

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СУЧАСНИХ ПОЛІМЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗАГОЄННЯ РІЗАНИХ РАН М'ЯКИХ ТКАНИН, УСКЛАДНЕНИХ *ESCHERICHIA COLI*

О.Я. Попадюк, Р.В. Куцьок, В.М. Костюк, М.М. Волошин

Івано-Франківський національний медичний університет

Ключові слова:
полімерна плівка,
нагноєння, рани,
лікування.

Клінічна та
експериментальна
патологія Т.18, №4
(70). С.60-66.

DOI:10.24061/1727-
4338.XVIII.4.70.2019.292

E-mail:
poradyukoleg
@ukr.net

Складне становище в лікуванні гнійних ран пов'язане з поширеністю гнійно-запальних процесів м'яких тканин різної етіології є складною проблемою сучасної хірургії.

Мета роботи - вивчити вплив біодеградуєчої полімерної основи "біодеп", насиченої наноксидом цинку та гідратованим фуллереном C₆₀ на загоєння гнійних ран м'яких тканин, зумовлених *E.Coli*.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в умовах віварію Івано-Франківського національного медичного університету з дотриманням усіх вимог та правил використання експериментних тварин на морських свинках виду "Мурчаки". Моделювали неускладнені та ускладнені *E.Coli* різані рани шкірних покривів та на 3,7,14 та 21 доби вимірювали площу ран, мікробіологічну картину раневого вмісту та проводили патоморфологічний аналіз тканин ран при застосуванні полімерних плівок та без них. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою ліцензійних пакетів статистичного аналізу Microsoft Excel.

Результати. Отримані дані продемонстрували, що зменшення площі ран у тварин групи, де застосовували розроблену полімерну плівку, було значно інтенсивнішим, повне закриття раневого дефекту відбувалось практично на 21-шу добу. Рівень бактеріального забруднення був критично низьким: $6,2 \pm 2,5 \cdot 10^5$ вже на 3-тю добу, що вказувало на високу ефективність запропонованої плівки. Патоморфологічно відзначено менш виражений запальний процес у ранах тварин, де застосовували плівку з фуллереном C₆₀, та краща регенерація тканин.

Висновки. Розроблена полімерна плівка є еластичною, має високу протимікробну активність, покращує перебіг раневого процесу, зменшує запальний процес та відповідає основним вимогам щодо сучасних полімерних раневих покриттів.

Ключевые слова:
полимерная
пленка,
нагноения, раны,
лечение.

Клиническая и
экспериментальная
патология Т.18, №4
(70). С.60-66.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЗАЖИВЛЕНИЕ РЕЗАНЫХ РАН МЯГКИХ ТКАНЕЙ, ОСЛОЖНЕННЫХ *ESCHERICHIA COLI*

О.Я. Попадюк, Р.В. Куцьок, В.М. Костюк, М.М. Волошин

Сложное положение в лечении гнойных ран связано с распространенностью гнойно-воспалительных процессов мягких тканей различной этиологии является сложной проблемой современной хирургии.

Цель работы - изучить влияние биоразлагаемой полимерной основы "биодеп", насыщенной наноксидом цинка и гидратированным фуллереном C₆₀ на заживление гнойных ран мягких тканей, обусловленных *E.Coli*.

Материалы и методы. Исследования проводились на морских свинках в условиях вивария Ивано-Франковского национального медицинского университета с соблюдением всех требований и правил использования экспериментальных животных. Моделировались неосложненные и осложненные *E.Coli* резаные раны кожных покровов и на 3,7,14 и 21 сутки измеряли площадь ран, микробиологическую картину раневого содержимого и проводили патоморфологический анализ тканей ран при применении полимерных пленок и без них. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью лицензионных пакетов статистического анализа Microsoft Excel.

Результаты. Полученные данные показали, что уменьшение площади ран у животных группы, где применялась разработанная полимерная пленка, была значительно интенсивнее, полное закрытие раневого дефекта происходило практически на 21-й день. Уровень бактериального загрязнения был критически низкий: $6,2 \pm 2,5 \cdot 10^5$ уже на 3-и сутки, что указывало на высокую эффективность предложенной пленки. Патоморфологически было отмечено менее выраженный воспалительный процесс в ранах животных этой группы, где применялась пленка с фуллереном C₆₀, и лучшая регенерация тканей.

Выводы. Разработана полимерная пленка является эластичной, обладает высокой противомикробной активностью, улучшает протекание раневого процесса, уменьшает воспалительный процесс и отвечает основным требованиям современных полимерных раневых покрытий.

Key words:

polymer film, suppuration, wounds, treatment.

Clinical and experimental pathology. Vol.18, №4 (70). P.60-66.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF MODERN POLYMER TECHNOLOGIES ON THE HEALING OF CUT WOUNDS OF SOFT TISSUES COMPLICATED BY ESCHERICHIA COLI

O.Ya. Popadyuk, R.V. Kuzyk, V.M. Kostjuk, M.M. Voloshyn

Difficulty in the treatment of purulent wounds associated with the prevalence of purulent-inflammatory processes of soft tissues of different etiology is a complex problem of modern surgery.

Objective - to study the effect of biodegradable polymer base "biodep" saturated with zinc nanoxide and hydrated fullerene C60 on healing of purulent wounds of soft tissues caused by E.Coli.

Material and methods. The studies were conducted under the conditions of Vivarium of the Ivano-Frankivsk National Medical University, in compliance with all requirements and rules for the use of experimental animals on guinea pigs. Uncomplicated and complicated E.Coli cut wounds of the skin were modeled the area of the wounds, microbiological picture of the wound content were measured on 3,7,14 and 21 days and pathomorphological analysis of wound tissues with and without polymer films was performed. Statistical processing of the results was carried out using licensed statistical analysis packages Microsoft Excel.

Results. The data obtained showed that the reduction of the wound area of the animals in the group where the developed polymer film was applied was much more intense, complete closure of the wound defect occurred at almost 21 day. The level of bacterial contamination was critically low $6.2 \pm 2.5 \cdot 10^5$ practically on the 3rd day, which indicated the high efficiency of the proposed film. Pathomorphologically, a less pronounced inflammatory process was observed in the wounds of animals using a C60 fullerene film and better tissue regeneration.

Conclusions. The developed polymer film is elastic, has high antimicrobial activity, improves the course of the wound process, reduces the inflammatory process and is up to the basic requirements for modern polymer wound coatings.

Вступ

Гострою проблемою хірургії, на сьогодні, є складне становище в лікуванні гнійних ран, що, без сумніву, пов'язане з поширеністю гнійно-запальних процесів м'яких тканин різної етіології, відсутністю універсального єдиного ефективного методу лікування, високою смертністю та значними матеріальними витратами на лікування [1].

За даними вітчизняної та зарубіжної літератури, пацієнти хірургічного профілю з гнійно-запальними захворюваннями становлять 35-45%, післяопераційні гнійні ускладнення виникають у 24-30% випадків [2], водночас американські автори стверджують, що частка інфекцій хірургічних ран становить 15% від загальної кількості нозокоміальних інфекцій серед хірургічних пацієнтів з нозокоміальними інфекціями і є найбільшою групою [3].

Зокрема, результати аналізу лікування 1051 поранених і травмованих учасників антитерористичної операції, які перебували у Військово-медичному клінічному центрі Західного регіону, показали, що висококінетичні поранення, отримані кулями з великою швидкістю лету, характеризувались утворенням дефекту м'яких тканин, а за ушкодження кісток - множинними уламковими переломами з дефектом кісткової тканини. Поранення уламками мін, гранат чи реактивних боєп-

рипасів були множинними, різної глибини та площі ранової поверхні. Особливо тяжкий перебіг ранової хвороби був у пацієнтів з порожнинними уламковими пораненнями й ушкодженням внутрішніх органів. У всіх цих пацієнтів виникли ранні ускладнення ранової хвороби. Найчастіше - рецидивні кровотечі та неспроможність швів порожнистих органів, що потребувало повторних операційних втручань [4].

За останні десятиліття летальність при перфораціях порожнистих органів, незважаючи на сучасні досягнення антибіотикотерапії, реаніматології, лікування перитоніту та сепсису, істотно не знижується і досягає 20% [5].

При ранах та нагноєння E.Coli може траплятися у 28,7 % , що на ряду з іншими бактеріями є вагомим значенням, наприклад, золотистий стафілокок (71,2 %) [6].

Ще однією проблемою, що може викликати гнійно-запальні захворювання та розвиток злукових процесів, зокрема, в абдомінальній хірургії, є порушення біологічної та фізичної герметичності швів, що призводить до проникнення мікрофлори крізь накладені шви, інфікування черевної порожнини та розвитку перитоніту, а питання профілактики неспроможності швів шлунково-кишкового тракту та розробка нових методів їх накладання є одними з найскладніших в абдомі-

нальній хірургії [7].

Ускладнення, пов'язані з формуванням анастомозів, такі як їх неспроможність, кровотеча, стриктура, є потенційно небезпечними для життя, їх виникнення пов'язане зі збільшенням тривалості лікування і підвищенням летальності. Неспроможність анастомозів спостерігається у 1,5-3% випадків при операціях на шлунку та 12 палій кишці, у 2,8%-8,7% - на тонкій та 4-32% - на товстій кишці. Тому дотримання принципів безпечного технічного виконання анастомозу є однією з найважливіших задач для абдомінального хірурга [8, 9].

Сучасна медицина в лікуванні ран використовує широкий арсенал антимікробних засобів, який охоплює системні антибіотики, місцеві антисептичні препарати, представлені в різних лікарських формах [10].

Відомо, що більш ефективними антисептиками є поверхнево-активні речовини, які мають широкий спектр мікробіцидної дії. Основна група антисептиків, яку використовують сьогодні в хірургії з метою санації гнійних ран, представлена розчинами. Однак доведено, що дія антисептика на мікробну флору обмежена періодом безпосереднього його контакту до моменту висихання пов'язки [11].

На сьогодні задіяні різноманітні способи лікування гнійно-запальних захворювань м'яких тканин [12].

Спосіб лікування ран під пов'язкою залишається основним завдяки простоті його застосування, доступності та економічній вигоді [13].

У зв'язку з цим зберігається потреба в розробці нових комбінацій з антисептиками, іммобілізованими на основі, яка здатна тривало вивільняти в рану активні компоненти, що подовжує їх ранозагоювальну активність і скорочує частоту зміни пов'язок.

Тому, для покращення лікування гнійних ран, нами розроблена нановмісна біодеградуюча полімерна основа (Біодеградуюча полімерна основа "біодеп", патент на корисну модель UA 112145. 2016. Бюл. № 23), яка додатково насичена нанорозмірним оксидом цинку (30 нм) та гідратованим фулереном C_{60} , є еластичною та має здатність біодеградувати з поступовим виділенням діючих речовин.

Мета роботи

Дослідити вплив біодеградуючої полімерної основи "біодеп", насиченої наноксидом цинку та гідратованим фулереном C_{60} , на загоєння гнійних ран м'яких тканин, зумовлених *E.Coli*.

Матеріал і методи дослідження

Дослідження загоєння вторинним натягом різаних ран шкірних покривів проводились в умовах віварію Івано-Франківського національного медичного університету згідно з "Правилами виконання робіт з використанням експериментних тварин", затвердженими наказом МОЗ України і Законом України "Про захист тварин від жорстокого поводження" (№1759-VI від 15.12.2009 р.) та правилами Європейської конвенції про захист хребетних тварин (European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. - Council of Europe. - Strasburg,

1986), дослідження проводились на дорослих особинах морських свинок виду "Мурчаки".

Моделювані різані неускладнені рани інфікувались *E.Coli* - концентрація $2,0 \cdot 10^6$ КОЕ/мл, шляхом розташування у дні рани серветки, просякнутої розчином зі збудником.

Через 3 доби рана нагноювалась, серветки видаляли та хірургічним способом очищували рану від гнійного вмісту, вимірювали площу утворених раневих поверхонь та залежно від груп тварин накладали плівки у процесі лікування або вели раневий процес без них. Терміни спостереження становили 3,7,14 та 21 доби, у які проводили вимірювання площ ран, мікробіологічну картину раневого вмісту та брали зразки тканин для патоморфологічного аналізу.

Розподіл тварин на групи був таким: група I (10 тварин) - рани велись без застосування плівок; група II (10 тварин) - застосовували покривельний матеріал для ран Curasorb Zn; група III (10 тварин) - застосовували біодеградуючу полімерну плівку з фулереном C_{60} та наноксидом цинку ($nZnO$ - розміром частинок 30 nm); група IV (5 тварин) - інтактна група.

Морфологічні дослідження проводили на базі кафедри патологічної анатомії Івано-Франківського національного медичного університету, де препарати забарвлювали за класичною методикою гематоксиліном та еозином, а мікробіологічне дослідження здійснювали у лабораторії кафедри мікробіології Івано-Франківського національного медичного університету загальноприйнятим методом посіву на поживне середовище.

Мікробіологічне дослідження раневого вмісту проводили у лабораторії кафедри мікробіології Івано-Франківського національного медичного університету методом посіву на поживне середовище з подальшим підрахунком кількості колоній.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою використання ліцензійних пакетів статистичного аналізу Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Після хірургічної обробки нагноєних ран тварин у групі I, де плівки не застосовувались, площа дорівнювала $507,2 \pm 14,6$ мм², у підгрупі II, з відомим раневим покриттям, була $494,2 \pm 14,2$ мм², у підгрупі III, де використовувалась розроблена плівка, становила $503,3 \pm 18,8$ мм² (табл. 1).

Результати дослідження нами впливу полімерних плівок на загоєння ран шкірних покривів, що були ускладнені гнійною інфекцією *E. Coli*, показали, що процес загоєння таких ран у I-й підгрупі був відсутній. Площа ран до 3-ї доби збільшилась на 26,6мм², що на 13,6% більше, ніж на початковому етапі після хірургічного очищення. У подальших етапах дослідження рана практично не зменшувалась. До 14-ї доби спостереження загинуло 7 тварин у підгрупі I без специфічного лікування. Краї ран у підгрупі I були запальні, спостерігались гнійні виділення та збільшення ран у діаметрі, тварини були в'ялі, не мали апетиту.

У групах, де застосовували біодеградуючі плівки, відзначена позитивна динаміка загоєння ран. Тварини Клінічна та експериментальна патологія. 2019. Т.18, №4 (70)

Таблиця 1

Показники площ нагноєних ран групи "Б" після інфікування *E. Coli* у різні терміни спостереження

Підгрупа	Терміни спостереження, доба				
	0	3	7	14	21
	Площа раневих поверхонь, мм ²				
I	507,2±14,6	587±6,7	567,1±24,4	561±25,1	
II	494,2±14,2	439,2±12,5	367,3±20,6	215,2±9,1	97,4±12,3
III	503,3±18,8	438,1±14,3	309,4±12,2	183,6±11,6	72,5±9,5

підгрупи II добре переносили перев'язки, плівки та їх залишки легко видалялись з ран без додаткового знеболення та спостерігалось очищення раневої поверхні. Досліджувана плівка та обидві плівки сорбували та забирали на себе раневий вміст, проявили добру сорбційну здатність.

Швидкість зменшення ран у групі II до 3-ї доби була 18,3 мм²/добу та 7-ї доби швидкість зменшення не змінювалась, хоч показники були менші, ніж у групі III з досліджуваною плівкою. Зміна площі ран тварин II та III підгруп зменшувались незначно до третьої доби, а вже до 7-ої доби площа ран зменшувалась на 7,7% та 17,5% відповідно. У термін спостереження 14 діб площа ран відносно початкової площі становила 41,4% у II групі та 40,7% у III групі ($p < 0,05$).

Закриття ран відбувалося краще при застосуванні розробленої нами біодеградуєчої нановмісної полімерної плівки, насиченої наноксидом цинку та гідратованим фулереном C₆₀.

Результати розрахунку швидкості показали позитивну динаміку у групах з плівками. До 3-ї доби у тварин групи II швидкість була у 1,2 раза менша, ніж у групі III у цьому ж періоді. Це засвідчило про ефективність плівки уже в ранні терміни дослідження. До 7-ї доби по-

казники швидкості зменшення площі продемонстрували, що плівка з наноксидом та фулереном у цьому періоді проявляє максимальний ефект, що показує пряму залежність з площею ран. Уже на 14-ту добу швидкість зменшилась до 22,8 мм²/добу. Найменші значення спостерігались до 21-ї доби, що вказує на найменший ефект плівки з наноксидом та фулереном через залежність її біодеградації від ексудації з ран.

Отримані результати показали, що на 3-тю добу після інфікування кількість бактерій зросла на один порядок в усіх групах. На 3-тю добу кількість бактерій у I-й групі залишилась незмінна, а у II та III підгрупах спостерігалось зменшення їх кількості. Зменшення рівня кількості бактерій на 3-тю добу зафіксовано у підгрупі III на 3 порядки, що засвідчило про високу ефективність досліджуваної плівки, рівень бактерій у підгрупі III зменшився на два порядки та на 3-тю добу вже становив рівень, що не становив небезпеки для повторного нагноєння. На 7-му добу дослідження рівень бактерій у підгрупі без лікування зменшився на один рівень, але кількість загиблих тварин збільшилась. Рівень кишкової палички у ранах, де застосовувались плівки, був критично низький (табл. 2).

На 14-ту добу рівень бактерій у ранах тварин підгру-

Таблиця 2

Цифрові значення кількості бактерій *E. Coli* у раневому вмісті

Підгрупи	Інфікування	Терміни спостереження, доба				
		0	3	7	14	21
		Рівень мікробного забруднення, КОЕ/мл				
I	2,0*10 ⁶	1,9±0,6*10 ⁷	8,5±1,9*10 ⁷	6,4±0,6*10 ⁶	2,3±0,4*10 ⁵	-
II		1,76±0,1*10 ⁷	4,8±2,1*10 ⁶	3,7±2,0*10 ⁴	-	-
III		2,1±1,0*10 ⁷	6,2±2,5*10 ⁵	3,2±2,2*10 ²	-	-

пи I був високим, а у підгрупі II та III бактерії не висівались.

Отримані результати патоморфологічного дослідження показали, що у тварин I-ї групи на 3-тю та 7-му добу експерименту в ділянці оперативного втручання спостерігали масивні ділянки некрозу, що поширювались від покривного епітелію (рис. 1, А) вглиб дерми до м'язової тканини (рис. 1, Б).

У II та III групі тварин на 3-тю та 7-му добу експерименту спостерігали наявність некротичного детриту в дні рани, вогнищеву запальну інфільтрацію, переважно лімфоцитарну, дерми, підшкірної жирової клітковини та м'язової тканини з їх набряком та дрібними крововиливами. На 14-ту добу в II групі тварин відзначалась вогнищева запальна інфільтрація поліморфноядерними лейкоцитами та набряк власне дерми на фоні

прогресуючих процесів регенерації покривного епітелію (рис. 2, А). У III групі тварин, у відповідний термін експерименту, запальний процес у дермі виявили тільки в одному випадку (10%). Натомість у всіх тварин спостерігали виражений набряк та порушення структури підшкірної жирової тканини (рис. 2, Б) на фоні регенерації покривного епітелію та утворення сполучнотканинного рубця.

Отримані нами результати дослідження розробленої біодеградуєчої полімерної плівки з нанорозмірними частинками оксиду цинку та гідратованого фулерену C₆₀ порівняно з досліджуваним раневим покриттям CurasorbZn продемонстрували її високу ефективність та можливість застосування у місцевому лікуванні нагноєних ран. Плівка є еластичною, легко встановлюється у рану, сорбує раневий вміст, поступово деградує про-

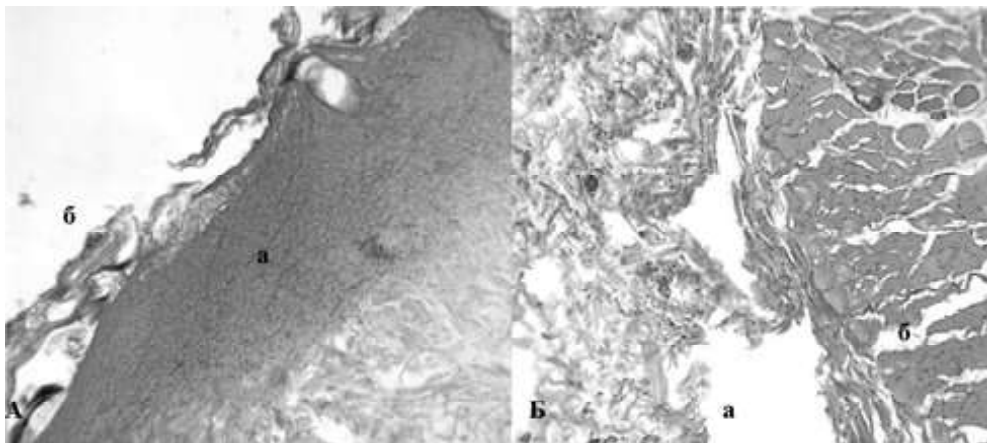


Рисунок 1. I група тварин, 3 доба експерименту. А. Некроз покривного епітелію (а) з нашаруванням фібрину (б). Б. Межа дерми та м'язової тканини з набряком (а) та некрозом міоцитів (б). Забарвлення гематоксиліном і еозином. Зб.: ок. 10, об. 10.

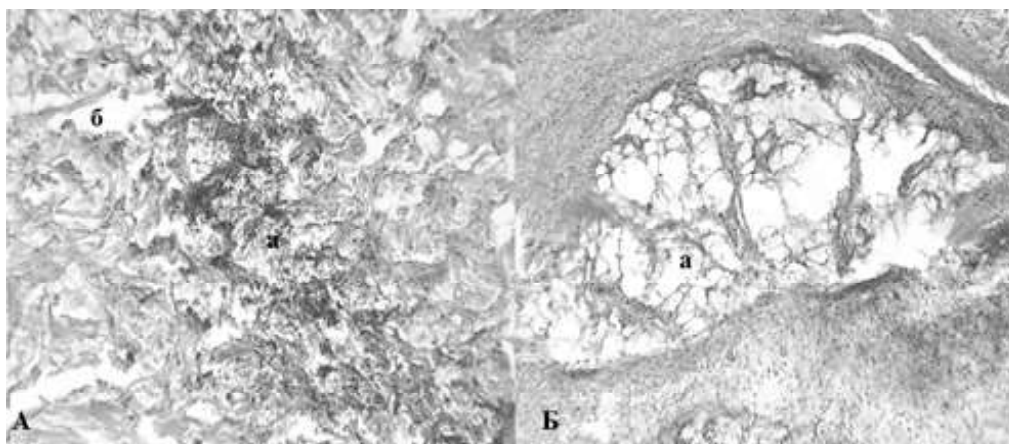


Рисунок 2. А. II група тварин, 14 доба експерименту. Крупновогнищева запальна інфільтрація власне дерми (а) з набряком (б). Б. III група тварин, 14 доба експерименту. Виражений набряк підшкірної жирової тканини (а). Забарвлення гематоксиліном і еозином. Зб.: ок. 10, об. 10.

тягом 2-х діб. Ці властивості розробленої плівки відповідають основним вимогам щодо застосування полімерних композицій у лікуванні ран [14].

Аналізуючи отримані дані дослідження площі ран, встановлено, що, починаючи з 3-ї доби, проходить зменшення площі ран, а з 7-ї доби зменшення площі ран є інтенсивне у цій групі та має перевагу над групою з плівкою порівняння. У мікробіологічному дослідженні можна відзначити, що з 3-ї доби рівень бактерій знаходиться на рівні $6,2 \pm 2,5 \cdot 10^5$, що є патогеннобезпечним, що, в свою чергу, дає підставу покращити загоєння та зменшує запальні зміни тканин. Така протимікробна активність досягнута завдяки введенню у плівку нанорозмірних частинок оксиду цинку. Проведені нами дослідження довели високу ефективність нанорозмірного оксиду цинку у надмалих концентраціях по відношенню до E.Coli [15]. Ці результати знайшли своє підтвердження у результатах досліджень інших авторів [16].

Висновки

1. Біодеградуєча полімерна основа "біодеп" у вигляді плівки, що додатково насичена діючими засобами наноксидом цинку та гідратованим фулереном C_{60} , є достовірно високоефективним місцевим засобом за-

гоєння різаних ран шкірних покривів, ускладнених гнійнеотворюючою флорою.

2. Застосування досліджуваної нами полімерної плівки, насиченої наноксидом цинку та гідратованим фулереном C_{60} , має виражену антибактеріальну активність відносно гнійнеотворюючого штаму E.Coli вже у ранньому періоді дослідження на 3-тю добу та дає змогу зменшити час загоєння ран, порівняно з досліджуваними засобами загоєння ран.

3. Запропонована нановмісна біодеградуєча полімерна плівка, як основа місцевого способу лікування гнійних ран, є сучасним перспективним засобом та потребує подальшого експериментального та клінічного дослідження з наступним впровадженням у практичну хірургію.

Перспективи подальших досліджень

Розроблена та досліджена полімерна основа, а також нанорозмірні частинки показали свою високу ефективність у місцевому лікуванні нагноєних ран, що є надзвичайно важливим та перспективним у застосуванні як у цивільній медичній практиці, так у військовій хірургії, що потребує подальшого дослідження та дозволить покращити загоєння ран та зберегти життя пацієнту.

Список літератури:

1. Murray CK. Field Wound Care: Prophylactic Antibiotics. *Wilderness Environ Med* [Internet]. 2017[cited 2019 Oct 21];28(2S):S90-S102. Available from: [https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(17\)30002-9/pdf](https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(17)30002-9/pdf) doi: 10.1016/j.wem.2016.12.009
2. Шапринський ВО, Скальський СС. Динаміка змін показників рН гнійних ран на тлі цукрового діабету. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2017;16(2):121-3. doi: <https://doi.org/10.24061/1727-0847.16.1.2017.60>
3. Amrutham R, Madhu Mohan RB, Nagababu P. A prospective study of surgical site infections and related risk factors in a teaching hospital. *Int Surg J*. 2017;4(1):237-41 doi: <http://dx.doi.org/10.18203/2349-2902.isj20164448>
4. Трутяк І, Гайда І, Богдан І, Прохоренко Г, Медзин В. Особливості сучасної бойової хірургічної травми. Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Медичні науки. 2015;41:109-16.
5. Chung KT, Shelat VG. Perforated peptic ulcer - an update. *World J Gastrointest Surg*. 2017;1(9):1-12. doi: 10.4240/wjgs.v9.i1.1
6. Русак ОБ. Обґрунтування ефективності використання антисептика "октенісепт®" в лікуванні нагноєння епітеліального куприкового ходу. *ScienceRise*. 2015;10(3):153-7. doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.52179>
7. Гошенко АІ, Васильєв АА, Насибуллін БА. Особенности течения экспериментального перитонита у крыс при промывании брюшной полости. *Світ медицини та біології*. 2014;2:111-4.
8. Вайнер ЮС, Атаманов КВ, Шидловская ЕВ. Профилактика несостоятельности тонкокишечного анастомоза в условиях перитонита (экспериментальное исследование). *Acta Biomedica Scientifica*. 2017;2(6):198-203. doi: https://doi.org/10.12737/article_5a0a914de3d843.40366804
9. Nordentoft T. Sealing of gastrointestinal anastomoses with fibrin glue coated collagen patch. *Dan Med J* [Internet]. 2015[cited 2019 Oct 21];62(5):B5081. Available from: https://ugeskriftet.dk/files/scientific_article_files/2018-11/b5081.pdf
10. Палій ГК, Назарчук ОА, Бобир ВВ, Гончар ОО, Гридіна ТЛ, Палій ДВ, та ін. Оцінка антибактеріальних та протигрибкових властивостей сучасних антисептиків. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2015;4:67-74. doi: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2015.4\(32\).57465](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2015.4(32).57465)
11. Бектемірова РМ, Хіміч СД, Кондратюк ВМ, Крижановська АВ, Фомін ОО. Оцінка ефективності лікування експериментальної гнійної рани м'яких тканин з використанням полімерного антимікробного композиту у вигляді депо-форми декаметоксину. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2018;22(2):318-23. doi: 10.31393/reports-vnmedical-2018-22(2)-17
12. Суковатых БС, Бежин АИ, Панкрушева ТА, Григорьян АЮ, Иванов АВ, Жилыева ЛВ, и др. Оценка экспериментальной и клинической эффективности иммобилизированной формы хлоргексидина в лечении гнойных ран. *Вестник хирургии им. ИИ. Грекова*. 2016;175(1):42-7.
13. Xiaomeng L, Binghui L, Jun M, Xiaoyu W, Shengming Z. Development of a silk fibroin/HTCC/PVA sponge for chronic wound dressing. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 2014;29(4):398-411. doi: 10.1177/0883911514537731
14. Григор'єва МВ. Полимерные системы с контролируемым высвобождением биологически активных соединений. *Биотехнология*. 2011;4(2):9-23.
15. Popadyuk OY. Antimicrobial effect of wound healing nano-containing polymer materials. *The Moldovan Medical Journal*. 2017;60(1):35-8. doi: 10.5281/zenodo.1050962
16. Samadi M, Shekarforoush SS, Ghaisari HR. Antimicrobial effects of magnesium oxide nanoparticles and ε-poly-L-lysine against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *Iran J Med Microbiol*. 2016;10(2):33-41.
- litus]. *Klinichna anatomii ta operatyvna khirurgiia*. 2017;16(2):121-3. doi: <https://doi.org/10.24061/1727-0847.16.1.2017.60> (in Ukrainian)
3. Amrutham R, Madhu Mohan RB, Nagababu P. A prospective study of surgical site infections and related risk factors in a teaching hospital. *Int Surg J*. 2017;4(1):237-41 doi: <http://dx.doi.org/10.18203/2349-2902.isj20164448>
4. Trutyak I, Hajda I, Bohdan I, Prohorenko H, Medzyn V. Osoblyvosti suchasnoi boiovoi khirurgichnoi travmy [Features of the present-day surgical combat trauma]. *Proceedings of the Shevchenko Scientific society. Medicine*. 2015;41:109-16. (in Ukrainian)
5. Chung KT, Shelat VG. Perforated peptic ulcer - an update. *World J Gastrointest Surg*. 2017;1(9):1-12. doi: 10.4240/wjgs.v9.i1.1
6. Rusak OB. Obgruntuvannya efektyvnosti vykorystannya antyseptyka "oktenisept®" v likuvanni nahnoiennia epitelial'noho kuprykovoho khodu [Substantiation of the effectiveness of the use of octenisept® antiseptic in the treatment of epithelial coccygeal supuration]. *ScienceRise*. 2015;10(3):153-7. doi: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.52179> (in Ukrainian)
7. Gozhenko AI, Vasiliev AA, Nasibullin BA. Osobennosti techeniya jeksperimental'nogo peritonita u krys pri promyvaniy brjushnoj polosti [Peculiarities of experimental peritonitis in rats by irrigation of the abdominal cavity with xenon saturated solution]. *World of Medicine and Biology*. 2014;2:111-4. (in Russian)
8. Vayner YuS, Atamanov KV, Shidlovskaya EV. Profilaktika nesostojatel'nosti tonkokishechnogo anastomoza v uslovijah peritonita (jeksperimental'noe issledovanie) [Prevention of intestinal anastomotic leakage in case of peritonitis (experimental research)]. *Acta Biomedica Scientifica*. 2017;2(6):198-203. doi: https://doi.org/10.12737/article_5a0a914de3d843.40366804
9. Nordentoft T. Sealing of gastrointestinal anastomoses with fibrin glue coated collagen patch. *Dan Med J* [Internet]. 2015[cited 2019 Oct 21];62(5):B5081. Available from: https://ugeskriftet.dk/files/scientific_article_files/2018-11/b5081.pdf
10. Paliy GK, Nazarchuk OA, Bobyr VV, Gonchar OO, Grydina TL, Paliy DV, ta in. Otsinka antybakterial'nykh ta protyhyrbykovykh vlastyvostei suchasnykh antyseptykiv [Estimation of antibacterial and antifungal qualities of modern antiseptics]. *Microbiology & Biotechnology*. 2015;4:67-74. doi: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2015.4\(32\).57465](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2015.4(32).57465) (in Ukrainian)
11. Bektimirova RM, Khimich SD, Kondratyuk VN, Kryzhnovskaya AV, Fomin OO. Otsinka efektyvnosti likuvannya eksperymental'noi hniinoi rany m'iyakyyh tkanyh z vykorystanniam polimernoho antimikrobnogo kompozytu u vyhladi depo-formy dekametoksynu [The estimation of the treatment effectiveness of the experimental soft tissues septic wound with the application of polymer antimicrobial compound in the depo-form of decametoxinum]. *Reports of Vinnytsia National Medical University*. 2018;22(2):318-23. doi: 10.31393/reports-vnmedical-2018-22(2)-17 (in Ukrainian)
12. Sukovatykh BS, Bezhin AI, Pankrusheva TA, Grigor'yan AYU, Ivanov AV, Zhilyaeva LV, i dr. Ocenka jeksperimental'noj i klinicheskoy jeffektivnosti immobilizirovannoj formy hlorgekksidina v lechenii gnojnyh ran [Assessment of experimental and clinical efficacy of immobilized form of chlorhexidine in treatment of purulent wounds]. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2016;175(1):42-7. (in Russian)
13. Xiaomeng L, Binghui L, Jun M, Xiaoyu W, Shengming Z. Development of a silk fibroin/HTCC/PVA sponge for chronic wound dressing. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 2014;29(4):398-411. doi: 10.1177/0883911514537731
14. Grigor'eva MV. Polimernye sistemy s kontroliruemym vysvobozhdeniem biologicheskii aktivnyh soedinenij [Polymer systems with controlled release of bioactive compounds]. *Biotechnologia Acta*. 2011;4(2):9-23. (in Russian)
15. Popadyuk OY. Antimicrobial effect of wound healing nano-containing polymer materials. *The Moldovan Medical Journal*. 2017;60(1):35-8. doi: 10.5281/zenodo.1050962
16. Samadi M, Shekarforoush SS, Ghaisari HR. Antimicrobial effects of magnesium oxide nanoparticles and ε-poly-L-lysine against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *Iran J Med Microbiol*. 2016;10(2):33-41.

References:

1. Murray CK. Field Wound Care: Prophylactic Antibiotics. *Wilderness Environ Med* [Internet]. 2017[cited 2019 Oct 21];28(2S):S90-S102. Available from: [https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(17\)30002-9/pdf](https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(17)30002-9/pdf) doi: 10.1016/j.wem.2016.12.009
2. Shapryn's'kyi VO, Skal's'kyi SS. Dynamika zmin pokaznykiv rN hniinykh ran na tli tsukrovoho diabetu [Dynamics of changes in indices of pH purulent wounds against the ground of diabetes mel-

Відомості про авторів:

Попадюк О. Я. - к. мед. н., доцент кафедри загальної хірургії Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ.

Волошин М. М. - к. мед. н., доцент кафедри загальної хірургії Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ.

Куцик Р. В. - д. мед. н., професор, завідувач кафедри мікробіології, вірусології та імунології Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ.

Костюк В. М. - к. мед. н., доцент кафедри патологічної анатомії

Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ.

Сведения об авторах:

Попадюк О. Я. - к. мед. н., доцент кафедры общей хирургии Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск.

Волошин М. М. - к. мед. н., доцент кафедры общей хирургии Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск.

Кузык Р. В. - д. мед. н., профессор, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск.

Костюк В. Н. - к. мед. н., доцент кафедры патологической анатомии Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск.

Information about authors:

Popadyuk Oleg Y. - Associate Professor Ph.D., Department of General Surgery Ivano-Frankivsk National Medical University Ivano-Frankivsk, Ivano-Frankivsk.

Voloshyn Maryana M. - Associate Professor Ph.D., Department of General Surgery Ivano-Frankivsk National Medical University Ivano-Frankivsk, Ivano-Frankivsk.

Kuzyk Roman V. - Doctor of Medical Sciences, MD Professor, Head of the Department of Microbiology, Virology and Immunology Ivano-Frankivsk National Medical University Ivano-Frankivsk, Ivano-Frankivsk.

Kostyuk Vitalij M. - Associate Professor Ph.D., Department of pathological anatomy Ivano-Frankivsk National Medical University Ivano-Frankivsk, Ivano-Frankivsk.

Стаття надійшла до редакції 21.10.2019

Рецензент – проф. В.П. Польовий

© О.Я. Попадюк, Р.В. Куцик, В.М. Костюк, М.М. Волошин, 2019