

Trening oporowy z okluzją

Przedstawiamy niespecyficzne metody wspomaganie treningu siłowego

W wykorzystanie nieswoistych bodźców treningowych budzi zainteresowanie zarówno praktyków, jak i teoretyków sportu. Objętość pracy, jaką w dzisiejszych sporcie wykonują zawodnicy wydaje się już bardzo duża, a dalsze zwiększanie objętości obciążeń treningowych trudne do wyobrażenia. Stąd, próby wdrożenia w proces treningowy nowych bodźców, niespecyficznych dla wysiłku w danej dyscyplinie. Wykorzystanie nowych rozwiązań ma na celu zmianę raczej jakości, niż objętości bodźców treningowych.

W treningu siły, jedną z kluczowych kwestii jest wielkość stosowanego obciążenia. W literaturze przedmiotu uznano, że obciążenie większe niż 65% maksymalnych możliwości jest niezbędne do uzyskania hipertrofii mięśnia i przyrostu siły. W sporcie siłowym zaleca się stosowanie obciążeń przekraczających 80% maksymalnych możliwości. Tradycyjnie trening siły wiąże się z dźwiganiem dużych ciężarów. Pojawiają się jednak próby opracowania metod wspierania treningu siły, gdzie dźwiganie dużych obciążeń nie byłoby jedynym środkiem do uzyskania efektu przyrostu siły.

Trening rodem z Japonii

Jedną z niespecyficznych metod wspomaganie treningu siły jest wykorzy-

PIOTR ŻMIJEWSKI
Zakład Fizjologii, Instytut Sportu,
Warszawa

stanie okluzji – ograniczenia przepływu krwi w naczyniach krwionośnych kończyny zaangażowanej w akt ruchowy. Ten rodzaj wspomaganie treningu ma swoje korzenie w Japonii, gdzie metoda znana jest pod nazwą KAATSU. Za jej twórcę uznawany jest prof. sir Yoshiaki Sato, który też od 1967 roku udoskonała metodykę treningu z okluzją [10]. W chwili obecnej badania w kierunku pogłębienia wiedzy na temat efektów i bezpieczeństwa metody prowadzone są między innymi w ramach partnerskich programów naukowych American College of Sports Medicine i japońskiej organizacji Sato Sport Plaza [6].

Kaatsu jest formą niskooporowego treningu siły, która opiera się na wykorzystaniu mankietów (opasek) uciskowych ograniczających w kontrolowany sposób wielkość przepływu krwi w naczyniach krwionośnych pracujących kończyn



Kaatsu jest formą niskooporowego treningu siły, która opiera się na wykorzystaniu mankietów (opasek) uciskowych ograniczających w kontrolowany sposób wielkość przepływu krwi w naczyniach krwionośnych pracujących kończyn. Mankiety uciskowe (ang. pressure cuffs) stanowią formę elastycznej opaski uciskowej, z „poduszką powietrzną” po wewnętrznej stronie. Mankiet połączony jest z elektronicz-



nym sterownikiem ciśnienia pozwalającym utrzymać żądane ciśnienie w czasie ćwiczeń. Stosowane są zróżnicowane wielkości ciśnienia w treningu z okluzją. W badaniach Sumide T. [11] przy wykorzystaniu sfigmografu obserwowano ograniczenie wielkości fali tętna na paluchu po założeniu mankieta uciskowego na proksymalną część uda. Stwierdzono, że przy stosowaniu w mankiecie uciskowym ciśnienia 50mmHg, przepływ krwi mierzony na paluchu wynosi ok. 50% przepływu normalnego (bez ucisku), przy 150 mmHg ok. 20%, przy 250 mmHg ok. 10%. W tym badaniu analizowano również wielkości przyrostu siły mięśni w zależności od wielkości ucisku w 8 tygodniowym programie ćwiczeń. Wnioskowano, że to ćwiczenia niskoporowate z zastosowaniem relatywnie niskiego ciśnienia uciskowego (50–150 mmHg) mogą być potencjalnie najkorzystniejsze (ze względu na niski

dyskomfort) dla kształtowania wytrzymałości i siły mięśni w tego rodzaju treningu.

Opisane efekty treningu Kaatsu obejmują zwiększenie przekroju poprzecznego uda, zwiększenie siły mięśni, zwiększenie postaktywacyjnego potencjału czynnościowego mięśni.

Istotne przyrosty

Hipertrofia włókien mięśniowych jest wyrazem adaptacji do zwiększonych obciążeń pracą, której rezultatem jest przyrost masy mięśni i przekroju poprzecznego mięśnia [9]. Przyjęto uważać, że minimalne obciążenie stu-

żące uzyskaniu efektu hipertrofii powinno być nie mniejsze niż 65% maksymalnego pojedynczego powtórzenia (RM – repetition maximum). Niemniej, wiele badań naukowych potwierdza pozytywny, istotny wpływ niskoporowatego (20–50% RM) treningu z okluzją na przyrost przekroju poprzecznego mięśni. T. Abe i wsp. [3] prowadzili badania wśród młodych, aktywnych ruchowo dorosłych, którzy realizowali program ćwiczeń marszowych z okluzją obejmujący 2 sesje treningowe na dzień, przez 6 dni w tygodniu, w okresie 3 tygodni. Sesja obejmowała pięć 2-minutowych odcinków marszu pokonywanych w tempie 50m/min. Mankiet uciskowy wywierał ciśnienie 200 mmHg.

Wyniki wspomnianych badań wskazują, że trening marszowy z okluzją skutkował istotnym przyrostem przekroju poprzecznego i objętości mięśnia czworogłowego (o średnio 5,7% i 4,1%). Odnotowano również istotne przyrosty siły kończyn dolnych mierzonej w wyciskaniu oraz siły prostowania kończyny w stawie kolanowym mierzonej w warunkach izometrii, wynoszące odpowiednio 7,4% i 10,4%. Nie stwierdzono również istotnych zmian aktywności kinazy kreatynowej, uważanej za wskaźnik obciążenia układu mięśniowego. Jednocześnie w grupie kontrolnej realizującej ten sam program bez stosowania okluzji, nie stwierdzono żadnych istotnych zmian.

W innych badaniach poświęconych hipertrofii mięśni po treningu z okluzją młodych mężczyzn poddano treningowi ukierunkowanemu na mięśnie czworogłowe uda oraz grupy kulszowo-goleniowej – badani wykonywali przysiady oraz zgięcia w stawie kolanowym. Program ćwiczeń obejmował dwie sesje treningowe dziennie, 6 dni treningowych w tygodniu, w okresie 2 tygodni.





W każdej sesji wykonywano 3 serie po 15 powtórzeń każdego ćwiczenia, z przerwą 30 s pomiędzy seriami i ćwiczeniami. Intensywność obciążenia odpowiadała 20% RM. W tym badaniu zastosowano mankiety uciskowe, w którym w kolejnych dniach zwiększano ciśnienie, od wielkości 160mmHg do 240mmHg.

We wspomnianych badaniach stwierdzono istotny przyrost przekroju porzecznego uda o 8,5% oraz siły o 16,8% w przysiadzie oraz o 22,6% w zginaniu w stawie kolanowym. Grupa kontrolna realizująca ten sam program, tyle że bez okluzji, uzyskała istotnie niższy przyrost wskaźników zwiększenia przekroju poprzecznego uda i siły odpowiednio: 1,8%, 8,9% oraz 1,3%. We wspomnianych badaniach odnotowano również istotne zwiększenie krążącego insulino-podobnego czynnika wzrostu (IGF-1) w grupie ćwiczącej z okluzją. IGF-1 uważany jest za hormon mający udział w hipertrofii mięśni i przyroście ich siły [4]. W innych badaniach obserwowano również istotne zwiększenie stężenia somatotropiny (GH) 30 minut po wykonaniu niskooporowych (20% RM) i krótkotrwałych (60 powtórzeń w 2-4 seriach) ćwiczeń kończyn dolnych z okluzją [12] – podobnego efektu nie obserwowano w grupie kontrolnej ćwiczącej bez okluzji. W tym też badaniu obserwowano istotnie większe niż w grupie kontrolnej: częstość skurczów serca w trakcie ćwiczenia oraz ciśnienie tętnicze, i obniżenie powrotu żylnego.

Mięsień w gotowości

W szerszych badaniach obejmujących obok zmian siły mięśni również analizę odpowiedzi nerwowo-mięśniowej na trening z ograniczonym przepływem krwi wykazano, że tego rodzaju ćwiczenia przyczyniają się do obniżenia momentu siły mięśnia w czasie wypoczynku oraz zwiększenia postaktywacyjnego potencjału czynnościowego mięśnia (PAP) [7]. W przy-

toczonym badaniu przeprowadzono 8-tygodniowy, niskooporowy (50% RM) trening mięśni zginających staw łokciowy u młodych mężczyzn. Uczestnicy badania ćwiczyli 2 razy w tygodniu, wykonując w pierwszym 2 serie ćwiczeń po 10 powtórzeń, w drugim tygodniu dołożono dodatkową 1 serię, w trzecim tygodniu dołożono 2 serie, a w 4-8 tygodniu dołożono 2 serie + 1 do wyczerpania. Stosowano okluzję przy użyciu mankiety wywierającego ciśnienie 100mmHg. Grupa kontrolna realizowała ten sam program, tyle że bez okluzji. W obu grupach odnotowano zbliżony (23 i 22%) przyrost siły mięśni mierzonej w dynamice, ale tylko w grupie kontrolnej nastąpił istotny przyrost siły skurczu izometrycznego (o 8%) bez zmian w zaangażowaniu jednostek motorycznych. Jedynie w treningu z okluzją obserwowano istotne obniżenie o 21% momentu siły mięśni w wypoczynku, ale jednocześnie stwierdzono istotny, blisko 52% przyrost postaktywacyjnego potencjału czynnościowego mięśnia, co w praktyce może oznaczać większą gotowość mięśnia do wykonania podobnej czynności z submaksymalną siłą przy zaangażowaniu mniejszej ilości jednostek

motorycznych, a w następstwie przy mniejszym wydatku energii [7].

Nie tylko u ludzi

Zawsze zanim wdroży się jakąś metodę w program treningowy należy zadać sobie pytanie dotyczące jej bezpieczeństwa. W Japonii, gdzie zastosowanie metody jest znacząco rozpowszechnione – w ośrodkach zdrowia, siłowniach, szpitalach, ośrodkach rehabilitacji itp., przeprowadzono „narodową ankietę wykorzystania i bezpieczeństwa KAATSU” [8]. Analizę przeprowadzono na podstawie wyników odebranych od 12 642 respondentów stosujących tę metodę.



Wyniki wspomnianych badań wskazują, że trening marszowy z okluzją skutkował istotnym przyrostem przekroju poprzecznego i objętości mięśnia czworogłowego (o średnio 5,7% i 4,1%)

Najbardziej rozpowszechnione efekty uboczne dotyczyły krwiaków podskórnych (13,1%), odrętwienia ustępujące po zdjęciu opaski (1,3%), niedokrwienia mózgu (0,3%), wystąpienia skrzepin (0,06%) bólu (0,04%).

Zaznaczono również, że w czasie ćwiczeń z okluzją występuje ograniczenie powrotu żylnego. Przy znaczącym ograniczeniu dochodzi do obniżenia pojemności minutowej serca, co zmniejsza przepływ krwi do mózgu i obwodowych naczyń krwionośnych. Zalecana jest szczególna ostrożność u pacjentów z chorobami serca, takimi jak choroba niedokrwienna serca, z ciężką stenozą aortalną czy z kardiomiopatią przerostową. Grupą szcze-

gólnego ryzyka są również pacjenci z nadciśnieniem tętniczym i po wylewie krwi do mózgu. Niemniej uznano, że stosowanie metody jest bezpieczne i przynosi obiecujące rezultaty w treningu sportowców i osób zdrowych, a także może być stosowane w rehabilitacji niektórych chorób, w tym także u osób starszych.

Co ciekawe, efekty metody były analizowane nie tylko wśród ludzi. W literaturze dostępne są liczne publikacje z wynikami analizy odpowiedzi organizmu koni na trening Kaatsu. Podobnie jak u ludzi obserwowano przyrost obwodu kończyny i zwiększone wydzielanie somatotropiny [1,2].



Zachować rozwagę

Z dostępnych raportów z badań wynika, że trening o niskiej intensywności z towarzyszącym ograniczeniem przepływu krwi przez zaangażowaną kończynę potencjalnie może wiązać się z poprawą wskaźników fizjologicznych mięśni szkieletowych, głównie ich wielkości i siły mięśni. Wspomniana poprawa ma prawdopodobnie podłoże neuromięśniowej adaptacji: poprawy koordynacji mięśniowej lub/i nerwowej lub/i hipertrofii mięśni niezależnie od płci, stażu treningowego i wieku. Niemniej, w efekt hipertrofii mięśni zaangażowanych jest wiele czynników m.in. wywołana hipoksją, reperfuzją, odpowiedź metaboliczna i hormonal-

na (hormon wzrostu, insulinopodobny czynnik wzrostu, testosteron). Jedną z prób wyjaśnienia relatywnie szybkiej hipertrofii w stosunku do tradycyjnego treningu może być rekrutacja większej liczby szybkokurczliwych włókien mięśniowych niż w treningu tradycyjnym.

W porównaniu do tradycyjnego treningu ciężko atletycznego, który wiąże się ze znacznie większym obciążeniem dla mięśni niż trening niskooporowy z okluzją, ten ostatni może być dobrą propozycją w treningu siły osób starszych lub w rekonwalescencji po kontuzji. Z badań Fujita i wsp. [5] wynika, że niskooporowy (<50% RM) trening z okluzją nie stanowi dużego obciążenia,



Zalecana jest szczególną ostrożność u pacjentów z chorobami serca, takimi jak choroba niedokrwienności serca, z ciężką stenozą aortalną czy z kardiomiopatią przerostową

na co wskazują niskie poziomy wskaźników obciążenia i uszkodzenia mięśni, a przez to stwarza możliwość szybkiej restytucji po treningu. Stąd w jednym dniu treningowym możliwe jest wykonanie nawet dwóch jednostek treningowych z okluzją.

Należy mieć na uwadze, że badania nad zastosowaniem metody treningu z ograniczonym przepływem krwi na gruncie sportu wyczynowego wciąż trwają, a jednoznaczne zasady bezpieczeństwa i metodyka treningu nie zostały jeszcze dostatecznie sprecyzowane. Wdrożenie metody wymaga szczególnej rozwagi oraz wiedzy i umiejętności obserwowania ich oddziaływania na organizm i bieżącą dyspozycję zawodnika.

PIŚMIENNICTWO

Abe T, Kearns CF, Manso Filho HC, Sato Y, Sleeper M, McKeever KH. Acute vascular occlusion in horses: effects on skeletal muscle size and blood flow. *Equine Compar Exerc Physiol* 2004;1: 239-243.

Abe T, Kearns CF, Sato Y, Manso Filho HC, McKeever KH. Muscle, tendon and somatotropin responses to the restriction of muscle blood flow induced by KAATSU-walk training. *Equine Veterinary Journal*, 2006;38:345-348.

Abe T, Kearns CF, Sato Y. Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *Int J KAATSU Training Res* 2009;5:9-15.

Borst SE, DeHoyos DV, Garzarella L, Vincent K, Pollock BH, Lowenthal DT, Pollock ML. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and

IGF binding proteins. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:648-653.

Fujita T, Brechue W.F., Kurita K., Sato Y., Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *Int J KAATSU Training Res* 2008; 4: 1-8.

<http://www.acsm.org>.

Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol* 2004;92:399-406.

Nakajima T., Kurano M., Iida H., Takano H., Oonuma H., Morita T., Meguro K., Sato Y., Nagata T., KATSU Training Group. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *Int J KAATSU Training Res* 2006;2:5-13.

Russell B, Motlagh D, Ashley WW. Form follows function: how muscle shape is regulated by work. *J Appl Physiol* 2000;88:1127-32.

Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J Kaatsu Training Res* 2005;1:1-5.

Sumide T., Sakuraba K., Sawaki K., Ohmura H., Tamura Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *J Sci Med Sport* 2009;12:107-112.

Takano H., Morita T., Iida H., Kato M., Uno K., Hirose K., Matsumoto A., Takenaka K., Hirata Y., Furuichi T., Eto F., Nagai R., Sato Y., Nakajima T. Effects of low-intensity "KAATSU" resistance exercise on hemodynamic and growth hormone responses. *Int J Kaatsu Training Res* 2005; 1: 13-18.