

Оцінка ефективності реабілітації при синдромі діабетичної стопи

Т. Г. Бакалюк^{ID *E,F}, Н. Р. Макаrchук^{ID A,C}, Х. М. Сенюк^{ID B,D}, Г. О. Стельмах^{ID E,C}, А. С. Сверстюк^{ID C,F}

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Синдром діабетичної стопи стає все серйознішою проблемою охорони здоров'я і в розвинутих країнах, і в країнах, що розвиваються. Багатьом хворим на цукровий діабет, які мали діабетичну виразку стопи, а її лікування було малоефективним, здійснюють ампутацію кінцівки, що спричиняє інвалідизацію. Тому актуальним завданням є пошук і застосування в клінічній практиці ефективних методів лікування діабетичних виразок. Згідно з останніми дослідженнями, найбільш ефективними є реабілітаційні методи, що доповнюють відомі підходи до лікування. Втім, не всі вони вивчені достатньо.

Мета роботи – вивчити ефективність лікування синдрому діабетичної стопи у хворих на цукровий діабет при впровадженні в лікувальний процес поляризованого світла апаратом Біоптрон і кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen.

Матеріали та методи. Обстежили 35 хворих на цукровий діабет із синдромом діабетичної стопи. Пацієнтів поділили на дві групи: основна група (n = 17) отримувала стандартне лікування відповідно до протоколу про надання медичної допомоги хворим із синдромом діабетичної стопи; у групі порівняння (n = 18) додатково до протокольного лікування призначили світлотерапевтичні процедури апаратом Біоптрон і кінезіотерапевтичні вправи за методикою Buerger–Allen.

Для вибору тактики лікування та прогнозування перебігу захворювання визначили кістково-плечовий індекс. Площу виразки виміряли за допомогою програми imitoMeasure для операційної системи Android. Якість життя оцінювали за допомогою опитувальника SF-36. Аналіз та опрацювання статистичних даних клінічних обстежень здійснили на персональному комп'ютері, використавши пакети прикладних програм Statistica 10 та MS Excel 2016.

Результати. Результати дослідження показали: добове зменшення дефекту рани в основній групі (ОГ) становило майже 1 % на добу, а у хворих із групи порівняння (ГП), яким додатково до стандартної терапії призначили світлотерапію поляризованим світлом і кінезіотерапевтичні вправи за методикою Buerger–Allen, – 3–4 % на добу. Використовуючи формулу Баєса, розрахували імовірність повного загоєння виразки в ГП, що становила 0,3, а в ОГ – 0,06; це свідчить про більшу ефективність лікування із застосуванням додаткових немедикаментозних методів реабілітації.

Оцінювання показників якості життя хворих на цукровий діабет із синдромом діабетичної стопи після застосування різних схем лікування підтвердило ефективність нової методики. Так, визначили достовірні відмінності за критерієм Манна–Вітні (p < 0,05) між ОГ і ГП за такими показниками, як фізичне, рольове функціонування, біль, загальне здоров'я та емоційне функціонування. За результатами статистичного аналізу, кращий ефект спостерігали в ГП, де додатково застосовували поляризоване світло та кінезіотерапію.

Висновки. Запропоноване комплексне лікування хворих на цукровий діабет із синдромом діабетичної стопи з додаванням світлотерапевтичних процедур поляризованим світлом і кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen вірогідно впливає на швидкість зменшення площі виразки та якість життя пацієнтів порівняно зі стандартним лікуванням (p < 0,05). Додаткову ефективність нової методики підтверджує формула Баєса. Так, імовірність повного загоєння виразки в ГП становила 0,3, а в ОГ – 0,06; це свідчить про більшу ефективність лікування із залученням немедикаментозних методів реабілітації.

Ключові слова: діабетична стопа, Біоптрон, вправи Buerger–Allen, формула Баєса, виразка стопи.

Запорізький медичний журнал. 2023. Т. 25, № 2(137). С. 115-121

*E-mail: tanita5d@ukr.net

Evaluation of the effectiveness of rehabilitation for diabetic foot syndrome

T. H. Bakaliuk, N. R. Makarchuk, Kh. M. Seniuk, H. O. Stelmakh, A. S. Sverstiuk

Diabetic foot syndrome is an increasingly serious public health problem in both developed and developing countries. Many patients with diabetes complicated by ineffectively treated foot ulcer undergo limb amputation which leads to disability. Therefore, finding and applying effective methods of treating diabetic ulcers in clinical practice is an urgent task. According to recent research, the most effective and complementary to known treatment approaches are rehabilitation methods, but not all of them have been sufficiently studied.

Aim: to study the effectiveness of the treatment for diabetic foot syndrome in patients with diabetes when implementing the use of polarizing light with a Biopton device and kinesiotherapy exercises according to the Buerger–Allen method into the treatment process.

Materials and methods. 35 patients with diabetes mellitus complicated with diabetic foot syndrome were examined. The patients were divided into two groups: the main group (MG) (n = 17) received standard treatment in accordance with the protocol for providing medical care to patients with diabetic foot syndrome, whereas the comparison group (CG) (n = 18) received light therapy procedures with the Biopton device in addition to the protocol treatment and kinesiotherapy exercises according to the Buerger–Allen method.

To choose treatment tactics and predict the course of the disease, the bone-brachial index was determined. The ulcer area was determined by means of the imitoMeasure application for the Android operating system. Quality of life was assessed using the SF-36 questionnaire. Analysis and processing of clinical trial statistics were performed on a personal computer using Statistica 10 and MS Excel 2016 application packages.

Results. Our results have shown that a single-day reduction of a wound defect in the MG was approximately 1 % per day, and in the patients of the CG who, in addition to the standard therapy, received polarized light therapy and kinesiotherapy exercises

Key words: diabetic foot, Biopton, Buerger–Allen exercises, Bayesian formula, foot ulcer.

Zaporozhye medical journal 2023; 25 (2), 115-121

according to the Buerger–Allen method, from 3 % to 4 % per day. Using the Bayesian formula, the probability of complete ulcer healing in the CG was calculated, that was 0.3 compared to the MG – 0.06, indicating greater treatment effectiveness with the inclusion of additional non-drug rehabilitation methods. An assessment of the quality of life indicators in diabetic patients with diabetic foot syndrome after using different treatment schemes has confirmed the effectiveness of the new method based on the obtained significant difference between the studied indicators in the MG and CG according to the Mann-Whitney criterion ($P < 0.05$) with regard to the following components: physical functioning, role functioning, pain, general health, and emotional functioning. According to the obtained statistical results, the best effect was observed in the CG with the additional use of polarizing light and kinesiotherapy.

Conclusions. The proposed complex treatment of diabetic patients with diabetic foot syndrome, including light therapy procedures with polarizing light and kinesiotherapy exercises according to the Buerger–Allen method, significantly influences the rate of the ulcer area reduction and the quality of life of patients compared to the standard treatment ($P < 0.05$). The additional effectiveness of the new technique is confirmed by the Bayesian formula, in particular, the probability of complete ulcer healing in the comparison group is 0.3 compared to the main group – 0.06, indicating greater treatment effectiveness with the inclusion of additional non-drug rehabilitation methods.

Синдром діабетичної стопи (СДС) – одне з найпоширеніших, найтяжчих ускладнень цукрового діабету (ЦД) та важлива медико-соціальна проблема, що часто призводить до підвищення інвалідності, смертності та погіршення якості життя [1–3]. Нетравматичні ампутації нижніх кінцівок, що пов'язані з синдромом, здійснюють у 40–70 % таких хворих [4].

Одним із симптомів СДС є виразка. При діабетичній стопі виразка – відкрита рана на нижній кінцівці, що виникає у 15 % пацієнтів із неконтрольованим цукровим діабетом [5]. Виразки на нижніх кінцівках при цукровому діабеті підвищують рівень смертності та є причиною більшості всіх нетравматичних ампутацій у світі [3].

Не завжди стандартна терапія ефективно впливає на лікування виразки у хворих на ЦД із СДС, тому нині спостерігають тенденцію до активного застосування реабілітаційних методів у комплексі зі стандартним лікуванням. Фізіотерапія та кінезіотерапія можуть певною мірою замінити або суттєво обмежити потребу в медикаментозному лікуванні шляхом самостійного лікувального ефекту або потенціювання дії ліків [6–8]. Тому актуальним є дослідження ефективності різних методів фізіотерапії при СДС. Один із таких методів – світлотерапія поляризованим світлом апаратом Біоптрон, який має широкий спектр біологічних ефектів, що може впливати на різні ланки патологічного процесу [9–11]. Застосування різних методик кінезіотерапії шляхом покращення кровообігу, який суттєво порушується при СДС, ефективно впливає на загоєння виразок на нижніх кінцівках [8].

Для визначення тактики, прогнозування та оцінювання ефективності лікування хворих на ЦД із СДС доцільно враховувати показники кістково-плечового індексу (КПІ), площу виразки та якість життя.

Мета роботи

Вивчити ефективність лікування синдрому діабетичної стопи у хворих на цукровий діабет при впровадженні в лікувальний процес поляризованого світла апаратом Біоптрон і кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen.

Матеріали і методи дослідження

Критерії залучення пацієнтів у дослідження – вік понад 19 років, підтверджений діагноз ЦД 1 та 2 типів, ЦД з

або без периферичної нейропатії, ЦД із захворюванням периферичних судин або без, наявність трофічної виразки на нижній кінцівці, діагностований синдром діабетичної стопи.

Критерії виключення – хірургічне втручання на колінному, гомілковостопному або стегновому суглобах в анамнезі або показання до операції протягом усього періоду втручання, артропластика та/або ортез нижніх кінцівок або показання до ендопротезування нижніх кінцівок протягом усього періоду втручання, деменція або нездатність надавати послідовну інформацію, КПІ $< 0,75$ (при нижчих значеннях КПІ потрібні інші методи лікування), площа виразки понад 100 мм², кількість виразок більше ніж 3, трофічні зміни за класифікацією Meggitt–Wagner (1981) 3–5 ступенів, наявність гострих ранових інфекцій, що швидко прогресують, великі некротичні ураження п'яти з остеомиєлітом п'яркової кістки, декомпенсований ЦД, онкопатологія, тяжка супутня патологія, діагностовані гестаційний цукровий діабет, церебральний інсульт, ампутація ноги або стопи, хвороба Хансена.

У дослідження залучили 35 хворих на ЦД із СДС. Вік пацієнтів – від 30 до 56 років, середній вік – $48,70 \pm 0,33$ року. 3-поміж пацієнтів 12 (34,3 %) жінок, 23 (65,7 %) чоловіки. ЦД 1 типу діагностували в 64,5 % хворих, ЦД 2 типу – у 48,4 %. У 74,2 % пацієнтів виявили невропатичну форму синдрому діабетичної стопи. Середня тривалість захворювання становила $8,21 \pm 0,71$ року, тривалість діабетичної виразки – від 1 до 12 місяців ($4,30 \pm 0,72$ місяця).

Серед клінічних проявів у пацієнтів, залучених у дослідження, визначили судоми литкових м'язів – 17 (54,8 %), біль у нижніх кінцівках у стані спокою – 24 (77,4 %) і під час ходьби – 17 (54,8 %), відчуття оніміння стоп – 19 (61,3 %) випадків. Групи зіставні за віком, статтю пацієнтів, типом і тривалістю ЦД, проявами СДС.

Усіх обстежених поділили на 2 групи. До основної групи (ОГ) залучили 17 осіб, які отримували стандартне лікування за протоколом надання медичної допомоги хворим із синдромом діабетичної стопи. Зокрема, при нейропатичній формі – компенсація вуглеводного обміну ($HbA1c < 7\%$), розвантаження ураженої кінцівки (лікувально-розвантажувальне взуття, індивідуальна розвантажувальна пов'язка, крісло-гойдалка), видалення ділянок гіперкератозу та/або первинна обробка виразкового дефекту, антибіотикотерапія, якщо є ознаки інфекції та виразкових дефектів 2 ст. і більше, використання сучасних атравматичних засобів

Таблиця 1. Динаміка зменшення площі виразки у хворих на цукровий діабет із СДС

Група	5 доба, зменшення площі на 10 % і більше		10 доба, зменшення площі на 30 % і більше		14 доба, зменшення площі на 60 % і більше	
	n	%	n	%	n	%
ОГ, n = 17	4	23,53	6	35,00	6	35,00
ГП, n = 18	11	61,00	13	72,00	16	88,89

Таблиця 2. Порівняння динаміки загоєння виразки у хворих на цукровий діабет із СДС після лікування

Група	Повне загоєння		Значне покращення (зменшення площі виразки >60 %)		Поліпшення (зменшення площі виразки <35 %)	
	n	%	n	%	n	%
ОГ, n = 17	2	11,76	4	23,53	11	64,71
ГП, n = 18	9	50,00	7	38,89	2	11,11

для перев'язки, що відповідають стадії виразкового процесу. При ішемічній формі необхідні компенсація вуглеводного обміну (HbA1c <7 %), відмова від куріння, корекція артеріальної гіпертонії, лікування дисліпідемії, усунення явищ ішемії кінцівки – дезагреганти (під контролем коагулограми та стану очного дна), судинорозширювальні препарати, антикоагулянти (під контролем коагулограми та стану очного дна), терапія ЦД – бігуаніди та/або препарати групи сульфонілсечовини або інсулінотерапія. У групу порівняння (ГП) залучили 18 пацієнтів, яким додатково до протокольної терапії призначили кінезіотерапію за методикою Вюергер–Аллен та світлотерапевтичні процедури поляризованим світлом апаратом Біоптрон.

Для залучення пацієнтів у дослідження та прогнозування перебігу захворювання визначили КПІ [12], застосували формулу: $KPI = \text{сistolічний тиск на рівні кісточок} / \text{сistolічний тиск на плечі в положенні лежачи}$.

Площу виразки виміряли за допомогою програми imitoMeasure для операційної системи Android [5]. Методика вимірювання: за допомогою програми фотографували ділянку кінцівки з раною, біля якої розміщували еталон для масштабування. Після цього на фотографії, що одержали, за допомогою інструментів програми imitoMeasure обводили виразку по контуру, площу (см²) отримували автоматично.

Клінічну ефективність оцінювали за швидкістю загоєння виразки за формулою:

$$DS = (S - S_n) \times 100 / S \times t,$$

де DS – процентне зменшення площі виразкового дефекту;

S – площа виразки на початку дослідження;

S_n – площа виразки під час повторного дослідження;

t – час, що минув між дослідженнями.

Для оцінювання якості життя (ЯЖ) застосували опитувальник Medical Outcomes Study – Short Form, MOS SF-36 (J. E. Ware) [13].

Під час дослідження дотримувались правил безпеки для пацієнтів, прав і канонів людської гідності, а також морально-етичних норм, згідно з основними положеннями GCP, Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1977 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи здійснення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2000 рр.) і наказу МОЗ України № 281 від 01.11.2000 р. Усі пацієнти дали інформовану письмову згоду на участь у дослідженні.

Статистичний аналіз результатів здійснили на персональному комп'ютері з використанням пакета прикладних програм Statistica 10 (StatSoft® Inc., USA, license No. AXXR505C705306FAN12) та MS Excel 2016 (Microsoft Corporation, США). У роботі використали непараметричні методи. Для порівняння середніх показників між кількома групами застосували непараметричний критерій Манна–Вітні. Порівнюючи якісні ознаки на основі відповідних балів, використали перехід до кількісних характеристик, що не відповідають нормальному закону розподілу. Тому їх оцінювали, ґрунтуючись на медіані та квартилях (Me (Q25; Q75)). Для оцінювання ефективності загоєння виразки в пацієнтів основної групи щодо групи порівняння використали теорему Баєса, що в цій роботі описує імовірність загоєння виразок залежно від методу лікування.

Результати

Результати дослідження показали, що добове зменшення дефекту рани в ОГ становило майже 1 % на добу, а в пацієнтів ГП, які додатково до стандартної терапії отримували світлотерапію поляризованим світлом і кінезіотерапевтичні вправи за методикою Вюергер–Аллен, – 3–4 % на добу (табл. 1).

У таблиці 2 наведено динаміку загоєння виразки у хворих на ЦД із СДС. Після лікування виявили, що динаміка загоєння виразки у пацієнтів із груп дослідження різна.

Повне загоєння виразки в ГП спостерігали в більшій кількості пацієнтів, ніж в ОГ (на 38,24 %). Зменшення площі виразки >60 % також виявили у більшій кількості хворих із ГП (на 15,36 %), але зменшення площі виразки <35 % в ОГ на 53,6 % більше порівняно з ГП.

Після курсу реабілітації та лікування стан виразки змінився в усіх пацієнтів. Під час зовнішнього огляду визначили заповнення глибини рани грануляціями, крайову епітелізацію та загоєння виразки, тільки в окремих випадках виявляли набряки та незначні перифокальні явища запалення.

Для визначення ймовірності повного загоєння виразки (ПЗВ) застосовували формулу Баєса [15] для ОГ:

$$P(\text{ПЗВ} / \text{ОГ}) = P(\text{ОГ} / \text{ПЗВ}) \times P(\text{ПЗВ}) / P(\text{ОГ}), \quad (1)$$

де P(ОГ / ПЗВ) – імовірність, що пацієнт з основної групи має повне загоєння виразки, за даними, які наведені в таблиці 2, – P(ОГ / ПЗВ) = 2/17;

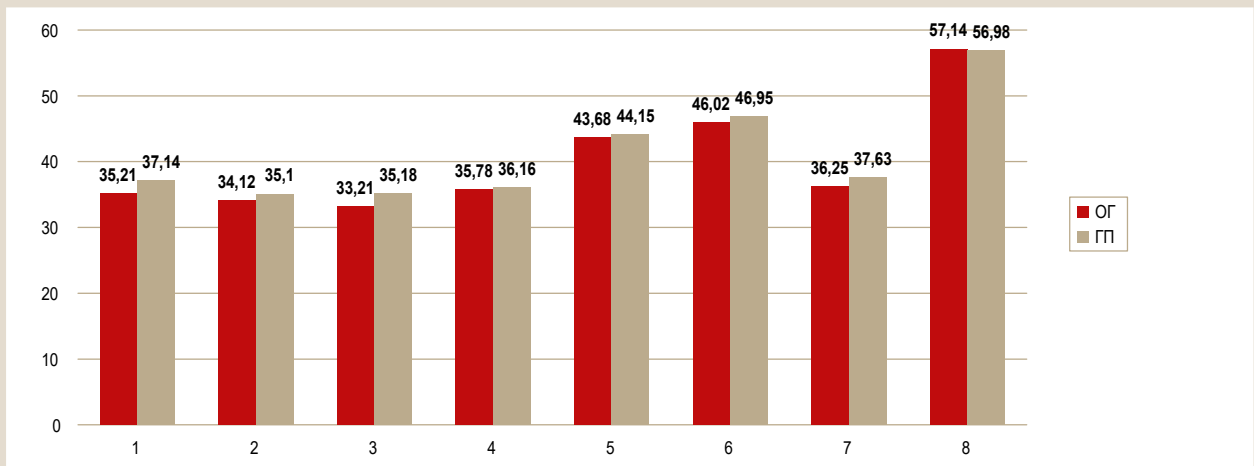


Рис. 1. Порівняння результатів за опитувальником SF-36 до лікування між групами.

1: фізичне функціонування; 2: рольова активність; 3: біль; 4: загальне здоров'я; 5: життєва активність; 6: соціальне функціонування; 7: емоційне функціонування; 8: психічне функціонування.

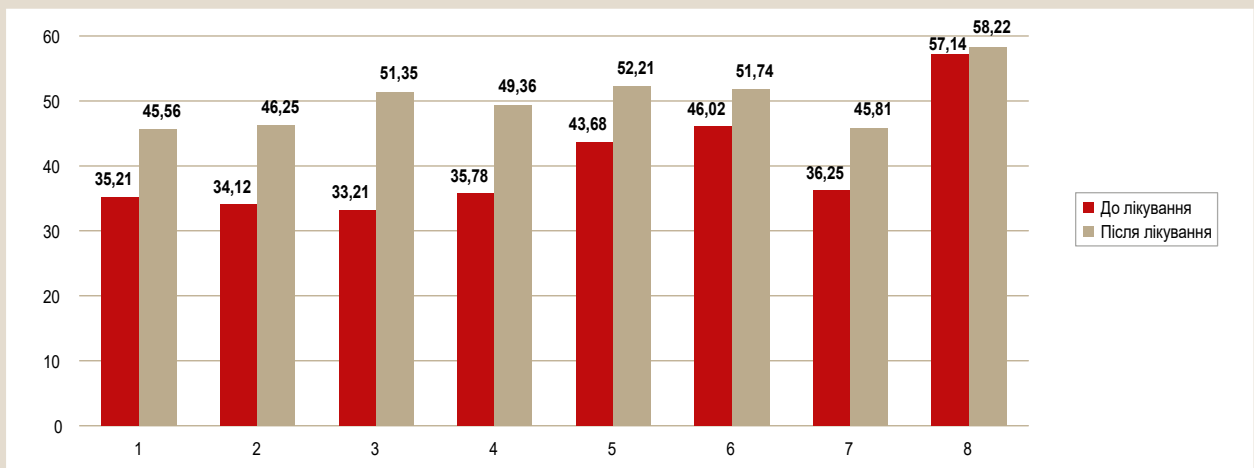


Рис. 2. Показники за опитувальником SF-36 до та після лікування в основній групі (p < 0,05).

1: фізичне функціонування; 2: рольова активність; 3: біль; 4: загальне здоров'я; 5: життєва активність; 6: соціальне функціонування; 7: емоційне функціонування; 8: психічне функціонування; *: достовірність різниці показників якості життя за опитувальником SF-36 в ОГ до та після лікування p < 0,05.

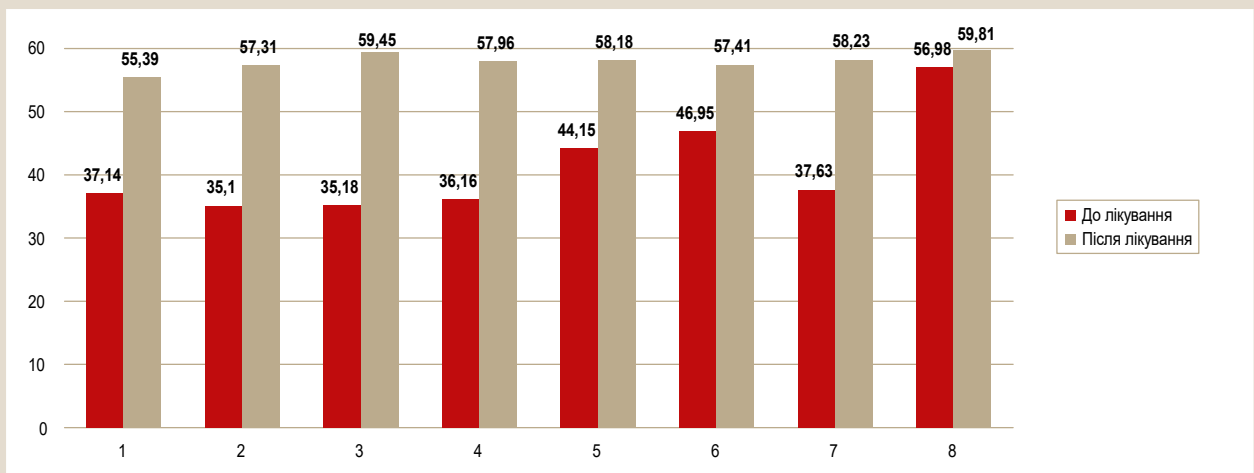


Рис. 3. Показники за опитувальником SF-36 до та після лікування в групі порівняння.

1: фізичне функціонування; 2: рольова активність; 3: біль; 4: загальне здоров'я; 5: життєва активність; 6: соціальне функціонування; 7: емоційне функціонування; 8: психічне функціонування; *: достовірність різниці показників якості життя за опитувальником SF-36 у ОП до та після лікування p < 0,05.

Таблиця 3. Порівняння показників якості життя за опитувальником SF-36 між ОГ та ГП після лікування

Показники якості життя, бали	Основна група (n = 17)	Група порівняння (n = 18)	p
Фізичне функціонування	45,56 (41,23; 47,91)	55,39 (53,21; 59,25)	<0,05
Рольова активність	46,25 (39,45; 51,71)	57,31 (49,76; 61,92)	<0,05
Біль	51,35 (38,87; 59,96)	59,45 (52,36; 65,28)	<0,05
Загальне здоров'я	49,36 (42,35; 53,23)	57,96 (54,25; 62,31)	<0,05
Життєва активність	52,21 (47,02; 56,15)	58,18 (47,34; 55,24)	>0,05
Соціальне функціонування	51,74 (47,34; 55,24)	57,41 (49,54; 58,22)	>0,05
Емоційне функціонування	45,81 (38,54; 53,71)	58,23 (52,57; 61,17)	<0,05
Психічне функціонування	58,22 (57,32; 59,22)	59,81 (57,45; 61,72)	>0,05

p: вірогідність різниці показників якості життя за опитувальником SF-36.

P (ПЗВ) – ймовірність, що пацієнт з основної групи чи групи порівняння має повне загоєння виразки (P (ПЗВ) = 11/35);

P (ОГ) – ймовірність, що пацієнт – із основної групи. Ймовірність, що пацієнт – з основної групи, визначили за формулою повної ймовірності:

$$P(ОГ) = P(ОГ / ПЗВ) \times P(ПЗВ) + P(ОГ / ВПЗВ) \times P(ВПЗВ), \quad (2)$$

де P (ОГ / ВПЗВ) – ймовірність, що в пацієнта з основної групи не відбулося (відсутнє) повне загоєння виразки (P (ОГ / ВПЗВ) = 15/17);

P (ВПЗВ) – ймовірність, що пацієнт – з основної групи чи групи порівняння, без повного загоєння виразки (P (ВПЗВ) = 24/35).

За формулою (2) визначили ймовірність, що обраний пацієнт – з основної групи: P (ОГ) = 2/17 × 11/35 + 15/17 × 24/35 = 0,64.

Визначили ймовірність повного загоєння виразки в пацієнтів основної групи за формулою (1), враховуючи фактичні числові значення: P (ПЗВ / ОГ) = (2/17 × 11/35) / 0,64 = 0,06.

Відомо, що ймовірність повного загоєння виразки в основній групі пацієнтів P (ПЗВ / ОГ) та ймовірність того, що повне загоєння разки не відбулося (відсутнє) в пацієнтів в основній групі P (ВПЗВ / ОГ), утворюють повну групу подій, тобто їхня сума дорівнює одиниці:

$$P(ПЗВ / ОГ) + P(ВПЗВ / ОГ) = 1 \quad (3)$$

Використовуючи формулу (3), визначили ймовірність того, що повне загоєння виразки в основній групі пацієнтів не відбулося (відсутнє) – P (ВПЗВ / ОГ):

$$P(ВПЗВ / ОГ) = 1 - P(ПЗВ / ОГ) = 1,00 - 0,06 = 0,94.$$

Аналогічно визначили ймовірність повного загоєння виразки в групі порівняння – P (ПЗВ / ГП), що становила 0,3. Ймовірність того, що повне загоєння виразки не відбулося (відсутнє) – P (ВПЗВ / ГП) = 1,0 – 0,3 = 0,7.

Під час порівняння ймовірностей повного та неповного загоєння виразки за формулою Баєса в двох групах результати підтвердили більшу ефективність схеми лікування в групі порівняння.

До лікування не виявили вірогідну різницю за показниками ЯЖ (за всіма параметрами опитувальника SF-36) між групами (p > 0,05) (рис. 1).

Після лікування параметри, визначені за опитувальником SF-36, по-різному змінилися залежно від методів лікування. Так, в ОГ після лікування достовірно (p < 0,05) покращилися такі показники опитувальника якості життя

SF-36, як фізичне функціонування, рольова активність, біль і загальне здоров'я (рис. 2).

У ГП після лікування вірогідно (p < 0,05) покращилися майже всі показники якості життя за опитувальником SF-36 (рис. 3).

Здійснили оцінювання показників якості життя хворих на ЦД із СДС після використання різних схем лікування. Виявили вірогідну різницю показників (p < 0,05) між ОГ і ГП за такими складовими: фізичне функціонування, рольове функціонування, біль, загальне здоров'я та емоційне функціонування (табл. 3). Крайній ефект спостерігали в ГП, пацієнтам якої додатково призначили поляризує світло та кінезіотерапію.

Додавання до стандартних схем лікування СДС методу світлотерапії поляризуючим світлом та кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen вірогідно покращує ЯЖ хворих на ЦД із СДС.

Обговорення

Одне з найпоширеніших ускладнень при ЦД – СДС, й одним із її проявів є виразка, яку складно лікувати, вона істотно погіршує якість життя. Оскільки питання про лікування виразки при СДС залишається остаточно нез'ясованим, актуальним є випробування нових методів і засобів загоєння рани [1,5].

У нашому дослідженні вивчали ефективність впливу світлотерапії поляризуючим світлом апаратом Біоптрон, який має широкий спектр біологічних ефектів, і кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen на загоєння виразки при СДС та якість життя у хворих на ЦД.

«Золотим» стандартом діагностики захворювань периферичних артерій нижніх кінцівок є визначення КГПІ [12]. Значення КГПІ <0,5 свідчить про можливу наявність критичної ішемії кінцівки, що унеможлиблює загоєння ран (зокрема виразок), тому в це дослідження залучали тільки пацієнтів з індексом не менше ніж 0,75.

За результатами попередніх досліджень [5], зручним методом для визначення площі виразки є програма imitoMeasure для операційної системи Android. У нашому дослідженні підтверджено переваги цього методу.

Отже, за результатами дослідження, для визначення тактики лікування та прогнозування захворювання необхідно враховувати КГПІ. Важливим для встановлення ефективності лікування виразки у хворих на ЦД із СДС є також вимірювання площі виразки, а один зі зручних методів її визначення – програма imitoMeasure для операційної системи Android, оскільки лікар майже завжди має під рукою мобільний телефон, а програма

автоматично обраховує площу виразки та зберігає дані в базі пацієнтів.

У нашому дослідженні показано, що площа діабетичної виразки при додатковому впливі поляризуючим світлом і застосуванні кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen зменшувалась на 3–4 % на добу, а в разі стандартного лікування – лише на 1 %. У групі з додаванням світлотерапії та кінезіотерапії спостерігали інтенсивний темп загоєння трофічної виразки, повне загоєння виразки виявили у 50,00 % пацієнтів, зменшення її площі >60 % – у 38,89 %. У більшості пацієнтів основної групи (64,71 %) визначили зменшення площі виразки <35 %, це підтверджує вплив поляризуючого світла та кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen на процеси загоєння.

Згідно з формулою Баєса [14], імовірність повного загоєння виразки в ГП становить 0,30, а в ОГ – 0,06. Тому є підстави говорити про більшу ефективність лікування із залученням додаткових немедикаментозних методів реабілітації. Відсутність повного загоєння в ОГ становила 0,94, а в ГП – 0,70, і це також підтверджує ефективність застосування в комплексному лікуванні світлотерапії та кінезіотерапевтичних вправ.

Не менш важливим є оцінювання якості життя. Під час дослідження застосовували опитувальник SF-36, який визначає низку факторів: фізичне функціонування, біль, загальне здоров'я, життєву активність, соціальне, емоційне та психологічне функціонування.

За даними фахової літератури [15–17], у хворих на ЦД із СДС спостерігають зниження якості життя. Це підтверджено і в дослідженні, що здійснили.

Після лікування параметри, що визначали за опитувальником SF-36, змінились по-різному: в ОГ (терапія за протоколом) достовірно ($p < 0,05$) покращилися 4 показники (фізичне функціонування, рольова активність, біль і загальне здоров'я), а в ГП (із призначенням додаткових методів світлотерапії та кінезіотерапії) виявили вірогідне поліпшення за 7 показниками. Отже, підтверджено позитивний вплив на показники якості життя лікувального комплексу, що доповнений призначенням поляризуючого світла та кінезіотерапевтичних вправ.

Світлотерапевтичні процедури поляризуючим світлом і кінезіотерапевтичні вправи за методикою Buerger–Allen доцільно включати в програму лікування хворих на ЦД із СДС. Це сприяє достовірному підвищенню показників якості життя та кращій регенерації виразки. Такі методи лікування не мають побічних ефектів, на відміну від медикаментозних препаратів, є економічно доступними.

Висновки

1. Запропоноване комплексне лікування хворих на цукровий діабет із синдромом діабетичної стопи з додаванням світлотерапевтичних процедур поляризуючим світлом і кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen вірогідно впливає на швидкість зменшення площі виразки та якість життя пацієнтів порівняно зі стандартним лікуванням ($p < 0,05$).

2. Аналіз результатів лікування, що здійснили, з використанням формули Баєса показав більшу ймовірність загоєння виразки в разі додаткового застосування

лікувального комплексу поляризуючого світла та кінезіотерапії порівняно зі стандартною схемою лікуванні (0,30 проти 0,06 в основній групі). Це додатково підтверджує ефективність залучення в лікувальний комплекс для пацієнтів із цукровим діабетом і синдромом діабетичної стопи методів світлотерапії та кінезіотерапії.

3. Використання поляризуючого світла та кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen у хворих на цукровий діабет із синдромом діабетичної стопи сприяє покращенню якості життя. Це підтверджено достовірною позитивною динамікою за такими пунктами опитувальника SF-36, як фізичне функціонування, біль, загальне здоров'я та емоційне функціонування ($p < 0,05$).

Перспективи подальших досліджень полягають в оцінюванні застосування кінезіотерапевтичних вправ за методикою Buerger–Allen із профілактичною метою для запобігання утворенню виразок при синдромі діабетичної стопи.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 18.11.2022

Після доопрацювання / Revised: 18.01.2023

Прийнято до друку / Accepted: 26.01.2023

Відомості про авторів:

Бакалюк Т. Г., д-р мед. наук, професор каф. медичної реабілітації, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.

ORCID ID: [0000-0002-7619-0264](https://orcid.org/0000-0002-7619-0264)

Макарчук Н. Р., канд. мед. наук, асистент каф. медичної реабілітації, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.

ORCID ID: [0000-0001-5196-1619](https://orcid.org/0000-0001-5196-1619)

Сенюк Х. М., магістр зі спеціальності «Фізична терапія. Ерготерапія», Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.

ORCID ID: [0000-0003-3048-1928](https://orcid.org/0000-0003-3048-1928)

Стельмах Г. О., канд. мед. наук, асистент каф. медичної реабілітації, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.

ORCID ID: [0000-0003-2992-3274](https://orcid.org/0000-0003-2992-3274)

Сверстюк А. С., д-р техн. наук, професор каф. медичної інформатики, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.

ORCID ID: [0000-0001-8644-0776](https://orcid.org/0000-0001-8644-0776)

Information about the authors:

Bakaliuk T. H., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Medical Rehabilitation, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine.

Maкарчук N. R., MD, PhD, Assistant of the Department of Medical Rehabilitation, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine.

Seniuk Kh. M., MD, Master of the specialty "Physical therapy. Ergotherapy", Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine.

Stelmakh H. O., MD, PhD, Assistant of the Department of Medical Rehabilitation, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine.

Sverstiuk A. S., PhD, DSc, Professor of the Department of Medical Informatics, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine.

Список літератури

- [1] Armstrong D. G., Boulton A. J. M., Bus, S. A. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *The New England journal of medicine*. 2017. Vol. 376, Iss. 24. P. 2367-2375. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1615439>
- [2] Quantifying the underestimation of projected global diabetes prevalence by the International Diabetes Federation (IDF) Diabetes Atlas / T. Tönies et al. *BMJ open diabetes research & care*. 2021. Vol. 9, Iss. 1. P. e002122. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002122>
- [3] The challenge of diabetic foot care: Review of the literature and experience at Queen Elizabeth Central Hospital in Blantyre, Malawi / M. M. Kasiya et al. *Malawi medical journal*. 2017. Vol. 29, Iss. 2. P. 218-223. <https://doi.org/10.4314/mmj.v29i2.26>
- [4] IWGDF Guidelines. URL : <https://iwgdfguidelines.org/>
- [5] Smartphone application for wound area measurement in clinical practice / R. B. Biagioni et al. *Journal of vascular surgery cases and innovative techniques*. 2021. Vol. 7, Iss. 2. P. 258-261. <https://doi.org/10.1016/j.jvsct.2021.02.008>
- [6] Aydin E., Ertuğrul M. B. The role of rehabilitation in the management of diabetic foot wounds. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*. 2021. Vol. 67, Iss. 4. P. 389-398. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2021.8616>
- [7] Hochlenert D., Fischer C. Ventral Windowed Total Contact Casts Safely Offload Diabetic Feet and Allow Access to the Foot. *Journal of diabetes science and technology*. 2022. Vol. 16, Iss. 1. P. 137-143. <https://doi.org/10.1177/1932296820964069>
- [8] Комплексне лікування синдрому діабетичної стопи з позицій фізичної та реабілітаційної медицини / С. Д. Шаповал, О. Є. Алипова, О. В. Трибушний, Л. А. Василевська. *Клінічна хірургія*. 2018. Т. 85, № 5. С. 70-73. <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2018.05.70>
- [9] The effect of low-level laser therapy on diabetic foot ulcers: A meta-analysis of randomised controlled trials / J. Huang et al. *International wound journal*. 2021. Vol. 18, Iss. 6. P. 763-776. <https://doi.org/10.1111/iwj.13577>
- [10] A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Low-Level Laser Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers / C. M. D. Santos, R. B. D. Rocha, F. A. Hazime, V. S. Cardoso. *The international journal of lower extremity wounds*. 2021. Vol. 20, Iss. 3. P. 198-207. <https://doi.org/10.1177/1534734620914439>
- [11] Investigation of the Effect of Biopton Light in Preventing the Formation of Scars in Diabetic and Non-Diabetic Mice / A. Taheri Akardi et al. *Armaghane Danesh*. 2020. Vol. 25, Iss. 1. P. 1-11. <https://doi.org/10.52547/armaghani.25.1.1>
- [12] Effect of limb preservation status and body mass index on the survival of patients with limb-threatening diabetic foot ulcers / C. W. Lin et al. *Journal of diabetes and its complications*. 2017. Vol. 31, Iss. 1. P. 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2016.09.011>
- [13] Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. The WHOQOL Group. *Psychological medicine*. 1998. Vol. 28, Iss. 3. P. 551-558. <https://doi.org/10.1017/s0033291798006667>
- [14] Balaneshinkordan S., Kotov A. Bayesian approach to incorporating different types of biomedical knowledge bases into information retrieval systems for clinical decision support in precision medicine. *Journal of biomedical informatics*. 2019. Vol. 98. P. 103238. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103238>
- [15] Jayalakshmi M. S., Thenmozhi P., Vijayaragavan R. Impact of chronic wound on quality of life among diabetic foot ulcer patients in a selected hospital of Guwahati, Assam, India. *Ayu*. 2020. Vol. 41, Iss. 1. P. 19-23. https://doi.org/10.4103/ayu.AYU_33_20
- [16] The Quality of Life in Patients with Diabetic Foot Ulcers / M. Asharib Arshad, S. Arshad, S. Arshad, H. Abbas. *Journal of Diabetes & Metabolism*. 2020. Vol. 11, Iss. 2. <https://doi.org/10.35248/2155-6156.20.11.e101>
- [17] Decreased health-related quality of life in patients with diabetic foot problems / J. Sothornwit, G. Srisawasdi, A. Suwannakin, A. Sriwijitkamol. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy*. 2018. Vol. 11. P. 35-43. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S154304>
- [18] *open diabetes research & care*, 9(1), e002122. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002122>
- [3] Kasiya, M. M., Mang'anda, G. D., Heyes, S., Kachapila, R., Kaduya, L., Chilamba, J., Goodson, P., Chalulu, K., & Allain, T. J. (2017). The challenge of diabetic foot care: Review of the literature and experience at Queen Elizabeth Central Hospital in Blantyre, Malawi. *Malawi medical journal*, 29(2), 218-223. <https://doi.org/10.4314/mmj.v29i2.26>
- [4] IWGDF. (n.d.) *IWGDF Guidelines*. <https://iwgdfguidelines.org/>
- [5] Biagioni, R. B., Carvalho, B. V., Manzioni, R., Matiolo, M. F., Brochado Neto, F. C., & Sacilotto, R. (2021). Smartphone application for wound area measurement in clinical practice. *Journal of vascular surgery cases and innovative techniques*, 7(2), 258-261. <https://doi.org/10.1016/j.jvsct.2021.02.008>
- [6] Aydin, E., & Ertuğrul, M. B. (2021). The role of rehabilitation in the management of diabetic foot wounds. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, 67(4), 389-398. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2021.8616>
- [7] Hochlenert, D., & Fischer, C. (2022). Ventral Windowed Total Contact Casts Safely Offload Diabetic Feet and Allow Access to the Foot. *Journal of diabetes science and technology*, 16(1), 137-143. <https://doi.org/10.1177/1932296820964069>
- [8] Shapoval, S. D., Alypova, O. E., Trybushnyi, O. V., & Vasylevska, L. A. (2018). Kompleksne likuvannia syndromu diabetichnoi stopy z pozytsii fizychnoi ta reabilitatsiinoi medytsyny [Complex treatment of the diabetic foot syndrome: a view from principles of physical and rehabilitation medicine]. *Klinicheskaia khirurgiia*, 85(5), 70-73. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2018.05.70>
- [9] Huang, J., Chen, J., Xiong, S., Huang, J., & Liu, Z. (2021). The effect of low-level laser therapy on diabetic foot ulcers: A meta-analysis of randomised controlled trials. *International wound journal*, 18(6), 763-776. <https://doi.org/10.1111/iwj.13577>
- [10] Santos, C. M. D., Rocha, R. B. D., Hazime, F. A., & Cardoso, V. S. (2021). A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Low-Level Laser Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. *The international journal of lower extremity wounds*, 20(3), 198-207. <https://doi.org/10.1177/1534734620914439>
- [11] Taheri Akardi, A., Fattahi, M., Epehtaj, S., Ghahremani, Z., Pabdar, S., & Shayan, Z. (2020). Investigation of the Effect of Biopton Light in Preventing the Formation of Scars in Diabetic and Non-Diabetic Mice. *Armaghane Danesh*, 25(1), 1-11. <https://doi.org/10.52547/armaghani.25.1.1>
- [12] Lin, C. W., Hsu, B. R., Tsai, J. S., Yang, H. M., Lin, J. R., Lin, C. H., Huang, C. H., Hung, S. Y., & Huang, Y. Y. (2017). Effect of limb preservation status and body mass index on the survival of patients with limb-threatening diabetic foot ulcers. *Journal of diabetes and its complications*, 31(1), 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2016.09.011>
- [13] Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. The WHOQOL Group. *Psychological medicine*, 28(3), 551-558. <https://doi.org/10.1017/s0033291798006667>
- [14] Balaneshinkordan, S., & Kotov, A. (2019). Bayesian approach to incorporating different types of biomedical knowledge bases into information retrieval systems for clinical decision support in precision medicine. *Journal of biomedical informatics*, 98, 103238. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103238>
- [15] Jayalakshmi, M. S., Thenmozhi, P., & Vijayaragavan, R. (2020). Impact of chronic wound on quality of life among diabetic foot ulcer patients in a selected hospital of Guwahati, Assam, India. *Ayu*, 41(1), 19-23. https://doi.org/10.4103/ayu.AYU_33_20
- [16] Asharib Arshad, M., Arshad, S., Arshad, S., & Abbas, H. (2020). The Quality of Life in Patients with Diabetic Foot Ulcers. *Journal of Diabetes & Metabolism*, 11(2). <https://doi.org/10.35248/2155-6156.20.11.e101>
- [17] Sothornwit, J., Srisawasdi, G., Suwannakin, A., & Sriwijitkamol, A. (2018). Decreased health-related quality of life in patients with diabetic foot problems. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy*, 11, 35-43. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S154304>

References

- [1] Armstrong, D. G., Boulton, A. J. M., & Bus, S. A. (2017). Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *The New England journal of medicine*, 376(24), 2367-2375. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1615439>
- [2] Tönies, T., Rathmann, W., Hoyer, A., Brinks, R., & Kuss, O. (2021). Quantifying the underestimation of projected global diabetes prevalence by the International Diabetes Federation (IDF) Diabetes Atlas. *BMJ*