

Р.Р. Кобилянський^{1,2}, О.О. Безпальчук^{1,2}, В.Ю. Вигонний^{1,2}

Про застосування термоелектричного охолодження у косметології

¹Інститут термоелектрики НАН та МОН України, 58029, Україна, м. Чернівці, вул. Науки, 1,
e-mail: anatysh@gmail.com

²Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 58012, Україна, Чернівці,
вул. Коцюбинського, 2, e-mail: office@chnu.edu.ua

У роботі наведено аналіз сучасних методів кріотерапії, що використовують для усунення дефектів шкіри у косметології. Показано, що традиційні методи кріотерапії мають низку недоліків, зокрема неможливість забезпечення контрольованого температурного режиму та візуального контролю температури охолодження поверхні шкіри під час терапевтичної процедури тощо. Вказані недоліки відсутні при використанні термоелектричного охолодження, що дає можливість позбутися вказаних вище недоліків та підвищити ефективність лікувальних процедур. Визначено перспективи застосування термоелектричного охолодження у косметології.

Ключові слова: косметологія, кріотерапія, термоелектричне охолодження.

Стаття поступила до редакції 12.11.2018; прийнята до друку 15.12.2018.

Вступ

Кріотерапія представляє собою косметологічну процедуру, що базується на штучному впливі холоду на теплові рецептори шкіри (епідермісу). Найчастіше для кріотерапії застосовують рідкий азот, температура якого досягає $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такий температурний вплив на шкіру людини є своєрідним стресом для організму, однак такий вплив носить виключно позитивний ефект. Під вплив низьких температур спочатку відбувається різке звуження судин, після чого вони розширюються, що сприяє насиченню клітинних структур поживними речовинами, киснем, стимулює перебіг обмінних процесів на клітинному рівні. Слід зазначити, що будь-які косметологічні процедури (пілінг, маски, обгортання, живильні компреси тощо) у поєднанні із кріотерапією матимуть кращу швидкодію та більш виражений ефект [1-5].

Низькі температури, крім оздоровчого та тонізуючого ефекту, прискорюють лікування захворювань шкіри, сприяють загоєнню рубців, синців, порізів і зміцнюють ослаблене волосся тощо. Процедура кріотерапії може мати загальний (все тіло пацієнта) або локальний температурний вплив, при якому холодом впливають на проблемні ділянки

шкіри людини. Під час проведення загальної процедури кріотерапії нервові клітини самостійно визначають проблемні зони в організмі людини та запускають процеси самовідновлення. Встановлено, що застосування кріотерапії допомагає зміцнити імунну систему, запобігти та вилікувати деякі захворювання і патології, нормалізувати процеси метаболізму в організмі людини [6-11]. Однак традиційні методи кріотерапії не є досконалими та мають певні недоліки. При неправильному використанні рідкого азоту або відхиленні від методики лікування можливі серйозні ускладнення (переохолодження, обмороження, алергічна реакція тощо). При проведенні терапевтичних процедур на основі рідкого азоту відсутній контроль температури робочого інструменту, що може спричинити відповідні ризики обмороження. Тому слід дослідити можливість використання у косметології термоелектричного охолодження, яке виключає наведені вище недоліки традиційних методів кріотерапії [12-17].

Мета роботи – аналіз сучасного стану використання традиційних методів кріотерапії для усунення косметологічних дефектів шкіри та визначення перспективних напрямів застосування термоелектричного охолодження у косметології.

I. Методи кріотерапії у косметології

Кріотерапія – розділ фізіотерапії, що вивчає штучний вплив холоду на теплові рецептори шкіри (зокрема епідермісу). Найчастіше у медичній практиці застосовують рідкий азот, температура якого досягає $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такий температурний вплив на шкіру людини є своєрідним стресом для організму, який носить виключно позитивний ефект. Під впливом низьких температур спочатку відбувається різке звуження судин та подальше їх розширення, що сприяє збільшенню швидкості обмінних процесів всередині тканин, стимуляції процесів регенерації клітин, збільшенню припливу крові, що постачає кисень і поживні речовини до клітин. Активний метаболізм всередині тканин призводить до оновлення організму на клітинному рівні, насиченню клітинних структур поживними речовинами, киснем і стимулює перебіг обмінних процесів [3].

До методів кріотерапії належать [1-11]:

– *кріопілінг (аерокріопілінг)* – метод видалення верхнього ороговілого шару клітин шкіри за допомогою терапевтичних маніпуляцій на основі рідкого азоту та холодного повітря. У даному випадку косметологи використовують рідкий азот у вигляді спрею, необхідну ділянку шкіри обробляють не більше 40 секунд. У результаті проведення кріопілінгу можна позбавитись від різних невеликих дефектів (невеликих рубців, слідів вугрової висипки, пігментних плям, дрібних зморшок тощо), освіжити шкіру та омолодити її. Після проведення процедури шкіра стає почервоною протягом декількох днів, але після цього верхній шар (епідерміс) відлущується, і вона стає рівною, гладкою і світлою. Зазвичай кріопілінг проводять восени або взимку, коли сонце менш активне, і немає ризику появи пігментних плям на місці шліфування;

– *кріопластія (кріоліфтинг)* – метод омолодження шкіри за допомогою лікарських засобів та помірних температур. У цьому випадку процедуру проводять без використання рідкого азоту, а за допомогою медичних апаратів, що працюють на ефекті Пельтьє. При температурі $-15\div-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ під впливом холоду поверхневі судини шкіри звужуються, а потім рефлекторно розширюються, що підвищує проникність шкіри та сприяє надходженню лікувальних і зволожуючих речовин у найглибші шари шкіри. Після проведення процедури шкіра стає більш пружною і гладенькою, з'являється натуральний здоровий рум'янець, звужуються пори, зникають мішки під очима тощо. Кріопластія чимось схожа на мезотерапію, однак цей метод дозволяє уникнути неприємних відчуттів від проколів голкою, що залишають після процедури сліди та неприємні відчуття;

– *кріодермабразія (кріошліфування)* – метод призначений для зменшення целюліту, омолодження шкіри, а також для згладжування рубців та будь-яких атрофічних і гіпертрофічних змін шкіри. При проведенні кріодермабразії проблемну ділянку шкіри розбивають на декілька ділянок та обробляють кожну

з них спеціальними валиками і кріодеструктором пошарово. Процес триває 5-7 хвилин, а цикли повторюються до повного вирівнювання шкіри. Наднизькі температури стимулюють утворення еластичних волокон, що дозволяє навіть при наявності грубих рубців домогтись позитивного результату. Слід зауважити, що для тих, хто боїться будь-яких хірургічних втручань, даний метод є найбільш оптимальним варіантом;

– *кріодеструкція* – метод видалення різних утворень шкіри шляхом глибокого виморожування біологічних тканин. Механізм пошкодження тканин кріогеном пояснюється деструктивним впливом на клітинні елементи внаслідок утворення кристалів льоду всередині клітин. Під час відтаювання у клітинах підвищується концентрація електроліту, це супроводжується повторною кристалізацією, що прискорює їх руйнування. Під впливом низьких температур виникають мікроциркулярні порушення у вигляді судинного стазу (зупинка кровотоку в судинах на нетривалий період часу). Повторні цикли заморожування супроводжуються максимальною деструкцією клітин. Руйнівний вплив кріогену на утворення шкіри зумовлено його дією на клітини. При цьому зберігається структурний склад, колагенові волокна та здатність до регенерації нервових волокон. Це забезпечує нормальне загоєння рани після кріодеструкції;

– *кріоелектрофорез* – метод, що допомагає позбавитись від целюліту та зморшок на обличчі, шії та в області декольте тощо. Механізм дії кріоелектрофорезу заснований на впливі холоду, активних лікарських речовин та мікрострумів на клітини шкіри та підшкірний жир. Процедуру проводять за допомогою двох електродів, один з яких містить заморожену лікарську речовину, а інший пропускає пульсуючий електричний струм. Терапевтична процедура триває до тих пір, поки не розтане весь лід і лікарські препарати повністю не проникнуть всередину шкіри. Комп'ютерні програми, що використовують у даному методі дозволяють програмувати введення лікарських препаратів у шкіру на певну глибину. Після курсу кріоелектрофорезу зменшується запальний процес у шкірі, зникають вугрі, пігментні плями, нормалізується саловиділення тощо;

– *кріоліполіз* – метод руйнування підшкірної жирової тканини за допомогою спеціального пристрою з вакуумною насадкою, що під час процедури втягує шкіру і охолоджує її рідким азотом. У заморожених зонах природним чином руйнуються жирові клітини. Таким чином, можна зменшити товщину жирової тканини тіла людини на 30%. Кріоліполіз – альтернатива процедурі ліпосакції, яка, як відомо, здійснюється за допомогою хірургічного втручання. За допомогою цієї кріопроцедури можливо прибрати небажаний підшкірний жир з живота, колін, спини, внутрішньої та зовнішньої поверхні стегон;

– *кріоскарпінг* – метод повного виморожування верхнього шару шкіри (епідермісу).

Даний метод ефективний при видаленні поверхневих судинних утворень, а також пігментних новоутворень шкіри. Процедуру здійснюють за допомогою рідкого азоту. При тривалому температурному впливі відбувається кріогенний опік 1-2 ступеня з подальшим відлущуванням пігментації. Кріоскарпінг – альтернатива хірургічному втручанню;

– *кріомасаж* - це різновид апаратного масажу, в якому використовується вплив холоду на поверхню шкіри людини. Кріомасаж здійснюється за допомогою рідкого азоту, який безпосередньо не контактує з шкірою. Косметолог використовує дерев'яну паличку з валиком, яка занурюється у рідкий азот, та проводить безконтактний масаж обличчя або інших частин тіла (по масажних лініях). Між ватним тампоном і шкірою пацієнта утворюється «повітряна подушка», яка і надає лікувальний і омолоджуючий ефект. Тривалість температурного впливу під час кріомасажу вибирає лікар-косметолог індивідуально для кожного пацієнта та може проводитись як точково (безпосередньо на необхідну ділянку шкіри), так і по всьому тілу пацієнта. Після процедури кріомасажу пацієнт відчуває прилив крові та шкіра починає активно дихати;

– *кріосауна* – застосовують для омолодження організму, при лікуванні захворювань шкіри, та у боротьбі з целюлітом. Кріосауна – це невелика камера, наповнена рідким азотом, у яку входить одягнений в спеціальну теплу білизну, рукавиці та шкарпетки пацієнт. Під впливом холоду температура поверхні шкіри за мить знижується до +2°C. Ніякої

небезпеки для здоров'я немає тому, що за 2-3 хвилини (час проведення процедури) охолотитися встигає лише верхній шар шкіри, де розташовані теплові рецептори. За двохвилинний сеанс у кріокамері при інтенсивному теплообміні людина може втратити до 2000 Ккал. Внаслідок такої терапевтичної процедури відбувається оновлення шкірних покривів, целюліт майже зникає, знижується вага тіла та відбувається підтяжка м'язів.

Однак, вказані вище методи кріотерапії мають протипоказання – алергія на холод (поліноз). Така алергія проявляється при контакті з холодом: з морозним повітрям, прохолодною водою, снігом тощо. Це так звані псевдоалергічні реакції, оскільки справжня алергія – це відповідь організму на чужорідний подразник. У даному випадку ніякого чужорідного подразника немає, а неприємні симптоми з'являються внаслідок фізичної дії низької температури. Поліноз проявляється у будь-якому віці, але в більшості випадків страждають жінки після 25 – 30 років. При полінозі проявляються наступні симптоми: сильна закладеність носа та його легкий набряк (інколи може бути проявом вазомоторного риніту), почервоніння шкіри, лущення шкіри, поява плям та навіть пухирів (холодова кропив'янка або дерматит), почервоніння очей, свербіж, слюзи (кон'юнктивіт). При полінозі кріотерапія заборонена, адже хімічні елементи, що використовуються швидко охолоджують шкіру, а це є неприпустимим для цієї хвороби [18]. Саме тому вказані вище методи кріотерапії можна застосовувати лише за дозволом лікаря.

Таблиця 1

Недоліки існуючих методів кріотерапії [1, 12-17]

Кріоген	Температура кріогену	Недоліки
Рідкий азот (N ₂)	-196°C	<ul style="list-style-type: none"> • для транспортування необхідна посудина Дюара, в якій зберігається рідкий азот (незручність); • терапевтичні процедури з рідким азотом необхідно проводити у спеціальному приміщенні; • при попаданні рідкого азоту на незахищені ділянки шкіри є небезпека обмороження; • при неправильному використанні кріогену або відхиленні від методики лікування можливі серйозні ускладнення; • відсутність контролю температури під час проведення терапевтичних маніпуляцій.
Сніг вуглекислоти (CO ₂)	-78°C	<ul style="list-style-type: none"> • зберігається і транспортується вуглекислий газ у сталевих балонах під тиском 60 – 70 атм, що становить велику небезпеку; • при незначних відхиленнях від методики лікування можна отримати всі чотири ступені обмороження шкіри; • під час проведення лікувальних процедур можливе виникання вторинної інфекції; • відсутність контролю температури робочого інструменту та поверхні шкіри під час терапевтичного впливу.
Хлоретил (C ₂ H ₅ Cl)	(-13 ÷ +12) °C	<ul style="list-style-type: none"> • вогнебезпечний, токсичний; • відсутність контролю температури, що може призвести до переохолодження та обмороження.

Таблиця 2

Переваги термоелектричного охолодження [12-20]

Спосіб температурного впливу	Температура робочого інструменту	Переваги
Термоелектричне охолодження	$(-80 \div 0) \text{ } ^\circ\text{C}$	<ul style="list-style-type: none"> • можливість створення мініатюрних охолоджуючих пристроїв з практично необмеженим ресурсом роботи; • відсутність в охолоджуючих системах робочих рідин і газів; • можливість роботи при великих механічних перевантаженнях; • можливість регулювання температури шляхом зміни струму живлення через термоелектричний модель Пельтьє; • можливість візуалізації, підтримання на заданому рівні та контролю температури робочого інструменту під час терапевтичного впливу; • можливість циклічної зміни температури робочого інструменту $(-80 \div +50) \text{ } ^\circ\text{C}$ за наперед заданим законом для уникнення його замерзання до шкіри, що підвищує ефективність лікувального процесу; • можливість використання при полінозі (алергічна реакція на холод), адже термоелектричним методом можна плавно змінювати температуру терапевтичного впливу.

дерматології; для видалення новоутворень шкіри у дерматоонкології.

II. Перспективи використання термоелектричного охолодження у косметології

Вказані вище методи кріотерапії базуються на використанні рідкого азоту, снігу вуглекислоти та хлоретилю. Однак такі кріогени мають ряд недоліків, що несуть небезпеку як для пацієнта, так і для лікаря (таблиця 1).

Вказані вище недоліки відсутні при використанні термоелектричного охолодження [19, 20], яке є ефективним засобом для створення різноманітних термоелектричних приладів медичного призначення. Конструктивна пластичність, надійність, простота в керуванні та можливість точного регулювання температури створюють сприятливі умови для широкого практичного застосування таких приладів у медичній практиці. Перспективи застосування термоелектричного охолодження у косметології обумовлені цілим рядом переваг (таблиця 2):

Таким чином, використання термоелектричного охолодження є перспективним для проведення кріомасажу, стимуляції обміну речовин та розгладження зморшок шкіри у косметології; усунення косметологічних дефектів шкіри у пластичній хірургії; лікування гнійно-запальних процесів та різноманітних захворювань шкіри у

Висновки

1. Встановлено, що термоелектричне охолодження є перспективним для проведення кріомасажу, стимуляції обміну речовин, розгладження зморшок шкіри у косметології та усунення косметологічних дефектів шкіри у пластичній хірургії.

2. Термоелектричне охолодження має ряд переваг перед традиційними методами кріотерапії, а саме: можливість створення контрольованих температурних режимів теплового впливу на шкіру людини; можливість регулювання та циклічної зміни температури робочого інструменту шляхом зміни струму живлення через термоелектричний модель Пельтьє; можливість візуалізації, підтримання на заданому рівні та контролю температури робочого інструменту під час терапевтичного впливу.

Кобилянський Р.Р. - кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник;
Безпальчук О.О. – лаборант;
Вигонний В.Ю. - лаборант.

- [1] I. A. Burenina, Bul. Mod. Clin. Med. 7, 57 (2014).
 [2] N. I. Belova, I.E. Shahnes, A.G. Tumanyan, Ross. journals skin and veins. diseases 5, 85 (2002).
 [3] A. M. Belous, V. I. Grishchenko, Cryobiology (Scientific Opinion, Kyiv, 1994).
 [4] V. I. Grishchenko, B.P. Sandomirsky, Yu.Yu. Kolontay, Practical cryomedicine (Health, Kiev, 1987).

- [5] B.A. Zadorozhny, *Cryotherapy in Dermatology (Library of Practical Physician) (Zdorovya, Kiev, 1985).*
- [6] S.O. Klymyshina, AV Tsysnetska, L.V. Rachkevich, *Pharmaceutical Cosmetology: A Guide (Volva, Ternopil, 2009, 368 p.).*
- [7] J. Deonizio, B. Werner, F.A. Mulinari-Brenner, Hindawi Publish. Corporation, 1 (2014).
- [8] M.C.E. van Leeuwen, A.E.J. Bulstra, J.C.F. Ket, PRS Global. Open., 1 (2015).
- [9] L. Mourot, C. Cluzeau, Arch. of physical med. and rehabilitat. 11, 1339 (2007).
- [10] F. S. Afsar, C. D. Erkan, S. Karaca, Postep. Derm. Alergol. 2, 88 (2015).
- [11] M. D. Andrews, American family physician 69(10), 2365 (2004).
- [12] L. I. Anatyshuk, R. R. Kobylansky, Yu. M. Mocheryuk, Thermoelectricity 4, 90 (2009).
- [13] I. A. Moskalyk, O. M. Manicure, Thermoelectricity 6, 84 (2013).
- [14] L. I. Anatyshuk, O. I. Denisenko, R. R. Kobylansky, T. Ya. Kadenuk, Thermoelectricity 3, 57 (2015).
- [15] R. R. Kobylansky, T. Ya. Kadenyuk, Scientific Herald of Chernivtsi University: Sb. sciences works. Physics. Electronics 5(1), 67 (2016).
- [16] L. I. Anatyshuk, O. I. Denisenko, R. R. Kobylansky, T. Ya. Kadenyuk, M. P. Punch, Clinical and Experimental Pathology XVI 1(59), 150 (2017).
- [17] L. Anatyshuk, L. Vikhor, M. Kotsur, R. Kobylanskyi, T. Kadeniuk, International Journal of Thermophysics 39, 108 (2018).
- [18] Ye.M. Dyatytkovskaya, Journal of the Ear, Nasal and Throat Diseases 4, 16 (2011).
- [19] L. I. Anatyshuk, Thermoelements and thermoelectric devices: a Handbook (Naukova Dumka, Kiev, 1979).
- [20] L. I. Anatyshuk, Thermoelectricity. Volume 1. Physics of Thermoelectricity (Institute of Thermoelectricity, Chernivtsi, 2009).

R.R. Kobylanskyi^{1,2}, O.O. Bezpalchuk^{1,2}, V.Yu. Vyhonnyi^{1,2}

On the Use of Thermoelectric Cooling In Cosmetology

¹*Institute of Thermoelectricity of the NAS and MES of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine*

²*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*

This paper presents the analysis of modern cryotherapy methods that are used to remedy skin defects in cosmetology. It is shown that traditional cryotherapy methods have a number of shortcomings, such as impossibility to assure controlled temperature mode and visual control of skin surface cooling temperature during a therapeutic procedure, etc. The above shortcomings are absent with the use of thermoelectric cooling which makes it possible to avoid them and improve the efficiency of curative procedures. The prospects of using thermoelectric cooling in cosmetology are determined.

Keywords: cosmetology, cryotherapy, thermoelectric cooling.