

ZASTOSOWANIE KOMPRESJI W MEDYCYNIE I SPORCIE

THE USE OF COMPRESSION IN MEDICINE AND SPORT

Katarzyna Ochalek¹, Zbigniew Szyguła^{2,3}

¹Zakład Rehabilitacji w Traumatologii, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

²Zakład Medycyny Sportowej, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

³Zakład Nauk Biomedycznych, PWSZ, Nowy Sącz

Streszczenie

Kompresja uważana jest za ważny czynnik zapobiegawczy i leczniczy chorób układu żylnego i limfatycznego, odgrywa także istotną rolę w sporcie. W chwili obecnej na rynku dostępnych jest wiele materiałów (bandaży, gotowych produktów uciskowych, odzieży uciskowej) wykorzystywanych w kompresjoterapii. Celem pracy jest przedstawienie znaczenia kompresji wykorzystywanej zarówno w medycynie, jak i sporcie.

Pierwszą część pracy stanowi rys historyczny i definicja kompresji z medycznego punktu widzenia, następnie omówione są różne typy kompresji, jej znaczenie w profilaktyce i leczeniu zakrzepicy żyłnej oraz w redukcji obrzęku. Trzecia część pracy poświęcona jest roli kompresji podczas wysiłków fizycznych oraz jej wpływ na procesy wypoczynkowe.

Wnioski: Kompresja uważana jest za najważniejszą metodę leczenia niewydolności żyłnej i limfatycznej, ale może być także metodą wspomagającą stosowaną podczas wysiłków fizycznych i po ich zakończeniu, w trakcie odnowy biologicznej. Jej stosowanie w sporcie wymaga jednak dalszych badań.

Słowa kluczowe: kompresjoterapia, odzież uciskowa, wysiłek fizyczny, wypoczynek, odnowa biologiczna

Abstract

Compression is considered to be an important factor in the prevention and treatment of lymphatic and vein insufficiency and plays an important role in sport. There are a wide variety of materials (bandaging, compression garments and elastic tights and tops worn as exercise clothing) available which can be used for compression therapy. The purpose of this overview is to discuss the role of the compression in medicine and in sport.

The first part of article describes a historical aspect of compression and its definition from medical point of view, the next discusses different type of compression, significance in the prevention and treatment of deep vein thrombosis and reducing swelling. The third part is focused on the role of compression garments during physical effort and in recovery.

Conclusion: Compression is the most important treatment modality for lymphatic and vein insufficiency. It may be beneficial as a recovery modalities but further investigations of the use of compression during physical effort and in recovery are needed.

Key words: compression therapy, compression garments, physical effort, recovery, recuperation

Współczesna cywilizacja stawia coraz większe wymagania wobec organizmu człowieka, który w pogoni za sukcesem zmuszony jest do pokonywania dużych obciążeń. Pokonywanie kolejnych barier ludzkich możliwości także w sporcie nie byłoby możliwe gdyby nie prawidłowa realizacja i sterowanie procesami odnowy biologicznej.

Proces powrotu do poziomu wyjściowego lub zbliżonego do niego po dużych obciążeniach fizycznych i psychicznych oraz przeciwdziałanie przetrenowaniu, jest możliwe dzięki umiejętności właściwego wypoczynku, który warunkuje sukces, zachowanie zdrowia i sprawności. Wśród metod wspomagających i przyspieszających proces regeneracji sił ustroju wykorzystuje się różne środki oraz zabiegi fizykalne, takie jak masaż, wypoczynek czynny, krioterapia, zanurzenie w wodzie, stretching, elektrostymulacja,

tlenoterapia, niesteroidowe leki przeciwzapalne [1]. Wśród metod tych coraz częściej wymienia się również kompresję. Kompresja w sporcie stosowana jest także w celu poprawy możliwości wysiłkowych w naturalny i fizjologiczny sposób oraz w celu ograniczenia ryzyka uszkodzeń mięśniowych [2-10]. Niestety, dane na temat skuteczności stosowania różnych produktów uciskowych podczas wysiłku i/lub po jego zakończeniu nie są jednoznaczne. Pojawiają się także głosy krytyczne, wskazujące na brak wystarczających dowodów potwierdzających korzystny wpływ na procesy fizjologiczne i poprawę możliwości wysiłkowych sportowca [5, 6, 11-15], jednakże stosowanie odzieży kompresyjnej staje się coraz bardziej popularne w fitnessie, rekreacji oraz sporcie wyczynowym.

Celem pracy jest dokonanie krótkiego przeglądu dostępnych danych i aktualnych poglądów na temat stosowania kompresji w medycynie i sporcie.

Czym jest kompresja?

Kompresja (*compression*) czyli ucisk z medycznego punktu widzenia definiowana jest jako ciśnienie wywierane na tkanki za pomocą różnego rodzaju materiałów uciskowych - bandaży, rękawów lub nogawek (*compression garments*) o odpowiedniej klasie (stopniu) ucisku. W zależności od generowanych ciśnień może ona spełniać rolę profilaktyczną, terapeutyczną (kompresjoterapia) lub wspomagającą [16].

Kompresjoterapia znajduje szerokie zastosowanie w limfologii, flebologii oraz dermatologii. Ostatnio kompresja znajduje także zastosowanie w różnych dyscyplinach sportowych takich jak: chód, biegi krótko i długodystansowe, skok wzwyż, kolarstwo oraz w wybranych grach zespołowych [8, 11, 12]. Wykorzystywana jest podczas sesji treningowych - w trakcie intensywnych wysiłków, jak również może być stosowana w połączeniu z innymi metodami wspomagającymi - krioterapią czy masażem w okresie odnowy biologicznej [1, 13, 17]. Cieszy się także popularnością wśród takich aktywności ruchowych jak myślistwo, golf, stosowana jest również u osób podróżujących, pozostających w przymusowej pozycji kilka, kilkanaście godzin.

Rys historyczny

Wykorzystanie kompresji znane jest od bardzo dawna. Ślady użycia bandaży potwierdzają egipskie papiirusy opisujące technikę bandażowania nabytą i doskonałą w procesie mumifikacji zwłok. Dzięki niej Egipcjanie mieli praktyczne umiejętności bandażowania wszystkich części ciała. Pojęcie i opis bandażowania obecne są również w wielkim dziele Hipokratesa *Corpus Hippocraticum*, pochodzącym z IV wieku p.n.e. Hipokrates po raz pierwszy opisał bandażowanie i opatrywanie ran różnych okolic ciała. Po raz pierwszy wskazał zależność pomiędzy raną przypominającą owrzodzenie żyłne a obecnością żyłaków. Opatrunki uciskowe szeroko stosowano przez cały okres średniowiecza, co zostało zaczerpnięte z metod stosowanych w medycynie arabskiej [18].

W XIX w. kompresję zalecano także w zapaleniach żył, róz, po operacjach i oparzeniach I/II stopnia oraz w profilaktyce chorób układu żylnego. Szybki rozwój techniki i przemysłu włókienniczego sprawił, że na przełomie wieków stosowano już około 15 typów bandaży elastycznych o różnej szerokości i długości jednak dopiero początek XX zaowocował powstaniem produktów uciskowych spełniających wymogi współczesnej kompresjoterapii [19].

Prawo Laplace'a

Kompresja polega na przyłożeniu do powierzchni kończyny odpowiedniej siły ucisku, generującej różnicowane wartości ciśnień zewnętrznych, tzw. ciśnień międzypowierzchniowych (*interface pressure*). Ciśnienie międzypowierzchniowe jest ciśnieniem między materiałem uciskowym a skórą. Ciśnienie to wyrażane jest w mm Hg i można je przedstawić za pomocą prawa Laplace'a [20].

$$P = T/R$$

gdzie:

P (pressure) – ciśnienie

T (tension) – napięcie, naciąg

R (radius) – promień miejscowy krzywizny kończyny

W kompresji wyróżnia się 2 rodzaje ciśnień:

1. ciśnienie spoczynkowe (*resting pressure*), stałe ciśnienie międzypowierzchniowe wytwarzane z zewnątrz przez materiał uciskowy oraz
2. ciśnienie aktywne (*active pressure*), zmienne ciśnienie międzypowierzchniowe generowane wewnątrz, głównie dzięki pracy mięśni podczas ruchu.

W Europie rozróżnia się 5 stopni ucisku w zakresie 10-60 mm Hg.

Klasa A – 10-20 mm Hg

Klasa I – 21-30 mm Hg

Klasa II – 31-40 mm Hg

Klasa III – 41-50 mm Hg

Klasa IV – 50-60 mm Hg

Ucisk przyspiesza przepływ krwi w żyłach zdrowych i zmienionych chorobowo, a także w naczyniach krążenia obocznego i w mikrokrażeniu [21, 22].

Niskie ciśnienia (około 18-20 mm Hg – tzw. Klasa A) spełniają rolę profilaktyczną, ciśnienia powyżej 20 mm Hg wytwarzają kompresję terapeutyczną w 4 klasach ucisku.

Wpływ kompresji na układ żylny

W pozycji stojącej krew płynie przez żyły wolno. Ciśnienie żyłne, które równe jest wysokości słupa krwi pomiędzy stopą a prawym przedsionkiem wynosi 80-100 mm Hg. Podczas chodzenia przepływ krwi jest przyspieszany przez pompę mięśniową goleni i stopy u osób zdrowych z wydolnymi zastawkami żylnymi, co prowadzi do zmniejszenia ilości krwi w stopie i redukuje ciśnienie żyłne do około 10-20 mm Hg [23].

Wykazano, że pod wpływem ucisku zewnętrznego dochodzi do zmniejszenia średnicy zarówno żył powierzchownych, jak i głębokich. Zwężenie światła żyły prowadzi do zmniejszenia objętości krwi żyłnej w kończynie i w konsekwencji przyspieszenia prze-

plywu krwi żyłnej. Poprawie ulega także czynność pompy mięśniowej łydki. Powyższe zjawiska hemodynamiczne prowadzą do lepszego powrotu krwi żyłnej do serca [16].

Wpływ kompresji na układ chłonny

Pod wpływem kompresji zmniejszeniu ulega ciśnienie w początkowych naczyniach chłonnych, poprawiając przepływ chłonki w mikrokrążeniu i w całej przestrzeni zewnątrzpowięziowej. Dzięki kompresji zmniejsza się proces filtracji w części tętniczej kapilar i zwiększa się proces resorpcji w części żyłnej i dzięki temu płyn łatwiej powraca do układu żylnego [24].

Wpływ kompresji na mikrokrążenie

Kompresja przyspiesza przepływ krwi w mikrokrążeniu. Filtracja włosniczkowa jest zmniejszona, a reabsorpcja zwiększa się dzięki poprawie ciśnienia panującego w tkankach. Miejscowy ucisk tkanek powoduje wzrost prędkości przepływu krwinek w naczyniach włosowatych, stwierdzony na podstawie przepływometrii laserowo-dopplerowskiej. W kapilaroskopii oceniono, że po kilku dniach zastosowania ucisku zmniejsza się średnica naczyń włosowatych i wzrasta ich gęstość. Przypuszcza się, że w wyniku ucisku prawdopodobieństwo interakcji pomiędzy krwinkami białymi i śródbłonkiem maleje, zmniejszając tym samym nasilenie reakcji zapalnej i ryzyko wystąpienia zaczopowania włosniczek [25].

Cechy i rodzaje kompresji

Ważnymi cechami materiałów kompresyjnych jest rozciągliwość, która określa zdolność materiału do wydłużania się w odpowiedzi na przyłożoną siłę oraz elastyczność a więc zdolność materiału do przeciwstawiania sile rozciągania i zdolność powrotu włókien do swojej oryginalnej długości.

Ze względu na stopień rozciągliwości materiały te można podzielić na:

short-stretch – o niskim stopniu rozciągliwości: 40-70%

medium-stretch – o średnim stopniu rozciągliwości: 70-140%

long-stretch – o wysokim stopniu rozciągliwości: powyżej 140%.

Ze względu na elastyczność rozróżnia się:

- kompresję nieelastyczną zapewnioną przez bandażę typu *short stretch* oraz gotowe produkty kompresyjne, takie jak rękawy, rajstopy, pończochy, podkolanówki (płaskodżiane, ze szwem)
- kompresję elastyczną zapewniają bandażę typu *medium* i *long stretch*, oraz gotowe produkty kompresyjne – rękawy, rajstopy, pończochy, podkolanówki elastyczne (okrągłodżiane, bez szwu)

Materiały do kompresji typu *short-stretch* zbudowane są z mało rozciągliwych, sztywnych włókien, najczęściej bawełnianych, niekiedy z dodatkiem viskazy. Materiał ten generuje wysokie ciśnienia aktywne pojawiające się podczas pracy mięśni. Dzięki małej elastyczności ten typ kompresji odgrywa kluczową rolę w zarówno w intensywnej jak i podtrzymującej fazie leczenia obrzęku chłonnego (lymphedema) [26]. Zaletą jej jest możliwość stosowania zarówno w dzień jak i w nocy, ze względu na niskie ciśnienie spoczynkowe wywoływane w tkankach.

Materiały kompresyjne typu *medium* lub *long stretch* zawierają znaczną ilość elastomerów, w których skład wchodzi naturalne bądź syntetyczne włókna gumowe. Po założeniu utrzymują one w miarę stałe napięcie i ucisk, niezależnie od przyjmowanej pozycji ciała i aktywności mięśni. Ze względu na wysokie ciśnienie spoczynkowe wywoływane w tkankach, które może zaburzać przepływ tętniczy i przepływ w naczyniach skóry powinny być zdejmowane na noc. Wskazaniem od stosowania tego typu kompresji jest przede wszystkim profilaktyka pierwotna i wtórna przewlekłej niewydolności żyłnej (CVI), profilaktyka powikłań zakrzepowych (DVT) w okresie zwiększonego ryzyka (okres okołoperacyjny, unieruchomienie, długie podróże samolotem) [27, 28]. Ten typ kompresji wykorzystuje się także w sporcie.

Zasady doboru wyrobów kompresyjnych

Gotowe wyroby uciskowe są najprostszym sposobem stosowanym w kompresjoterapii, pozwalającym uzyskać stopniowany ucisk. W odróżnieniu od bandażu napięcie materiału jest tu z góry określone a wytwarzane za pomocą pończoch, nogawek, rękawów lub odzieży uciskowej na pozostałe części ciała, ciśnienia utrzymują względnie stałe wartości. Gotowe wyroby uciskowe różnią się stopniem wytwarzanego ucisku i elastycznością. Różne są też wskazania do ich zastosowania. Wszystkie produkty powinny być dobierane indywidualnie pod względem rozmiaru i klasy ucisku [29]. Dobór należy rozpocząć od wykonania podstawowych pomiarów obwodów i tak w przypadku kończyny dolnej pomiary rozpoczyna się od obwodu powyżej kostki, następnie w najszerszym miejscu łydki, poniżej kolana i w połowie uda i około 5 cm poniżej krocza. W celu doboru rajstop trzeba dodatkowo zmierzyć obwód bioder i talii. W przypadku doboru kompresji na kończynę górną pomiary będą obejmowały: dłoń, nadgarstek, w połowie przedramienia, łokieć, górną część ramienia.

Podczas stosowania kompresji od palców w kierunku dogłowym siła ucisku powinna stopniowo słabnąć od części dolnych do górnych (dalszych do bliższych).

Zastosowanie kompresjoterapii w profilaktyce i leczeniu niewydolności żyłnej i limfatycznej

Kompresjoterapia uznana za „złoty standard” jest podstawową metodą w profilaktyce i leczeniu chorób układu żyłno-limfatycznego oraz ich powikłań [30].

W rozwiniętej niewydolności chłonnej, w I fazie leczenia, której celem jest odprowadzenie głównie płynu nagromadzonego w przestrzeni podskórnej, wykorzystuje się wielowarstwowe bandażowanie (bandażami typu *short-stretch*), połączone z aktywnością fizyczną i innymi metodami np. z manualnym drenażem limfatycznym (MLD) w celu szybkiego zmniejszenia rozmiarów obrzęku i dopasowania gotowych produktów uciskowych (rękawów, nogawek) stosowanych w fazie podtrzymującej, głównie w ciągu dnia [31]. W przewlekłej niewydolności żyłnej ucisk skutecznie redukuje nadciśnienie żyłne i zaburzenia odpływu krwi żyłnej spowodowane niewydolnością pompy mięśniowej, niewydolnością zastawek żylnych a także zakrzepicą żylną [32].

U osób pozostających w przymusowej pozycji, u osób po dłuższym unieruchomieniu, u osób podróżujących, szczególnie podczas lotów trwających powyżej 7 godzin, ucisk zmniejsza ryzyko wystąpienia zakrzepicy żyłnej i jej powikłań [33]. Przegląd badań obejmujących 10 prób z udziałem 2856 pasażerów samolotów lecących dłużej niż 7 godzin, potwierdza, że u 50 osób stwierdzono zakrzepicę żylną bez objawów klinicznych. Trzech z nich podróżowało z założonymi kompresyjnymi podkolanówkami, podczas gdy 47 nie było zabezpieczonych żadnym uciskiem. U żadnego pasażera nie rozwinęła się zakrzepica żylna z pełnymi objawami klinicznymi (ból kończyny, obrzęk, gorączka) i jej powikłaniami (zator płuc, śmierć). U osób, u których zastosowano kompresję zaobserwowano mniejsze uczucie dyskomfortu, brak obrzęków kończyn dolnych w porównaniu z pasażerami, którzy nie byli zabezpieczeni kompresją [34].

U chorych z rozpoznaną zakrzepicą żylną zastosowanie kompresjoterapii w fazie ostrej pobudza przepływ krwi żyłnej i zwiększa ryzyko oderwania skrzepliny, dlatego włączenie jej powinno nastąpić dopiero po ustąpieniu ostrej fazy [35].

Badania przeprowadzone wśród 1020 chorych z niewydolnością chłonną, w tym 490 osób z obrzękiem chłonnym kończyn (163 kobiety po mastektomii z obrzękiem kończyny górnej, 136 pacjentów z pierwotną niewydolnością chłonną kończyn dolnych oraz 191 z wtórną niewydolnością chłonną kończyn dolnych) potwierdzają, że u 27 pacjentów na 490 (15 osób z obrzękiem kończyny dolnej i 12 osób z obrzękiem kończyny górnej) obrzęk rozwinął się podczas lotu. Obserwowano również nasilenie obrzęku podczas lotu u 23 osób z rozwiniętym obrzękiem kończyny górnej i u 44 osób z obrzękiem kończyny dolnej [36].

Wyniki wspomnianych badań wskazują na korzystne działanie kompresji podczas długotrwałego unieruchomienia w przymusowej pozycji podczas podróży samochodem, autokarem czy samolotem. Prawdopodobnie, że w ten prosty sposób można było uniknąć śmierci naszej mistrzyni olimpijskiej w rzucie młotem.

Zastosowanie kompresjoterapii w sporcie

Podczas wysiłków fizycznych a także po ich zakończeniu układ żylny odgrywa kluczową rolę w eliminacji toksyn (drenaż żylny). Przemieszczanie krwi z kończyn dolnych do serca, a zatem w pozycji wyprostnej, wbrew siłom grawitacji, w dużym stopniu zależy od wydolnego mechanizmu pompy mięśniowej. Działanie jej polega na dośrodkowym przemieszczaniu krwi w wyniku ucisku na żyły pracujących mięśni goleni. Wysiłek fizyczny powoduje zwiększony napływ krwi do pracujących mięśni poprawiając dowóz tlenu do pracujących tkanek. Zwiększa się także przepływ żylny, szybciej odprowadzając produkty przemiany materii z pracujących tkanek, odgrywając bardzo ważną rolę podczas wysiłku i po jego zakończeniu [4].

Powszechnie uważa się, że wysiłki fizyczne, takie jak marsz, jogging na miękkim podłożu, jazda na rowerze, pływanie, narciarstwo biegowe, joga czy gimnastyka działają korzystnie na drenaż żylny. Okazuje się jednak, że wysiłki o zbyt dużej intensywności i czasie trwania, niedostateczny czas wypoczynku czy nieodpowiednia technika ruchu mogą zbyt obciążać układ żylny, spowalniając przepływ krwi, powodując zastój i nadciśnienie w układzie żylnym oraz uszkodzenia układu zastawkowego, a w konsekwencji upośledzenie całego układu żylnego i powstawanie żylaków [4, 37, 38]. W efekcie nastąpić może także pogorszenie możliwości wysiłkowych oraz zwiększenie ryzyka urazów [37].

W wielu dyscyplinach sportowych, obserwuje się pogorszenie przepływu krwi w układzie żylnym podczas aktywności fizycznej. Przykładów jest wiele - zaburzenie równowagi pomiędzy napływem krwi do tkanek a możliwościami jej odprowadzenia przez układ żylny występują w dyscyplinach wytrzymałościowych; skokowe zwwyżki ciśnienia w układzie żylnym i zablokowanie drenażu żylnego mają miejsce w sportach wymagających nagłych przyspieszeń; zatrzymanie oddechu i wzrost ciśnienia śródpiersiowego utrudnia powrót krwi z obwodu; przedłużone napięcie mięśni w ćwiczeniach statycznych spowalnia przepływ krwi żyłnej. W konsekwencji następuje akumulacja produktów przemiany materii w mięśniach (wolne rodniki, kwas mlekowy, CO₂ itp.), pogorszenie dowozu tlenu do mięśni i zwiększenie ryzyka urazu. Powtarzane obciążenia wysiłkowe prowadzić mogą do nieodwracalnych zmian w układzie żylnym – po-

szerzenia żył obwodowych i niewydolności zastawek żylnych [4, 38].

W celu odwrócenia wyżej opisanych zmian w niektórych dyscyplinach sportowych próbowano stosować tradycyjny sposób kompresji [1]. O ile w niewydolności żyłnej, żyłno-limfatycznej czy typowej niewydolności limfatycznej zasadą jest wykorzystanie ucisku stopniowo malejącego ku górze – największy ucisk w okolicy kostki (degressive compression), w sporcie zasada ta zadaniem Couzana i Pougeta powinna być odwrócona - z ciśnieniem niższym w okolicy stopy i kostki, a maksymalnym ciśnieniem w okolicy łydki (progressive support/compression), ale tak aby nie wywołać efektu opaski uciskowej. Badania przeprowadzone z użyciem rezonansu magnetycznego, porównujące stosowanie ucisku wzrastającego (progressive support) z tradycyjną metodą, a więc z ciśnieniem malejącym ku górze (degressive support – klasa 2 i 3) potwierdzają wyższość pierwszej metody w zmniejszeniu uczucia ciężkości, zmęczenia i bólu u sportowców [4]. Tak zaaplikowana kompresja zwiększa przepływ przez żyły głębokie łydki, zmniejsza przepływ przez żyły powierzchowne i zapobiega uszkodzeniom układu żylnego oraz włókien mięśniowych [2, 4, 38].

Obecnie na rynku istnieje wiele firm, które szyją i sprzedają różne produkty uciskowe w postaci odzieży na górną część ciała (koszulki, rękawy), na dolną część ciała (podkolanówki, pończochy, szorty, rajtuzy, spodnie) oraz na całe ciało, jako stroje sportowe. Odzież taka stosowana być może w trakcie treningu w celu poprawy możliwości wysiłkowych, lub po wysiłku, w celu przyspieszenia procesów wypoczynkowych [1, 3, 6].

Stosowanie elastycznych rękawów lub nogawek pomaga zredukować obrzęk powysiłkowy, obniża poziom DOMS, zapobiega ograniczeniu ruchomości a także zmniejsza ryzyko wystąpienia urazów tkanek miękkich [5, 6, 10, 14, 39-41]. Kompresja zmniejsza także reakcję zapalną w wyniku zmęczenia mięśni [42], przyspieszając powrót sprawności i siły mięśniowej do stanu przed wysiłku [43].

Przeprowadzone badania wśród sportowców zarówno podczas sesji treningowych, w trakcie zawodów i po zakończeniu potwierdzają szybszy powrót organizmu do równowagi na drodze lepszego powrotu krwi do układu żylnego, obniżony poziom mleczanów, zmniejszenie kinazy kreatyninowej oraz mniejszą bolesność mięśni 24 h po ćwiczeniach u osób z kompresją [3, 5, 44,]. Nieco odmiennego zdania są Duffield i wsp. [45], którzy obserwowali tylko niewielki wpływ stosowania pończoch uciskowych na możliwości wysiłkowe badanych oraz na przebieg procesów wypoczynkowych, aczkolwiek zanotowali subiektywne zmniejszenie bólu mięśniowego po wysiłkach.

Zaobserwowano także związek pomiędzy wykorzystaniem kompresji a poprawą funkcji termore-

gulacyjnych. Istotne zmiany fizjologiczne pomiędzy zawodnikami, u których stosowano kompresję i u zawodników bez kompresji dotyczyły temperatury skóry podczas wysiłków fizycznych. U zawodników z kompresją odnotowano szybsze i wyższe podniesienie temperatury skóry i mięśni podczas rozgrzewki, co może być korzystne podczas zawodów w zimnym otoczeniu [46, 47]. Lepsza rozgrzewka zwiększa możliwości wysiłkowe zawodnika i zmniejsza ryzyko urazów [47].

Obserwowano, że stosowanie odzieży uciskowej na kończyny dolne zwiększa zawartość O_2 w tkance mięśniowej mm brzuchatego łydki zarówno podczas stania jak i podczas chodzenia u ludzi zdrowych, jak i z niewydolnością żylną [48-50]. Obserwowano także zmniejszenie oscylacji mm kończyn dolnych i poprawę ekonomiki biegu [2] oraz przyspieszone usuwanie mleczanów podczas wypoczynku po maksymalnym wysiłku [44].

Stosowanie kompresji podczas wysiłku poprawia odprowadzanie ciepła z pracujących mięśni, chroniąc je przed nadmiernym wzrostem temperatury i uszkodzeniami związanymi z przegrzaniem [4].

Zauważono także, że zastosowanie kompresji w połączeniu z krioterapią dodatkowo obniża temperaturę zewnętrznie i głębiej położonych tkanek [17].

Choć kompresjoterapia jest znana od dawna, coraz szerzej wykorzystywana jest nie tylko w dyscyplinach medycznych ale i sportowych i tylko poprawnie zastosowana skutecznie kompensuje niewydolności układu żylnego i/lub limfatycznego oraz poprawia powrót organizmu do równowagi. Rozbieżności dotyczące skuteczności jej stosowania związane być mogą z różnym ciśnieniem (stopniem kompresji) aplikowanym przez różnych autorów. Kompresja polecana sportowcom, to ciśnienie rzędu 20 mmHg (klasa A) na wysokości łydki stosowane na co dzień, przed wysiłkami oraz podczas podróży – zapobiega zastojowi żylnemu, obrzękom, uczuciu ciężkości nóg oraz ciśnienie 25 mmHg (klasa I) na wysokości łydki stosowane po wysiłku przez okres co najmniej 2 godziny – przyspiesza usuwanie produktów przemiany materii i ułatwia procesy wypoczynkowe [4]. Wydaje się, że podczas wysiłku najkorzystniej działa zewnętrzna kompresja rzędu 15-20 mmHg, zwiększając powrót żylny oraz napływ krwi tętniczej do pracujących mięśni łydki, tym samym zwiększając dopływ tlenu do pracujących tkanek, poprawiając ich funkcjonowanie i opóźniając wystąpienie zmęczenia [38].

Stosowanie wyższych ciśnień u sportowców nie jest wskazane. Ali i wsp. [11] wykazali, że stosowanie pończoch uciskowych o dużej kompresji (32 mmHg na wysokości stawu skokowego i 23 mmHg na wysokości kolana) nie daje żadnych korzyści ani podczas biegu na bieżni ruchomej (40 min biegu z obciążeniem ok. 80% $\dot{V}O_{2max}$), ani po jego zakończeniu, w po-

równaniu z pończochami o niższym stopniu ucisku (odpowiednio 15 i 12 mmHg). Co więcej, pończochy o większym stopniu ucisku powodowały uczucie bolesności, a o mniejszym ucisku odczuwane były jako bardziej wygodne w użyciu. Wykazano także, że zastosowanie wyższej kompresji (40 mmHg) może być niekorzystne, zmniejszając nawet o 50% przepływ krwi przez mięśnie łydki u sportowców [51].

Reasumując, kompresja jest nieodzownym elementem profilaktyki i leczenia chorób żylnolimfatycznych, a stosowanie jej w sporcie wydaje się być bardzo obiecującą metodą powiększania możliwości wysiłkowych oraz przyspieszania procesów wypoczynkowych w naturalny, fizjologiczny sposób. Istnieje jednak nadal szereg niejasności, które stanowić będą interesujące pole do dalszych dociekań naukowych.

Piśmiennictwo

- Barnett A. Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes. *Sports Med* 2006; 9: 781-96.
- Bringard A, Perrey S, Belluye N. Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise-Positive effects of wearing compression tights. *Int J Sports Med* 2006; 27: 373-8.
- Chatard, J-C, Atlaoui D, Farjanel, J i wsp. Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur J Appl Physiol* 2004; 93: 347-52.
- Couzan S, Pouget JF. Benefits of progressive compression (BV Sport®) for athletes. Proceedings: Performance enhancement using recovery in high-level sports. INSEP, Paris, 10-11 December, 2009.
- Davies V, Thompson KG, Cooper S-M. The effects of compression garments on recovery. *J Strength Cond Res* 2009; 23(6): 1786-94.
- Duffield R, Portus M. Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *Br J Sports Med* 2007; 41: 409-14.
- Higgins T, Naughton GA, Burgess D. Effects of wearing compression garments on physiological and performance measures in a simulated game-specific circuit for netball. *J Sci Med Sport* 2009; 12(1): 223-6.
- Kemmler W, Von Stengel S, Köckritz Ch i wsp. Effect of compression stockings on running performance in men runners. *J Strength Cond Res* 2009; 23(1): 101-5.
- Sear JA, Hoare TK, Scanlan AT, i wsp. The Effects of Whole-Body Compression Garments on Prolonged High-Intensity Intermittent Exercise. *J Strength Cond Res* 2010; 24(7): 1901-10.
- Webb EC, Willems MET. Effects of wearing graduated compression garment during eccentric exercise. *Med Sport* 2010 (W druku)
- Ali A, Creasy RH, Edge JA. Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *Eur J Appl Physiol* 2010; 109: 1017-25.
- Duffield R. Compression garments as a performance aid and post-exercise recovery tool. Proceedings: Performance enhancement using recovery in high-level sports. INSEP, Paris, 10-11 December, 2009.
- Duffield R, Edge J, Merrells R i wsp. The Effects of Compression Garments on Intermittent Exercise Performance and Recovery on the Consecutive Days. *Int J Sport Physiol Perf* 2008; 3: 454-68.
- Millet G, Perrey S, Divert C, Foissac M. The role of engineering in fatigue reduction during human locomotion — a review. *Sports Engineering* 2006; 9(4): 209-20.
- Sperlich B, Haegele M, Achtzehn S, i wsp. Different types of compression clothing do not increase sub-maximal and maximal endurance performance in well-trained athletes. *J Sports Sci* 2010; 28(6): 609-14.
- Partsch H, Flour M, Coleridge-Smith PD. Consensus statement. Indications for compression therapy in venous and lymphatic disorders. *Int Angiol* 2008; 27: 193-219.
- Tomchuk D, Rubley, Holcom W i wsp. The magnitude of Tissue Cooling during Cryotherapy with Varied types of Compression. *J Athlet Train* 2010; 45: 230-7.
- Janbon CH, Laborge JC, Quéré I. Historical aspects of varicose vein treatment. *Scope on Phlebology and Lymphology* 1995; 2: 4-6.
- Jawień A. Rys historyczny leczenia przewlekłych zaburzeń żylnych. W: Jawień A, Szewczyk M (red). *Kliniczne i pielęgnacyjne aspekty opieki nad chorym z owrzodzeniem żylnym*. Poznań: Wydawnictwo Medyczne Termedia 2008; 9-14.
- Thomas S. The use of the Laplace equation in the calculation of the sub-bandage pressure. *EWMAJ* 2003; 3: 21-3.
- Agus GB, Allegra C, Antignani PL. Guidelines for the diagnosis and therapy of the vein and lymphatic disorders. *Int Angiol* 2005; 24: 107-68.
- Partsch H. Understanding the pathophysiological effects of compression. W: EWMA position document. Understanding compression therapy. London: MEP 2003: 2-4.
- Jawień A, Migdalski A. Fizjologia i patofizjologia krążenia odpływu krwi żyłnej oraz rola mikrokrażenia w chorobach żył. W: *Przewlekłe zaburzenia żyłne*. Jawień A (red). Poznań: Wydawnictwo Medyczne Termedia, 2006.
- Damstra J, Brouwer E, Partsch. Controlled, Comparative Study of Relation between Volume Changes and Interface Pressure under Short-Stretch Bandages in Leg Lymphedema Patients. *Dermatologic Surgery* 2008; 6: 774-8.
- Olszewski W. Lymph pressure and flow in limbs. In Olszewski W (red). *Lymph stasis: pathophysiology, diagnosis and treatment*. Boca Raton, London: FL CRC Press, 1991.
- Foldi E, Junger M, Partsch H. The science of lymphoedema bandaging. In European Wound Management Association (EWMA) Focus document. Lymphoedema bandaging in practice. London: MEP 2005.
- Partsch H. Compression therapy of venous ulcers. *JEWMA* 2006; 6: 1-20.
- Mendis S, Yach D, Alawan A. Air travel and venous thromboembolism. *Bull World Health Organ* 2002; 80: 403-6.
- Pah-Lavan Z, Hampton S. JOBST® Opaque compression hosiery in the management of venous disease. *Br J Nurs* 2004; 23: 1050-4.
- Moneta G, Porter NJ. Compression treatment of chronic venous ulceration: A review. *Phlebology* 2000; 15: 162-8.
- Yamamoto T, Todo Y, Kaneuchi M i wsp. Study of edema reduction patterns during the treatment phase of complex decongestive physiotherapy or extremity lymphedema. *Lymphology* 2008; 41: 80-6.
- Bradley L. Venous haemodynamics and the effects of compression stockings. *Br J Community Nurs* 2001; 6: 165-75.
- Belcaro G, Geroulakos G, Nicolaides AN et al. Venous thromboembolism from air travel: The LONFLIT study. *Angiology* 2001; 52: 369-74.
- Clark M, Hopewell, Juszcak E i wsp. Compression stocking for preventing deep vein thrombosis in airline passengers. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; 2: CD004002
- Snow W, Qaseem A, Berry P i wsp. Management of venous thromboembolism: a clinical practice guideline from the American College of Physician and the American Academy of Family Physician. *Ann Inter Med* 2007; 3: 204-10.
- Casley-Smith JR Lymphedema initiated by aircraft flights. *Aviat Space Environ Med* 1996; 67: 52-6.
- Couzan S. Benefits of compression — progressive technique® applied to athletes. Proceedings: Performance enhancement using recovery in high-level sports. INSEP, Paris, 10-11 December, 2009.
- Perrey S. Compression garments: evidence for their physiological effects (P208). *The Engineering of Sport* 2008; 2(7): 319-29.
- Kreamer WJ, Bush JA, Wickham RB et al. Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 282-90.

40. Bernhardt T, Anderson G. Influence of moderate prophylactic compression on sport performance. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 292-7.
41. Ali A, Caine MP, Snow BG. Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *J Sport Sci* 2007; 25(4): 413-9.
42. Jakeman J, Byrne Ch, Eston RG. Lower Limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *Eur J Appl Physiol* 2010; 109: 1137-44.
43. Perrey S, Bringard A, Racinais S i wsp. Graduated Compression Stockings and Delayed Onset Muscle Soreness (P105). *The Engineering of Sport* 2008; 2(7): 547-54.
44. Berry MJ, McMurray RG. Effects of graduated compression stocking on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am J Phys Med* 1987; 66: 121-32.
45. Duffield R, Cannon J, King M. The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *J Sci Med Sport* 2010; 13: 136-40.
46. Doan BK, Kwon YH, Newton RU i wsp. Evaluation of a lower-body compression garment. *J Sport Sci* 2003; 21: 601-10.
47. Shim J, Doan BK, Newton RU, Kwon Y-H. Effects of a Lower-Body Compression Garment on Warm-up Time and Jump Performance. *J Strength Cond Res* 1999.
48. Agu O, Baker D, Seifalian AM. Effect of graduated compression stockings on limb oxygenation and venous function during exercise in patients with venous insufficiency. *Vascular* 2004; 12(1): 69-76.
49. Bringard A, Denis R, Belluye N, Perrey S. Effects of compression tights on calf muscle oxygenation and venous pooling during quiet resting in supine and standing positions. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46(4): 548-54.
50. Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaides AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg* 2003; 37: 420-5.
51. Thorsson O, Hemdal B, Lilja B, Westlin N. The effect of external pressure on intra-muscular blood flow at rest and after running. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19(5): 469-73.

Otrzymano: 20 maj, 2010

Zaakceptowano: 30 czerwiec, 2010

Adres do korespondencji:

Katarzyna Ochalek

Zakład Rehabilitacji w Traumatologii

Akademia Wychowania Fizycznego

Al. Jana Pawła II 78

31-571 Kraków

e-mail: k.ochalek@wp.pl