

# Krioterapia w odnowie biologicznej sportowców – przegląd badań

## Cryotherapy in athletes' biological regeneration – review

Anna Jonak, Anna Skrzek

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, ul. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław, tel. +48 (0) 71 347 30 76, e-mail: a.jonak@onet.pl

### Streszczenie

**W ostatnich latach obserwujemy wzrost zainteresowania nowocześniejszymi formami odnowy biologicznej u sportowców. W pracy przedstawiono przegląd niektórych doniesień w literaturze polskiej i zagranicznej na temat wpływu krioterapii na organizm sportowców i osób aktywnych fizycznie.**

**Słowa kluczowe:** krioterapia, wysiłek fizyczny, sport, odnowa biologiczna

### Abstract

**In the last years many studies are devoted to the biological regeneration. In this paper, a review of some Polish and foreign reports concerning the influence of cryotherapy on the organism of athletes and physically active people, is presented.**

**Key words:** cryotherapy, physical activity, sport, biological regeneration

### Wprowadzenie

Właściwie stosowana odnowa biologiczna sportowców daje szansę niwelowania negatywnych skutków zmęczenia i przeciążeń oraz przygotowania organizmu do kolejnych treningów. Sterowanie procesami odnowy biologicznej i ich wspomaganie jest obecnie jedną z zasadniczych części pracy treningowej sportowca. Intensyfikacja treningów, mających zapewnić osiągnięcie lepszych wyników sportowych bez uszczerbku dla zdrowia zawodnika, możliwa jest tylko z wykorzystaniem właściwego systemu szkolenia sportowego, uwzględniającego potrzeby z zakresu restytucji powysiłkowej. Ingerencja w proces wypoczynku i regeneracji ustroju jest możliwa, ale należy to robić zgodnie z nowoczesną wiedzą z zakresu fizjologii wysiłku, psychologii i technologii treningowej, opierając się na najnowszych osiągnięciach nauki [1, 2].

### Omówienie

Odnowa biologiczna jest kompleksowym oddziaływaniem na organizm człowieka naturalnych lub sztucznych środków i warunków środowiskowych, w celu optymalizacji fizjologicznych procesów wypoczynkowych, ochrony zdrowia oraz utrzymania lub podniesienia wydolności psychofizycznej sportowca. Do systemów odnowy biologicznej zalicza się między innymi narzędzia pedagogiczne, psychologiczne i medyczno-biologiczne. Te ostatnie leżą u podstaw procesów powysiłkowej odnowy biologicznej organizmu.

Ważne miejsce w odnowie biologicznej zajmują metody fizykoterapeutyczne. Właściwe ich wykorzystanie pozwala nie tylko optymalizować dynamikę procesów restytucyjnych, lecz także zapobiegać nasilającemu się występowaniu chorób przeciążeniowych w sporcie oraz usprawniać zawodników po przebytych sportowych obrażeniach ciała [1, 3].

Procesom restytucji oraz utrzymania zdrowia u sportowców sprzyjają zabiegi z zakresu hydroterapii, takie jak: kąpiele całkowite, z masażem, perełkowe, natryski ogólne i miejscowe, polewanie. Hydroterapia, w zależności od zastosowanego zabiegu, zalecana jest do hartowania ciała, zmniejszenia napięcia mięśni, uspokojenia organizmu, zmniejszenie bólów mięśniowo-stawowych oraz powoduje lepsze samopoczucie.

Kolejnym środkiem odnowy biologicznej ogólnie odprężającym i wzmacniającym jest sauna. Działa ona silnie bodźcowo, głównie dzięki bardzo dużej różnicy temperatur w trakcie zabiegu i gwałtownym zmianom wilgotności powietrza. Powoduje stymulację aktywności ustroju, usprawnia czynności odruchowe i przyczynia się do przywrócenia równowagi biologicznej. Systematyczne stosowanie sauny zwiększa liczbę czerwonych krwinek oraz liczbę kapilarów w mięśniach i narządach wewnętrznych, poprawia również gospodarkę tlenem. Potreningowa forma zabiegu zwiększa zdolność do pokonywania obciążeń treningowych i przewyższania sytuacji stresowych. Bezpośrednio po saunie, do 3-4 godzin, występuje często ogólne osłabienie oraz pogorszenie szybkości reakcji i koordynacji nerwowo-mięśniowej [1, 3].

Najbardziej rozpowszechnionym zabiegiem jest masaż, który poprzez bodźce mechaniczne wpływa na skórę i głębiej położone tkanki. Można go podzielić na: bierny, rozciągający obkurczone tkanki i czynny, wzmacniający osłabione lub będące w zaniku tkanki. Celem masażu sportowego jest likwidacja lub zmniejszenie bólu i innych objawów przeciążenia narządu ruchu, przyspieszenie wypoczynku i poprawa formy sportowej. Biorąc pod uwagę planowany efekt, masaż sportowy można podzielić na: podtrzymujący, treningowy, startowy (przygotowawczy) oraz odnawiający (restytucyjny) [4].

Do zabiegów stosowanych profilaktycznie i leczniczo u sportowców można zaliczyć: nagrzewanie ciepłem suchym, naświetlanie promieniami ultrafioletowymi, światłem spolaryzowanym oraz elektroterapię i elektrostymulację. Zabiegi te mają szczególne zastosowanie w usprawnianiu pourazowym do pobudzenia mięśni w stanie zaniku z bezczynności, przyspieszeniu regeneracji tkanek miękkich oraz w zmęczeniowych bólach mięśniowych i wszelkiego rodzaju stanach przeciążeniowych aparatu ruchu [1, 3, 4].

W odnowie biologicznej coraz istotniejsze miejsce zajmuje krioterapia [2]. Krioterapia ogólnoustrojowa to bodźcowe, stymulujące działanie krańcowo niskimi temperaturami (poniżej -100 °C), przez około 3 minuty, w celu wywołania fizjologicznych, układowych i narządowych odruchów i reakcji obronnych, korzystnych i skutecznych w przywracaniu lub utrzymaniu równowagi (homeostazy) organizmu ludzkiego [5, 6].

Wprowadzenie do praktyki leczniczej krioterapii przypisuje się Japończykowi Yamauchi, pracującemu w Reiken Rheumatism Village Institute w Oita. Tam też skonstruowano pierwszą na świecie kriokomorę [7, 8]. Polska krioterapia powstała we Wrocławiu, w 1983 roku w Katedrze Fizjoterapii AWF, kierowanej przez prof. Zdzisława Zagrobelnego. Tu zainstalowano pierwszy krioplikator. W 1989 roku powstała pierwsza w Polsce kriokomora (druga w Europie i trzecia na świecie) [9].

Kriokomora składa się z połączonych ze sobą pomieszczeń: przedsiionka i komory właściwej sterowanych komputerowo. Temperatura w przedsiionku wynosi około  $-60^{\circ}\text{C}$ , natomiast w komorze właściwej od  $-110^{\circ}\text{C}$  do  $-160^{\circ}\text{C}$ . Czas zabiegu wynosi około 3 min. Metodyka krioterapii odbywa się według ściśle określonej procedury [5, 10, 11, 12].

W latach 90. w Pracowni Krioterapii AWF we Wrocławiu liczne grupy sportowców poddawane były zabiegom krioterapii ogólnoustrojowej. Zaobserwowano, że oprócz dobrych efektów leczniczych w urazach sportowych poprawie uległ także ich stan ogólny, gotowość do wysiłku fizycznego. Bardzo dobrze znosili intensyfikację treningów oraz osiągnęli lepsze wyniki. Badania laboratoryjne i biochemiczne potwierdziły wzrost poziomu hormonów wpływających na gotowość do wysiłku (np. testosteronu). Wykazano również wzrost efektywności skurczu mięśni szkieletowych w badaniach izokinetycznych (aparatus Biodex 3Pro). Efekty te zainspirowały naukowców do kolejnych badań nad wpływem skrajnie niskich temperatur na wydolność fizyczną i biologiczną sportowców i przyczyniły się do popularyzacji krioterapii w kręgach sportowych [13].

Wzrost zainteresowania krioterapią zarówno ogólnoustrojową, jak i miejscową spowodował konieczność przeprowadzenia badań naukowych analizujących efekty wykorzystania tej metody jako środka odnowy biologicznej. Poddano ocenie nie tylko intensyfikację procesu treningowego, ale również możliwość aktywnej profilaktyki urazów i przejawów zmęczenia psychicznego.

W pracy Chwalbińskiej-Moneta z 2003 roku zaprezentowano wyniki badań przeprowadzonych z udziałem 6 wioślarzy kadry olimpijskiej, którzy przed i po serii 23 zabiegów kriostymulacji wykonywali test wysiłkowy na ergometrze wiosłarskim [14]. Podczas testu rejestrowano częstość skurczów serca oraz stężenia mleczanu, hormonu wzrostu, kortyzolu i testosteronu we krwi. Uzyskane wyniki wykazały, że kriostymulacja ogólnoustrojowa poprawia krążeniową i metaboliczną tolerancję wysiłku, opóźnia narastanie zmęczenia w trakcie wykonywania pracy mięśniowej, a także obniża reakcje stresowe na progresywny wysiłek fizyczny. Nie stwierdzono natomiast wpływu na wytrzymałość, chociaż zaobserwowano istotny wzrost zdolności do długotrwałego wysiłku w strefie wyższych intensywności, tzn. zaobserwowano znaczący wzrost mocy progowej, porównywalny ze wzrostem tego wskaźnika w efekcie kilkutygodniowego treningu wytrzymałościowego. Subiektywne odczucie wysiłków (wg skali Borga) wskazywało na lepszą tolerancję, szybszą regenerację po treningu oraz wyższą motywację do podejmowania kolejnych intensywnych obciążeń treningowych.

Opisane badania pokazały, że zabiegi chłodzenia stawu skokowo-goleniowego aktywizowały siłę skurczu mięśnia płaszczkowatego. Przedstawiono wyniki badań elektrodiagnostycznych, świadczące o większej pobudliwości tego mięśnia po jego schładzaniu [15].

W Zakładzie Usprawniania Leczniczego Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA w Warszawie przeprowadzono badania w grupie 300 mężczyzn uprawiających sport wyczynowo [16]. Dotyczyły one oceny zmian wybranych cech motorycznych pod wpływem niskich temperatur. Niektóre zdolności motoryczne, takie jak gibkość, równowaga, szybkość oraz siła dynamiczna mięśni brzucha, również

uległy poprawie po serii 10 zabiegów kriostymulacji ogólnej. Największa poprawa równowagi nastąpiła u osób korzystających z zabiegów w temperaturze  $-160^{\circ}\text{C}$ , natomiast poprawa szybkości w temperaturze  $-100^{\circ}\text{C}$ . Podobne badania, dotyczące wpływu temperatur kriogenicznych na gibkość i równowagę, przeprowadzono w grupie 150 koman-dosów [17]. Potwierdziły one, iż niezależnie od stosowanej temperatury ( $-130^{\circ}\text{C}$  lub  $-160^{\circ}\text{C}$ ) po serii 10 krioplikacji nastąpiła poprawa gibkości i równowagi.

Pozytywny wpływ krioterapii ogólnoustrojowej w procesie treningowym zaobserwowano podczas wykonywanych prób wysiłkowych [18]. Badania przeprowadzono w Inowrocławiu u 10 zawodników uprawiających sztuki walki. Zostali oni poddani dwukrotnej próbie wysiłkowej, przed i po 20 zabiegach kriostymulacji, na bieżni ruchomej, według protokołu Bruce'a zmodyfikowanego dla sportowców. Badania wykazały: poprawę średnich wyników punktowych obciążenia wysiłkiem w skali Borga, wydłużenie próby, zwiększenie prędkości bieżni, a także kąta nachylenia i poziomu obciążenia. Uzyskane wyniki mogą świadczyć, iż zabiegi krioterapii poprawiają wydajność ćwiczeń.

Rozważania dotyczące zmian hormonalnych pod wpływem niskich temperatur są dość sprzeczne [2, 19, 20, 21]. W badaniach prowadzonych na Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach u 22 zawodników wyczynowo uprawiających piłkę nożną stwierdzono znaczne obniżenie stężenia testosteronu i estradiolu w surowicy, z równoczesnym zwiększeniem stosunku stężenia testosteronu do estradiolu [19]. Obserwowane zmiany mogą wpływać na kondycję psychofizyczną zawodników i uzyskiwane przez nich wyniki, jednak mechanizmy tych zmian nie zostały wyjaśnione i wymagają dalszych badań. W badaniach Wawrowskiej oraz Zagrobelnego i wsp. u zdrowych mężczyzn i kobiet po jednorazowym 2-minutowym zabiegu krioterapii ogólnoustrojowej w temperaturze  $-130^{\circ}\text{C}$  obserwowano znamienne statystycznie wzrost stężenia hormonu adrenokortykotropowego (ACTH – *adrenocorticotropic hormone*), beta-endorfiny oraz adrenaliny i noradrenaliny w porównaniu do wartości przed rozpoczęciem krioterapii [20, 21]. U mężczyzn zaobserwowano również znamienne wzrost stężenia testosteronu. U obu płci nie obserwowano znamienych zmian stężenia kortyzolu.

Krioterapia ogólnoustrojowa ma również znamienne wpływ na skład biochemiczny krwi. Badania hokeistów, uprawiających hokej na trawie, wykazały istotne zmniejszenie liczby erytrocytów, stężenia hemoglobiny i wartości hematokrytu we krwi obwodowej. Parametry te powracały do wartości wyjściowych (erytrocyty, hematokryt) lub je przekraczały (hemoglobina) w okresie tygodnia od zakończenia zabiegów [22]. Obserwowane zmiany mogą prowadzić do poprawy właściwości reologicznych krwi i lepszego ukrwienia tkanek [23]. W podobnych badaniach przeprowadzonych na lekkoatletach (zawodnikach kadry narodowej) również zaobserwowano tendencje do zmniejszania się liczby erytrocytów, płytek krwi i hemoglobiny. Nie wykazano jednak obniżenia wartości hematokrytu, które opisywano u zawodników hokeja na trawie. Różnice wyników badań mogą wynikać z innej metodologii zabiegów. Hokeistów poddano zabiegom krioterapii dwa razy dziennie, a lekkoatletom zaaplikowano zabieg raz dziennie [24].

Badania dotyczące wpływu kriostymulacji ogólnoustrojowej na enzymatyczną barierę antyoksydacyjną organizmu potwierdzają zasadność stosowania zabiegów kriogenicznych w odnowie biologicznej. Eksperyment przeprowadzono na 19 kajakarzach polskiej kadry olimpijskiej, których poddano dziesięciodniowemu cyklowi treningowemu z wykorzystaniem kriostymulacji. Sportowcy dwukrotnie w ciągu dnia korzystali z zabiegów w komorze kriogenicznej, gdzie każdorazowo przebywali przez trzy minuty w temperaturze od

-120 °C do -140 °C [25]. Wyniki badań sugerują, że wspomaganie treningu skrajnie niskimi temperaturami sprzyja zachowaniu równowagi prooksydacyjnej – antyoksydacyjnej u kajakarzy. Zmniejsza ona wrażliwość sportowców na bodźce treningowe i redukuje ujemne skutki wysiłku fizycznego, co przyczynia się do uzyskania dobrych wyników sportowych. W początkowym okresie treningu kriostymulacja ogólnoustrojowa może być czynnikiem powodującym stabilizację błon komórkowych. Reasumując, krioterapia przyczynia się do zwiększenia zdolności antyoksydacyjnych organizmu, co z kolei ma duży wpływ na siłę mięśni i zdolność do wykonywania określonego wysiłku [25].

Interesujące wydają się badania opisywane przez Marino, dotyczące wykorzystania zabiegów chłodzących zarówno w zapobieganiu stresowi cieplnemu, jak i w regeneracji szoku cieplnego wywołanego ćwiczeniami [26]. Wysokie wewnętrzne obciążenie termiczne może skutkować ostrym spadkiem wydajności ćwiczenia i opóźnić regenerację i powrót do stanu optymalnego funkcjonowania [27]. Między innymi przeprowadzono badanie polegające na dwukrotnym 30-minutowym cyklu jazdy na rowerze, oddzielonym 15-minutowym zabiegiem regeneracyjnym (z wykorzystaniem chłodzenia). Warunki zanurzenia w zimnej wodzie utrzymały wydajność ćwiczeniową, redukowały temperaturę wewnętrzną i średnie temperatury ciała oraz tętno. Pomimo często sprzecznych wyników badań większość z nich potwierdza, że proces chłodzenia po ćwiczeniach jest korzystny dla redukcji wewnętrznego obciążenia termicznego i może być korzystny dla wytrzymałości lub wydajności przy długotrwałych ćwiczeniach o wysokiej intensywności, po krótkich (1-2 h) lub średnich (24 h) czasach regeneracji. Jednak do tej pory mechanizmy chłodzenia nie są naukowo udokumentowane i wymagają dalszych badań [28]. Przypuszcza się, że procedury chłodzenia powodują wzrost objętości krążeniowej, a dzięki temu poprawiają przepływ krwi przez mięśnie. Chłodzenie przed lub po ćwiczeniach może łagodzić obciążenie termiczne i pozwalać na wzrost aktywacji i regeneracji siły mięśni. Niezależnie od możliwości wyjaśnienia mechanizmów fizjologicznych, istnieją wystarczające dowody na to, aby uważać chłodzenie za istotny element ochrony i regeneracji ze stresu cieplnego w ramach treningu i odnowy biologicznej [26, 29].

## Podsumowanie

Krioterapia jest cenioną metodą w medycynie sportowej i bardzo przydatną w procesie odnowy biologicznej. Wyniki dotychczasowych badań potwierdzają, że jest ona bezpieczna i stosunkowo tania [11]. Przeciwdziała powstawaniu negatywnych skutków przeciążeń treningowych, wspomaga leczenie urazów sportowych i przygotowuje organizm do większych obciążeń. Dzieje się tak zarówno na drodze reakcji miejscowych, jak i ogólnoustrojowych. Sprzyja to osiąganiu lepszych wyników sportowych, umożliwiając realizację pełnych cykli treningowych [30].

Obserwuje się duże zainteresowanie badaniami naukowymi analizującymi znaczenie krioterapii w odnowie biologicznej. Istnieje jeszcze wiele nierozstrzygniętych problemów oraz sprzecznych wniosków, które powinny być wyjaśnione. Konieczne jest wykonanie badań na większej liczbie osób oraz ustalenie optymalnej metodologii zabiegów, co pozwoli na sformułowanie wniosków praktycznych [16, 18, 19]. ■

## Literatura

1. K. Geremek, L. Dec: *Zmęczenie i regeneracja sił*. Odnowa biologiczna, Katowice 2007.
2. D. Sitkowski: *O niektórych środkach i metodach tzw. wspomaganie treningu sportowego*, Sport Wyczynowy, nr 1, 2009, s. 35-44.

3. W.J. Kochański: *Balneologia i hydroterapia*, Wrocław 2002.
4. P. Rakowski: *Odnowa biologiczna po treningach i zawodach sportowych*, Lider, vol. 10, 2006, s. 24-26.
5. W. Brojek, A. Warzocha: *Krioterapia – odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 12, 2006, s. 108-109.
6. W. Brojek: *Krioterapia – co należy wyjaśnić*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 12, 2005, s. 68-70.
7. T. Yamauchi, S. Mogami, K. Miura: *Various applications of the extreme cryotherapy and strenuous exercise program – focusing on chronic rheumatoid arthritis*, Physiother Rehabil, vol. 5, 1981, s. 35-39.
8. H. Gregorowicz, Z. Zagrobelny: *Krioterapia ogólnoustrojowa. Wskazania i przeciwwskazania, przebieg zabiegu i jego skutki fizjologiczne i kliniczne*, [w:] *Krioterapia miejscowa i ogólnoustrojowa*, Z. Zagrobelny (red.), Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.
9. Z. Zagrobelny (red.): *Krioterapia miejscowa i ogólnoustrojowa*, Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.
10. A. Sieroń, G. Cieślak: *Krioterapia – leczenie zimnem*, α-medica press, Bielsko-Biala 2007.
11. D. Biały, K. Zimmer, Z. Zagrobelny: *Komora kriogeniczna – zalety zastosowania w rehabilitacji - doświadczenia własne*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 4, 1998, s. 169-172.
12. R. Suszko: *Krioterapia ogólnoustrojowa*, Rehabilitacja Medyczna, vol. 7(2), 2003, s. 63-71.
13. K. Zimmer: *Krioterapia ogólna w medycynie sportowej*, Sport Wyczynowy, nr 5-6, 2003, s. 461-462.
14. J. Chwalbińska-Moneta: *Wpływ ogólnoustrojowej kriostymulacji na niektóre reakcje wysiłkowe u sportowców (doniesienie wstępne)*, Sport Wyczynowy, nr 5-6, 2003, s. 50-54.
15. J.T. Hopkins, R. Stencil: *Ankle cryotherapy facilitates soleus function*, J Orthop Sports Phys. Ther., vol. 32 (12), 2002, s. 622-627.
16. J. Łuczak, J. Michalik: *Wpływ skrajnie niskich temperatur na wybrane cechy motoryczne człowieka*, Fizjoterapia Polska, vol. 6, 2006, s. 206-211.
17. J. Łuczak, J. Michalik: *Zmienność wybranych cech motorycznych człowieka w zależności od temperatur kriogenicznych (-130 °C i -160 °C)*, Balneologia Polska, vol. 50(3), 2008, s. 244-252.
18. W. Hagner, A. Smolka, J. Różańska: *Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na wyniki próby wysiłkowej*, Balneologia Polska, tom 51, nr 1 (115), 2009, s. 35-39.
19. J. Korzonek-Szlacheta, T. Wielkoszyński, A. Stanek i in.: *Wpływ krioterapii na stężenie wybranych hormonów u zawodników wyczynowo uprawiających piłkę nożną*, Endokrynologia Polska, vol. 58(1), 2007, s. 27-32.
20. A. Wawrowska: *Wpływ ogólnoustrojowej krioterapii na organizm osób zdrowych i chorych reumatycznych ze szczególnym uwzględnieniem stężeń wybranych hormonów, beta-endorfin, t-keto PGFI alfa*, Praca doktorska, AWF, Wrocław 1992.
21. Z. Zagrobelny, B. Halawa, M. Negrusz-Kawecka i in.: *Effect of single cooling of the entire body in the cryogenic chamber on selected hemodynamic parameters and blood serum hormone levels in healthy subjects*, Polski Tygodnik Lekarski, vol. 48, 1993, s. 303-305.
22. A. Straburzyńska-Lupa, A. Konarska, A. Nowak i in.: *Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na wybrane parametry biochemiczne krwi obwodowej zawodników hokeja na trawie*, Fizjoterapia Polska, vol. 7, 2007, s. 5-20.
23. A. Stanek, G. Cieślak, A. Sieroń: *Terapeutyczne zastosowanie krioterapii w praktyce klinicznej*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 12, 2006, s. 207-210.
24. D. Biały, K. Zimmer, Z. Zagrobelny: *Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na parametry krwi obwodowej kadry narodowej lekkoatletów*, Inżynieria Biomedyczna – Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 18, 1999, s. 16-22.
25. A. Woźniak, B. Woźniak, G. Drewa i in.: *Wpływ kriostymulacji ogólnoustrojowej na enzymatyczną barierę antyoksydacyjną we krwi kajakarzy podczas treningu*, Medycyna Sportowa, vol. 23, 2007, s. 207-214.
26. F.E. Marino (red.): *Thermoregulation and human performance. Physiological and biological aspects*, Med Sport Sci. Basel, Karger, 2008, vol. 53, s. 89-103.
27. D. Wendt, L.J.C. van Loon, W.D. van Marken Lichtenbelt: *Thermoregulation during exercise in the heat*, Sports Med, vol. 37, 2007, s. 669-682.
28. F.E. Marino: *Methods, advantages and limitations of body cooling for exercise performance. Cooling interventions for the protection and recovery of exercise performance from exercise-induced heat stress*, Br J Sports Med, vol. 36, 2002, s. 89-94.
29. J. Vaile, S. Halson, B. Gill, N. Dawson: *Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat*, J Sport Sci, vol. 26, 2008, s. 431-440.
30. D. Biały, K. Zimmer, Z. Zagrobelny: *Zastosowanie krioterapii w sporcie*, [w:] *Krioterapia miejscowa i ogólnoustrojowa*, Z. Zagrobelny (red.), Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.

otrzymano / received: 20.08.2009 r.

zaakceptowano / accepted: 14.10.2009 r.