

УДК 616.5-001.17-085.36-085.454.1

## ПЛАНІМЕТРИЯ ПОВЕРХНІ ОПІКОВОЇ РАНИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ХІТОЗАНОВИХ МЕМБРАН

*Корнієнко В. В.\**

*Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, Суми, Україна, 40007  
(отримано 27.10.2013, опубліковано 15.12.2013)*

Робота присвячена вивченню динаміки планіметричних показників опікової рани щурів різних вікових груп при застосуванні інноваційних хітозанових мембран. Щурам експериментальної та контрольної груп проводилося моделювання опікової рани IIIб ступеня, для місцевого лікування яких використовували хітозанові покриття. Планіметрію раневої поверхні проводили за допомогою програми «SEO Image lab 2.0» (Суми, Україна) з урахуванням загальної площі дефекту в см<sup>2</sup>, відносної площі некрозу, грануляцій та епітелізації у відсотках, дослідження яких проводилося на 1-шу, 3-тю, 7-му, 14-ту та 21-шу добу після нанесення травми, що відповідає термінам, які характеризують основні етапи регенераційних процесів шкіри. Оцінка швидкості загоєння раневого дефекту проводилася з використанням таких показників: середньої швидкості зменшення раневої поверхні в см<sup>2</sup> за добу (СШЗРП) та зменшення площі рани у відсотках за добу. Біологічні покриття з хітозану запобігали вторинному інфікуванню рани, забезпечуючи її захист від зовнішніх впливів, добре моделювалися на рановій поверхні, що попереджувало травмування новоутвореного епітелію. Починаючи з фази запалення відбувалося прискорення репаративних процесів у рані за рахунок скорочення термінів очищення рани з подальшим заповненням ранового дефекту грануляційною тканиною, більш раннім початком крайової епітелізації в фазах регенерації та епітелізації, що приводило до скорочення термінів заживлення ран зі зменшенням строків повної епітелізації в середньому на 1,5 доби.

**Ключові слова:** опіки, лікування, засоби медичного призначення, хітозан, планіметрія.

\* vicorn77@mail.ru

### Вступ

За даними ВОЗ, питома вага опіків серед травм мирного часу становить від 5,6 до 10 %, займаючи третє місце в структурі загального травматизму. Так, лише в Україні щорічно реєструється більше ніж 100 тис. випадків опікового травматизму [1].

Найважливішим положенням вчення про рани є доведений факт спільності процесів загоєння ранового дефекту будь-якої етіології та локалізації, що відображається фазністю перебігу ранового процесу – запалення, регенерація, епітелізація та реорганізація рубця [2; 3].

На сьогодні для лікування опіків існує велика кількість методів, способів, розроблено безліч препаратів з різним механізмом дії та цільовим призначенням. Останніми роками в практику впроваджені нові перев'язувальні матеріали, засоби та покриття для лікування ран: препарати природного походження – різні варіанти консервованої шкіри, амніотична мембрана та препарати дерми, культури

алогенних фібробластів [4; 5]; пов'язки на основі матеріалів тваринного та рослинного походження, а також синтетичні засоби [6; 7; 8]. Однак, високий відсоток інфекційних ускладнень, розвиток резистентності мікроорганізмів до лікарських препаратів, зниження загальної та місцевої імунологічної реактивності організму вимагають подальшого вивчення, розроблення та вдосконалення методів лікування опікових ушкоджень [9; 10]. Підвищити якість лікування пацієнтів з раневими дефектами опікової етіології можливо шляхом удосконалення методів місцевої терапії залежно від фази перебігу ранового процесу за рахунок розроблення ефективних ранових покриттів [11; 12]. Так, лише в США 45 компаній випускає більше 125 ранових пов'язок і 2000 їх різновидів. Але, враховуючи фазність перебігу ранового процесу, важливо, щоб один перев'язувальний матеріал задовольняв всі вимоги в кожній фазі ранового процесу, а також стимулював репаративний процес. Таким

чином, перспективним є розроблення матеріалу, який міг би служити матрицею для росту тканин, стимулював зростання власних клітин організму та завдяки протекторним властивостям і здатності підтримувати місцевий гомеостаз створював оптимальні умови для перебігу ранового процесу [13; 14].

В останні десятиріччя зросла кількість досліджень щодо використання хітозану для створення засобів медичного призначення для лікування ушкоджень шкіри. При його використанні необхідно відзначити такі позитивні моменти, як біосумісність, здатність до біодеградації з утворенням нешкідливих мономерів, відсутність місцевої подразнювальної, алергенної і токсичної дії, атравматичність. Хітозанові плівки добре моделюються на різних ділянках тіла, забезпечують нормальний парообмін у рані, сорбують надлишок ексудату, мають пролонговану антимікробну і знеболювальну дію, створюють вологе середовище, оптимальне для міграції фібробластів та макрофагів, які продукують фактори росту, сприяючи тим самим прискоренню ангиогенезу, фібринолізу і процесів ранового загоєння, а також запобігають утворенню рубців [8; 15; 16; 17]. Проте на сьогодні залишається невивченим питання впливу хітозанових матеріалів на динаміку процесу загоєння ран при застосуванні їх для лікування опікових ушкоджень.

Тому **метою** нашого дослідження стало вивчення планіметричних та морфометричних показників стану раневої поверхні в динаміці процесу загоєння опікових ран у тварин різних вікових груп при застосуванні хітозанового покриття.

#### Матеріали і методи

Вивчення особливостей динаміки регенераційних процесів шкіри при застосуванні хітозанових плівок проводилося на білих лабораторних щурах-самцях 3 вікових груп: молодого (3 місяці), зрілого (9 місяців) та старечого (22 місяці) віку. Утримання тварин та експерименти проводилися згідно з «Європейською конвенцією щодо захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальними та іншими науковими цілями» (Страсбург, 1986), «Директивою Європейського парламенту та Ради ЄС від 22.09.2010 року та «Загальними етичними принципами експериментів на тваринах»,

ухваленими Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

Відповідно до мети та завдань дослідження лабораторні тварини були поділені на контрольну (75 тварин) та експериментальну (75 тварин) серії, в кожній з яких по 3 групи з 25 тварин відповідно до віку. Щурам експериментальної та контрольної груп проводилося моделювання опікової рани IIIб ступеня. Під дією ін'єкційного кетамінового наркозу (10 мг/кг) лабораторним тваринам на попередньо поголену шкіру в міжлопатковій зоні контактно впливали жалом паяльника, що закінчується металевою пластинкою з площею 1,76 см<sup>2</sup> (діаметр 1,5 см). Температура пластини становила 250 °С, а експозиція впливу – 2 секунди після згасання індикатора, що сигналізує про нагрів паяльника до потрібного режиму температури. У результаті чого моделюється опікова рана IIIб ступеня з площею ураження, яка дорівнює площі металевої пластинки.

Тваринам експериментальної серії для місцевого лікування ран використовували інноваційні хітозанові покриття, заміна яких проводилася щоденно. В контрольній серії заживлення рани відбувалося з використанням стерильних марлевих пов'язок.

Для оцінки стану раневої поверхні вивчалися терміни очищення рани від гнійно-некротичних мас, час появи грануляцій та початку крайової епітелізації, а також терміни повної епітелізації поверхні рани. Планіметрію раневої поверхні проводили за допомогою програми «SEO Image lab 2.0» (Суми, Україна) з урахуванням загальної площі дефекту в см<sup>2</sup>, відносної площі некрозу, грануляцій та епітелізації у відсотках, дослідження яких проводилось на 1-шу, 3-тю, 7-му, 14-ту та 21-шу добу після нанесення травми, що відповідає термінам, які характеризують основні етапи регенераційних процесів шкіри. Оцінка швидкості загоєння раневого дефекту проводилася з використанням таких показників: середня швидкість зменшення раневої поверхні в см<sup>2</sup> за добу (СШЗРП) та зменшення площі рани у відсотках за добу [18].

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням t-критерію Стьюдента. Відмінності середніх вважали значущими з рівнем ймовірності не менше 95 % ( $p \leq 0,05$ ).

### Результати та їх обговорення

У процесі загоєння ушкоджень, незалежно від походження і наявності екзогенних чинників, беруть участь одні й ті самі клітинні елементи, які забезпечують принципово подібну загальну динаміку процесу загоєння [19], що визначає можливість використання об'єктивних критеріїв оцінки перебігу ранового процесу незалежно від етіології ушкодження.

Заповнення ранового дефекту грануляціями, епітелізація, контракція та рубцювання рани є найбільш демонстративними клінічними показниками швидкості її загоєння, які виражаються у поступовому зменшенні, а в остаточному підсумку – у ліквідації (закритті) поверхні рани. Таким чином, швидкість загоєння являє величину, що характеризує зміну площі ранової поверхні за одиницю часу. Так, одним з основних способів визначення характеру і темпів загоєння ран є реєстрація швидкості зменшення поверхні рани в часі за допомогою планіметричних методів дослідження.

Абсолютні планіметричні величини, які дозволяють об'єктивно оцінити стан опікової рани, не відображають ступінь вираженості патологічних процесів. Тому при проведенні планіметричних досліджень ранового дефекту, крім загальної площі рани, також вираховувались такі показники як: площа некрозу, площа грануляційної тканини та площа епітелізації стосовно загальної площі опіку [20].

На 1-шу добу спостереження загальна площа ранового дефекту в контрольній серії дослідження становила  $(1,66 \pm 0,02)$  см<sup>2</sup> у тварин молодого та зрілого віку і  $(1,76 \pm 0,04)$  см<sup>2</sup> у тварин старечого віку.

Дослідження показників 3-ї доби спостереження не виявило змін у площі ран в жодній з вікових груп. Відносна площа некрозу становила  $(30,3 \pm 0,13)$  % у тварин молодого,  $(40,3 \pm 0,18)$  % у тварин зрілого та  $(52,3 \pm 0,21)$  % у тварин старечого віку. Повне очищення опікових ран від гнійно-некротичних мас відбулося на  $(4,2 \pm 0,08)$ -ту добу у тварин молодого, на  $(4,3 \pm 0,09)$ -ту добу у тварин зрілого віку та на  $(4,8 \pm 0,10)$ -ту добу у тварин старечого віку.

Грануляційна тканина з'являлася на  $(4,4 \pm 0,09)$ -ту добу,  $(4,5 \pm 0,12)$ -ту добу та  $(4,9 \pm 0,14)$ -ту добу у відповідних вікових періодах та становила на 7-му добу

спостереження  $(35,6 \pm 0,31)$  %,  $(33,1 \pm 0,14)$  % та  $(32,1 \pm 0,14)$  % відповідно.

Після очищення ран та початку розвитку грануляцій відбувається крайова епітелізація ранового дефекту. Так, у тварин молодого віку цей процес розпочинався на  $(6,3 \pm 0,31)$ -ту добу, у тварин зрілого віку на  $(6,6 \pm 0,42)$ -ту добу, а у тварин старечого віку на  $(7,1 \pm 0,32)$ -ту добу спостереження, що свідчить про уповільнення закриття дефекту з віком. На 14-ту добу дослідження площа епітелізації становила  $(42,9 \pm 0,22)$  % у тварин молодого віку,  $(39,9 \pm 0,15)$  % у тварин зрілого віку та  $(20,9 \pm 0,12)$  % у тварин старечого віку.

До 21-ї доби дослідження відбувалася повна епітелізація поверхні рани у тварин молодого та зрілого віку, в той час як у тварин старечого віку цей термін становила  $(21,9 \pm 0,6)$  доби (табл. 1).

Середня швидкість зменшення площі ранової поверхні становила  $(0,73 \pm 0,04)$  мм/добу у тварин молодого,  $(0,71 \pm 0,06)$  мм/добу у тварин зрілого та  $(0,63 \pm 0,06)$  мм/добу у щурів старечого віку. Відсоток зменшення площі рани за добу у тварин відповідних вікових періодів було таким:  $(4,87 \pm 0,08)$ ,  $(4,70 \pm 0,07)$  та  $(3,96 \pm 0,05)$  %. Більш повільне проходження репаративних процесів у тварин старечого віку пояснюється віковими особливостями динаміки процесу ранового загоєння в цілому та обумовлене порушенням процесів міграції та взаємодії клітинних елементів, зокрема макрофагів та фібробластів.

На 1-шу добу спостереження у тварин експериментальної серії загальна площа ранового дефекту та відносна площа некрозу достовірно не змінилися у всіх вікових групах.

На 3-тю добу спостереження виявлено достовірне зменшення загальної площі дефекту на 21,5 % ( $p < 0,0001$ ) у тварин молодого віку та на 17,9 % ( $p < 0,0001$ ) у тварин зрілого віку. Достовірне зменшення площі некрозу порівняно з контрольною серією визначалося лише у тварин молодого віку і становила 7,3 % ( $p < 0,0001$ ) (табл. 2).

У наступних термінах спостереження відбулося пришвидшення процесів очищення ранової поверхні як показник позитивної динаміки фази запалення. Так, у тварин експериментальної серії очищення ран відбулося достовірно раніше на 1,1-ту доби ( $p < 0,0001$ ) у тварин молодого віку, на 1,0-х

добу ( $p < 0,0001$ ) у тварин зрілого віку та на 0,9-х добу ( $p < 0,0001$ ) у щурів старечого віку порівняно з контрольною серією. Поява грануляційної тканини спостерігалася також на достовірно ранніх термінах. Так, на 7-му добу спостереження відсоток грануляцій достовірно збільшився на 15,6% ( $p < 0,0001$ ), 16,8% ( $p < 0,0001$ ) та 8,8% ( $p < 0,0001$ ) стосовно віку. При цьому відносна площа некрозу зменшилася

на 8,6% ( $p < 0,0001$ ) у тварин молодого та на 6,1% ( $p < 0,0001$ ) у щурів зрілого віку. Ранова поверхня тварин старечого віку відповідає контрольним показникам.

Початок крайової епітелізації за умов застосування хітозанових плівок є достовірно раннім, ніж у контрольній серії на 0,7-х доби ( $p = 0,0292$ ) у тварин молодого та на 0,4-х доби ( $p = 0,0177$ ) у тварин зрілого віку (табл. 3)

Таблиця 1

Планіметричні показники динаміки загоювання ран у тварин різних вікових груп

Показник	Вікові групи					
	молоді		зрілі		старечого віку	
	К	Е	К	Е	К	Е
Терміни очищення рани від гнійно-некротичних мас, доба	4,2 ± 0,08	3,1 ± 0,06 ( $p < 0,0001$ )	4,3 ± 0,09	3,3 ± 0,07 ( $p < 0,0001$ )	4,8 ± 0,10	3,9 ± 0,11 ( $p < 0,0001$ )
Час появи грануляцій, доба	4,4 ± 0,09	3,3 ± 0,06 ( $p < 0,0001$ )	4,5 ± 0,12	3,5 ± 0,07 ( $p < 0,0001$ )	4,9 ± 0,14	4,0 ± 0,08 ( $p < 0,0001$ )
Час початку крайової епітелізації, доба	6,3 ± 0,21	5,6 ± 0,23 ( $p = 0,0292$ )	6,6 ± 0,12	6,2 ± 0,11 ( $p = 0,017$ )	7,1 ± 0,22	6,6 ± 0,10 ( $p = 0,044$ )
Повна епітелізація поверхні рани, доба	19,4 ± 0,31	17,6 ± 0,5 ( $p = 0,0036$ )	19,7 ± 0,23	18,9 ± 0,25 ( $p = 0,022$ )	21,9 ± 0,69	20,0 ± 0,79 ( $p = 0,076$ )
Зменшення площі рани, % за добу	4,87 ± 0,08	7,10 ± 0,10 ( $p < 0,0001$ )	4,70 ± 0,07	6,83 ± 0,09 ( $p < 0,0001$ )	3,96 ± 0,05	5,10 ± 0,08 ( $p < 0,0001$ )
Середня швидкість зменшення ранової поверхні, мм/добу (СШЗРП)	0,73 ± 0,03	0,85 ± 0,05 ( $p = 0,045$ )	0,71 ± 0,05	0,89 ± 0,07 ( $p = 0,041$ )	0,63 ± 0,04	0,78 ± 0,05 ( $p = 0,023$ )

Примітка. К – контроль, Е – експеримент із застосуванням хітозанових мембран

Таблиця 2

Морфометричні показники стану ранової поверхні у тварин молодого віку

Показник	Термін спостереження після нанесення травми, доба									
	1-ша		3-тя		7-ма		14-та		21-ша	
	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е
Загальна площа дефекту, см <sup>2</sup>	1,66 ± 0,02	1,64 ± 0,01 ( $p = 0,54$ )	1,63 ± 0,01	1,28 ± 0,01 ( $p < 0,0001$ )	1,22 ± 0,009	0,88 ± 0,008 ( $p = 0,0002$ )	0,61 ± 0,008	0,42 ± 0,007 ( $p = 0,004$ )	–	–
Відносна площа некрозу, %	50,2 ± 0,23	50,1 ± 0,21 ( $p = 0,75$ )	30,3 ± 0,13	28,1 ± 0,15 ( $p < 0,0001$ )	15,2 ± 0,11	14,0 ± 0,04 ( $p < 0,0001$ )	4,9 ± 0,04	4,0 ± 0,01 ( $p < 0,0001$ )	–	–
Відносна площа грануляцій, %	–	–	–	–	35,6 ± 0,31	42,2 ± 0,46 ( $p < 0,0001$ )	22,4 ± 0,13	23,2 ± 0,14 ( $p < 0,0001$ )	5,0 ± 0,06	4,4 ± 0,05 ( $p < 0,0001$ )
Відносна площа епітелізації, %	–	–	–	–	6,2 ± 0,06	8,3 ± 0,07 ( $p < 0,0001$ )	42,9 ± 0,22	44,7 ± 0,27 ( $p < 0,0009$ )	90,3 ± 0,36	98,2 ± 0,41 ( $p < 0,0001$ )

Примітка. К – контроль, Е – експеримент із застосуванням хітозанових мембран

Таблиця 3

Морфометричні показники стану ранової поверхні у тварин зрілого віку

Показник	Термін спостереження після нанесення травми, доба									
	1-ша		3-тя		7-ма		14-та		21-ша	
	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е
Загальна площа дефекту, см <sup>2</sup>	1,66 ± 0,02	1,64 ± 0,01 ( $p = 0,39$ )	1,62 ± 0,01	1,33 ± 0,01 ( $p < 0,0001$ )	1,42 ± 0,01	0,93 ± 0,09 ( $p < 0,0001$ )	0,8 ± 0,08	0,48 ± 0,06 ( $p < 0,0001$ )	–	–
Відносна площа некрозу, %	52,2 ± 0,22	52,1 ± 0,23 ( $p = 0,76$ )	40,3 ± 1,59	38,0 ± 1,66 ( $p = 0,05$ )	16,3 ± 0,05	15,3 ± 0,04 ( $p < 0,0001$ )	6,9 ± 0,07	6,0 ± 0,05 ( $p < 0,0001$ )	–	–
Відносна площа грануляцій, %	–	–	–	–	33,1 ± 0,14	39,8 ± 0,15 ( $p < 0,0001$ )	20,4 ± 0,14	21,2 ± 0,15 ( $p < 0,0001$ )	6,7 ± 0,06	5,4 ± 0,05 ( $p < 0,0001$ )
Відносна площа епітелізації, %	–	–	–	–	4,2 ± 0,06	6,1 ± 0,05 ( $p < 0,0001$ )	39,9 ± 0,15	42,7 ± 0,16 ( $p < 0,0001$ )	88,7 ± 0,34	97,8 ± 0,37 ( $p < 0,0001$ )

Примітка. К – контроль, Е – експеримент із застосуванням хітозанових мембран

Повна епітелізація поверхні ранового дефекту відбулася достовірно раніше на 1,8-х доби ( $p = 0,0036$ ) у тварин молодого віку та на 1,9-х доби ( $p = 0,0227$ ) у тварин зрілого віку. Таким чином, на 14-ту добу спостереження відносна площа епітелізації становила ( $44,7 \pm 0,27$ ), ( $42,7 \pm 0,16$ ) та ( $30,7 \pm 0,14$ ) % у відповідних вікових групах, що достовірно більше на 10,9 % ( $p = 0,0009$ ), 6,6 % ( $p < 0,0001$ ) та 9,1 % ( $p < 0,0001$ ) порівняно з контрольною серією.

Якщо загальна площа ранового дефекту достовірно зменшилась на 3-тю добу спостереження у тварин молодого та зрілого віку, то на 7-му та 14-ту добу – у тварин всіх вікових груп. Необхідно також відмітити, що максимальна динаміка змін загальної площі рани відмічалася на 7-му та 14-му добу

спостереження, що обумовлюється активними процесами епітелізації та ранової контракції у фазах регенерації та епітелізації ранового дефекту.

Пришвидження динаміки зменшення площі рани в середньому за добу відбулося на 31,4 % ( $p < 0,0001$ ) у тварин молодого, на 30,9 % ( $p < 0,0001$ ) у тварин зрілого та на 22,4 % ( $p < 0,0001$ ) у щурів старечого віку. При цьому середня швидкість зменшення площі ранової поверхні становила ( $0,85 \pm 0,08$ ) мм/добу у тварин молодого, ( $0,89 \pm 0,07$ ) мм/добу у тварин зрілого та ( $0,78 \pm 0,07$ ) мм/добу у тварин старечого віку.

До 21-ї доби спостереження повна епітелізація ранового дефекту відмічалася у тварин усіх вікових періодів експериментальної групи (табл. 4).

Таблиця 4

Морфометричні показники стану ранової поверхні у тварин старечого віку

Показник	Термін спостереження після нанесення травми, доба									
	1-ша		3-тя		7-ма		14-та		21-ша	
	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е	К	Е
Загальна площа дефекту, см <sup>2</sup>	1,76 ± 0,04	1,7 ± 0,03 ( $p = 0,21$ )	1,8 ± 0,04	1,7 ± 0,03 ( $p = 0,09$ )	1,5 ± 0,02	1,2 ± 0,01 ( $p < 0,0001$ )	1,0 ± 0,01	0,8 ± 0,09 ( $p = 0,0008$ )	0,3 ± 0,05	–
Відносна площа некрозу, %	54,2 ± 0,23	54,1 ± 0,22 ( $p = 0,50$ )	53,3 ± 0,21	50,2 ± 0,2 ( $p = 0,05$ )	24,3 ± 1,09	23,0 ± 1,01 ( $p = 0,08$ )	11,9 ± 0,07	10,1 ± 0,05 ( $p < 0,0001$ )	–	–
Відносна площа грануляцій, %	–	–	–	–	32,1 ± 0,14	35,2 ± 0,15 ( $p < 0,0001$ )	20,9 ± 0,07	22,9 ± 0,09 ( $p < 0,0001$ )	7,1 ± 0,03	6,7 ± 0,02 ( $p < 0,0001$ )
Відносна площа епітелізації, %	–	–	–	–	–	5,2 ± 0,15 ( $p < 0,0001$ )	20,9 ± 0,12	30,7 ± 0,14 ( $p < 0,0001$ )	87,9 ± 0,28	97,0 ± 0,36 ( $p < 0,0001$ )

Примітка. К – контроль, Е – експеримент із застосуванням хітозанових мембран

Таким чином, застосування ранового покриття на основі хітозану призводить до активізації процесу заживлення опікової рани. Механізм дії хітозану, на нашу думку, має декілька складових. По-перше, мембрани на основі даного полімеру мають високі сорбційні властивості та забезпечують адекватну вентиляцію рани. Згідно з концепцією вологого ведення ран у фазу запалення є необхідність сорбції надмірної кількості ексудату. Через наявність надмірного ексудату в цій фазі відбувається значна втрата вологи поверхнею, а також зростає ризик інфікування рани. При цьому хронічні або довго незагойні рани характеризуються пролонгацією фази запалення і зменшення ексудату в цьому випадку може прискорити перехід у фазу розвитку грануляцій [21].

За даними Kossovich et al., окрім вищезазначених властивостей, застосування подібних матеріалів зменшує кількість перев'язок, що знижує травматизм поверхні рани [22]. Крім того, продукти деградації хітозану здатні стимулювати ріст судин та міграцію макрофагів та фібробластів у рану [23], що призводить до більш раннього очищення поверхні дефекту та прискорює утворення грануляцій. Зважаючи на більш ранній термін появи грануляційної тканини, в усіх експериментальних тварин цей механізм наявний при застосуванні даного інноваційного матеріалу. Деградація хітозану має гідролітичний та ензиматичний компоненти, і зв'язування металопротеаз біологічною мембраною також може мати стимулювальний вплив на процеси регенерації опікової рани [24].

Крім того, одним із чинників, який уповільнює процеси регенерації шкіри, є бактеріальне запалення. У попередніх дослідженнях доведена виражена антибактеріальна дія матеріалів на основі хітозану, що є одним з основних механізмів терапевтичної дії матеріалу на початкових етапах регенерації [25].

Таким чином, отримані результати при порівнянні з попередніми дослідженнями дають змогу стверджувати про комплексну дію хітозаної мембрани, яка спрямована на кілька патогенетичних ланцюгів, що призводить до прискорення процесу регенерації шкіри при опіковій травмі.

#### Висновки

Дослідження планіметричних показників стану раневої поверхні виявило активізацію процесів загоєння опікових ран за умов застосування хітозанових плівок у тварин усіх вікових груп. Біологічні покриття з хітозану запобігали вторинному інфікуванню рани, забезпечуючи її захист від зовнішніх впливів, добре моделювалися на рановій поверхні, що попереджувало травмування новоутвореного епітелію. Починаючи з фази запалення, відбувалося прискорення репаративних процесів у рані за рахунок скорочення термінів очищення рани з подальшим заповнення ранового дефекту грануляційною тканиною, більш раннім початком крайової епітелізації у фазах регенерації та епітелізації, що приводило до скорочення термінів заживлення ран зі зменшенням строків повної епітелізації в середньому на 1,5 доби.

#### Список літератури

1. Григорьева Т. Г. Новые технологии хирургического лечения обширных глубоких ожогов и их последствий / Т. Г. Григорьева // *Международ. мед. журнал.* – 2002. – Vol. 8 (1–2). – P. 116–118.
2. Midwood K. S. Tissue repair and the dynamics of the extracellular matrix. / K. S. Midwood L. V. Williams, J. E. Schwarzbauer // *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology.* – 2004. – Vol. 36 (6). – P. 1031–1037.
3. The cellular, biochemical, and mechanical phases of wound healing / R. E. Pollock, F. C. Brunicardi, D. K. Andersen [et al.] // *Schwartz's Principles of Surgery, Ninth Edition.* – 2009. – McGraw-Hill Professional.
4. Будкевич Л. И. 10-летний опыт применения культивированных аллофибробластов человека при лечении детей с глубокими ожогами / Л. И. Будкевич // *Матер. XX з'їзду хірургів України.* – Тернопіль, 2002. – Т. 2. – С. 636–639.
5. The cell based dressing with living allogenic keratinocytes in the treatment of foot ulcers: a case study / Y. Bayram, M. Deveci, N. Imirzalioglu [et al.] // *British journal of plastic surgery.* – 2005 – Vol. 58 (7). – P. 988–96.
6. Кризина П. С. Особливості пербігу запального процесу в інфікованих ранах при застосуванні для покриття їх поверхні гідратцелюлозною плівкою та АБВМ – "Дніпро" – МП / П. С. Кризина // *Бук. мед. вісник.* – 2001. – Т. 5, № 1. – С. 173–176.
7. Парамонов Б. А. Ожоги: Руководство для врачей / Б. А. Парамонов, Я. О. Порембский, В. Г. Яблонский. – СПб. : СпецЛит, 2000. – 480 с.
8. Абаев Ю. К. Справочник хирурга. Раны и раневая инфекция / Ю. К. Абаев // *Ростов-на-Дону : Феникс, 2006.* – 427 с.
9. Bren L. Helping wounds heal / L. Bren // *FDA Consumer magazine.* – May–June. – 2002. – Vol. 23. – P. 34–41.
10. Yamaguchi Y. Cutaneous wound healing: an update / Y. Yamaguchi // *J. Dermatol.* – 2001. – Vol. 28. – P. 521–534.
11. Сравнительное изучение эффективности различных биоактивных материалов при лечении гнойных ран / С. Х. Григорян, А. К. Григорян, А. С. Нанян, Э. С. Григорян // *Материалы Международной конференции / под ред. В. Д. Федорова, А. А. Адамяна.* – М., 2001. – С. 101–102.
12. Добыш С. В. Современные перевязочные средства для лечения ран во второй фазе раневого процесса / С. В. Добыш, А. В. Васильев, О. В. Шурупова // *Материалы Международной конференции / под ред. В. Д. Федорова, А. А. Адамяна.* – М., 2001. – С. 115.
13. The Role of Moisture Balance in Wound Healing / D. Okan, K. Woo, E. Ayello, G. Sibbald // *Adv Skin Wound Care.* – 2007. – Vol. 20 (1). – P. 39–53.
14. Ovington L. Hanging Wet-to-Dry Dressings Out to Dry / L. Ovington // *Adv Skin Wound Care.* – 2002. – Vol. 15 (2). – P. 79–86.

15. Studies on nerve affinity of chitosan-derived materials / G. HaiPeng, Z. Yinghui, L. Jianchun [et al.] // Journal of Biomedical Material Research. – 2000. – Vol. 52 (2). – P. 285–295.
16. Photocrosslinkable chitosan as a dressing for wound occlusion and accelerator in healing process / Masayuki, Ishihara, Kuniaki [et al.] // Biomaterials. – 2002. – Vol. 23 (5). – P. 833–840
17. Preparation and characterization on mechanical and antibacterial properties of chitosan/cellulose blends / Yu-Bey, Wu, Shu-Huei [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 2004. – Vol. 57 (7). – P. 435–440.
18. Чадаев А. П. Современные методики местного медикаментозного лечения инфицированных ран / А. П. Чадаев, А. Д. Климиашвили // Русский медицинский журнал. – 2002. – № 26.
19. Wound bed preparation: a systematic approach to wound management / G. S. Schultz, R. G. Sibbald, V. Falanga [et al.] // Wound Repair Regen. – 2003. – Vol. 11. – P. 23–28.
20. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство / Г. Г. Автандилов // Медицина. – М., 1990. – 384 с. : ил.
21. Jones A. M. Are modern wound dressings a clinical and cost-effective alternative to the use of gauze? / A. M. Jones, L. San Miguel // Wound Care. – 2006. – Vol. 15. – P. 65–69.
22. Adsorption effect of activated charcoal on enterohemorrhagic Escherichia coli / K. Naka, S. Watarai, K. Tana [et al.] // Vet Med Sci. – 2001. – Vol. 63. – P. 281–285.
23. The use of physical hydrogels of chitosan for skin regeneration following third-degree burns / N. Boucard, C. Vitona, D. Agayb [et al.] // Biomaterials. – 2007. – Vol. 28. – P. 3478–3488.
24. Ovington L. G. Overview of matrix metalloprotease modulation and growth factor protection in wound healing / L. G. Ovington // Part 1. Ostomy Wound Manage. – 2002. – Vol. 48 (6 Suppl). – P. 3–7.
25. Electrospun nano-fibre mats with antibacterial properties from quaternized chitosan and poly(vinyl alcohol) / M. Ignatova, K. Starbova, N. Markova [et al.] // Carbohydr Res. – 2006. – Vol. 341. – P. 2098–2107.

## ПЛАНИМЕТРИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОЖОГОВОЙ РАНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИТОЗАНОВЫХ МЕМБРАН

Корнієнко В. В.

Сумський державний університет,  
ул. Римського-Корсакова, 2, Сумы, Україна, 40007

Работа посвящена изучению динамики планиметрических показателей ожоговой раны крыс разных возрастных групп при использовании инновационных хитозановых мембран. Крысам экспериментальной и контрольной групп моделировали ожоговые раны III степени, для местного лечения которых применяли хитозановые покрытия. Планиметрия раневой поверхности проводилась с использованием программы «SEO Image lab 2.0» (Сумы, Украина), учитывая общую площадь дефекта в см<sup>2</sup>, относительную площадь некроза, грануляцию и эпителизацию в процентах. Измерения проводили на 1-е, 3-е, 7-е, 14-е и 21-е сутки после нанесения травм, что отвечает срокам основных этапов регенерационных процессов кожи. Оценка скорости заживления раневого дефекта проводилась по следующим показателям: средняя скорость уменьшения раневой поверхности в см<sup>2</sup> за сутки и уменьшение площади раны в процентах за сутки. Биологические хитозановые покрытия препятствовали повторному инфицированию раны, обеспечивая ее защиту от внешнего воздействия, хорошо моделировались на раневой поверхности, что предупреждало травмирование новообразованного эпителия. Начиная с фазы воспаления, происходило ускорение репаративных процессов в ране за счет сокращения сроков ее очищения с последующим заполнением раневого дефекта грануляционной тканью, более ранним началом эпителизации краев в фазах регенерации и эпителизации, ведя к сокращению сроков заживления ран и сроков полной эпителизации в среднем на 1,5 суток.

**Ключевые слова:** ожоги, лечение, медицинские средства, хитозан, планиметрия.

**PLANIMETRIC ANALYSES OF THE BURN AREAS AFTER CHITOSAN MEMBRANES APPLICATION***Kornienko V. V.**Sumy State University,**2, Rymskogo-Korsakova St., Sumy, Ukraine, 40007*

The article is devoted to evaluate dynamics of planimetric indexes of burns. I took rats of different age and applied innovative chitosan membranes on the burns. I modeled IIIb burns on the rats from both experimental and control groups; I used chitosan-based coatings for topical treatment. Planimetric analyses of the affected areas were performed by the "SEO Image lab 2.0" program (Sumy, Ukraine) considering the total affected area ( $\text{sm}^2$ ); the relative areas of dead tissue, granulation tissue and epithelization (%). I measured them on 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days after the burn modelling. These days show key phases of skin healing. I determined the rate of burn healing according to certain criteria: average rate of affected area reduction ( $\text{sm}^2$ ) per day; reduction in burn area (%) per day. Natural chitosan coatings prevented from repeated infections protecting the burn areas from exogenous factors. Besides, it was applied easily on the affected areas to protect newly formed epithelium. Healing process speeded up during the inflammatory phase as both burn cleaning and granulation tissue formation enhanced. Moreover, gripping of the burn edges occurred during the proliferation and remodeling phases. Due to these results I may claim that period of healing process with rate of epithelization has decreased by 1.5 day.

**Key words:** burns, treatment, medicines, chitosan, planimetria.