

MGR WOJCIECH KUBASIK, MGR FILIP HUMPA, MGR PIOTR RODAK, MGR ANITA KUBASIK

Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
Centrum Fizjoterapii Galen Rehabilitacja, Bieruń

Trening i rehabilitacja z ograniczonym dopływem krwi do mięśni

– przegląd literatury

Praca recenzowana

Hipertrofia mięśni oraz wzrost siły są nie tylko celem większości podejmowanych treningów sportowych, ale również bardzo ważnym zagadnieniem w nowoczesnej fizjoterapii. Według ACMS (American College of Sports Medicine), aby w normalnych warunkach osiągnąć przyrost masy mięśniowej, zaleca się podnoszenie ciężaru wynoszącego przynajmniej 65% jednego maksymalnego powtórzenia (1-RM). Jednak dla większości populacji ciężki trening oporowy z dużym obciążeniem na stawie z wielu przyczyn jest zbyt trudnym, a często niemożliwym do wykonania zadaniem. Dlatego profesjonalści w dziedzinie sportu oraz naukowcy zaczęli poszukiwać alternatywnych ćwiczeń o mniejszej intensywności,

lecz dających takie same lub zbliżone efekty. Jedną z takich możliwości jest trening okluzyjny – ćwiczenia z ograniczonym przepływem krwi (1, 2).

Podstawy teoretyczne treningu okluzyjnego

Przez pojęcie okluzji rozumiemy zamknięcie światła naczynia krwionośnego wywołane zewnętrznym uciskiem. Kiedy zewnętrzna siła uciskająca zrównoważy ciśnienie krwi wewnątrz naczynia, wówczas przepływ krwi zostaje zablokowany. Do uzyskania tego efektu w treningu okluzyjnym stosuje się specjalne elastyczne opaski, ciśnieniomierze lub taśmy kompresyjne. Zamknięcie przepływu krwi powoduje jej zatrzymanie oraz nagromadzenie. W konsekwencji zostaje przerwany transport tlenu oraz substancji odżywczych do tkanek.

W trakcie ćwiczeń z okluzją dochodzi do szybkiego podjęcia pracy beztlenowej przez mięśnie znajdujące się pod miejscem ucisku oraz poniżej niego. Wywołane w ten sposób niedotlenienie (hipoksja) przyspiesza aktywację włókien szybkokurczliwych (typu II), które w warunkach naturalnych aktywowane są dużo później oraz przy dużo wyższym obciążeniu (ok. 65-80% 1RM). Przy wykorzystaniu okluzji aktywowana jest znacznie większa liczba włókien kurczliwych, a ponadto

dochodzi do niej już przy obciążeniu ok. 20-25% 1RM. Umożliwia to trenowanie włókien typu II osobom, które nie byłyby w stanie wytrzymać dużego obciążenia z powodu kontuzji, choroby (np. serca), wieku lub zmęczenia częstymi treningami z wykorzystaniem większych ciężarów. Jak powszechnie wiadomo, odpowiedni trening włókien szybkokurczliwych prowadzi do hipertrofii mięśni. Ponadto beztlenowa praca skutkuje również obniżeniem pH oraz wydzielaniem hormonu wzrostu (GH), którego produkcja jest dużo wyższa niż przy zwyczajnym treningu.

Istotne jest, by trening okluzyjny nie trwał zbyt długo. Zaleca się wykonywanie 4 serii jednego ćwiczenia o zakresie powtórzeń: 30-15-15-15, z przerwami między seriami trwającymi 30-60 s. Obciążenie powinno wynosić 20-50% 1RM. Drugi ze schematów, jaki można spotkać w literaturze, zakłada stosowanie okluzji podczas kilku różnych ćwiczeń. Dobieramy wówczas ciężar ok. 40-50% 1RM lub nieco mniejszy i wykonujemy ćwiczenie w sekwencji 30-15-15 powtórzeń z przerwami 30-60 s. Następnie zdejmujemy opaski na maksymalnie 5 minut do uzyskania ponownego krążenia i zakładamy je z powrotem w celu wykonania kolejnego ćwiczenia. Wykonujemy ponownie 30-15-15 powtórzeń z przerwami 30-60 s (2-6) (fot. 1).



Zobacz film obrazujący opisaną w artykule terapię:



TITLE: Blood flow restriction training and rehabilitation – a review of the literature

STRESZCZENIE: Celem publikacji jest przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat ćwiczeń z ograniczonym przepływem krwi (trening okluzyjny) z wykorzystaniem ciśnieniomierza oraz elastycznych taśm kompresyjnych.

SŁOWA KLUCZOWE: okluzja, trening oporowy, elastyczna taśma, taśma kompresyjna

SUMMARY: The aim of the paper is to present current knowledge about blood flow restriction exercises (occlusion training) using a pressure gauge and elastic compression bands.

KEYWORDS: resistance training, occlusion, elastic band, compression band

Przegląd literatury

W 2006 roku Kubo i współpracownicy przeprowadzili badania, których celem było porównanie efektów treningu o wysokiej intensywności z treningami o niskiej intensywności, lecz z wykorzystaniem okluzji. 9 zdrowych mężczyzn, w wieku 25 lat (± 2 lata), poddano treningowi 3 razy w tygodniu przez 12 tygodni. Trening polegał na jednostronnym wyproście kolana w pozycji siedzącej, z wykorzystaniem do tego maszyny generującej napięcie izometryczne. Zakres ruchu wynosił od 0 do 90 stopni. Każdy z pacjentów trenował obydwie kończyny dolne. Dla jednej zastosowano trening oporowy o niskim obciążeniu (20% 1RM) wraz z okluzją (LLO). Dla drugiej nogi zastosowano trening oporowy o wysokim obciążeniu (80% 1RM) bez okluzji (HL). U każdego badanego rodzaj treningu został dobrany w sposób losowy dla danej kończyny dolnej. W tym badaniu do uzyskania okluzji wykorzystano mankiety ciśnieniowe umożliwiające kontrolę ucisku oraz powtarzalność warunków okluzji. Co 4 tygodnie obliczano nowe dawki obciążenia oraz zwiększano ciśnienie w mankietach w celu zwiększenia trudności treningu. Wyniki tego badania wykazały, że w ciągu 12 tygodni trwania badania objętość mięśnia czworogłowego uda znacznie wzrosła. Zannotowano wzrost o 5,9% w przypadku LLO i 7,4% w przypadku HL. Nie stwierdzono w tych pomiarach istotnych różnic w relatywnym wzroście objętości mięśni pomiędzy jednym a drugim sposobem treningu. Wykazano również znaczny wzrost fizjologicznego przekroju poprzecznego mięśnia obszernego bocznego (VL) o 6,1% przy LLO oraz 7,5% przy HL, co również nie stanowiło istotnej różnicy. Znaczącą różnicę między dwoma rodzajami treningu zauważono natomiast przy pomiarze maksymalnej siły mięśnia czworogłowego. Mimo znacznego wzrostu siły w przypadku LLO (7,8%) okazał się on zdecydowanie niższy względem HL (16,8%).

Kolejna z różnic między protokołami obu treningów zdecydowanie przeważa na korzyść LLO. Wykazano, że trening z niskimi obciążeniami wraz z okluzją po 12 tygodniach pracy nie miał znacznego wpływu na kondycję aparatu więzadłowego stawu kolanowego. Za to w przypadku treningów z wysokimi obciążeniami wykazano znaczącą sztywność więzadeł, co przełożyło się na ich skrócenie oraz zmniejszenie podatności na rozciąganie. Jedynie w przypadku więzadła właściwego rzepki różnica ta nie była znacząca (2) (fot. 2).

Kolejne z istotnych badań z wykorzystaniem okluzji zostały przeprowadzone przez Pattersona i Fergusona w roku 2013. Celem tych obserwacji było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy trening o małej intensywności wraz z okluzją może być wykorzystywany również przez osoby starsze. Ponadto sprawdzano, czy trening z ograniczonym przepływem krwi przyczynia się do zahamowania osłabienia siły mięśniowej oraz funkcji naczyń krwionośnych obserwowanych u ludzi starszych. Do udziału w badaniach dobrowolnie zgłosiło się 10 osób w wieku od 62 do 73 lat. Osoby te wykonywały ćwiczenie zgięcia podeszwowego stopy z intensywnością rzędu 25% 1RM 3 razy w tygodniu przez 4 tygodnie. Po 2 tygodniach na nowo została obliczona wartość 1RM

dla zwiększenia obciążenia. Obie nogi były trenowane z tym samym obciążeniem, a na jedną z nich był zakładany mankiety ciśnieniowy w celu uzyskania okluzji. Wykazano, że zarówno siła, jak i parametry przepływu krwi w starszym wieku mogą ulec zwiększeniu po zastosowaniu treningu o niskiej intensywności z wykorzystaniem okluzji. Taki rodzaj treningu daje zdecydowanie lepsze rezultaty niż trening o niskiej intensywności bez zastosowania okluzji (5) (fot. 3).

W 2014 r. Neto badał wpływ treningu z ograniczonym przepływem krwi na poziom zmęczenia mięśni podczas ćwiczeń o wysokiej intensywności. W badaniu wzięło udział 12 zawodników ju-jitsu w wieku 25 lat z minimum 2-letnim doświadczeniem w treningach siłowych. Uczestnicy zostali losowo podzieleni na dwie grupy; jedna wykonywała przysiady z okluzją, a druga – bez niej. Badania trwały 8 dni. 7 pierwszych dni przeznaczono na sesje zapoznawcze i umiarkowane ćwiczenia fizyczne. Intensywność wysiłku określono 2 dni przed badaniem i wynosiła ona 80% pierwszego maksymalnego powtórzenia (1RM). 8. dnia zmierzono siłę maksymalnego skurczu izometrycznego. Oceny dokonano przy pomocy powierzchniowej elektromiografii przed przysiadami i zaraz po serii przysiadów. Przed sesją treningową badani robili krótką rozgrzewkę o niskiej intensywności ćwiczeń, po której następowała 3-minutowa przerwa przed serią przysiadów. Przysiady były wykonywane w zakresie od 0 do 90 stopni zgięcia w stawach kolanowych. Grupa ▶

reklama

WIĘCEJ NIŻ STUDIA!



Kwalifikacje potwierdzamy dodatkowymi certyfikatami



Fizjoterapia

- > Studia I stopnia + technik masażysta lub technik usług kosmetycznych
- > Studia II stopnia + studia podyplomowe „Podstawy metod neurorehabilitacyjnych” lub „Trener personalny”



Higiena Dentystyczna

studia I stopnia + technik dentystyczny



Kosmetologia

studia I stopnia + technik usług kosmetycznych lub technik masażysta + cykl warsztatów i szkoleń



Techniki Dentystyczne

studia I stopnia + higienistka stomatologiczna + cykl szkoleń specjalistycznych

Tylko u nas:

- Studia rozszerzone bez dodatkowych opłat
- Nacisk na praktyczne umiejętności
- Sam zdecyduj jaka ścieżka edukacji Ci odpowiada

Pobierz informator
www.wseit.edu.pl









Fot. 1. Elastyczne taśmy do okluzji



Fot. 2. Aplikacja na staw kolanowy



Fot. 3. Aplikacja na staw łokciowy



Fot. 4. Aplikacja na m. trójgłowy łydki

► z ograniczonym przepływem krwi ćwiczyła w lateksowych, elastycznych opaskach, umieszczonych na udach, tuż pod pachwinami. Badaniem Dopplera mierzono maksymalną siłę ucisku elastycznych taśm, która wynosiła 110 mmHG. Przy tej sile dochodziło do 60-proc. zamknięcia tętnicy udowej. Elastyczne opaski zakładane były ok. 40 sekund przed ćwiczeniami i na czas trwania serii. Zdjęcie opasek ograniczających dopływ krwi następowało tuż po ćwiczeniach.

Wartość siły mięśni znacząco spadła podczas testu maksymalnego skurczu izometrycznego (MVIC) zaraz po ćwiczeniach w obydwu grupach, w porównaniu do siły mięśni sprawdzanej przed eksperymentem. Niniejsze badania dowodzą, że sesje treningu siłowego o wysokiej intensywności wywołują znaczne osłabienie wartości siły mięśni niezależ-

nie od tego, czy trening był prowadzony z okluzją, czy bez niej (4) (fot. 4).

Ohta i współpracownicy prowadzili badania na temat efektów treningu okluzyjnego stosowanego po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Badanie trwało łącznie 16 tygodni od dnia zabiegu. Pomiarom poddano 44 pacjentów. Połowa z nich ćwiczyła z ograniczonym przepływem krwi do mięśni. Obydwie grupy wykonywały te same zadania ruchowe przez określony czas. Ćwiczenia wykonywane były z małą intensywnością oraz zazwyczaj w łańcuchu zamkniętym. Podczas pierwszego tygodnia obydwie grupy ćwiczyły bez ograniczenia przepływu krwi. W drugim tygodniu jedna grupa zaczęła badania z okluzją. Opaska uciskowa założona była na bliższą część uda po stronie operowanej z ciśnieniem wywieranym na tkankę 180 mmHg. Przed zabiegiem

mierzono obwody w trzech miejscach uszkodzonej kończyny dolnej. Były one porównywalne ze zdrową kończyną. Po 16 tygodniach wykazano znaczną różnicę w sile prostowników i zginaczy kolana u wszystkich badanych na korzyść ćwiczących z okluzją. Pomiaru dokonano na urządzeniu Biodex System 3. Po 16 tygodniach rehabilitacji zanotowano, także przy pomocy rezonansu magnetycznego (MRI), zwiększenie powierzchni przekroju poprzecznego mięśni ćwiczonych z ograniczonym dopływem krwi. Zaobserwowano również, na podstawie wykonanej biopsji, wzrost włókien typu pierwszego oraz drugiego mięśnia obszernego bocznego. Różnice nie były jednak znaczące. Nie wykazano różnicy w zakresach ruchomości w badanych grupach. Sprawdzano również stabilność przednią stawu kolanowego. Pomiaru dokonano

artrometrem KT200 z siłą 134 N. Nie zauważono jednak różnicy w stabilności stawów kolanowych obydwu grup (7).

Cook w 2014 r. badał wpływ ćwiczeń o umiarkowanym obciążeniu z ograniczonym przepływem krwi na wytrzymałość, moc oraz zdolność wielokrotnego sprintu wraz ze ślinowymi parametrami hormonalnymi. W eksperymencie wzięło udział 20 rugbyistów trenujących minimum 2 lata, podzielonych na dwie grupy. Obydwie grupy wykonywały trening oporowy przez 8 tygodni. Pierwsza, 10-osobowa grupa wykonywała ćwiczenia z ograniczonym dopływem krwi, wykorzystując mankiety ciśnieniowy (180 mmHg). Druga grupa przeprowadzała trening oporowy bez okluzji. Eksperymentalne sesje treningowe przeprowadzane były 3 razy na tydzień przez 3 tygodnie. Rugbyści wykonywali 5 serii po 5 powtórzeń przysiadów, wyciskania sztangi na ławce oraz podciągań o intensywności 70% pierwszego maksymalnego powtórzenia (1RM). Przed rozpoczęciem właściwego bloku treningowego zawodnicy wzięli udział w trwających 2 dni testach mających na celu określenie początkowej siły mięśniowej. Indywidualnie dla każdego zawodnika wyznaczono jedno maksymalne powtórzenie przysiadu, wyciskania ze sztangą oraz podciągania na drążku. Mierzono także moc



Fot. 5. Aplikacja na bark

i szybkość na podstawie wysokokrotnych i kilkunastokrotnych biegów sprinterskich. Zaobserwowano, iż trening z ograniczonym dopływem krwi daje lepsze rezultaty. Zauważono większą poprawę w wyciskaniu na ławce, przysiadach oraz w teście biegowym. Stężenie testosteronu ślinowego oraz kortyzolu było również znacznie większe u osób trenujących z okluzją. Niniejsze badania dowodzą, że sesje treningu siłowego o wysokiej intensywności wywołują znaczne osłabienie wartości siły mięśni tuż po ćwiczeniach, w porównaniu ich do stanu przed ćwiczeniami. Dodatkowo również powodują zmiany w systemie nerwowo-mięśniowym niezależnie od tego, czy trening był pro-

wadzony z ograniczeniem przepływu krwi, czy bez (8) (fot. 5).

Podsumowanie

Dotychczas pojawiło się wiele publikacji poruszających temat treningu okluzyjnego mającego na celu zwiększenie masy mięśniowej i wzrost siły mięśnia z wykorzystaniem mniejszego obciążenia. Przeprowadzono wiele badań, których celem było skonfrontowanie treningów o wysokiej intensywności (HL) z treningami o niskiej intensywności z wykorzystaniem okluzji (LLO). Choć równocześnie naukowcy donoszą o możliwościach wykorzystania okluzji w procesie rehabilitacji wielu schorzeń narządu ruchu, należy zauważyć, że nie przeprowadzono dotychczas wielu badań naukowych na ten temat. Według wielu specjalistów z dziedziny sportu oraz fizjoterapii okluzja, obok innych metod fizjoterapeutycznych, jest narzędziem pomagającym przywrócić prawidłowe funkcjonowanie stawu czy uszkodzonych struktur powięziowo-mięśniowych, a podstawą jej działania w końcowym etapie zabiegu jest zwiększenie krążenia w tkance. Mocne przekrwienie wspomaga natomiast odnowę uszkodzonych struktur mięśniowo-stawowych (2, 5, 9, 10). □

Link do filmu: <https://goo.gl/wW7jd8>

reklama ■



ORYGINAŁ JEST TYLKO JEDEN

Oryginalne plastry **K-Active** firmy Nitto Denko, która jako pierwsza stworzyła plaster terapeutyczny.

www.fizjomix.pl

Szkolenia z zakresu **KINESIOLOGYTAPINGU** terapii zaburzeń mechaniki mięśniowo-powięziowej z wykorzystaniem taśm terapeutycznych.

www.kinesiologytaping.pl



tel. 660 680 702

www.kinesiologytaping.pl

Piśmiennictwo

1. Okita K.: *Effects of Blood Flow Restriction on Intramuscular Energetic Metabolism During Resistance Exercise*. „Ad Exerc Sports Physiol”, 2010; 15 (4): 121-125.
2. Loenneke J.P., Balapur A., Thrower J. B. i wsp.: *Blood flow restriction reduces time to muscular failure*. „European Journal of Sports Science”, 2012; 12 (3): 238-243.
3. Kubo K., Komuro T., Ishiguro N.: *Effects of Low-Load Resistance Training With Vascular Occlusion on the Mechanical Properties of Muscle and Tendon*. „J Appl Biomech”, 2006; 22 (2): 112-119.
4. Neto G.R., Santos H.H., Sousa J.B.C.: *Effects of High-Intensity Blood Flow Restriction Exercise on Muscle Fatigue*. „J Hum Kinet”, 2014; (1): 163- 172.
5. Patterson S., Ferguson R.A.: *Enhancing Strength and Postocclusive Calf Blood Flow in Older People With Training With Blood-Flow Restriction*. „J Aging Phys Act”, 2011; (3): 201-213.
6. Takarada Y., Takazawa H., Sato Y.: *Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans*. „J Appl Physiol”, 2000; (88): 2097-2106.
7. Ohta H., Kurosawa H., Ikeda H. i wsp.: *Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction*. „Acta Orthop Scand”, 2003 Feb; 74 (1): 62-8.
8. Cook C.J., Kilduff L.P., Beaven M.C.: *Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training*. „International Journal of Sports Physiology and Performance”, 2014; (9): 166-172.
9. Yasuda T., Brechue W. F., Fujita T. i wsp.: *Muscle activation during low-intensity muscle contraction with restricted blood flow*. „Journal of Sport Science”, 2009; 27 (5): 479-489.
10. Silva J., Neto G.R., Freitas E.: *Chronic Effect of Strength Training with Blood Flow Restriction on Muscular Strength among Women with Osteoporosis*. „Journal of Exercise Physiology”, 2015; 18 (4).