

WPŁYW KRIOTERAPII OGÓLNOUSTROJOWEJ NA ZACHOWANIE SIĘ PARAMETRÓW TĘTNA I CIŚNIENIA TĘTNICZEGO KRWI

THE INFLUENCE OF SYSTEMIC CRYOTHERAPY ON HEART RATE AND ARTERIAL BLOOD PRESSURE

Alicja Wołyńska-Ślężyńska¹, Jarosław Pasek^{2,3*}, Sebastian Szajkowski⁴,
Jan Ślężyński⁵, Aleksander Sieroń³

¹ Politechnika Opolska i Górnośląskie Centrum Rehabilitacji „Repty” w Tarnowskich Górach, 42-604 Tarnowskie Góry, ul. Śniadeckiego 1

² Akademia im Jana Długosza w Częstochowie Instytut Wychowania Fizycznego Turystyki i Fizjoterapii, 42-200 Częstochowa, ul. Waszyngtona 4/8

³ Katedra i Oddział Kliniczny Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej oraz Ośrodek Diagnostyki i Terapii Laserowej w Bytomiu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, 41-902 Bytom, ul. Stefana Batorego 15

⁴ Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Nauk o Zdrowiu i Kulturze Fizycznej, 26-600 Radom, ul. Malczewskiego 20A

⁵ Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach, 40-065 Katowice, ul. Mikołowska 72a

* jarus_tomus@o2.pl

STRESZCZENIE

Krioterapia ogólnoustrojowa to metoda fizykalna, która wykorzystuje bodźce temperatury kriogeniczne (o temperaturze poniżej $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$) aplikowane w krótkim czasie celem wywołania i wykorzystania fizjologicznych reakcji organizmu na zimno. Badaniami objęto 1964 pacjentów, w tym 856 kobiet (43,5%) i 1108 mężczyzn (56,4%), przydzielonych do sześciu grup badawczych. Chorych poddano serii 10 zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej wykonywanych 1 raz dziennie (od 1–3 minut) przez kolejnych 10 dni. W badanych grupach dokonywano oceny zmian wartości tętna oraz ciśnienia tętniczego krwi po każdym zabiegu krioterapii. W ocenianej grupie pacjentów największą grupę stanowili pacjenci z zespołami bólowymi kręgosłupa (53,3%). Przeprowadzona ocena tętna i ciśnienia tętniczego krwi wykazała, że odnotowywane zmiany wartości były istotne statystycznie ($p < 0,01$). Częstość akcji serca na początku zabiegów ulega podwyższeniu, a następnie ulegała stopniowej normalizacji do poziomów wyjściowych. Nie odnotowano zmian parametrów ciśnienia skurczowego krwi. Wyniki dotyczące oceny ciśnienia rozkurczowego krwi wykazały początkowy wzrost, a następnie spadek.

Słowa kluczowe: ciśnienie tętnicze krwi, krioterapia, leczenie, schorzenia narządu ruchu, tętno

ABSTRACT

Systemic cryotherapy is a physical method, which uses cryogenic stimuli in low temperatures (below $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$) applied for a short time to cause several physiological organism reaction. The study comprised 1964 patients, including 856 females (43.5%) and 1108 males (56.4%) divided in to the six study groups. There were 53,3% patients with spinal low back pain. The 10 whole body cryotherapy procedures, once daily, lasted for 1–3 minutes, were administrated. The changes of pulse and arterial blood pressure (before therapy and after its completion) after every cryotherapy procedures, were monitored. The observed changes were statistically significant ($p < 0,01$). The pulse rate was higher on the beginning of therapy, and then returned to the initial values. The same behavior was observed fore diastolic pressure. There were no statistically significant changes of the systolic pressure.

Keywords: arterial blood pressure, cryotherapy, treatment, chronic diseases of locomotory system, heart rate

1. Wstęp

Krioterapia ogólnoustrojowa to coraz częściej stosowana metoda fizykalna w rehabilitacji [1]. Zabieg polega na schładzaniu całego ciała wywołania i wykorzystania fizjologicznych reakcji miejscowych oraz ogólnoustrojowych organizmu. Zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej aplikowane są na całe ciało pacjenta przebywającego w komorze kriogenicznej lub kriosaunie (komorze przeznaczonej dla jednej osoby [1, 2, 3].

Schorzenia narządu ruchu o różnej etiologii i towarzyszące im dolegliwości są jednym z podstawowych wskazań do stosowania krioterapii zarówno miejscowej, jak i ogólnoustrojowej. Celem tych zabiegów jest zmniejszenie, bądź ustąpienie dolegliwości bólowych, optymalne utrzymanie funkcji narządu ruchu oraz powstrzymanie lub przynajmniej spowolnienie postępu zmian zwyrodnieniowo-zapalnych [4, 5].

2. Materiał i metoda badań

Badaniami objęto grupę 1964 pacjentów Górnośląskiego Centrum Rehabilitacji „REPTY” w Tarnowskich Górach, w tym 856 kobiet (43,5%) i 1108 mężczyzn (56,4%). Średnia wieku wyniosła 47,6 lat (min. 5,5 lat; max. 82,8 lat). Pacjentów przydzielono do sześciu grup badawczych (1 – zespoły bólowe kręgosłupa, 2 – zmiany zwyrodnieniowo-zapalne stawów, 3 – złamania i urazy związane z narządem ruchu, 4 – stany po zabiegach endoprotezoplastyk stawów, 5 – stwardnienie rozsiane, 6 – inne choroby o podłożu neurologicznym).

Przed rozpoczęciem zabiegów krioterapii, każdy pacjent został poddany badaniu lekarskiemu połączonemu z analizą dokumentacji medycznej celem kwalifikacji (włączenia bądź wyłączenia z badań).Wszystkich pacjentów poddano zabiegom krioterapii ogólnoustrojowej w kriokomorze typu „Zimmer” przez 10 dni. Każdy zabieg trwał od 1 do 3 minut.

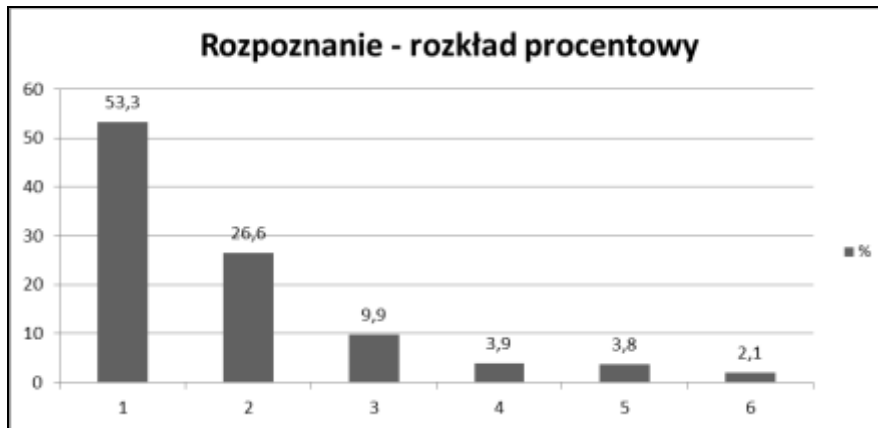
Przed i po każdym zabiegu u pacjentów dokonywano pomiaru ciśnienia tętniczego krwi oraz tętna z odnotowaniem wartości w karcie zabiegowej. Ponadto w karcie zabiegowej rejestrowano ilość i czas trwania poszczególnych zabiegów. Wszyscy badani wyrazili pisemną zgodę na uczestnictwo w badaniach oraz możliwość rezygnacji z nich na dowolnym etapie.

3. Analiza statystyczna

Analizę wyników badań przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica 7.0. Analizowane zmienne to wartości średniej, maksimum, minimum, odchylenia standardowego i błędu standardowego badanych parametrów. Test W Shapiro-Wilka posłużył do testowania charakteru rozkładu badanych zmiennych. Do zbadania znamienności statystycznej różnic wykorzystywano testy nieparametryczne: kolejności par Willcoxon, Anova Kruskala-Wallisa. Przeprowadzono procedury porównań wielokrotnych. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

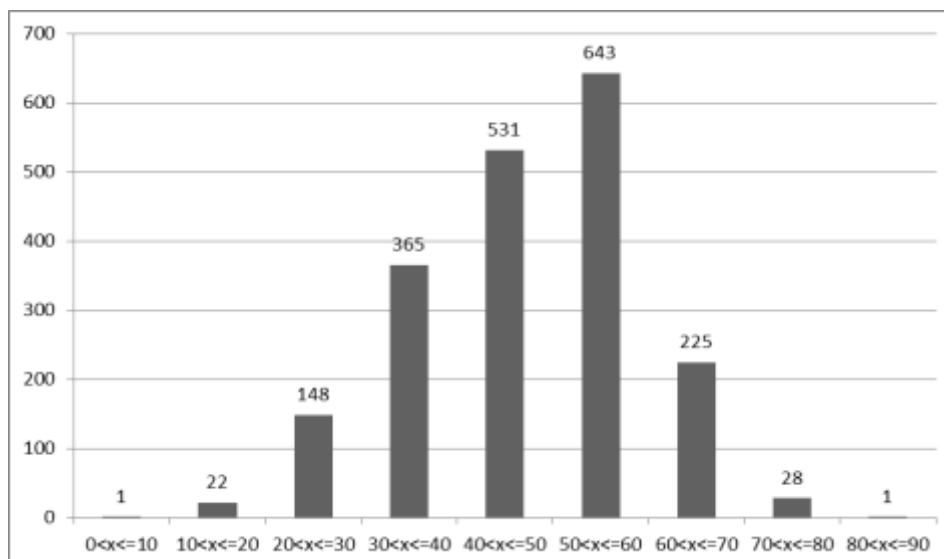
4. Wyniki

Analiza dotycząca rozkładu procentowego liczebności pacjentów ze względu na rozpoznanie przedstawiona na rys. 1 wykazała, że najliczniejszą grupę stanowili pacjenci z zespołami bólowymi kręgosłupa (53,3%), następnie pacjenci ze zmianami zwyrodnieniowo-zapalnymi stawów (26,6%) oraz osoby po złamaniach i urazach związanych z narządem ruchu (9,9%). Pozostałe analizowane grupy były mniej liczne i dotyczyły pacjentów po zabiegach endoprotezoplastyki stawów (3,9%) oraz chorób o podłożu neurologicznym (łącznie 5,9%).



Rys. 1. Procentowy rozkład liczebności pacjentów w poszczególnych grupach badawczych.
(1 – zespoły bólowe kręgosłupa, 2 – zmiany zwyrodnieniowo-zapalne stawów, 3 – złamania i urazy związane z narządem ruchu, 4 – stany po zabiegach endoprotezoplastyk stawów, 5 – stwardnienie rozsiane, 6 – inne choroby o podłożu neurologicznym)

Przeprowadzono analizę badanych parametrów z uwzględnieniem wieku pacjenta. Najliczniejszą grupę pacjentów stanowiły osoby pomiędzy 50 a 60 rokiem życia (643 osoby), pomiędzy 40–50 rokiem życia (531 osób) i pomiędzy 30 a 40 rokiem życia (365 osób). W przedziale wiekowym pomiędzy 60 a 70 rokiem życia zarejestrowano (225 osób). Mała liczba pacjentów wynikała głównie z obecności chorób współistniejących, które stanowiły przeciwwskazanie do tej formy leczenia (Rys. 2).



Rys. 2. Liczebność pacjentów w poszczególnych przedziałach wiekowych

Przeprowadzono ocenę zmierzonych wartości parametrów ciśnienia tętniczego krwi (p. Tab. 1). Analiza wartości tętna przedstawiona w tabeli nr 2 wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy wartościami przed i po terapii ($p < 0,01$).

Tabela 1. Wartości średnie i odchylenie standardowe wartości ciśnienia tętniczego krwi mierzonego każdorazowo przed i po terapii w każdym z 10 przeprowadzonych badań

Badany parametr	Średnia	Odchylenie standardowe	Poziom istotności statystycznej (<i>p</i>)
CisS_p1/ CisS_k1	131,46/128,99	57,19/19,62	<i>P</i> < 0,01
CisR_p1/ CisR_k1	83,45/80,25	15,21/8,66	
CisS_p2/ CisS_k2	126,69/128,94	24,19/31,36	
CisR_p2/ CisR_k2	82,32/80,70	15,09/19,83	
CisS_p3/ CisS_k3	125,18/129,65	14,53/37,18	
CisR_p3/ CisR_k3	82,17/80,69	20,75/21,33	
CisS_p4/ CisS_k4	125,25/129,10	13,69/20,08	
CisR_p4/ CisR_k4	81,74/80,27	15,17/8,07	
CisS_p5/ CisS_k5	125,88/129,11	34,25/20,69	
CisR_p5/ CisR_k5	81,45/80,51	15,70/7,98	
CisS_p6/ CisS_k6	125,78/128,87	29,08/20,36	
CisR_p6/ CisR_k6	81,91/80,34	17,32/7,91	
CisS_p7/ CisS_k7	123,35/127,75	13,70/20,16	
CisR_p7/ CisR_k7	81,02/79,83	15,40/8,08	
CisS_p8/ CisS_k8	124,59/127,38	40,58/20,32	
CisR_p8/ CisR_k8	81,00/79,82	15,24/8,08	
CisS_p9/ CisS_k9	124,73/127,67	36,66/31,79	
CisR_p9/ CisR_k9	81,32/79,66	21,25/7,96	
CisS_p10/ CisS_k10	123,50/128,39	13,10/21,29	
CisR_p10/ CisR_k10	80,43/79,79	15,05/8,06	

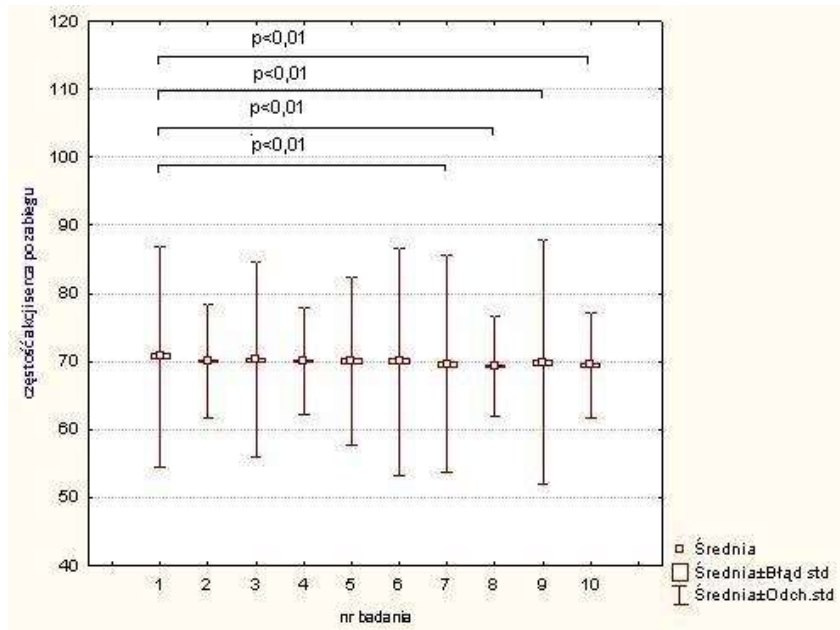
(CisS - ciśnienie skurczowe, CisR - ciśnienie rozkurczowe, p - badanie przed zabiegiem, K - badanie po zabiegu, liczba oznacza numer kolejnego badania)

Tabela 2. Wartości tętna rejestrowane przed i po terapii

Badany parametr	Średnia	SD	Poziom istotności statystycznej (<i>p</i>)
HR_p1/ HR_k1	71,57/70,72	9,83/16,17	<i>P</i> < 0,01
HR_p2/ HR_k2	71,23/70,03	9,37/8,42	
HR_p3/ HR_k3	70,86/70,19	9,20/14,34	
HR_p4/ HR_k4	71,03/70,04	9,19/7,95	
HR_p5/ HR_k5	71,21/70,05	17,34/12,42	
HR_p6/ HR_k6	70,50/69,96	9,08/16,63	
HR_p7/ HR_k7	70,53/69,31	17,16/7,47	
HR_p8/ HR_k8	70,46/69,29	15,66/7,47	
HR_p9/ HR_k9	70,34/69,82	9,06/17,92	
HR_p10/ HR_k10	70,26/69,43	8,73/7,71	

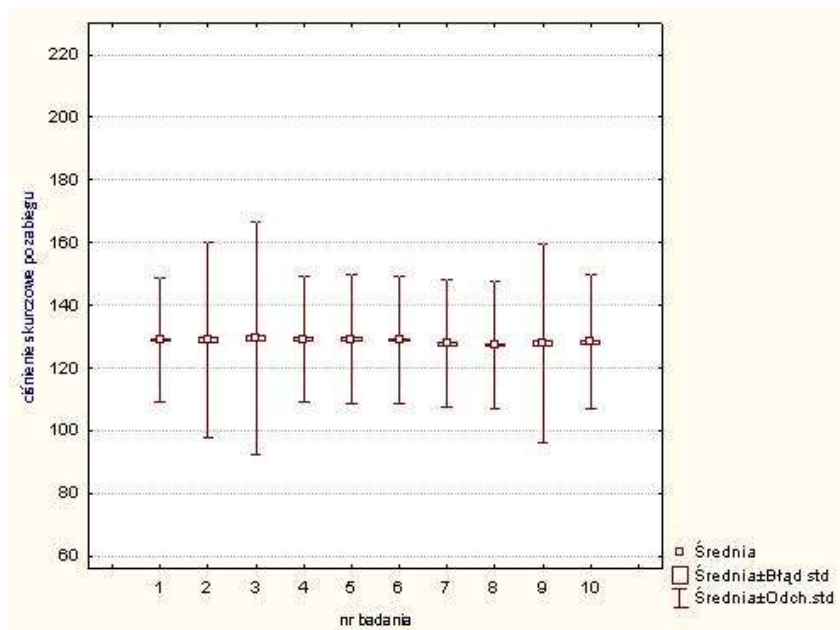
(HR - częstość akcji serca, p - badanie przed zabiegiem, k - badanie po zabiegu)

Celem dalszej analizy wyników przeprowadzono procedurę porównań wielokrotnych, aby sprawdzić pomiędzy którymi z 10 przeprowadzonych badań wystąpiły istotne statystycznie różnice wartości częstości akcji serca. Okazało się, że częstość akcji serca ulegała stopniowej adaptacji (Rys. 3). Wzrosty tętna okazały się coraz niższe w miarę kolejno wykonywanych zabiegów, (p. dane pomiędzy 1–7, 1–8, 1–9, a 1 a 10 badaniem).



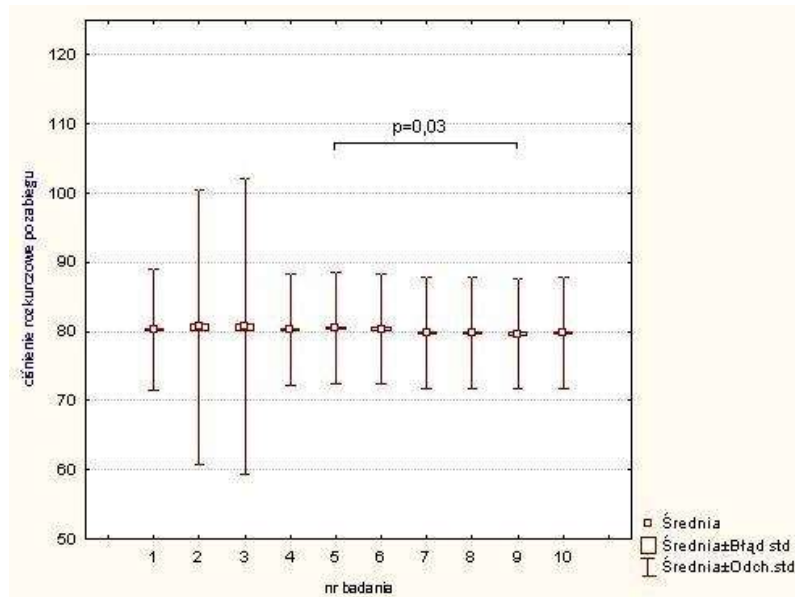
Rys. 3. Wartości częstości akcji serca rejestrowane po zabiegu w kolejno wykonanych badaniach

W wykonanej analizie porównań wielokrotnych dotyczących zachowania się parametrów ciśnienia skurczowego krwi nie odnotowano istotnych różnic statystycznych po terapii pomiędzy kolejno wykonywanymi zabiegami co przedstawiono na rycinie nr 4.



Rys. 4. Wartości ciśnienia skurczowego krwi rejestrowane po zabiegu w kolejno wykonanych badaniach

Ocena parametrów ciśnienia rozkurczowego krwi wykazała różnice istotne statystycznie pomiędzy badaniem 5 a 9 ($p = 0,03$), gdzie odnotowano wyraźne obniżenie ocenianego parametru względem uzyskiwanych wartości początkowych (p. Rys. 5).



Rys. 5. Wartości ciśnienia rozkurczowego krwi rejestrowane po zabiegu w kolejno wykonanych badaniach

5. Omówienie wyników

Działanie temperatur kriogenicznych wywołuje w organizmie człowieka wiele korzystnych zjawisk fizjologicznych. Obserwuje się m. in. efekt przeciwbólowy, nerwowo-mięśniowy, przeciwzapalny i przeciwobrzękowy [6, 7, 8, 9]. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zmiany dotyczą także układu krążenia.

Jak wiadomo krioterapia ogólnoustrojowa wywiera wpływ na makrokrążenie (serce i duże naczynia) oraz na mikrokrążenie (naczynia skórne i naczynia w mięśniach) [10, 11]. Okazało się, że o ile wpływ na mikrokrążenie świadczy o leczniczym działaniu niskich temperatur, to wpływ na makrokrążenie jest w zasadzie sprawdzianem bezpieczeństwa metody. Z przeprowadzonych badań wynika, że krioterapia nie ma wyraźnego wpływu na makrokrążenie (nie powoduje trwałego podwyższenia parametrów ciśnienia krwi i zmian rytmu serca). Jednakże krioterapia ogólnoustrojowa jest przeciwwskazana u pacjentów z chorobami układu krążenia [12, 13, 14, 15]. Badania wykazały, iż dochodzi do wzrostu wartości tętna podczas pierwszych kilku zabiegów, po czym następuje adaptacja organizmu do aplikowanych bodźców kriogenicznych (Rys. 1) [16].

Wyniki dotyczące oceny wartości ciśnienia tętniczego krwi wykazały istotny statystycznie wzrost parametrów ciśnienia rozkurczowego. Po zakończeniu całego cyklu terapeutycznego wartości ciśnienia wracały do wartości początkowych (p. Rys. 2). Analiza wyników dotycząca zmian wartości tętna wykazała, iż zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej powodują początkowo wzrost, a następnie jego normalizację. Według przeprowadzonych wcześniej obserwacji klinicznych innych autorów w pierwszej fazie oddziaływania zimna (które trwa od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund) obkurczeniu lub zamknięciu ulegają zwieracze przedwłośniczkowe w skórze. Prowadzi to do zmniejszenia lub zahamowania przepływu przedwłośniczkowego i w konsekwencji utlenowana krew przez otwarte przetoki tętniczo-żylny wraca do dużych naczyń żylnych i prawego serca. W drugiej fazie dochodzi do adaptacyjnego rozszerzenia się naczyń krwionośnych mikrokrążenia oraz zamknięcia przetok tętniczo-żylnych, czego efektem jest wzrost ukrwienia tkanek. Zatem zaburzenia ukrwienia miejscowego nie powinny stanowić przeciwwskazania do lokalnych czy ogólnoustrojowych zabiegów krioterapeutycznych [17, 18].

Reasumując, po uwzględnieniu wszystkich wymienionych wskazań bezwzględnych lub względnych, wynikających z możliwych zaburzeń mikro- i makrokrążenia wywoływanych przez zabieg kriogeniczny możemy stwierdzić, że jest on zabiegiem bezpiecznym i nie zmienia zasadniczo czynności układu krążenia.

6. Wnioski

1. Zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej nie spowodowały wzrostu wartości ciśnienia skurczowego krwi. Odnotowano natomiast statystycznie istotny wzrost parametrów ciśnienia rozkurczowego krwi na początku terapii, a następnie obniżenie w trakcie kolejno wykonywanych zabiegów.
2. Wartości tętna pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej na początku zabiegów ulegają wzrostowi, a następnie wracają do poziomów wyjściowych.

LITERATURA

- [1] A. Sieroń, J. Pasek, R. Mucha: *Krioterapia w rehabilitacji*, Rehabilitacja w praktyce, vol. 3, 2007, s. 34–38.
- [2] A. Sieroń, G. Cieślak (red.): *Zastosowanie zimna w medycynie – kriochirurgia i krioterapia*, Medica Press, Bielsko-Biała 2003.
- [3] H. Podbielska, A. Skrzek (red.): *Zastosowanie niskich temperatur w biomedycynie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2012. Lokalizacja elektroniczna: <http://www.dbc.wroc.pl/publication/25041>.
- [4] K. Księżopolska-Pietrzak: *Miejsce krioterapii w leczeniu chorób narządu ruchu – mechanizm działania, wskazania i przeciwwskazania*, Acta Bio-Opt. Inform. Med., vol. 2(3–4), 1996, s. 157–160.
- [5] J. Pasek, T. Pasek, A. Sieroń: *Krioterapia miejscowa i ogólnoustrojowa u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów*, Rehabilitacja w Praktyce, vol. 2, 2009, s. 32–34.
- [6] A. Stanek, G. Cieślak, J. Mrowiec, A. Sieroń: *Krioterapia w praktyce klinicznej*, Rehabilitacja w Praktyce, vol. 1, 2006, s. 27–32.
- [7] A. Stanek, G. Cieślak, A. Sieroń: *Terapeutyczne zastosowanie krioterapii w praktyce klinicznej*, Balneologia Polska, vol. 2, 2007, s. 37–45.
- [8] J. Bauer, A. Skrzek: *Fizjologiczne podstawy krioterapii*, Med. Sport, vol. 94, 1999, s. 3–7.
- [9] H. Gregorowicz, Z. Zagrobelny: *Krioterapia ogólnoustrojowa: wskazania i przeciwwskazania, przebieg zabiegu i jego skutki fizjologiczne i kliniczne*, Acta Bio-Opt. Inform. Med., vol. 4(3), 1998, s. 119–131.
- [10] L. Jagodziński, G. Cieślak, A. Stanek: *Ocena zachowania się układu vegetatywnego pod wpływem krioterapii ogólnoustrojowej na podstawie analizy wybranych parametrów zmienności rytmu zatokowego*, Balneol. Pol, vol. 45(3–4), 2003, s. 45–51.
- [11] P.B. Raven, G. Pape, W.F. Taylor, F.A. Gaffney, C.G. Blomqvist: *Hemodynamic changes during wholebody surface cooling and lower body negative pressure*, Aviat Space Environ Med., vol. 52(7), 1981, s. 387–91.
- [12] L. Jagodziński, G. Cieślak, A. Stanek: *Ocena frakcji wyrzutowej lewej komory serca u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa poddanych krioterapii ogólnoustrojowej*, Balneol. Pol, vol. 45(3–4), 2003, s. 40–44.
- [13] W. Rongies, J. Biller, R. Steckiewicz: *Zastosowanie kriostymulacji u pacjentów po wszczepieniu stymulatora serca*, Post. Rebab, vol. 13(2), 1999, s. 87–95.
- [14] S. Vogt, D. Troitzsch, H. Abdul-Khaliq, W. Böttcher, P.E. Lange, R. Moosdorf: *Improved myocardial preservation with short hyperthermia prior to cold cardioplegic ischemia in immature rabbit hearts*, Eur J Cardiothorac Surg, vol. 18(2), 2000, s. 233–40.
- [15] A. Lubkowska, Z. Szyguła: *Changes in blood pressure with compensatory heart rate decrease and in the level of aerobic capacity in response to repeated whole-body cryostimulation in normotensive, young and physically active men*, Int J Occup Med Environ Health, vol. 23(4), 2010, s. 367–75.
- [16] L. Jagodziński, A. Stanek, J. Gmyrek, G. Cieślak, A. Sielańczyk, A. Sieroń: *Evaluation of the effect of whole body cryotherapy on the circulatory system in patients with ankylosing spondylitis by analysis of duration and QT interval dispersion*, Fizjoterapia Polska, vol. 7(3), 2007, s. 362–369.
- [17] O. Airaksinen: *Efficacy of cold gel for soft tissue injuries*, The American Journal of Sports Medicine, vol. 31(5), 2003, s. 680–684.
- [18] A. Sieroń, A. Stanek, J. Pasek: *Krioterapia – aktualny stan wiedzy*, Rehabilitacja w Praktyce, vol. 2, 2011, s. 38–42.

otrzymano / submitted: 25.02.2015

wersja poprawiona / revised version: 06.09.2015

zaakceptowano / accepted: 28.09.2015