## WETENSCHAP\_TRAINING

## Een groot mysterie opgehelderd

***Lopen en fietsen zijn gelijkaardige inspanningen. Dus kunnen de beste marathonlopers ter wereld ook de Ronde van Frankrijk winnen… Of toch niet? Het lijkt een eenvoudige vraag, maar het gaat wel degelijk om één van de meest complexe kwesties uit de inspanningsfysiologie.***

In de geschiedenis van de sport zijn er wel wat voorbeelden van kampioenen die in twee verschillende disciplines uitblinken. De Amerikaan Roy Jones (boksen en basketbal), de Fransman Olivier Magne (rugby en ski) of de Canadese Clara Hugues (wielrennen en snelschaatsen) om er een paar op te noemen. Eigenaardig genoeg vinden we haast geen enkel voorbeeld van een geslaagde overgang van de loop- naar de wielersport. De Française Edwige Pitel zou wel eens de enige kunnen zijn die erin geslaagd is in beide disciplines het hoogste schavotje te bereiken. In 1996 behaalde zij met het nationale veldloopteam goud op het EK voor landenteams. En tot vandaag is zij nog steeds een succesvol beroepswielrenster, met verschillende Franse kampioenstitels op zak. Andere voorbeelden zijn ons echter niet bekend. En dat is toch wel verbazingwekkend. Je zou immers denken dat de beste langeafstandslopers alle kwaliteiten bezitten om ook op de fiets uit te blinken. En omgekeerd natuurlijk. Maar zo werkt het blijkbaar niet. Slechts weinigen wagen zich aan de overstap. Neem nu de Amerikaanse wielrenner Lance Armstrong. In 2005, na zeven overwinningen in de Ronde van Frankrijk, neemt hij afscheid van de wielersport, die hij op dat ogenblik nog wereldwijd domineert. Om in vorm te blijven loopt hij drie marathons (twee keer New York en één keer Boston). Met de chrono’s die hij neerzet zouden u en ik ongetwijfeld meer dan tevreden zijn, maar een eliteloper is hij duidelijk niet. Voor zijn wedstrijd in Boston in april 2008 heeft hij bijvoorbeeld echt heel serieus getraind. Hij hoopt er onder de twee uur en 45 minuten te duiken, goed voor een nieuw persoonlijk record. Hiervoor verliest hij zelfs een paar kilo’s, een goede oude gewoonte uit zijn wielrennerstijd. Uiteindelijk finisht hij na 2 uur 50 minuten en 58 seconden, goed voor de 477ste plaats in het algemene klassement en de 368ste plaats in zijn eigen leeftijdsgroep (+35). Het is dat hij Lance Armstrong heet, anders was zijn prestatie volledig onopgemerkt gebleven. Of hij ontgoocheld was, weten we niet. Feit is dat we hem een paar weken later terugvinden aan de start van een mountainbikerace over 100 mijl in Colorado: de Leadville Trail. Het gemiddelde atletisch niveau van de deelnemers is minstens vergelijkbaar met dat van de marathonlopers in Boston. Maar hier wordt Armstrong tweede en hij voelt zich daar zo goed bij dat hij kort daarop zijn comeback in het wielrennen aankondigt. We leren hieruit dat de Amerikaanse kampioen met dezelfde conditie in het hardlopen het niveau van de beste amateurs niet overstijgt, terwijl hij in het wielrennen nog steeds deel uitmaakt van de elite. Hoe komt dat?

**Boit en Bitok: een experiment**

Nu zouden we graag willen vertellen hoe het afliep met de langeafstandsloper die deel uitmaakte van de wereldtop en nadien zijn kans waagde in het wielrennen. Wat zouden Bekele, Gebrselassie of Mutai waard zijn in de Ronde van Frankrijk? In de bergen zouden deze pluimgewichten normaal gezien moeten kunnen rivaliseren met de besten. En op vlakke parcours? Daar zouden ze waarschijnlijk moeite hebben om het tempo te volgen. Allemaal veronderstellingen, want we weten het eigenlijk niet. Er zijn ons geen voorbeelden bekend. Een ervaring – of stunt zo u wil - die misschien nog het dichtst in de buurt komt, is die van Philip Boit en Henry Bitok. De marketingbonzen van Nike overtuigden deze Keniaanse hardlopers in 1996 om te gaan… langlaufen. Boit nam deel aan de Olympische Spelen van Nagano, waar hij 92ste en laatste werd op de 10 kilometer (\*). Boit en Bitok bleken niet in staat om hun uitstekende conditie ook in de sneeuw te benutten. Ze slaagden er enkel in een exotisch tintje te geven aan het langlaufen, een sport die traditioneel het bevoorrechte terrein van de Scandinavische landen is. Het ontbrak hen aan skitechniek, zo werd gezegd. Hoe zit het dan met wielrennen, met een techniek (trappen) die toch veel gemakkelijker is? Wat belet de beste hardlopers om ook op de fiets uit te blinken. We vonden vier verklaringen.

**Verklaring nummer 1**

**Een andere motor**

Deze eerste hypothese is waarschijnlijk de meest subtiele en dus ook de moeilijkste. Kort samengevat berust ze op de stelling dat de fysiologische eigenschappen die van iemand een goede hardloper maken, niet helemaal dezelfde zijn als die van een goede wielrenner. Er zijn natuurlijk gemeenschappelijke punten, zoveel is duidelijk. In beide gevallen komt het erop aan een zo groot mogelijke hoeveelheid energie te produceren gedurende een relatief lange tijdsduur. Hiervoor verbranden zowel hardlopers als fietsers brandstoffen, dankzij de zuurstof die wordt aangevoerd via de cellen. Allebei blinken ze dus uit in het *aërobe* energiesysteem en bereiken ze hoge VO2max waarden. Maar daar houdt de vergelijking op.

Om te begrijpen wat hen zo fundamenteel verschillend maakt, zijn we verplicht een kleine omweg te maken langs de thermodynamica. Wat nu volgt is misschien niet eenvoudig maar wel leerrijk… Telkens wanneer een bepaald type energie wordt omgezet in een ander type, komt er warmte vrij. In het menselijk lichaam wordt naar schatting slechts een vierde van de verbruikte calorieën omgezet in energie. De resterende 75% zorgen voor de opwarming van het lichaam en de omgeving. Het energieverlies doet zich voor op twee niveaus. Een eerste helft verdwijnt bij de synthese van het ATP (Adenosinetrifosfaat), een molecule die overvloedig aanwezig is in onze cellen en waarvan we de rol kunnen vergelijken met die van een energieaccumulator. Wanneer het ATP splitst, komt de nodige energie vrij om het organisme in staat te stellen te doen wat het moet doen: de spieren verkorten. Na gebruik moet het ATP natuurlijk opnieuw gesynthetiseerd worden en in dit stadium gaat ongeveer de eerste helft van de aanvankelijk geïnvesteerde energie verloren. Dat is nog niet alles. Er treedt ook daarna nog verlies op in het stadium van de eigenlijke spiersamentrekking. Die gebeurt in de cellen dank zij de microscopische glijbewegingenvan de filamenten actine en myosine. Opnieuw gaat onderweg een goed deel van de voorgebrachte energie verloren, er rest één nuttige calorie per calorie die in de vorm van warmte verloren gaat. In totaal maakt dat 50% verlies bij de synthese van het ATP en nog eens 50% tijdens het ineen haken van actine en myosine. Dat geeft dus een spierrendement van 25% (0,5 x 0,5 = 0,25).

Toegepast op de trapbeweging, klopt deze berekening perfect. Zo’n kwart van de verbruikte energie wordt daadwerkelijk benut om de fietser vooruit te helpen. Dezelfde redenering gaat echter totaal niet op voor hardlopers. Want die hebben tegen elke verwachting in, een uitzonderlijk rendement van om en bij de 50%. Een mirakel? Zou de hardlopende mens een middel gevonden hebben om het energieverlies tijdens de eerder beschreven fasen - de synthese van het ATP en het ineen haken van de myosinekoppen- te beperken? Toch niet, want net zoals alle andere stervelingen, verliest onze loper tijdens deze processen driekwart van de geïnvesteerde calorieën. Zijn geheim ligt in de loopbeweging zelf. Hardlopen biedt immers de unieke mogelijkheid om ‘*gratis’* energie terug te winnen dankzij de elastische componenten van pezen en beenspieren. Bij elke pas wordt energie opgeslagen wanneer die structuren uitrekken, op het ogenblik dat de voet op de grond landt. Die energie wordt meteen teruggegeven tijdens de impulsfase, wanneer de spieren opnieuw verkorten. Bij het fietsen is dat niet het geval. De spieren worden nooit echt uitgerekt en de fietser moet bij elke omwenteling telkens weer een maximale hoeveelheid energie in het systeem injecteren. Daarom is zijn rendement zoveel beperkter. Meteen wordt duidelijk dat de maximale capaciteit om zuurstof op te nemen (de VO²max), niet hetzelfde belang heeft voor hardlopers als voor wielrenners. Op de fiets is de VO2max zonder meer doorslaggevend. Er is geen enkele wielerkampioen zonder uitzonderlijk hoge VO2max. Voor een hardloper is een hoge VO2max natuurlijk ook een pluspunt, maar de kwaliteiten van zijn voet zijn minstens even belangrijk. Een goede hardloper weet precies wat hij moet doen om zijn spieren net genoeg te activeren, zelfs voordat zijn voet contact maakt met de grond. Hij kan dus profiteren van een “tweede motor” die even belangrijk is als de eerste. Dit vermogen is, zoals alle andere menselijke kenmerken, het resultaat van talent enerzijds en ervaring anderzijds. Twee factoren die ongetwijfeld ontbraken bij marathonloper Lance Armstrong. Logisch dus dat hij al lopend niet dezelfde suprematie vertoonde als op de fiets.

**Verklaring nummer 2**

**Een andere lichaamsbouw**

Op het eerste gezicht lijkt er niets zo sterk op een elitehardloper als een topwielrenner. Met hun brede borstkas, hun gespierde lichaam en hun zeer lage vetmassa, streven beiden de ideale combinatie van een zo laag mogelijk gewicht en een maximaal vermogen na. Wielrennersdijen hebben natuurlijk een grotere omtrek dan die van hardlopers. Maar enkele maanden specifieke training volstaan waarschijnlijk om dat verschil weg te werken. Morfologisch gezien zouden we hardlopers en wielrenners dus met elkaar kunnen verwisselen. Toch zijn er verschillen. Dat blijkt uit een studie van dokter Alejandro Lucia van het Departement morfologische en fysiologische wetenschappen aan de Europese Universiteit van Madrid. In 2006 ging deze onderzoeker op zoek naar een verklaring voor de suprematie van de Oost-Afrikaanse hardlopers (Kenianen en Ethiopiërs) ten opzichte van hun Spaanse collega’s. Hij vergeleek een aantal gegevens van twee groepen marathonlopers. Dit was het resultaat:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Spaanse lopers | Oost-Afrikaanse lopers |
| VO2max (ml/min/kg) | 77.8 +/- 5.7 | 73.8 +/- 5.6 |
| VO2 aan 21 km/u | 74.8 +/- 5 | 65.9 +/- 6.8 |
| BMI | 20.5 +/- 7.7 | 19.9 +/- 1.5 |
| Omtrek kuiten (in cm) | 33.9 +/- 2.0 | 30.9 +/- 1.5 |
| Beenlengte (in cm) | 40.6 +/- 2.7 | 44.1 +/- 3.0 |

Eerste vaststelling, de verschillen zijn beperkt voor de parameters lichaamssamenstelling en VO²max (waar de Europeanen lichtjes in het voordeel zijn). Het grote verschil ligt in het energieverbruik. Aan gelijke snelheid (in dit geval 21 km/u) verbruiken de Afrikanen minder energie dan de Europeanen. Hierdoor kunnen zij krachten opsparen om op het einde van de wedstrijd nog een versnelling in te zetten en de overwinning in de wacht te slepen. Vanwaar komt dit voordeel? Na tal van pogingen om het antwoord te vinden, blijkt uiteindelijk dat het ‘geheim’ van de Afrikanen vooral ligt in de iets andere verdeling van hun lichaamsgewicht.

Om het eenvoudig voor te stellen: een bepaalde last is moeilijker te dragen, naarmate je hem verder van je zwaartepunt vasthoudt. Dat kan je zelf heel gemakkelijk testen. Stel dat je tien kilometer moet stappen, dan zal je tien kilo zand op een comfortabelere manier kunnen meedragen in een rugzak dan met vijf kilo vastgemaakt aan het uiteinde van elke arm. Als je loopt wint dit gegeven nog aan belang. Amerikaanse onderzoekers hebben aangetoond dat een toename van de belasting ter hoogte van de romp met 100 gram het zuurstofverbruik met 0,1% doet stijgen. Als dezelfde last aan de schoenen is vastgemaakt, stijgt het energieverbruik met 1%. Dat is liefst tien keer meer! Deze kleine berekening maakt dus duidelijk waarom er zoveel aandacht gaat naar het gewicht van loopschoenen.

Op een heel ander terrein zien we de invloed van dit fenomeen op de diversiteit van de dierlijke fenotypes. Bekijk maar eens een struisvogel. Op volwassen leeftijd weegt die ongeveer 130 kilo. Toch is hij in staat lange afstanden af te leggen aan een snelheid van meer dan 70 km/u, net omdat zijn gewicht geconcentreerd is rond zijn zwaartepunt en zijn lichaam uitloopt op enorm lange poten en een lange nek met daarbovenop een kleine kop - waar je dus best niet te veel mee zou spotten. In de natuur zijn deze typische ren-dieren dus gekenmerkt door de beperkte omvang van hun distale ledematen (distaal = ver van het zwaartepunt, nvdr).

Ook bij de mens kan je ervan uitgaan dat het feit dat wij verhoudingsgewijs kleinere handen en voeten hebben dan de andere primaten, ons een voordeel bezorgt in afstandswedstrijden. Een vaststelling die overeenstemt met de bevindingen van de Zweedse professor Bengt Saltin, die de buitengewone superioriteit van de Kenianen in het hardlopen toeschreef aan hun lichte botstructuren ter hoogte van enkels en polsen. Een paar honderd gram minder aan polsen en enkels zou minuten winst opleveren aan de finish van een uithoudingswedstrijd. Dat is dus het geheim van succesvolle hardlopers. En de wielrenners dan? Als je fietst heeft deze parameter geen enkel belang. De polsen bewegen nauwelijks en de invloed van het specifieke gewicht van de enkels verzinkt letterlijk in het niets ten opzichte van de veel grotere krachten die op de trappers inwerken. Kortom, het morfologische voordeel van de Afrikaanse marathonlopers tegenover hun Europese collega’s verdwijnt als je ze op een fiets zet. In de eerste hypothese waren goede wielrenners zoals Lance Armstrong niet per se goede hardlopers. In onze tweede hypothese stellen we vast dat de beste atleten (zoals de Oostafrikaanse marathonlopers) mogelijks niet erg succesvol zouden zijn op de fiets. Al is dat natuurlijk nooit bewezen!

**Verklaring nummer 3**

**Een andere techniek**

En als de verklaring nu eens vooral van technische aard was? Sommige mensen zouden gewoon voorbestemd zijn om te lopen, anderen om te fietsen. Punt aan de lijn! Gedaan met het zoeken naar ingewikkelde verklaringen. Deze hypothese stoort ons echter in die zin dat men fietsen of lopen over het algemeen niet als technische hoogstandjes beschouwt. A priori gaat men ervan uit dat ze tot eenieders aangeboren bewegingsrepertorium behoren en weinig techniek vereisen. Maar misschien is dat wel een vergissing. Neem nu hardlopen. Iedereen weet dat lopen bestaat uit een aaneenschakeling van zweeffasen waarin je snel vooruit gestuwd wordt en impactfasen, waarbij de voet op de grond landt, die remmend werken. Om economisch te lopen, zou je dus best zo groot mogelijke passen zetten om op die manier het aantal remmende factoren tot een minimum te beperken. Tegelijkertijd moet je ervoor zorgen dat ook de verticale bewegingen tot een minimum beperkt blijven, want die kosten veel energie. Maar, naarmate de paslengte groter wordt, gaat ook het zwaartepunt hoger komen. Het voordeel van de lange passen gaat dus onmiddellijk weer verloren. Elke afzonderlijke hardloper moet op basis van die gegevens eigenlijk voor zichzelf het beste compromis vinden. Daarom zal je in een groep lopers ook nooit twee mensen op exact dezelfde manier zien lopen.

Bij wielrenners zijn de stijlverschillen kleiner, omdat de fietsbeweging nu eenmaal aan veel striktere wetten moet beantwoorden. Maar laat je niet bedriegen door de klaarblijkelijke eenvoud van deze beweging. Eén trapbeweging veronderstelt immers een harmonieuze en chronologische werking van 32 spiergroepen! En ook hier komt het erop neer het midden te vinden tussen tegenstrijdige belangen. Zo kun je met een groot verzet bij elke trapbeweging heel veel kracht uitoefenen en op die manier een goed rendement halen, terwijl je met een kleiner verzet eerder een beroep doet op je trage spiervezels en de spiervermoeidheid daardoor kunt uitstellen. Moraal van het verhaal? Ook hier zie je vaak heel verschillende stijlen. Zelfs topwielrenners rijden niet unisono, sommigen kiezen voor een zware belasting, anderen voor de uitvoeringssnelheid. Hardlopen en fietsen zijn dus veel technischer dan meestal wordt aangenomen. Zich verbazen over het feit dat je niet zo gemakkelijk van de ene naar de andere discipline overschakelt, is dus uiteindelijk haast hetzelfde als de vraag stellen waarom een pianist ook geen viool kan spelen. Inderdaad een beetje idioot…

**Verklaring nummer 4**

**Een andere trainingsmethode**

De eerste hypothese was de lastigste. We eindigen met de eenvoudigste, die te maken heeft met de trainingsbelasting. In beide sportdisciplines (hardlopen en wielrennen) moet je heel hard werken om vooruitgang te boeken. Maar, sta ons deze kleine oorlogsmetafoor toe, hardlopers maken progressie zoals de Franse soldaten tijdens de oorlog van 1870, met hun vuurrode pantalons die van hen ideale doelwitten maakten voor de schutters van het andere kamp. Fietsers daarentegen mogen hun parcours afleggen in een haast perfect camouflagepak. Het gaat hier natuurlijk niet om het ontwijken van vijandelijke kogels, maar om de talrijke slijtageproblemen die op de loer liggen: peesontstekingen, beenvliesontstekingen, vermoeidheidsfracturen, enz. De accumulatie van de impactschokken van de voet op de grond bij het hardlopen blijkt *moordend*. Wie met een intensief programma wil beginnen, moet daar voortdurend rekening mee houden. Op de fiets ligt dat helemaal anders. Slijtagepathologieën zijn zeldzaam en je kunt een grote trainingsbelasting aan. Wie het meest traint, zal dus ook aan het langste eind trekken. “*Om waanzinnig graag te fietsen, moet je het vaak doen. Om het vaak te kunnen doen moet je trainen. Om te trainen, heb je wilskracht nodig. Om die wilskracht op te brengen, moet je waanzinnig graag fietsen*”, schreef Jacques Faizant in *Albina et la bicyclette* (Ed. Callmann-Lévy, 1968). Hij liet meteen zien dat hij de addertjes onder deze passie perfect had begrepen. Want als je veel traint, ga je relatief snel vooruit. Maar van zodra je rust neemt, verdwijnt je conditie als sneeuw voor de zon. Je kunt een wielrenner als het ware vergelijken met iemand die op de beurs zijn hele fortuin inzet op één aandeel. In de loopsport moet je (noodgedwongen) meer diversifiëren, waardoor snelle pieken en al even snelle dalen zoals in het wielrennen achterwege blijven. Moraal van het verhaal: tussen hardlopers en wielrenners zijn er veel meer verschillen dan je zou denken. En het is nog niet voor morgen dat we een overwinnaar van de Tour een half jaar later ook de marathon van Parijs op z’n naam zullen zien schrijven. Dat de finish in beide gevallen op de Champs-Elysées ligt, zal daar niet veel aan veranderen!

Gilles Goetghebuer

(\*) Nike zette het experiment in 1998 stop. Philip Boit (39 jaar) zet sindsdien zijn carrière met horten en stoten verder. Zo kreeg hij de kans om deel te nemen aan de de Spelen in Salt Lake City en Turijn en aan verschillende wereldkampioenschappen. Maar hij geraakte nooit weg uit de laagste regionen van het deelnemersveld.

***KADERTEKST 1***

**En de mens schiep het wiel**

We hebben gezien dat de hardloper een rendement heeft van 50%, tegenover slechts 25% bij de wielrenner. Rekening houdend met dit voordeel, zouden we dus al onze verplaatsingen al lopend moeten doen. Maar je hoeft geen bolleboos te zijn om vast te stellen dat je ’s zondags, wanneer je na een verkwikkende nachtrust vrolijk uit je bed springt, sneller bij de bakker bent met de fiets dan lopend. Ook als we de beste prestaties in beide disciplines met elkaar vergelijken, blijkt fietsen sneller en efficiënter. Het wereldrecord hardlopen op de 1000 meter staat al 12 jaar op naam van de Keniaan Noah Ngeny, met 2 minuten 11 seconden en 96 honderdsten. Op de fiets is de Fransman Arnaud Toussaint de snelste met 58 seconden en 875 duizendsten (een record uit 2001). Dat is dus minder dan de helft! Het uurrecord hardlopen staat sinds 2007 op naam van Hailé Gebrselassie, met een fenomenale 21,285 kilometer, maar dat resultaat verbleekt naast de 56,375 kilometer die Chris Boardman in 1996 met zijn fiets aflegde. Hoe leg je die paradox uit? Eigenlijk is het gewoon een kwestie van de verplaatsingskost. De beweging van een hardloper kost meer energie, gewoon omdat die gepaard gaat met veel grotere snelheidsvariaties en omdat het bekken bij elke looppas geblokkeerd wordt en er een verticale verplaatsing van het zwaartepunt plaatsvindt. Op de fiets is het tempo veel gelijkmatiger en zijn er bijna geen fluctuaties. Hoe valt die superioriteit te verklaren? Het antwoord bestaat uit vier letters: WIEL. We zijn de uitvinder van dit ronde ding eeuwige dank verschuldigd! Dankzij het wiel kun je je eigen gewicht (plus een eventuele last) verplaatsen zonder dat je zwaartepunt fluctueert. Het is zo vernuftig dat je je kunt afvragen waarom er geen dieren zijn met wieltjes onder hun poten. Door dit soort rotatie kunnen zenuwen en bloedvaten natuurlijk als het ware in de war geraken. Maar is dat de echte reden? Meestal is de natuur toch erg vindingrijk. Waarom in dit geval dan niet? Volgens ons is het eerder een kwestie van terrein. Vóór de uitvinding van het asfalt konden maar weinig soorten gebruik maken van een vlakke en harde gelijkmatige ondergrond. En toegegeven, in de bergen of in de woestijn is het wiel net iets minder praktisch. Daarom is de evolutie gestopt bij de poten en de benen en was het wachten tot de mens dit technologische wonder bedacht. Waarschijnlijk de mooiste uitvinding uit de geschiedenis van de mensheid.

***KADERTEKST 2***

### De elegantie van de kangoeroe

Biomechanici zijn vaak gefascineerd door de manier waarop dieren zich verplaatsen. Sportlui trouwens ook. Zo wordt beweerd dat Michel Jazy, één van de beste halvefondlopers ooit, meer dan eens naar de renbaan trok om inspiratie te zoeken in het *benenwerk* van de dravers. Vooral de beweging van de voorbenen van deze prachtige viervoeters gelijkt nogal sterk op de voorwaartse cyclus van de hardlopende mens op een piste. Maar als het om de elastische kwaliteiten gaat die het mogelijk maken snel te lopen zonder uitgeput te raken, is de kangoeroe de vanzelfsprekende referentie. Australische wetenschappers onderzochten dit springwonder en ontdekten dat hij dankzij de elasticiteit van zijn lange poten, een groot deel (tot 70%) van de energie die hij verliest tijdens de afremmende landingsfase tijdens de impulsfase recupereert. Resultaat: hij rijgt probleemloos sprongen van ongeveer twee meter aan elkaar en legt lange afstanden af zonder vermoeid te raken. Een kangoeroe die zich bedreigd voelt, kan zelfs meer dan drie meter hoog springen en in één enkele sprong twaalf meter overbruggen. Vreemd daarbij is dat de hoeveelheid energie die hij verbruikt niet echt afhangt van zijn snelheid. Studies op de loopband –ze hebben die arme beesten dus op zo’n vreselijk ding gezet- hebben inderdaad uitgewezen dat kangoeroes een constant aantal sprongen per minuut aanhouden, zonder zich iets aan te trekken van de snelheid van de loopband. Eigenlijk lijken hun sprongen nog het meest op de beweging van een basketbal die je zonder veel moeite hoog van de grond kunt doen terugkaatsen.