

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Klinichna khirurgiia. 2019 September;86(9):50-53.
DOI: 10.26779/2522-1396.2019.09.50

Дослідження впливу фотостимуляції на загоювання післяопераційних ран в експерименті

Г. В. Терехов¹, О. М. Чухраєва², І. М. Савицька¹, М. В. Кости́лев¹, В. І. Малюта⁴,
О. А. Гейленко¹, М. В. Чухраєв³

¹Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України, м. Київ,

²Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика,

³ТОВ "Науково-методичний центр «МЕДІНТЕХ», м. Київ,

⁴ФК «Динамо-Київ»

Investigation of the impact of photostimulation and healing of postoperative wounds in experiment

G. V. Terehov¹, O. M. Chukhraeva², I. M. Savytska¹, M. V. Kostylev¹, V. I. Malyuta⁴,
O. A. Geilenko¹, M. V. Chukhraiev³

¹Shalimov National Institute of Surgery and Transplantology, Kyiv,

²Shupuk National Medical Academy of Postgraduate Education,

³Scientific-Methodical Centre «MEDINTEKH Ltd», Kyiv,

⁴FC «Dynamo-Kyiv»

Реферат

Мета. Розробка нової технології профілактики ускладнень та покращення загоювання післяопераційних ран під впливом стимуляції оптичним потоком червоного (635 нм) і синього (450 нм) діапазонів спектра.

Матеріали і методи. Дослідження проведені на 18 білих щурах, яким під загальним внутрішньочеревним наркозом виконували розтин шкіри черевної стінки та підшкірної клітковини, рану зшивали вузловими швами. Після цього у 9 тварин (контрольна група) більше не виконували ніяких маніпуляцій, а 9 іншим тваринам (експериментальна група), проводили фототерапію оптичним потоком червоного і синього діапазонів спектра. На 7, 14-ту та 21-шу добу проводили гістологічні дослідження ран черевної стінки.

Результати. Новоутворена рубцева тканина дозрівала швидше у тварин експериментальної групи з формуванням вузького нормотрофічного рубця. У тварин контрольної групи більш повільно дозрівав та формувався нерівномірний за товщиною й шириною гіпертрофічний рубець.

Висновки. Під впливом опромінення зони ран черевної стінки вони більш швидко та якісно загоювалися.

Ключові слова: фотостимуляція; загоювання ран; сполучнотканинний рубець; формування колагенових волокон.

Abstract

Objective. Elaboration of a new technology for prophylaxis of complications and improvement of the postoperative wounds healing under the influence of stimulation by optic part of light of red (635 nm) and blue (450 nm) diapasons of spectrum.

Materials and methods. The investigations were conducted on 18 white rats, in whom under general intraabdominal narcosis were performed the skin and subcutaneous cellular tissue incision, and the wound was closed with separate knots. After this in 9 laboratory animals (control group) no additional manipulations were performed, while in other 9 laboratory animals (experimental) phototherapy, using optic flow of spectrum. On the 7th, 14th and 21st days histological investigations of the abdominal wall wounds were conducted.

Results. A newly created cicatricial tissue have been matured more rapidly in laboratory animals of experimental group with formation of a narrow normotrophic cicatrix. In laboratory animals of a control group hypertrophic cicatrix was formed more slowly and was irregular in aspects of thickness and width.

Conclusion. Under the influence of irradiation of the abdominal wall wounds they have been healed more rapidly and qualitatively.

Keywords: photostimulation; healing of the wounds; the connective tissue cicatrix; formation of the collagen filaments.

У більшості країн світу частота захворювань і травм, для лікування яких необхідне виконання оперативного втручання, має тенденцію до зростання. У переважній більшості спостережень це стосується пацієнтів працездатного віку [1]. Незважаючи на здатність шкіри та підлеглих тканин до регенерації, їх повне відновлення після оперативних втру-

чань при застосуванні ряду лікувальних заходів і лікарських засобів часто залишається незадовільним, що обумовлено недостатньо повним структурним відновленням тканин (багато в чому пов'язаним з рубцюванням) і відповідно частковою або повною втратою їх спеціалізованої функції (забезпечення еластичності, чутливості, трофіки) [2].

Тому необхідний пошук ефективних терапевтичних засобів, що сприяють повній репаративній регенерації із заміною пошкодженої тканини тканиною аналогічної будови на відміну від неповної із заміщенням дефекту сполучною тканиною (рубцем).

Певні надії ми покладемо на досягнення більшої повноти регенерації тканин за рахунок впливу низькоінтенсивного (нетеплового) електромагнітного випромінювання видимого діапазону спектра [3, 4]. Однак, хоча отримано високу терапевтичну ефективність цього фактора в процесі лікування багатьох захворювань, механізми його дії поки вивчені недостатньо.

При травматичному або хірургічному ушкодженні тканин відбувається повне або часткове (у ряді спостережень неасептичне) ушкодження сполучнотканинних структур. Незворотність патологічних процесів, що перешкоджають відновленню структури і функції тканин і призводять до дистрофічно-атрофічних змін у них, у першу чергу пов'язана з формуванням після ушкодження сполучнотканинного рубця з надлишковою колагенізацією.

У ряді робіт показана роль електромагнітного випромінювання видимого спектра в стимуляції процесів мікроциркуляції, протизапальних процесів, внутрішньоклітинної і тканинної регенерації [2, 3, 5].

Незважаючи на досить тривале застосування електромагнітного випромінювання видимого спектра з лікувальною метою, в доступній літературі немає єдиної точки зору щодо його впливу на процеси регенерації тканин [3, 6, 7], а якісні морфологічні дослідження ніхто не проводив.

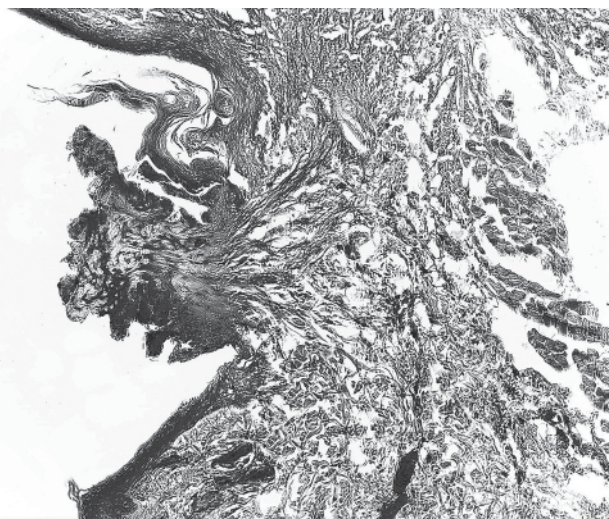
Мета дослідження: розробка нової технології профілактики ускладнень та покращення загоювання післяопераційних ран під впливом стимуляції оптичним потоком червоного (635 нм) і синього (450 нм) діапазонів спектра.

Матеріали і методи дослідження

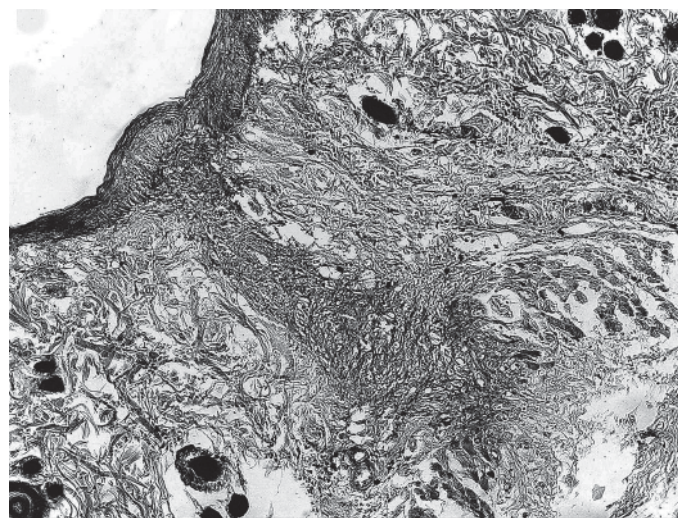
З метою розробки нової технології профілактики ускладнень та покращення загоювання післяопераційних ран на базі відділення експериментальної хірургії Національного інституту хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова проведені експериментальні дослідження впливу стимуляції оптичним потоком червоного (635 нм) і синього (450 нм) діапазонів спектра на процес загоювання ран на 18 білих щурах віком 6 міс та масою тіла в середньому ($265,5 \pm 20,2$) г. Робота з тваринами, а також методи їх знеболювання відповідали вимогам Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 15.12.2009 р. №1759–IV, розпорядженню Кабінету Міністрів України від 28 липня 2010 року № 1585 «Про затвердження переліку нормативно-правових актів з питань захисту тварин від жорстокого поводження» та «Науково-практичним рекомендаціям по утриманню лабораторних тварин і роботі з ними» ДФЦ МОЗ України (Протокол № 8 від 22.06.2012 р.).

Маніпуляції виконували під загальним внутрішньочеревним наркозом: 0,2 мл 5% розчину тіопенталу натрію та 0,4 мл 1% розчину пропофолу. В асептичних умовах

виконували розтин шкіри черевної стінки та підшкірної клітковини, потім рану зшивали П-подібними вузловими швами. Після цього у 9 тварин (контрольна група) більше не виконували ніяких маніпуляцій, а 9 іншим тваринам (експериментальна група) проводили фототерапію оптичним потоком червоного і синього спектрів випромінювання (середня щільність потужності оптичного потоку 5 мВт/см^2) з використанням апарата НІП-НТ, дотрацьованого для проведення досліджень. Процедури тривалістю 60 хв здійснювали щодня. На 7, 14-ту та 21-шу добу тварин виводили з експерименту введенням внутрішньочеревинно надлишку 5% тіопенталу натрію. Ділянки шкіри розмірами $1 \times 1,5 \text{ см}$ у зоні рубців видаляли, матеріал фіксували в 10% розчині нейтрального буферного формаліну, потім ущільнювали в парафіні за загальноприй-



*Рис. 1.
Мікрофото.
Зона шва у білого щура контрольної групи через 7 діб.
Ділянка з невідновленим епідермісом.
Забарвлення азур-2-еозином. $\times 100$.*



*Рис. 2.
Мікрофото.
Зона шва у білого щура експериментальної групи через 7 діб.
Вузкий рубець.
Забарвлення азур-2-еозином. $\times 100$.*

нятою схемою. Виготовляли зрізи товщиною 5 мкм, які забарвлювали гематоксилином та еозином, азур–2–еозином, пікрофуксином за Ван–Гізоном. Гістологічні препарати вивчали за допомогою світлооптичного мікроскопа Leica DM500, фотодокументування здійснювали фотокамерою Leica ICC50 HD. Морфометричні виміри ширини рубця, що утворився в зоні зшивання ран, проводили за допомогою програмного забезпечення аналізу зображень «Paradise», розробленого науково–виробничою компанією «Сва».

Результати

Через 7 днів після оперативного втручання у тварин контрольної групи епідерміс був на деяких ділянках відновлений, а на деяких – невідновлений (рис. 1). Відновлений епідерміс мав нерівномірну товщину. Під ним у зоні шва сформувалась грануляційна тканина, васкуляризована, інфільтрована переважно лімфоцитами з невеликою кількістю нейтрофільних гранулоцитів. Колагенові волокна цієї зони були тонкі, незрілі, виявляли метакроматичні властивості, розміщувались неупорядковано. В глибоких шарах помітні невеликі скупчення тканинних базофілів, деякі з них з ознаками дегрануляції. Ширина рубця (ділянки новоутвореної грануляційної тканини в зоні пошкодження) дорівнювала $(730,11 \pm 59,44)$ мкм.

На 7–му добу у тварин експериментальної групи епідерміс був відновлений повністю, дещо потовщений. У зоні шва сформований більш зрілою тканиною рубець мав значно меншу ширину (рис. 2). Проте колагенові волокна були теж тонкі, різного ступеня зрілості. Сам рубець був вузьким біля поверхні (під епітеліальною пластинкою) – $(207,88 \pm 19,54)$ мкм та більш широким у глибині на межі з гіподермою – $(357,59 \pm 35,33)$ мкм. У рубці та біля нього в навколишній тканині містилися поодинокі тканинні базофіли, рубець був слабо інфільтрований лімфоци-

тами переважно під епідермісом, нейтрофільних гранулоцитів майже не було. Васкуляризація рубця була менш виражена, ніж у тварин контрольної групи.

Через 14 днів у тварин контрольної групи епідерміс повністю відновився, рубець був зрілий, нерівномірний за шириною, сформований колагеновими волокнами та фібробластами, які біля поверхні та в глибоких шарах були орієнтовані переважно тангенціально, а в глибині рубцевої тканини розміщувались неупорядковано. Рубець здебільшого був слабо васкуляризований, у ньому щільність кровоносних судин була більшою в глибоких шарах на межі з гіподермою. Інфільтрація була або слабо виражена, або її практично не було, тканинні базофіли – поодинокі. Ширина рубця дорівнювала від $(861,22 \pm 91,15)$ до $(1312,61 \pm 143,51)$ мкм.

У тварин експериментальної групи на 14–ту добу відновлений епідерміс був без особливостей. У зоні шва сформувався зрілий рубець з більш тонкими колагеновими волокнами, ніж на інтактних ділянках, які розташовувались переважно тангенціально, а в глибоких шарах – майже перпендикулярно до поверхні шкіри. Рубець був тонкий – $(212,48 \pm 22,13)$ мкм, біля поверхні більш широкий – до 243 мкм, у глибині шириною до 149 мкм, не інфільтрований. У глибоких шарах тканини рубця та навколо містилися поодинокі тканинні базофіли без ознак дегрануляції.

Через 21 добу у тварин контрольної групи відновлений епідерміс був без особливостей. У зоні шва сформувався зрілий рубець на деяких ділянках шириною $(835,88 \pm 89,36)$ мкм, на інших – $(1116,26 \pm 98,69)$ мкм (рис. 3). В тканині рубця містились тканинні базофіли, які під епідермісом були розташовані дифузно, у глибоких шарах утворювали невеликі скупчення по 4–7 клітин переважно без ознак дегрануляції. Колагенові волокна були зрілі, більш тонкі, ніж на інтактних ділянках, розташовувались

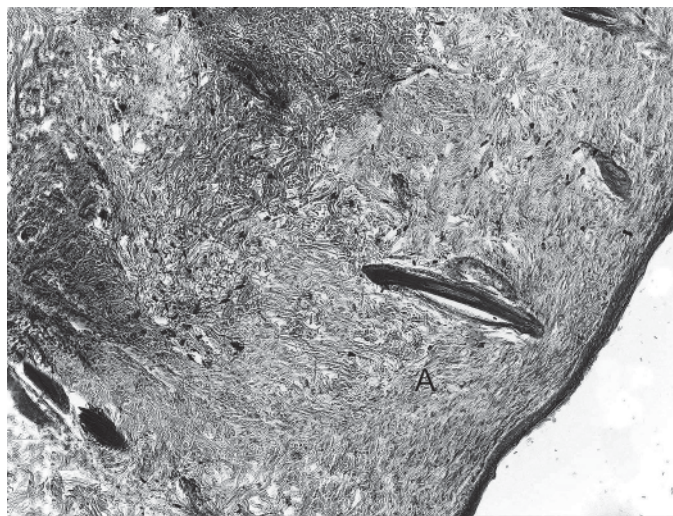


Рис. 3.
Мікрофото.
Зона рубця у білого щура контрольної групи через 21 добу.
Забарвлення азур–2–еозином. $\times 100$.

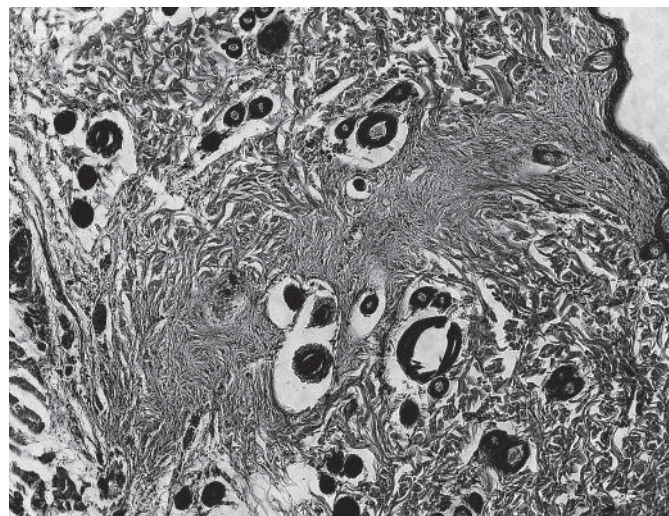


Рис. 4.
Мікрофото.
Зона рубця у білого щура експериментальної групи
через 21 добу.
Забарвлення азур–2–еозином. $\times 100$.

переважно паралельно поверхні шкіри. Інфільтрації не було, ознак запалення так само не було.

На 21-шу добу епідерміс у тварин експериментальної групи повністю відновлений, рубець щільний, вузький – ширина дорівнювала ($206,89 \pm 18,96$) мкм, колагенові волокна розташовані компактно, хаотично, проте ближче до поверхні переважно тангенціально (рис. 4). Тканина рубця слабо або помірно васкуляризована (щільність кровоносних судин під епідермісом більша, ніж у контролі). В тканині рубця містились поодинокі тканинні базофіли без ознак дегрануляції.

Таким чином, вивчення гістологічних препаратів на 7-му добу показало, що у тварин контрольної групи епідерміс над рановою поверхнею був на деяких ділянках невідновлений, у той час як у тварин експериментальної групи він відновився повністю. Грануляційна тканина, сформована в зоні шва, мала більший об'єм у тварин контрольної групи на всіх термінах спостереження, дозрівала менш повільно з утворенням більшої кількості колагенових волокон, ніж у тварин експериментальної групи. Частина колагенових волокон на 7-му добу у тварин обох груп залишалась незрілою, проте зрілі тонкі колагенові волокна в експериментальній групі формувались на 14-ту добу, а в контрольній групі – із запізненням, але збільшувалась їх товщина. Ознаки запалення в зоні рубця у тварин контрольної групи реєстрували на 7-му добу, потім вони поступово зникали. У тварин експериментальної групи ознаки запалення не були виражені вже на 7-му добу, і в подальші терміни їх не було. На 7-му добу васкуляризація зони шва в контрольній групі була більша, ніж в експериментальній, та значно зменшувалась в подальшому. На 21-шу добу в зоні рубця залишались лише поодинокі кровоносні судини. Щільність кровоносних судин в експериментальній групі з 14-ї до 21-ї доби майже не змінювалась.

Новоутворена рубцева тканина дозрівала швидше у тварин експериментальної групи з формуванням вузького нормотрофічного рубця, який уже на 7-му добу був у середньому в 2,7 разу тонший від рубця у тварин контрольної групи, на 14-ту добу ця різниця збільшувалась до 4,5 разу і мало змінювалась до 21-ї доби – 4,2 разу. Тобто у тварин контрольної групи формувалась нерівномірний за товщиною і шириною переважно гіпертрофічний рубець.

Висновки

Під впливом опромінення зони ран черевної стінки більш швидко та якісно загоювались рани у тварин експериментальної групи з формуванням тонкого нормотрофічного рубця.

Підтвердження

Фінансування. Дослідження є фрагментом пошукової роботи. Фінансування за рахунок держбюджету.

Вклад авторів. Терехов Г. В. – планування експериментальних досліджень, виконання хірургічних втручань; Чухраєва О. М. – опрацювання матеріалів, аналіз отрима-

них даних; Савицька І. М. – опрацювання матеріалів, написання тексту; Костиленко М. В. – постановка завдання на проведення експерименту, аналіз отриманих даних, редагування статті; Малюта В. І. – аналіз даних, редагування статті; Гейленко О. А. – обробка гістологічного матеріалу; Чухраєв М. В. – концепція і дизайн дослідження, обґрунтування технічного виконання.

Конфлікт інтересів. Автори, які взяли участь в цьому дослідженні, заявили, що у них немає конфлікту інтересів щодо цього рукопису.

Згода на публікацію. Всі автори прочитали і схвалили остаточний варіант рукопису. Всі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

References

1. Chukhraev NV, Korobov AM, Posohov NF, Gorbunov OV. O deystvii nizkointensivnogo elektromagnitnogo izlucheniya vidimogo diapazona spektra i magnitnogo polya na vosstanovlenie povrezhdennykh perifericheskikh nervov eksperimentalnykh zhivotnykh. In: Materialy XXX-III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. Primenenie lazerov v medicine i biologii. Kyiv; 2014. p. 41–2. [In Ukrainian].
2. Posohov NF, Chukhraev NV, Gorbunov OV, Korobov AM, Mihaylov AI. Rezultaty eksperimentalno-morfologicheskogo issledovaniya regeneracii perifericheskogo nerva pod vliyaniem krasnogo izlucheniya svetodiiodov i impulsnogo magnitnogo polja. Fotobiologiya ta fotomedicina. 2014;12(3–4):71–8. [In Ukrainian].
3. Samosyuk IZ, Malyuta IV, Chukhraev NV. Medicinskaya i psihologicheskaya reabilitaciya postinsulnykh bolnyh. Radom: Radomska Szkoła Wyższa w Radomiu; 2018. 527 p. doi: 10.5281/zenodo.1169332.
4. Samosyuk IZ, Malyuta VI, Chukhraev NV, Shmorgun AA. Primenenie ultrazvukovoy i magnitolazernoy terapii v klinicheskoy i sportivnoy medicine. Kyiv; 2019. 376 p. [In Ukrainian].
5. Chukhraeva EN, Terehov GV, Unichenko AV, Gunko MA, Tereshhenko AP. Apparatsnye metody v kosmetologii. Kniga 1. Programmy uhoda za licom s elementami kosmetologicheskoy psihologii. Radom, Kyiv: Radomska Szkoła Wyższa w Radomiu; 2018. 138 p. doi: 10.5281/zenodo.1157482. [In Ukrainian].
6. Chukhraev N, Zukow W, Samosiuk N, Danilova O. The role of psychological correction in discogenic disorders treatment. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(11):262–70. doi: 10.5281/zenodo.166569.
7. Chukhraev N, Vladimirov A, Zukow W, editors. Singlet-oxygen therapy. Medinteh Radom: Kyiv; 2018. 124 p. doi: 10.5281/zenodo.1161333. [In Ukrainian].

Надійшла 18.07.2019