor?	Olympische afstand	
	Sprint afstand	
	Mixed relay	
	Andere multisport variaties	
Wat zijn belangrijkste te trainen eigenschappen per specialisme?	Zie Trainingsmiddelen	
Wat is de rol van Krachttraining?	Fitness	
	Op de fiets, lopend, zwemmend	
Plannen we hoogte in?	Stage	
	Tent	
Wedstrijdprogramma	Vorbereidingswedstrijden	
	Testwedstrijden	
	Tussendoel	
	Parcoursverkenning	
Lengte macrocyclus?	Tussen 4-12 weken afhankelijk van Mesocycli	
Welke Mesocycli kan ik in de macrocyclus gebruiken?	Accumulatiecyclus	Uitleg bij Mesocyclus
	Transformatiecyclus	Uitleg bij Mesocyclus
	Tapercyclus	Uitleg bij Mesocyclus
Mesocyclus		
Welke 2-3	Maximale snelheid (MS)	Combinatie met: AU, VT, SK, MK,

eigenschappen wil ik trainen? <i>Kiezen uit:</i>		VT, CS
	Anaeroob glycolytisch vermogen (AGV)	Combinatie met: KUH, AV, VT, CS
	Anaeroob glycolytisch uithoudingsvermogen (AGU)	Combinatie met: KUH, VT, AU, CS
	Aeroob vermogen (AV)	Combinatie met: VT, KUH, AGV, AU, CS
	Aeroob uithoudingsvermogen (AU)	Combinatie met AV, VT, MS, KUH, MK, CS
	Vetverbrandingstraining (VT)	Combinatie met: MS, AGU, AGV, AV, AU, KUH, Cs
	Maximale kracht (MK)	Combinatie met : MS, AU, CS
	Snelkracht (SK)	Combinatie met: AGV, AGU, CS
	Krachtuithouding (KUH)	Combinatie met: AGV, AGU, AU, VT, CS
	Core stability (CS)	Met alles te combineren
Hoe lang maak je mesocycli?	Varieert tussen 2-6 weken	
	Eerste cyclus jaar is langer (tot 10 weken)	
Welke Mesocycli gebruik je?	Accumulatie	Training basiseigenschappen
		Eigenschappen per specialisme
		Resteffecten duren het langst
		Duurt tussen 2-10 weken
		Volgorde microcycli: Aanpassing→Belasting→Herstel→Impact→Belasting→Herstel
		Ideale fase voor nuchter/glycogeenarme trainingen
		Hoogtestage inplannen ideaal
	Transformatie	Training specifiek Eigenschappen per specialisme: pagina 21 Duurt 2-4 weken Fase van voorbereidingswedstrijden Omvang is gelijk aan Accumulatie specificiteit neemt toe→belasting neemt toe Interval op bouwen in lengte Intensiefste vormen aan einde transformatie Volgorde microcycli: Belasting→Impact→Herstel→Aeroob miniblok of Belasting Interval op 2 ^e of 3 ^e belastingsdag Eerste week nog glycogeenarm daarna niet meer Ideaal voor hoogte met direct aansluitend wedstrijd of na 2 weken wedstrijd.

	Realisatie	Ook wel taper
		Duurt 8-15 dagen
		Actief herstel en laatste puntjes op de i
		Intensiteit hoog, omvang gereduceerd tot 60 %
		Aantal trainingseenheden blijft intact
		Laatste aerobe training 4-5 dagen voor piek
		Let op voeding i.v.m. gewichtstoename
		Bij gebruik hoogtetent 1 week voor piek uit tent
Gebruik aerobe miniblokken?	Regelmatig inplannen i.v.m. verlies mitochondriale massa	
Aeroob vs Anaeroob?	Anaerobe aanpassing verloopt sneller dus minder eenheden inplannen	
Welke Microcycli kan ik in de mesocyclus gebruiken?	Aanpassingsmicrocyclus	Uitleg bij Microcyclus
	Belastingsmicrocyclus	Uitleg bij Microcyclus
	Impactmicrocyclus	Uitleg bij Microcyclus
	Pre-competitieve microcyclus	Uitleg bij Microcyclus
	Herstelmicrocyclus	Uitleg bij Microcyclus
	Aeroob miniblok	Uitleg bij Microcyclus

Microcyclus		
Wat kan ik trainen in de microcyclus?	Keuze uit alle trainingsvormen op basis van accent in de mesocyclus	Zie trainingsmiddelen
Hoe lang duurt de microcyclus?	Tussen 3-10 dagen afhankelijk van accent	
Welke microcycli gebruik je?	Aanpassingsmicrocyclus	Begin van nieuw trainingsblok na pauze
		Duur 5-7 dagen
		Belasting wordt langzaam opgevoerd
	Belastingsmicrocyclus	Hoge belasting in een eigenschap
		Duur 5-9 dagen
		Zit ook een rustdag tussen
	Impactmicrocyclus	Zeer hoge belasting van een eigenschap
		Gebundeld over meerdere dagen
		Duur 4-7 dagen
		Zit ook een rustdag tussen
		Let op herstel en belastbaarheid
	Pre-competitieve microcyclus	Laatste voorbereiding
		Fine-tuning en herstel
		Duur 5-7 dagen
		Langzaam afbouwend
	Herstelmicrocyclus	Specifieke belasting, lage omvang
		Duur 3-7 dagen
		Omvang en intensiteit omlaag
Waar plan ik de sleuteltrainingen?	Aeroob miniblok	Accent op herstel van voorgaande belasting, mogelijkheid tot adaptatie
		Herhalingsprikkel
		Duur 2-4 dagen
		Accent op vetverbanding met hoge omvang
		Omvang georiënteerd kan na rustdag of na intensieve trainingen
		Intervalwerk het best na een normale duurtraining ivm readiness
Welke ritmes heb ik tot mijn beschikking?	Houdt rekening met trainingscombinaties	
	Verdeel sleuteleenheden over de week (max. 3-4)	
	In impactblok kun je sleuteleenheden stapelen	
	3: 1: 2:1	Standaardweek
	2:1:2:1	Kwaliteitscyclus
	3:1:3:1	Omvangscyclus
	Vele variaties op deze thema's	Oplopend
		Aflopend
		Variabel

		Varierend in 1,2,3 belastingsdagen
Training		
Welke trainingsmiddelen heb ik ter beschikking?	Zie overzicht pagina 11, 12, 13	
Opbouw training?	Warming-up	
	Kern	
	Cooling-down	
Hoe breng je adaptatie aan training in kaart	Trainingsmonitoring zie pagina 23	

Louis Delahaije 24.11.2016

Literatuur:

Martin Flueck Training modalities: Impact on endurance performance, *Endocrinol Metab Clin N Am* 39 (2010) 183-200

Hanno van der loo, Herstellen of adapteren? *Sportgericht* 65 (2011) 1 12-16

Kirsten Burgomaster e.a., Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans, 2007

Pernille Keller e.a., A transcriptional map of impact of endurance exercise training on skeletal muscle phenotype, *J. Appl Phys* 110 (2011) 46-59

Martin Gibala, Molecular responses to high-intensity interval exercise, *Appl Physiol. Nutr Metab* 34 (2009) 428-432

Vladimir Issurin, New horizons for the methodology and physiology of training periodization, *Sports med*, 40, (2010) 189-206

John Hawley e.a., Nutritional modulation of training-induced skeletal muscle adaptations, *J Appl Physiol* 110, (2010) 834-845

James Timmons e.a., Variability in training-induced skeletal muscle adaptation, *J Appl Physiol*, (2011) 846-853

Vernon Coffey, Nutrient provision increases signaling and protein synthesis in human skeletal muscle after repeated sprints, *Eur J Appl Physiol*, (2010)

Vernon Coffey, The molecular basis of training adaptation, Thesis, 2008

Stephen Seiler, Intervals, Thresholds and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training, *sportscience* 13 (2009) , 32-53

Gregoire Millet e.a., combining hypoxic methods for peak performance, *Sports med*, (2010), 1-25

Aagaard P, Bennekou M, Larsson B, Andersen JL, Olesen J, Crameri R, Magnusson PS, Kjaer M. (2007). Resistance training leads to altered muscle fiber type composition and enhanced longterm cycling performance in elite competitive cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, S448-S449b.

Aagaard, P., Andersen, J.L., Bennekou, M., Larsson, B., Olesen, J.L., Crameri, R., Magnusson, S.P. et al. (2010a). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in sport, ahead of print*. Aagaard, P., Andersen, J.L. (2010b). Effects of strength

training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in sport*, 20, 39–47.

Bastiaans, J.J., Van Diemen, A.B., Veneberg, T., Jeukendrup, A.E. (2001). The effects of replacing a portion of endurance training by explosive strength training on performance in trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 79–84.

Rønnestad, B.R., Hansen, E.A., Raastad, T. (2010a). Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and performance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 108, 965–975.

Rønnestad, B.R., Hansen, E.A., Raastad, T. (2010b). In-season strength maintenance training increases well-trained cyclists' performance. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 1269–1282

Rønnestad, B.R., Hansen, E.A., Raastad, T. (2010c). Strength training improves 5-min all-out performance following 185 min of cycling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in sport*, 21, 250-259.

Rønnestad, B.R., Hansen, E.A., Raastad, T. (2011). High volume of endurance training impairs adaptations to 12 weeks of strength training in well-trained endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, ahead of print

C. Ballestra, P. Germonpre, Eur J Appl Phys, 2012, 112, 4173-4175, Hypoxia, a multifaceted phenomenon

Zembron-Lacny A, Slowinska-Lisowska M, Szygula Z, Witkowski K, Szyszka K., Physiol Res. 2009;58(6):855-61. Epub 2008 Dec 17. The comparison of antioxidant and hematological properties of N-acetylcysteine and alpha-lipoic acid in physically active males.

Kiely, John (2012) Periodization paradigms in the 21st century: Evidence-led or tradition-driven? *International journal of sports physiology and performance*

Tschienie, Peter, Die Individualisierung des Trainings, Leistungssport 2012, Juli, 12-13.

Smit e.a. The effect of maximal and submaximal strength training on cycling endurance performance, poster, 2012.

Eduardo Lusa Cadore, Mikel Izquierdo, Mariah Gonçalves Dos Santos, Jocelito Bijoldo Martins, Francisco Luiz Rodrigues Lhullier, Ronei Silveira Pinto, Rodrigo Ferrari Silva, Luiz Fernando Martins Kruei HORMONAL RESPONSES TO CONCURRENT STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING WITH DIFFERENT EXERCISE ORDER The Journal of Strength and Conditioning Research (impact factor: 1.83). 01/2012

Wang L, Mascher H, Psilander N, Blomstrand E, Sahlin K, Resistance exercise enhances the molecular signaling of mitochondrial biogenesis induced by endurance exercise in human skeletal muscle. J Appl Physiol. 2011 Nov;111(5):1335-44. Epub 2011 Aug 11.

Daniel A. Boullosa e.a. Do Olympic athletes train like in the paleolithic era? Sport med (2013), 43: (909-913)

Pieter De Lange e.a., Fuel economy in food-deprived skeletal muscle: signaling pathways and regulatory mechanisms, FASEB J. 21, 2007, (3431-3441)

Keith Baar, new ideas about nutrition and the adaptation to endurance training, Sports science exchange, 2013 vol 26, 1-5

Andrew Philp, Glycogen Content Regulates Peroxisome Proliferator Activated Receptor- δ (PPAR- δ) Activity in Rat Skeletal Muscle, PLoS ONE 8(10): e77200

Stephen Seiler, What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes, 2010, Int. J. sports Physiology and Performance, 5, 276-291