

## PRACA POGLĄDOWA

# Współczesna krioterapia ogólnoustrojowa w odnowie biologicznej

## Contemporary whole-body cryotherapy in wellness

Agata Stanek, Aleksander Sieroń

## STRESZCZENIE

Oddział Kliniczny Chorób Wewnętrznych,  
Angiologii i Medycyny Fizykalnej  
Katedry Chorób Wewnętrznych w Bytomiu  
Wydziału Lekarskiego z Oddziałem  
Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze  
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego  
w Katowicach

Jedną z metod medycyny fizykalnej, coraz częściej znajdującą zastosowanie w odnowie biologicznej, jest krioterapia (kriostymulacja) ogólnoustrojowa. Polega ona krótkotrwałym, bodźcowym stosowaniu temperatur kriogenicznych (poniżej  $-100^{\circ}\text{C}$ ), w krótkim czasie 1–3 minut na całą powierzchnię ciała pacjenta. Działanie temperatur kriogenicznych stosowanych ogólnoustrojowo wywołuje w organizmie człowieka wiele korzystnych reakcji fizjologicznych, takich jak: efekt przeciwbólowy, nerwowo-mięśniowy, przeciwobrzękowy, przeciwzapalny oraz krążeniowy, hormonalny i immunologiczny. Zabiegi kriostymulacji ogólnoustrojowej wykazują także korzystny wpływ na psychikę człowieka poprzez działanie relaksujące i obniżenie poziomu lęku.

## SŁOWA KLUCZOWE

krioterapia ogólnoustrojowa, kriostymulacja ogólnoustrojowa, kriokomora, odnowa biologiczna, osoby zdrowe

## ABSTRACT

One of the methods of physical medicine which is used more and more frequently in wellness is whole-body cryotherapy (whole-body cryostimulation). It consists in stimulating the whole body surface by applying cryogenic temperatures (below  $-100^{\circ}\text{C}$ ) for a short time of 1–3 minutes. The effect of cryogenic temperatures on the whole body evokes in the human organism several, beneficial physiological reactions such as analgesic, neuro-muscular, antioedematous and anti-inflammatory effects as well as circulatory, hormonal and immunological reactions. Whole-body cryostimulation procedures also have a beneficial influence on the human psyche through the action of relaxing and decreasing the level of anxiety.

## KEY WORDS

whole-body cryotherapy, whole-body cryostimulation, cryochamber, wellness, healthy individuals

## ADRES

## DO KORESPONDENCJI:

Dr hab. n. med. Agata Stanek  
Oddział Kliniczny Chorób Wewnętrznych,  
Angiologii i Medycyny Fizykalnej  
Katedry Chorób Wewnętrznych  
w Bytomiu  
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego  
w Katowicach  
ul. Batorego 15  
41-902 Bytom  
tel./fax +48 32 786 16 30  
e-mail: astanek@tlen.pl

Ann. Acad. Med. Siles. 2012, 66, 4, 64–70  
Copyright © Śląski Uniwersytet Medyczny  
w Katowicach  
ISSN 0208-5607

Coraz większa rywalizacja we współczesnym świecie powoduje, że człowiek, aby osiągnąć sukces, coraz dłużej i intensywniej pracuje. Wielu z nas wydłuża czas pracy kosztem właściwego odpoczynku, w tym także snu.

Od czasów starożytnych wiadomo, że podstawą utrzymania zdrowia jest zachowanie we właściwych proporcjach okresów aktywności i odpoczynku. Jest to niezwykle ważne ze względu na fakt, że w okresie odpoczynku następuje odnowa biologiczna sił utraconych podczas aktywności. Brak regularnego snu, nadmiar stresu, przepracowanie i życie w ciągłym tempie powoduje spadek formy organizmu ludzkiego oraz sprzyja powstawaniu chorób.

Z tego też powodu poszukuje się coraz skuteczniejszych metod odnowy biologicznej, które pozwoliłyby na intensyfikację fizjologicznych procesów odnowy biologicznej, przyczyniłyby się do poprawy wydolności fizycznej, samopoczucia oraz kondycji psychicznej organizmu człowieka, a także zachowania piękna ciała. Wymienione cechy są warunkiem pełnego dobrostanu człowieka, który określa się terminem *wellness*, będącym synonimem działań oznaczających odnowę biologiczną [1,2]. Jedną z metod medycyny fizykalnej spełniającą te warunki i tym samym coraz częściej znajdującą zastosowanie w odnowie biologicznej jest krioterapia (kriostymulacja) ogólnoustrojowa. Mianem krioterapii ogólnoustrojowej określa się krótkotrwałe, bodźcowe stosowanie temperatur kriogenicznych (poniżej  $-100^{\circ}\text{C}$ ), w krótkim czasie 1–3 minut, na całą powierzchnię ciała pacjenta, dla wywołania i wykorzystania fizjologicznych reakcji na zimno. W celu zwiększenia i utrwalenia korzystnych efektów leczenia niskimi temperaturami, bezpośrednio po każdym zabiegu krioterapii ogólnoustrojowej stosowana jest kinezyterapia. Krioterapia ogólnoustrojowa stanowi tym samym podstawowy element tzw. kriorehabilitacji. Zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej poprzedzające kinezyterapię pozwalają na trzykrotne zwiększenie intensywności ćwiczeń ruchowych oraz wydłużenie czasu ich trwania [3,4,5].

Działanie temperatur kriogenicznych stosowanych ogólnoustrojowo wywołuje w organizmie człowieka wiele korzystnych reakcji fizjologicznych, takich jak: efekt przeciwbólowy, nerwowo-mięśniowy, przeciwobrzękowy, przeciwzapalny oraz krążeniowy, hormonalny i immunologiczny. Jednym z najistotniejszych skutków jest efekt przeciwbólowy, związany

z wpływem krańcowo niskich temperatur na układ nerwowy (czynnościowe wyłączenie przez zimno receptorów czuciowych i ich połączeń z proprioceptorami oraz zwolnienie przewodnictwa we włóknach czuciowych), układ hormonalny (wzrost wydzielania beta-endorfin) oraz działaniem metabolicznym (obniżenie stężenia mleczanów i histaminy oraz wzrost stężenia bradykininy i angiotensyny w zmienionych zapalnie tkankach) [6,7,8].

Efekt nerwowo-mięśniowy temperatur kriogenicznych wiąże się ze zmniejszeniem napięcia mięśni w wyniku zwolnienia przewodnictwa nerwowego i obniżenia reaktywności obwodowych zakończeń czuciowo-nerwowych oraz ze wzrostem siły mięśniowej [4,5,9,10]. Natomiast temperatury kriogeniczne nie wpływają na aktywność kinazy kreatynowej, co przemawia za brakiem ich szkodliwego wpływu na mięśnie szkieletowe [11,12].

Z kolei działanie przeciwobrzękowe krioterapii ogólnoustrojowej związane jest z przekrwieniem tętniczym w okolicy obrzęków okołostawowych, z równoczesnym zwiększeniem filtracji włosniczkowej, poprawą drożności naczyń chłonnych drenujących przestrzeń międzykomórkową oraz zwiększeniem przepływu chłonki w naczyniach limfatycznych [13,14,15].

Efekt przeciwzapalny oddziaływania temperatur kriogenicznych stosowanych ogólnoustrojowo może wynikać z wpływu tego czynnika zarówno na wydzielanie mediatorów stanu zapalnego, jak i na równowagę prooksydacyjno-antyoksydacyjną. U osób poddanych krioterapii ogólnoustrojowej – tak u chorych, jak i zdrowych – obserwuje się m.in. znamienne statystycznie spadek wartości odczynu Bierackiego i stężenia markerów stanu zapalnego: białka ostrej fazy CRP (*C-reactive protein*), mukoproteidów, fibrynogenu oraz s-ICAM (rozpuszczalna międzykomórkowa cząsteczka adhezyjna 1), immunoglobulin IgG i IgA oraz interleukin prozapalnych (IL-2 i IL-8), a także znamienne wzrost stężenia interleukiny przeciwzapalnej IL-10 [16,17,18,19].

Kolejny mechanizm działania przeciwzapalnego temperatur kriogenicznych stosowanych ogólnoustrojowo może być związany z ich wpływem na stabilizację błon lizosomalnych i następowym zahamowaniem uwalniania enzymów z lizosomów [20,21].

Innym efektem zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej związanym z jej działaniem przeciwzapalnym może być zmniejszenie nasilenia

stresu oksydacyjnego. Pojedynczy zabieg powoduje zakłócenie równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej, z obniżeniem całkowitej zdolności oksydacyjnej (TOS – *total oxidative status*) oraz antyoksydacyjnej, (TAS – *total antioxidative status*) osocza i następowym ich wzrostem w następnym dniu po zabiegu [22]. Z kolei powtarzanie zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej może powodować zmiany adaptacyjne organizmu człowieka pod postacią zwiększenia aktywności enzymów antyoksydacyjnych oraz zdolności antyoksydacyjnej osocza, a także zmniejszenia stężenia markerów stresu oksydacyjnego (skoniugowanych dienów i dialdehydu malonowego). Zmiany te wpływają korzystnie na utrzymanie równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej na wyższym poziomie. W ten sposób może dochodzić do nasilenia działania przeciwzapalnego temperatur kriogenicznych stosowanych ogólnoustrojowo oraz ich działania ochronnego przed stresem oksydacyjnym, spowodowanym wysiłkiem fizycznym [23,24].

Temperatury kriogeniczne wpływają również na układ krążenia, a występujące w tym przypadku zmiany dotyczą głównie mikrokrążenia krwi. Oddziaływanie temperatur kriogenicznych na mikrokrążenie odbywa się dwufazowo. W pierwszej fazie, trwającej od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund, obkurczeniu lub zamknięciu ulegają zwieracze przedwłośniczkowe w skórze, co prowadzi do zmniejszenia lub zahamowania przepływu przedwłośniczkowego i w konsekwencji utlenowana krew przez otwarte połączenia tętniczo-żylnie wraca do dużych naczyń żylnych i prawego serca. W drugiej fazie dochodzi do adaptacyjnego rozszerzenia naczyń krwionośnych mikrokrążenia oraz zamknięcia połączeń tętniczo-żylnych, czego efektem jest wzrost ukrwienia tkanek, zwiększenie dowozu tlenu i substancji odżywczych do tkanek i narządów oraz zwiększenia usuwania toksyn z organizmu [25,26,27,28].

Dotychczas nie wykazano istotnego wpływu temperatur kriogenicznych stosowanych ogólnoustrojowo na parametry makrokrążenia, takie jak: częstość akcji serca, wartości ciśnienia tętniczego, wartość wskaźnika skracania poprzecznego lewej komory serca i frakcji wyrzutowej serca. Kriostymulacja ogólnoustrojowa nie powoduje również zaburzeń rytmu serca oraz zmian niedokrwiennych mięśnia sercowego [29,30,31,32].

Krioterapia ogólnoustrojowa w korzystny sposób modyfikuje zmienność rytmu zatoko-

wego, zarówno przez zwiększenie całkowitej zmienności, jak i przez przesunięcie równowagi układu wegetatywnego w kierunku wzrostu aktywności przywspółczulnej [33].

Zabiegi kriostymulacji powodują ponadto poprawę wydolności fizycznej organizmu, wpływając pozytywnie na wybrane parametry próby wysiłkowej, jak wydłużenie czasu jej trwania, zwiększenie poziomu obciążenia i wzrost kąta nachylenia bieżni oraz prędkości bieżni [34]. Zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej pozwalają także zwiększyć wydolność beztlenową w dyscyplinach sportowych wymagających prędkości i siły [35].

Istnieją też nieliczne doniesienia wskazujące na korzystny wpływ zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej na profil lipidowy surowicy. W badaniach eksperymentalnych na modelu zwierzęcym, po kriostymulacji ogólnoustrojowej obserwowano znamienne obniżenie stężeń frakcji cholesterolu LDL oraz HDL [36]. Z kolei u zdrowych osób po zakończeniu cyklu zabiegów stwierdzono zmniejszenie stężenia frakcji LDL-cholesterolu, z towarzyszącym wzrostem stężenia frakcji HDL [37].

Temperatury kriogeniczne stosowane ogólnoustrojowo wpływają również na układ hormonalny oraz odpornościowy organizmu, jednak wyniki badań w tym zakresie są niejednoznaczne.

Wpływ kriostymulacji ogólnoustrojowej na układ hormonalny jest niejednoznaczny. W pracach Zagrobelnego i wsp. oraz Wawrowskiej [32,38] wykazano wzrost stężenia ACTH (hormon adrenokortykotropowy), kortyzonu, adrenaliny i noradrenaliny w surowicy chorych poddanych krioterapii, natomiast Lepaluto i wsp. [39] stwierdzili, że temperatury kriogeniczne stosowane ogólnoustrojowo zwiększają jedynie wydzielanie noradrenaliny i nie pobudzają osi przysadka mózgowa–nadnercza. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu krioterapii ogólnoustrojowej na stężenie TSH (hormon tyreotropowy), hormonów tarczycy, prolaktyny, hormonu wzrostu oraz hormonów gonadotropowych u osób zdrowych oraz pacjentów z chorobami reumatycznymi [32,40]. Zdaniem Korzonek-Szlachety i wsp. [41], zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej u zawodników uprawiających wyczynowo grę w piłkę nożną prowadzą do znaczącego obniżenia stężeń testosteronu i estradiolu w surowicy, nie wpływając na stężenie luteoproteiny (LH) i siarczanu dehydroepiandrosteronu (DHEA-S). Równocześnie ze zmianą stężeń testosteronu

i estradiolu znamienne wzrasta stosunek testosteron/estradiol. Przyczyną tych zjawisk jest prawdopodobnie indukowana ogólnoustrojowym oddziaływaniem temperatur kriogenicznych zmiana ukrwienia skóry i tkanki podskórnej oraz modulacja aktywności aromatazy odpowiedzialnej za konwersję testosteronu lub androstendionu do estrogenów. W innych pracach [32,42] nie wykazano istotnego wpływu krioterapii ogólnoustrojowej na stężenie testosteronu u sportowców oraz pacjentów ze schorzeniami reumatoidalnymi.

Temperatury kriogeniczne stosowane ogólnoustrojowo powodują także zwiększenie odporności komórkowej i humoralnej – u chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów obserwowano wzrost liczby i odsetka subpopulacji limfocytów: CD3 (limfocytów T), CD4 (limfocytów T pomocniczych), CD8 (limfocytów T cytotoksycznych i supresorowych), CD19 (limfocytów B) oraz CD56 (limfocytów NK – *natural killers*) [43,44]. Pod wpływem tych temperatur dochodzi także do wzrostu w surowicy aktywności bakteriobójczej białek dopełniacza, stężenia składowych C3 i C4 dopełniacza oraz immunoglobulin klasy IgA, IgG i IgM [18,45,46].

Niektórzy autorzy zanotowali istotny, korzystny wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na psychikę pacjentów, wyrażający się m.in. poprawą nastroju, uczuciem relaksacji, ustąpieniem uczucia zmęczenia oraz poprawą jakości zasypiania i snu [47,48].

Zabiegi w kriokomorze – poprzez wspomnianą wcześniej poprawę ukrwienia tkanek i zwiększenie dowozu substancji odżywczych, a także nasilenie usuwania toksyn z organizmu i korzystny wpływ na równowagę prooksydacyjno-oksydacyjną – odmładzają, ujędrniają skórę, likwidują cellulit, a ponadto, dzięki poprawie przemiany materii, wspomagają odchudzanie [28].

Podstawą wymienionych reakcji są procesy termoregulacji. Ich uruchomienie następuje za pośrednictwem termoreceptorów przekazujących impulsy nerwowe do podwzgórza, które zawiaduje wszystkimi wegetatywnymi i większością hormonalnych funkcji organizmu człowieka. Największą utratę ciepła podczas zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej wykazują części ciała o stosunkowo dużej w stosunku do objętości powierzchni. Są to głównie kończyny, a zwłaszcza palce rąk i stóp, natomiast narządy klatki piersiowej, jamy brzusznej,

czaszka oraz krew zachowują stałą temperaturę [4,5,28].

#### METODYKA ZABIEGÓW KRIOTERAPII OGÓLNOUSTROJOWEJ [4,5,28,49,50]

Pacjentów do zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej kwalifikuje lekarz. Każdorazowo trzeba ustalić parametry terapeutyczne oraz indywidualny program kinezyterapii. Przed zabiegiem zawsze mierzy się ciśnienie tętnicze krwi, odnotowując jego wartość w karcie zabiegowej.

Osoby w trakcie zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej muszą być odpowiednio ubrane (kobiety – stroje kąpielowe, mężczyźni – spodenki). Szczególnego zabezpieczenia wymagają części ciała najbardziej narażone na działanie niskich temperatur; ręce powinny być chronione wełnianymi rękawicami, podudzia wełnianymi skarpetami do kolan, stopy drewnianymi sabotami, małżowiny uszne opaską lub czapką. Na twarz zakłada się maskę chirurgiczną wysłaną gazą. Nie należy wcierać w skórę kremów ani balsamów, by zimno równomiernie zadziało na skórę.

Przed wejściem do kriokomory trzeba zdjąć zegarek, biżuterię i okulary (soczewki kontaktowe są bezpieczne), a także dokładnie osuszyć ciało, zwłaszcza pod pachami i w zgięciach pod kolanami. W przeciwnym razie można doprowadzić do odmrożeń.

Korzystający z komory instruowani są o odpowiednim sposobie oddychania podczas zabiegu (najpierw krótki wdech nosem, potem długi wydech ustami; jest to niezwykle ważne, gdyż oziębione powietrze zwiększa w płucach swoją objętość i może wywołać duszności) oraz o sposobie poruszania się (powolny spacer, unikać dotykania skóry). Osoby poddawane zabiegom krioterapii wchodzą do przedsionka kriokomory (temperatura  $-60^{\circ}\text{C}$ ) z terapeutą ubranym w specjalną odzież ochronną zabezpieczającą przed oddziaływaniem zimna. Po około 30 sekundach adaptacji do temperatur kriogenicznych przechodzą sami do części właściwej kriokomory, gdzie temperatura waha się w zakresie od  $-110$  do  $-160^{\circ}\text{C}$ , a czas trwania pojedynczego zabiegu wynosi 1–3 minut. Czas zabiegu i temperatura są ustalane przez lekarza w zależności od indywidualnej reakcji osób na oddziaływanie zimna.

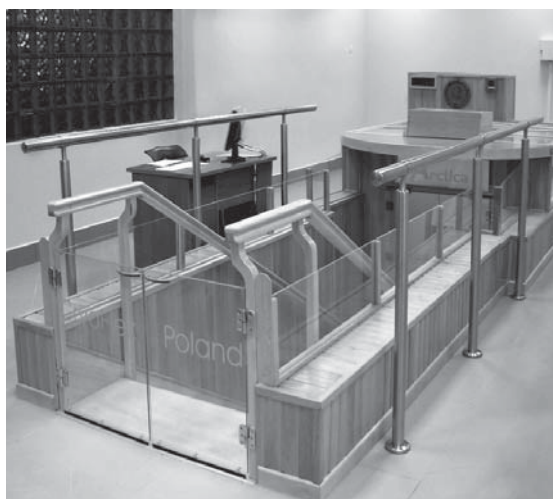
Bezpośrednio po wyjściu z kriokomory oraz zmianie stroju i obuwia (dres i obuwie sportowe) następuje 30–60-minutowa kinezyte-

rapia, obejmująca gimnastykę indywidualną oraz ćwiczenia z wykorzystaniem przyrządów, według indywidualnie ustalonego programu uwzględniającego wiek oraz aktualną sprawność układu ruchu i wydolność osoby poddanej zabiegom krioterapii. Zazwyczaj cykl terapeutyczny obejmuje 10–20 codziennych zabiegów.

Zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej wykonywane są w komorze kriogenicznej zamkniętej (ryc. 1) lub w kriokomorze z zaleganiem chłodu (ryc. 2). Do schładzania kriokomór używa się ciekłego azotu lub ciekłego powietrza.



Ryc. 1. Kriokomora typu Arctica (Metrum Cryoflex).  
Fig. 1. Arctica cryochamber (Metrum Cryoflex).



Ryc. 2. Kriokomora Arctica z zaleganiem chłodu (Metrum Cryoflex).  
Fig. 2. Arctica Cryochamber with cold retention (Metrum Cryoflex).

#### WSKAZANIA DO STOSOWANIA KRIOSTYMULACJI OGÓLNOUSTROJOWEJ W ODNOWIE BIOLOGICZNEJ

Na obecnym etapie wiedzy stosowanie kriostymulacji ogólnoustrojowej w odnowie biologicznej zaleca się ze względu na jej następujące efekty [4,5,14,28,51,52]:

- działanie biostymulujące,
- poprawa nastroju i samopoczucia,
- leczenie bezsenności,
- zwiększenie odporności immunologicznej organizmu,
- przyspieszenie restytucji powysiłkowej (regulacja stresu oksydacyjnego),
- wspomaganie treningu wytrzymałościowego i siłowego,
- leczenie przewlekłego zmęczenia,
- profilaktyka przeciążeń układu ruchu,
- profilaktyka osteoporozy,
- poprawa przemiany materii,
- utrzymanie prawidłowej wagi ciała,
- w kosmetologii m.in. opóźnienie efektów starzenia się, profilaktyka i redukcja cellulitu, a także lepsze wchłanianie substancji czynnych z kremów, żelów aplikowanych po zabiegu krioterapii ogólnoustrojowej ze względu na rozszerzenie naczyń mikrokrążenia i wzrost ukrwienia tkanek, które utrzymuje się do 4 godzin po zabiegu.

#### PRZECIWIWSKAZANIA DO STOSOWANIA KRIOSTYMULACJI OGÓLNOUSTROJOWEJ

Przeciwwskazaniami do stosowania krioterapii ogólnoustrojowej są [4,5,6,7,14,15]:

- nietolerancja zimna,
- krioglobulinemia,
- choroba Raynauda,
- niedoczynność tarczycy,
- ostre schorzenia dróg oddechowych,
- choroba nowotworowa,
- choroby układu sercowo-naczyniowego (niestabilna dusznica bolesna, wady aparatu zastawkowego serca w postaci zwężenia lewego ujścia tętniczego oraz lewego ujścia żylnego, niewydolność krążenia, groźne zaburzenia rytmu serca),
- zmiany skórne o charakterze ropno-zgorzelinowym,
- neuropatie układu współczulnego,
- miejscowe zaburzenia ukrwienia, wyniszczenie i wychłodzenie organizmu,
- klaustrofobia oraz zaburzenia psychiczne (w przypadku stosowania temperatur kriogenicznych ogólnoustrojowo) jako czynniki uniemożliwiające nawiązanie odpowiedniej współpracy z chorym

w trakcie zabiegu, a zwłaszcza przestrzeganie przez niego odpowiednich procedur postępowania w komorze kriogenicznej.

#### PODSUMOWANIE

Jak wynika z licznych dostępnych doniesień literaturowych, zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej są dobrze tolerowane. Polska jest światowym liderem w zakresie korzystania z kriokomór oraz badań podstawowych i klinicznych w tym zakresie. Można więc stwierdzić, że krioterapia to nasza polska specjalność. Na Zachodzie, poza Niemcami, krioterapia jest jeszcze słabo znana. Od niedawna zaczęto ją stosować w Portugalii, Hiszpanii, we Włoszech oraz w Wielkiej Brytanii. Kriokomory instalowane w tych krajach najczęściej produkowane są właśnie w Polsce.

wym liderem w zakresie korzystania z kriokomór oraz badań podstawowych i klinicznych w tym zakresie. Można więc stwierdzić, że krioterapia to nasza polska specjalność. Na Zachodzie, poza Niemcami, krioterapia jest jeszcze słabo znana. Od niedawna zaczęto ją stosować w Portugalii, Hiszpanii, we Włoszech oraz w Wielkiej Brytanii. Kriokomory instalowane w tych krajach najczęściej produkowane są właśnie w Polsce.

#### PIŚMIENNICTWO

- Gieremek K., Dec L. Zmęczenie i regeneracja sił, odnowa biologiczna. Has-Med s.c., Katowice 2000.
- Kasperczyk T., Fenczyn J. Podręcznik odnowy psychosomatycznej. PZWL, Warszawa 1996.
- Bauer J., Skrzek A. Fizjologiczne podstawy krioterapii. Acta Bio-Opt. Inform. Med. 1997, 3: 115–120.
- Zastosowanie zimna w medycynie – kriochirurgia i krioterapia. Red. A. Sieroń, G. Cieślak.  $\alpha$ -medica press, Bielsko-Biała 2003.
- Krioterapia – leczenie zimnem. Red. A. Sieroń, G. Cieślak.  $\alpha$ -medica press, Bielsko-Biała 2007.
- Miller E. Porównanie skuteczności działania krioterapii miejscowej i ogólnoustrojowej w bólu przewlekłym. Fizjoter. Pol. 2006, 6: 27–31.
- Sieroń A., Rykaczewska-Czerwińska M., Klimkiewicz T. i wsp. Antinociceptive effect in rats induced by the cooling of their whole body. Acta Bio-Opt. Inform. Med. 2002, 8: 153–155.
- Wójtecka-Lukasik E., Księżopolska-Orłowska K., Gaszewska E. i wsp. Cryotherapy decreases histamine levels in the blood of patients with rheumatoid arthritis. Inflamm. Res. 2010, 59: 253–253.
- Bilińska M., Rudkowska-Brzecka A., Martynów R., Brzecki A. Badania elektromiograficzne w ocenie siły mięśniowej po krioterapii u chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów. Prz. Lek. 1993, 50: 12–13.
- Jezierski C. Zastosowanie kriostymulacji i usprawniania na siłę mięśni działających na stawy kolanowe u chorych z gonarthrosis. Fizjoterapia 1994, 2: 19–20.
- Banfi G., Lombardi G., Colombini A., Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. Sports Med. 2010, 40: 509–517.
- Jonderko G., Pluta H., Gałaszek Z. Wpływ krioterapii krańcowo zimnym powietrzem na aktywność kinazy kreatynowej w surowicy krwi. Prz. Lek. 1988, 45: 491–492.
- Gregorowicz H., Zagrobelny Z. Krioterapia ogólnoustrojowa wskazania i przeciwwskazania, przebieg zabiegu i jego skutki fizjologiczne i kliniczne. Acta Bio-Opt. Inform. Med. 1998, 4: 119–131.
- Księżopolska-Pietrzak K. Miejsce krioterapii w leczeniu chorób narządu ruchu – mechanizm działania, wskazania i przeciwwskazania. Acta Bio-Opt. Inform. Med. 1996, 2: 157–160.
- Sieroń A., Pastuszka A., Marniok B. i wsp. Influence of low temperatures on lymph formation and flow velocity in mice. Thermol. Int. 2004, 14: 127–130.
- Banfi G., Melegati G., Barassi A., D’Eri G. Effects of the whole-body cryotherapy on NTproBNP, hsCRP and troponin I in athletes. J. Sci. Med. Sport. 2009, 1: 609–610.
- Banfi G., Melegati G., Barassi A. i wsp. Effects of whole-body cryotherapy on serum mediators of inflammation and serum muscle enzymes in athletes. J. Thermal. Biol. 2009, 34: 55–59.
- Sieroń A., Stanek A., Jagodziński J. i wsp. Zachowanie się wybranych parametrów zapalnych u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej – wstępne doniesienie. Acta Bio-Opt. Inform. Med. 2003, 9: 39–43.
- Stanek A., Cieślak G., Strzelczyk J. i wsp. Influence of cryogenic temperatures on inflammatory markers in patients with ankylosing spondylitis. Pol. J. Environ. Stud. 2010, 19: 167–175.
- Woźniak A., Mila-Kierzenkowska C., Drewa T. i wsp. Aktywność wybranych enzymów lizosomalnych w surowicy krwi kajakarzy po kriostymulacji ogólnoustrojowej. Med. Sport. 2001, 17: 322–327.
- Woźniak A., Woźniak B., Drewa G., Mila-Kierzenkowska C., Rakowski A. The effect of whole-body cryostimulation on lysosomal enzyme activity in kayakers during training. Eur. J. Appl. Physiol. 2007, 100: 137–142.
- Lubkowska A., Chudecka M., Klimek A., Szyguła Z., Frączek B. Acute effect of a signal whole-body cryostimulation on prooxidant-antioxidant balance in blood of healthy, young men. J. Thermal. Biol. 2008, 33: 464–467.
- Janiszewski M. Krioterapia jako czynnik wspomagający rehabilitację leczniczą. Med. Sport. 1998, 2: 257–260.
- Woźniak A., Woźniak B., Drewa G., Mila-Kierzenkowska C. The effect of cryostimulation on the prooxidant-antioxidant balance in blood of elite kayakers after training. Eur. J. Appl. Physiol. 2007, 101: 533–537.
- Koganezawa T., Ishikawa T., Fujita Y. i wsp. Local regulation of skin blood flow during cooling involving presynaptic P2 purinoceptors in rats. Br. J. Pharmacol. 2006, 148: 579–586.
- Rudzińska A., Gieremek K., Białek M. Zastosowanie reografii impedancyjnej do oceny lokalnych i reflektorycznych efektów naczynioruchowych po kriostymulacji. Fizjoterapia 1994, 2: 26–29.
- Rudzińska A., Nowotny J., Gieremek K., Białek M. Zastosowanie reografii impedancyjnej do oceny kontralateralnych efektów naczynioruchowych po zabiegu kriostymulacji. Fizjoterapia 1995, 3: 9–12.
- Cryotherapy. Eds. A. Sieroń, G. Cieślak, A. Stanek.  $\alpha$ -medica press, Bielsko-Biała 2010.
- Jagodziński L., Cieślak G., Stanek A. i wsp. Ocena frakcji wyrzutowej lewej komory serca u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa poddanych krioterapii ogólnoustrojowej. Balneol. Pol. 2003, 45: 40–44.
- Jagodziński L., Stanek A., Gmyrek J., Cieślak G., Sielańczyk A., Sieroń A. Ocena wpływu krioterapii ogólnoustrojowej na układ krążenia u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa poprzez analizę czasu trwania i dyspersji odstępu QT. Fizjoter. Pol. 2007, 7: 362–369.
- Szczepanowska-Wołowiec B., Dudek J., Wołowiec P., Kotela I. Wpływ kriokomory na parametry ciśnienia tętniczego i tętna. Prz. Lek. 2010, 67: 360–364.
- Zagrobelny Z., Halawa B., Negrusz-Kawecka M. i wsp. Zmiany hormonalne i hemodynamiczne wywołane schłodzeniem całego ciała chorych na reumatoidalne zapalenie stawów. Pol. Arch. Med. Wewn. 1992, 87: 34–40.
- Jagodziński L., Cieślak G., Stanek A. i wsp. Ocena zachowania się układu wegetatywnego pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej na podstawie analizy

- wybranych parametrów zmienności rytmu zatokowego. *Balneol. Pol.* 2003, 45: 45–51.
34. Hagner W., Smoła A., Różańska J. Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na wyniki próby wysiłkowej. *Balneol. Pol.* 2009, 51: 35–39.
35. Klimek A.T., Lubkowska A., Szyguła Z., Chudecka M., Fraczek B. Influence of the ten sessions of the whole body cryostimulation on aerobic and anaerobic capacity. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* 2010, 23: 181–189.
36. Skrzep-Poloczek B., Romuk E., Birkner E. i wsp. The effect of whole-body cryotherapy on lipids parameters in experimental rat model. *Balneol. Pol.* 2002, 44: 7–13.
37. Lubkowska A., Banfi G., Dolegowska B., d'Eril G.V., Łuczak J., Barrasi A. Changes in lipid profile in response to three different protocols of whole-body cryostimulation treatments. *Cryobiology* 2010, 61: 22–26.
38. Wawrowska A. Wpływ ogólnoustrojowej krioterapii na organizm osób zdrowych i chorych reumatycznych ze szczególnym uwzględnieniem stężeń wybranych hormonów, beta-endorfin, 6-keto PGF<sub>1α</sub>. Praca doktorska, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław 1992.
39. Leppäluto J., Westerlund T., Huttunen P. i wsp. Effect of long-term whole-body cold exposures on plasma concentrations of ACTH, beta-endorphin, cortisol, catecholamines and cytokines in healthy females. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 2008, 68: 145–153.
40. Smolander J., Leppäluto J., Westerlund T. i wsp. Effects of repeated whole-body cold exposures on serum concentrations of growth hormone, thyrotropin, prolactin and thyroid hormones in healthy women. *Cryobiology* 2009, 58: 275–278.
41. Korzonek-Szlacheta I., Wielkoszyński T., Stanek A., Świętochowska T., Karpe J., Sieroń A. Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na wybrane stężenia hormonów u zawodników wyczynowo uprawiających piłkę nożną. *Endokrynol. Pol.* 2007, 58: 27–32.
42. Biały D., Witkowski K., Warzyńska M., Arkowski J. Krioterapia ogólnoustrojowa – badanie wpływu metody na zmiany hormonalne i enzymatyczne we krwi obwodowej u sportowców. *Doniesienie wstępne. Acta Bio-Opt. Inform. Med.* 2005, 11: 47–48.
43. Oczachowska-Szafkowska S., Szafkowski R., Sobieska M. i wsp. Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na subpopulację limfocytów krwi obwodowej u chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów. *Acta Balneol.* 2010, 52: 142–150.
44. Zagrobelny Z., Halawa B., Kuliczowski K., Rydecka I., Gregorowicz H. Wpływ ogólnoustrojowej krioterapii w komorze niskotemperaturowej oraz leczenia ruchem na subpopulację limfocytów we krwi obwodowej u chorych na chorobę zwyrodnieniową stawów i reumatoidalne zapalenie stawów. *Reumatologia* 1996, 34: 763–771.
45. Jackowska E., Pisula A., Drulis-Kawa Z. i wsp. Zmiany poziomu przeciwciał oraz białek C3 i C4 w surowicy krwi w wyniku krioterapii ogólnoustrojowej. *Acta Bio-Opt. Inform. Med.* 2006, 12: 101–103.
46. Jackowska E., Pisula A., Kassolik K. i wsp. Efekt oddziaływania krioterapii ogólnoustrojowej na poziom i aktywność bakteriobójczą białek dopełniacza. *Acta Bio-Opt. Inform. Med.* 2002, 8: 157–160.
47. Rymaszewska J., Biały D., Zagrobelny Z., Kiejna A. Wpływ krioterapii ogólnoustrojowej na psychikę człowieka. *Psychiatr. Pol.* 2000, 34: 649–653.
48. Rymaszewska J., Ramsey D., Chłodzińska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive syndrome and anxiety disorders. *Arch. Immunol. Ther. Experiment.* 2008, 5: 63–68.
49. Biały D., Zimmer K., Skrzek A., Zagrobelny Z. Komora kriogeniczna możliwości krioterapii w rehabilitacji. *Balneol. Pol.* 1998, 40: 44–47.
50. Stanek A., Cieślak G., Mrowiec J., Sieroń A. Krioterapia w praktyce klinicznej. *Rehabil. Prakt.* 2006, 1: 27–31.
51. Stanek A., Cieślak G., Sieroń A. Terapeutyczne zastosowanie krioterapii w praktyce klinicznej. *Balneol. Pol.* 2007, 49: 37–45.
52. Krioterapia miejscowa i ogólnoustrojowa. Red. Z. Zagrobelny. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.