

ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-264-7-18>

ANALYSIS OF POSSIBLE OPTIONS FOR INFLUENCING THE HEALING PROCESS OF INFECTED WOUNDS IN ORDER TO ACCELERATE IT

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС ЗАГОЄННЯ ІНФІКОВАНИХ РАН З МЕТОЮ ЙОГО ПРИСКОРЕННЯ

Mospan D. V. Моспан Д. В.

Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor at Department of Computer Engineering and Electronics Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Volovyk A. Yu. Воловик А. Ю.

Master at Department of Computer Engineering and Electronics, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University магістр кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Lychmanenko V. V. Личманенко В. В.

Master at Department of Computer Engineering and Electronics, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University Kremenchuk, Poltava region, Ukraine магістр кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського м. Кременчук, Полтавська область, Україна

Проблема оброблення інфікованих ран, і перш за все, безпосередньо самої ранової інфекції, перебуває у перших ланках захворювань, які разом з онкологією та захворюваннями серцево-судинної системи

класифікуються Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) в якості першочергових медичних проблем міжнародної важливості. А у сучасних реаліях нашої країни це питання є дуже актуальним.

За даними [1] середньорічні економічні збитки внаслідок приєднання внутрішньолікарняної інфекції (ВЛІ) до основного захворювання за 2020 р. у Великій Британії склали 1,07 млрд. фунтів стерлінгів і 2,4 млрд. доларів у США. Зокрема хірургічні ранові інфекції (ХРІ) збільшують тривалість госпіталізації від 6 до 38 днів залежно від збудника «додаткової інфекції». В Україні додаткові витрати на лікування післяопераційних ускладнень у зв'язку з приєднанням ВЛІ до основного захворювання хірургічних пацієнтів не підраховуються, тому масштаби економічних збитків, завданих державі невідомі. За даними ВООЗ, в Європейському регіоні за останні 25 років ВЛІ було виявлено від 1,7% до 44,8% пацієнтів. Вибірковими дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що саме ці інфекції є найбільш частими ускладненнями оперативного лікування у післяопераційний період, які діагностують від 17 до 35% випадків прооперованих хворих. Частота розвитку хірургічних ранових інфекцій залежить від типу та характеру оперативного втручання: при чистих ранах – (1,5–6,9)%, умовно чистих – (7,8–11,7)%, контамінованих – (12,9–17)%, «брудних» – (10–40)%.

Вибірковими дослідженнями [1] встановлено, що у хірургічних стаціонарах України ХРІ у пацієнтів у післяопераційний період виявляються у середньому від 13,4 до 38,8%, що корелює з показниками інших країн.

Наведені дані підтверджують актуальність та перспективність напрямку досліджень, обраного у даній роботі.

На поточний час відомі багато різних методів оброблення інфікованих ран, але жоден з них повною мірою не задовольняє сучасним медичним вимогам. Зокрема, традиційні способи, пов'язані із застосуванням антибіотиків та антисептиків, а також імунотерапії, не зважаючи на наявність значної кількості нових медикаментів, в цілому виявляються малоєфективними, і до того ж супроводжуються побічними діями. Тому на сьогоднішній день актуальною сталою тенденцією є застосування для оброблення фізичних методів, включаючи і їх поєднання як між собою, так і з традиційними способами, що врешті респіт призводить до компенсації недоліків одних методів за рахунок переваг інших, з одержанням у цілому додаткових синергетичних ефектів.

За визначенням [2], лікування світлом (фототерапія) – це застосування з метою лікування та профілактики електромагнітних коливань оптичного діапазону (світла), які містять інфрачервоне (ІЧ),

видиме та ультрафіолетове (УФ) випромінювання. окреме місце у фототерапії займає лазеротерапія.

У [2] відзначається, що ІЧ-лікування застосовує випромінювання з довжиною хвилі 3–4 мкм, яке має незначну енергію, викликає лише тепловий ефект. Глибина проникнення ІЧ-випромінювання складає 2–3 см. При поглинанні ІЧ-променів спостерігається підсилення коливних та обертальних рухів молекул і атомів, броунівського руху, електролітичної дисоціації та руху іонів, прискорений рух електронів по орбітах. Під дією тепла збільшується обмін, підвищується фагоцитарна активність лейкоцитів, виявляється транквілізуюча та вгамовуюча біль дія, що разом з підсиленням кровотоку сприяє зворотному розвитку запалювальних процесів.

За даними [2] показання для застосування УФ-променів є наступними: пневмонії, бронхіти, бронхіальна астма, ревматоїдний артрит, рожисте запалення шкіри, неврити і радикуліти, інфіковані рани, опіки та ін., а також застосування з метою закалювання та профілактики рахіту.

Виходячи з сучасного стану нашої держави, під час проведення огляду джерел щодо застосування фототерапії увага була зосереджена на лікуванні вогнепальних ран та опіків.

У [3] приведений аналіз застосування фізичних методів при лікуванні опіків шкіри. Зокрема відзначається, що відомим є спосіб лікування опікових ран дією світла від джерела УФ-випромінювання, яке попередньо пройшло через полімерну плівку, розміщену на відстані 15–20 см від ранової поверхні. Даний метод має бактерицидний ефект, сприяє стимулюванню репаративних процесів і прискоренню епітелізації, що, за думкою авторів, призводить до скорочення термінів госпіталізації.

Однак, вогнепальні рани мають свої особливості: наявність ранового каналу нерівномірного діаметра з можливими девіаціями і додатковими рановими ходами, різні форми та нерівні краї вхідного та вихідного отворів при наскрізних вогнепальних пораненнях, наявність прихованих порожнин та нерівна ранова поверхня, що створює певні труднощі при обробці рани розчином фотосенсибілізатора та опроміненні ран. Саме тому у [4] були вжиті заходи щодо адаптації методики ФДТ до вогнепальних ран м'яких тканин і одержані наступні результати.

Для аналізу ефективності застосування ФДТ виконувалось порівняння основних показників ранового процесу між схожими за обсягом, кількістю та локалізацією ранами основної групи, яким застосовувалися ФДТ ($n = 52$) та групи порівняння ($n = 32$), яким

застосовувалося лікування з комплексними водорозчинними мазями. Результати аналізу представлені в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Аналіз ефективності застосування ФДТ

Показник	I група (контрольна) (n = 32)	II група (основна) (n = 52)	Величина p
Термін регресії локального набряку, діб	6,2 ± 0,5	3,7 ± 0,4	< 0,001 ¹
Термін очищення рани, діб	7,3 ± 0,8	4,7 ± 0,6	< 0,001 ¹
Термін початку грануляції, діб	7,8 ± 0,6	4,6 ± 0,5	< 0,001 ¹
Кількість перев'язок до закриття рани	17,2 ± 3,1	5,6 ± 1,2	< 0,001 ¹
Термін регресії больового синдрому (до ВАШ менше 3 балів), діб	5,4 ± 1,4	3,8 ± 0,9	< 0,001 ¹
Термін нормалізації температури тіла, діб	6,1 ± 1,5	3,3 ± 1,2	< 0,001 ¹
Кількість ПоХО (абс., %)	21 (65,6%)	8 (15,4%)	< 0,002 ²

Примітка. ¹ Величина p по t-критерію. ² Величина p по критерію χ^2

Тобто за всіма показниками спостерігалось поліпшення лікування ранового процесу при застосуванні ФДТ.

Виразними ефектами при застосуванні ФДТ були ефективна та швидка інактивація патогенної ранової мікрофлори, стимуляція росту грануляцій, що потім дозволило раніше здійснити закриття ран (накладання первинно-від-кладених та ранніх вторинних швів) після хірургічних обробок порівняно до контрольної групи.

Крім того, після зняття швів ушитої при первинній хірургічній обробці (ПХО) вогнепальної рани, ретельної обробки антисептиками, застосування одного сеансу ФДТ дозволяло швидко, вже на наступну добу ліквідувати запальні явища у рані.

За наявності у рані сильного забруднення з ознаками мікробного запалення ран ефективним виявився метод ФДТ, удосконалений завдяки застосуванню двох шляхів введення фотосенсибілізатора: інфільтрацією тканини навколо рани та апплікацією безпосередньо на ранову поверхню шляхом рихлої тампонади тампоном, просякнутим розчином фотосенсибілізатора.

Порівняно до традиційного лікування, застосування ФДТ сприяло поліпшенню всіх показників протікання ранового процесу (терміну

регресу локального набряку, очищення рани, кількості перев'язок, регресу больового синдрому, нормалізації температури тіла).

Іншим альтернативним методом є ультразвукове оброблення ран. На поточний час застосовують два способи ультразвукового (УЗ) оброблення ран [2]: «ультразвуковим ножем» та озвучуванням гнійних ран (ультразвукова кавітація), порожнина яких заповнюється антибактеріальним розчином.

Метод «ультразвукового ножа» базується на значній біологічній потенції ультразвукових коливань, яким притаманна антимікробна та протизапальна дія. Однак експерименти доводять [2], що застосування УЗ-методів без антисептиків та антибіотиків не в змозі запобігти розвитку запального процесу. Останніми роками просторо застосовують ультразвукову кавітацію (УЗК).

В основу методу ультразвукового оброблення біологічних тканин покладені наступні положення:

- метод має базуватися на комплексній дії лікарських препаратів і енергії ультразвукового поля;
- лікарську речовину слід застосовувати у розчині рідини;
- введення ультразвукових коливань у зону оброблення слід здійснювати через шар розчину лікарської речовини.

Сутність методу полягає у введенні до порожнини гнійної рани розчину антибіотика або антисептика, який піддається дії ультразвукових коливань від джерела ультразвуку за допомогою хвилеводів з діаметром по-верхні випромінювання від 4 до 8 мм. Тривалість оброблення залежить від розмірів рани і коливається від 3 до 10 хв. В процесі оброблення поверхня випромінювання хвилеводу (торець) проходить по всій поверхні рани, не торкаючись її тканин. Відзначається [2] придушення росту мікрофлори, створення високої концентрації лікарських речовин у рані та оточуючих її біологічних тканинах, більш швидке очищення ран і розвиток грануляцій, скорочення термінів лікування.

Під дією ультразвуку у рідині виникає низка ефектів – звуковий та радіаційний тиск, акустичні потоки, кавітація та інші явища, які сприяють утворенню складного комплексу фізико-хімічних та біологічних процесів. Вони забезпечують інтенсивне очищення ран з емульгуванням того, що відділятиметься від рани, введення лікарських речовин у тканини на глибину 2,5–3 см (шкіра, м'язи), до 2–3 см (кісткова тканина), придушення здатності мікробних клітин до розмноження і прискорення репаративних процесів [5].

Як відзначалося раніше, останніми десятиріччями почали активно розвиватися методи на основі дії фізичних факторів, зокрема некогерентного світла (С), лазера (Л), ультразвуку (УЗ), електромагнітного поля (ЕМП) та газової речовини. Матеріали численних досліджень з цих питань доводять, що означені методи суттєво переважають традиційні за ефективність, але мають основний недолік – неселективність дії, оскільки вона не цілеспрямована на головну проблему оброблення – ранову інфекцію.

Тому стійкою тенденцією медичної практики сьогодення стає поєднання фізичних та традиційних методів, при якому переваги одних компенсують недоліки інших, з одержанням в цілому адитивних і синергетичних ефектів.

Література:

1. Салманов А. Хірургічні ранові інфекції: проблема та шляхи її вирішення. *Гігієна лікарні. Вісник Департаменту державного санітарно-епідеміологічного нагляду МОЗ України*. 2016. С. 18–23.
2. Сафроненко В. А., Гасанов М. З. Физиотерапия и физио-профилактика: учебно-методическое пособие / ГБОУ ВПО РостГМУ, каф. внутренних болезней с основами общей физиотерапии № 1. Ростов н/Д: Изд-во РостГМУ, 2015. 276 с.
3. Подойницына М. Г., Цепелев В. Л., Степанов А. В. Применение физических методов при лечении ожогов кожи. *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5.
4. Михайлузов Р. Н., Велигоцкий А. Н., Свириденко Л. Ю., Негодуйко В. В., Ромаев С. Н. Фотодинамічна терапія вогнепальних ран м'яких тканин. *Фотобіологія та фотомедицина*. 2019. № 28. С. 31–38.
5. Муньос Сэпэда П.А. и др. Ультразвуковая кавитация в лечении гнойных ран, протекающих на фоне ювенильного сахарного диабета и массивной иммуносупрессивной терапии. Клиническое наблюдение. *Раны и раневые инфекции*. 2018. № 5. С. 28–33.