

# Skuteczność zabiegów kriostymulacji miejscowej z użyciem dwutlenku węgla oraz ciekłego azotu w przebiegu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowego

## Effectiveness of Local Cryotherapy Treatment with the Use of Carbon Dioxide and Liquid Nitrogen Among Patients with Low Back Pain Syndrome

Jagoda Rojek<sup>1 (A-F)</sup>, Grażyna Guzy<sup>2 (ACDE)</sup>

<sup>1</sup> Instytut Rehabilitacji Klinicznej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie

<sup>2</sup> Instytut Nauk Stosowanych, Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie

### Keywords

cryotherapy, liquid nitrogen, carbon dioxide, low back pain syndromes

### Abstract

**Introduction:** Low back pain syndromes (LBPS) are common. One of the methods of treating LBPS is local cryotherapy, which can be based on various cooling substances. In the available literature, it is suggested that effective cold treatment may depend on the type and temperature of the cooling substance used.

**Research objective:** The aim of the study was to evaluate the effectiveness of 2 local cryotherapy (Carbon Dioxide and Liquid Nitrogen) types among patients with low back pain syndrome (LBPS).

**Materials and methods:** The study included 60 patients diagnosed with chronic LBPS of discopathic origin. Patients were randomised into 2 study groups. Local cryotherapy treatment with Carbon Dioxide was used in the 1<sup>st</sup> group (G1), while in the 2<sup>nd</sup> (G2), cryotherapy treatment with applied Liquid Nitrogen. Two measurements were taken, before and after 2 weeks treatment. The following were used for assessment: centralisation of symptoms (Pain Drawings), pain intensity (Numeral Rating Scale), duration of the current pain episode (Quebec Task Force Classification), level of disability (Roland-Morris Disability Questionnaire), quality and intensity of subjective pain (McGill Pain Questionnaire), patients' emotional state (Adjectival Scale for Testing Emotions) and self-efficacy related to pain (Pain Self-Efficacy Questionnaire). Statistical analysis was performed via the Student's *t*-test for dependent and independent samples.

**Results:** In both study groups, the perceived pain was either completely eliminated or centralised to the spine, hip joint and buttock. The level of pain, disability and pain-related self-efficacy decreased significantly, regardless of the therapy used. In terms of these variables, no greater therapeutic efficacy was demonstrated with either cryostimulation treatment. Qualitative assessment of pain and emotions (especially anxiety and anger) decreased significantly in G1 and G2. However, in the nitrogen-treated group, a significantly greater improvement was noted for WOB:OC, anger and anxiety scores (for these variables, the G2 group started from a higher level prior to therapy).

**Conclusions:** Both analysed treatments are equally effective in terms of variables such as: centralisation of symptoms, level of pain intensity, disability, joy, self-efficacy related to pain, as well as the majority of the analysed MPQ indicators. Cryostimulation with liquid nitrogen may be more effective, but only in improving the WOB: OC index of the MPQ questionnaire and the level of anger and anxiety. Nonetheless, the obtained results do not allow for definitive confirmation of these results. The use of both cryostimulation treatment methods may assist in the treatment process of LBPS.

### Słowa kluczowe

kriostymulacja, azot, dwutlenek węgla, lędźwiowe zespoły bólowe

### Streszczenie

**Wprowadzenie:** Zespoły bólowe kręgosłupa lędźwiowego (ZBKL) występują powszechnie. Jedną z metod leczenia ZBKL jest kriostymulacja miejscowa, która może bazować na różnych substancjach chłodzących. Dostępna literatura sugeruje, że efektywne leczenie zimnem może zależeć od rodzaju i temperatury stosowanej substancji chłodzącej.

Udział autorów: A – projekt badania, pracy; B – zebranie danych, informacji; C – analiza statystyczna; D – interpretacja danych; E – przygotowanie manuskryptu; F – przeszukiwanie literatury

Artykuł otrzymano: 17.01.2022 / zaakceptowano do publikacji: 16.05.2022

Cite as: Rojek J., Guzy G. Effectiveness of Local Cryotherapy Treatment with the Use of Carbon Dioxide and Liquid Nitrogen Among Patients with Low Back Pain Syndrome. *Med Rehabil* 2022; 26(4): 36-44. DOI: 10.5604/01.3001.0015.9814

Wersja internetowa (pierwotna) / internet version (original): [www.rehmed.pl](http://www.rehmed.pl)

Artykuł objęty jest licencją Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International: CC BY-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

**Cel:** Celem pracy była ocena skuteczności leczenia dwóch zabiegów kriostymulacji, to jest z użyciem dwutlenku węgla oraz ciekłego azotu w przebiegu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowego (ZBKL).

**Materiał i metoda:** Do badania włączono 60 pacjentów z ZBKL o podłożu dyskopatycznym, których podzielono losowo na dwie grupy. W pierwszej grupie (G1) zastosowano kriostymulację dwutlenkiem węgla, a w drugiej (G2) kriostymulację ciekłym azotem. Zarówno przed dwutygodniową terapią, jak i po jej zakończeniu określono topografię dystalnych objawów (Pain Drawing), intensywność bólu (NRS), długość trwania obecnego epizodu bólowego (QTF), poziom niepełnosprawności (RMQ), aspekty jakościowe bólu (MPQ), stan emocjonalny chorego (Przymiotnikowa Skala do Badania Emocji) oraz skuteczność związaną z bólem (PSEQ). Wykonano analizę statystyczną wykorzystując test t-Studenta dla prób zależnych i niezależnych.

**Wynik:** Odczuwane dolegliwości bólowe uległy całkowitej eliminacji albo scentralizowały się do kręgosłupa, stawu biodrowego i pośladka w obu grupach badanych. Poziom bólu, niepełnosprawności oraz samoskuteczności związanej z bólem zmniejszyły się istotnie, niezależnie od zastosowanej terapii. W zakresie tych zmiennych nie wykazano większej skuteczności terapeutycznej jednego z zabiegów kriostymulacji. Jakościowa ocena bólu i emocje (szczególnie lęk i gniew) zmniejszyły się istotnie w G1 i G2. Jednak grupa leczona azotem uzyskała istotnie większą poprawę w zakresie wskaźników WOB:OC, gniewu i lęku (w przypadku tych zmiennych grupa G2 startowała z wyższego poziomu przed terapią).

**Wnioski:** Oba analizowane zabiegi są podobnie skuteczne w zakresie takich zmiennych, jak: centralizacja objawów, poziom naświetlenia bólu, niepełnosprawności, radości oraz samoskuteczności związanej z bólem, jak również większości analizowanych wskaźników MPQ. Kriostymulacja ciekłym azotem może być bardziej efektywna jedynie w poprawie wskaźnika WOB:OC kwestionariusza MPQ oraz poziomu gniewu i lęku, jednak uzyskane wyniki nie pozwalają na ostateczne potwierdzenie tych rezultatów. Stosowanie obu zabiegów kriostymulacji może wspomagać proces leczenia ZBKL.

## WSTĘP

Zespoły bólowe kręgosłupa lędźwiowego (ZBKL) (Low back pain syndromes (LBPS) są powszechnym problemem populacyjnym, szczególnie w krajach uprzemysłowionych<sup>1,2</sup>. Dotyczą one zarówno kobiet, jak i mężczyzn wszystkich grup etnicznych, przy czym sugeruje się, że płęć żeńska jest bardziej predysponowana do ich występowania<sup>3,4</sup>. Częstość występowania ZBKL wzrasta wraz z wiekiem, a najwyższe wartości występują między 35 a 49 rokiem życia<sup>5</sup>. W ciągu sześciu tygodni od pojawienia się ZBKL, objawy bólowe ustępują u od 80 do 90% osób, natomiast u pozostałych 10% przyjmują postać przewlekłą<sup>6</sup>. ZBKL charakteryzują się jednak tendencją do nawrotów lub nasilenia odczuwanych symptomów<sup>2</sup>. Wyniki badań epidemiologicznych sugerują także, że występowanie ZBKL wzrośnie w najbliższych latach<sup>2,7</sup>.

Dostępnych jest wiele sposobów leczenia ZBKL. Wyróżnić tu można między innymi specjalistyczne, międzynarodowe metody fizjoterapeutyczne (np. terapia manualna, metoda PNF, metoda McKenziego)<sup>8,9</sup> oraz terapię tradycyjną<sup>10,11</sup>. Ta ostatnia obejmuje leki, w tym maści o działaniu przeciwbólowym i przeciwwzapalnym i przeciwbólowym<sup>10</sup>, masaż klasyczny, kinezyterapię i fizykoterapię<sup>11</sup>. Zabiegi fizjoterapeutyczne bazują na różnego rodzaju reakcjach fizjologicznych zachodzących w organizmie pod wpływem bodźca fizykalnego<sup>12</sup>. Jednym z sil-

nie bodźców jest zimno, a zabiegi z jego użyciem określane są ogólnie krioterapią<sup>13</sup>. Wśród nich wyróżnia się kriostymulację miejscową oraz ogólnoustrojową<sup>12</sup>. Lecznicy wpływ tych zabiegów bazuje na reakcji organizmu na zimno, jest więc oparty na mechanizmie termoregulacji kontrolowanym przez autonomiczny układ nerwowy. Podczas ekspozycji skóry na czynnik zimna zachodzi zjawisko nazywane Falami Lewisa składające się z dwóch faz. Pierwszy etap, który stanowi reakcję obronną organizmu zabezpieczającą go przed nadmiernym wychłodzeniem, polega na zwężeniu naczyń krwionośnych w skórze oraz tkance podskórnej. W fazie drugiej następuje przekrwienie tych tkanek wskutek rozszerzenia naczyń krwionośnych<sup>12,14</sup>. Powyższe etapy następują falowo i naprzemiennie. Skutkiem powyższego zjawiska jest wystąpienie korzystnych reakcji fizjologicznych, takich jak: efekt przeciwbólowy, przeciwwzapalny, przeciwozłonowy oraz regulacja napięcia mięśniowego<sup>12,14</sup>.

W kriostymulacji miejscowej stosowane są różnego rodzaju substancje chłodzące, między innymi azot i dwutlenek węgla, nazywane również cieczami kriogenicznymi<sup>15</sup>. Porównanie obu zabiegów w zakresie sposobów obniżania temperatury, bezpieczeństwa i kosztów ich wykonywania, dostępności, skuteczności, częstości ich przeprowadzania oraz trwałości stosowanej aparatury wykazuje pewne podobieństwa i różnice.

Właściwości fizykochemiczne tych substancji umożliwiają bezpieczne ich wykorzystanie. Sposoby obniżania ich temperatury w nowoczesnych urządzeniach bazują jednak na odmiennych zjawiskach fizycznych<sup>15</sup>. W zabiegach z użyciem dwutlenku węgla obniżenie temperatury tej cieczy osiąga się poprzez rozprężanie adiabaticzne. Powyższe zjawisko, nazywane efektem Joule'a-Thomsona, zachodzi w specjalnie zaprojektowanych aplikatorach i wywołuje ich schłodzenie nawet do około -70°C. Natomiast w aparaturze chłodzonej ciekłym azotem, dochodzi do przejścia tej cieczy ze stanu ciekłego w gazowy. Ciekły azot charakteryzuje się niską temperaturą wrzenia (-195,8°C) oraz wysokim ciepłem parowania. Skroplony gaz, znajdujący się w końcówce aplikatora obmywa jej wewnętrzną powierzchnię i odparowuje, pobierając równocześnie ciepło z otoczenia. Skutkuje to oziębieniem tej części urządzenia nawet do temperatury równej wrzeniu ciekłego azotu. Wówczas temperatura u wylotu dyszy jest na poziomie od -160°C do -196°C<sup>15,16</sup>.

Analiza innych aspektów bezpieczeństwa wykazała między innymi, że podczas zabiegu ciekłym azotem odczuwanie zimna jest silniejsze, co może wywoływać dyskomfort wśród niektórych pacjentów i być przyczyną odmrożeń<sup>12,15</sup>. Pomimo tego, Bęben i Kiljański<sup>17</sup> zaobserwowali, że stopień schłodzenia skóry rąk, badany kamerą termowizyjną po jednorazowym zabiegu z użyciem obu cieczy

kriogenicznych, był wyższy przy zastosowaniu dwutlenku węgla<sup>17</sup>. W literaturze naukowej dostępne są również informacje na temat innych zagrożeń związanych z wykorzystaniem ciekłego azotu podczas zabiegu<sup>12,15</sup>. Gaz ten nie jest trujący, jednak jego ułatnianie do atmosfery powoduje obniżenie zawartości tlenu i może doprowadzić do niedotlenienia, a nawet omdlenia<sup>12,15</sup>. Kolejne niebezpieczeństwo, które może pojawić się podczas stosowania tego chłodziwa, to zagrożenie wybuchem wskutek skraplania tlenu na drobne, nieszczelne, metalowe elementy aparatu do kriostymulacji<sup>12</sup>. Aby uniknąć takiej sytuacji, niezmiernie istotne jest odpowiednie przeszkolenie personelu medycznego oraz coroczny przegląd sprzętu dający gwarancję zachowania trwałości i bezpiecznego działania danego urządzenia<sup>15</sup>. Zgodnie z naszą wiedzą, brak jest informacji w dostępnej literaturze na temat zagrożeń związanych z użyciem dwutlenku węgla.

Jak już wcześniej wspomniano, w porównaniu do dwutlenku węgla, ciekły azot oziębia końcówkę krioaplikatora do niższej temperatury. Jednak przegląd dostępnych prac badawczych wykazuje, że czas przeprowadzenia obu zabiegów powinien być taki sam i należy je stosować codziennie, przez dwa tygodnie (10 sesji terapeutycznych)<sup>12,14,17,18,19,20,21</sup>. W związku z tym, długość trwania zabiegów oraz ich ilość nie powinny być czynnikami wpływającymi na koszty leczenia.

Porównanie cen obu chłodzi wykazuje, iż różnią się one w zależności od dostawcy. Na podstawie jednej z dostępnych ofert wynika, że 1 kg azotu kosztuje 5,80 zł, a 1 kg dwutlenku węgla 4,30 zł<sup>22,23</sup>. Biorąc pod uwagę specyfikacje urządzeń różnych firm zauważono, że wykorzystanie ciekłego azotu jest nieco większe niż dwutlenku węgla. Powyższe dane mogą sugerować, iż zużycie tej drugiej cieczy kriogenicznej jest tańsze<sup>12,24</sup>. Zakup obu chłodziw nie jest problematyczny, ponieważ są one dostępne w katalogach firm dostawczych<sup>22,23,25</sup>. W 2004 roku w koszyku świadczeń Narodowego Funduszu Zdrowia (NFZ) zawarta była krioterapia zużyciem obu cieczy kriogenicz-

nych<sup>26</sup>. Obecnie refundowany jest jedynie zabieg z użyciem ciekłego azotu<sup>27</sup>, co może wpływać na jego częstsze stosowanie w gabinetach rehabilitacyjnych.

Dostępna literatura wykazuje, że efektywne leczenie niskimi temperaturami uwarunkowane jest między innymi rodzajem zastosowanej substancji chłodzącej oraz temperatury, do jakiej jest ona schładzana<sup>15</sup>. Do tej pory wykazano skuteczność tej terapii w zakresie zmniejszenia dolegliwości bólowych w różnych jednostkach chorobowych<sup>14</sup>, takich jak zespół bolesnego barku<sup>20,28,29</sup>, przebyta aloplastyka całkowita stawu kolanowego<sup>30</sup> czy zeszywniające zapalenie stawów<sup>18,19,31</sup>. Niewiele jest jednak badań porównujących efektywność zabiegów kriostymulacji wykorzystujących różne cieczy kriogeniczne, czyli azot i dwutlenek węgla. Dlatego też, w niniejszej pracy dążono do oceny skuteczności dwóch różnych chłodziw w przebiegu ZBKL.

## CEL PRACY

Celem badania była ocena skuteczności leczenia dwóch zabiegów kriostymulacji, tj. z użyciem dwutlenku węgla oraz ciekłego azotu w przebiegu ZBKL.

W związku z tym sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Który z zabiegów kriostymulacji jest bardziej skuteczny w zakresie

centralizacji objawów bólowych, zmniejszenia ich natężenia oraz poprawie ich aspektów jakościowych?

2. Czy istnieje różnica w obniżeniu poziomu niepełnosprawności pomiędzy kriostymulacją dwutlenkiem węgla i azotem?

3. Czy jeden z zabiegów kriostymulacji miejscowej efektywniej poprawia stan emocjonalny chorych oraz samoskuteczność związaną z bólem?

## MATERIAŁ I METODA

Badanie, które obejmowało 60 pacjentów uskarżających się na ZBKL o podłożu dyskopatycznym, zostało wykonane w latach 2018-2019 w jednej z poradni rehabilitacyjnych w Krakowie. Kwalifikację chorych przeprowadzał lekarz specjalista rehabilitacji medycznej, na podstawie wywiadu, badania przedmiotowego oraz analizy badań obrazowych. Do kryteriów włączających zaliczono: ZBKL wynikające z dyskopatii (według klasyfikacji ICD-10: kod M54) trwające przewlekle, tj. powyżej 3 miesięcy, zgodnie z klasyfikacją Quebec Task Force<sup>32</sup>. Kryteria wykluczenia obejmowały: stan pacjenta wymagający zabiegu chirurgicznego, współistnienie zaawansowanych chorób neurologicznych, reumatycznych, urologicznych, psy-

Tabela 1

Charakterystyka pacjentów przed leczeniem Patients' characteristics before treatment		
Kategorie	Gr 1	Gr 2
Liczba pacjentów	30	30
Wiek (w latach)	62,7±15,3	56,2±13,3
Długość trwania objawów (miesiące)	8,1±4,3	7,2±3,1
Płeć (%):		
• Kobiety	67	57
• Mężczyźni	33	43
Miejsce zamieszkania (%):		
• Miasto	97	87
• Wieś	3	13
Aktywność zawodowa (%):		
• Pracujący	57	67
• Emeryt	43	33
Poziom wykształcenia (%):		
• Wyższe	43	47
• Średnie	53	53
• Zawodowe	3	0

chiatrycznych oraz niesystematyczny udział pacjenta w terapii. Następnie chorych podzielono losowo na dwie grupy. W jednej grupie (G1) zastosowano terapię za pomocą dwutlenku węgla, natomiast w drugiej (G2) z użyciem ciekłego azotu. W grupie G1 średnia wartość wieku wyniosła  $62,7 \pm 15,3$  lat, a w G2:  $56,2 \pm 13,3$  lat. W G1 pacjenci odczuwali analizowane bóle średnio  $8,1 \pm 4,3$  miesięcy, a w G2  $7,2 \pm 3,1$  miesięcy. Kobiety stanowiły 67% grupy G1 i 57% grupy G2. Dokładny opis grup badanych przedstawiono w tabeli 1.

U wszystkich respondentów wykonywano zabiegi kriostymulacji w obrębie kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego (LS). Zabiegi były przeprowadzane codziennie w dni robocze przez dwa tygodnie, a więc łącznie każdy pacjent uczestniczył w 10 sesjach. Przed wykonaniem każdej terapii sprawdzano ciągłość, kolorystykę i wilgotność skóry chorych w okolicy zabiegowej oraz, w razie konieczności, osuszano ją. Takie działanie zapewnia bezpieczeństwo podczas kriostymulacji oraz zapobiega ewentualnym odmroziom<sup>12</sup>. Czas każdego zabiegu jednorazowo wynosił 3 minuty. Podczas jego przeprowadzania, fizjoterapeuta, trzymając dyszę nadmuchową w rękawicach ochronnych, wykonywał ruchy okrężne tak, aby jej wylot był w odległości około 20 cm od okolicy leczonej<sup>12</sup>. Do kriostymulacji dwutlenkiem węgla wykorzystano aparat firmy CyroFlex, model przenośny Cyro-T (NR-2), natomiast zabieg ciekłym azotem wykonano za pomocą urządzenia Kriopol R firmy Kriomedpol. W trakcie tej terapii pacjent nie podejmował innych form leczenia.

Narzędzie badawcze stanowił kwestionariusz ankiety składający się z dwóch części. W części pierwszej uczestnicy odpowiadali na 5 pytań zamkniętych, dotyczących wieku, płci, miejsca zamieszkania, aktywności zawodowej, poziomu wykształcenia oraz długość trwania epizodu. Natomiast druga część obejmowała kwestionariusze, analizujące następujące zmienne:

- Centralizację objawów - na podstawie topografii dystalnych objawów przed i po terapii, wykorzystując Rysunek Bólu (Pain Drawing)<sup>33</sup>.

- Intensywność odczuwanych dolegliwości bólowych – za pomocą Analogowej Skali Numerycznej<sup>34</sup>.
  - Poziom niepełnosprawności związanej z bólem wykorzystując Kwestionariusz Niepełnosprawności Rolanda Morrisa (RMQ)<sup>35</sup>.
  - Aspekty jakościowe bólu – za pomocą wskaźników Kwestionariusza Bólu McGill'a (MPQ)<sup>36</sup>.
  - Stan emocjonalny chorego w zakresie poziomu lęku, radości i gniewu; w tym celu wykorzystano Przymiotnikową Skalę do Badania Emocji (Skala SE-T)<sup>37</sup>.
  - Samoskuteczność związaną z bólem, wykorzystując Kwestionariusz dotyczący Własnej Skuteczności związanej z Bólem (PSEQ)<sup>38</sup>.
- Dodatkowo, przed włączeniem do badania, wszyscy respondenci wyrazili zgodę na uczestnictwo w nim oraz zostali poinformowani o jego celu, przebiegu i anonimowości. Aby uzyskać odpowiedzi na postawione pytania badawcze, przeprowadzono odpowiednią analizę statystyczną. Wykorzystano test *t*-Studenta dla prób zależnych i niezależnych, przyjmując poziom istotności statystycznej równy 0,05.

## WYNIKI

Przed terapią, większy odsetek chorych odczuwał dystalne objawy w podudziu i stopie w grupie G1 (stopa: 13%, podudzie: 30%) w porównaniu z grupą G2 (stopa: 3%, podudzie: 23%). Zbliżony procent pacjentów uskarżał się na dolegliwości

bólowe w bardziej proksymalnych częściach ciała (Tabela 2).

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w zakresie wielu pozostałych zmiennych przed rozpoczęciem terapii. Jedynie grupa leczona azotem uzyskała istotnie statystycznie wyższe wartości takich wskaźników Kwestionariusza Bólu McGill'a, jak: WOB:S, WOB:OC oraz LWS niż grupa leczona dwutlenkiem węgla. Grupa G2 charakteryzowała się także istotnie wyższym poziomem lęku i gniewu w porównaniu do grupy G1 (Tabela 3).

Po terapii uzyskano poprawę w zakresie wszystkich badanych zmiennych. Analiza najbardziej dystalnych objawów wykazała, że w obu grupach objawy uległy centralizacji, a nawet ustąpiły. W grupie G1, 23% chorych nie odczuwało żadnych symptomów lub były one zlokalizowane jedynie w kręgosłupie, a w grupie G2 – 36%. Natomiast nieliczne osoby nadal miały objawy bólowe w podudziu (po 3% w każdej grupie) i nikt nie stwierdził bólu w stopie. Trudno uznać, czy powyższa zmiana różniła się istotnie statystycznie w obu grupach, tym bardziej, że w grupie G2 większy odsetek badanych nie odczuwał objawów w najbardziej oddalonych od kręgosłupa częściach ciała przed leczeniem (Tabela 2). Analiza statystyczna dotycząca kolejnych zmiennych wykazała istotną poprawę w zakresie wszystkich zmiennych przed i po terapii w obu grupach badanych. Intensywność odczuwanych dolegliwości bólowych istotnie zmniejszyła się o 3,2 punktów w G1 i o 3,3 punktów w G2. Poziom niepełnosprawno-

**Tabela 2**

**Odsetek pacjentów grup G1 i G2 odczuwających dystalne objawy w analizowanych częściach ciała przed i po terapii**  
Percentage of patients from groups G1 and G2 experiencing distal symptoms in the analysed body parts before and after therapy

Lokalizacja dystalnych objawów [%]	Przed terapią		Po terapii	
	G1	G2	G1	G2
Brak dolegliwości	0%	0%	10%	3%
Kręgosłup	0%	0%	13%	33%
Biodro	23%	17%	33%	27%
Pośladek	10%	23%	23%	20%
Udo	23%	33%	17%	13%
Podudzie	30%	23%	3%	3%
Stopa	13%	3%	0%	0%

Tabela 3

**Porównanie grup przed terapią w zakresie analizowanych zmiennych**  
Comparison of groups before therapy in terms of the analysed variables

Zmienne przed terapią	G1		G2		t	p
	x	SD	x	SD		
Natężenie bólu	6,0	1,9	6,5	1,5	-0,9623	0,3399
Poziom Niepełnosprawności	12,7	7,1	11,2	4,3	1,0317	0,3065
Skuteczność związana z bólem	45,3	13,6	39,5	12,5	1,7231	0,0902
McGill: WOB:S	13,0	4,9	16,3	5,5	-2,4017	0,0195*
McGill: WOB:A	2,4	2,1	3,0	2,5	-1,0111	0,3161
McGill: WOB:OC	2,3	1,1	2,9	1,3	-2,0314	0,0468*
McGill: WOB:R(S)	2,9	1,3	3,0	1,4	-0,4678	0,6417
McGill: WOB:R(AOC)	2,1	1,6	2,3	1,6	-0,6498	0,5184
McGill: WOB:R(O)	4,9	2,3	5,4	2,7	-0,6729	0,5037
McGill: WOB:(O)	27,5	10,1	32,9	12,5	-1,8536	0,0689
McGill: LWS	12,6	2,8	14,1	2,5	-2,2389	0,0290*
Poziom emocji: Lęk	17,0	9,6	27,4	12,1	-3,6904	0,0005*
Poziom emocji: Radość	14,9	6,7	11,5	6,7	1,9702	0,0536
Poziom emocji: Gniew	7,8	6,2	15,4	8,1	-4,0587	0,0001*

\* - wynik istotny statystycznie

ści istotnie się obniżył o 5,0 punktów w G1 oraz o 4,6 punktów w G2. Również w obu grupach badanych, w wyniku leczenia, uzyskano poprawę w zakresie wszystkich wskaźników Kwestionariusza Bólu McGill'a, poziomu lęku (w G1: o 10,3 punktów, a w G2: o 16,8 punktów) oraz gniewu (G1 o 15,4 punktów, G2 o 10,3 punktów). Niezależnie od zastosowanej ciecicy kriogenicznej, poziomy radości (w G1: o -12,8 punktów, G2: o -16,7 punktów) oraz samoskuteczności związanej z bólem również uległy poprawie (w G1: o -8,0 punktów, G2: o -11,0 punktów) (Tabela 4).

Na podstawie testu *t*-Studenta nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy zmianami uzyskanymi w wyniku leczenia w obu grupach badanych w zakresie poziomów bólu i niepełnosprawności, większości wskaźników Kwestionariusza Bólu McGill'a oraz samoskuteczności związanej z bólem. Różnice istotną statystycznie pomiędzy grupami stwierdzono jedynie w przypadku wskaźnika WOB:OC ( $p=0,0047$ ) oraz poziomu negatywnych emocji (lęk:  $p=0,0132$ , gniew:  $p=0,0030$ ). Grupa leczona azotem uzyskała większą poprawę w przypadku tych zmiennych w porównaniu do grupy leczonej dwutlenkiem węgla. Należy jednak zaznaczyć,

iż grupa G2 startowała z wyższych poziomów wskaźnika WOB:OC oraz gniewu i lęku, zatem łatwiej było uzyskać lepsze wyniki w przypadku tych zmiennych (Tabela 5).

## DYSKUSJA

Na podstawie uzyskanych rezultatów autorskiej pracy zaobserwowano przede wszystkim, że obie grupy badane, leczone zabiegami kriostymulacji z użyciem różnych gazów chłodzących, uzyskały podobną poprawę w zakresie większości analizowanych zmiennych.

Jednym z badanych aspektów była centralizacja objawów, analizowana na podstawie topografii najbardziej dystalnych symptomów zaznaczanych przed i po terapii<sup>33</sup>. Centralizacja to zjawisko, które określa prawidłowe zachowanie się objawów w wyniku leczenia. Polega ono na tym, że ból, który promieniuje do części dystalnych kończyn, „cofa się” do kręgosłupa wskutek terapii. Centralizowanie się symptomów odgrywa nadrzędną rolę w diagnozowaniu oraz ocenie skuteczności leczenia<sup>33,39</sup>. Analizując wyniki pracy własnej dotyczące centralizacji dolegliwości bólowych można stwierdzić, że w obu grupach nastą-

piła poprawa. Po terapii były osoby, które nie odczuwały bólu (G1:10%, G2: 3%). Zmniejszył się też odsetek osób odczuwających dystalne objawy w udzie, podudziu i stopie. Objawy uległy centralizacji do biodra (G1:33%, G2:27%) oraz kręgosłupa (G1:13%, G2:33%). Powyższe wyniki świadczą o skuteczności obu źródeł zimna w zakresie tej zmiennej. Obecnie brak jest badań oceniających skuteczność kriostymulacji miejscowej na podstawie centralizowania się symptomów w ZBKL. Z przeglądu dostępnej literatury wynika, że znaczenie tego zjawiska w przebiegu ZBKL było analizowane w kilku badaniach<sup>40,41,42</sup>. W badaniu, analizującym skuteczność laseroterapii wśród pacjentów z ZBKL, również obserwowano zjawisko centralizacji. Uzyskane wyniki pokazały, że kompleksowy program rehabilitacyjny, obejmujący prądy TENS, pole magnetyczne, ciepłolecznictwo i kinezyterapię, niezależnie czy był połączony z laseroterapią czy nie, wywołał podobne zmiany w zakresie lokalizacji objawów<sup>39</sup>.

Kolejną zmienną, ocenianą w niniejszym badaniu, był poziom dolegliwości bólowych. Na podstawie uzyskanych rezultatów stwierdzono, że natężenie bólu zmniejszyło się w obu

Tabela 4

		Pomiar I		Pomiar II		Różnica	t	p
		x	SD	x	SD			
G1	Poziom bólu	6,0	1,9	2,8	1,7	3,2	13,24	< 0,0001*
G2	Poziom bólu	6,5	1,5	3,2	2,1	3,3	11,95	< 0,0001*
G1	Poziom niepełnosprawności	12,7	7,1	7,7	5,9	5,0	7,7500	< 0,0001*
G2	Poziom Niepełnosprawności	11,2	4,3	6,6	5,0	4,6	9,8124	< 0,0001*
G1	Skuteczność związana z bólem	45,3	13,6	53,3	7,7	-8,0	-6,0958	< 0,0001*
G2	Skuteczność związana z bólem	39,5	12,5	50,5	11,2	-11,0	-6,9149	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:S	13,0	4,9	5,2	3,4	7,8	8,1098	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:S	16,3	5,5	7,4	5,6	8,9	9,5811	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:A	2,4	2,1	0,4	0,7	2,0	5,9104	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:A	3,0	2,5	0,7	1,6	2,3	5,3633	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:OC	2,3	1,1	1,2	0,8	1,0	6,0999	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:OC	2,9	1,3	1,0	0,9	1,9	7,8706	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:R(S)	2,9	1,3	1,4	0,9	1,5	8,1459	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:R(S)	3,0	1,4	1,1	1,3	1,9	7,1356	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:R(AOC)	2,1	1,6	0,6	0,9	1,4	5,1509	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:R(AOC)	2,3	1,6	0,8	1,0	1,6	4,9438	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:R(O)	4,9	2,3	2,0	1,4	2,9	8,3306	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:R(O)	5,4	2,7	1,9	2,2	3,5	6,3597	< 0,0001*
G1	McGill: WOB:(O)	27,5	10,1	11,0	6,9	16,5	9,8378	< 0,0001*
G2	McGill: WOB:(O)	32,9	12,5	12,8	11,7	20,1	8,6960	< 0,0001*
G1	McGill: LWS	12,6	2,8	7,2	3,9	5,4	8,8054	< 0,0001*
G2	McGill: LWS	14,1	2,5	8,0	4,4	6,1	8,0947	< 0,0001*
G1	Poziom emocji: Lęk	17,0	9,6	6,7	6,2	10,3	7,3691	< 0,0001*
G2	Poziom emocji: Lęk	27,4	12,1	10,6	11,0	16,8	7,9812	< 0,0001*
G1	Poziom emocji: Radość	14,9	6,7	27,6	4,9	-12,8	-9,6990	< 0,0001*
G2	Poziom emocji: Radość	11,5	6,7	28,2	8,5	-16,7	-9,7121	< 0,0001*
G1	Poziom emocji: Gniew	7,8	6,2	2,4	3,3	5,4	6,2987	< 0,0001*
G2	Poziom emocji: Gniew	15,4	8,1	5,0	6,9	10,3	7,7853	< 0,0001*

\* – wynik istotny statystycznie

grupach badanych, nie wykazano jednak, aby jeden z rodzajów krioterapii był bardziej skuteczny w tym zakresie ( $p=0,7862$ ). Powyższe wyniki są zgodne z rezultatami badań innych autorów<sup>21,43,44,45</sup>. Demulin i wsp.<sup>43</sup> wykazali wpływ kriostymulacji dwutlenkiem węgla na zmniejszenie intensywności dolegliwości bólowych u pacjentów po rekonstrukcji stawu kolanowego. Woźny i wsp.<sup>21</sup> zaobserwowali, że zabieg kriostymulacji miejscowej połączony z ćwiczeniami McKenziego istotnie wpływają na obniżenie natężenia przewlekłych dolegliwości bólowych i zwiększenie zakresu ruchu kręgosłupa lędźwiowego. Autorzy tego badania nie określi-

li jednak dokładnie, jaki rodzaj kriostymulacji był zastosowany w leczeniu<sup>21</sup>. Straburzyńska-Lupa i wsp.<sup>44</sup> porównywali działanie jednorazowo wykonanych, 3-minutowych zabiegów, z których jeden polegał na skierowaniu zimnego powietrza ( $-30^{\circ}\text{C}$ ), a drugi par ciekłego azotu ( $-150^{\circ}\text{C}$ ) na staw kolanowy wśród kobiet z reumatoidalnym zapaleniem stawów. W obu grupach uzyskano istotne statystycznie zmniejszenie odczuwanych dolegliwości bólowych i nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami. Nugraha i wsp.<sup>45</sup>, którzy badali wpływ działania kriokomory na poziom bólu wśród pacjentów z ZBKL zaobserwowali zbliżone obniżenie in-

tensywności objawów bólowych, niezależnie od zastosowanej, czyli niższej ( $-67^{\circ}\text{C}$ ) i wyższej ( $-5^{\circ}\text{C}$ ), temperatury. Powyżej cytowane badania<sup>44,45</sup> oraz wyniki pracy własnej sugerują, że niezależnie temperatury substancji schładzającej powierzchnię ciała, można uzyskać podobny przeciwbólowy efekt terapeutyczny.

Kwestionariusz Niepełnosprawności Rolanda-Morris'a jest zalecanym narzędziem badających poziom niepełnosprawności w ZBKL<sup>46</sup>. W badaniu autorskim, wskutek przeprowadzonych terapii, niepełnosprawność w obu grupach zmniejszyła się istotnie i żaden z dwóch analizowanych zabiegów kriostymulacji nie okazał

Tabela 5

**Porównanie efektów terapii pomiędzy grupami**  
Comparison of therapy-related effects between groups

Zmiana w wyniku terapii w zakresie	G1		G2		t	p
	x	SD	x	SD		
Natężenie bólu	3,2	1,3	3,3	1,5	-0,2726	0,7862
Poziom Niepełnosprawności	5,0	3,6	4,6	2,6	0,5410	0,5906
Skuteczność związana z bólem	8,0	7,2	11,0	8,7	-1,4497	0,1525
McGill: WOB:S	7,8	5,3	8,9	5,1	-0,8227	0,4141
McGill: WOB:A	2,0	1,9	2,3	2,4	-0,5409	0,5907
McGill: WOB:OC	1,0	0,9	1,9	1,3	-2,9387	0,0047*
McGill: WOB:R(S)	1,5	1,0	1,9	1,5	-1,3228	0,1911
McGill: WOB:R(AOC)	1,4	1,5	1,6	1,7	-0,3162	0,7530
McGill: WOB:R(O)	2,9	1,9	3,5	3,0	-0,8673	0,3893
McGill: WOB:(O)	16,5	9,2	20,1	12,7	-1,2834	0,2044
McGill: LWS	5,4	3,4	6,1	4,2	-0,7523	0,4549
Poziom emocji: Lęk	10,3	7,7	16,8	11,5	-2,5568	0,0132*
Poziom emocji: Radość	12,8	7,2	16,7	9,4	-1,8164	0,0745
Poziom emocji: Gniew	5,4	4,7	10,3	7,3	-3,0955	0,0030*

\* - wynik istotny statystycznie

się bardziej skuteczny ( $p=0,5906$ ). Nugraha i wsp.<sup>45</sup> wykazali poprawę w zakresie funkcjonowania pacjentów z ZBKŁ po zastosowaniu kriokomory. Jastrzębek i wsp.<sup>47</sup> zaobserwowali zbliżony stopień poprawy w aktywności wśród pacjentów z reumatoidalnym zapaleniem stawów, niezależnie od zastosowanego środka schładzającego, czyli ciekłego azotu i zimnego powietrza.

Ból jest najczęściej spotykanym objawem w praktyce klinicznej. Ma on złożony, wielowymiarowy charakter, na który składają się mechanizmy biologiczne i psychologiczne. Stanowi cenną informacją diagnostyczno-terapeutyczną podczas leczenia. Dlatego sposób oceny bólu jest bardzo istotny<sup>48</sup>. W pracy własnej zbadano aspekty jakościowe bólu, czyli sensoryczny i emocjonalny, za pomocą odpowiednich wskaźników Kwestionariusza Bólu McGill'a<sup>48,49</sup>. Na podstawie uzyskanych rezultatów zaobserwowano, że oba rodzaje kriostymulacji wpływają na poprawę większości analizowanych wskaźników. Analiza statystyczna wykazała, że jedynie w przypadku wskaźnika WOB:OC leczenie ciekłym azotem okazało się bardziej skuteczne ( $p=0,0047$ ). Należy podkreślić, że pacjenci z grupy G2 startowali z wyższego poziomu tego wskaź-

nika przed terapią, dlatego łatwiej było im uzyskać lepszy wynik w porównaniu do grupy G1. Dehghan i Farahbod<sup>50</sup> wykorzystali Kwestionariusz Bólu McGill'a w celu porównania efektywności krioterapii, termoterapii oraz farmakoterapii o działaniu przeciwbólowym wśród pacjentów z ostrym stanem ZBKŁ. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że stosowanie miejscowych zabiegów krioterapii z wykorzystaniem lodu oraz okładów ciepłych okazało się bardziej skuteczne niż leczenie naproxenem.

Badania obrazowe mózgu pokazują, że ostre i podostre stany bólowe pobudzają jedynie te jego obszary, które związane są z bólem. Natomiast przewlekłe stany bólowe wpływają na zmiany w obrębie struktury i funkcjonowania tego narządu oraz aktywizują jego część odpowiedzialną za emocje<sup>51</sup>. Dostępne badania potwierdzają, że nastrój depresyjny, stres lub gniew wpływają na rozwój przewlekłych ZBKŁ<sup>52,53,54</sup>. Dlatego też analiza skuteczności terapii w zakresie czynników psychologicznych jest bardzo wskazana<sup>52</sup>. W pracy autorskiej zbadano wpływ dwóch rodzajów krioterapii na poziom emocji pozytywnych (radość) oraz negatywnych (gniew i lęk). W wyniku obu sposobów leczenia poziom wszystkich emocji popra-

wił się. Analiza statystyczna wykazała, że leczenie azotem w większym stopniu obniżyło lęk ( $p=0,0132$ ) i gniew ( $p=0,0030$ ) niż dwutlenkiem węgla. Należy zaznaczyć jednak, że pacjenci w grupie G2 również startowali z wyższego poziomu tych dwóch rodzajów emocji, a zatem łatwiej im było uzyskać lepszy wynik. Rymaszevska i wsp.<sup>55</sup> badali wpływ krioterapii ogólnoustrojowej (kriokomory) wśród pacjentów z zaburzeniami depresyjnymi i lękowymi. Pacjenci podczas badania otrzymywali standardową farmakoterapię zaleconą przez psychiatrów. Badacze stwierdzili, że kriokomora łagodzi wybrane objawy psychosomatyczne, wpływa na zmniejszenie bólu i reguluje rytmy biologiczne, które często ulegają zaburzeniu podczas chorób na tle psychicznym. Autorzy sugerują, że w przypadku leczenia terapii zaburzeń emocjonalnych, zastosowanie zimnoleczenia mogłoby stanowić leczenie uzupełniające. Jest to jednak zagadnie, które wymaga potwierdzenia w dalszych, bardziej obszernych i randomizowanych badaniach kontrolnych.

Ostatnim, analizowanym aspektem w pracy autorskiej, była samoskuteczność związana z bólem. Przegląd literatury tematu potwierdza związki pomiędzy poziomem tej zmiennej a natężeniem bólu i niepełnosprawno-

ści w okresie ostrym i przewlekłym ZBKL<sup>56,57</sup>. Dlatego też powinno się ją uwzględnić analizując efektywność różnych metod terapeutycznych w przebiegu tych schorzeń<sup>58</sup>. Dostępne badania pokazują, że terapia poznawczo-behawioralna wpływa na poprawę w zakresie samoskuteczności związanej z bólem w ZBKL<sup>59,60</sup>. Powyższe wyniki są zbliżone do rezultatów pracy autorskiej. Wskutek przeprowadzonej terapii, obie grupy uzyskały istotną statystycznie poprawę w zakresie tej zmiennej. Jednak żadne z tych sposobów leczenia nie okazało się bardziej skuteczne ( $p=0,1525$ ).

Podsumowując można stwierdzić, że oba zabiegi kriostymulacji poprawiają stan pacjentów uskarżających się na przewlekłe ZBKL. Uzyskane wyniki nie pozwalają jednak wykażać, który rodzaj źródła chłodzącego ma większą skuteczność terapeutyczną. Należy więc kontynuować badania analizujące skutki krioterapii w zespołach bólowych narządu ruchu w perspektywie długoterminowej.

W niniejszej pracy, w celu określenia skuteczności zabiegów z użyciem dwutlenku węgla oraz ciekłego azotu zastosowano jedynie subiektywne pomiary badające takie zmienne, jak: centralizacja objawów, poziom bólu, niepełnosprawności oraz samoskuteczności związanej z bólem, jak również aspekty jakościowe bólu i stan emocjonalny pacjenta. Nie przeprowadzono zatem żadnych badań przedmiotowych obejmujących ocenę na przykład napięcia mięśniowego, wrażliwości uciskowej czy ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Nie dokonano również pomiarów w perspektywie długofalowej (follow-up). W związku z tym powyższe elementy metodologii powinny zostać uwzględnione w kolejnych badaniach podejmujących tą problematykę badawczą.

## WNIOSKI

1. Oba analizowane zabiegi są podobnie skuteczne w zakresie takich zmiennych, jak: centralizacja objawów, poziom natężenia bólu, niepełnosprawności, radości oraz samoskuteczności związanej z bó-

lem, jak również większości analizowanych wskaźników MPQ.

2. Kriostymulacja ciekłym azotem może być bardziej efektywna jedynie w poprawie wskaźnika WO-B:OC kwestionariusza MPQ oraz poziomu gniewu i lęku, jednak uzyskane wyniki nie pozwalają na ostateczne potwierdzenie tych rezultatów.
3. Stosowanie obu zabiegów kriostymulacji może wspomagać proces leczenia ZBKL.

## Konflikt interesów

Brak

## Piśmiennictwo / References

1. Paudyal P., Ayres J.G., Semple S. i wsp. Low back pain among textile workers: a cross-sectional study. *Occup Med* 2013; 63(2): 129-134.
2. Hoy D., Bain C., Williams G. i wsp. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* 2012; 64(6): 2028-2037.
3. Allegri M., Montella S., Salici F. i wsp. Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy. *F1000Res* 2016; 5: F1000 Faculty Rev-1530. doi: 10.12688/f1000research.8105.2.
4. Hoy D., Brooks P., Blyth F. i wsp. The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010; 24(6): 769-781.
5. Wu A., March L., Zheng X. i wsp. Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Ann Transl Med* 2020; 8(6): 299.
6. Manchikanti L., Singh V., Falco F.J. i wsp. Epidemiology of low back pain in adults. *Neuro-modulation* 2014; 2: 3-10.
7. Hartvigsen J., Hancock M.J., Kongsted A. What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet* 2018; 391: 2356-2367.
8. Namnaqani F.I., Mashabi A.S., Yaseen K.M. i wsp. The effectiveness of McKenzie method compared to manual therapy for treating chronic low back pain: a systematic review. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2019; 19(4): 492-499.
9. Sipko T., Glibowski E., Kuczyński M. Acute effects of proprioceptive neuromuscular facilitation exercises on the postural strategy in patients with chronic low back pain. *Complement Ther Clin Pract* 2021; 44: 101439.
10. Werber A., Schiltenswolf M. Treatment of Lower Back Pain-The Gap between Guideline-Based Treatment and Medical Care Reality. *Healthcare* 2016; 4: 44.
11. Kasperczyk T., Mucha D. *Podstawy Terapii Manualnej*. Jet, Kraków 2012: 15-41.
12. Mikolajewska E. *Fizykoterapia dla praktyków*. PZWL, Warszawa 2011: 15-224.
13. Furmanek M.P., Słomka K., Juras G. The Effects of Cryotherapy on Proprioception System. *Biomed Res Int* 2014: 696397.
14. Lubkowska A. Zastosowanie krioterapii w chorobach przewlekłych. *Family Medicine & Primary Care Review* 2013; 15(2): 233-239.
15. Podbielska H., Skrzek A. Zastosowanie niskich temperatur w biomedycynie. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław* 2012: 53-59.
16. Sieroń A., Paska J. *Fizykoterapia w praktyce: praca zbiorowa – część II*. Elamed, Katowice 2014: 119-130.

17. Bęben K., Kiljański M. Porównanie zabiegu krioterapii miejscowej z zastosowaniem ciekłego azotu i dwutlenku węgla. *Fizjoter Pol* 2016; 16: 6-17.
18. Stanek A., Cholewka A., Cieślak G. i wsp. Ocena działania przeciwbólowego krioterapii ogólnoustrojowej u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa. *Fizjoter Pol* 2011; 1(4): 49-55.
19. Stanek A., Cholewka A., Wencel K. i wsp. Wpływ krioterapii na proteinogram u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa. *Fizjoter Pol* 2011; 2(4): 115-121.
20. Piechura J., Skrzek A., Rożek K. i wsp. Zastosowanie zabiegów krioterapii miejscowej w terapii osób z zespołem bolesnego barku. *Fizjoterapia* 2010; 18(1): 19-25.
21. Woźny A., Kujawa J., Pieszyński I. i wsp. Ocena skuteczności przeciwbólowej kinezyterapii metodą McKenziego skojarzonej z krioterapią miejscową u chorych z zespołami bólowymi odcinka lędźwiowego-krzyżowego kręgosłupa. *Kwart Ortop* 2006; 1: 63-69.
22. Indywidualna oferta od producenta. Pobrano z: <http://gomigazy.pl/>. Data pobrania: 12.10.2021
23. Indywidualna oferta od producenta. Pobrano z: <https://www.sepoz.pl/>. Data pobrania: 12.10.2021
24. Oferta aparatów do krioterapii. Pobrano z: <https://meden.com.pl/oferta/aparaty-do-krioterapii/2214-aparat-do-krioterapii-cryoflow-ice-ct.html>. Data pobrania: 14.10.2021.
25. Indywidualna oferta od producenta. Pobrano z: <https://www.messer.pl/medycyna>. Data pobrania: 14.10.2021.
26. Wycena zabiegów fizjoterapeutycznych z 2004 roku. Pobrano z <https://www.nfz.gov.pl/>. Data pobrania: 18.10.2021.
27. Wycena zabiegów fizjoterapeutycznych z 2021 roku. Pobrano z: <https://kif.info.pl/wycena-07-04-2021r/>. Data pobrania: 18.10.2021.
28. Boerner E., Brzyk R., Bienias-Jędrzejewska M. Ocena skuteczności krioterapii miejscowej w leczeniu zespołu bolesnego barku. *Inż. Biomed Acta Bio-Opt Inform Med* 2007; 1(13): 54-56.
29. Krukowska J., Zbrzezna B., Czernicki J. Wpływ krioterapii na wyniki fizjoterapii chorych z zespołem bolesnego barku. *Fizjoterapia* 2009; 17(4): 19-27.
30. Brouwers M., Darot S. i wsp. Comparison of gaseous cryotherapy with more traditional forms of cryotherapy following total knee arthroplasty. *Ann Phys Rehabil Med* 2012; 55(4): 229-240.
31. 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; 53(3): 142-150.
32. Spitzer W.O., LeBlanc F.E., Dupuis M. Scientific approach to the assessment and management of activity related spinal disorders. A monograph for clinicians. Report of the Quebec Task Force on Spinal Disorders. *Spine* 1987; 12(7): 1-59.
33. Werneke M., Hart D.L., Cook D. A descriptive study of the centralization phenomenon. A prospective analysis. *Spine* 1999; 24(7): 676-683.
34. Williamson A., Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs* 2005; 14(7): 798-804.
35. Opara J., Szary S., Kucharz E. Polish Cultural Adaptation of the Roland-Morris Questionnaire for Evaluation of Quality of Life in Patients With Low Back Pain. *Spine* 2006; 31(23): 2744-2746.
36. Dobrogowski J., Kuś M., Sedlak K. i wsp. *Ból i jego leczenie*. PWN, Warszawa 1996: 53-58.
37. Łosiak W. Dynamika emocji i radzenia sobie w stresie psychologicznym. Badanie pacjentów chirurgicznych. *Rozprawy Habilitacyjne UJ* 1994; 273.



38. Nicholas M.K. The pain self-efficacy questionnaire: Taking pain into account. *Eur J Pain* 2007; 11(2): 153-163.
39. Guzy G., Ridan T., Kolodziej P. i wsp. Skuteczność laseroterapii wśród pacjentów z zespołem bólowym odcinka lędźwiowego kręgosłupa. *Hygeia Public Health* 2012; 47(7): 484-489.
40. May S., Aina A. Centralization and directional preference: A systematic review. *Man Ther* 2012; 17(6): 497-506.
41. Aina A., May S., Clare H. The centralization phenomenon of spinal symptoms – a systematic review. *Man Ther* 2004; 9(3): 134-143.
42. Yarnzbowicz R., Włodarski M., Dolutan J. Classification by pain pattern for patients with cervical spine radiculopathy. *J Man Manip Ther* 2020; 28(3): 160-169.
43. Demoulin C., Brouwers M., Darot S. i wsp. Comparison of gaseous cryotherapy with more traditional forms of cryotherapy following total knee arthroplasty. *Ann Phys Rehabil Med* 2012; 55(4): 229-240.
44. Straburzyńska-Lupa A., Czubaszewski Ł., Romanowski W. i wsp. Badania porównawcze działania pojedynczego zabiegu nadmuchu zimnym powietrzem i parami ciepłego azotu u pacjentek z reumatoidalnym zapaleniem stawów. *Fizjoter Pol* 2005; 3(5): 323-328.
45. Nugraha B., Günther J.T., Rawert H. i wsp. Effects of whole body cryo-chamber therapy on pain in patients with chronic low back pain: a prospective double blind randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2015; 51(2): 143-8.
46. Yamato T.P., Maher C.G., Saragiotto B.T. i wsp. The Roland-Morris Disability Questionnaire: one or more dimensions? *Eur Spine J* 2017; 26(2): 301-308.
47. Jastrząbek R., Straburzyńska-Lupa A., Rutkowski R. i wsp. Effects of different local cryotherapies on systemic levels of TNF- $\alpha$ , IL-6, and clinical parameters in active rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int* 2013; 33(8): 2053-2060.
48. Ngamkham S., Vincent C., Finnegan L. i wsp. The McGill Pain Questionnaire as a multidimensional measure in people with cancer: an integrative review. *Pain Manag Nurs* 2012; 13(1): 27-51.
49. Burckhardt C.S., Jones K.D. Adult Measures of Pain: The McGill Pain Questionnaire (MPQ), Rheumatoid Arthritis Pain Scale (RAPS), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Verbal Descriptive Scale (VDS), Visual Analog Scale (VAS), and West Haven-Yale Multidisciplinary Pain Inventory (WHYMPI). *AC&R* 2003; 49(55): S96-104. doi: 10.1002/art.11440.
50. Dehghan M., Farahbod F. The Efficacy of Thermotherapy and Cryotherapy on Pain Relief in Patients with Acute Low Back Pain, A Clinical Trial Study. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(9): LC01-LC04.
51. Hashmi J.A., Baliki M.N., Huang L. i wsp. Shape shifting pain: chronification of back pain shifts brain representation from nociceptive to emotional circuits. *Brain* 2013; 136(9): 2751-2768.
52. Pincus T., Burton A.K., Vogel S. i wsp. A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine* 2002; 27(5): E109-E120.
53. Robertson D., Kumbhare D., Nolet P. i wsp. Associations between low back pain and depression and somatization in a Canadian emerging adult population. *J Can Chiropr Assoc* 2017; 61(2): 96-105.
54. Shuchang H., Mingwei H., Hongxiao J. i wsp. Emotional and neurobehavioural status in chronic pain patients. *Pain Res Manag* 2011; 16(1): 41-43.
55. Rymaszewska J., Ramsey D., Chłodzińska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders. *Arch Immunol Ther Exp* 2008; 56: 63-68.
56. Costa L.C., Maher C.G., McAuley J.H. i wsp. Self-efficacy is more important than fear of movement in mediating the relationship between pain and disability in chronic low back pain. *Eur J Pain* 2011; 15(2): 213-219.
57. Arnstein P. The mediation of disability by self-efficacy in different samples of chronic pain patients. *Disabil Rehabil* 2000; 22(17): 794-801.
58. Woby S.R., Urmston M., Watson P.J. Self-efficacy mediates the relation between pain related fear and outcome in chronic low back pain patients. *Eur J Pain* 2007; 11(7): 711-718.
59. Carpenter K.M., Stoner S.A., Mundt J.M. i wsp. An Online Self-Help CBT Intervention for Chronic Lower Back Pain. *Clin J Pain* 2012; 28(1): 14-22.
60. Turner J.A., Anderson M.L., Balderson B.H. i wsp. Mindfulness-based stress reduction and cognitive-behavioral therapy for chronic low back pain: similar effects on mindfulness, catastrophizing, self-efficacy, and acceptance in a randomized controlled trial. *Pain* 2016; 157(11): 2434-2444.

**Adres do korespondencji**  
**Address for correspondence**

Jagoda Rojek  
e-mail: chmieljagoda@gmail.com