



О. М. Коваленко<sup>1</sup>, А. О. Коваленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ

<sup>2</sup> ДУ «Інститут гематології та трансфузіології НАМН України», Київ

## ВИКОРИСТАННЯ рН-МЕТРІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИБИНИ ДЕРМАЛЬНИХ ТЕРМІЧНИХ УРАЖЕНЬ І ВИБОРУ МЕТОДУ ЛІКУВАННЯ

**Мета роботи** — підвищити ефективність лікування постраждалих з дермальними ураженнями шляхом застосування рН-метрії для визначення глибини дермальних термічних уражень і вибору методу лікування.

**Матеріали та методи.** Проаналізовано результати обстеження та лікування 170 хворих з дермальними термічними ураженнями загальною площею 5—40 % поверхні тіла. У 1-шу, на 2-гу і 3-тю добу за допомогою рН-метра із плоским електродом для шкіри проводили серію рН-метрій: неураженої шкіри гомологічного сегмента, різних ділянок рани, навколоранову. Застосували клінічні, біохімічні та статистичні методи дослідження. Визначали точність, чутливість і специфічність рН-метрії.

**Результати.** Результати серії рН-метрій використано для розрахунку постійної рН для кожного ступеня опіку. Значення параметрів глибини опіку порівнювали з гістопатологічною оцінкою і клінічним результатом при виписуванні хворого. Середнє значення рН через добу після травми для епідермальних опіків, які гояться 7—10 діб, —  $7,6 \pm 0,1$ , для дермальних поверхневих опіків, які гояться протягом 3 тиж, —  $8,3 \pm 0,2$ , для дермальних глибоких опіків, які самостійно не загоюються, —  $8,9 \pm 0,2$ . Зі 140 хворих основної групи з дермальними опіками у 90 визначено наявність градієнта рН  $\geq 3$ , відсутність болю в цих ділянках ран при проведенні больової проби, формування глибокого некрозу, що свідчило про наявність глибоких дермальних уражень. Цим хворим виконано раннє висічення некротичних тканин із пластикою ран. У 20 % хворих групи порівняння недостатньо об'єктивна діагностика на ранньому етапі призвела до затримки з проведенням оперативного втручання, а отже, до збільшення тривалості перебування в стаціонарі. Визначено високу чутливість діагностування глибини опікової рани за допомогою рН-метрії через 24 год після травми: ймовірність — 84 %, специфічність — 95 %.

**Висновки.** Контактна рН-метрія ран у хворих з дермальними опіками — об'єктивний метод визначення глибини термічного ураження в ранні строки після травми і прогнозування перебігу ранового процесу. Градієнт рН гомологічних сегментів до 2 є чіткою межею наявності поверхневих дермальних опіків, а градієнт рН  $\geq 4$  свідчить про наявність глибоких дермальних опіків і є показанням до раннього хірургічного лікування.



**Ключові слова:** опікова рана, глибина ран, дермальне ураження, контактна рН-метрія ран.

Рання діагностика глибини дермального опікового ураження дає змогу своєчасно розпочати хірургічне лікування, в ранні строки висікти нежиттєздатні тканини та одночасно виконати пластику рани, що сприяє зменшенню рівня інтоксикації та отриманню кращих функціональних і косметичних результатів [1].

Визначення глибини ураження в ранні строки після травми має важливе значення для вибору тактики лікування. Найчастіший прийом для визначення глибини ураження — клінічна оцінка рани, хоча, як показала практика, точність збігу клінічної оцінки становить 60—75 %, навіть якщо

оцінку проводить досвідчений опіковий хірург [6]. Як виявили Nesus та співавтори у 1892 р., за нормальних умов рН неушкодженої шкіри свідчить про кисле середовище. Залежно від анатомічної локалізації та віку людини діапазон значень рН шкіри становить від 4,8 до 6,0, а рН інтерстиціальної рідини наближається до нейтрального показника. Низьке значення рН на шкірі пояснюється переважно наявністю «кислоти мантії», природного бар'єра шкіри від зовнішнього середовища [5].

Показник рН впливає активність ранових ферментів, активність фібробластів, проліферацію кератиноцитів, мікробну проліферацію, а також

на імунологічні реакції в рані [4]. Процес загоєння рани і наростання нових, здорових шарів шкіри, пов'язаний зі зниженням рН [2]. Незагоєні рани, навпаки, мають постійне значення рН 8,5 [3]. Таким чином, величину рН можна використовувати як контрольний параметр загоєння. Однак не з'ясовано, як впливає глибина опіку на зміни рН поверхні обпеченої шкіри.

**Мета роботи** — підвищити ефективність лікування постраждалих з дермальними ураженнями шляхом застосування рН-метрії для визначення глибини дермальних термічних уражень і вибору методу лікування.

#### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Під спостереженням перебували 170 хворих із дермальними термічними ураженнями загальною площею 5–40 % поверхні тіла віком від 10 до 55 років, які лікувалися у центрі термічної травми і пластичної хірургії Київської міської клінічної лікарні № 2 у 2012–2016 рр. При госпіталізації хворим із дермальними опіками у 1-шу, на 2-гу і 3-тю добу проводили рН-метрію різних ділянок поверхні тіла: неуразеної шкіри гомологічного сегмента, окремих ділянок рани, перифокальну і навколоранову. Вимірювання здійснювали за допомогою рН-метра із плоским електродом для шкіри (ціна шкали — 0,01, точність приладу — 0,05). Час вимірювання — 5 с.

Лікування хворих основної групи проводили шляхом висічення некротичних тканин і одночасного виконання автодермопластики або тимчасового закриття ран заміниками шкіри з наступною автодермопластикою у ранній період опікової хвороби. Показанням до операції була наявність глибоких дермальних уражень. Глибину опіку визначали візуально та за допомогою рН-метрії опікової рани. У хворих групи порівняння (ретроспективний аналіз 50 історій хвороб) глибину термічного ураження та показання до хірургічного лікування визначали лише візуальним методом.

Статистичний аналіз матеріалу проводили за допомогою стандартних методів із застосуванням пакета прикладних програм MS Excel та Statistica SPSS. Оцінювали середнє значення, стандартні

похибки, статистичну значущість відмінностей. Для оцінки міжгрупової різниці застосовували параметричний t-критерій Стьюдента. Визначали чутливість та специфічність для розрахованих постійних.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Контактна рН-метрія гнійних ран — об'єктивний метод контролю та прогнозування перебігу ранового процесу. Динаміка рН відображує характер перебігу ранового процесу і тому має певне діагностичне та прогностичне значення для визначення глибини опікової рани.

У літературі немає відомостей про клінічні вимірювання значення рН шкіри опікової рани в гостру фазу опіку контактним методом. Проведено дослідження вимірювання змін рН з використанням інвазивних методів, а також — універсального індикаторного паперу для вимірювання рН [4]. Однак застосування тестового паперу не дає змогу проводити статистичну обробку даних. Це дослідження було проведено для того, щоб визначити зміни рН шкіри в гостру фазу опіку, а також оцінити, наскільки первинні зміни рН рани пов'язані з глибиною ураження і корелюють із фактором болю.

При проведенні серій контактних рН-метрій у 1-шу, на 2-гу і 3-тю добу визначено ділянки тіла із зміненим рН порівняно з гомологічними сегментами та іншими опіковими поверхнями. Градієнт рН ( $\Delta$ рН) на різних ділянках опікової рани становив від 0,5 до 4,8 порівняно з інтактною шкірою.

Результати серії рН-метрій використано для розрахунку постійного значення рН для кожного ступеня опіку. Вимірювання проводили після стабілізації гемодинаміки через добу після травми (табл. 1).

Значення параметрів глибини опіку порівнювали з гістопатологічною оцінкою та клінічним результатом при одужанні хворого. Середнє значення рН опікових ран через добу після травми для епідермальних опіків, які гояться 7–10 діб, —  $7,6 \pm 0,1$ , для дермальних поверхневих опіків, які гояться протягом 3 тиж, —  $8,3 \pm 0,2$ , для дермальних глибоких опіків, які самостійно не загоюються протягом 3 тиж, —  $8,9 \pm 0,2$ .

Зі 140 хворих основної групи з дермальними опіками у 90 виявлено  $\Delta$ рН  $\geq 3$ , відсутність болю

Т а б л и ц я 1  
Значення рН залежно від глибини опікової рани через добу після травми

Ступінь опіку	Середнє	Min	Max	Медіана	Мода	Стандартне відхилення
Неуразена шкіра	5,1	4,5	5,7	5,3	4,7	0,4
I	7,6	7,3	7,9	7,7	7,8	0,1
IIA	8,3	7,8	8,6	8,3	8,6	0,2
IIБ	8,9	8	9,3	8,9	9,1	0,2

Таблиця 2  
Відповідність рН опікових ран до клінічних даних

Ступінь опіку	Тактильна чутливість	Больова чутливість	рН гомологічного сегмента	рН перифокально	рН опікової рани				
					Min	Max	Середнє	Мода	$\Delta$ рН
I	+	+	5,6±0,2	5,5±0,1	7,3	7,9	7,6	7,8	2
IIA	+	+	5,3±0,5	6,0±0,5	7,8	8,6	8,3	8,6	2
IIБ	-	-	4,9±0,2	5,3±0,3	8	9,3	8,9	9,1	4

в цих ділянках ран при проведенні больової проби, формування глибокого некрозу, що свідчило про наявність глибоких дермальних уражень. Цим хворим було виконано раннє висічення некротичних тканин із пластикою ран. У решти пацієнтів основної групи визначено  $\Delta$ рН < 3, позитивний результат больової проби, що свідчило про наявність поверхневих опіків, які загоїлися самостійно при консервативному лікуванні.

У 40 хворих групи порівняння візуально і клінічно визначено наявність глибоких уражень. Цих хворих було прооперовано в ранні строки після травми. У решти пацієнтів цієї групи візуально не виявлено глибоких дермальних опіків, однак консервативне лікування протягом 23 діб не сприяло повній епітелізації ран, тому виникла потреба в хірургічному відновленні шкірного покриву. Через 23—24 доби після травми 4 хворим було виконано пересадку шкіри на рани, які гранулюють, а 6 — відстрочену некректомію із наступною пластикою ран. Відсутність об'єктивізації при первинному визначенні глибини термічного ураження у хворих групи порівняння зумовила відтермінування початку хірургічного лікування і збільшила тривалість перебування в стаціонарі на 14 діб.

Таким чином, застосування рН-метрії опікових ран у хворих основної групи дало змогу в ранні строки після травми підтвердити глибину дермального ураження і визначити показання до раннього хірургічного лікування.

Гradient рН гомологічних сегментів < 2 був чіткою ознакою наявності поверхневих дермальних опіків, а  $\Delta$ рН  $\geq$  3 свідчив про наявність глибоких дермальних опіків (табл. 2).

Вивчено чутливість рН-метрії для розрахованих постійних значень граничної величини рН 8,9 через 1, 2 і 3 доби після травми. Статистично значущими були дані, розраховані через 24 год після травми. Визначено високу чутливість діагностування глибини опікової рани за допомогою рН-метрії через добу після травми: ймовірність — 84 %, специфічність — 95 %. На другу добу чутливість тесту знижувалася. В клінічній практиці тест з високою чутливістю є корисним для заперечення діагнозу, якщо результат негативний, тобто, якщо

рН опікової поверхні через 24 год після травми < 8,9 і  $\Delta$ рН  $\leq$  2, то така рана загоюватиметься самостійно в 95 % випадків під рановими покриттями, а якщо рН > 8,9 і  $\Delta$ рН  $\geq$  4, то у 84 % випадків рана самостійно не загоїться або цей процес триватиме понад 3 тиж, потребуватиме оперативного втручання — пересадки шкіри і його наслідком буде формування гіпертрофічного рубця.

#### КЛІНІЧНИЙ ПРИКЛАД

Хворого В. віком 13 років госпіталізовано до відділення інтенсивної терапії з діагнозом «опік гарячою їжею 5 % поверхні тіла». За допомогою методу візуалізації встановлено клінічний діагноз «опік гарячою їжею ІІА—ІІБ ступеня 5 % поверхні тіла (ІІБ ступеня (глибокі дермальні ураження) — 4 % поверхні тіла). При госпіталізації хворому накладено пов'язки на рани із водними антисептиками. Через 24 год після травми, після проведення інфузійної терапії та відновлення мікроциркуляції, виконано серію рН-метрій із визначенням градієнта рН шкіри гомологічного сегмента, рН різних ділянок опікової рани, перифокальної рН неуразженої шкіри. Виявлено ділянки поверхні тіла з більшим значенням рН порівняно з гомологічними сегментами та іншими опіковими поверхнями.

При виконанні рН-метрії градієнт рН на різних ділянках опікової рани становив від 0,5 до 4 порівняно з інтактною шкірою. Установлено, що площа ран із  $\Delta$ рН > 4 становила 2 % поверхні тіла, на цих поверхнях не було больової чутливості, що свідчило про наявність глибоких опіків на площі не 4 % поверхні тіла, а лише 2 %. Остаточний клінічний діагноз: опік гарячою їжею ІІА—ІІБ ступеня 5 % поверхні тіла (ІІБ ступеня — 2 % поверхні тіла). Отже, використання рН-метрії дало змогу уточнити локалізацію глибоких дермальних опіків та оцінити їх площу.

Хворому виконано операцію — ранню некректомію на площі 2 % поверхні тіла з одночасною пластикою ран власною шкірою. Вилучені під час операції некротичні тканини направлено на гістологічне дослідження, яке підтвердило результати рН-метрії. Хворого виписано зі стаціонару на 13-ту добу після операції з добрим результатом.

**ВИСНОВКИ**

Контактна рН-метрія ран у хворих з дермальними опіками — об'єктивний метод визначення глибини термічного ураження в ранні строки після травми і прогнозування перебігу ранового процесу.

Гradient рН гомологічних сегментів до 2 є чіткою межею наявності поверхневих дермальних опіків, а gradient рН  $\geq 4$  свідчить про наявність глибоких дермальних опіків і є показанням до раннього хірургічного лікування.

*Конфлікту інтересів немає.*

*Участь авторів: концепція і дизайн дослідження, написання тексту — О. К., А. К.; збір і обробка матеріалу, статистичне опрацювання даних — А. К.; редагування — О. К.*

**Література**

1. Пат. 29466 Україна, МПК: А61В 5/00. Спосіб діагностики глибини дермальних опіків / Хачатрян С. Г., Самойленко Г. Є., Солошенко В. В., Носенко В. М. — № u200711147; заявл. 09.10.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.
2. Caulfield R H., Tyler M., Austyn J. M. et al. The relationship between protease/anti-protease profile, angiogenesis and re-epithelialisation in acute burn wounds // *Burns*. — 2008. — Vol. 34, N 4. — P. 474—486.
3. Mihara K., Shindo H., Ohtani M. et al. Early depth assessment of local burns by videomicroscopy: 24 h after injury is a critical time point // *Burns*. — 2011. — Vol. 37, N 6. — P. 986—993.
4. Percival S. L., McCarty S., Hunt J. A., Woods E. J. The effects of pH on wound healing, biofilms, and antimicrobial efficacy // *Wound Repair and Regeneration*. — 2014. — Vol. 22, N 2. — P. 174—186.
5. Sayaka O., Ryutro I., Yukiko I. et al. Increased wound pH as an indicator of local wound infection in second degree burns // *Burns*. — 2014. — Vol. 41, N 4. — P. 820—824.
6. Schneider L. A., Korber A., Grabbe S., Dissemund J. Influence of pH on wound-healing: a new perspective for wound-therapy? // *Arch. Dermatol. Res.* — 2007. — N 298 (9). — P. 413—420.

**О. Н. Коваленко<sup>1</sup>, А. А. Коваленко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, Киев

<sup>2</sup>ГУ «Институт гематологии и трансфузиологии НАМН Украины», Киев

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ рН-МЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ДЕРМАЛЬНЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ И ВЫБОРА МЕТОДА ЛЕЧЕНИЯ

**Цель работы** — повысить эффективность лечения пострадавших с дермальными поражениями путем применения рН-метрии для определения глубины термических поражений и выбора метода лечения.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты обследования и лечения 170 больных с дермальными ожогами общей площадью 5—40 % поверхности тела. В 1-е, на 2-е и 3-и сутки после травмы с помощью рН-метра с плоским электродом для кожи проводили серию рН-метрий: неповрежденной кожи гомологического сегмента, различных участков раны и вокруг раны. Применяли клинические, биохимические и статистические методы исследования. Определяли точность, чувствительность и специфичность рН-метрии.

**Результаты.** Результаты серии рН-метрий использованы для расчета постоянной рН для каждой степени ожога. Значения параметров глубины ожога сравнивали с гистопатологической оценкой и клиническим исходом при выписке больного. Среднее значение рН через сутки для эпидермальных ожогов, которые заживают за 7—10 сут, составляло  $7,6 \pm 0,1$ , для дермальных поверхностных ожогов, которые заживают в течение 3 нед, —  $8,3 \pm 0,2$ , для дермальных глубоких ожогов, которые самостоятельно не заживают, —  $8,9 \pm 0,2$ . Из 170 больных основной группы с дермальными ожогами у 80 выявили наличие градиента рН  $\geq 3$ , отсутствие боли в этих участках ран при проведении болевой пробы, формирование глубокого некроза, что свидетельствовало о наличии глубоких дермальных поражений. Этим больным выполнено раннее иссечение некротических тканей с пластикой ран. У 20 % больных группы сравнения недостаточно объективная диагностика на раннем этапе привела к задержке оперативного вмешательства, к увеличению длительности пребывания в стационаре. Определена высокая чувствительность диагностирования глубины ожога с помощью рН-метрии через 24 ч после травмы: вероятность — 84 %, специфичность — 95 %.

**Выводы.** Контактная рН-метрия ран у больных с дермальными ожогами — объективный метод определения глубины термического поражения в ранние сроки после травмы и прогнозирования течения раневого процесса. Gradient рН гомологических сегментов через сутки после травмы до 2 является четкой границей поверхностных дермальных ожогов, а gradient рН  $\geq 4$  свидетельствует о наличии глубоких дермальных ожогов и является показанием к раннему хирургическому лечению.

**Ключевые слова:** ожоговая рана, глубина ран, дермальное поражение, контактная рН-метрия ран.

**O. M. Kovalenko<sup>1</sup>, A. O. Kovalenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>O. O. Bogomolets National Medical University, Kyiv

<sup>2</sup>SI «Institute of Hematology and Transfusiology of NAMS of Ukraine», Kyiv

## THE USE OF pH TO DETERMINE THE DEPTH OF DERMAL BURNS AND TREATMENT CHOICE

**The aim** — to increase the effectiveness of treatment in patients with dermal burns by applying pH meters to determine the depth of dermal burns and the choice treatment.

**Materials and methods.** The results of examination and treatment of 170 patients with dermal burns with the 5—40 % TBSA have been analyzed. During the first, second and third day, a series of pH meters were performed: pH meter on the unharmed skin of the homologous segment, pH meter on different sites of the wound, around the wound. The pH of the wound was measured by a pH meter with a flat electrode for the skin. Clinical, biochemical, statistical methods of study were carried out. The accuracy, sensitivity and specificity of the tested method has been proved.

**Results and discussion.** A series of pH meters were used as the basis for calculating the constant pH for each degree of burn. The values of burn depth parameters were compared with the histopathological assessment and the clinical outcome at patient discharge. The average pH after the first day for epidermal burns, which healed for 7—10 days, was  $7.6 \pm 0.1$  units, for dermal superficial burns healed within 3 weeks —  $8.3 \pm 0.2$  units and for deep dermal burns that did not heal on their own during the study period —  $8.9 \pm 0.3$  units. The pH difference in more than 3 units was detected in 80 patients from the main group with dermal burn, pain was absent in these areas of wounds in the pain test, deep necrosis was determined visually, indicating the presence of deep dermis burns among these patients. All patients underwent early excision of necrotic tissues with plastic wounds. 20 % of the comparison group lacked the objective diagnostics at the early stage leading to delay in surgical intervention, which in turn caused a prolonged duration of a hospital stay. The high sensitivity of the pH test was determined 24 hours after the injury. Probability of the diagnosing the depth of a burn wound 24 hours after the injury by the pH metric test was equal to 84 %. Specificity of the test — 95 %.

**Conclusions.** The contact pH metric for wounds in patients with dermal burns is an objective method to determine the depth of thermal damage in the early stages after the injury as well as predict the course of the wound process. The difference in the pH of the homologous segments one day after the injury ( $\Delta$  pH) equal to 2 units is a clear indication for the presence of superficial dermal burns. The pH difference  $\Delta$  pH in 4 units demonstrates the presence of deep dermal burns and is an indication for early surgical treatment.

**Key words:** burn wounds, dermal wounds, contact pH measurement wounds.