

Binnen krachttraining wordt de intensiteit al jarenlang bepaald aan de hand van percentages van het 1 herhalingsmaximum (1RM). Er zijn tegenwoordig echter ook andere bruikbare methoden om de belasting bij de training van het spiervermogen te doseren, zoals Velocity Based Training (VBT). Is VBT een hype of een goed (en wellicht zelfs beter) alternatief voor de RM-methode?

Velocity Based Training Deel I: Meerwaarde ten opzichte van Percentage Based Training

Jeroen Rietvelt

Vraag jij je wel eens af of de trainingsarbeid die je met een patiënt in de oefenzaal of met een sporter in de krachtruimte doet de fysiologische reactie uitlokt en de functionele verbetering oplevert die je voor ogen hebt? Herhalingen, setjes en percentages gebaseerd op het 1 herhalingsmaximum (1RM) kunnen helpen bij het bereiken van je trainingsdoelen, maar zijn misschien niet zo nauwkeurig of sluiten minder goed aan bij de doelzaak dan je in eerste instantie zou denken. Een toename in kracht staat niet garant voor een toename van prestaties in specifieke sportsituaties. Het adagium 'Hoe sterker, hoe beter' staat steeds meer ter discussie. Prestaties op het veld zijn toch veel belangrijker dan sterkere sporters en patiënten? Velocity

Based Training (VBT) sluit aan bij deze ontwikkeling.

Snelheid van uitvoering

Krachttraining is een sterke prikkel om veranderingen in spierkracht, -grootte, -snelheid en -vermogen te ontwikkelen.¹ De intensiteit in krachttraining wordt al jarenlang opgehangen aan de verschillende percentages van het één herhalingsmaximum (1RM). Dit wordt ook wel de 'Percentage Based Training' (PBT) benadering genoemd. Op het moment dat de 1RM is bepaald, gebruiken coaches en therapeuten deze PBT-methode om de trainingsprogramma's uit te schrijven. Hierbij wordt 'gespeeld' (zie tabel 1) met het volume (aantal series en aantal herhalingen per serie) en de intensiteit (%1RM).

Parameter	Kracht	Vermogen	Snelheid	Hypertrofie	Kracht- uithoudings- vermogen
Weerstand (%1RM)	80-100%	60-80%	< 30%	60-80%	30-60%
Herhalingen per set	1 - 4	2 - 5	3 - 7	8 - 12	13 - 20
Sets per oefening	3 - 5	3 - 6	4 - 8	2 - 4	2 - 4
Rust tussen sets (min)	2 - 3	3 - 5	2 - 4	1 - 3	0,5 - 1,5

Tabel 1. Prikkelparameters behorend bij de PBT methode.

Zowel in de literatuur als in de trainingspraktijk is echter steeds vaker te zien, dat de snelheid waarmee krachtoefeningen worden uitgevoerd als belangrijke parameter aan populariteit wint.^{2,3} Waar is dat nu eigenlijk op gebaseerd? Doel van dit artikel is het uitleggen van het VBT principe. Daarnaast wordt de mogelijke meerwaarde ten opzichte van PBT bediscussieerd. De praktische toepassing en praktijkrelevantie van VBT zullen in een vervolgartikel aan de hand van verschillende voorbeelden worden gedemonstreerd.

Wat is VBT en waarom moet het gebruikt worden?

Sinds de jaren '40 van de vorige eeuw wordt de term 1RM gebruikt als gouden standaard bij het ontwerpen van krachtprogramma's ter verbetering van het spiervermogen.⁴⁻⁶ Door de enorme groei van sportscholen is de term 1RM gemeengoed geworden. Vanuit theoretisch oogpunt gezien is het ideaal: bepaal de 1RM en gebruik de bijbehorende percentages die overeenkomen met de specifieke trainingsdoelen (zie tabel 1) van de patiënt of sporter.

Vanuit praktisch oogpunt is trainen op een specifiek %1RM echter gebrekkig, onder meer vanwege de dag-tot-dag variatie in het prestatievermogen van de spieren.³ Onderzoek naar de relatie tussen VBT en PBT toont een variatie van 18% aan.^{3,7,8-10} Dit betekent dat er van meetmoment tot meetmoment een range van 36% rond het laatste gemeten 1RM bestaat. Bij gebruik van PBT is er in de training dus (vrijwel) altijd sprake van een bepaalde mate van over- of onderbelasting.

Daarnaast is trainen op een %1RM ook gebrekkig doordat het testen en het trainen vaak niet op dezelfde intensiteit plaatsvindt. Bij het extrapoleren van de testintensiteit naar de trainingsintensiteit neemt de foutmarge toe naarmate het aantal herhalingen groter wordt.¹¹ Dit speelt met name in situaties waarin

op een hoger %1RM wordt getest en op een lager %1RM wordt getraind.¹¹ Om dit tegen te gaan kan gebruik worden gemaakt van *load velocity profiling* (zie kader 1). De 1RM van het moment wordt dan op basis van enkele (warming-up) sets vastgesteld.⁷

VBT is een manier om de optimale weerstand (= gewicht van de halter) bij een krachtoefening te bepalen, rekening houdend met de dag-tot-dag fluctuatie in het prestatievermogen van spieren, die altijd aanwezig is bij patiënten en sporters. Niet het %1RM bepaalt hoe zwaar de halter moet zijn, maar de snelheid van de halterstang tijdens het uitvoeren van de oefening. Is die snelheid hoger dan bedoeld, dan

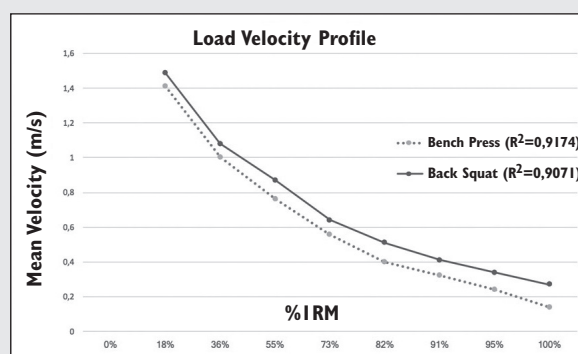
Theorieën en modellen

Binnen het trainen van het spiervermogen zijn er verschillende theorieën en modellen die gehanteerd kunnen worden. Elk model is een vereenvoudiging van de werkelijkheid en is per definitie niet volledig. Bekende modellen die richting kunnen geven aan het trainen van het spiervermogen zijn o.a. de ACSM-krachtpiramide, het Kracht Revalidatie Systeem (KRS), de Reha-boom en het Physical Rehabilitation Training (PRT)-model. Deze modellen worden, zeker binnen de patiëntenzorg, geregeld toegepast. Voor al deze modellen geldt dat ze zijn gebaseerd op de PBT-methode.

De VBT-methode is gebaseerd op de

Load Velocity Profile

Diverse onderzoeken⁷⁻¹⁰ tonen een sterke relatie aan tussen de weerstand (%1RM) en de corresponderende snelheid van de halterstang. Deze relatie kan beschreven worden door middel van lineaire regressie. Als deze relatie visueel wordt gemaakt, is er sprake van een Load Velocity Profile.



Figuur 1. Twee Load Velocity Profiles voor respectievelijk de bench press en de back squat voor een individuele sporter. Merk het verschil in eindsnelheid op bij de 1RM weerstand.

voeg je wat massa aan de halter toe. Is de snelheid juist lager dan bedoeld, dan maak je de halter iets lichter. In de praktijk hanteren trainers en sportfysiotherapeuten de snelheid waarmee een oefening wordt uitgevoerd al geregeld als (impliciet of expliciet) criterium om dichtbij de doeltaak te blijven. Als de (stang)snelheid niet wordt gemeten is het echter niet mogelijk om objectief vast te stellen of het gewicht met de juiste intensiteit wordt verplaatst.

kracht-snelheid (F-v) relatie van een spier.¹²⁻¹³ Deze relatie is misschien wel hét fundament van de trainingsleer op het vlak van spierfysiologie. Er is sprake van een omgekeerd verband tussen de kracht en de contractiesnelheid van de spier. Op het moment dat de voor een beweging vereiste spierkracht groter is (omdat de uitwendige weerstand groter is), zal de contractiesnelheid afnemen. En omgekeerd: als de weerstand kleiner is, hoeft de spier minder kracht te leveren en kan hij

sneller contraheren. Als je bijvoorbeeld fietst met een zwaar verzet, dan zal de kracht die je op het pedaal levert hoog zijn, maar de hoeksnelheid (trapfrequentie) laag. Als je nu schakelt naar een lichter verzet, wordt de te leveren pedaalkracht minder en kan de hoeksnelheid (en zodoende de trapfrequentie) toenemen.

VBT zones

Het VBT concept is te vergelijken met het principe van duurtraining gebaseerd op de hartslagfrequentie: als je binnen een specifieke zone blijft, train je de fysiologische systemen die gekoppeld zijn aan die betreffende zone. Afhankelijk van de krachteigenschap die ontwikkeld moet worden, wordt de juiste weerstand gekozen. Het maakt dan op een betreffende dag niet

eigenschap	gemiddelde snelheid (m/s)
starting strength	> 1,50
speed strength	1,00 - 1,50
strength speed	0,75 - 1,00
accelerative strength	0,50 - 0,75
absolute strength	< 0,50

Tabel 2. VBT-zones met bijbehorende gemiddelde snelheden, gebaseerd op de squat en Olympische lifts.

uit om welk %1RM het exact gaat, zolang de voorgeschreven snelheid maar bereikt wordt. De weerstand 'volgt' dus de snelheid.

Voor het koppelen van haltersnelheden aan krachteigenschappen of trainingsdoelstellingen wordt van origine het krachtcontinuüm van Bosco gehanteerd.¹⁴ Hij beschrijft binnen de range van 0 tot 100% van het 1RM een vijftal eigenschappen:

- 0-15% neurologisch;
- 15-40% startkracht ('starting strength');
- 40-60% niet-kwantificeerbare kracht;
- 65-75% acceleratiekracht;

- 80-100% absolute kracht.

De laatste jaren zijn er verschillende aanvullingen op deze indeling gekomen. In tabel 2 zijn de zones weergegeven op basis van aflopende snelheid. Met name het werk van Bondarchuk¹⁵ heeft ertoe geleid dat de zone van startkracht verder gedefinieerd is. Startkracht (starting strength) is de mogelijkheid om weerstand vanuit stilstand snel te overwinnen.^{3,15} Dit betekent dat de snelheid in deze zone hoog is, met daarbij een hele lage weerstand. Snelheden van 1,3 tot wel 1,8 m/s worden in deze zone bereikt. (toenemende weerstand).

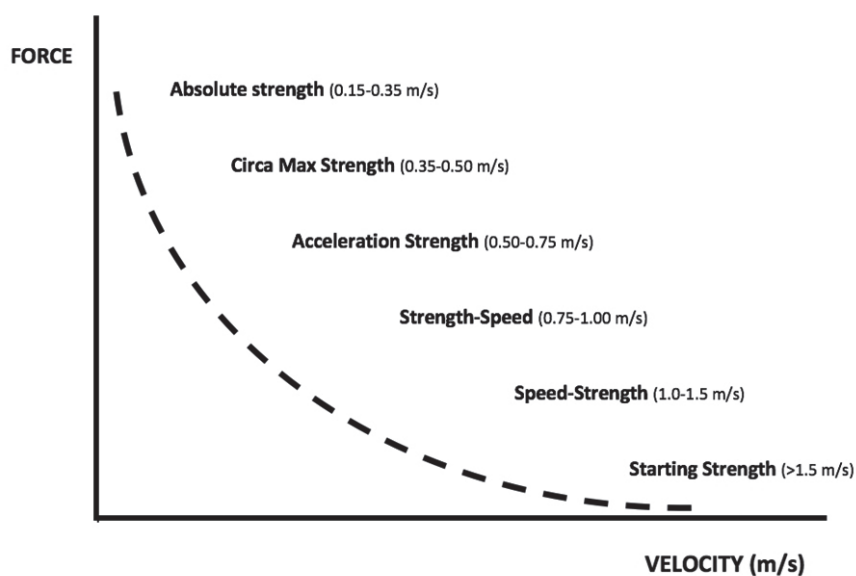
De door Bosco als 'niet kwantificeerbaar' aangeduide zone is inmiddels nader gedefinieerd in een speed-strength en een strength-speed zone.¹⁶⁻¹⁸ Speed-strength betreft snelheden rond de 1,0 tot 1,5 m/s. Het geleverde spiervermogen ($P = F \cdot v$) komt in deze zone vooral uit de snelheid. Deze heeft prioriteit, kracht is secundair. Praktisch betekent dit: lichtere gewichten, die op hoge snelheid worden verplaatst.

Als de kracht dominant is over de snelheid om te komen tot een bepaald spiervermogen, dan wordt er gesproken over de strength-speed zone. In deze zone worden matig zware ge-

wichten tegen een zo hoog mogelijke snelheid verplaatst.¹⁶⁻¹⁹ Snelheden tussen de 0,75 en 1,0 m/s zijn kenmerkend voor deze zone. In dit gebied is de weefselbelasting zeer hoog. Met name bij sportrevalidatie dient hier terdege rekening mee te worden gehouden. Een zwaar gewicht zo snel mogelijk verplaatsen beschrijft de acceleratiestrength zone. De snelheden in deze zone bedragen 0,5 tot 0,75 m/s. In de praktijk kun je bijvoorbeeld denken aan het spiervermogen dat geleverd wordt in een rugby scrum.

Tot slot beschrijft de absolute strength zone eigenlijk precies wat de naam al zegt: de mogelijkheid om maximale kracht te leveren en daardoor het 1RM te vergroten. Snelheden lager dan 0,5 m/s zijn hierbij van toepassing. Gonzalez-Bardillo heeft in zijn onderzoeken een onderscheid laten zien tussen de *squat* en *bench press* oefeningen.^{8,20} Voor de squat werd bij een weerstand van 100% 1RM een stangsnelheid van 0,3 m/s gevonden. Voor de bench press ligt deze snelheid lager, namelijk rond de 0,15 m/s.⁸⁻¹⁰

Als de theorie rondom de F-v relatie geïntegreerd wordt met de verschillende VBT-zones, ontstaat er een duidelijk hanteerbaar model (zie figuur 2)



Figuur 2. De kracht-snelheid curve. De gedefinieerde zones zijn niet snelheidsspecifiek, maar bewegingsspecifiek.



van waaruit gewerkt kan worden. Hierin valt op dat elk punt in de F-v relatie overeenkomt met een specifieke trainingsdoelstelling. In de literatuur over VBT is er hier en daar sprake van kleine verschillen in snelheidszones. Zoals eerder vermeld

speelt dit vooral tussen oefeningen voor de bovenste en de onderste extremiteten. Desondanks vormen de zones een prima houvast voor therapeuten, patiënten, coaches en sporters.

Validiteit en betrouwbaarheid

VBT wordt in de praktijk toegepast door de snelheid van de halterstang te meten. Dit is tegenwoordig bij veel hoofd oefeningen in de krachttraining steeds gemakkelijker en betrouwbaarder door gebruik te maken van zogenoemde 'linear position measu-



Figuur 3. Voorbeelden van linear position measurement (links) en position measurement (boven) instrumenten om de snelheid van de halterstang te meten.

rement' (LPM) apparaten.²¹ Deze apparaten (zie figuur 3 – boven) zijn eenvoudig te verbinden aan trainingsmateriaal zoals halters, dumbbells en gordels door middel van een uittrekbare kabel.

LPM-apparatuur geeft live 'velocity based' feedback aan de gebruiker via een display (smartphone, tablet, computer). Uit onderzoek blijkt dat de betrouwbaarheid en validiteit van deze instrumenten zeer hoog is en de

foutmarge klein.²¹⁻²⁴ Fysieke parameters (zoals lengteverandering van de kabel) worden omgezet in elektrische signalen om de snelheid van de halterstang in beeld te brengen. De versnelling wordt vervolgens berekend uit de verandering van de snelheid binnen een bepaalde tijd (versnelling $[a] = \Delta \text{snelheid } [v] / \Delta \text{tijd } [t]$).²¹

Voordelen van VBT

VBT is niet de manier om de individuele trainingsbelasting van dag tot dag te doseren. Er zijn ook andere autoregulatie methoden (zie kader) die gehanteerd kunnen worden, zoals Rating of Perceived Exertion (RPE), APRE of het 'in-de-tank principe'.³ De VBT-methode heeft voordelen, maar ook nadelen. Vraag je dus altijd eerst af wat je wilt weten en vervolgens of het meten van de stangsnelheid daarbij van meerwaarde is.

VBT is wel veel meer dan 'alleen' feedback omtrent de juiste snelheid en/of het juiste gewicht om een bepaalde vorm van het spiervermogen te trainen. Verschillende redenen om VBT

Autoregulatie

VBT is een vorm van autoregulatie om binnen de training dag-tot-dag fluctuaties op te vangen. Er bestaan ook andere methoden om autoregulatie toe te passen:

'In de tank' principe

Bij deze methode stemt de sporter zelf zijn weerstand af op het aantal herhalingen dat hij na afloop van een set nog zou moeten kunnen maken. Voor een rustige krachttraining in een *de-load* week zou voor de back squat bijvoorbeeld '4 in de tank' kunnen worden aangehouden. Op het programma staan 3 sets van 5 herhalingen, waarbij de sporter na de laatste herhaling van elke set steeds het gevoel moet hebben er nog 4 achteraan te kunnen doen. Hoe minder herhalingen 'in de tank', des te hoger de intensiteit. Een '0 in de tank' set gaat tot uitputting.

APRE: autoregulatory progressive resistance exercise

Dit is een methode om lineaire progressie binnen een krachttraining toe te passen. Het aantal uitgevoerde herhalingen in de vorige set bepaalt de intensiteit voor de volgende. Zodoende wordt rekening gehouden met dag-tot-dag variaties in het prestatievermogen.

RPE (rating of perceived exertion)

Een manier om de subjectieve ervaring tijdens fysieke belasting te beoordelen. De weerstand wordt gekoppeld aan de te verwachten mate van uitputting. RPE wordt op een 0-10 schaal gescoord.

Een nadeel van deze drie autoregulatievormen is dat er pas na afloop van een eerste set of oefening aangepast kan worden. Bij VBT ontstaat er direct feedback en kan de intensiteit acuut worden bijgestuurd.

te gaan toepassen in de krachttraining zijn:

Feedback/feedforward

Zonder twijfel is dit de belangrijkste meerwaarde van VBT. Train ik op de juiste intensiteit, gekoppeld aan de doelstellingen voor het betreffende moment en de fase van periodisering? VBT maakt direct duidelijk of de gekozen weerstand overeenstemt met de trainingsdoelstelling. Naast feedback kan ook feedforward toegepast worden. Zo kan bijvoorbeeld een ondergrens voor de doelsnelheid worden ingesteld, waardoor de set eindigt zodra de sporter deze snelheid niet meer weet te behalen. Meer hierover in deel 2 van dit tweeluik, waarin de praktische toepassingen van VBT zullen worden besproken.

Diagnostisch/prognostisch

VBT kan gebruikt worden om op een snelle en veilige manier een indruk te krijgen van het momentane krachtniveau van een sporter of patiënt. Dit fluctueert van dag tot dag door o.a. vermoeidheid en supercompensatie. Vanwege de bijna perfecte lineaire relatie tussen de gemiddelde snelheid en het $\%1RM^2$ kan VBT aan het begin van een training diagnostisch worden ingezet en kan de trainingsintensiteit worden aangepast aan de belastbaarheid van dat moment.

Monitoring

Het monitoren van de trainingsomvang en -intensiteit wordt bij gebruik van VBT objectiever. Recente onderzoeken laten zien dat de parameter pieksnelheid op dit punt beter is dan de gemiddelde snelheid. Hier zal in deel 2 op worden teruggekomen.

Evaluatief

VBT kan gebruikt worden om trainingsprogramma's te evalueren en progressie in kaart te brengen. Door in de tijd op vaste momenten de snelheid

te meten bij dezelfde oefening met hetzelfde gewicht kan vastgesteld worden in hoeverre de sporter sterker of sneller is geworden.

Psychologisch

In de huidige maatschappij gaat het bij het spelen van games en het gebruiken van apps vaak om het behalen van steeds hogere scores. VBT sluit hierbij aan. Het stimuleert en motiveert sporters om de volgende poging beter te doen dan de vorige, door een hoger wattage of een hogere snelheid te halen.

Discussie

VBT heeft ook enkele beperkingen. Neem op de eerste plaats het kostenplaatje. Ondanks dat de kosten de laatste jaren dalen, kost het al snel enkele honderden euro's om accelerometer gebaseerde systemen aan te schaffen. Lineair position transducers zijn zelfs nog vele malen duurder in aanschaf. Een ander aspect dat niet vergeten moet worden, is dat de coach een bepaalde mate van controle moet durven loslaten. VBT vereist een bepaalde mate van vertrouwen van de coach in de sporter, dat hij elke beweging in elke set met maximale inzet en snelheid uitvoert. Sporters of patiënten die geen zin hebben om hard te werken, kunnen 'misbruik' maken van het systeem door de stang bewust langzamer te verplaatsen en vervolgens met lichtere gewichten verder te trainen. Om dit nadeel te beperken zou je ervoor kunnen kiezen om alleen sporters en patiënten met een hoge mate van eigen verantwoordelijkheid gebruik te laten maken van VBT. Aan de andere kant moet de coach er ook van op aan kunnen dat de sporters de intensiteit correct aanpassen als de doelsnelheid ondanks een volledige inzet niet bereikt wordt. Een derde kanttekening betreft het tijdrovende bijhouden van de data. Sommige systemen hebben een web-

based optie, waardoor gemakkelijk en overzichtelijk inzicht in de data ontstaat. Andere systemen hebben dit echter niet, waardoor de data handmatig moeten worden opgeslagen om ze naderhand te kunnen analyseren.

Conclusies

Er zijn verschillende redenen waarom coaches en therapeuten zouden kunnen overwegen om VBT in hun trainingsprogramma te implementeren in plaats van meer traditionele benaderingen. VBT biedt een unieke kans om het prestatievermogen te optimaliseren. Door gebruik te maken van de verschillende trainingszones kan de coach ervan op aan dat de sporter het maximale uit elke training haalt en dicht bij de trainingsdoelstelling blijft. Voor de sporter en zeker ook de patiënt zal VBT een nieuwe trainingsbenadering kunnen worden. Dit komt niet alleen de motivatie ten goede, maar zeker ook de kwaliteit van de training. Een VBT-systeem kan fungeren als een soort assistent coach. De objectieve en directe feedback richting sporters en patiënten is zeer waardevol en betrouwbaar als gevolg van de goede correlatie tussen de snelheid en het $\%1RM$.

Een VBT-systeem kan een vorm van competitie tussen sporters creëren en verder stimuleren. Zelfs als sporters met verschillende weerstanden trainen, is het mogelijk om objectieve variabelen (zoals snelheid en vermogen per kg lichaamsgewicht) ter onderlinge vergelijking te gebruiken. De haltersnelheden die in dit artikel ter beschrijving van de diverse VBT-zones zijn gegeven dienen met enige flexibiliteit gehanteerd te worden. Sommige sporters en patiënten bewegen sneller of langzamer. Te denken valt aan patiënten die nog een bepaalde bewegingsangst hebben en daardoor nog niet snel genoeg durven te bewegen. Niet alleen trainers, therapeuten, sporters en patiënten hebben baat bij het

gebruik van VBT. Het voorziet ook onderzoeken van kwantificeerbare data, die nieuwe inzichten in de effecten van verschillende trainingmethoden kunnen verschaffen.

Referenties

1. Crewther B, Cronin J & Keogh J (2005). Possible stimuli for strength and power adaptation. Acute mechanical responses. *Sports Medicine*, 35, 967-989.
2. Mann JB et al (2010). The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 1718-1723.
3. Mann JB, Ivey PA & Sayers SP (2015). Velocity-Based Training in football. *Strength & Conditioning Journal*, 37 (6), 52-57.
4. Delorme T (1945). Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 27, 645-667.
5. Delorme TL & Watkins AL (1948). Technics of progressive resistance exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 29 (5), 263-273.
6. Todd JS, Shurley JP & Todd TC (2012). Thomas L. DeLorme and the science of progressive resistance exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26, 2913-2923.
7. Flanagan E & Jovanovic M (2014). Researched applications of velocity based strength training. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22 (2), 58-69.
8. González-Badillo JJ & Sánchez-Medina L (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 347-352.
9. Sánchez-Medina L & González-Badillo J (2011). Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. bench press exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 35, 209-216.
10. Sánchez-Medina L & González-Badillo J (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43 (9), 1725-1734.
11. Richens B & Cleather DJ (2014). The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biology of Sport*, 31 (2), 157-161.
12. Hill AV (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 126 (843), 136-195.
13. Fenn WO & Marsh BS (1935). Muscular force at different speeds of shortening. *The Journal of Physiology*, 85 (3), 277-297.
14. Bosco C et al. (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal of Applied Physiology*, 70, 379-386.
15. Bondarchuk AP (2014). *Olympian manual for strength & size*. USA: Ultimate Athlete Concepts.
16. Jandacka D & Beremlijski P (2011). Determination of strength exercise intensities based on the load-power-velocity relationship. *Journal of Human Kinetics*, 28, 33-44.
17. Jidovtseff B et al. (2006). The concept of iso-inertial assessment: reproducibility analysis and descriptive data. *Isokinetics & Exercise Science*, 14, 53-62.
18. Jidovtseff B et al. (2009). Inertial muscular profiles allow a more accurate training loads definition. *Science & Sports*, 24, 91-96.
19. Roman RA (1986). *The training of the weightlifter*. Livonia, Michigan: Sportivny Press.
20. González-Badillo J, Marques M & Sanchez-Medina L (2011). The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *Journal of Human Kinetics*, 29, 15-19.
21. Harris NK et al (2010). Understanding position transducer technology for strength and conditioning practitioners. *Strength and Conditioning Journal*, 32, 66-79.
22. Cronin JB, Hing RD & McNair PJ (2004). Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 590-593.
23. Hansen KT, Cronin JB & Newton MJ (2011). The reliability of linear position transducer and force plate measurement of explosive force-time variables during a loaded jump squat in elite athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25, 1447-1456.
24. Youngson J (2010). *Reliability and validity of the GymAware optical encoder to measure displacement data*. Geraadpleegd op: <https://www.kinetic.com.au/pdf/GA-Report2.pdf>

Over de auteur

Jeroen Rietvelt werkt als inspanningsfysioloog en strength & conditioning coach voor de Japanse nationale schaatsploeg (allround & sprint) en is docent binnen de masteropleiding Sportfysiotherapie van de Hogeschool Utrecht.