

In het jaar 1966 deed de jonge Japanner Yoshiaki Sato een ontdekking. Tijdens een Boeddhistische ceremonie zat hij langdurig in een bepaalde houding en dit bezorgde hem stijve benen. De sensatie kwam volgens hem overeen met wat hij voelde na de zware onderbeenoefeningen die hij als atleet regelmatig deed. Overtuigd iets bijzonders ontdekt te hebben besloot Sato het effect van spierbeknelling te onderzoeken, met zichzelf als proefpersoon.

Trainen zonder zuurstof: Oosterse wijsheid? Effecten van laagintensieve krachttraining met afgeknelde spierdoorbloeding

Lieke Schiphof-Godart

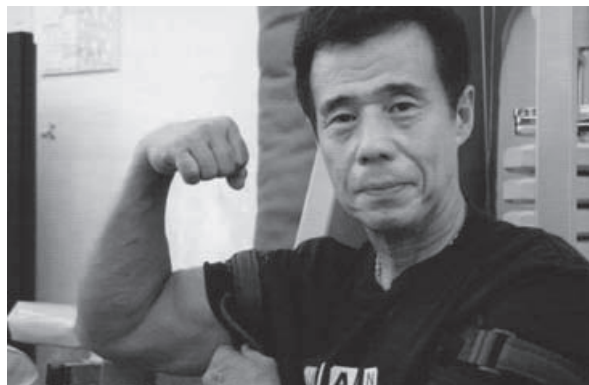
Een jaar later moest Sato in het ziekenhuis worden opgenomen. Zijn zelf ontworpen trainingsmethode, waarbij hij de doorbloeding van zijn spieren tijdens de krachttraining afknelde met behulp van oude fietsbanden, was niet zo veilig als gedacht. Het negeren van een verdoofd gevoel en pijn in zijn spieren had geleid tot een longembolie, waarbij een bloedprop een slagader in zijn longen verstopte.

Tegen het advies van zijn artsen in ging Sato door met zijn experimenten. Na een skiongeluk in 1973 gebruikte hij zijn eigen methode om krachtsverlies in zijn ingegipste benen tegen te gaan. Jarenlang experimenteerde Sato met behulp van studenten om de juiste druk van de band en de juiste trainingsvorm te vinden. In 1983 gebruikte hij hierbij voor het eerst een opblaas-

bare band met drukmeter, vergelijkbaar met de manchet van een bloeddrukmeter. Sato noemde zijn methode 'KAATSU-training' en kreeg hierop in verschillende landen patent.¹

Wat gebeurt er in een afgeknelde spier?

Rond 2005 verschenen de eerste wetenschappelijke artikelen over KAATSU-training, ook wel occlusie-training of 'blood flow restriction training' (BFR) genoemd.² Hierdoor won de methode snel aan bekendheid, ook buiten Japan.



Yoshiaki Sato

Door het afknellen (occlusie) van een arm of been verlaagt men bewust de doorbloeding van o.a. de spieren. Trainen onder deze condities wordt daarom ook wel 'ischaemic training' genoemd: trainen met onvoldoende doorbloeding.³ De gevolgen van het sterk afknellen of afbinden van een lichaamsdeel zijn in principe bekend. Bij een verminderde toe- en afvoer van bloed krijgt een spier minder zuurstof en energie aangeleverd en kunnen afvalstoffen niet goed worden afgevoerd. Hoe harder een spier op dat moment werkt, des te hoger de stofwisseling. Dit betekent dat er bij een geringer aanbod van zuurstof of energie sneller een probleem optreedt.

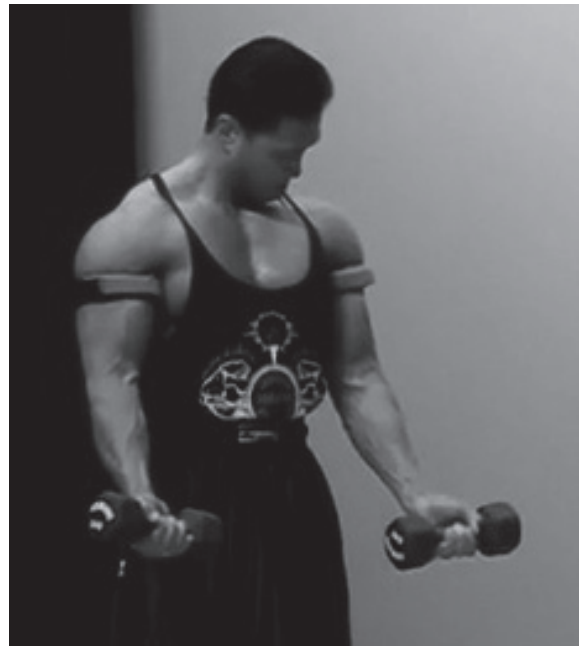
Occlusie heeft ook een effect op de bloedvaten. Deze worden tijdens het afknellen samengedrukt, maar na de occlusie stroomt er in korte tijd juist meer bloed door de vaten dan gewoonlijk. Dit kan de vaatwanden beschadigen en er kunnen bloedproppen ontstaan (trombose).⁴ Sato ondervond dit aan den lijve in de vorm van een longembolie.¹

Occlusietraining in de praktijk

Het expres verhinderen van de bloeds toevoer naar de spieren lijkt dus een slecht idee en het afknellen van spieren tijdens het trainen klinkt al helemaal onlogisch. Uit vele studies blijkt echter dat door een combinatie van occlusie en krachttraining op lage intensiteit (20% van het 1RM) de spierkracht verbeterd kan worden en de spiermassa kan toenemen. Er is een ruim aantal studies bekend waarin training met occlusie vergeleken wordt met dezelfde training zonder occlusie.³ In bijna al die studies is bij de occlusiegroep een grotere toename van spierkracht en spiermassa vastgesteld dan bij de controlegroep.³ In de meeste gevallen viel ook wel te verwachten dat de controlegroep weinig verbetering in spierkracht en spiermassa zou vertonen, vanwege de lage trainingsintensi-

teit. Om de spierkracht te laten toenemen wordt namelijk meestal geadviseerd om op een intensiteit vanaf 70% van 1RM te trainen⁵, beduidend hoger dan bij occlusietraining.

De meeste proefpersonen in de studies naar occlusietraining hadden geen ervaring met krachttraining of waren zelfs fysiek inactief.³ Zij ondervonden positieve effecten van occlusietraining, maar het is onduidelijk wat de positieve effecten van traditionele krachttraining bij hen zouden zijn geweest. De claim dat de effecten van occlusietraining vergelijkbaar zijn met die van traditionele krachttraining is vooral gebaseerd op het percentage verbetering van spierkracht en spiermassa dat te behalen is dankzij deze training.³ Voor zover bekend zijn er echter geen studies uitgevoerd waarin occlusietraining rechtstreeks vergeleken is met traditionele krachttraining. De hoge trainingsintensiteit bij traditionele krachttraining is weliswaar bewezen effectief, maar brengt ook een grotere kans op blessures met zich mee, onder andere door de grotere krachten die op de gewrichten, botten, spieren en pezen worden uitgeoefend. Sommige mensen zijn daarom niet goed in staat om hoogintensieve krachttraining uit te voeren, zoals patiënten na operaties (bijvoorbeeld aan de kruisbanden), hartpatiënten of ouderen. Het kan echter wel wenselijk zijn om ook bij deze mensen de spierkracht te verbeteren. Volgens voorstanders zou occlusietraining voor hen een geschikt alternatief kunnen zijn.³ Dat voor patiënten met hart- en vaatziekten de risico's bij occlusietraining kleiner zijn dan bij traditionele krachttraining is echter nog niet bewezen en lijkt



Krachtsporter demonstreert occlusietraining.

op voorhand niet aannemelijk. Volgens sommigen zouden ook sporters meer baat kunnen hebben bij occlusietraining dan bij traditionele krachttraining.³ Hier is echter geen bewijs voor. Het is ook niet duidelijk of sporters die bekend zijn met hoogintensieve training minder kans op spierbeschadiging of blessures zouden hebben als zij occlusietraining zouden doen.

De occlusieband

Bij occlusietraining maakt men gebruik van een occlusieband (of manchet). Deze moet om de arm of het been geplaatst worden, zo dicht mogelijk bij de romp.⁶ Meestal wordt een smalle band van 5 cm gebruikt, maar in sommige studies gebruikt men brede banden van 18,5 cm.³ Sato was betrokken bij de ontwikkeling van 'KAATSU Master' banden, die 3 cm breed zijn voor de armen en 5 cm breed voor de benen.⁶ Ook bestaat er KAATSU sportkleding waarbij in de mouwen en broekspijpen strakke banden zijn opgenomen.⁶ Hoe breed een band zou moeten zijn voor een optimaal effect is echter nog niet onderzocht. Het lijkt erop dat een brede

band bepaalde voordelen biedt ten opzichte van een smalle band wat betreft het comfort voor de drager, de verdeling van de druk op het lichaamsdeel en het volhouden van de trainingssessie.⁶ Uit onderzoek blijkt dat de positieve effecten van de occlusie het grootst zijn als de band tijdens de gehele training druk blijft uitoefenen.⁶

Hoe hard drukt de band?

Het is belangrijk om de druk van de band om het lichaamsdeel goed te regelen.³ Hierbij spelen individuele verschillen in bijvoorbeeld dikte van arm of been een belangrijke rol. In de meeste studies is een druk van ongeveer 160 mmHg gebruikt.³ Dit is vergelijkbaar met de druk van een manchet bij het meten van de bloeddruk door een arts. Een druk van meer dan 160 mmHg is dus al duidelijk voelbaar. Trainen met een dergelijke drukband om zou wel eens lastig of onaangenaam kunnen zijn. Het lijkt erop dat Sato met zijn occlusietraining comfort niet voorop had staan. Uit sommige studies blijkt geen verschil in het effect van de occlusietraining als een druk van 50, 150 of zelfs 250 mmHg wordt gebruikt.⁶ Het is dus nog onduidelijk wat de optimale druk is. Een druk hoger dan 250 mmHg lijkt echter zeker een slecht idee: dit veroorzaakte bij deelnemers aan een studie een hogere (spier-)vermoeidheid, meer pijn en een verdoofd gevoel in de benen.⁶ Het is eigenlijk verbazingwekkend dat proefpersonen met een dergelijke drukband om nog konden trainen. Volgens de meeste onderzoekers moet de druk van de occlusieband zodanig zijn dat deze wel de aders dichtdrukt, maar niet de slagaders.³ Bloed kan dus wel naar de spier toestromen, maar niet meer terug.³ Dit doet vermoeden dat het effect wordt veroorzaakt door ophoping van bloed en/of afvalstoffen in de spier. Sommige onderzoekers stellen echter dat occlusietraining juist

werkt dankzij een verminderde bloedtoevoer.

Waarom zou occlusietraining werken?

Het is nog niet geheel duidelijk waarom met occlusietraining grotere positieve effecten te behalen zijn dan wat men zou verwachten op basis van de intensiteit (20% van 1RM) waarop de spier wordt belast. Er is nog steeds onderzoek gaande naar de processen die zich bij occlusietraining in de spier afspelen en de effecten hiervan op spieropbouw en -herstel. De meeste onderzoekers gaan er vanuit dat de occlusie zorgt voor een verminderde bloedtoevoer naar de spier.⁷ Dit staat op gespannen voet met de adviezen van andere onderzoekers³, die beweren dat bij occlusie alleen de aderen en niet de slagaders zijn afgekneld. Toch baseren onderzoekers die de effecten van occlusietraining proberen te verklaren zich op het idee dat de spieren bij deze training minder zuurstof en energie via het bloed binnenkrijgen. Dit zou, in combinatie met laag intensieve training, voor aanpassingen op spierniveau zorgen.⁸

Fysieke reacties op occlusietraining

Om het effect van occlusietraining te begrijpen is de eerste belangrijke vraag wat de rol van het gecreëerde zuurstoftekort is, er van uitgaande dat de bloedtoevoer naar de spier daadwerkelijk verminderd is. Een groep onderzoekers⁷ liet daarom drie groepen atletes dezelfde training uitvoeren: één groep terwijl zij lucht met minder zuurstof (80% van gewone lucht) inademen, één groep met een occlusieband en een controlegroep die met een onopgeblazen band de training uitvoerde. Uit hun resultaten bleek voor beide zuurstofarme trainingen een vergelijkbare krachtstoename. De spierkracht in de controlegroep nam echter niet toe. Helaas is in deze studie

het zuurstofgehalte in het bloed niet gemeten, waardoor het onduidelijk is in welke mate er daadwerkelijk sprake was van zuurstofgebrek. Dat trainen met zuurstofgebrek in de spier zou kunnen leiden tot meer krachtstoename dan dezelfde training zonder zuurstofgebrek lijkt dankzij deze resultaten aannemelijk. Er bestaan verschillende theorieën over de redenen hiervan.

Activatie van snelle spiervezels

Door het zuurstofgebrek in de spier zou occlusietraining een ander type spiervezels activeren dan gewone training op lage intensiteit.^{4,9} Training op lage intensiteit activeert normaalgesproken eerst aerobe spiervezels (ook wel type I spiervezels genoemd). Deze langzame spiervezels gebruiken zuurstof bij de samentrekkingen en zijn sneller vermoeid bij een tekort aan zuurstof.⁸ Uit EMG-studies blijkt dat laagintensieve occlusietraining bijna net zoveel 'snelle' (type II) spiervezels activeert als hoogintensieve krachttraining zonder occlusie.³ Deze snelle (anaerobe) spiervezels zijn krachtiger dan de aerobe spiervezels en nemen na activatie sneller in massa toe. Dit kan misschien de grotere toename in spierkracht en spiermassa door occlusietraining verklaren.⁷

Afvalstoffen

Een geblokkeerde afvoer van het bloed zou ook effecten op spiercelniveau kunnen hebben.^{3,8} Omdat het bloed niet goed uit de spier weg stroomt ontstaat er een ophoping van stoffen die bij het samentrekken van de spier vrijkomen (ook wel metaboliëten genoemd). Dit zijn bijvoorbeeld adenosine, melkzuur en K⁺ en H⁺ ionen. Uit onderzoek bleek dat de melkzuurconcentratie na occlusietraining hoger was dan bij een controlegroep die met dezelfde intensiteit had getraind zonder occlusie.⁸ Dit valt ook wel te verwachten omdat laagintensieve trai-

ning zelden voor een hoge concentratie melkzuur zorgt. Volgens sommige auteurs kan het verzuren van de spier door de metaboliëten de hartfrequentie en de bloeddruk doen stijgen.³ Deze stijging is bijvoorbeeld waargenomen bij proefpersonen die met occlusie een looptraining deden.⁶

Groeihormonen

Een andere hypothese met betrekking tot de verklaring van een toename van spierkracht bij occlusietraining is dat dit dankzij een toename in groeihormonen gebeurt. Groeihormonen spelen een rol bij de opbouw van de spieren, vooral wat betreft het collageen dat zorgt voor stevigheid van de spier.³ De spierversuring die bij occlusietraining optreedt zou de afgifte van groeihormonen kunnen stimuleren.^{3,8} In sommige studies is na occlusietraining een verhoging van cortisol en groeihormoon waargenomen die vergelijkbaar is met de waarden na zware krachttraining.⁸

Eiwitsynthese

Voor het toenemen van de spiermassa (hypertrofie) moeten er meer spiereiwitten worden aangemaakt dan dat er worden afgebroken. De aanmaak van spiereiwit wordt ook wel de spiereiwitsynthese genoemd. Hierin spelen allerlei verschillende zaken en stoffen een rol.⁸ Het is bekend dat traditionele zware krachttraining een belangrijke stimulus is voor de spiereiwitsynthese. Uit sommige studies blijkt dat occlusietraining leidt tot activatie van vergelijkbare eiwitsynthese-processen⁸, hoewel niet in alle studies precies dezelfde processen zijn waargenomen.¹⁰

Toepassing van occlusietraining voor krachtstoename

De onderliggende fysiologische processen van occlusietraining zijn nog niet volledig bekend en soms ook moeilijk om te onderzoeken. De effecten zijn echter veel eenvoudiger te

observeren. Verschillende soorten oefeningen, zoals het strekken en buigen van de knie, 'leg press', fietsen, lopen, het buigen van de elleboog en bankdrukken zijn onderzocht.³ De beste resultaten zijn behaald met trainingen op 15 tot 30% van het 1RM, met in totaal 60 tot 70 herhalingen in 3 of 4 sets, met 30 seconden rust tussen elke set.³ Oefeningen op een hogere intensiteit dan 30% 1RM lijken tot meer positieve effecten te leiden, maar ook tot meer pijnklachten.⁶ De optimale trainingduur lijkt 9 à 10 weken te zijn, met 2 tot 3 trainingssessies per week.³ Meer dan 3 sessies per week leidde in de meeste studies tot een minder grote verbetering in spierkracht en spiermassa.³ Een waarschijnlijke verklaring hiervoor is dat de meeste deelnemers in deze studies ongetraind waren en de last van meer occlusietrainingen per week niet aan konden.³ Dit is niet verbazingwekkend als men bedenkt dat het herstel van hoogintensieve conventionele krachttraining ongeveer 48 uur duurt.⁵ Als occlusietraining vergelijkbare effecten op de spieren heeft, zoals de voorstanders beweren, valt te verwachten dat ook hierbij een zekere herstelperiode noodzakelijk is, zeker bij ongetrainde deelnemers.

Vervanging van traditionele krachttraining?

Uit onderzoek blijkt dat de spierdwarsdoorsnede door occlusietraining tussen de 4 en 6% toeneemt.^{3,11} Dit is vergelijkbaar met de toename van spiermassa bij ongetrainde deelnemers als die traditionele krachttraining doen.¹¹ Er zijn echter geen studies bekend waarin de effecten van occlusietraining en traditionele krachttraining rechtstreeks met elkaar zijn vergeleken. Of occlusietraining in vergelijking met traditionele krachttraining betere resultaten oplevert, is dus niet bekend. Ook is niet onderzocht of occlusietraining door deelnemers als pijnlijker of vermoeiender wordt

ervaren. De meeste studies laten zien dat de spiermassa en spierkracht na training met occlusie meer toenemen dan na laagintensieve training zonder occlusie (ongeveer 20% van RM), of na een periode niet trainen.³ Dit bewijst echter alleen dat occlusietraining beter werkt dan minder intensieve training en dan nietsdoen. Dat occlusietraining een beter alternatief is dan traditionele krachttraining voor het vergroten van de spierkracht en de spiermassa, is dus nog niet bewezen.

Veiligheid

De vraag hoe veilig occlusietraining is speelt natuurlijk ook een rol bij het wel of niet kiezen voor deze methode.³ Het is in ieder geval duidelijk dat sommige experimenten (bijvoorbeeld van Sato) slecht af kunnen lopen.

Hart en bloedvaten

In theorie kan occlusietraining slecht zijn voor de bloedvaten omdat de bloedstroom wordt gehinderd.⁴ Sommige aderen worden door de druk van de band dichtgedrukt. Doordat het bloed zich erin ophoopt kan de druk in de aderen oplopen, waardoor deze sterk verwijden. Hierdoor zouden kleppen in de aderen beschadigd kunnen raken. Ook bestaat de kans dat het bloed samenklontert, waardoor bloedproppen ontstaan die een ader zouden kunnen verstoppen. Dit leidde bij Sato tot een bloedprop in de longen (longembolie).¹ Onderzoek naar de aanwezigheid van bloedproppen bij occlusietraining heeft tot nu toe echter geen verhoogd risico ten opzichte van gewoon trainen kunnen aantonen.⁴ Het samenklonteren van het bloed lijkt niet versneld te worden door occlusietraining, als dit op verstandige wijze gebeurt.⁴ Wat de lange-termijn effecten van occlusietraining op de vorming van bloedproppen zijn, is echter nog niet bekend.⁴ Occlusietraining leidt ook tot een hogere hartfrequentie en een hogere

bloeddruk dan trainen zonder occlusie.³ Dit is wellicht niet voor alle mensen gewenst. Of occlusietraining aan te raden is bij mensen met hart- en vaatziekten is dus zeer sterk de vraag.

Spierbeschadiging en pijn

Het lijkt aannemelijk dat spieren snel beschadigen als zij zonder zuurstof hun werk moeten doen. Er zijn echter geen aanwijzingen dat er meer spierbeschadiging ontstaat door occlusietraining dan door andere vormen van (intensief) trainen.⁴ Er zijn bijvoorbeeld niet meer markers voor spierbeschadiging (creatinekinase of myoglobine) gevonden na occlusietraining in vergelijking met dezelfde training zonder occlusie.⁴ Er is echter nog niet veel onderzoek naar spierpijn of spierbeschadiging bij occlusietraining gedaan.

In zeldzame gevallen kan occlusietraining rhabdomyolyse veroorzaken.⁹ Dit betekent dat de spiercellen zodanig beschadigd raken, dat de inhoud (bijvoorbeeld metabolieten en cellichamen) naar buiten lekt.⁹ De kans hierop is 0,008%, dus bijzonder klein, maar het is niet helemaal duidelijk op welke gegevens dit getal gebaseerd is.⁹ Uit een casestudy bij een Noorse ijshockeyer blijkt dat een dergelijke ernstige spierbeschadiging ook goed getrainde atleten kan overkomen.

Deze sporter moest na occlusietraining drie dagen in het ziekenhuis blijven en 18 dagen rust houden. Pas na drie maanden was deze man weer volledig hersteld.⁹

Wat betreft spierpijn zijn er gevallen gerapporteerd van deelnemers die flink wat pijn ervoeren in de bovenbeenspieren. Dit was bijvoorbeeld het geval bij occlusie met brede banden (13,5 cm) die een hoge druk gaven (200 mmHg).⁶ In andere studies die pijn bij occlusietraining onderzochten was de pijnbeleving van de deelnemers laag.¹¹ De meeste mensen voelen matige druk en geven aan weinig tot zeer weinig

last te hebben van pijn, een brandend gevoel of het gevoel van speldenprikjes.¹¹

Zenuwfuncties

Sommige mensen hebben een verdoofd gevoel in hun ledematen als zij occlusietraining doen.⁴ Dit is een aanwijzing voor problemen met de zenuwgeleiding. Uit een studie naar zenuwbeschadiging als gevolg van occlusietraining blijkt echter dat een 4 weken durende training geen effect had op de zenuwgeleiding.⁴ Dit viel volgens de auteurs ook wel te verwachten omdat de occlusie per training maar ongeveer 15-20 minuten duurt.⁴ Ondanks dat occlusietraining vervelende tintelingen kan opwekken, lijkt het bij gezonde mensen dus geen chronisch negatief effect op de zenuwgeleiding te hebben.⁴ Studies langer dan 4 weken zijn echter nog niet uitgevoerd⁴, dus over eventuele negatieve effecten op lange termijn valt nog geen uitspraak te doen.

Oxidatieve stress

Tijdens intensieve inspanning ontstaan meer vrije radicalen dan er geneutraliseerd kunnen worden met antioxidanten. Deze situatie noemt men ook wel oxidatieve stress. Dit is bijvoorbeeld te meten na zware krachttraining, waarbij in het bloed een toename van oxidatieve stress-markers kan worden waargenomen. Uit onderzoek blijkt ook dat zuurstoftekort (bijvoorbeeld door occlusie) kan leiden tot oxidatieve stress. De bloedvaten worden dan bijvoorbeeld gemakkelijker door-dringbaar voor allerlei stoffen (gewenst of ongewenst). In wetenschappelijke studies is bij occlusietraining geen verhoging van de oxidatieve stress gevonden. Deze werd echter wel gevonden bij occlusie of bij zware krachttraining afzonderlijk.⁴ De verklaring hiervoor is dat laag intensieve spiercontracties een positief effect zouden kunnen hebben op de doorbloe-

ding van de spier.⁴ Het lijkt er op dat laagintensief trainen beschermt tegen de negatieve effecten van occlusie. Hoe dit precies komt is nog niet duidelijk: er is nog maar weinig onderzoek naar dit onderwerp gedaan.

Conclusie

Occlusietraining lijkt een werkend alternatief voor traditionele krachttraining te zijn. Er zijn echter geen aanwijzingen dat occlusietraining een betere optie is dan traditionele krachttraining. Ook is er nog veel onbekend over de onderliggende fysiologische processen. Uit sommige studies lijkt naar voren te komen dat ongetrainde deelnemers meer voordeel hebben bij occlusietraining dan getrainde deelnemers.³ Dit is bij traditionele krachttraining echter ook het geval.⁵ Of occlusietraining voor goed getrainde atleten beter werkt dan hun reguliere training is op basis van bestaande gegevens nog niet te zeggen.

Er zijn ook de nodige nadelen aan occlusietraining verbonden, zoals pijn door de drukband en mogelijke gezondheidsrisico's. Voor sommigen kunnen die risico's een reden zijn om het voorlopig bij traditionele krachttraining te houden.

Meer onderzoek is nodig om de voordelen van occlusietraining te bestuderen. Sato persoonlijk gelooft in ieder geval heilig in zijn methode. Als oprichter van het tijdschrift 'International Journal of KAATSU Training Research' en tegenwoordig werkzaam bij de 'KAATSU International University' in Sri Lanka, experimenteert hij na meer dan 50 jaar nog steeds met zijn afbindmethode.

Literatuur

1. Sato Y (2005). The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1, 1-5.
2. Abe T et al. (2005). Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1, 19-23.

3. Lowery RP et al. (2013). Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, E-publicatie voorafgaand aan druk, doi: 10.1111/cpf.12099
4. Loenneke JP et al. (2012). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 1849–1859.
5. ACSM (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 687-708.
6. Fahs CA et al. (2012). Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology*, 1, 14-22.
7. Manimmanakorn A et al. (2013). Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes.

Journal of Science and Medicine in Sport, 16, 337-342.

8. Fujita S et al. (2008). Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*, 4, 1-8.

9. Loenneke JP et al. (2011). Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 510-518.

10. Ozaki H et al. (2014). Effects of walking combined with restricted leg blood flow on mTOR and MAPK signaling in young men. *Acta Physiologica*, E-publicatie voorafgaand aan druk, doi: 10.1111/apha.12243

11. Weatherholt A et al. (2012). Modified Kaatsu training: Adaptation and subject perceptions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45, 952-961.

Over de auteur

Dr. *Lieke Schiphof-Godart* is sinds twee jaar werkzaam bij Topsport Topics, hét sportwetenschappelijk kennisinstituut van Nederland (zie www.topsport-topics.nl). Daarvoor werkte zij als promovendus aan de Universiteit van Orsay in Frankrijk en als docent.

(Advertentie)


www.osee-app.com

See what your coach sees
and analyse yourself







De simpelste, effectiefste en goedkoopste manier van directe video-feedback tijdens de training op je tablet of telefoon

- ◆ *Snelle video-feedback houdt sporters gefocust op de training*
- ◆ *Sporters analyseren hun oefening zelf*
- ◆ *Onderbreekt de 'flow' van de training niet*
- ◆ *Sla alleen belangrijke fragmenten op*
- ◆ *Geen cameraman nodig*
- ◆ *Achteraf niet urenlang terugzoeken, taggen en opslaan*
- ◆ *Voor slechts €0,89!*





Voor iPhone, iPad en Android tablets (met unieke slow motion functie)