



Auteur: Herman Jongerius

Versie: 1.2

Datum: 24 april 2010

INHOUD:

1. Inleiding
2. Hoe werkt ons energiesysteem eigenlijk?
3. Waar komt onze energie vandaan?
4. Welke brandstof kiest het lichaam bij een bepaalde inspanning?
5. De brandstofkeuze in relatie tot onze hartslag.
6. Tips voor de Club Spinning les met Activio.

HOE WERKT ONS ENERGIESYSTEEM?

ENERGIE: BRANDSTOF OM TE SPORTEN

Sporten betekent energie verbruiken. De spieren werken harder, de hartslag versnelt, het bloed wordt sneller rondgepompt, de longen werken harder... Dit alles vraagt extra brandstof. Waar komt de energie (brandstof) vandaan en wat kun je doen om de inspanning een hele training vol te houden? Om een antwoord op deze vragen te geven is het nodig om te begrijpen hoe het lichaam energie produceert en wat er met deze energie gebeurt.

HOE WORDT DE ENERGIE VRIJGEMAAKT?

Energie kunnen we niet zien maar het resultaat van de verwerking van energie in ons lichaam zijn bv. de bewegingen die we uitvoeren, de vertering, de productie van lichaamswarmte etc. etc. De energie in ons lichaam komt vrij door de splitsing van een chemische verbinding die we ATP noemen. Dit ATP of Adenosine- Tri- Ph(f)osfaat- wordt in iedere cel geproduceerd uit de verbranding van eiwitten, vetten, koolhydraten en alcohol. Deze vier verschillende brandstoffen worden na transformatie door verschillende biochemische processen uiteindelijk omgezet tot hetzelfde energierijke eindproduct: ATP.

ATP is een kleine molecule die bestaat uit adenosine en drie fosfaatgroepen die gehecht zijn aan het adenosine. Energie komt vrij wanneer één van de fosfaatgroepen van het ATP loskomt. Er blijft dan ADP over of adenosine di fosfaat (adenosine met twee fosfaatgroepen).

Van de energie die vrijkomt wordt slechts een gedeelte (In ideale omstandigheden slechts 25%) gebruikt om arbeid te leveren (bv. spieren doen samentrekken). Het grootste deel van de energie wordt omgezet in warmte. Het is daarom dat we zweten tijdens het sporten.

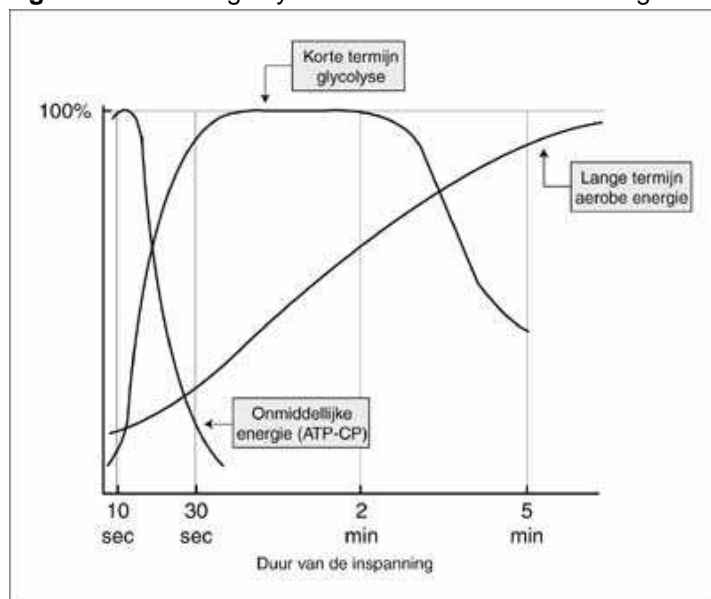
Vervolgens wordt het ADP weer omgezet tot ATP en de cirkel is rond.



In ons lichaam, meer bepaald in de spieren, zijn slechts minieme hoeveelheden ATP opgeslagen, voldoende om ons gedurende een paar seconden van energie te voorzien. We hebben dus meerdere systemen om het lichaam van energie te voorzien.

Naargelang de duur en de intensiteit van de inspanning, kan het lichaam beroep doen op 3 verschillende energiesystemen om de opgeslagen energie om te zetten in mechanische energie en dus ATP te vormen.

Figuur 2 Drie energiesystemen en hun brandstofmengsel



1 - HET ANAËROOB A-LACTISCH SYSTEEM

De cel beschikt over een beperkte hoeveelheid energierijke fosfaten (ATP zelf, maar vooral creatinefosfaat) om korte, zeer intense inspanningen, gedurende enkele seconden mogelijk te maken.

De afbraak van creatinefosfaat gebeurt zonder de tussenkomst van zuurstof (anaëroob) en zonder vorming van melkzuur (a-lactisch).

Indien de spiercel enkel over energierijke fosfaten zou beschikken, dan zou er dus voldoende energie kunnen vrijkomen om gedurende een 6-tal seconden met maximale intensiteit een inspanning uit te voeren. In werkelijkheid zullen bij maximale inspanning onmiddellijk ook andere processen geactiveerd worden, zodat er op het einde van die 6 seconden toch nog energie beschikbaar blijft. Natuurlijk zijn deze andere processen niet in staat om even snel ATP te leveren, zodat de intensiteit van de inspanning onvermijdelijk afneemt. Dit is typisch wat gebeurt bij alle sprintactiviteiten: gedurende ongeveer 7 seconden kan de snelheid maximaal aangehouden worden, maar dan wordt er vertraagd. De energierijke fosfaten zijn niet alleen de belangrijkste bron van energie voor sprintnummers, maar ook voor andere explosieve inspanningen: een versnelling tijdens bvb. voetbal, basketbal, volleybal, het opheffen of weggooiën van een gewicht, het werpen van een speer, een snelle actie in een judo- of karatewedstrijd, een opslag of volley in het tennis, een smash tijdens tafeltennis

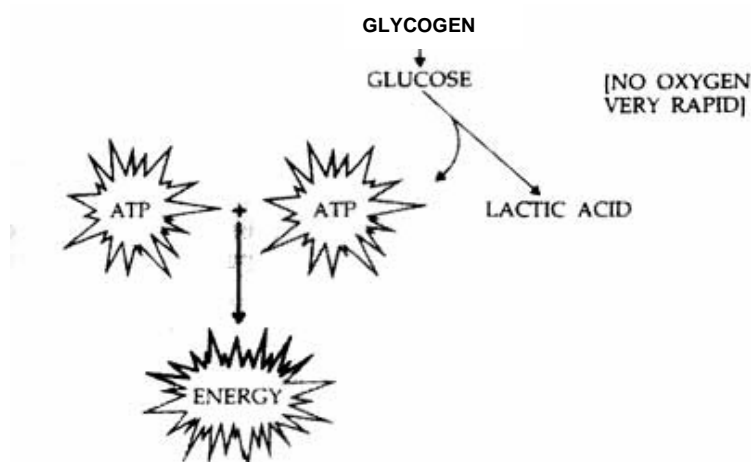
De energierijke fosfaatreserves moeten constant aangevuld worden: zo niet dan kunnen zelfs submaximale inspanningen slechts korte tijd aangehouden worden. Ook exogeen (door creatine (voedings) supplementen) kan de hoeveelheid creatinefosfaat in de cel gemanipuleerd worden.

2 - Het anaëroob lactisch energiesysteem

Voor maximale inspanningen van circa 1 minuut blijft de energielevering voornamelijk anaëroob (zonder zuurstof). Glucose (suikers) wordt zeer snel afgebroken tot melkzuur en hierbij komen (slechts) 2 ATP moleculen vrij

Dit systeem wordt maximaal gebruikt bij intense inspanningen die langer dan enkele seconden duren, maar korter zijn dan een 2-tal minuten: bvb. 500 meter schaatsen, 100 meter zwemmen, 400 meter lopen. Het is ook noodzakelijk voor snelheidsveranderingen tijdens duurinspanningen: bv. de wielrenner die in de achtervolging gaat, of de marathonlopers die versnellen naarmate de eindstreep in zicht komt.

De anaëroobe afbraak van Glucose (suikers) wordt niet alleen gekenmerkt door de opstapeling van melkzuur, maar ook door een erg snelle afbraak van de suikerreserves in het lichaam. Voor inspanningen die langer dan enkele minuten duren, zal dit systeem dus niet voldoen.



3 - HET AEROBE ENERGIESYSTEEM

Als de intensiteit wat daalt en de duur van de inspanning toeneemt, zal de energielevering meer en meer met tussenkomst van zuurstof gebeuren. Deze vorm van energielevering wordt dan ook aërobe (met zuurstof) energielevering genoemd. Het is hét energiesysteem van de duuratleet.

Naast suikers zullen natuurlijk ook vetten, en bij zware inspanning zelfs eiwitten, als energiebron gebruikt worden.

Onder aërobe omstandigheden kan 1 glucosemolecuul 38 ATP moleculen leveren (in plaats van 2). Het systeem is dus twintig maal efficiënter dan de anaëroobe afbraak van glucose.

In dit systeem kunnen ook vetten worden verbrand tot energie. Echter alleen wanneer de energiebehoefte relatief gering zijn want vet verbranden gebeurt traag (= dieselbrandstof). Voordelig is wel dat 1 vetzuurmolecuul tussen 80 en 200 ATP moleculen kan genereren!

Waar komt onze energie vandaan?

In onze voeding zijn er 4 stoffen die kunnen omgezet worden in energie

- Koolhydraten
- Vetten
- Eiwitten
- Alcohol

Wanneer we eten worden deze voedingsstoffen omgezet in het maag-darmstelsel tot kleinere deeltjes die door de darmwand opgenomen kunnen worden en zo in de bloedstroom terechtkomen.

Koolhydraten worden omgezet in monosachariden zoals glucose, fructose en galactose, vetten in vetzuren en eiwitten in aminozuren. Alcohol wordt zeer snel opgenomen en komt snel in de bloedstroom terecht.

Het uiteindelijke doel van deze voedingsstoffen is het leveren van energie, alhoewel koolhydraten, eiwitten en vetten ook andere belangrijke functies vervullen.

Koolhydraten en alcohol leveren de snelle energie; vetten worden gebruikt als energiereservoir voor tragere en langdurige inspanningen terwijl eiwitten noodenergie leveren indien bv. koolhydraten tekort schieten. Eiwitten kunnen aan het eind van hun "levens" cyclus eveneens als energiebron verbruikt worden..

Vroeg of laat eindigen alle voedselcomponenten als energiebron.

Hoe ontstaat melkzuur (lactaat)?

Melkzuur dat wordt gevormd gedurende bijna alle types van inspanning (niet alleen tijdens anaërobe inspanning) kan opnieuw worden omgezet tot energie. Dit kan gebeuren in de spiercel of in de nabij gelegen spiercellen in dezelfde spier, op voorwaarde dat er voldoende zuurstof aanwezig is. Melkzuur kan eveneens naar de lever worden vervoerd via de bloedstroom en daar terug tot glucose omgezet worden.

Hoe ontstaat vermoeidheid in de spieren?

Bij anaërobe inspanningen zijn de energierijke fosfaten (ATP en creatinefosfaat) en het glycogeen de belangrijkste energieleveranciers. Alhoewel verzuring (metabole acidose) en ionenstoornissen hier de belangrijkste oorzaken van vermoeidheid zijn kan ook een lage spierglycogeenreserve bijdragen tot vermoeidheid. Bij aërobe inspanningen is glycogeen een belangrijke energieleverancier en is de voornaamste oorzaak van vermoeidheid een lege tank (uitgeputte glycogeenvoorraden in de spier). In het begin van de aërobe inspanningen is het spierglycogeen de belangrijkste energiebron maar wanneer de inspanning langer duurt zal ook het bloedglucose een belangrijke rol gaan spelen. Om te weten hoe we vermoeidheid kunnen uitstellen is het nuttig om de verschillende brandstofvoorraden in het lichaam te kennen.

ENERGIEVOORRADEN IN HET LICHAAM

KOOLHYDRATEN

De koolhydraatvoorraad in het lichaam bevindt zich vooral als glycogeen in de lever en in de spier. Dit glycogeen is een grote molecule die is samengesteld uit lange ketens van glucose. Iedere molecule glycogeen bevat ongeveer driemaal zijn gewicht aan water.

De koolhydraatvoorraden in het lichaam zijn beperkt in omvang! Dit is net als een benzinetank, er kan slechts een zekere hoeveelheid brandstof in worden opgeslagen.

De hoeveelheid glycogeen die kan worden opgeslagen in het lichaam bedraagt ongeveer 2000 kcal of voldoende om het lichaam 1 dag van energie te voorzien, indien we niet zouden eten . (Of om 90 minuten te fietsen met 80% van de maximale zuurstofopnamecapaciteit).

De bloedbaan bevat een kleine hoeveelheid koolhydraten (het bloedglucosegehalte). De concentratie van dit bloedsuikergehalte wordt binnen zeer nauwe grenzen geregeld om normaal te functioneren. Zowel tijdens inspanning als tijdens rust moet het bloedsuikergehalte op peil blijven (normaalwaarde bloedglucose: 0.6 tot 1.1 g/liter). Een laag bloedsuikergehalte noemt men hypoglycemie.

VETTEN

Vetten worden opgeslagen als vetweefsel in het gehele lichaam. Een kleine hoeveelheid vet vindt men in het spierweefsel (intramusculair vet) maar de hoofdmoot is opgeslagen rond de organen en onder de huid.

Tabel 7 Energiereserves (vetten) voor een persoon van 70 kg

Energiereserve	potentiële hoeveelheid kcal
Lever	450
Spierweefsel	350
Vetweefsel	135.000

Hoeveel vet een persoon heeft is voornamelijk afhankelijk van zijn genetische opmaak (zie ouders, grootouders) en van zijn of haar levenswijze (voeding, (in)activiteit).

EIWITTEN

De eiwitten worden niet op dezelfde manier opgeslagen als vetten en koolhydraten. Eiwitten zijn de bouwstenen voor de vorming van de lichaamsweefsels (spieren, organen, huid, bloed, ...) en dienen eigenlijk niet als energieleveranciers. Toch kunnen eiwitten ook afgebroken worden en omgezet in energie in noodsituaties. Hier gaat een ammoniak achtige transpiratiegeur mee gepaard.

Energiebronnen tijdens inspanning

Koolhydraten, vetten en eiwitten zijn mogelijke energieleveranciers, ze kunnen allen worden vervoerd naar de spiercellen, er worden afgebroken, en omgevormd tot energie.

Alcohol kan dit niet rechtstreeks. Enkel de lever bezit specifieke enzymen om alcohol om te zetten.

Het heeft dus geen zin om rondjes te lopen wanneer men te veel gedronken heeft. De lever verwerkt alcohol aan gemiddeld 150 mg per kg en per uur. Dit wil zeggen dat een persoon van 75 kg ongeveer 11 gram alcohol kan verwerken per uur (1 glas wijn of bier).

Eiwitten leveren slechts een gering deel van het brandstofmengsel tijdens inspanning. Alleen tijdens "energiecrisisen", wanneer na een uitputtende training de spieren leeg zijn, kunnen eiwitten ongeveer 10% van het brandstofmengsel leveren. Ook tijdens dieetperiodes, wanneer door koolhydraatarme diëten de spieren leeg zijn, wordt eiwit verspild als energiebron.

De productie van ATP tijdens inspanning komt dus voornamelijk van de verbranding van koolhydraten en vetten.

WELKE BRANDSTOF KIEST HET LICHAAM?

De hoeveelheid brandstof en de soort brandstof die wordt gebruikt is afhankelijk van:

- Duur en intensiteit van de inspanning
- Fitnessniveau en trainingsprogramma
- Dieet en voedingsstatus

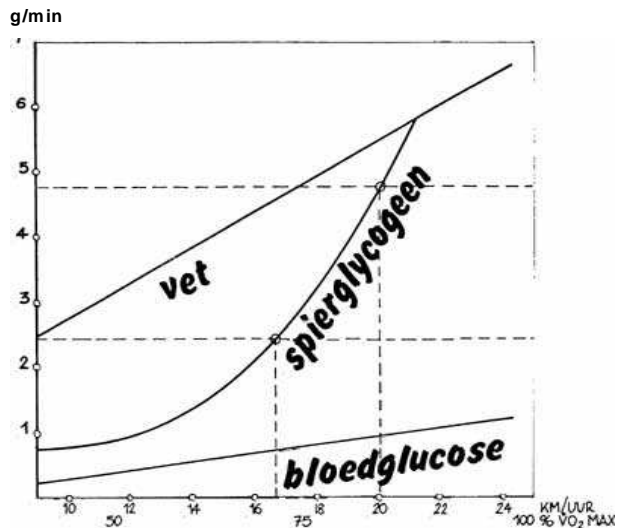
DE INTENSITEIT

Het brandstofmengsel (de koolhydraat/vetverhouding) die wordt gebruikt tijdens een sprint verschilt van het mengsel tijdens een lange duurinspanning. Naarmate de intensiteit van de inspanning stijgt, daalt de hoeveelheid vet in het brandstofmengsel.

Tijdens inspanningen met een lage tot matige intensiteit worden koolhydraten én vetten verbrand.

Naarmate de intensiteit stijgt, stijgt het totale energieverbruik maar daalt het aandeel van vetten in het brandstofmengsel.

Bij zeer intense inspanningen worden enkel koolhydraten gebruikt als energieleverancier.



Figuur 5 Glycogeenverbruik in g/minuut

TRAAG TRAINEN, MEER VET VERBRANDEN?

Een vraag die in dit verband zeer dikwijls wordt gesteld is of het beter is om te trainen met een lage intensiteit om meer vet te verbranden? Dit is niet noodzakelijk het geval. Hoewel vet een groter energiepercentage inneemt bij inspanningen aan een lage intensiteit, moet men steeds rekening houden met de totale hoeveelheid kcal die worden verbruikt.

Door 1 uur te sporten met een zeer lage intensiteit zal men ongeveer evenveel vet verbranden als door 1 uur zeer intens te sporten. Wanneer het doel is om vet te verbranden (vermageren) en de tijd is beperkt kiest men beter voor inspanningen met een hogere intensiteit omdat op die manier het energieverbruik ook hoger is.

Is men niet fit genoeg of geniet men meer van laagintense inspanningen, sport dan lang en traag. Uiteindelijk is het om te vermageren belangrijk om rekening te houden met het totale energieverbruik en niet zozeer om naar de % vetverbranding te kijken.

DE DUUR VAN DE INSPANNING MET BETREKKING TOT DE ENERGIEBRONNEN.

Wanneer de inspanning lang duurt zal men steeds meer vet en minder koolhydraten verbranden. Het lichaam spaart als het ware zijn koolhydraatreserve. Glycogeen in de spieren is beperkt aanwezig en kan uitgeput raken. Dit gebeurt na:

- 90 tot 180 minuten aan een intensiteit van 60 tot 80% van de maximale aërobe capaciteit (fietsen, lopen...)

- 30 tot 45 minuten aan een hoog intense/anaërobe inspanning (bv. gewichtstraining)
- 45 tot 90 minuten van een duur/anaërobe activiteit (bv. voetbal)

Op het einde van een lange duurinspanning, na 3 -4 uur, zijn de koolhydraat-voorraden in de spier uitgeput. In dit stadium wordt gezocht naar andere energiebronnen. De afbraak van koolhydraten uit de lever, energie uit de afbraak van aminozuren (afkomstig van eiwitafbraak) en uit melkzuur. In dit stadium is vet uiteraard een belangrijke energiebron. Wanneer de koolhydraatvoorraad echter uitgeput is kan de vetverbranding niet meer doorgaan. Vetten branden in het vuur van de koolhydraten wil zeggen dat er steeds een minimum aan koolhydraten nodig is in het energiemengsel. Gaat de inspanning door wanneer de lever en spierglycogeenreserves zijn uitgeput dan kan een laag bloedsuikergehalte optreden (vermoeidheid, duizeligheid, misselijkheid)

HET FITHEIDNIVEAU

Het resultaat van een aërobe training is dat spieren leren om meer vet te verbranden en koolhydraten te sparen. Dit wil zeggen dat getrainde atleten langer kunnen doorgaan vooraleer de koolhydraatreserve opraakt. De natuurlijke aanpassing van een lichaam na aërobe training is dat dit efficiënter leert vetten afbreken, transporteren en omzetten tot energie.

Uit de praktijk blijkt dat veel sporters niet goed aanvoelen welk systeem ze aan het trainen zijn. Anders gezegd: ze doen maar wat. Velen trainen te intensief terwijl andere daarentegen te weinig intensief bezig zijn. Door lactaat (melkzuur) metingen en hartfrequentieregistraties kunnen de juiste trainingsintensiteiten worden vastgesteld. Hierdoor kunnen de maximaal mogelijke individuele prestaties bereikt worden.

De relatie loopintensiteit, melkzuur- en hartfrequentiewaarden is voor iedere loper verschillend en zal dan ook voor ieder apart moeten worden bepaald. Is ze eenmaal bekend, dan kunnen deze waarden een ideale richtlijn geven voor het samenstellen van de training.

Energiesysteem in relatie tot hartslag.

De hartslag is de pompbeweging van het hart.

De hartslag van de mens in rust is tussen ruwweg 60 en 100 slagen per minuut (30-40 voor sporters in topconditie, en 80 of meer voor mensen die weinig of niet aan sport doen; 60/70 is een gemiddelde waarde).

De maximaal bereikbare normale hartslag van de mens is afhankelijk van de leeftijd, genetische bepaling en de fitheid van het lichaam.

Vandaar dat formules als $(220 - \text{je leeftijd})$ erg nauwkeurig zijn. Niet alle factoren die de maximale hartslag bepalen worden meegenomen. Bovendien berusten dit soort formules op gemiddelden van zeer grote aantallen mensen.

Om overzichtelijk te krijgen welke hartslagfrequentie welk doel traint, hebben we een aantal hartslagzones benoemd:

Hartslagzone	Gevoel	Energiebron	Doel
50% - 60%	Lage intensiteitsprikkel	BloedGlucose	Warming-up, Coolingdown,
60% - 70%	Lage intensiteitsprikkel	BloedGlucose	Warming-up, Coolingdown,
70% - 90%	Gemiddelde intensiteitsprikkel	Vet, Spierglycogeen	Optimale vetverbranding, Uithoudingsvermogen
90% - 100%	Hoge intensiteitsprikkel	Spierglycogeen en eiwitten	Kracht, herstellvermogen

Je begrijpt nu dat het dus zeer belangrijk is om met de juiste maximale hartslag te trainen anders kunnen trainingsdoel en werkelijkheid nog al eens verschillen.

De trainingsleer in relatie tot Club Spinning en Activio

De Club Spinningles bestaat uit 4 delen waarvan deel 2 en deel 3 in volgorde en aandeel kunnen wisselen.

1. Warming up
2. Uithoudingsvermogen
3. Kracht / Herstel
4. Cooling down

Deel 1 : De warming up heeft verschillende doelstellingen:

1. Verhogen bloedsomloop
2. Verhogen van lichaamtemperatuur naar 38,2 C
3. Verhogen van concentratie

Gevolg:

1. Verhogen alertheid
2. Verhogen bloedsomloop
3. Doorbloeden van pezen, spieren en gewrichten

Tevens is het belangrijk om tijdens de warming-up de vorm van de dag te voelen. De vorm van de dag bepaald de intensiteit van je training. Het heft geen zin om het maximale van je lichaam te vergen als je moe bent.

Deel 2 en 3: Uithoudingsvermogen en Kracht/ Herstel

Afhankelijk van je doelstelling van de training kun je kiezen uit het uithoudingsvermogen of kracht/herstel.

Het uithoudingsvermogen wordt getraind in een hartslagzone, net onder het spierverseringsomslagpunt. Het is een hartslagzone waarin je niet uitpuittend traint, maar energiever van de fiets afkomt dan voor de training.

Het trainen van het uithoudingsvermogen is zeer belangrijk omdat deze training direct invloed heeft op de fitheid van het hart.



Het omslagpunt ligt rondom 85% van de maximale hartslag. Je zult hier dus net onder moeten trainen om het uithoudingsvermogen te willen verbeteren. Wil je precies weten waar je omslagpunt ligt, doe dan een fittest.

Trainen voor meer kracht en het verbeteren van het herstellvermogen wordt gedaan middels interval training. Tijdens deze training wordt de hartslag periodiek opgedreven middels meer belasting of andere oefenvorm om vervolgens weer terug te komen in de starthartslag van de oefeningen.

Deel 4: Cooling down

In deze laatste fase van de les is het de bedoeling om de hartslag weer lager te krijgen en eventueel wat spieren te stretchen.