

УДК: 616.5-003.923-089.87-085.84

В. В. Теплий✉, К. М. Гребченко

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, б-р Т. Шевченка, 13, м. Київ, 01601, Україна

ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНОЇ АБЛЯЦІЇ ПРИ ЛІКУВАННІ КЕЛОЇДНИХ ТА ГІПЕРТРОФІЧНИХ РУБЦІВ

Мета: оцінити ефективність використання радіочастотної абляції (РЧА) для зменшення об'єму рубцевої тканини та її вплив на клінічні прояви келоїдних та гіпертрофічних рубців.

Матеріали і методи. До проспективного рандомізованого контрольованого дослідження залучено 17 пацієнтів (9 чоловіків, 8 жінок) віком 19–62 роки з декількома рубцями: келоїдні – у 10 пацієнтів, гіпертрофічні – у 7. Невдалі попередні спроби корекції були у 8 хворих з келоїдними рубцями та у 3 з гіпертрофічними. Проведене порівняння ефективності чотирьох способів зменшення об'єму рубцевої тканини (по 12 рубців в кожній групі, п'ять сеансів з 10-денними інтервалами): перша група – РЧА, друга – місцеві ін'єкції 5-фторурацилу (5-ФУ), третя – РЧА з наступним введенням 5-ФУ, четверта – РЧА, ін'єкції верапамілу, потім 5-ФУ.

Результати. Після РЧА об'єм рубців зменшувався швидше (на 65,3%), ніж після хіміотерапії. Місцеве застосування верапамілу після РЧА, потім 5-ФУ зменшувало об'єм після п'ятого сеансу на 78,3%. Клінічна симптоматика і гіперемія рубців швидше проходили після РЧА, ніж після введення цитостатика. Їх одночасне застосування, особливо в комбінації з верапамілом, посилювало ефект. Не було інфекційних ускладнень та кровотеч. З побічних ефектів зареєстровані виразки діаметром 3–5 мм в місці пункції на одному рубці в першій групі, на двох рубцях у третій і четвертій групах. В 6-місячний термін обстежено 17 рубців у 7 пацієнтів, яким виконана РЧА як монотерапія або в комбінації з хіміотерапією. Середній об'єм рубців зменшився з $(3260,5 \pm 2057,36)$ мм³ до $(2110,6 \pm 1296,16)$ мм³ на момент після п'ятого сеансу, $p = 0,0033$.

Висновки. Після п'яти сеансів РЧА об'єм рубців зменшувався швидше, ніж при місцевому введенні 5-ФУ, додаткова інфільтрація рубців верапамілом та 5-ФУ посилювала ефект. Аналогічним чином перелічені лікувальні методи впливали на клінічну симптоматику, зумовлену рубцями. Після РЧА зменшувалась гіперемія рубців. Радіочастотну абляцію надлишкової рубцевої тканини доцільно використовувати як ініціальний метод лікування келоїдних і гіпертрофічних рубців, оскільки вона легко переноситься, недорога та ефективно зменшує об'єм рубця, демонструючи пацієнту можливість досягнення позитивного результату.

Ключові слова: келоїдні рубці, гіпертрофічні рубці, радіочастотна абляція, надлишкове рубцювання, цитостатики, верапаміл.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2019. Вип. 24. С. 561–573. doi: 10.33145/2304-8336-2019-24-561-573

V. Teplyi✉, K. Grebchenko

Bogomolets National Medical University, 13 T. Shevchenko Blvd., Kyiv, 01601, Ukraine

THE USAGE OF RADIOFREQUENCY ABLATION FOR TREATMENT OF KELOIDS AND HYPERTROPHIC SCARS

Objective. To evaluate the effectiveness of radiofrequency ablation (RFA) for scars tissue volume reduction, and influence on the clinical manifestations of keloid and hypertrophic scars.

Materials and methods. Seventeen patients (9 males, 8 females), 19–62 years old, with some scars were enrolled into the prospective randomized controlled study: 10 with keloids, 7 with hypertrophic scars. Previous failed attempts to correct the scars were undertaken in 8 patients with keloids and in 3 patients with hypertrophic scars. The efficacy of four scar volume reduction methods was compared (12 scars in each group, 5 sessions at 10-day intervals): the first group – RFA, the second – intralesional 5-fluorouracil (5-FU) injections, the third – RFA followed by 5-FU injections and the fourth – RFA, injections of verapamil and then 5-FU.

Results. The scars volume reduction was faster after RFA (by 65.3 %) than after chemotherapy. Local verapamil application after RFA followed by 5-FU injections reduced scar volume after the fifth session by 78.3 %. Relieving of the associated symptoms and scars hyperaemia was faster after RFA than after cytostatic drug administration. Their simultaneous application, especially in combination with verapamil, intensified the effect. There were no infectious complications and haemorrhages. Ulcers 3–5 mm in diameter in the place of puncture on one scar in the first group, on two scars in the third and fourth groups were registered as the side effects. Seventeen scars in seven patients, who received RFA as a monotherapy or in combination with chemotherapy, were assessed 6 months after treatment. The average scars volume decreased from $(3260.5 \pm 2057.36) \text{ mm}^3$ at the moment after the fifth session to $(2110.6 \pm 1296.16) \text{ mm}^3$, $p = 0.0033$.

Conclusions. Scars volume reduction was faster after five sessions of RFA than following local 5-FU injections. Combination of RFA with scars infiltration with verapamil and 5-FU strengthened the effect. In the same way, the above-mentioned methods influenced clinical symptomatology associated with the scars. Scars hyperaemia was also reduced by RFA. Radiofrequency ablation of excess scar tissue is advisable to use as an initial method for the treatment of keloids and hypertrophic scars, since it is easy to carry, is not expensive and effectively reduces the scar volume, demonstrating the patient the opportunity to achieve a positive result.

Key words: keloids, hypertrophic scars, radiofrequency ablation, excess scarring, cytostatic drugs, verapamil.

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2019;24:561-573. doi: 10.33145/2304-8336-2019-24-561-573

ВСТУП

На сьогодні жоден з методів лікування келоїдів не продемонстрував абсолютної ефективності. Тому перевагу віддають комбінованому підходу [1, 2]. Загалом більшість лікувальних підходів може бути використана при лікуванні як гіпертрофічних, так і келоїдних рубців [3]. Найуспішнішим вважають лікування гіпертрофічних і келоїдних рубців, коли вони незрілі, а епітелій неушкоджений. Хоча повністю позбутися рубця неможливо, існують консервативні та хірургічні методи з доведеною ефективністю, які дозволяють поліпшити його вигляд. На жаль, доказова база більшості з них погана, а ефективність обмежена [4].

Проведено ряд досліджень, в яких виконували зовнішнє радіочастотне опромінення келоїдних

INTRODUCTION

To date, none of the treatments for keloids has shown absolute effectiveness. Therefore, they prefer a combined approach [1, 2]. In general, most therapeutic approaches can be used to treat both hypertrophic and keloid scars [3]. Hypertrophic and keloid scars treatment is considered to be most successful when they are mature and the epithelium is not damaged. Although it is not possible to completely get rid of a scar, there are conservative and surgical methods with proven effectiveness that allow improving its appearance. Unfortunately, the evidence base of most of them is poor and efficiency is limited [4].

Several studies were conducted in which external radiofrequency irradiation of keloid scars was per-

✉ Valerii V. Teplyi, e-mail: teplyy@ukr.net

рубців. Виявлено вплив цього опромінення на морфологію і продукцію колагену: зменшувалось співвідношення I та III типів колагену. Проте клінічний позитивний ефект цього методу як самостійного лікування не доведений [5]. Водночас на невеликій групі з 18 пацієнтів показана ефективність комбінації трьох-чотирьох сесій радіочастотного опромінення з наступним введенням в келоїдні рубці стероїдів [2].

За останні роки з'явилося дві публікації стосовно застосування радіочастотної абляції (РЧА) при лікуванні келоїдів вух [6, 7] та одна, присвячена використанню цього методу для зменшення об'єму келоїдних і гіпертрофічних рубців різної локалізації [1]. Актуальним є питання розробки доступного, недорогого та ефективного методу зменшення об'єму надлишкової рубцевої тканини, який можна було б використовувати в якості самостійного лікування або ініціального підходу, здатного полегшити подальше консервативне лікування або хірургічне висічення келоїдних і гіпертрофічних рубців.

МЕТА

Мета дослідження – оцінити ефективність використання РЧА для зменшення об'єму рубцевої тканини та її вплив на клінічні прояви келоїдних і гіпертрофічних рубців.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

До проспективного рандомізованого контрольованого дослідження залучено 17 пацієнтів (9 чоловіків, 8 жінок) віком від 19 до 62 років з декількома рубцями.

Критерії включення:

- наявність келоїдних або гіпертрофічних рубців;
- вік від 18 до 65 років;
- згода пацієнта на участь в дослідженні;
- згода на проведення повторних лікувальних сесій і використання різних методів впливу на рубці різної локалізації.

Критерії виключення:

- алергічні реакції на місцеві анестетики та 5-фторурацил (5-ФУ);
- значні відхилення формених елементів у крові;
- важкі хронічні супутні захворювання;
- вагітність або годування груддю;
- прийом інших цитостатиків, антикоагулянтів, блокаторів H₂-рецепторів, метронідазолу;
- небажання проводити повторні лікувальні сесії.

Лікувальний підхід вибирали, рандомізуючи рубці на чотири групи по 12 рубців за допомогою таблиці випадкових чисел, генерованої програмою STATIS-

formed. The effect of this irradiation on the morphology and production of collagen was found, the ratio of I to III types of collagen decreased. However, the clinical positive effect of this method as an independent treatment has not been proven [5]. At the same time, a small group of 18 patients demonstrated the effectiveness of a combination of three to four sessions of radiofrequency irradiation, followed by the injection of steroids into the keloid scars [2].

In recent years, there have been two publications on the use of radiofrequency ablation (RFA) in the treatment of ear keloids [6, 7] and one on the use of this method to reduce the volume of keloid and hypertrophic scars of different localization [1]. The question is to develop an affordable, inexpensive, and effective method of reducing excess scar tissue volume, which could be used as an independent or an initial approach that can facilitate further conservative treatment or surgical excision of keloid and hypertrophic scars.

OBJECTIVE

Objective: to evaluate the effectiveness of radiofrequency ablation (RFA) for scars tissue volume reduction, and influence on the clinical manifestations of keloid and hypertrophic scars.

MATERIALS AND METHODS

Seventeen patients (9 males, 8 females), 19–62 years old, with some scars were enrolled into the prospective randomized controlled study.

Inclusion criteria:

- Keloid or hypertrophic scars;
- Age from 18 to 65 years;
- Patient's consent to participate in the study;
- Consent for the repeated treatment sessions and the usage of the different treatment approaches to the scars of different locations.

Exclusion criteria:

- Allergic reactions on the local anaesthetics and 5-fluorouracil (5-FU);
- Essential deviation of the blood cell count;
- Severe chronic concomitant disorders;
- Pregnancy or breastfeeding;
- Parallel usage of other cytostatics, anticoagulants, H₂ blockers or metronidazole;
- Reluctance to undertake repeated treatment sessions.

To choose the management approach, by the help of Random Number Generator (STATISTICA 8) scars were randomized on four groups, 12 scars in

ТІСА 8. Келоїдні рубці були у 10 пацієнтів, гіпертрофічні – у 7. Середній вік рубців склав ($3,7 \pm 1,8$) роки. У 8 пацієнтів з келоїдними рубцями та у 3 з гіпертрофічними в анамнезі вже були спроби їх корекції:

- у 8 випадках – хірургічне висічення, в післяопераційному періоді у 5 з них проводили локальне введення глюкокортикоїдів, використовували силіконові пластини та здавлювальні пов'язки;
- в 3 випадках – консервативне лікування: глюкокортикоїди, силіконові пластини.

На жаль, у всіх пацієнтів виник рецидив захворювання, який викликав песимізм хворих стосовно можливості отримання естетично прийнятного вигляду рубців.

Рубці першої групи підлягали РЧА, другої – місцевій ін'єкції 5-ФУ, третьої – комбінації РЧА з наступним введенням 5-ФУ, четвертої – РЧА, ін'єкції верапамілу, а потім 5-ФУ. Проведено по п'ять сеансів з 10-денними інтервалами.

Радіочастотну абляцію виконували під місцевою анестезією 2 % лідокаїном. Використовували апарат Dr. Oppel ST-501 (Sometech, Південна Корея), який продукує імпульси частотою 3 МГц. Внутрішньовенною канюлею типу Венфлон 22G проводили пункцію рубця на всю його довжину (рис. 1).

Особливістю цієї канюлі є те, що проксимальна частина голки виступає всередину канюлі для з'єднання зі шприцом, що може бути використане для контакту з наконечником апарату. Абляцію проводили під час зворотної тракції канюлі. Установки апарату: потужність 30–40 Вт, постійний режим (рис. 2).

each. Ten patients had keloids and the other seven hypertrophic scars. The average scar duration was (3.7 ± 1.8) years. Previous failed attempts to correct the scars were undertaken in 8 patients with keloids and 3 ones with hypertrophic scars:

- in 8 cases – surgical excision, during the postoperative period 5 patients received local injections of corticosteroids, application of the silicone gel sheets and pressure therapy;
- in 3 cases – conservative treatment: corticosteroids and the silicone gel sheets.

Unfortunately, recurrence appeared in all these patients, causing their pessimism concerning the possibility to receive an aesthetically acceptable view of the scars.

The first group scars were undergone to RFA, the second one – intralesional 5-FU injections, the third group – RFA followed by 5-FU injections and the fourth one – RFA, injections of verapamil and then 5-FU. Five sessions at 10-day intervals were carried.

The radiofrequency ablation was performed using the Dr. Oppel ST-501 device (Sometech, South Korea) under the local 2 % lidocaine anaesthesia. This device generates impulses with the frequency 3 MHz. The scar was punctured with the 22G Venflon intra-venous cannula on all its depth (Fig. 1).

The peculiarity of this cannula is that the proximal part of the needle steps forth inside the place for syringe connection. This may be used for contact with the tip of the device. Ablation was performed during the backward traction of the cannula. Device settings were power 30–40 W, constant regimen (Fig. 2).

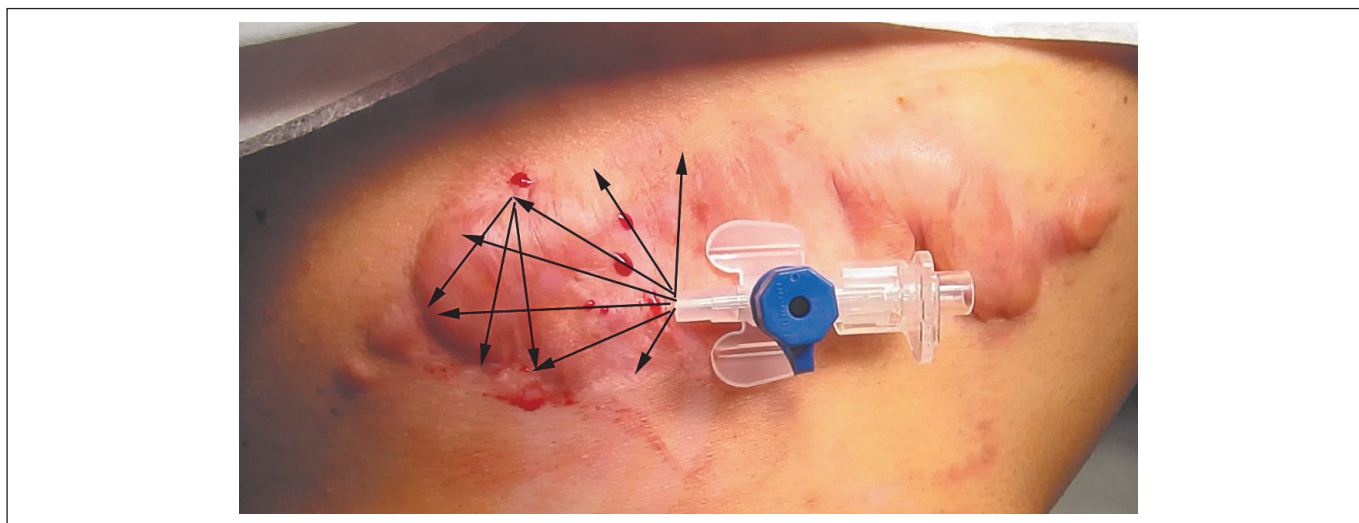


Рисунок 1. Проведення канюлі вздовж рубцевої тканини

Чорні стрілки – напрямки послідовного проведення канюлі

Figure 1. Introduction of the cannula along with the scar tissue

Black arrows – directions of the consecutive cannula carrying out

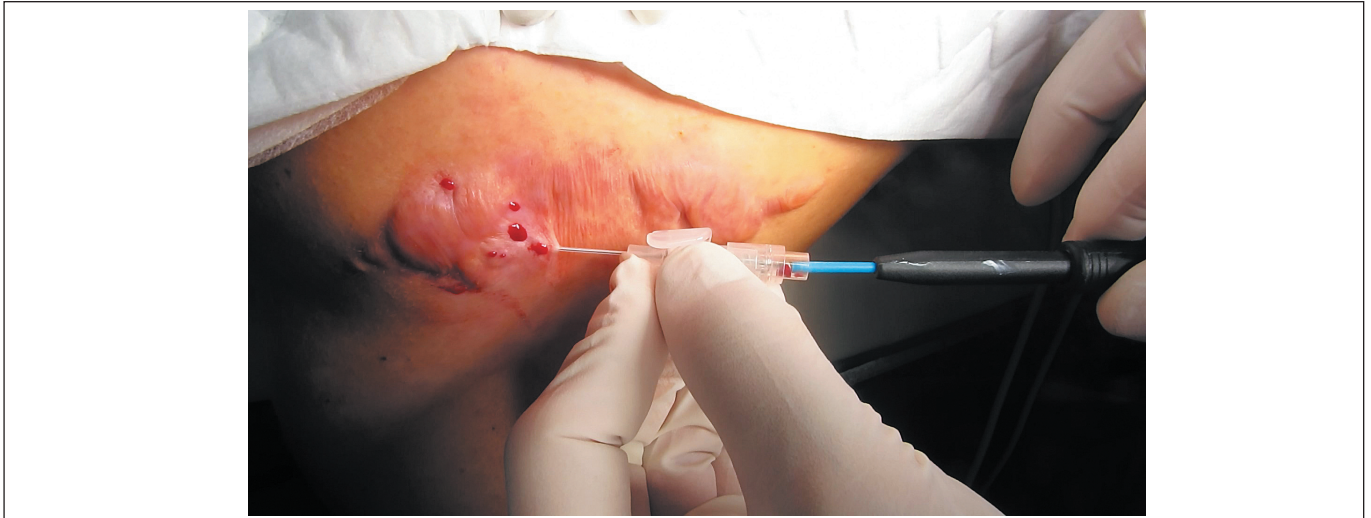


Рисунок 2. Абляція рубця при зворотній тракції канюлі

Наконечник радіочастотного апарату контактує з проксимальним кінцем голки

Figure 2. Ablation during the backward cannula traction

The tip of the device is in contact with the proximal end of the needle

Показником того, що відбувається абляція, були невелика вібрація тканин, тріскучий звук та вихід пару і бульбашок через інші проколи рубця. При ультразвуковому дослідженні видно, що в тканинах утворюється пара, як при лазерній абляції вен (рис. 3).

Канюлю проводили в тканинах декілька разів, змінюючи напрямок, щоб обробити весь об'єм рубцевої тканини. За необхідності канали формували в декілька шарів. Протягом доби після процедури спостерігалася запальна реакція з боку рубця. Больовий синдром не перевищував 5 балів. Вже через тиждень після першого сеансу абляції рубець м'якшав, зменшувалися його висота і вираженість еритеми. Після третьої-четвертої процедури на фоні загального зменшення розмірів рубця в ньому спостерігалася накопичення рідини геморагічного характеру, на дотик він ставав дуже м'яким. При повторних процедурах найбільший акцент робили на щільніших частинах рубця. Намагалися досягти його побіління по ходу зворотного просування канюлі.

Small tissue vibration, noise, steam and bubbles rising from the other puncture sites of the scar indicated the ablation process. Ultrasound examination demonstrates the vaporization in the tissues like during laser venous ablation (Fig. 3).

The cannula was several times passed through the tissues changing direction to treat all scar volume. In necessity, the channels were made in some layers. During the first day, scar irritation was seen. But pain syndrome was scored not more than 5. One week after the first session of the ablation the scar softened, its height and erythema decreased. After the third-fourth procedure accumulation of the haemorrhagic fluid inside the scar on the background of its size reduction took place. The scar became very soft on touch. During the repeated procedures the accent on the firm parts of the scar was made, trying to achieve whitening of the scar tissue during the backward cannula movement.

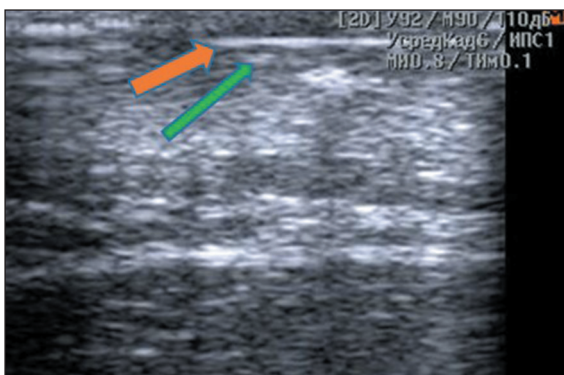


Рисунок 3. Ультразвукова картина радіочастотної абляції келоїдного рубця

→ канюля 22G

→ пара, що утворюється при абляції рубцевих тканин

Figure 3. Ultrasound picture of radiofrequency ablation of the keloid scar

→ 22G cannula

→ Steam that forms during the scar tissue ablation

Ін'єкції 5-ФУ (50 мг/мл) проводили невеличкими порціями (по 0,02–0,05 мл) в рубцеву тканину, намагаючись рівномірно розподілити препарат по всьому об'єму рубцевої тканини. Кількість введенного цитостатика залежала від розмірів зони ураження і коливалася в межах 0,5–2 мл.

В третій групі спочатку проводили РЧА рубцевої тканини, після чого вводили 5-ФУ в тих же дозах, що і в другій групі.

В четвертій групі після РЧА в рубець маленьким об'ємами вводили 1–2 мл блокатора кальцієвих каналів верапамілу (2,5 мг/мл), після чого обколювали зону ураження 5-ФУ.

Проводили фотографування рубців з використанням цифрової камери Panasonic DMX LC 15 при стандартних умовах розсіяного офісного освітлення без використання оптичного та цифрового збільшення. Для комп'ютерної обробки зображень використовували програмний пакет ImageJ/Fiji 1.46r, який є у вільному доступі [8, 9]. При дослідженні змін кольору рубців проводили оцінку гістограм червоного, зеленого та блакитного кольорів частин рубця, які підлягали оцінці. Їх середні значення використовували для аналізу. Розраховували також нормалізовані кольорові координати [10] в досліджуваній зоні рубця:

$$Y = (R + G + B)/3$$

Відсоток площі, який займають телеангіектазії (ТАЕ) в межах рубця, визначали за запропонованим нами методом комп'ютерної обробки фотографій [11].

Дослідження проводилось згідно зі стандартами Гельсінської декларації та у відповідності до рекомендацій Міжнародної ради з гармонізації належної клінічної практики (International Council for Harmonization Good Clinical Practice), Протокол дослідження схвалений етичною комісією Національного медичного університету імені О. О. Богомольця.

Статистична обробка даних була проведена за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 8. Нормально розподілені показники наводили як $M \pm \sigma$. Нормальність розподілу варіаційних рядів перевіряли за критерієм W Shapiro-Wilk. Для перевірки достовірності різниці двох залежних вибірок з нормальним розподілом використовували t -тест для залежних вибірок. Виявлення різниці в рівні ознаки у двох залежних вибірках, що не відповідають нормальному розподілу, проводили з використанням тесту узгоджених пар Wilcoxon. Статистичні показники вважали достовірними при критичному рівні значущості $p \leq 0,05$.

Local 5-FU (50 mg/ml) injections were performed into the scar tissue by small (0.002–0.05 ml per site) portions, trying to spread cytostatic over the all scar volume. The volume of the medicine depended on the affected area size and varied from 0.5 to 2 ml.

In the third group, RFA followed by 5-FU injections in the same doses as in the second group.

In the fourth group, the affected area after RFA was infiltrated by 1–2 ml of calcium channel blocker verapamil 92.5 mg/ml, than 5-FU injections were performed.

Pictures of the scars using the standard office scattered light were taken by the digital camera Panasonic DMX LC 15 with neither optical nor digital zooming. Computer processing of the images was performed using software ImageJ/Fiji 1.46r, that is in the free access [8, 9]. Evaluation of the colour of the scar was done by the assessment of the histograms of the red, green and blue colours. Their average meaning was used for analysis. In the part of the scar under evaluation normalized colour coordinates were also calculated [10]:

The part of the scar area that telangiectasias (TAE) take in per cent was calculated by the help of the method worked out by us [11].

The study was performed following the Declaration of Helsinki (statement of ethical principles for medical research involving human subjects) and the International Council for Harmonization Good Clinical Practice. The study protocol was approved by the Ethics Commission of Bogomolets National Medical University.

Statistica 8.0 (Statsoft Inc., USA) software was used for the data processing. Normally distributed variables were presented as $M \pm SD$. The variational series were checked for a normality of distribution by the Shapiro–Wilk W -test. The t -test for the dependent samples was used to verify a difference of two dependent samples featuring normal distribution. Wilcoxon matched pairs test was used for comparing of two not normally distributed samples. Differences between the samples were considered statistically significant when p -value < 0.05 .

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Планіметричні дослідження показали, що ні РЧА, ні хіміотерапія практично не впливали на лінійні розміри рубців (табл. 1). Водночас, на відміну від окремо проведеної хіміотерапії, при використанні РЧА об'єм рубців зменшувався достовірно швидше, пересім, за рахунок зменшення висоти рубців.

Радіочастотна абляція продемонструвала швидший вплив на покращення клінічної симптоматики, викликані рубцями, ніж введення цитостатика (табл. 2 та 3).

Кращим ефект був при комбінації РЧА з введенням цитостатика (табл. 4).

Ще більш виражений вплив на клінічні прояви рубців мало застосування РЧА з одночасним введенням верапамілу та 5-ФУ (табл. 5).

Перед початком лікування гіпертрофічні та келоїдні рубці були переважно гіперемованими, про що свідчить аналіз гістограм середніх значень складових каналів кольору і нормалізованої кольорової координати (табл. 6). Динаміка змін кольору рубців залежно від використаних методів лікування показала, що швидше він нормалізувався при проведенні РЧА. Локальні ін'єкції 5-ФУ сприяли певному поси-

RESULTS AND DISCUSSION

Planimetric investigations have demonstrated that both RFA and chemotherapy practically have not influenced the size of the scars (Table 1). At the same time, RFA provided faster regression of the scars volume comparing with the chemotherapy, first of all, due to the decrease in their height.

The radiofrequency ablation demonstrated faster influence on the improvement of clinical symptoms than cytostatic injection (Tables 2 and 3).

The better effect was achieved in case of combination of RFA with the injection of cytostatic (Table 4).

Some more strong influence on clinical manifestations of the scars had RFA combined with topical verapamil and 5-FU injections (Table 5).

Before the onset of treatment, keloid and hypertrophic scars as usually were hyperaemic. This demonstrates the analysis of the mean values of histograms of additive colours and normalized colour coordinates (Table 6). Dynamic of the colour change depending on the treatment method revealed its faster normalisation after RFA. Topical 5-FU injections promoted hyperaemia develop-

Таблиця 1

Лінійні розміри келоїдних і гіпертрофічних рубців до та через 10 днів після п'ятого сеансу лікування ($M \pm \sigma$)

Table 1

Linear dimensions of the keloid and hypertrophic scars before and 10 days after the fifth session of the treatment ($M \pm SD$)

| Розміри рубців Dimensions of the scars | Група Study group | Термін вимірювання / Time of the measurement | | $P_{\text{до-після}}$ $P_{\text{before-after}}$ |
|---|----------------------|--|---|--|
| | | до лікування before treatment | після п'ятого сеансу after the 5 th session | |
| Довжина, мм Length, mm | 1 | 61,8 ± 31,22 | 60,4 ± 30,07 | 0,9161 |
| | 2 | 43,9 ± 33,53 | 46,9 ± 35,74 | 0,8340 |
| | 3 | 67,6 ± 38,42 | 61,9 ± 35,13 | 0,7097 |
| | 4 | 63,8 ± 46,58 | 59,3 ± 45,30 | 0,8126 |
| Ширина, мм Width, mm | 1 | 24,8 ± 14,46 | 24,8 ± 16,52 | 1,0000 |
| | 2 | 20,1 ± 10,68 | 22,0 ± 11,13 | 0,6710 |
| | 3 | 27,1 ± 9,31 | 27,0 ± 9,48 | 0,9829 |
| | 4 | 24,5 ± 11,48 | 21,58 ± 10,90 | 0,5299 |
| Висота, мм Height, mm | 1 | 8,0 ± 4,31 | 2,8 ± 1,19 | 0,0006* |
| | 2 | 7,9 ± 4,70 | 4,7 ± 3,23 | 0,0610 |
| | 3 | 9,3 ± 3,58 | 3,8 ± 1,87 | 0,0001* |
| | 4 | 8,3 ± 3,70 | 1,9 ± 1,31 | < 0,0001* |
| Площа, мм ² Area, mm ² | 1 | 1186,8 ± 977,60 | 1260,5 ± 977,60 | 0,8526 |
| | 2 | 792,0 ± 589,29 | 884,3 ± 643,62 | 0,7175 |
| | 3 | 1348,9 ± 921,53 | 1286,8 ± 900,62 | 0,8688 |
| | 4 | 1011,1 ± 733,24 | 905,8 ± 677,83 | 0,7185 |
| Об'єм, мм ³ Volume, mm ³ | 1 | 8758,9 ± 7534,44 | 3041,9 ± 2509,97 | 0,0206* |
| | 2 | 5532,7 ± 5343,83 | 3168,7 ± 3009,15 | 0,1953 |
| | 3 | 9517,5 ± 6720,96 | 3267,2 ± 2716,71 | 0,0068* |
| | 4 | 7415,4 ± 6442,46 | 1607,8 ± 1580,0 | 0,0061* |

Примітка. * – статистично достовірна різниця.

Note. * – statically significant difference.

ленню гіперемії, проте різниця в кольорі не була статистично достовірною.

При комбінації РЧА з локальним застосуванням 5-ФУ колір мав тенденцію до нормалізації, проте

ment but the difference was not statistically significant.

When RFA was combined with topical 5-FU use, the colour tended normalisation, but only

Таблиця 2

Вплив радіочастотної абляції як самостійного методу лікування на клінічні прояви келоїдних і гіпертрофічних рубців

Table 2

Influence of the radiofrequency ablation as an independent treatment method on the clinical manifestations of keloid and hypertrophic scars

| Клінічні прояви Clinical manifestations | Термін визначення / Time of the evaluation | | | | Тест узгоджених пар Wilcoxon <i>p</i> Wilcoxon matched pairs test <i>p</i> |
|---|--|-------|------------------------------------|-------|---|
| | до лікування before treatment | | після лікування after treatment | | |
| | є | немає | є | немає | |
| Біль / Pain | 8 | 4 | 3 | 9 | 0,0431* |
| Чутливість при пальпації / Sensitivity at palpation | 10 | 2 | 3 | 9 | 0,0180* |
| Свербіж / Itch | 9 | 3 | 2 | 10 | 0,0180* |
| Набряк / Oedema | 6 | 6 | 2 | 10 | 0,0679 |

Примітка. * – статистично достовірна різниця.
Note. * – statically significant difference.

Таблиця 3

Вплив місцевої терапії 5-фторурацилом на клінічні прояви келоїдних і гіпертрофічних рубців

Table 3

Influence of topical 5-FU therapy on the clinical manifestations of keloid and hypertrophic scars

| Клінічні прояви Clinical manifestations | Термін визначення / Time of the evaluation | | | | Тест узгоджених пар Wilcoxon <i>p</i> Wilcoxon matched pairs test <i>p</i> |
|---|--|-------|------------------------------------|-------|---|
| | до лікування before treatment | | після лікування after treatment | | |
| | є | немає | є | немає | |
| Біль / Pain | 8 | 4 | 5 | 7 | 0,1088 |
| Чутливість при пальпації / Sensitivity at palpation | 9 | 3 | 5 | 7 | 0,0679 |
| Свербіж / Itch | 7 | 5 | 6 | 6 | > 0,1 |
| Набряк / Oedema | 7 | 5 | 4 | 8 | 0,1088 |

Таблиця 4

Вплив радіочастотної абляції в комбінації з місцевою терапією 5-фторурацилом на клінічні прояви келоїдних та гіпертрофічних рубців

Table 4

Influence of radiofrequency ablation in combination with local 5-fluorouracil therapy on the clinical manifestations of keloid and hypertrophic scars

| Клінічні прояви Clinical manifestations | Термін визначення / Time of the evaluation | | | | Тест узгоджених пар Wilcoxon <i>p</i> Wilcoxon matched pairs test <i>p</i> |
|---|--|-------|------------------------------------|-------|---|
| | до лікування before treatment | | після лікування after treatment | | |
| | є | немає | є | немає | |
| Біль / Pain | 7 | 5 | 1 | 11 | 0,0277* |
| Чутливість при пальпації / Sensitivity at palpation | 10 | 2 | 2 | 10 | 0,0117* |
| Свербіж / Itch | 9 | 3 | 2 | 10 | 0,0180* |
| Набряк / Oedema | 6 | 6 | 0 | 12 | 0,0277* |

Примітка. * – статистично достовірна різниця.
Note. * – statically significant difference.

Таблиця 5

Вплив радіочастотної абляції в комбінації з інфільтрацією рубців верапамілом та 5-фторурацилом на клінічні прояви келоїдних і гіпертрофічних рубців

Table 5

Influence of radiofrequency ablation in combination with scars infiltration with verapamil and 5-fluorouracil on the clinical manifestations of keloid and hypertrophic scars

| Клінічні прояви Clinical manifestations | Термін визначення / Time of the evaluation | | | | Тест узгоджених пар Wilcoxon <i>p</i> Wilcoxon matched pairs test <i>p</i> |
|---|--|-------|------------------------------------|-------|---|
| | до лікування before treatment | | після лікування after treatment | | |
| | є | немає | є | немає | |
| Біль / Pain | 8 | 4 | 0 | 12 | 0,0117* |
| Чутливість при пальпації / Sensitivity at palpation | 8 | 4 | 2 | 10 | 0,0277* |
| Свербіж / Itch | 10 | 2 | 3 | 9 | 0,0179* |
| Набряк / Oedema | 6 | 6 | 1 | 11 | 0,0431* |

Примітка. * – статистично достовірна різниця.
Note. * – statically significant difference.

Таблиця 6

Зміни кольору рубців залежно від використаного методу лікування ($M \pm \sigma$)

Table 6

The changes in the colour of the scars depending on the used treatment method ($M \pm SD$)

| Групи хворих Groups of the patients | Середні значення складових каналів кольору рубця Mean values of the scar additive colours | Термін вимірювання / Time of the measurement | | $p_{\text{до-після}}$ $p_{\text{before-after}}$ |
|--|--|--|------------------------------------|--|
| | | до лікування before treatment | після лікування after treatment | |
| РЧА / RFA $n = 12$ | Червоний / Red | 155,0 \pm 16,68 | 172,7 \pm 18,86 | 0,0005* |
| | Зелений / Green | 108,7 \pm 22,58 | 129,3 \pm 26,04 | 0,0025* |
| | Блакитний / Blue | 101,3 \pm 24,32 | 129,7 \pm 24,64 | < 0,0001* |
| | Y | 119,6 \pm 20,78 | 143,9 \pm 22,04 | < 0,0001* |
| 5-ФУ / 5-FU $n = 12$ | Червоний / Red | 152,9 \pm 19,70 | 146,3 \pm 20,79 | 0,1121 |
| | Зелений / Green | 106,2 \pm 21,63 | 105,2 \pm 19,08 | 0,5854 |
| | Блакитний / Blue | 99,8 \pm 22,10 | 99,2 \pm 23,17 | 0,7818 |
| | Y | 119,6 \pm 19,96 | 116,9 \pm 19,47 | 0,1354 |
| РЧА + 5-ФУ / RFA + 5-FU $n = 12$ | Червоний / Red | 157,9 \pm 13,99 | 162,4 \pm 13,37 | 0,0952 |
| | Зелений / Green | 108,5 \pm 21,77 | 113,1 \pm 26,29 | 0,0610 |
| | Блакитний / Blue | 101,0 \pm 19,03 | 105,8 \pm 22,24 | 0,1779 |
| | Y | 122,5 \pm 16,40 | 127,1 \pm 17,93 | 0,0112* |
| РЧА + верапаміл + 5-ФУ RFA + verapamil + 5-FU $n = 12$ | Червоний / Red | 152,9 \pm 16,04 | 137,2 \pm 13,16 | 0,0001* |
| | Зелений / Green | 121,2 \pm 24,20 | 108,3 \pm 19,40 | 0,0001* |
| | Блакитний / Blue | 104,8 \pm 21,61 | 95,3 \pm 20,07 | 0,0001* |
| | Y | 126,3 \pm 18,82 | 113,9 \pm 16,23 | < 0,0001* |

Примітка. * – статистично достовірна різниця.
Note. * – statically significant difference.

зміна тільки нормалізованої кольорової координати досягла статистично достовірного рівня. Посилення гіперемії рубців у групі пацієнтів, які отримали ще й верапаміл, можна пов'язати з сильною подразнювальною дією цього препарату на м'які тканини.

Больовий синдром після РЧА за 10-бальною шкалою не перевищував 5. Найбільшим він був при включенні в схему верапамілу. При всіх методах лікування не зареєстровано інфекційних ускладнень і кровотеч. Набряк та гіперемія залишалися протягом

normalized colour coordinate change reached a statistically significant difference. Increase of the scars hyperaemia in the group of patients who also received verapamil may be explained by its strong irritation of the soft tissues.

The pain syndrome after RFA according to an 11-point scale did not exceed 5. It was maximal when verapamil was included in the scheme. No infection complications no bleedings complicated all treatment methods. Oedema and hyperaemia

2–3 діб, найбільшими вони були при застосуванні верапамілу.

З побічних ефектів зареєстровані невеличкі виразки діаметром 3–5 мм у місці пункції на одному рубці в першій групі, на двох рубцях у третій та на двох рубцях четвертої групи.

При комп'ютерній обробці цифрових знімків рубців за запропонованою нами методикою в жодній групі не виявлено достовірного збільшення частки поверхні рубців, зайнятої ТАЕ (табл. 7).

Таким чином, РЧА продемонструвала високу ефективність щодо зменшення об'єму келоїдних і гіпертрофічних рубців, насамперед за рахунок зменшення їх висоти. Вони стають більш м'якими, бліднуть (рис. 4).

left for 2–3 days, they were maximal when using verapamil.

As side effects, small ulcers 3–5 mm in diameter at the puncture place were registered on the one scar in the first group, on the two scars in the third group and on the two scars in the fourth group.

Computer processing of the digital pictures, using the method proposed by us, did not reveal in any group significant increase in the part of the scar area that TAE take (Table 7).

Thus, RFA demonstrated high effectiveness in reducing keloid and hypertrophic scars volume, first of all, due to the decrease of their height. They become softer and turned pale (Fig. 4).

Таблиця 7

Вплив радіочастотної абляції рубцевої тканини, введення 5-фторурацилу та їх комбінованого застосування на кількість телеангіектазій у рубцях ($M \pm \sigma$)

Table 7

Influence of the scar tissue radiofrequency ablation, 5-fluorouracil injection and their combined use on the telangiectasias number in the scars ($M \pm SD$)

| Група хворих Study group | Частина площі рубця, зайнята телеангіектазіями The part of the scar area that TAE take | | $P_{\text{до-після}}$ $P_{\text{before-after}}$ |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| | до початку лікування / before treatment % | після лікування / after treatment % | |
| RFA n = 12 | 5.2 ± 1.80 | 3.8 ± 1.53 | 0.0481* |
| 5-FU n = 12 | 3.3 ± 1.24 | 4.2 ± 1.49 | 0.1546 |
| RFA + 5-FU n = 12 | 4.1 ± 1.13 | 3.5 ± 1.08 | 0.1858 |
| RFA + verapamil + 5-FU n = 12 | 3.5 ± 1.40 | 3.6 ± 1.38 | 0.8732 |

Примітка. * – статистично достовірна різниця.
Note. * – statically significant difference.

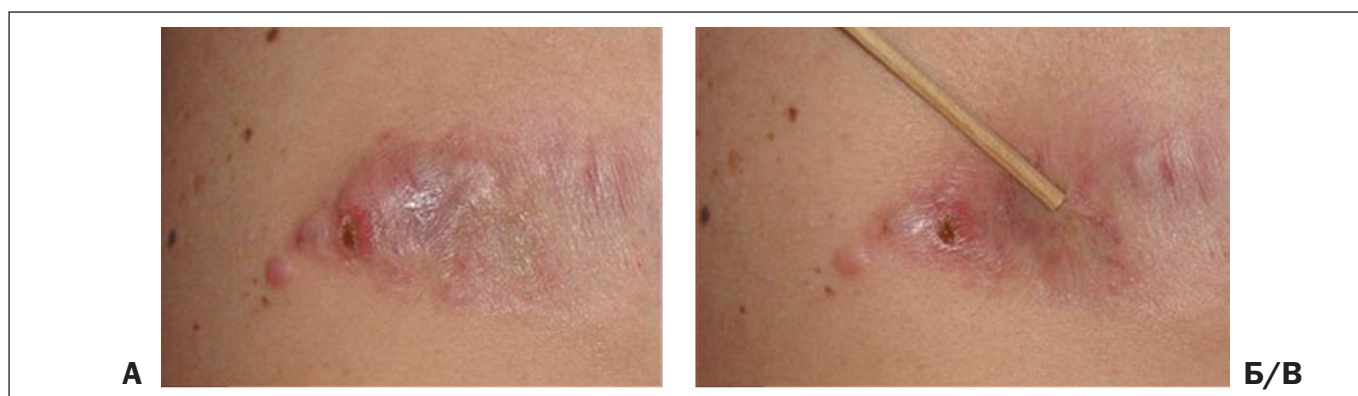


Рисунок 4. Келоїдний рубець, що на рис. 1 та 2, після 3 сеансів радіочастотної абляції

А – рубець без компресії, зменшився в об'ємі, зблід, на лівому полюсі сліди від пункції канюлею; Б – рубець м'який – легко вдавлюється в тканини паличкою.

Figure 4. The same keloid scar as in the Fig. 1 and 2 after 3 sessions of radiofrequency ablation

А – without compression, decreased in volume turned pale, the marks of the puncture with the cannula on the left pole; Б – the soft scar – it is easily pressed in by the stick.

Після п'яти сеансів РЧА їх об'єм зменшився в середньому на 65,3 %. Комбінація РЧА з місцевим введенням 5-ФУ несуттєво підвищила ефективність втручання (зменшення вихідного об'єму на 65,7 %). Проте інфільтрація рубцевої тканини верапамілом безпосередньо після РЧА, а потім 5-ФУ збільшила ефективність процедури. Об'єм рубцевої тканини зменшився після п'яти сеансів на 78,3 %. Крім цього суттєво зменшилися клінічні прояви надлишкового рубцювання. При ізольованому застосуванні РЧА виявлена статистично значуща позитивна зміна кольору рубців. Треба зауважити, що вказані зміни відбувалися значно швидше, ніж при інфільтрації рубців 5-ФУ та навіть проведенні потрійної терапії.

Радіочастотне зменшення об'єму тканин з моніторингом температури використовують в різних галузях хірургії, наприклад при лікуванні захворювань верхніх дихальних шляхів: обструктивне апное під час сну, хрипіння та хронічна назальна обструкція [12, 13]. Опромінення дуже низької потужності викликає контрольовану денатурацію протеїнів або некроз м'якотканних структур. Відповідно до загальних законів загоювання ран вказані процеси призводять до формування рубців з ретракцією тканин. Остання зменшує об'єм тканин в зоні, де проведене лікування. З часом рубцева тканина частково резорбується, ще більше зменшуючи об'єм м'яких тканин [6]. Вважаємо, що посиленню ефекту сприяло пригнічення проліферації фібробластів 5-ФУ. В термін 6 місяців після терапії обстежено 17 рубців у 7 пацієнтів, яким виконана РЧА як самостійний метод лікування або в комбінації з хіміотерапією. Середній об'єм рубців у них зменшився з $(3260,5 \pm 2057,36) \text{ мм}^3$ до $(2110,6 \pm 1296,16) \text{ мм}^3$ на момент після п'ятого сеансу, $p = 0,0033$. У цих хворих не виявлено відновлення клінічних проявів рубців.

На відміну від попередніх досліджень була показана можливість і ефективність одномоментного проведення РЧА та ін'єкції цитостатика 5-ФУ, ефект якого може бути потенційований блокаторм кальцієвих каналів верапамілом. Цитостатик покликаний знизити вірогідність рецидиву гіпертрофії рубцевої тканини. Ми не отримали такого значного зменшення об'єму рубців, як у дослідженні А.Н. Weshay et al. [2], які комбінували абляцію з місцевим введенням глюкокортикоїдів, проте результати були стабільними, лікування не призводило до посилення гіперемії рубців і формування нових ТАЕ. Отриманий ефект задовольнив всіх пацієнтів. Дуже позитивним було те, що РЧА продемонструвала

After five RFA sessions, their volume decreased by an average of 65.3 %. The combination of RFA with topical 5-FU administration did not significantly increase the effectiveness of the intervention (65.7 % reduction in baseline volume). However, infiltration of scar tissue by verapamil immediately after RFA and then local 5-FU injection increased the efficiency of the procedure. Scar tissue volume decreased by 78.3 % after five sessions. Besides, the clinical manifestations of excessive scarring have significantly decreased. Independent application of RFA revealed a statistically significant positive change in the colour of the scars. It should be noted that these changes occurred much faster than in the case of 5-FU scar infiltration and even triple therapy.

Radiofrequency tissue volume reduction with temperature monitoring is used in different fields of surgery, for example, in management of the upper respiratory tract diseases: obstructive sleep apnoea, snoring and chronic nasal obstruction [12, 13]. Very low energy exposure causes control denaturation of the proteins or soft tissues structures necrosis. Accordingly to general laws of wounds healing mentioned processes lead to scarring with tissues retraction. The latter decreases a tissue volume in the treated area. Over time, scar tissue is partially resorbed, further reducing the volume of soft tissue [6]. We believe that the inhibition of the proliferation of the fibroblasts by 5-FU contributed to the enhancement of the effect. At six months after therapy, 17 scars were examined in 7 patients who had received RFA as a separate treatment or in combination with chemotherapy. The average scar volume decreased from $(3260.5 \pm 2057.36) \text{ mm}^3$ at the time after the fifth session to $(2110.6 \pm 1296.16) \text{ mm}^3$, $p = 0.0033$. In these patients, no recovery of the clinical manifestations of scars was detected.

In contrast to previous studies, the possibility and effectiveness of simultaneous use of RFA and injection of 5-FU cytostatic, which may be potentiated by the calcium channel blocker verapamil, have been demonstrated. Cytostatic is intended to reduce the likelihood of recurrence of scar tissue hypertrophy. We did not receive such a significant reduction in scar volume as in A.N. Weshay et al. [2], who combined ablation with topical administration of glucocorticoids. But the results were stable, treatment did not lead to increased scarring and formation of new TAE. The effect satisfied all patients. Very positive was that the RFA demonstrated to all 11

всім 11 пацієнтам з негативним досвідом попереднього лікування келоїдів можливість отримання гарного косметичного результату і покращила їх прихильність до подальшого лікування. Погоджуємося з думкою інших дослідників, що процедуру доречно використовувати як ініціальне лікування келоїдних рубців. Воно легко переноситься пацієнтом і недороге. Якщо келоїд повністю не зникне, він зменшиться у розмірі і це полегшить подальше лікування [1, 6].

ВИСНОВКИ

1. Після п'яти сеансів радіочастотної абляції об'єм рубців зменшувався в середньому на 65,3 %, тобто достовірно швидше, ніж при місцевому введенні 5-фторурацилу. Інфільтрація рубців верапамілом, а потім 5-фторурацилом одразу після абляції посилювала ефект, об'єм рубців зменшився на 78,3%.
2. Радіочастотна абляція продемонструвала швидше позбавлення від клінічної симптоматики, зумовленої рубцями, порівняно з місцевим введенням 5-фторурацилу, одночасне застосування абляції, верапамілу та цитостатика підсилювало ефект.
3. Після радіочастотної абляції зменшувалась гіперемія рубців, їх колір наближався до нормального. Посилення гіперемії при інфільтрації тканин після абляції верапамілом для потенціювання дії 5-фторурацилу можна пов'язати із сильною подразнювальною дією на тканини блокатора кальцієвих каналів.
4. В жодній із груп хворих не зареєстровано збільшення кількості телеангієктазій в рубцях внаслідок проведеного лікування.
5. Радіочастотну абляцію надлишкової рубцевої тканини доцільно використовувати як ініціальний метод лікування келоїдних і гіпертрофічних рубців оскільки вона легко переноситься, недорога і ефективно зменшує об'єм рубця, тим самим демонструючи пацієнту можливість досягнення позитивного результату. Для посилення ефекту її доцільно доповнювати місцевим введенням блокаторів кальцієвих каналів та 5-фторурацилу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Effectiveness of radio-frequency ablation in the treatment of keloids and hypertrophic scar- a short duration interventional study / S. N. Agrawal, S. S. Pawar, V. V. Saoji, B. J. Telhure. *J. Evid. Based Med. Healthc.* 2017. Vol. 4, Iss. 94. P. 5887–5889. DOI: 10.18410/jebmh/2017/1186.
2. Combination of radiofrequency and intralesional steroids in the treatment of keloids: a pilot study / A. H. Weshay, R. M. Abdel Hay, K. Sayed et al. *Dermatol. Surg.* 2015. Vol. 41, no. 6. P. 731–735. DOI: 10.1097/DSS.0000000000000360.

patients with negative keloid pre-treatment experience the ability to obtain good cosmetic results and improved their compliance with further treatment. We agree with the opinion of other researchers that the procedure should be used as an initial treatment for keloid scars. It is easily tolerated by the patient and is not expensive. If the keloid does not disappear completely, it will decrease in size thus facilitating further treatment [1, 6].

CONCLUSIONS

1. After five radiofrequency ablation sessions, scar volume decreased by an average of 65.3 %, ie significantly faster than with 5-fluorouracil topical administration. The infiltration of scars by verapamil and then 5-fluorouracil exacerbated the effect immediately after ablation, reducing the volume of scars by 78.3 %.
2. Radiofrequency ablation showed faster elimination of clinical symptoms due to scarring compared to topical administration of 5-fluorouracil, while the use of ablation, verapamil and cytostatics strengthened the effect.
3. After radiofrequency ablation, hyperaemia of the scars decreased, their colour came back to normal, the hyperaemia increased in tissue infiltration with verapamil after ablation to potentiate the effect of 5-fluorouracil can be associated with a strong irritant effect of the calcium blocker on the tissues.
4. In none of the groups of patients was an increase in the number of telangiectasias in the scars as a result of the treatment performed.
5. It is advisable to use radiofrequency ablation of excess scar tissue as an initial treatment for keloid and hypertrophic scarring as it is easily tolerated, not expensive, and effectively reduces scar volume, thereby demonstrating to the patient the ability to achieve positive results. To enhance the effect, it is advisable to supplement with local administration of calcium channel blockers and 5-fluorouracil.

REFERENCES

1. Agrawal SN, Pawar SS, Saoji W, Telhure BJ. Effectiveness of radio-frequency ablation in the treatment of keloids and hypertrophic scar- a short duration interventional study. *J Evid Based Med Healthc.* 2017;4(94):5887-9. DOI: 10.18410/jebmh/2017/1186.
2. Weshay AH, Abdel Hay RM, Sayed K, El Hawary MS, Nour-Edin F. Combination of radiofrequency and intralesional steroids in the treatment of keloids: a pilot study. *Dermatol Surg.* 2015;41(6): 731-5. DOI: 10.1097/DSS.0000000000000360.

3. Hypertrophic scarring and keloids: pathomechanisms and current and emerging treatment strategies / G. G. Gauglitz, H. C. Korting, T. Pavicic et al. *Mol. Med.* 2011. Vol. 17, no. 1–2. P. 113–125. DOI: 10.2119/molmed.2009.00153.
4. Cutaneous scarring: a clinical review / R. Baker, F. Urso-Baiarda, C. Linge, A. Grobbelaar. *Dermatol. Res. Pract.* 2009. Vol. 2009. P. 1–7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2009/625376>.
5. Treatment of hypertrophic scars and keloids with a radiofrequency device: A study of collagen effects / A. Meshkinpour, P. Ghasri, K. Pope et al. *Lasers Surg. Med.* 2005. Vol. 37, no. 5. P. 343–349. DOI: <https://doi.org/10.1002/lsm.20268>.
6. Radiofrequency tissue volume reduction for treatment of auricle keloids / K. Fruth, H. Gouveris, C. Kuelkens, W. J. Mann. *Laryngoscope.* 2011. Vol. 121, no. 6. P. 1233–1236. DOI: 10.1002/lary.21782.
7. Klockars T., Back L. J., Sinkkonen S. T. Radiofrequency ablation for treatment of auricular keloids: our experience in eleven patients. *Clin. Otolaryngol.* 2013. Vol. 38, no. 5. P. 381–385. DOI: 10.1111/coa.12169.
8. Swedlow J. R., Eliceiri K.W. Open source bioimage informatics for cell biology. *Trends Cell Biol.* 2009. Vol. 19, no. 11. P. 656–660. DOI: 10.1016/j.tcb.2009.08.007.
9. Schneider C. A., Rasband W. S., Eliceiri K. W. NIH image to imageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods.* 2012. Vol. 9. P. 671–675. DOI: 10.1038/nmeth.2089.
10. Assessing human skin color from uncalibrated images / J. Marguier, N. Bhatti, H. Baker, M. Harville, S. Susstrunk. *Int. J. Imaging, Systems and Technology.* 2007. Vol. 17, no. 3. P. 143–151. DOI: 10.1002/ima.20114.
11. Teplyi V., Grebchenko K. Evaluation of the scars' vascularization using computer processing of the digital images. *Skin Res. Technol.* 2018. Vol. 25, no. 2. P. 194–199. DOI: <https://doi.org/10.1111/srt.12634>.
12. Fischer Y., Gosepath J., Amedee R. Radiofrequency volumetric tissue reduction (RFVTR) of inferior turbinates: a new method in the treatment of chronic nasal obstruction. *Am. J. Rhinol.* 2000. Vol. 14, no. 6. P. 355–360.
13. [Practicability of a surgical multilevel therapy in patients with sleep apnea] / E. A. Stripf, M. Kuhnemund, O. Selivanova, W. J. Mann. *HNO.* 2007. Vol. 55, suppl 1. E. 1–6. DOI: 10.1007/s00106-006-1486-4. German.
3. Gauglitz GG, Korting HC, Pavicic T, Ruzicka T, Jeschke MG. Hypertrophic scarring and keloids: pathomechanisms and current and emerging treatment strategies. *Mol Med.* 2011;17(1-2):113-25. DOI: 10.2119/molmed.2009.00153.
4. Baker R., Urso-Baiarda F., Linge C., Grobbelaar A. Cutaneous scarring: a clinical review. *Dermatol Res Pract.* 2009;2009:1-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2009/625376>.
5. Meshkinpour A, Ghasri P, Pope K, Lyubovitsky JG, Risteli J, Krasieva TB, Kelly KM. Treatment of hypertrophic scars and keloids with a radiofrequency device: A study of collagen effects. *Lasers Surg Med.* 2005;37(5):343-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/lsm.20268>.
6. Fruth K, Gouveris H, Kuelkens C, Mann WJ. Radiofrequency tissue volume reduction for treatment of auricle keloids. *Laryngoscope.* 2011;121(6):1233-6. DOI: 10.1002/lary.21782.
7. Klockars T, Back LJ, Sinkkonen ST. Radiofrequency ablation for treatment of auricular keloids: our experience in eleven patients. *Clin Otolaryngol.* 2013;38(5):381-5. DOI: 10.1111/coa.12169.
8. Swedlow JR, Eliceiri KW. Open source bioimage informatics for cell biology. *Trends Cell Biol.* 2009;19(11):656-60. DOI: 10.1016/j.tcb.2009.08.007.
9. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH image to imageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods.* 2012;9:671-5. DOI: 10.1038/nmeth.2089.
10. Marguier J, Bhatti N, Baker H, Harville M, Susstrunk S. Assessing human skin color from uncalibrated images. *Int J Imaging, Systems and Technology.* 2007;17(3):143-51. DOI: 10.1002/ima.20114.
11. Teplyi V, Grebchenko K. Evaluation of the scars' vascularization using computer processing of the digital images. *Skin Res Technol.* 2018;25(2):194-9. DOI: <https://doi.org/10.1111/srt.12634>.
12. Fischer Y, Gosepath J, Amedee R. Radiofrequency volumetric tissue reduction (RFVTR) of inferior turbinates: a new method in the treatment of chronic nasal obstruction. *Am J Rhinol.* 2000;14(6):355-60.
13. Stripf EA, Kuhnemund M, Selivanova O, Mann WJ. [Practicability of a surgical multilevel therapy in patients with sleep apnea]. *HNO.* 2007;55(suppl 1):E1-6. DOI: 10.1007/s00106-006-1486-4. German.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Теплий Валерій Віталійович – доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургії № 2, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

Гребченко Катерина Миколаївна – аспірант кафедри хірургії № 2, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valerii V. Teplyi – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Surgery № 2, O. O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Kateryna M. Grebchenko – Postgraduate student of the Department of Surgery № 2, National Medical University named after O. O. Bogomolets, Kyiv, Ukraine

Стаття надійшла до редакції 25.04.2019

Received: 25.04.2019