

Recente contracties van een spier hebben grote invloed op de kracht en het vermogen dat die spier kan leveren tijdens de volgende contractie. Vermoeidheid is hiervan natuurlijk een bekend voorbeeld. Soms zijn de kracht cq. het vermogen na een eerdere contractie echter niet lager, maar juist hoger, vooral als deze voorafgaande contractie hoog intensief is geweest. In dat geval wordt er gesproken van 'post activation potentiation' (PAP), kortweg potentiatie. Voor de trainer is dit een zeer interessant verschijnsel, omdat bepaalde prestaties wellicht kunnen worden verbeterd door de betrokken spieren direct daaraan voorafgaand kortdurend zwaar te belasten, bijvoorbeeld door middel van een zware krachtoefening.

Beter presteren door PAP?

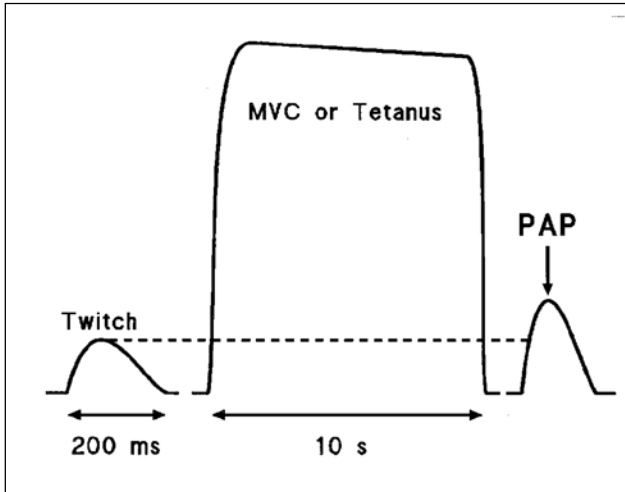
Daniël van Leeuwen

Fysiologisch gezien wordt het verschijnsel *post activatie potentiatie* met name verklaard door een verandering in het myosinefilament. Tijdens de voorgaande contractie wordt het lichte keten deel van de myosine gefosforyleerd, waardoor het filament gevoeliger wordt voor het calcium dat betrokken is bij de spiercontractie (Sale 2002; Sale 2004; Chatzopoulos et al. 2007). Het effect van PAP is duidelijk aangetoond in experimenten waarbij er voor en na een maximale aanspanning een enkel stroompje (twitch) op de spier wordt gezet. Na een maximale aanspanning is de kracht hoger dan ervoor (post-tetanische potentiatie, zie figuur 1). Een verhoogde gevoeligheid voor calcium heeft het meeste effect als de calciumconcentratie in de spier laag is. Dit is kenmerkend voor laag frequente tetanische contracties, die voorkomen bij lage snelheden. Op hoog tetanische contracties (bijvoorbeeld het leveren van maximale kracht) zal een verhoogde calciumgevoeligheid weinig

effect hebben, omdat de concentraties calcium in de spier dan hoog zijn en de gevoeligheid dus een minder grote rol speelt (Sale 2002; Hodgson et al. 2005).

Vezeltype

Onderzoek wijst er op dat PAP het meeste voorkomt in type II vezels, omdat deze in hogere mate worden gefosforyleerd (Sale 2002). Dat lijkt op het eerste gezicht overbodig, omdat juist bij activiteiten waar type II vezels worden gebruikt de vuurfrequenties hoog zijn. Naast een mogelijke toename van de maximale twitchkracht is er echter nog een tweede effect van PAP, namelijk een versnelling van de kracht-opbouw. In een studie van Baudry en Duchateau (2007) werd een versnelde krachtopbouw van de handspieren gevonden na maximale isometrische contracties. Hoewel er geen effect is op de maximale kracht en op de maximale verkortingsnelheid, wordt de kracht-snelheidsrelatie tussen deze uitersten wel beïnvloed (zie figuur 2). Deze



Figuur 1. Het effect van een maximale isometrische contractie op de twitchkracht. Kort na een maximale contractie is deze hoger dan voor deze contractie. (Sale 2002).

wordt minder concaaf (Sale 2002). Dit zou voordelig kunnen zijn voor explosieve bewegingen met een submaximale weerstand.

Het netto effect van potentiatie op het prestatievermogen is niet op voorhand duidelijk, omdat de potentiatie moet concurreren met de eventuele vermoeidheid. In een studie van Gossen en Sale (2000) werd na een isometrische aanspanning bijvoorbeeld een hogere twitchkracht gemeten, terwijl de eigenlijke prestatie nog enige tijd was onderdrukt door de ontstane vermoeidheid.

Onderzoek

In een aantal studies is het directe effect van PAP op het prestatievermogen onderzocht.

Baker et al. (2003) bekeken het effect van een serie bankdrukken (6 herhalingen met 65% van 1 RM) op een 'bench press throw' met 50 kg. De groep die deze serie bankdrukken uitvoerde tussen de pré en post test haalde een 4.5% hoger vermogen in de posttest in vergelijking met een groep die tussendoor niets deed.

In een studie van French et al. (2003) werd het effect van 3x3 of 3x5 seconden maximale isometrische contracties

van 10 maal 1 squat met 90% van 1 RM op de loopsnelheid. Een rust van 3 minuten tussen het kracht- en het loopprogramma resulteerde in iets langzamere tijden vergeleken met de sprints voor het krachtprogramma. Echter een rust van 5 minuten zorgde juist voor een significante verbetering van de sprinttijden (-0.07 s over 10 meter en -0.11 seconde over 30 meter). De auteurs concludeerden dat de extra 2 minuten rust de vermoeidheid van het krachtprogramma zodanig hadden verminderd, dat er een positief netto effect van de potentiatie resteerde.

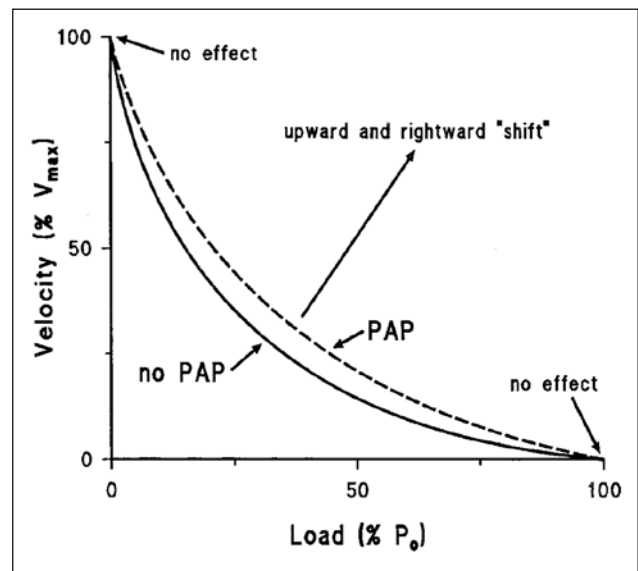
Individuele verschillen

Niet bij iedereen is een vergelijkbaar effect van PAP waarneembaar. Zo werd in een studie van Gourgoulis et al. (2003) in de to-

op drop jumps, counter movement jumps, 5 seconden sprint op een fietsergometer en kniestrekkraft onderzocht. Alleen het protocol van 3x3 seconden had een significant effect op de drop jump prestatie en de kniestrekkraft. Op de andere variabelen werd geen effect gevonden. Chatzopoulos et al. (2007) onderzochten het effect

tale onderzoeksgroep geen significant effect op de spronghoogte gevonden (+2.4%). Na onderscheid te maken tussen de sterkste en minst sterke proefpersonen, bleek alleen de sterkste groep een significante prestatieverbetering (+4%) te vertonen. Wellicht dat dit verschil is veroorzaakt door verschillen in percentage type II vezels (Hodgson et al. 2005).

Een vergelijkbare conclusie werd getrokken door Duthie et al. (2002). In hun experiment werd er in drie groepen getest: jump squats werden uitgevoerd voor zware squats (traditionele methode), zware squats werden uitgevoerd voor jump squats (complexe methode) en zware squats en jump squats werden afwisselend uitgevoerd (contrast methode). Aanvankelijk vonden de onderzoekers als enig significant resultaat een afname van de spronghoogte bij de complexe methode. Na splitsing van de groep op basis van de geschatte maximale kracht bleek er bij de sterkste groep ook sprake van een significante toename van de sprongprestatie bij de contrastmethode.



Figuur 2. Het veronderstelde effect van PAP op de kracht-snelheidsrelatie. Hoewel de maximale kracht en de maximale verkortings-snelheid onbeïnvloed blijven, is er wel effect op de snelheid waarmee kracht wordt opgebouwd. Dit wordt gerepresenteerd door het vlakker worden van de kracht-snelheidsrelatie (Sale 2002).

In een studie van Chiu et al. (2003) werd het effect van een squat op 90% van 1 RM op sprongen met en zonder veerbeweging gemeten. Het percentage potentiatie werd bepaald door het gemiddelde en het maximale vermogen per sprong te analyseren. De groep werd vervolgens verdeeld in gevorderde of beginnende sporters. Een significante toename in het vermogen werd alleen gevonden in de groep gevorderde sporters voor de sprongen zonder veerbeweging. De prestaties van de beginnende groep waren zelfs met 1-4% gedaald, waarschijnlijk door vermoeidheid ten gevolge van de squats voorafgaand aan de sprongen. Dit in tegenstelling tot de gevorderde groep die een verbetering zag van 1-3% in de sprongprestaties. In deze studie is waarschijnlijk niet alleen het effect van potentiatie gemeten, maar ook het effect van getraindheid op het herstel.

Geen effect

Er zijn ook studies bekend die geen direct effect rapporteren van complexe belasting. Robbins and Docherty (2005) keken naar de invloed van een 7 seconden durende isometrische contractie op countermovement jumps die 4 minuten later werden uitgevoerd. Er werd geen verschil gevonden tussen de groep die wel en de groep die niet de isometrische contractie uitvoerde voor de sprongen. Jensen en Ebben (2003) keken naar het effect van 5 series 5 RM squat op de sprongprestatie. Zij vonden geen verschil op 10 seconden, 1, 2, 3 en 4 minuten na de squats vergeleken met de sprong vooraf. Ook na onderscheid te maken in maximale kracht werd er geen significant verband gevonden. Ook in drie andere studies (Hrysmallis en Kidgell 2001; Jones en Lees 2003; Scott en Docherty 2004) werd geen positief effect van potentiatie gevonden, terwijl in de laatstgenoemde studie zelfs 4 sessies werd gemeten om te kijken of langdurigere training meer effect opleverde.

Trainingsstudies

Het potentiatie effect is door sommige trainers vertaald naar een trainingsvorm om de kracht of het vermogen te verbeteren, namelijk complexe training. Hierbij wordt na een zware krachtoefening een explosieve oefening uitgevoerd, bijvoorbeeld squats met 5 RM, gevolgd door een serie sprongen.

Er is slechts één trainingsstudie (Ingle et al. 2006) die het effect van complexe training op langere termijn heeft onderzocht. In deze studie werd ten opzichte van de controlegroep een toename gezien in kracht, vermogen, snelheid en sprongprestatie. Helaas is deze studie uitgevoerd met ongetrainde jongens en trainde de controlegroep in het geheel niet. Dit maakt de praktische relevantie gering.

In een studie van Harris et al. (2000) werd er ofwel getraind op kracht (80-85% 1 RM) ofwel op vermogen (ca. 30% 1 RM) of op een combinatie van beide (maar niet op dezelfde dag zoals met complexe training). De combinatiegroep ging op zeven van de acht variabelen significant vooruit, terwijl de groepen die trainden op kracht of vermogen respectievelijk op vier en vijf variabelen vooruitgang boekten. Het combineren van krachttraining met sprongvormen in één training lijkt daarom niet een must om vooruitgang te boeken. Wellicht dat een toekomstige trainingsstudie kan uitwijzen of complexe training op langere termijn meerwaarde heeft ten opzichte van reguliere krachttraining. Vooralsnog blijft het de vraag of een veelvuldig gepotentieerde spier meer vooruitgang boekt, of dat potentiatie slechts een acuut en tijdelijk effect is, dat geen invloed heeft op de vooruitgang die door training wordt geboekt.

Praktische implicaties

Doordat enkele studies een significant positief effect op het prestatievermogen aantonen blijven potentiatie en

complexe training interessante materie voor trainers. Voor de toepassing van potentiatie in wedstrijden zijn er echter praktische problemen. Het is vaak niet mogelijk om enkele minuten voor een sprint, sprong, worp of andere explosieve beweging een zware squat of andere krachtoefening uit te voeren, zeker op toernooien waar atleten direct voorafgaand aan de wedstrijd tientallen minuten in een callroom moeten verblijven. Een sport als gewichtheffen is daarop een uitzondering, omdat de warming up ruimte zich op korte afstand van de wedstrijdruimte bevindt. In trainingen is het gemakkelijker om potentiatie toe te passen. Trainers zouden complexe training gewoon eens kunnen uitproberen om te kijken of dit betere resultaten geeft, met name voor de sterkste sporters.

Conclusies

Hoewel post-tetanische potentiatie duidelijk is aangetoond op twitches, is het effect van potentiatie op het prestatievermogen minder duidelijk. Onderzoeken op dit gebied geven geen eenduidig beeld. Het grootste probleem is om de optimale rusttijd te vinden om te voorkomen dat vermoeidheid het effect van PAP overstemt. Daarnaast lijken individuele verschillen in spiervezeltypering een rol te spelen. Praktische problemen hinderen de directe toepassing van PAP in wedstrijd-situaties. In trainingen kan men echter relatief eenvoudig gebruik maken van potentiatie.

Referenties

- Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 493-497.
- Baudry, S. & Duchateau, J. (2007). Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 102 (4), 1394-1401.

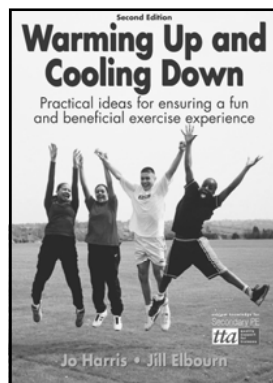
- Chatzopoulos, D.E., Michailidis, C.J., Giannakos, A.K., Alexiou, K.C., Patikas, D.A., Antonopoulos, C.B. & Kotzamanidis, C.M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1278-1281.
- Chiu, L.Z., Fry, A.C., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Brown, L.E. & Smith, S.L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (4), 671-677.
- Duthie, G.M., Young, W.B. & Aitken, D.A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (4), 530-538.
- French, D.N., Kraemer, W.J. & Cooke, C.B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (4), 678-685.
- Gossen, E.R. & Sale, D.G. (2000). Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 83 (6), 524-530.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G. & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 342-344.
- Harris, G.R., Stone, M.H., O'Bryant, H.S., Proulx, C.M. & Johnson, R.L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (1), 14-20.
- Hodgson, M., Docherty, D. & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35 (7), 585-595.
- Hrysonallis, C. & Kidgell, D. (2001). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4), 426-430.
- Ingle, L., Sleaf, M. & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sport Science*, 24 (9), 987-997.
- Jensen, R.L. & Ebben, W.P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 345-349.
- Jones, P. & Lees, A. (2003). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (4), 694-700.
- Robbins, D.W. & Docherty, D. (2005). Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (4), 898-902.
- Sale, D. (2004). Postactivation potentiation: role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, 38 (4), 386-387.
- Sale, D.G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Science Review*, 30 (3), 138-143.
- Scott, S.L. & Docherty, D. (2004). Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2), 201-205.

(Advertentie)

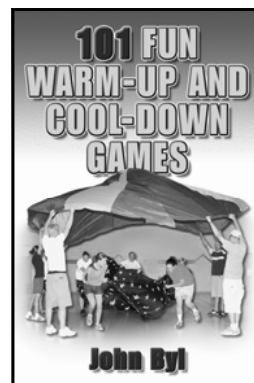
New from Human Kinetics
the world's premier sport and fitness publisher



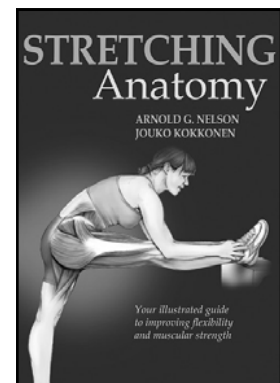
Experts recognise the value of an appropriate preparation (warm-up) and a specific conclusion (cool-down) for physical activity. However, teachers, exercise leaders and coaches generally have not had access to the information they need to correctly lead and teach these key ingredients of active lessons. Now, these long-neglected aspects have finally been addressed.



Warming Up and Cooling Down 2nd Edition
€17.25
ISBN: 978-0-7360-3878-2



101 Fun Warm-Up and Cool-Down Games
€19.50
ISBN: 978-0-7360-4849-1



Stretching Anatomy
€20.99
ISBN: 978-0-7360-5972-5

FOR MORE
INFORMATION

Kemper Conseil | De Star 17 | 2266 NA Leidschendam
t. 070 - 386 8031 | f. 070 - 386 1498 | e. info@kemperconseil.nl
Or online at www.humankinetics.com