SPORT\_WETENSCHAPPEN

***Heb je dat ook soms? Je denkt iets goed te kennen, maar dan vraagt iemand je om de precieze betekenis en zit je plots met een probleem: “Uithoudingsvermogen? Wel, euh, dat is de eigenschap van iemand die taai is, enfin, een volhouder….” Maar verder?***

**Op zoek naar het “uithoudingsvermogen”**

In handboeken fysiologie vergelijken de auteurs de mens soms met een machine (een auto bijvoorbeeld). Ze associëren dan de fysiologische parameters van de mens met de mechanische eigenschappen van de machine en leggen bijvoorbeeld het verband tussen de VO2max en de cilinderinhoud. Niets lijkt eenvoudiger, duidelijker en efficiënter om atleten te laten begrijpen dat uitgerust zijn met een grote motor een enorm voordeel is om goed te presteren. Dat geldt ook als het om energieverspilling gaat. Stel je voor dat je achter het stuur zit van een auto met een groot vermogen maar met de handrem op moet rijden. Je snelheid zal er zeker onder lijden en misschien word je wel voorbijgestoken door een tragere maar efficiëntere wagen. Wel, dit soort toestanden kan je ook terugvinden bij hardlopers. Sommigen lopen sneller dan anderen, hoewel hun aërobe vermogen kleiner is. Hun geheim? Een meer economische loopstijl, zo simpel is dat. Je zou kunnen zeggen dat zij hun handrem mochten afzetten tijdens het lopen… Tot hier houdt de vergelijking met de auto zeker steek. Maar er is nog een derde en laatste factor die bepalend is voor de prestatie en waarvoor we geen mechanische tegenhanger vinden bij onze auto: het uithoudingsvermogen, dit wil zeggen de capaciteit om snel EN lang te lopen. Nu verschillen de interindividuele prestaties op dit vlak enorm. Sommige atleten zijn perfect in staat om over lange afstanden een intensiteit aan te houden die in de buurt ligt van hun maximum. Bij anderen komt het verval brutaler. We zeiden het al, deze eigenschap drukt ons met de neus op de limieten van de vergelijking met onze auto. Want, hoe erg autoliefhebbers het ook mogen vinden, onze vierwielers zijn niet uitgerust met een ziel. Kwaliteiten als wilskracht of moed kan je hen niet toeschrijven; het begrip vermoeidheid is hen totaal vreemd. En laat nu juist dat allemaal vervat zitten in het begrip uithoudingsvermogen...

In dit artikel zullen we zien dat het uithoudingsvermogen heel nauwkeurig gedefinieerd kan worden, dat het meetbaar is en vergelijkbaar tussen verschillende atleten. Maar opgelet! De gebruikte methode is niet altijd supereenvoudig. Lezers bij wie het angstzweet uitbreekt als er iemand in hun buurt het woord wiskunde uitspreekt, verzoeken we vriendelijk de volgende paragraaf even over te slaan en hun lectuur te hervatten vanaf de tussentitel “Opgepast, gevaarlijke afdaling”. Alle anderen: volhouden!

**Hoe langer, hoe trager**

Zelfs wie geen groot specialist is in uithoudingsinspanningen, kan gemakkelijk begrijpen dat je snelheid afneemt in functie van de afstand. Zo zal een atleet bijvoorbeeld ongeveer 2 kilometer aan 100% van zijn maximale aërobe snelheid (MAS) kunnen lopen vooraleer hij gas moet terugnemen. Een 3000 meter loop je meestal aan 98% van je MAS, een 5000 meter aan 94% van je MAS; een 10.000 meter aan 92%, enzovoort. De Zweedse onderzoeker Bengt Saltin was de eerste die geprobeerd heeft om deze neerwaartse tendens om te zetten in een vergelijking. Zijn vergelijking ziet er zo uit: intensiteit van de inspanning (uitgedrukt in een percentage van de VO2max) = 0,940 – [0,001 x tijd (uitgedrukt in minuten)]. Zo kan je voorspellen dat een atleet tijdens een intensieve training of wedstrijd die één uur duurt, normaal gezien zal lopen aan 88% van zijn MAS = 0,940 – [0,001 x 60]. Wie zijn marathon loopt in drie uur zal waarschijnlijk op 76% zitten (= 0,940 – [0,001 x 180]). Onthoud dat de vergelijking van Saltin enkel geldt voor inspanningen van minimum 30 minuten en maximum 5 uur.

Andere auteurs hebben een gelijkaardige formule uitgewerkt voor de zogenaamde *ultra-*wedstrijden (dit is alles wat na de marathon komt). Hier verloopt het verval van het prestatieniveau als volgt: intensiteit van de inspanning (nog steeds in een percentage van de VO2max) = 91,24 – (3,79 t) + (0,08t²). De tijd (t) wordt hier uitgedrukt in uren. Van een atleet die zijn 100 kilometer aflegt in negen uur kunnen we dus veronderstellen dat hij dat doet aan 64% van zijn MAS = 91,24 – (3,79 x 9) + (0,08 x 81). Allemaal heel interessant natuurlijk maar als we eerlijk zijn, zonder veel praktisch nut voor de atleet. Het gaat hier immers om schattingen gebaseerd op een brede populatie en deze berekeningen zeggen niet veel over je eigen kwaliteiten, enkel of je iets hoger of iets lager zit dan de gemiddelde waarden. Het zou veel nuttiger zijn jezelf te kunnen situeren op een soort schaal van het uithoudingsvermogen en jezelf met anderen te kunnen vergelijken. Een originele oplossing hiervoor biedt de “uithoudingsindex”, een concept aangereikt door de Canadese professor Guy Thibault en de Franse fysioloog François Péronnet, die naar Québec is verhuisd. Net zoals Saltin baseerden deze twee wetenschappers zich op de afname van de loopsnelheid in functie van de afstand. Met dat verschil, dat zij zich voor elke atleet apart interesseerden. Eerste fase, je noteert je beste tijden op verschillende wedstrijdafstanden van 3000m tot de marathon. Die chrono’s zet je dan om in een snelheid en de waarden worden uitgezet in een schema. Zo krijg je een curve die eerst abrupt daalt en vervolgens geleidelijk aan blijft afnemen naarmate de afstanden vergroten.

Péronnet had het geniale idee om de duur niet meer in brutowaarden uit te drukken maar op een logaritmische schaal te zetten (1). Dank zij deze kleine manipulatie kon hij de verschillende punten op een lijn zetten, met als resultaat: een rechte. Vervolgens berekende hij de hellingsgraad van deze rechte en die beschouwde hij als de uithoudingsindex van de atleet (2). Zijn berekeningsmethode legt hij heel precies uit in zijn standaardwerk *De marathon*, dat verscheen in het begin van de jaren 90 (3). Zo zal een atleet die 2000 meter loopt in 6 minuten, dit is aan een snelheid van 20 km per uur, en 5000 meter in 16 minuten, een uithoudingsindex bekomen van -6,131. Inderdaad, de waarde die je bekomt is altijd negatief. Dat is logisch, want ze drukt het verlies aan snelheid uit en dus een daling van het percentage van de VO2max in functie van het tijdsverloop. Over het algemeen wordt er geen eenheid (%VO2max/lnt(T)) vermeld, maar behoudt men het brutoresultaat, dat de uitdrukking is van de afname van de inspanningsintensiteit in functie van de duur.  
In zijn boek *De marathon* vergelijkt Péronnet twee reuzen uit de geschiedenis van het langeafstandslopen: de Amerikanen Bill Rodgers en Alberto Salazar. Samen behaalden zij zeven overwinningen op de prestigieuze marathon van New York. Toch was hun profiel erg verschillend. Bill Rodgers moest zich tevreden stellen met een VO2max van *slechts* 79 ml/mn/kg tegenover de 82 ml/mn/kg van Salazar. Dat betekent een verschil in MAS van de orde van 0,8 km/u, wat normaal gezien onoverbrugbaar is op het niveau van topatleten. Toch waren hun beste tijden op de marathon ongeveer dezelfde. François Péronnet vond hiervoor een verklaring in de berekening van hun persoonlijke uithoudingsindex, op basis van hun records op de verschillende middellange afstanden. De cijfers spraken ditmaal duidelijk in het voordeel van Rodgers (-4,44 tegenover -5,66 voor Salazar). Rodgers compenseerde zijn minder goede energiehuishouding dus duidelijk met zijn buitengewone uithoudingsvermogen.

**Opgelet, gevaarlijke afdaling**

Voor we verder gaan, welkom terug aan de lezers die de vorige paragraaf hebben overgeslagen. We kunnen ze geruststellen, want die bevatte alleen de berekeningsmethode om het uithoudingsvermogen om te zetten in een specifieke parameter. In dit stadium moet je alleen onthouden dat deze parameter altijd negatief is, varieert tussen -4 en -12 en dat het uithoudingsvermogen verzwakt naarmate je lager scoort. Een uithoudingsvermogen gelijk aan nul is sowieso onbereikbaar. Dat zou willen zeggen dat je altijd aan dezelfde snelheid zou lopen, ongeacht de afstand. Dankzij deze uitleg kan al wie een rekenmachine bij de hand heeft zich nu amuseren met het bepalen van zijn uithoudingsvermogen. Je moet daarvoor wel beschikken over chrono’s die echt representatief zijn voor wat je waard bent, op afstanden tussen minimum 3000m en maximum een marathon.

Guy Thibault heeft deze formules toegepast op de grootste kampioenen uit de atletiekgeschiedenis. Eerste vaststelling: ze zijn niet allemaal uitgerust met een uitzonderlijk uithoudingsvermogen. Hun resultaten zijn zelfs vrij uiteenlopend, variërend van zeer hoog tot vrij middelmatig. Tweede opmerking: mannen en vrouwen zitten op gelijke hoogte. De prestatieverschillen tussen de geslachten kunnen dus niet verklaard worden aan de hand van deze parameter. Het *zwakke* geslacht is in ieder geval niet zwak als het erop aankomt zo lang mogelijk te lopen aan een intensiteit in de buurt van het maximum. De derde opmerking is zeker de meest delicate. We moeten immers nog uitvissen wat het uithoudingsvermogen determineert en hoe je het eventueel door training kunt verbeteren. Spontaan zou je kunnen denken dat het vooral afhangt van mentale factoren. Per slot van rekening komt het erop aan weerstand te bieden aan een inspanning die na verloop van tijd steeds pijnlijker wordt. Vandaar onze verrassing over de volgende uitspraak van professor Thibault: *Het mentale speelt volgens mij geen overheersende rol. Ik denk dat alle atleten zo ongeveer dezelfde motivatie en resistentie vertonen tegen ‘afzien’*. *Ze worden echter geconfronteerd met zuiver biologische fenomenen.* *Wat men traditioneel voorstelt als een grotere pijnbestendigheid, lijkt mij vooral het resultaat van een fysiologisch kenmerk dat verschilt van individu tot individu. Uithoudingsvermogen is voor mij iets zoals lichaamslengte of de kleur van je ogen. Met andere woorden, een eigenschap die voornamelijk erfelijk wordt bepaald*. Wij zouden dus allemaal ons eigen specifieke uithoudingsvermogen bezitten, zonder enige mogelijkheid om daar iets aan te veranderen. *Alles hangt af van de spiertypologie. We hebben een aantal studies uitgevoerd met topatleten in alle loopdisciplines, van sprint tot marathon. Hun uithoudingsvermogen bleek een vrijwel exacte weergave te zijn van hun percentage trage en snelle spiervezels, meer specifiek in de musculus gastrocnemius of kuitspier*.

Conclusie: ons vermogen om goed te lopen zou door drie factoren beïnvloed worden: de motor (of VO2max), de energiekost (de stijl) en het uithoudingsvermogen. Dat je de eerste parameter kunt verbeteren, is duidelijk. Dat is trouwens het basisprincipe van alle trainingsprogramma’s. Ook de tweede kan je verbeteren – zij het in mindere mate – op voorwaarde dat je bewust aan je techniek werkt, met specifieke oefeningen en krachttraining: skipping, veelsprongen, touwtjespringen, loopsprongen, plyometrie, enz. Jammer genoeg heb je op de derde parameter weinig of geen invloed, want die blijft je leven lang en het hele jaar door ongeveer constant. Maar nu je dit artikel hebt gelezen, kan je er tenminste een definitie van geven. En dat is toch ook al wat!

Gilles Goetghebuer

1. Op een logaritmische schaal worden de cijfers vervangen door hun exponent met als basis “*e*” (*e* = 2,71828…). Je vindt deze functie, die de naam “Log” kreeg (met hoofdletter), of “ln”, in softwareprogramma’s zoals “Excel”.
2. In de wiskunde wijst de helling van de rechte op de stijgingscoëfficiënt, dit wil zeggen het getal waarmee je een bepaald punt op de abscis ( x) moet vermenigvuldigen om de waarde van de ordonaat (y) op die rechte te bekomen.
3. “De Marathon” verscheen een eerste maal in 1983, van de hand van vier auteurs: François Péronnet, Guy Thibault, Marielle Ledoux en Guy Brisson. In dit artikel verwijzen we naar de tweede uitgave, die heel wat vollediger was, uit 1991. Het boek werd vertaald in het Engels, het Spaans en het Nederlands.

***KADERTEKST 1***

**Meer weten**

Het boek “De marathon”, in vertaling uitgegeven Bij Slijthoff in 1988, is bijna onvindbaar geworden. Gelukkig bestaan er genoeg andere handboeken, bijvoorbeeld *Plannen, Periodiseren, Trainen, Bijsturen en Winnen* van Jan Olbrecht, met praktische tips voor trainers die sporters begeleiden en zich vragen stellen over uithoudingstraining, verbetering van anaërobe capaciteit, samenstelling van trainingseenheden, inlassing van techniekoefeningen, het supercompensatieffect, verbetering van weerstandsvermogen, hoe periodiseren, enz.



***KADERTEKST 2***

**In mooi gezelschap**

Voor zijn project om het exacte fysiologisch profiel op te stellen van de grootste atleten uit de geschiedenis, verzamelde Guy Thibault hun beste prestaties op alle afstanden. Op basis van het resultaat van zijn opzoekingswerk zette hij de daling van hun snelheid in functie van de afstand op een schema uit. Op die manier kon hij een virtuele MAS bepalen voor een inspanning van 7 minuten. Op basis van deze meting kon hij dus vrij exact hun VO2max bepalen, dankzij de formule van de Brit Pugh (zeg: “Pjoe”), die het verband vastlegde tussen de snelheid en het zuurstofverbruik: VO2 (mL/kg/min) = -3,99 + 0,2194 x loopsnelheid (in meter per minuut). Thibault paste deze formule toe op de grote kampioenen uit de geschiedenis en kwam op die manier tot het volgende intergenerationeel klassement , waarin hij –zoals je kan zien- ook zichzelf netjes heeft ondergebracht.

**Mis onze nieuwe uithoudingssoftware niet!**

**Gratis van onze website te downloaden**

1. Meet nu je uithoudingsindex, heel nauwkeurig en individueel. Je voert je beste tijden in op verschillende afstanden en onze software zorgt voor de rest: overzetten van de tijden op een logaritmische schaal, opstellen van de rechte en berekening van de hellingsgraad!
2. In een tweede document kun je je eigen uithoudingsvermogen beoordelen op basis van je beste chrono’s en op basis van je VO2max (of van je MAS)
3. Download ook de tabellen met alle gegevens die gebruikt werden om de waarden van de grootste kampioenen uit het verleden te berekenen. Een onschatbaar document!