

# Znaczenie kriostymulacji w leczeniu urazów stawu kolanowego

Piotr Bednarski, Jerzy Kiwerski

*Wyższa Szkoła Rehabilitacji w Warszawie*

## Streszczenie

Ludzki organizm wykazuje dużą wrażliwość na niską temperaturę otoczenia. Biologiczny wpływ zimna w znacznym stopniu zależy od wartości temperatury i czasu trwania ekspozycji. Jednym z obszarów medycyny, który z powodzeniem wykorzystuje terapeutyczne efekty działania zimna jest rehabilitacja m. in. w przypadku leczenia stanów po urazach i przeciążeniach, obrzęków po złamaniach kości oraz zwichnięciach i skręceniach stawów, stanów zapalnych tkanek miękkich, stanów bólowych. W niniejszej pracy zaprezentowano zmodyfikowane doniesienia naukowe na temat zastosowania kriostymulacji w leczeniu urazów stawu kolanowego.

**Słowa kluczowe:** kriostymulacja, krioterapia, urazy stawu kolanowego, efekty leczenia

## Abstract

The human body is very sensitive to low temperature of environment. The biological effect of cold depends on the temperature value and the duration of the exposure. One of the areas of medicine that successfully uses the therapeutic effects of cold is rehabilitation, e. g for the treatment of conditions after injuries and overloads, edema after bone fractures and dislocations and sprains of joints, inflammation of soft tissues, or pain. This paper presents modified scientific reports on the use of cryostimulation in the treatment of knee injuries.

**Key words:** cryostimulation, cryotherapy, knee injuries, treatment outcome

---

## 1. Wstęp

Ludzki organizm, pomimo utrzymywania stałej temperatury ciała z niewielkimi jej wahaniami w ciągu doby, wykazuje dużą wrażliwość na niską temperaturę otoczenia. Biologiczny wpływ zimna na organizm w znacznym stopniu zależy od różnicy temperatur między źródłem a ustrojem, na który to zimno oddziałuje, jak również czasu trwania ekspozycji. Skutkiem działania zimna jest zwiększenie lub obniżenie napięcia mięśniowego. Efekty przeciwbólowe uzyskiwane po zabiegach z użyciem niskich temperatur są skutkiem „wyłączenia” przez zimno receptorów czuciowych oraz zwolnienia przewodnictwa we włóknach nerwowych (a nawet do blokady aktyw-

ności nerwowej). Według Walla i Melzacka efekt zmniejszenia bólu częściowo uzasadniony jest teorią „bramek kontrolnych”. Zgodnie z tą koncepcją bodźce czucia zimna szybciej docierają do ośrodków rdzeniowych blokując przepływ impulsów bólowych do mózgu. Jest to tzw. bramkowanie bólu. Biochemiczne podstawy analgezji wskazują na wzrost wydzielania wewnątrz ustroju substancji morfinopodobnych tzw. beta-endorfin, wykazujących bardzo silne działanie przeciwbólowe. Ponadto stosowane odpowiednio na tkanki zimno wpływa korzystnie na stany zapalne, zmniejszając je oraz hamując powstawanie obrzęków. Wynika to z lokalnego zmniejszenia ukrwienia tkanek podczas zabiegu, spowolnienia miejscowej przemiany materii oraz reakcji

Piotr Bednarski, Jerzy Kiwerski

enzymatycznych w zajęтым stanem zapalnym obszarze. W efekcie dochodzi do zmniejszenia wytwarzania limfy i ograniczenia skłonności do krwawień [10, 25, 31].

Jednym z obszarów medycyny, który z powodzeniem wykorzystuje wspomniane efekty działania zimna jest rehabilitacja. Zimnolecznictwo (obok ciepłolecznictwa) jest jednym z elementów termoterapii – działu fizykoterapii wykorzystującego energię ciepłą w celach leczniczych w przypadku leczenia m. in. stanów po urazach i przeciążeniach, obrzęków po złamaniach kości oraz zwichnięciach i skręceniach stawów, stanów zapalnych tkanek miękkich, stanów bólowych [30]. Zagadnienia te opisano w niniejszej pracy podkreślając znaczenie kriostymulacji w postępowaniu fizjoterapeutycznym.

## 2. Terapeutyczne działanie zimna

Oziębianie, czyli odbieranie energii cieplnej tkanom wyraża się obniżeniem ich temperatury.

W celach medycznych występuje w trzech postaciach:

- oziębianie z użyciem temperatur kriogenicznych (niższych od 0°C);
- oziębianie z użyciem temperatur wyższych od 0°C;
- hipotermia kontrolowana określonych części ciała lub całego ustroju.

W przypadku dwóch pierwszych dochodzi tylko do kilkuminutowego obniżenia temperatury zewnętrznych warstw skóry w przedziale od 1°C do 10°C, a jako skutek leczniczy zalicza się reakcje termoregulacyjne. Hipotermia kontrolowana obejmuje tkanki położone głęboko i jest zaliczana do metod chirurgicznych [25].

### 2.1. Metody kriostymulacji

Kriostymulacja to krótkotrwałe bodźcowe, stymulujące stosowanie na zewnętrzną powierzchnię ciała niskich lub bardzo niskich temperatur w celu wywołania i wykorzystania fizjologicznych

Tabela 1. Wskazania do stosowania zimnolecznictwa

Wskazania	Przeciwwskazania
Choroby narządu ruchu: <ul style="list-style-type: none"> <li>– stany po urazach i przeciążeniach,</li> <li>– obrzęk po złamaniu kości oraz zwichnięciach i skręceniach stawów,</li> <li>– ostre zapalenia tkanek miękkich okołostawowych;</li> </ul> Choroby gośćcowe: <ul style="list-style-type: none"> <li>– reumatoidalne zapalenie stawów w okresie ostrym oraz zaostrzenia,</li> <li>– artropatia łuszczycowa,</li> <li>– stany bólowe w przebiegu choroby zwyrodnieniowej stawów,</li> <li>– ostra postać dny;</li> </ul> Choroby układu nerwowego: <ul style="list-style-type: none"> <li>– nerwobóle nerwów obwodowych oraz zespoły bólowe rwy kulszowej i ramiennej w okresie ostrym,</li> <li>– stany wzmożonego napięcia mięśni.</li> </ul> oraz w przypadku: <ul style="list-style-type: none"> <li>– okresu początkowego zakrzepowego zapalenia żył,</li> <li>– obrzęku limfatycznego kończyny górnej po radykalnej operacji raka sutka,</li> <li>– oparzeń,</li> <li>– ostrego bólu zębów</li> <li>– stanu po zabiegach chirurgicznych w obrębie jamy ustnej oraz szczęki i żuchwy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stany nadwrażliwości na zimno,</li> <li>– choroby, w których zimno jest czynnikiem wywoławczym (np. krioglobulinemia, hemoglobinuria napadowa nocna, zespół Reynauda),</li> <li>– zespół Sudecka,</li> <li>– popromienne zmiany skóry,</li> <li>– zapalenie miedniczek nerkowych,</li> <li>– zapalenie pęcherza moczowego,</li> <li>– stany wyniszczenia i osłabienia,</li> <li>– odmroziny,</li> <li>– zespoły ciasnoty przedziałów powięziowych.</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [25]

## Znaczenie kriostymulacji w leczeniu urazów stawu kolanowego

układowych i narządowych reakcji na zimno [4]. Wyróżniamy dwa sposoby wykorzystania zimna. Miejscowo (kriostymulacja miejscowa) kiedy stosujemy zimno na wybraną część ciała oraz ogólnoustrojowo (kriostymulacja ogólnoustrojowa), kiedy niskie temperatury oddziałują na całe ciało pacjenta znajdującego się w komorze kriogenicznej [10, 25]. Jak podaje literatura, w zimno-

lecznictwie należy rozróżniać zabiegi schładzające i krioterapeutyczne [10, 25], a podział ten powinny determinować różne rodzaje środka chłodzącego, czyli źródła odbierającego energię cieplną, a także różne metody ich aplikacji. Wraz z postępem technologicznym, obok dotychczas stosowanych chłodziw w postaci zimnej wody, śniegu i lodu pojawiły się urządzenia, dzięki

Tabela 2. Charakterystyka metod kriostymulacji w podziale na rodzaj chłodziwa

Metoda	Charakterystyka
Kriostymulacja miejscowa ciekłym azotem	W celu wykonania zabiegu wykorzystywane są urządzenia (krioplikatory), których źródłem temperatur kriogenicznych jest ciekły azot. Urządzenie zbudowane jest ze zbiornika na płynny azot, węża z dyszą wylotową oraz regulatora intensywności nadmuchu. Podgrzewany ciekły azot przechodzi w postać gazową, zabieg wykonywany jest jego parami. Różnica występująca między ciśnieniem w zbiorniku, a ciśnieniem atmosferycznym powoduje wylot pary azotu ze zbiornika do węża. Ciśnienie gazu u wylotu dyszy nie powinno przekraczać 5 barów. Osiągana temperatura u wylotu dyszy wynosi od ok. $-160^{\circ}\text{C}$ do $-196^{\circ}\text{C}$ (czasami ok. $-120^{\circ}\text{C}$ ). Czas wykonywanego zabiegu jest krótki i wynosi najczęściej od 30 sekund do 3 minut. Dobór czasu zabiegowego jest zależny od lokalizacji oraz wielkości oziębianej powierzchni (im powierzchnia jest mniejsza, tym czas trwania krótszy). Należy unikać wykonywania zabiegu na okolice ubogie w tkankę mięśniową oraz okolice z wystającymi elementami kostnymi z uwagi na ich szczególne narażenie na niebezpieczeństwo odmrożenia. Zabieg należy przerwać podczas pojawienia się niepokojących objawów, takich jak: pokrycie skóry szronem, zblednięcie skóry, sine plamy, objaw „skórki pomarańczowej”, a także podczas subiektywnych objawów zgłaszanych przez pacjenta np. uczucie pieczenia, czy bólu w trakcie trwania zabiegu.
Kriostymulacja miejscowa $\text{CO}_2$	Zbieg wykonywany jest przy pomocy aparatury wyposażonej w dysze zabiegowe o zróżnicowanych średnicach i przepływie. Gaz u wylotu dyszy osiąga temperaturę ok. $-75^{\circ}\text{C}$ , a sam czas zabiegu trwa od 1 do 3 minut. Metodyka wykonywania zabiegu jest taka sama jak w przypadku kriostymulacji miejscowej z użyciem ciekłego azotu.
Kriostymulacja miejscowa z zastosowaniem zimnego powietrza atmosferycznego	Metodyką zyskującą coraz większą popularność (głównie ze względów ekonomicznych i technicznych) jest kriostymulacja miejscowa z zastosowaniem zimnego powietrza. Zasysane i schładzane do temperatur kriogenicznych powietrze z otoczenia pełni w tym przypadku rolę wspomnianego nośnika zimna. W zależności od typu aplikatora wyposażone są w dyszę o różnych średnicach. Gaz u wylotu dyszy osiąga temperaturę w przedziale od $-30^{\circ}\text{C}$ do $-34^{\circ}\text{C}$ . Strumień zimnego powietrza kierowany jest na obszar zabiegowy pod kątem $45^{\circ}$ . Z uwagi na niższe wartości osiąganą temperaturę zminimalizowane jest ryzyko wystąpienia odmrożeń.
Spraye oziębiające	Wykorzystywane głównie w sporcie w nagłych sytuacjach związanych z urazem. Substancjami schładzającymi aplikowanymi w aerozolach są najczęściej chlorek etylu lub fluorometan. Sam zabieg polega na zroszeniu miejsca urazu. Czas aplikacji wynosi od 5 sekund do 30 sekund, a odległość pomiędzy aplikatorem a schładzaną powierzchnią 15 cm do 45 cm. Zastosowanie takiej metody daje natychmiastowe, jednak krótkotrwałe efekty przeciwbólowe.
Kriostymulacja ogólnoustrojowa	Kriostymulacja ogólnoustrojowa jest zabiegiem wykonywanym w kriokomorach lub kriosaukach i polega na oddziaływaniu temperatur kriogenicznych na całe ciało. Wspomniane kriokomory i kriosauki są specjalnie skonstruowanymi urządzeniami (pomieszczeniami) służącymi do schładzania całego ciała bardzo niskimi temperaturami (najczęściej w przedziale od $-60^{\circ}\text{C}$ do $-120^{\circ}\text{C}$ ) uzyskiwanymi przy użyciu ciekłego azotu. W zależności od zastosowanej formy podczas jednej sesji z zabiegu może korzystać jednocześnie od jednej do kilku pacjentów. Czas trwania zabiegu to od 2 do 3 minut. Ważne jest, aby poddany zabiegowi w czasie trwania sesji był w ruchu (np. chodząc w koło). Podczas zabiegu pacjenci powinni być ubrani w wełniane skarpety, drewniane sandały oraz grube rękawiczki. Na usta i nos zakłada się maskę ochraniającą przed odmrożeniem wilgotnych nozdrzy i warg.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [10, 25]

Piotr Bednarski, Jerzy Kiwerski



Ryc 1. Zabieg na staw kolanowy z użyciem par ciekłego azotu [10]

którym możliwe jest wykorzystanie par ciekłego azotu, dwutlenku węgla czy powietrza atmosferycznego i oziębianie ich do temperatur bliskich lub niższych niż  $-100^{\circ}\text{C}$  [10].

### 3. Urazy stawu kolanowego

W medycynie urazem określa się działanie na ustrój dowolnego czynnika (np. mechanicznego, termicznego, elektrycznego) skutkującego powstaniem uszkodzeń w obrębie komórek, tkanek, narządów. Pourazowe uszkodzenia możemy podzielić w sposób następujący:

- stłuczenie (łac. *contusio*);
- rana (łac. *vulnus*);
- złamanie (łac. *fractura*);
- skręcenie (łac. *distorsio*);
- zwichnięcie (łac. *luxatio*).

Zgodnie z danymi statystycznymi Światowej Organizacji Zdrowia urazy stanowią jeden z głównych problemów zdrowotnych naszych czasów, a jego wzrost jest następstwem postępu technologicznego, zwłaszcza rozwoju przemysłu motoryzacyjnego. Czynnikiem, który powoduje statystyczny wzrost urazów jest również wydłużenie życia, zwłaszcza w wysokorozwiniętych regionach. Liczba urazów wzrasta także na

skutek zmiany stylu życia, braku odpoczynku, popularyzacji sportu oraz jego amatorskiego uprawiania bez odpowiedniego przygotowania, warunków wykonywania pracy, czy dążenia do jak najszybszego przemieszczania się z miejsca na miejsce [16, 21, 40].

Staw kolanowy to największy, a zarazem najbardziej złożony staw człowieka. Zaliczany jest do stawu, który najczęściej ulega uszkodzeniom. Szczegółowe dane epidemiologiczne nie są jednak dostępne. Literatura podaje, że w sporcie ulega urazom w ok. 60% przypadków [33]. Zrozumienie złożoności struktur stawu kolanowego, anatomii oraz mechaniki jest niezwykle istotne w pojęciu mechanizmów urazu oraz w postępowaniu fizjoterapeutycznym [1, 5, 6].

Kolano łączy udę z podudziem, a w jego budowę wpisane są dwa stawy: piszczelowo-udowy będący stawem kłykciowym oraz staw rzepkowo-udowy, który jest stawem ślizgowym. Stawy zbudowane są przez powierzchnie stawowe kości udowej, piszczelowej i rzepki. Ruch w obrębie stawu kolanowego sprowadza się wyłącznie do płaszczyzny strzałkowej (zgięcie/wyprost), a zakres ruchu wokół osi przechodzącej przez kłykcie kości udowej prostopadłej do osi długiej kości udowej wynosi  $160\text{--}170^{\circ}$ . Mięśnie na czynne zgięcie pozwalają jedynie do ok.  $130^{\circ}$ . Dalszy ruch odbywa się aż do zetknięcia pośladek

z piętami np. pod ciężarem własnego ciała lub biernie przy pomocy kończyn górnych. W stawie kolanowym możliwe są również ruchy rotacyjne dookoła osi długiej nogi. Rotacja zewnętrzna jest większa niż wewnętrzna i wynosi odpowiednio przy zgięciu o 30° ok. 32°/5–10°, a przy zgięciu o 120° ok. 52°/5–10° [8, 11].

Wspomniane urazy dotyczą nie tylko sportowców, ale też osoby uprawiające wybrane dyscypliny sportowe rekreacyjnie w ramach aktywnego spędzania wolnego czasu. Sporty kontaktowe (koszykówka, piłka nożna), a także wiele sportów wymagających gwałtownych zmian tempa i kierunku (narcciarstwo, lekkoatletyka) należą do grupy najbardziej kontuzjogennych. Równie często uszkodzenia powstają na skutek przekroczenia fizjologicznego zakresu ruchu w stawie, czy to podczas upadku, niespodziewanego nagłego zahamowania, zeskoku, w trakcie codziennej aktywności lub wypadku komunikacyjnego [9, 30].

Na uszkodzenia stawu kolanowego wpływ ma wiele czynników, a na urazy szczególnie narażone są osoby uprawiające sporty, w których występuje komponenta dynamiczna oraz ryzyko częstych zderzeń i uderzeń [5, 9]. Strukturami, które ulegają uszkodzeniu w obrębie stawu są więzadła, łąkotki, chrząstki stawowe oraz troczki rzepki, z czego do najczęstszych zalicza się uszkodzenia związane z aparatem więzadłowym oraz łąkotkami [28].

## 4. Dyskusja

Terapeutyczne działanie zimna wykorzystywane jest w medycynie od setek, a nawet tysięcy lat. Egipcjanie używali zimna w leczeniu urazów i stanów zapalnych już w 2500 p. n. e., a Hipokrates już w V wieku p. n. e. zalecał intensywne schładzanie w leczeniu obrzęków, krwawień oraz w celu łagodzenia bólu. Legendarny chirurg Napoleona, Dominique-Jean Larrey, wykorzystywał zimno do ułatwienia amputacji podczas historycznego odwrotu z Moskwy [15, 18, 19, 25]. Terapeutyczne działanie zimna jest również przedmiotem wielu obserwacji. Jednym z pierwszych pionierów jest James Arnott z Aberdeen (Szkocja) [7], który opisał zalety stosowania miejscowego ochładza-

nia w leczeniu wielu schorzeń, w tym bólów głowy i nerwobólów [15, 18]. Ponadto Arnott zaobserwował przeciwbólowy efekt ochładzania, zalecając jego stosowanie do znieczulenia skóry przed zabiegami chirurgicznymi [15, 18]. Efekt ten został również opisany m. in. w badaniu Mock z 1943 roku [32]. W tym samym roku Earl Krieg opisał terapeutyczny efekt łagodzenia bólu pooperacyjnego wskutek ochładzania [24].

Aktualnie kriostymulacja jest często stosowanym zabiegiem w przypadku urazów mięśniowo-szkieletowych oraz w przypadku pooperacyjnego leczenia pacjentów ortopedycznych. Pośród wielu badań *in vivo* odnaleźć można prace, w których wykazano skuteczność konwencjonalnej terapii z użyciem lodu oraz komercyjnych systemów kriostymulacji w obniżaniu temperatury skóry, temperatury wewnątrzstawowej oraz mięśniowej u osób zdrowych [34], pacjentów ze stanami zapalnymi [20, 35], a także po operacji [27]. Wśród badań klinicznych można odnaleźć przeglądy dotyczące stosowania kriostymulacji po rekonstrukcji ACL [4, 26, 37, 38,], całkowitej endoprotezoplastyce stawu kolanowego [2, 3, 39], operacjach artroskopowych w obrębie stawu kolanowego [17], czy u osób z chorobą zwyrodnieniową stawu kolanowego [13].

Badanie Ricardo Martimbianco et al. [26] wskazuje, że kriostymulacja stosowana po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego znacznie zmniejsza ból pooperacyjny nie zwiększając ryzyka zdarzeń niepożądanych w krótkim okresie (do 48 godzin po zabiegu). Autorzy wskazują jednak, że ograniczone obecnie dowody z randomizowanych badań są niewystarczające, aby wyciągnąć ostateczne wnioski na temat skuteczności kriostymulacji dla innych wyników, takich jak zniesienie obrzęku, poprawa funkcji kolana, zakres ruchu, pooperacyjne stosowanie leków przeciwbólowych, czas pobytu w szpitalu, zadowolenia pacjenta lub jakości życia. W przeglądzie Eric Secrist et al. [38] autorzy wskazują, iż kriostymulacja wydaje się mieć korzystny wpływ, pod warunkiem stosowania wystarczająco niskiej temperatury oraz że kriostymulacja wykonywana z równoczesną kompresją wydaje się być bardziej skuteczna. Ponadto autorzy podkreślają, że wczesna mobilizacja stawu zmniejsza

---

Piotr Bednarski, Jerzy Kiwerski

---

objawy bólowe. Metaanaliza dokonana w przeglądzie systematycznym Ricardo Martimbianco et al. [26] również sugeruje, że kriostymulacja z jednoczesną kompresją w porównaniu z samą kriostymulacją prowadzi do znacznego zmniejszenia miejscowego bólu kolana ocenianego w drugiej dobie po artroskopowej rekonstrukcji ACL ( $p < 0,00001$ ). Ponadto metaanaliza Peter Raynor et al. [37] wskazuje, że pacjenci u których po zabiegu stosowana była kriostymulacja odczuwali znacznie mniejszy ból, chociaż nie wskazano istotnych różnic w odniesieniu do wysięku lub zakresu ruchu w stawie. Natomiast autorzy badania James Adie et al. z 2010 oraz 2012 roku [2, 3], wskazują na niewielkie korzyści w zakresie utraty krwi i wczesnej poprawy zakresu ruchu, podczas gdy nie zaobserwowano żadnych korzyści w zakresie redukcji bólu, stosowania leków przeciwbólowych, zmniejszenia obrzęku i długości pobytu pacjentów w szpitalu. Autorzy jednocześnie podkreślają, że jakość aktualnych dowodów jest zbyt niska dla wszystkich głównych wyników, aby można było wysnuć jednoznaczne wnioski dotyczące rutynowego stosowania kriostymulacji, a wyniki należy zestawić z potencjalnymi powikłaniami i kosztami stosowania kriostymulacji. Do podobnych wniosków dochodzą autorzy Francesco Tedesco et al. [39], którzy w swoim badaniu podkreślają, że odnaleźli mało wiarygodne dowody na zmniejszenie zażywania leków opioidowych oraz mniejsze odczucie bólu po zastosowaniu kriostymulacji u pacjentów po całkowitej protezoplastyce stawu kolanowego. Do innych wniosków dochodzą autorzy przeglądu Elizabeth Gatewood et al. [17], którzy w swojej pracy prezentują korzyści ze stosowania kriostymulacji w protokołach pooperacyjnej rehabilitacji oraz podkreślają większe korzyści z urządzeń do kriokompresji w poprawie wyników dotyczących redukcji bólu oraz zmniejszenia zażywania leków przeciwbólowych po artroskopowej operacji kolana w porównaniu do samej kriostymulacji. Wśród doniesień dotyczących stosowanej pooperacyjnie kriostymulacji można również odnaleźć doniesienia dotyczące jej stosowania np. przed zabiegiem rekonstrukcyjnym ACL. Wyniki prezentowane w badaniu Loukas Koyonos et al. [23] wskazują na potencjalne korzyści oraz

możliwą szybszą poprawę w powrocie do zdrowia po zabiegu. Pomimo powszechnego stosowania kriostymulacji, kilku autorów kwestionuje jej korzystne efekty [12, 22] oraz zidentyfikowało rzadkie ryzyko [14, 29, 36]. Ryzyko powikłań wydaje się być jednak niskie i prawdopodobnie mogą one być skutkiem nieodpowiedniej aplikacji.

## 5. Podsumowanie

Terapeutyczne działanie zimna z powodzeniem wykorzystywane jest w medycynie od tysięcy lat. Biologiczny wpływ zimna na organizm w znacznym stopniu zależy od różnic temperatur oraz czasu trwania ekspozycji. Skutkiem działania zimna jest zwiększenie lub obniżenie napięcia mięśniowego w zależności od zastosowanej temperatury. Zgodnie z koncepcją Walla i Melzacka efekt przeciwbólowy uzyskiwany po zabiegach z użyciem zimna uzasadniony jest teorią „bramek kontrolnych” w myśl której dochodzi do „wyłączenia” przez zimno receptorów czuciowych oraz zwolnienia przewodnictwa we włóknach nerwowych (a nawet do blokady aktywności nerwowej). Zgodnie z biochemicznymi podstawami analizy pod wpływem zimna w ustroju dochodzi do wydzielania substancji morfinopodobnych, które wykazują silne działanie przeciwbólowe. Ponadto odpowiednio stosowane zimno wpływa korzystnie na stany zapalne, czy obrzęki poprzez zmniejszenia ukrwienia tkanek podczas zabiegu, spowolnienia miejscowej przemiany materii oraz reakcji enzymatycznych w zajęтым stanem zapalnym obszarze. Aktualnie kriostymulacja jest zabiegiem często stosowanym w przypadku urazów mięśniowo-szkieletowych, czy w przypadku pooperacyjnego leczenia pacjentów ortopedycznych. Pośród wielu badań można odnaleźć prace, w których wykazano skuteczność konwencjonalnej terapii z użyciem lodu, komercyjnych systemów kriostymulacji i kriokompresji w obniżaniu temperatury skóry, temperatury wewnątrzstawowej oraz mięśniowej u osób zdrowych, pacjentów ze stanami zapalnymi, a także po operacji. Wśród badań klinicznych można odnaleźć przeglądy dotyczące stosowania kriostymulacji po

rekonstrukcji ACL, całkowitej endoprotezoplastyce stawu kolanowego, operacjach artroskopowych w obrębie stawu kolanowego, czy u osób z chorobą zwyrodnieniową stawu kolanowego. Pomimo powszechnego stosowania kriostymulacji, kilku autorów kwestionuje jej korzystne efekty identyfikując rzadkie ryzyko powikłań, które wydaje się być jednak bardzo niskie i może wynikać z niewłaściwej aplikacji.

## 6. Wnioski

Kriostymulacja może przyczynić się do niwelowania odczucia bólu, zmniejszenia obrzęku, stanu zapalnego oraz poprawy trofiki tkanek, czy zakresu ruchomości stawu po urazie stawu kolanowego. Ograniczone obecnie dowody z randomizowanych badań i przeglądów systematycznych nie są wystarczające, aby wyciągnąć jednoznaczne wnioski na temat skuteczności

kriostymulacji w przypadku działania przeciwbólowego i przeciwobrzękowego, wyników dotyczących zakresu ruchu w stawie, czasu pobytu w szpitalu, czy satysfakcji pacjenta. Dostępne badania sugerują jedynie, że kriostymulacja może przynieść natychmiastowe korzyści poprzez łagodzenie odczucia bólu oraz obrzęku podczas reakcji zapalnej po operacji, zmniejszenie skurczu mięśni i poprawę motoryczną kolana, przyspieszając tym samym rehabilitację pooperacyjną oraz powrót pacjenta do rutynowych czynności. Należy jednak pamiętać o prawidłowym i bezpiecznym aplikowaniu zimna na uszkodzone okolice. Na podstawie dostępnych dowodów nie można jednoznacznie określić najlepszego typu, częstotliwości i czasu trwania zabiegu w celu zmniejszenia bólu, obrzęku i stanu zapalnego w przypadku uszkodzeń stawu kolanowego. Kriostymulacja pomimo niejednoznacznych wyników badań wydaje się być właściwym zabiegiem wspomagającym leczenie urazów stawu kolanowego.

## Bibliografia

1. Adamczyk G. Diagnostyka kliniczna uszkodzeń więzadeł krzyżowych stawu kolanowego. *Acta Clinica* 2001; 1: 294–306.
2. Adie S, Kwan A, Naylor JM, Harris IA, Mittal R. Cryotherapy following total knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;12(9):CD007911.
3. Adie S, Naylor JM, Harris IA. Cryotherapy After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Arthroplasty* 2010;25(5):709–715
4. Bednarski P, Kiwerski J. Ocena krioterapii miejscowej po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego – krytyczny przegląd piśmiennictwa. *Ortop Traumatol Rehab* (w druku).
5. Białoszewski D. [red.]. Fizjoterapia w ortopedii. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2014.
6. Bieniecki M, Iwulski P, Karaś M, Lorczyński A. Ocena odległych wyników artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z użyciem 1/3 środkowej więzadła rzepki. *Ann Acad Med Gedan* 2005;35:173–179.
7. Bird H, Arnott J. A pioneer in refrigeration. *Anaesthesia* 1949; 4: 10–17.
8. Bochenek A, Reicher M. Anatomia człowieka. T1. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 1997.
9. Brotzman SB, Wilk KE. Rehabilitacja ortopedyczna Tom 2. Wrocław: Elsevier Urban & Partner; 2008.
10. Cichoń D, Demczyszak I, Spyrka J. Wybrane zagadnienia z termoterapii. *Podręcznik dla studentów fizjoterapii*. Jelenia Góra: Kolegium Karkonoskie w Jeleniej Górze; 2010.
11. Ciszek B, Kisielewski MY. Morfologia więzadeł krzyżowych stawu kolanowego. *Acta Clin* 2001;1:278–283.
12. Daniel DM, Stone ML, Arendt DL. The effect of cold therapy on pain, swelling, and range of motion after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Arthroscopy* 1994; 10(5): 530–533.
13. Dantas LO, Moreira RFC, Norde FM, Mendes Silva Serrao PR, Albuquerque-Sendin F, Salvini TF. The effects of cryotherapy on pain and function in individuals with knee osteoarthritis: a systematic review of randomized controlled trials. *Clin Rehabil* 2019;33(8):1310–1319.
14. Drez D, Faust DC, Evans JP. Cryotherapy and nerve palsy. *AM J Sports Med* 1981; 9(4): 256–257.

---

Piotr Bednarski, Jerzy Kiwerski

---

15. Freiman A, Bouganim N. History of cryotherapy. *Dermatol Online J* 2005; 11 (2):9.
16. Garlicki J, Mikuła W, Paczkowski PM. Epidemia urazów problemem stulecia. *Służ Zdr.* [http://www.sluzbazdrowia.com.pl/artukul.php?numer\\_wydania=3089&art=2](http://www.sluzbazdrowia.com.pl/artukul.php?numer_wydania=3089&art=2); [dostęp 20.08.2019].
17. Gatewood CT, Tran AA, Dragoo JL. The efficacy of post-operative devices following knee arthroscopic surgery: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016; 25(2):501–516.
18. <https://escholarship.org/uc/item/4f62h9vt#main>, [dostęp 20.08.2019].
19. Ivey M, Johnston RV, Uchida T. Cryotherapy for Postoperative Pain Relief Following Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 1994;9(3):285–290.
20. Kaempffe FA. Skin surface temperature reduction after cryotherapy to a casted extremity. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989;10(11):448–450.
21. Kalinowski P, Czerska B. Epidemiologia urazów wśród hospitalizowanych w 2006 roku w 6. Szpitalu Wojskowym W Dęblinie. *Probl Hig Epidemiol* 2007;88(4):455–460.
22. Konrath GA, Lock T, Goitz HT. The use of cold therapy after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study and literature review. *Am J Sports Med* 1996; 24(5):629–633.
23. Koyonos L, Owsley K, Vollmer E, Limpisvasti O, Gambardella R. Preoperative Cryotherapy Use in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *J Knee Surg* 2014;27:479–484.
24. Krieg EG. Control of postoperative pain Application of cold to the operative site. *Am JSurg* 1943;62:114–116.
25. Łazowski J. Podstawy fizykoterapii. Wrocław: AWF; 2002.
26. Martimbianco AL, Gomes da Silva BN, de Carvalho AP, Silva V, Torloni MR, Peccin MS. Effectiveness and Safety of Cryotherapy after Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A systematic Review of the Literature. *Phys Ther Sport* 2014;15(4):261–268.
27. Martin SS, Spindler KP, Tarter JW. Does cryotherapy affect intraarticular temperature after knee arthroscopy? *Clin Orthop Relat Res* 2002;400:184–189.
28. Mioduszewski A. Strategia postępowania w uszkodzeniach więzadeł krzyżowych. *Acta Clinica* 2002;2(1):17–19.
29. McGuire DA, Hendricks SD. Incidences of rosbite in arthroscopic knee surgery postoperative cryotherapy rehabilitation. *Arthroscopy* 2006;22(10):1141, e1–e6.
30. McMahon PJ. Medycyna sportowa. Współczesne metody diagnostyki i leczenia. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2009.
31. Mika T, Kasprzak W. Fizykoterapia. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2014.
32. Mock HE. Refrigeration anesthesia in skin grafting. *JAMA* 1943;122:597–598.
33. Nagraba Ł, Okrzeja A, Mitek T. Uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego u sportowców. *Artroskopia i Chirurgia Stawów* 2011;7(1–2):11–17.
34. Oosterveld FG, Rasker JJ, Jacobs JW. The effect of local heat and cold therapy on the intraarticular and skin surface temperature of the knee. *Arthritis Theum* 1992; 35(2): 146–151.
35. Oosterveld FG, Rasker JJ. Effects of local heat and cold treatment on surface and articular temperature of arthritic knees. *Arthritis Rheum* 1994; 37(11): 1578–1582.
36. Purdue GF, Layton TR, Copeland CE. Cold injury complicating burn therapy. *J Trauma* 1985; 25(2): 167–168.
37. Raynor MC, Pietrobon R, Guller U. Cryotherapy after ACL reconstruction: a meta-alysis Cryotherapy after ACL reconstruction: a meta-analysis. *J Knee Surg* 2005;18(2):123–129.
38. Secrist ES, Freedman KB, Ciccotti MG, Mazur DW, Hammoud S. Pain Management After Outpatient Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med* 2016;44(9):2435–2447.
39. Tedesco D, Gori D, Desai KR, Asch S, Carroll IR, Curtin C, McDonald KM, Fantini MP, Hernandez-Boussard T. Drug-Free Interventions to Reduce Pain or Opioid Consumption After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Surgery* 2017; E1–E13.
40. Tylman D, Dziak A. Traumatologia narządu ruchu. T2. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 1996.