

Проблеми кріобіології і кріомедицини

Problems of Cryobiology and Cryomedicine

Журнал засновано у 1985 р. До 1991 р. він виходив під назвою «Криобиология», з 1991 по 2012 рр. - «Проблемы криобиологии», з 2013 р. - «Проблеми кріобіології і кріомедицини». Видається щоквартально українською та англійською мовами. Журнал публікує оглядові та оригінальні статті, які присвячені дослідженням у галузі кріобіології і кріомедицини: з'ясування механізмів пошкодження біологічних об'єктів під впливом низьких і наднизьких температур; визначення природної стійкості живих систем до дії холоду та процесу їх відновлення після холодного впливу; розробка ефективних методів кріозахисту та створення технологій зберігання біологічних об'єктів за гіпотермічних і наднизьких температур; використання гіпотермії, кріотерапії та кріоконсервованих біологічних об'єктів для лікування різних захворювань, клітинна і тканинна терапія; дослідження інших проблем низькотемпературної біології та медицини; розробка апаратури та обладнання для цілей кріобіології і кріомедицини.

The Journal was established in 1985. It was published under title Kriobiologia, and Problemy kriobiologii/ Problems of Cryobiology since 1991 till 2012, and Problems of Cryobiology and Cryomedicine since 2013. A subscription to Problems of Cryobiology and Cryomedicine includes 4 issues a year.

The Journal publishes the reviews and original papers on cryobiological and cryomedical research, in particular the elucidation of mechanisms of injuries occurring in biological objects and caused by the influence of low and ultra low temperatures; natural resistance of biologicals to cold and their recovery post effect; the development of effective methods of cryoprotection and technology of storage of biological resources under hypothermic and ultra low temperatures; application of hypothermia, cryotherapy and cryopreserved biologicals for treating various pathologies; cell and tissue based therapies and other issues of low-temperature biology and medicine, as well as development of devices and equipment for low temperature biology and medicine.

Видавець: Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України,
вул. Переяславська, 23, м. Харків, Україна, 61016
тел.: (+38 057) 373-41-43, факс: (+38 057) 373-59-52
електронна пошта: journal@cryo.org.ua

Publisher: Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine
of the National Academy of Sciences of Ukraine
23, Pereyaslavska, Kharkiv, Ukraine 61016;
tel.: +380 57 373 4143, fax: +380 57 373 5952
e-mail: journal@cryo.org.ua



щоквартальний науковий журнал
quarterly scientific journal

32(3):169–242

2022

ISSN 2307-6143. Проблеми кріобіології і кріомедицини/Problems of Cryobiology and Cryomedicine. 2022. 32(3). 169–242

2022

проблеми кріобіології і кріомедицини

том 32

problems of cryobiology and cryomedicine

№3 стор. 169–242

Проблеми кріобіології і кріомедицини

Problems of Cryobiology and Cryomedicine



щоквартальний науковий журнал
quarterly scientific journal

32(3):169–242

2022

2022

vol. 32, issue 3

problems of cryobiology and cryomedicine

contents

review

Yurchuk T.O., Pavlovych O.V., Petrushko M.P. Sperm DNA cryodamage in domestic and farm animals: detection methods and ways of DNA integrity improvement..... 171

original contributions

theoretical and experimental cryobiology

Shevchenko N.O., Kovalenko G.V., Bashtan N.O., Mozgovska A.V., Miroshnichenko T.M., Strybul T.F., Ivchenko T.V., Kuts O.V. Physical factors of beetroot seed presowing treatment affect sowing quality and crop yield.....183

Lomako V.V., Shylo O.V., Samokhina L.M., Lutsenko D.G. Pituitary-thyroid system in rats of different ages under desynchronosis, whole-body cryostimulation, and cord blood injection..... 196

Shcheniavsky I.I., Kovalenko I.F., Gulevsky O.K. Cardioprotective effect of low molecular weight (below 5 kDa) fraction of cattle cord blood cryohemolysate..... 206

Avksentieva O.O., Zhmurko V.V., Chumakova V.V. Morphogenetic responses of *Triticum aestivum* L. Calus culture during long-term effect of low positive temperatures..... 214

cryomedicine, clinical and experimental transplantology

Panchenko O.A., Kabantseva A.V. Medical and psychological rehabilitation for patients with spinal degenerative joint diseases using the whole-body extreme air cryotherapy..... 226

chronicles

In memoriam: James Ephraim Lovelock 26 July 1919 – 26 July 2022..... 236

Instructions for Authors..... 241

УДК 616.711-007.17+615.832.97+615.851

О.А. Панченко^{1*}, А.В. Кабанцева²

Медико-психологічна реабілітація пацієнтів з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта методом загальної екстремальної аерокріотерапії

UDC 616.711-007.17+615.832.97+615.851

O.A. Panchenko^{1*}, A.V. Kabantseva²

Medical and Psychological Rehabilitation for Patients with Spinal Degenerative Joint Diseases Using the Whole-Body Extreme Air Cryotherapy

Реферат: У роботі досліджено ефективність реабілітації пацієнтів з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта з застосуванням загальної екстремальної аерокріотерапії (ЗЕАКТ) за розробленою нами методикою. Оцінка інтенсивності больових відчуттів за візуально-аналоговою шкалою після відновлювального лікування показала: зникнення больового синдрому у 68,4% і помітне його зменшення у 31,6%; збільшення повсякденної рухової активності та зменшення обмеження рухів під час ходьби у 90,8%; поліпшення загального самопочуття у 35,7%; підвищення активності у 43,9% і настрою у 38,8% пацієнтів. Кожний сеанс ЗЕАКТ сприяв збільшенню м'язової сили та витривалості у хворих обох статей, що свідчило про стимулюючий вплив кріотерапії на організм людини. Застосування методу ЗЕАКТ у реабілітації осіб з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта дозволило максимально швидко нормалізувати психоемоційний стан та покращити функціональний стан нервово-м'язового апарату: зменшити больовий і м'язово-тонічний синдроми, зміцнити м'язовий каркас, збільшити обсяг рухів і витривалість під час стояння, сидіння та ходьби.

Ключові слова: загальна екстремальна аерокріотерапія, реабілітація, терморегуляція, больовий синдром, м'язова сила, м'язова витривалість.

Abstract: Here, we have studied the rehabilitation efficiency for patients with spinal degenerative joint diseases using the whole-body extreme air cryotherapy (WBEACT) according to our own technique. The assessment of pain intensity on visual-analogue scale upon completing the rehabilitation therapy showed the pain disappearance in 68.4% of patients, and its significant reduction in 31.6%; increased daily motor activity, and decreased restrictions during walking in 90.8% of cases; improved well-being in 35.7%; enhanced activity in 43.9%, and mood change in 38.8%. Each WBEACT session increased the muscle strength and endurance for both genders of patients, thus testifying to a stimulating effect of cryotherapy to human body. The WBEACT application for rehabilitation of patients with spinal degenerative joint diseases enabled to normalize the psycho-emotional state as quickly as possible and improve functional state of neuromuscular apparatus, *i. e.* to reduce the pain and muscle tonic syndromes, strengthen the muscular skeleton, and increase the range of motion and endurance while standing, sitting and walking.

Key words: whole-body extreme air cryotherapy, rehabilitation, thermoregulation, pain syndrome, muscle strength, muscle endurance.

Дегенеративно-дистрофічні ураження хребта, які супроводжуються високими показниками захворюваності та інвалідизації населення, залишаються важливою проблемою клініцистів і дослідників у напрямку оптимізації діагностичного процесу та лікувальних технологій з використанням сучасних досягнень науки й техніки [1, 3, 8, 11]. На даний час необхідне розроблення сучасних реабілітаційних стратегій комплексного лікування дегенеративно-дистрофічних захворювань хребта, які включали би не тільки меди-

Degenerative joint lesions of the spine, accompanied by high rates of morbidity and disability among population, have still remained a crucial issue for clinicians and researchers in terms of optimizing diagnostics and therapeutic techniques using the current achievements in science and technique [1, 7, 13, 19]. Nowadays, of necessity is to design the actual rehabilitation strategies for a comprehensive treatment of spinal degenerative joint diseases, which would include not only drug therapy, but innovative and efficient phy-

¹ДЗ «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України», Костянтинівка, Україна

²Донецький національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, Краматорськ, Україна

*Автор, якому необхідно надсилати кореспонденцію:

вул. О. Невського, 14, м. Костянтинівка, Україна, 85110;
тел.: (+38 062) 726-23-50
електронна пошта: oap@ukr.net

Надійшла 04.06. 2021

Прийнята до друку 18.05.2022

¹State Institution 'Scientific-Practical Medical Rehabilitation and Diagnostic Center of the Ministry of Health of Ukraine', Kostiantynivka, Ukraine

²Donetsk National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Kramatorsk, Ukraine

*To whom correspondence should be addressed:

14, A. Nevskogo str., Kostiantynivka, Ukraine 85110;
tel.: +380 62 726 2350
e-mail: oap@ukr.net

Received 04, June, 2021

Accepted 18, May, 2022

каментозну терапію, а й інноваційні ефективні фізіотерапевтичні методи, що здатні одночасно впливати на різні ланки даної патології [2, 9, 10]. Одним з перспективних методів лікування дегенеративно-дистрофічних уражень хребта є загальна екстремальна аерокріотерапія (ЗЕАКТ) [5, 13, 16].

Показано клінічну ефективність короточасного впливу екстремально низької температури на організм людини. Результати проведених досліджень активно застосовуються у лікуванні та реабілітації пацієнтів з різною патологією опорно-рухового апарату в реабілітаційних клініках, ревматологічних центрах, а також у спортивно-медичних установах Європи [12, 14, 15, 18].

Клінічна ефективність аерокріотерапії залежить від параметрів температурного впливу (інтенсивність, тривалість, періодичність) та індивідуальних характеристик пацієнта (вид патології, вік, стать, витривалість до дії низької температури). Для досягнення максимального терапевтичного впливу даного фізіотерапевтичного методу у процесі курсового лікування деякі автори пропонують різні підходи [17, 19]. На сьогодні визначення оптимальної схеми (періодичність, тривалість) проведення ЗЕАКТ пацієнтам з больовими синдромами різної етіології залишається дискусійним питанням, тому вимагає подальшого вивчення і методологічного вдосконалення.

Мета роботи — оцінка ефективності загальної екстремальної аерокріотерапії у медико-психологічній реабілітації дегенеративно-дистрофічних захворювань хребта.

Матеріали і методи

У дослідженні взяли участь 98 осіб з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта — дорсопатіями (код M54.0-M54.9 за МКХ-10) з домінуючим у клінічній картині больовим синдромом. Пацієнти знаходилися на відновлювальному лікуванні у відділенні нейрофізіології та нейрореабілітації Державного закладу «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України» (м. Костянтинівка, Україна) та отримували монотерапію у вигляді курсу ЗЕАКТ, з них — 69 (70,4%) жінок і 29 (29,6%) чоловіків з середнім віком ($51 \pm 1,7$) рік. Процедури проводили згідно з вимогами Гельсінської декларації.

Усіх обстежуваних було відібрано на підставі критеріїв включення (вік, патологія) і виключення (артеріальний тиск вище 160/100 мм рт.ст. перед проведенням процедури, клаустрофобія, гострі інфекційні, вірусні захворювання, вагіт-

siotherapy techniques capable to simultaneously affect various links of this pathology [6, 14, 18]. The whole body extreme air cryotherapy (WBEACT) is among the promising ways to treat the spinal degenerative joint lesions [3, 9, 12].

A short-term exposure to extremely low temperatures showed a clinical efficiency for human body. These findings are now actively applied in therapy and rehabilitation for patients with different musculoskeletal disorders at the rehabilitation clinics, rheumatology hospitals, as well as sports medical institutions in Europe [2, 4, 5, 16].

The clinical efficiency of air cryotherapy depends on temperature exposure parameters (intensity, duration, frequency) and individual characteristics of patient (pathology type, age, gender, endurance to low temperature exposure). Some authors suggest different approaches to achieve the maximum therapeutic effect of this physiotherapy technique during course treatment [15, 17]. Today, the design of WBEACT optimal protocol (frequency, duration) for patients with pain syndromes of various etiologies has still remained under discussion, and requires further study and methodology improvement.

The research purpose herein was to evaluate the efficiency of the whole body extreme air cryotherapy in medical and psychological rehabilitation of spinal degenerative joint diseases.

Materials and methods

This study included 98 people with spinal degenerative joint diseases: dorsopathies (code M54.0-M54.9 according to ICD-10) with dominant pain syndrome in clinical picture. The patients, 69 women (70.4%) and 29 men (29.6%) with average age of (51 ± 1.7) years, underwent rehabilitation treatment at the Department of Neurophysiology and Neurorehabilitation of the State Institution 'Scientific-Practical Medical Rehabilitation and Diagnostic Center of the Ministry of Health of Ukraine' (Kostiantynivka, Ukraine) and received monotherapy of WBEACT course. Procedures were carried out in accordance with the Declaration of Helsinki regulations.

Patients were selected by the criteria of inclusion (age, pathology) and exclusion (blood pressure above 160/100 mm Hg before the procedure, claustrophobia, acute infectious and viral diseases, pregnancy, breastfeeding, etc.). All the therapeutic procedures with extremely low temperature use and the examinations were performed with the informed consent of patients. At the WBEACT start, patients did not take any pain relieving drugs.

The cryochamber 'Cryo Therapy Chamber' (Zimmer Midizin Systeme, Germany), enabling



ність, годування груддю та ін.) із дослідження. На проведення лікування екстремально низькою температурою та обстеження від усіх пацієнтів було отримано добровільну інформовану згоду. На початку проведення ЗЕАКТ хворі не приймали будь-яких медикаментозних знеболювальних препаратів.

У якості об'єкта, за допомогою якого створювалася екстремально низька температура (нижче -100°C), застосовували криокамеру «Cryo Therapy Chamber» (Zimmer Midizin Systeme, Німеччина), яка дозволяла проводити як індивідуальні, так і групові (по 3–4 пацієнти) сеанси. Процедури проводили за методикою О.А. Панченка: час перебування пацієнта в передкамері перед сеансом в основній камері становить 30 с, після виходу з неї — 10 с; час перебування в основній камері на перший день — 30 с, другий — 1 хв, третій — 2 хв, четвертий і наступні дні — 3–4 хв, кількість процедур у курсі складає від 20 до 30. Призначалася одна процедура щодня [6]. За системою терморегуляції пацієнтів, які проходили курс кріотерапії, здійснювали контроль, необхідний не тільки для забезпечення безпеки методу і зниження ризику обмороження, але й для вибору оптимальної схеми проведення кріопроцедур у кожному конкретному випадку. Для цього безконтактним інфрачервоним медичним термометром «Flash Pen» (TFA, Німеччина) визначали поверхневу температуру на відкритих ділянках тіла, що безпосередньо контактують із холодним фактором, а саме в 12-ти симетричних маркованих точках [7].

На прохання пацієнта або з об'єктивних причин курс лікування або сеанс можна було перервати.

До і після лікування проводили фізіологічне (динамометрія), клініко-неврологічне та психологічне обстеження. Психоемоційний стан визначали за методикою самооцінки функціонального стану «самопочуття-активність-настрій» і емоційного стану Вейсмана-Рікса [4]. Інтенсивність больового синдрому характеризували за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) з реєстрацією в функціональних положеннях: лежачи, сидячи, стоячи та під час ходьби. Неврологічне обстеження хворих проводили за стандартною схемою, прийнятою в клініці нервових хвороб, і доповнювали вертебрoneврологічними методами діагностики для визначення прояву м'язово-тонічного синдрому.

Результати дослідження дозволили визначити функціональний стан людини, ступінь розвитку патології, динаміку стану кожного хворого в процесі курсу кріотерапії та знеболювальний ефект ЗЕАКТ.

to perform both individual and group (3–4 patients each) sessions, was used as an object by which an extremely low temperature (below -100°C) was achieved. The procedures were carried out according to the method of O.A. Panchenko, *i. e.* the time of patient's stay in prechamber before the session begin in the main chamber was 30 s, and 10 s after leaving it; the time of staying in the main chamber was 30 s to day 1, 1 min to day 2, 2 min to day 3, and 3–4 min to day 4 and further, the number of procedures in the course was from 20 to 30. One procedure was prescribed daily [10]. The thermoregulation of patients who underwent cryotherapy was monitored, ensuring thereby not only this method safety and frostbite risk reduction, but selection of the optimal protocol for cryoprocure performance in each specific case. For this purpose, the non-contact infrared medical thermometer 'Flash Pen' (TFA, Germany) was used to determine the surface temperature in open areas of the body, being in a direct contact with cold factor, namely at 12-symmetric marked points [11].

The course of therapy or session could be interrupted by a patient's request or for objective reasons.

Prior to and after therapy, the physiological (dynamometry), clinical-neurological, and psychological examinations were performed. The psychoemotional state was assessed by self-esteem scale of functional states 'Well-being-Activity-Mood' and 'Elation-Depression Scale' (adapted version) by A.E. Wessman and D.F. Ricks [8]. The pain syndrome intensity was assessed by visual analogue scale (VAS) with recording in functional positions: lying, sitting, standing, and while walking. The patients were neurologically examined according to the standard protocol adopted in the clinic for nervous diseases, and supplemented with vertebral neurological diagnostic techniques to reveal the signs of muscular tonic syndrome.

These findings enabled assessing the patient's functional state, degree of pathology development, state dynamics for each patient during cryotherapy course, and analgesic effect of WBEACT.

The results were statistically processed using the IBM SPSS Statistics 20.0 software (IBM, USA). The obtained digital data were presented as the arithmetic mean (M) and the error of the arithmetic mean (m). Statistical analysis of the obtained data included checking for their compliance with the normal distribution according to the Shapiro-Wilk W-test and the subsequent identification of significance between groups using the Student's parametric t-test. Differences were considered significant at $p < 0.05$.



Статистичну обробку результатів дослідження проводили з використанням програмного забезпечення «IBM SPSS Statistics 20.0» (IBM, США). Одержані цифрові дані представляли у вигляді середньої арифметичної величини (M) і похибки середньої арифметичної величини (m). Статистичний аналіз отриманих даних включав їх перевірку на відповідність нормальному розподілу за W -критерієм Шапіро-Вілکا та подальше виявлення значущості між групами за допомогою параметричного t -критерію Стюдента. Відмінності вважали значущими при $p < 0,05$.

Результати та обговорення

Пацієнти з дорсопатіями відзначали напруження м'язів уздовж хребетного стовпа, посилення м'язового болю під час тривалого статичного навантаження й вимушеного положення тіла. Встановлено епізоди люмбаго та оніміння, а також мерзлякуватість та «відчуття холоду в кінцівках».

Клініко-неврологічний огляд пацієнтів показав зниження сухожильних рефлексів, під час пальпації виявлялися напруга паравертебральних м'язів спини, позитивні симптоми натягу, порушення чутливості в дерматомах, підвищена чутливість точок Валле. У обстежуваних домінував больовий, м'язово-тонічний і корінцевий синдроми.

Якість лікування пацієнтів з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями визначали за наступними критеріями: зменшення або зникнення больового синдрому, м'язово-тонічних та корінцевих проявів; збільшення обсягу рухів в ураженому відділі хребта; нормалізація психологічного стану; клінічне одужання або поліпшення загального стану; орієнтування на здоровий спосіб життя.

Оцінка інтенсивності больових відчуттів за ВАШ до лікування показала виражений біль у 21 пацієнта (21,4%), помірно інтенсивний — 47 (47,9%), слабкий — 30 (29,4%), після лікування нівелювання болю спостерігалось у 67 пацієнтів (68,4%), слабкий біль — у 31 (31,6%). Після курсу реабілітації середні показники інтенсивності болю за шкалою ВАШ значно знизилися у пацієнтів обох статей (табл. 1).

Оцінка м'язово-тонічних проявів показала, що до лікування їх інтенсивність кваліфікувалася

Таблиця 1. Середні показники інтенсивності болю за візуально-аналоговою шкалою до і після курсу ЗЕАКТ ($M \pm m$)

Table 1. Average pain intensity scores by visual-analogue scale prior to and after WBEACT course ($M \pm m$)

Дні проведення ЗЕАКТ Days of WBEACT performance	Інтенсивність болю, бали Pain intensity, scores	
	Чоловіки ($n = 29$) Men ($n = 29$)	Жінки ($n = 69$) Women ($n = 69$)
1	5,9 $\pm$ 0,2	6,2 $\pm$ 0,2
20	2,8 $\pm$ 0,1*	3,2 $\pm$ 0,1*

Примітка: * — відмінності значущі відносно показників до та після реабілітаційного курсу, $p < 0,05$.

Note: * — differences are significant with respect to the indices prior to and after WBEACT session, $p < 0.05$.

Results and discussion

Patients with dorsopathies had the muscle tension along the spinal column, an increased muscle pain during long-term static load and forced body position. There were observed the episodes of lumbago and numbness, as well as chilliness and 'coldness in the extremities'.

Clinical and neurological examination of patients revealed the decreased tendon reflexes, tight paraspinal muscles when palpated, positive symptoms of tension, impaired sensitivity in dermatomes, and an increased sensitivity of Valleix points. The pain, muscular tonic and radicular syndromes were dominant in the examined patients.

The quality of therapy in patients with degenerative and dystrophic diseases was determined according to the following criteria: reduction or disappearance of pain syndrome, muscular tonic and radicular manifestations; increased range of motion in the affected spine; normalization of psychological state; clinical recovery or improvement in general health; focusing on healthy lifestyle.

The assessment of pain intensity by the VAS scale before treatment showed a severe pain in 21 patients (21.4%), moderately intense pain in 47 (47.9%), and a mild pain in 30 cases (29.4%). After therapy, the pain was leveled in 67 patients (68.4%), and a weak pain was observed in 31 cases (31.6%). After rehabilitation course, the average indices of pain intensity according to the VAS scale decreased significantly in patients of both sexes (Table 1).



Таблиця 2. М'язова сила і витривалість до і після сеансу ЗЕАКТ ($M \pm m$)
Table 2. Muscle strength and endurance prior to and after WBEACT session ($M \pm m$)

Показники Indices	Чоловіки ($n = 29$) Men ($n = 29$)		Жінки ($n = 69$) Women ($n = 69$)	
	До сеансу Prior to session	Після сеансу After session	До сеансу Prior to session	Після сеансу After session
М'язова сила, Н Muscle strength, N	431,5 $\pm$ 4,1	441,3 $\pm$ 4,5*	215,7 $\pm$ 4,6	225,5 $\pm$ 5,0*
М'язова витривалість, с Muscle endurance, s	45,0 $\pm$ 0,6	46,2 $\pm$ 0,4*	32,5 $\pm$ 0,9	34,5 $\pm$ 0,8*

Примітка: * — відмінності значущі відносно показників до та після сеансу ЗЕАКТ, $p < 0,05$.

Note: * – differences are significant with respect to the indices prior to and after WBEACT session, $p < 0.05$.

як помірна (2–3 бали) у 72 пацієнтів (73,5%) і слабо виражена (0–1 бал) у 26 (26,5%), а після лікування даний показник знизився та відповідав помірному (2–3 бали) у 29 (29,6%) і слабо вираженому (0–1 бал) у 69 (70,4%) пацієнтів.

Після лікування у 89 пацієнтів (90,8%) збільшилася повсякденна рухова активність, зменшилося обмеження рухів під час ходьби. Оцінка клініко-неврологічного статусу показала зменшення натягу нервових стовбурів, під час пальпації у деяких пацієнтів визначалися помірне напруження паравертебральних м'язів спини, негативні симптоми натягу нервових волокон, при цьому порушення чутливості в дерматомах та болючість точок Валле не визначалися. Рухова активність та клініко-неврологічні прояви покращилися після четвертої кріопроцедури у 45 осіб (45,9%). Термін купірування вертеброгенного болювого синдрому склав 2–5 днів, корінцевого — 4–12 днів.

За допомогою динамометрії визначали максимальну м'язову силу рук, витривалість. Результати дослідження показали, що вихідні значення сили й витривалості у чоловіків і жінок були різними ($p < 0,05$). У жінок початкове середнє значення м'язової сили відповідало ($215,7 \pm 4,6$) Н, у чоловіків — ($431,5 \pm 4,1$) Н. М'язова витривалість у жінок до курсу лікування складала в середньому ($32,5 \pm 0,9$) с, у чоловіків — ($45,0 \pm 0,6$) с (табл. 2).

Після кожного сеансу ЗЕАКТ м'язова сила у пацієнтів обох статей збільшувалася в середньому на 9,8 Н ($p < 0,05$). М'язова витривалість у жінок підсилася в середньому на 2 с, у чо-

The evaluation of muscular tonic manifestations showed their intensity to be classified before treatment as moderate (2–3 points) in 72 patients (73.5%) and mild (0–1 point) in 26 cases (26.5%), but after therapy this index decreased and corresponded to moderate (2–3 points) in 29 patients (29.6%) and mild (0–1 point) in 69 ones (70.4%).

After therapy, 89 patients (90.8%) experienced an increased daily motor activity, a decreased restriction of movement during walking. The evaluation of clinical and neurological status showed a reduced

strain of nerve trunks, some patients had moderately tense paraspinal muscles and negative symptoms of tense nerve fibers on palpation, whereas no sensitivity disorders in dermatomes and tenderness of Valleix points were observed. Motor activity and clinical-neurological manifestations were improved after the fourth cryoprocure in 45 patients (45.9%). The term of vertebrogenic pain syndrome relief made 2–5 days, and that for radicular one was 4–12 days.

The maximum muscular strength and endurance in hands were measured dynamometrically. The results of study showed the initial values of strength and endurance in men and women to be different ($p < 0.05$). The initial average value of muscle strength corresponded to (215.7 ± 4.6) N in women, and (431.5 ± 4.1) N in men. Before starting therapy, the muscle endurance averaged (32.5 ± 0.9) s in women, and (45.0 ± 0.6) s in men (Table 2).

After each WBEACT session, a muscle strength in patients of both sexes increased by 9.8 N ($p < 0.05$) on average. Muscle endurance increased by an average of 2 s in women, and by 1 s in men ($p < 0.05$). The found changes testified to a stimulating effect of cryotherapy session on human body, by improving the functional state of neuromuscular apparatus (Table 2).

The WBEACT course showed no effect on strength indices in women, but in men they increased up to (445.2 ± 9.2) N on average ($p < 0.05$). After WBEACT course, the endurance augmented by 5 s on average and made (50 ± 1.7) s ($p < 0.05$) in men, whereas in women it virtually remained at previous level (33.2 ± 1.6) s ($p < 0.05$) (Table 3).



ловіків — на 1 с ($p < 0,05$). Встановлені зміни свідчать про стимулюючу дію сеансу кріотерапії на організм людини, яка покращує функціональний стан нервово-м'язового апарату (табл. 2).

Показано, що проведений курс ЗЕАКТ не впливав на показники сили у жінок, а у чоловіків вони збільшилися в середньому до $(445,2 \pm 9,2)$ Н ($p < 0,05$). Після курсу ЗЕАКТ у чоловіків витривалість збільшилася в середньому на 5 с і становила $(50 \pm 1,7)$ с ($p < 0,05$), а у жінок вона практично залишилася на колишньому рівні $(33,2 \pm 1,6)$ с ($p > 0,05$) (табл. 3).

Після лікування усі пацієнти відмічали зменшення симптомів захворювання, помітне зменшення — 31 (31,6%), больовий синдром був відсутній у 67 (68,4%) хворих ($p < 0,05$). Випадків погіршення стану пацієнтів у процесі лікування, а також побічних ефектів і ускладнень після процедур не спостерігалось.

Для виявлення психологічних змін пацієнтам було запропоновано скористатися шкалою самооцінки функціональних станів: «самопочуття», «активність» і «настрій». Результати психодіагностики до, під час та після ЗЕАКТ статистично значущих змін досліджуваних показників у чоловіків та жінок не показали, тому аналізувалися спільні дані обох статей.

Позитивна динаміка психологічного стану пацієнтів відзначалася після кріотерапії і виявлялася у збільшенні числа осіб із задовільними показниками за шкалами «самопочуття», «активність», «настрій» та у зменшенні числа осіб з незадовільними показниками ($p < 0,01$) (табл. 4). Курс процедур мав позитивний вплив на емоційний стан: «інтегральний показник емоційного стану», «енергійність» та «піднесення» збільшилися на 39,1, 73,8, 10,7% відповідно, «впевненість у собі» — на 13,1%, «спокій» — на 41,2% (табл. 5).

Індивідуальний підбір параметрів для проведення ЗЕАКТ (тривалість перебування у камері, температурний режим, вологість) дозволяє поширити можливості її застосування і спектр показань, підвищити ефективність та досягти максимального лікувального ефекту.

Таблиця 3. М'язова сила і витривалість до і після курсу ЗЕАКТ ($M \pm m$)
Table 3. Muscle strength and endurance prior to and after WBEACT session ($M \pm m$)

Показники Indices	Чоловіки ($n = 29$) Men ($n = 29$)		Жінки ($n = 69$) Women ($n = 69$)	
	До лікування Prior to therapy	Після лікування After therapy	До лікування Prior to therapy	Після лікування After therapy
М'язова сила, Н Muscle strength, N	$431,5 \pm 4,1$	$445,2 \pm 9,2^*$	$215,7 \pm 4,6$	$220,6 \pm 8,8$
М'язова витривалість, с Muscle endurance, s	$45,0 \pm 0,6$	$50,0 \pm 1,7^*$	$32,5 \pm 0,9$	$33,2 \pm 1,6$

Примітка: * — відмінності значущі відносно показників до та після реабілітаційного курсу, $p < 0,05$.

Note: * – differences are significant with respect to the indices prior to and after rehabilitation course, $p < 0.05$.

After therapy, the disease symptoms reduced in all the patients, a pronounced decrease was seen in 31 (31.6%) patients, and no pain syndrome was observed in 67 (68.4%) cases ($p < 0.05$). Patients showed neither cases of state worsening during therapy, nor side effects and complications after procedures.

To identify any psychological changes, the patients were offered to use the self-esteem scale of functional states 'Well-being', 'Activity' and 'Mood'. The results of psychological assessment, performed prior to, within and after WBEACT showed no significant changes in the studied indices in men and women, therefore the common data for both sexes were analyzed.

Patients had a positive dynamics of psychological state after cryotherapy, *i. e.* a number of persons with satisfactory indices by 'Well-being', 'Activity', 'Mood' scales increased and those with unsatisfactory indices ($p < 0.01$) decreased (Table 4). The procedure course had a positive effect on emotional state, *i. e.* the 'Integral index of emotional state', 'Energy' and 'Elation' augmented by 39.1, 73.8, 10.7%, respectively, the 'Self-confidence' and 'Tranquility' did by 13.1 and 41.2%, correspondingly (Table 5).

Individual selection of parameters for WBEACT performance (stay duration in chamber, temperature regimen, humidity) enables extending the possibilities for its application and indication range, it also may augment its efficiency and achieve the maximum therapeutic effect.

Clinical observations showed a high tolerance of procedures in patients, absence of negative



Таблиця 4. Динаміка показників самооцінки функціональних станів пацієнтів до та після курсу загальної екстремальної аерокріотерапії

Table 4. Dynamics of self-esteem indices of patients' functional states prior to and after WBEACT course

Показники Indices	До лікування Prior to therapy		Після лікування After therapy		Зміна числа осіб у процесі лікування, % Variance of patient number within therapy, %
	Кількість осіб Number of patients	%	Кількість осіб Number of patients	%	
Незадовільне самопочуття Unsatisfactory well-being	41	41,8	6	6,1	35,7
Задовільне самопочуття Satisfactory well-being	57	58,2	92	93,9	35,7
Незадовільна активність Unsatisfactory activity	54	53,1	11	11,2	41,9
Задовільна активність Satisfactory activity	44	44,9	87	88,8	43,9
Незадовільний настрій Unsatisfactory mood	45	45,9	7	7,1	38,8
Задовільний настрій Satisfactory mood	53	54,1	91	92,9	38,8

Клінічні спостереження показали високу переносимість пацієнтами процедур, відсутність негативних реакцій, зменшення початкових больових відчуттів, полегшення виконання фізичних вправ. Поліпшення загального стану наставало вже після четвертої кріопроцедури. Після всього курсу ЗЕАКТ спостерігалось значуще зниження больового синдрому, аж до повного його купірування, зменшення деструктивних запальних реакцій, збільшення обсягу рухів.

Таким чином, дані літератури, а також результати власних досліджень дозволили розробити алгоритм лікування пацієнтів з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта. Вдосконалена нами методика аерокріотерапії сприяла підвищенню ефективності ЗЕАКТ та досягненню бажаної лікувальної дії: значне поліпшення фізичного стану відзначено у 67 пацієнтів (68,4%), часткове — у 31 (31,6%), позитивна динаміка спостерігалася у всіх хворих.

Важливо зазначити, що зниження клініко-неврологічних проявів після проведення курсу ЗЕАКТ не можна вважати єдиним критерієм реального відновлення стану хворих, активації

responses, initial pain reduction, and facilitation of exercise performance. After the fourth cryoprocure, the improvement of general health occurred. When the entire course of WBEACT was carried out, a significant decrease in pain syndrome up to its complete cessation, reduced destructive inflammatory reactions, and an increased range of motion were observed.

Thus, the reported data, as well as our own findings enabled designing the treatment protocol for patients with spinal degenerative joint diseases. The mastered by us technique of cryotherapy promoted to increase the WBEACT efficiency and to achieve the desired therapeutic effect, *i. e.* a significant improvement in physical health was observed in 67 patients (68.4%), a partial one was in 31 cases (31.6%), and a positive dynamics was in all the patients.

Notably, that the mitigation of clinical and neurological manifestations after WBEACT course performance can not be considered the only criterion for patient's state recovery, activation of body's reparative processes, because a comprehensive examination, including other diagnostic methods (CT, MRI, ultrasound, radiography) is required.



репараційних процесів в організмі, оскільки необхідне комплексне обстеження з залученням інших діагностичних методів (КТ, МРТ, УЗД, рентгенографія).

У подальшому на доказовому рівні планується оцінити ефективність методу ЗЕАКТ у лікуванні захворювань опорно-рухового апарату та м'язової системи, динаміку больового синдрому, регрес запального процесу, поліпшення рухової активності. Застосування даного методу сприяє підвищенню психоемоційного стану людини, орієнтуванню на здоровий спосіб життя, скороченню термінів лікування, а також дозволяє зменшити фінансові витрати на фармацевтичні засоби.

Висновки

1. У пацієнтів з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта після застосування методу ЗЕАКТ відзначалися значуще зменшення клініко-неврологічних проявів (78,6%), збільшення повсякденної рухової активності (94,3%), зменшення обмеження рухів під час ходьби (94,3%). Кріовплив сприяв повному купіруванню болю у 68,5% пацієнтів та значному його зниженню у 31,5%.

2. Поліпшення психоемоційного стану виявлялося у збільшенні числа осіб, які мали задовільні за шкалами «самопочуття» (35,7%), «активність» (43,9%), «настрій» (38,8%); підвищений «інтегральний показник емоційного стану» (39,1%), показники «енергійність» (73,8%), «піднесення» (10,7%), «впевненість у собі» (13,1%), «спокій» (41,2%).

3. Після кожного сеансу ЗЕАКТ у хворих обох статей з патологією опорно-рухового апарату збільшувалася м'язова сила і витривалість, що свідчить про стимулюючий вплив кріотерапії на організм людини, внаслідок якого покращується функціональний стан нервово-м'язового апарату.

4. Загальна екстремальна аерокріотерапія має позитивний ефект під час реабілітації пацієнтів

Таблиця 5. Оцінка емоційних станів серед респондентів
Table 5. Assessment of emotional states among respondents

Показники Indices	Початок лікування, бали Start of therapy, scores	Завершення лікування, бали End of therapy, scores	t емпіричне значення Empirical t value
Спокій (відсутність тривожності) Tranquility (no anxiety)	5,1	7,2	19,1*
Енергійність Energy	4,2	7,3	21,3*
Піднесення Elation	5,6	6,2	10,8*
Впевненість у собі Self-confidence	6,1	6,9	8,8*
Інтегральний показник емоційного стану Integral index of emotional state	20,2	28,1	28,4*

Примітка: * — відмінності статистично значущі відносно показників до та після реабілітаційного курсу, $p \leq 0.01$.

Note: * – differences are significant with respect to the indices prior to and after rehabilitation course, $p \leq 0.01$.

The evidence-based evaluation of WBEACT efficiency in therapy of musculoskeletal disorders, pain syndrome dynamics, regression of inflammatory process, and improvement of motor activity is planned in future studies. This technique application promotes the improvement of human psycho-emotional state, focusing on healthy lifestyle, shortening of treatment period, and allows to reduce financial expenses for drugs.

Conclusions

1. After WBEACT application, the patients with spinal degenerative joint diseases showed significantly reduced clinical and neurological manifestations (78.6%), increased daily motor activity (94.3%), and decreased movement restrictions during walking (94.3%). Cryoexposure promoted a complete pain cessation in 68.5% of patients and its significant mitigation in 31.5% of cases.

2. Improvement of psycho-emotional state was manifested in an increased number of patients with satisfactory indices by scales 'Well-being' (35.7%), 'Activity' (43.9%), 'Mood' (38.8%); enhanced 'Integral index of emotional state' (39.1%), 'Energy' (73.8%), 'Elation' (10.7%), 'Self-confidence' (13.1%), 'Tranquility' (41.2%).



з дегенеративно-дистрофічними захворюваннями хребта, що підтверджується покращенням не тільки фізичного, а й емоційного стану.

Література

1. Афанасьев СМ, Майкова ТВ. Эффективность физической реабилитации при попереково-крестцовом остеохондрозе, побудованої на підґрунті остеогенної концепції розвитку захворювання. Науковий часопис. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури. 2017; 93(11): 8–13.
2. Дворянинова ЕВ, Панкова МД. Физическая реабилитация в восстановлении двигательных функций при остеохондрозе шейного отдела позвоночника: учебно-методическое пособие. Минск: БГУФК, 2015. 62 с.
3. Каниюка ЄВ, Піндічев СО, Макатуха ГЮ, та ін. Фізична реабілітація пацієнтів з розповсюдженим остеохондрозом хребта в кабінеті лікувальної фізкультури клініки інституту. Український вісник медико-соціальної експертизи. 2016; 20–21(2–3): 35–8.
4. Кокун ОМ, Пішко ІО, Лозінська НС, та ін. Збірник методик для діагностики психологічної готовності військовослужбовців військової служби за контрактом до діяльності у складі миротворчих підрозділів: Методичний посібник. Київ: НДЦ ГП ЗСУ, 2011. 281 с.
5. Онищенко ВО. Оценка влияния общей криотерапии на психофизиологическое состояние организма человека. В: Панченко ОА, редактор. Криотерапия: безопасные технологии применения. Киев: Компьютерно-издательский информационный центр; 2012, С. 83–91.
6. Панченко ОА, винахідник; Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України», патентовласник. Спосіб проведення загальної повітряної криотерапії за методикою Панченка О.А. Патент України № 91816, 25.03.2014.
7. Панченко ОА. Методология применения криотерапии во врачебной практике. Проблемы криобиологии и криомедицины. 2019; 29(2): 137–47.
8. Попович ДВ, Коваль ВБ, Салайда ІМ, та ін. Реабілітація хворих на остеохондроз хребта. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2017; 32(4): 74–7.
9. Пустовойт Б. Сучасні принципи фізичної реабілітації хворих на остеохондроз шийно-грудного відділу хребта. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2018; 64(2): 50–3.
10. Толстикова Т, Макатуха А. Програма фізичної реабілітації пацієнтів з остеохондрозом грудного відділу хребта та оцінка її ефективності. Спортивний вісник Придніпров'я. 2016; (2): 239–44.
11. Яременко ДО, Шевченко ОГ. Інвалідність внаслідок дегенеративних захворювань хребта: причини, особливості динаміки, шляхи попередження. Ортопедия, травматология и протезирование. 2014; (1): 5–9.
12. Bleakley CM, Bieuzen F, Gareth WD, et al. Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives. Sports Med. 2014; 10(5): 25–36.
13. Bouzigon R, Grappe F, Ravier G, Dugue B. Whole- and partial-body cryostimulation cryotherapy: current technologies and practical applications. J Therm Biol. 2016; 61: 67–81.
14. Costello JT, Donnelly AE, Karki A, et al. Effects of whole body cryotherapy and cold water immersion on knee skin temperature. Sports Med. 2014; 35(1): 35–40.

3. After each WBEACT session, a muscle strength and endurance were increased in patients of both sexes with musculoskeletal pathology, that testified to a stimulating effect of cryotherapy on human body, resulting in better state of neuromuscular system.

4. Whole-body extreme air cryotherapy had a positive effect on rehabilitation of patients with spinal degenerative joint diseases, as confirmed by improved physical health and emotional state as well.

References

1. Afanasiev SM, Maykova TV. [Effectiveness of physical rehabilitation in lumbosacral osteochondrosis, based on osteogenic concept of disease development]. Naukovyi chasopys. Seriya 15: Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kul'tury. 2017; 93(11): 8–13. Ukrainian.
2. Bleakley CM, Bieuzen F, Gareth WD, et al. Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives. Sports Med. 2014; 10(5): 25–36.
3. Bouzigon R, Grappe F, Ravier G, Dugue B. Whole- and partial-body cryostimulation cryotherapy: current technologies and practical applications. J Therm Biol. 2016; 61: 67–81.
4. Costello JT, Donnelly AE, Karki A, et al. Effects of whole body cryotherapy and cold water immersion on knee skin temperature. Sports Med. 2014; 35(1): 35–40.
5. Cuttall S, Hammond L, Langdon D, et al. Individualising the exposure of –110°C whole body cryotherapy: the effects of sex and body composition. J Therm Biol. 2017; 65: 41–7.
6. Dvorianynova EV, Pankova MD. [Physical rehabilitation in the restoration of motor functions in osteochondrosis of the cervical spine: a textbook]. Mynsk: BHUFK, 2015. 62 p. Russian.
7. Kaniuka YeV, Pindichev SO, Makatukha HYU, et al. [Physical rehabilitation of patients with spinal osteochondrosis in physiotherapy room at the Institute's clinic]. Ukrain's'kyi visnyk medyko-sotsial'noi ekspertyzy. 2016; 20–21(2–3): 35–8. Ukrainian.
8. Kokun OM, Pishko IO, Lozinskaya NS, et al. [Collection of techniques for diagnosing psychological readiness of contract military personnel for activities within peacekeeping units: Training manual]. Kyiv: NDTs HP ZSU, 2011. 281 p. Ukrainian.
9. Onishchenko VO. [Estimation of whole-body air cryotherapy impact on patient's psychophysiological conditions]. In: Panchenko OA, editor. [Cryotherapy: safe application technologies]. Kyiv, KVIC; 2012. p. 83–91. Russian.
10. Panchenko O, inventor; State Institution 'Scientific-Practical Medical Rehabilitating and Diagnostic Center of the Ministry of Health of Ukraine', assignee. [General air cryotherapy application method by the author methodology of O.A. Panchenko]. Patent of Ukraine 91816, 2014 March 25. Ukrainian.
11. Panchenko OA. Methodology of cryotherapy use in medical practice. Probl Cryobiol Cryomed. 2019; 29(2): 137–47.
12. Panchenko O, Sliwinski Z. Cryotherapy as part of the post-stress disorder rehabilitation complex. Fizjoterapia Polska. 2017; 17(4): 62–8.
13. Popovych DV, Koval' VB, Salajda IM, et al. [Rehabilitation of patients with spine osteochondrosis]. Zdobutky klinichnoi i eksperymental'noi medytsyny. 2017; 32(4): 74–7. Ukrainian.
14. Pustovoyt B. [Modern principles of physical rehabilitation of patients with cervical and thoracic spine osteochondrosis]. Slobozhans'kyi naukovo-sportyvnyi visnyk. 2018; 64(2): 50–3. Ukrainian.



15. Cuttell S, Hammond L, Langdon D, Costello J. Individualising the exposure of -110°C whole body cryotherapy: the effects of sex and body composition. *J Therm Biol.* 2017; 65: 41–7.
16. Panchenko O, Slivinsky Z. Cryotherapy as part of the post-stress disorder rehabilitation complex. *Fizjoterapia Polska.* 2017; 17(4): 62–8.
17. Śliwiński Z, Talar J. Termowizyjna ocena zachowania się temperatury powierzchni skóry po kriostymulacji przedramienia u dorosłych, zdrowych ludzi. *Fizjoterapia Polska.* 2001; 1(2): 155–60.
18. Stanek A, Cholewka A, Cieslar G, et al. The assessment of the analgesic action of whole-body cryotherapy in patients with ankylosing spondylitis. *Fizjoterapia Polska.* 2011; 11(1): 49–55.
19. Stanek A, Sieroń-Stołtny K, Romuk E, et al. Whole-body cryostimulation as an effective method of reducing oxidative stress in healthy men. *Adv Clin Exp Med.* 2016; 25(6): 1281–91.
15. Śliwiński Z, Talar J. Thermovisual evaluation of the behavior of skin surface temperature following cryostimulation of the forearm in healthy adults. *Fizjoterapia Polska.* 2001; 1(2): 155–60.
16. Stanek A, Cholewka A, Cieslar G, et al. The assessment of the analgesic action of whole-body cryotherapy in patients with ankylosing spondylitis. *Fizjoterapia Polska.* 2011; 11(1): 49–55.
17. Stanek A, Sieroń-Stołtny K, Romuk E, et al. Whole-body cryostimulation as an effective method of reducing oxidative stress in healthy men. *Adv Clin Exp Med.* 2016; 25(6): 1281–91.
18. Tolstykova T, Makatukha A. [Program of physical rehabilitation of patients with thoracic spine osteochondrosis and evaluation of its effectiveness]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia.* 2016; (2): 239–44. Ukrainian.
19. Yaremenko DO, Shevchenko OH. [Disability due to degenerative diseases of the spine: causes, features of dynamics, ways of prevention]. *Ortopediia, travmatolohiia ta protezuvannia.* 2014; (1): 5–9. Ukrainian.

