

ВЛИЯНИЕ pH НА ДИНАМИКУ ТЕЧЕНИЯ РАНЕВОГО ПРОЦЕССА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

**А.М. Морозов, А.Р. Армасов, А.Н. Сергеев, С.В. Жуков, Е.А. Соболев,
М.М. Муравлянцева, М.А. Беляк**

Тверской государственный медицинский университет, Тверь

Резюме. Раневой процесс представляет собой совокупность стадий, последовательно сменяющих друг друга и в результате приводящих к эпителизации кожного покрова и закрытию раневого дефекта. На развитие раневого процесса оказывает влияние значение pH раневого отделяемого, которое определяет скорость протекания всех биохимических реакций, происходящих в ране. В ходе исследования у пациентов производилось измерение экссудата раны в послеоперационном периоде. Было отмечено, что у пациентов с изначальными значениями водородного показателя раневого отделяемого, который составлял 7, наблюдался более эффективный процесс заживления послеоперационной раны, в то время как у пациентов с изначальным значением pH равным 8 раневой процесс принял затяжной характер.

Ключевые слова: раны, раневой процесс, pH, рана, послеоперационный период.

Для цитирования: Морозов А.М., Армасов А.Р., Сергеев А.Н., Жуков, С.В. Соболев Е.А., Муравлянцева М.М., Беляк М.А. Влияние pH на динамику течения раневого процесса в послеоперационном периоде. *Вестник медицинского института «Реавиз». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2021;2(50):87-91. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.CLIN.9>

INFLUENCE OF pH ON THE DYNAMICS OF THE WOUND PROCESS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD

**A.M. Morozov, A.R. Armasov, A.N. Sergeev, S.V. Zhukov, E.A. Sobol,
M.M. Muravlyantseva, M.A. Belyak**

Tver State Medical University, Tver

Abstract. The wound process is a set of stages that successively replace each other and as a result lead to epithelization of the skin and closure of the wound defect. The development of the wound process is influenced by the pH value of the wound contents, which determines the rate of all biochemical reactions occurring in the wound. In the course of the study, patients were measured for wound exudate in the postoperative period. It was noted that in patients with the initial values of the hydrogen index, which was 7, a more effective healing process of the postoperative wound was observed, while in patients with the initial pH value of 8, the wound process took a protracted character.

Key words: wounds, wound process, pH, antiseptics.

Cite as: Morozov A.M., Armasov A.R., Sergeev A.N., Zhukov S.V., Sobol E.A., Muravlyantseva M.M., Belyak M.A. Influence of pH on the dynamics of the wound process in the postoperative period. *Bulletin of the Medical Institute Reaviz. Rehabilitation, Doctor and Health.* 2021;2(50):87-91. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.CLIN.9>



Введение

Одной из проблем в современной хирургической практике является лечение ран в послеоперационном периоде, так как от эффективности проводимого комплексного лечения зависит исход раневого процесса и дальнейшая трудоспособность пациента [8]. Главной задачей хирургического лечения является сокращение фаз раневого процесса и ускорение процесса заживления раны, а также снижение болевого синдрома, сопровождающего раневой процесс [7]. Послеоперационные раны являются асептическими, относятся к категории резаных ран и должны подвергаться тщательному уходу для предотвращения микробной контаминации [10]. Отдельную проблему составляют пациенты с хроническими, длительно незаживающими ранами, так как возрастает риск их инфицирования. Кроме того, наличие хронической раны у пациента приводит к ухудшению качества его жизни. Хронической следует считать рану, которая не способна пройти через последовательный период восстановления анатомической целостности, являющийся характерным для ран подобной локализации и этиологии [5].

Непосредственно раневой процесс представляет собой совокупность этапов, который приводит к эпителизации кожных покровов и закрытию раневого дефекта. Каждая фаза раневого процесса имеет свои особенности и характеризуется определёнными морфологическими изменениями, происходящими в ране. Первая фаза, фаза воспаления, характеризуется развитием экссудативно-деструктивных процессов. Во время фазы воспаления расширяется сосудистое русло в раневом очаге под влиянием медиаторов воспаления, к которым относится, в первую очередь, гистамин. Отмечается миграция лейкоцитов из кровяного русла в очаг воспаления путем диапедеза через проницаемую сосудистую стенку и последующее образование лейкоцитарного инфильтрата, который отграничивает очаг воспаления от неповрежденных

тканей. Под влиянием протеолитических ферментов осуществляется лизис и отторжение тканей, что в итоге приводит к очищению раны. Во время фазы воспаления отмечаются характерные клинические симптомы, такие как гиперемия, отек, боль в области раны. Во время следующей фазы преобладают пролиферативные процессы, характеризующиеся образованием молодой грануляционной ткани. В раневом очаге увеличивается количество фибробластов, которые осуществляют синтез коллагена, эластина и компонентов основного вещества, в том числе и гликозаминогликаны. Также во время данной фазы выделяются факторы гемостаза и факторы роста, под влиянием которых активно осуществляется ангиогенез с образованием новых кровеносных и лимфатических сосудов. Образовавшаяся молодая грануляционная ткань представляет собой соединительную ткань, которая защищает раневой дефект от повреждения и препятствует инфицированию раны. Однако, если во время данной фазы ангиогенез является неудовлетворительным, то происходит прекращение миграции фибробластов в рану, и раневой процесс замедляется. Третья фаза, фаза рубцевания, характеризуется эпителизацией кожного покрова и закрытием раневого дефекта путем образования рубца.

На продолжительность отдельных фаз раневого процесса оказывают влияние как экзогенные, так и эндогенные факторы. Одним из значимых эндогенных факторов, определяющий скорость и результат биохимических реакций во время раневого процесса, является pH раны [4]. Ряд авторов утверждают, что pH изменяется в течение всего раневого процесса. Так, во время фазы воспаления величина водородного показателя смещается в кислую сторону, и составляет от 5,4 до 6,9. Во время фазы пролиферации pH становится нейтральным или щелочным и находится в диапазоне от 6,9 до 9,0. И в заключительную фазу заживления pH приобретает значение здоровой кожи, которая в норме составляет от

4 до 6 [6]. Такое колебание значений pH в различные фазы необходимо с целью достижения оптимального для показателя деятельности ферментов. Так, в первую фазу наиболее активны именно при значениях pH от 5,4 до 6,9 ДНК-аза, липаза макрофагов, кислая фосфатаза, что обеспечивает эффективное очищение раны. Во время второй фазы, фазы заживления, для достижения максимальной активности щелочной фосфатазы и коллагеназы необходим нейтральный или слабощелочной водородный показатель [2].

Анализ динамики процессов заживления хронической раны показал, что среда в раневом очаге остается щелочной большую часть времени, что отрицательно сказывается на процессах репарации [11].

Кислотность мягких тканей зависит от внеклеточных pH-градиентов, которые в определенной степени угнетают процессы миграции и пролиферации клеток, и тем самым способствует переходу раны в хроническую стадию [12].

Наиболее эффективным для лечения ран различной этиологии и стимуляции процессов репарации ран является комплексный подход [3]. Особую роль играет хирургическая обработка, направленная на удаление некротизированных участков тканей и снижение тем самым микробной контаминации [1]. Также немаловажное значение имеет местное лечение, которое основывается на применении перевязочного материала, пропитанного антисептическими препаратами. Антисептические препараты обладают не только бактериостатическим и бактерицидным действием, но и способны стимулировать процессы репарации в ране путем поддержания оптимальной среды в ране [9].

Цель: определить влияние pH на динамику течения раневого процесса в послеоперационном периоде.

Материалы и методы

Исследование было проведено на базе хирургического отделения ГБУЗ ГКБ № 7 г. Твери, ЦРБ города Солнечногорска и НУЗ ОКБ ст. Тверь ОАО РЖД. Обследовано 262 пациента, из которых 132 мужчины и 130 женщин. Критериями включения в группу обследованных являлось наличие асептической раны после оперативного вмешательства и добровольное согласие пациента. При ушивании раны применяли такие материалы, как капрон, никант и тевран. В послеоперационном периоде проводилась pH-метрия раневого отделяемого методом лакмусовой пробы. Кислотно-основное состояние экссудата определялось на первые, третьи и пятые сутки после операции. Впоследствии, при анализе результатов, все испытуемые были разделены на две группы: первая группа – пациенты, кислотно-основной показатель экссудата которых при первом измерении был равен 8, вторая группа – пациенты, у которых водородный показатель экссудата в первые сутки был равен 7. Первая группа более многочисленна, в нее входил 171 пациент, то есть 65,2 % от общей выборки, вторая группа составила 91 случай – 34,8 % от выборки.

Результаты

В первые сутки послеоперационного периода было зафиксировано два варианта стартового водородного показателя раны – 8 и 7, с соответствующим разделением на группы, при этом у пациентов первой группы отмечался более выраженный болевой синдром. В последующие сутки происходило постепенное закисление раны, значение pH составляло от 5 до 7 (в среднем, 6,5). Такой водородный показатель отличается от показателя нормальной кожи, что может быть вызвано применением местных антисептиков.

Оценка интенсивности боли в первые сутки наблюдения не проявила корреляции с водородным показателем. Однако при дальнейшем наблюдении у лиц с pH раны

равным 8 отмечался более длительный болевой синдром. Таким образом, стартовый уровень кислотности раны соотносится с продолжительностью боли, а не с ее интенсивностью. У 80 пациентов с водородным показателем равным 8 болевые ощущения сохранялись до пятых суток наблюдения. В группе с более низким водородным показателем с болью на пятые сутки было 47 человек, но интенсивность боли была менее выражена.

Значение pH во второй группе снизилось до показателя в 5–6 единиц в послеоперационном периоде, в то время как у первой группы он сохранялся на уровне 7–8.

У пациентов второй группы экссудация была незначительна в первые сутки, также наблюдалось ее быстрое снижение и полное прекращение на третьи сутки после операции. У пациентов с повышенным уровнем pH раны отмечался более длительный процесс экссудации в ране, а также более выраженная гиперемия на вторые сутки после операции. В 16 случаях экссудация была выражена в большей степени.

Наиболее явная взаимосвязь прослеживается между показателем кислотности и лейкоцитозом. Так, в первые сутки пациенты второй группы имели более высокий

показатель количества лейкоцитов – $9,7 \cdot 10^9/\text{л}$ против $9,5 \cdot 10^9/\text{л}$ лейкоцитов у пациентов первой группы, то есть воспалительный процесс в тканях с пониженным pH идет более интенсивно. На третьи сутки наблюдения обе группы пришли к схожему результату – $8,8 \cdot 10^9/\text{л}$ и $8,9 \cdot 10^9/\text{л}$ соответственно. Однако на пятые сутки картина поменялась на противоположную изначальной – в группе с пониженным водородным показателем лейкоцитоз был меньше, чем в группе с pH равным 8 ($7,2 \cdot 10^9/\text{л}$ против $7,6 \cdot 10^9/\text{л}$ соответственно).

Заключение

Анализ результатов демонстрирует, что показатель pH послеоперационной раны равный 7 является оптимальным для ее заживления. У пациентов со стартовым высоким водородным показателем следует ожидать более длительное течения процесса заживления раны. Пациенты, имеющие более основную реакцию экссудата, склонны к интенсивному болевому синдрому. Помимо этого, при разном стартовом водородном показателе выявлена разница уровня лейкоцитоза в послеоперационном периоде, что свидетельствует о различной динамике локального воспалительного процесса.

Литература/References

- 1 Alekseeva N.T., Nikityuk D.B., Klochkova S.V. Analiticheskaya morfologiya reparativnoj regeneracii v kozhe pod dejstviem razlichnyh regional'nyh faktorov. *Zhurnal anatomii i gistopatologii*. 2015;4(1):26-27. (In Russ).
- 2 Andreev A.A., Gluhov A.A., Ostroushko A.P., Karapit'yan A.R., CHuyan A.O. Vliyanie kislotnosti na dinamiku reparativnyh processov v myagkih tkanyah. *Vestnik eksperimental'noj i klinicheskoy hirurgii*. 2017;10(1):64-71. <https://doi.org/10.18499/2070-478X2017-10-1-64-71> (In Russ).
- 3 Andreev A.A., Karpuhin A.G., Frolov R.N. et al. Primenenie gidrolizata kollagena i gidroimpul'snoj sanacii v lechenii eksperimental'nyh gnojnyh ran. *Vestnik eksperimental'noj i klinicheskoy hirurgii*. 2014;4(7): 378-387. (In Russ).
- 4 Andreev A.A., Gluhov A.A., CHerednikov E.F. et al. Reparativnaya regeneraciya ran myagkih tkanej s ispol'zovaniem kislotomodificirovannyh rastvorov v eksperimente. *Materialy XXIII s"ezda fiziologicheskogo obshchestva im. I. P. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiem*. 2017:2606-2608. (In Russ).
- 5 Borisov V.S., Kaplunova M.YU., Titova G.P. et al. Sluchaj uspehnogo lecheniya dlitel'no nezazhivayushchej posleozhogovoj rany. *Trudnyj pacient*. 2016;14(10-11):56-58. (In Russ).
- 6 Vinnik YU.S., Markelova N.M., Tyuryumin V.S. Sovremennye metody lecheniya gnojnyh ran. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie*. 2013;1:8-22. (In Russ).
- 7 Mohov E.M., Kadykov V.A., Sergeev A.N. et al. Ochenochnye shkaly boli i osobennosti ih primeneniya v medicine (obzor literatury). *Verhnevolzhskij medicinskij zhurnal*. 2019;18(2):34-37. eLIBRARY ID: 39150293. (In Russ).

- 8 Olifirova O.S., Kozka A.A.. Vozmozhnosti optimizatsii lecheniya ran razlichnogo geneza. *Dal'nevostochnyj medicinskij zhurnal*. 2018;3:5-9. (In Russ).
- 9 Trufanova E.A. Prostoj indikatornyj metod opredeleniya rH kak sposob ocenki sostoyaniya hronicheskoy ekssudiruyushchej rany. *Molodoj uchenyj*. 2019;36(274):30-33. (In Russ).
- 10 Cherkasov M.F., Galashokyan K.M., Lukash A.I. et al. Lechenie ran razlichnoj etiologii s primeneniem vaku-um-terapii. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2019;6:136. (In Russ).
- 11 Percival S.L., McCarty S. et al. The effects of pH on wound healing, biofilms, and antimicrobial efficacy. *Wound Repair and Regeneration*. 2014;22:174-186. (In Russ).
- 12 Fife C.E., Carter M.J. et al. Wound Care Outcomes and Associated Cost Among Patients Treated in US Outpatient Wound Centers: Data From the US Wound Registry. *Wounds*. 2012;24(1):10-17. (In Russ).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Авторская справка

**Морозов Артем
Михайлович**

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственной медицинской университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0003-4213-5379, SPIN-код 6815-9332

**Армасов Алимжан
Равельевич**

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственной медицинской университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-7616-1431, SPIN-код 7598-7217

**Сергеев Алексей
Николаевич**

доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедры общей хирургии, Тверской государственной медицинской университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0002-9657-8063, SPIN-код 8817-0158

**Жуков Сергей
Владимирович**

доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения, Тверской государственной медицинской университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0002-3145-9776, SPIN-код 7604-1244

**Соболь Елизавета
Алексеевна**

студент 3 курса лечебного факультета, Тверской государственной медицин-ский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-8428-6824, SPIN-код: 3328-6389

**Муравлянцева
Мария Михайловна**

студент 5 курса лечебного факультета, Тверской государственной медицин-ский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0002-0942-4614, SPIN-код 9386-4206

**Беляк Мария
Алексеевна**

студент 3 курса лечебного факультета, Тверской государственной медицин-ский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-6125-7676, SPIN-код 5449-6580

Статья поступила 10.02.2021

Одобрена после рецензирования 15.03.2021

Принята в печать 09.04.2021

Received February, 10th 2021

Approved after reviewing March, 15th 2021

Accepted for publication April, 9th 2021