



Новости в локальной терапии иммунозависимых дерматозов: бактериальная целлюлоза и гиалуроновая кислота. Перспективы использования

Н.М. Ивлева, Н.С. Татаурщикова, д.м.н., проф.

Адрес для переписки: Наталья Максимовна Ивлева, n.ivleva11@gmail.com

Для цитирования: Ивлева Н.М., Татаурщикова Н.С. Новости в локальной терапии иммунозависимых дерматозов: бактериальная целлюлоза и гиалуроновая кислота. Перспективы использования. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (13): 52–54.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-13-52-54

Бактериальная целлюлоза, являясь химически чистым продуктом, способна к биodeградации и биосовместима с тканями человека. Кроме того, сегодня бактериальную целлюлозу рассматривают как носитель дополнительных активных веществ, обладающих иммуномодулирующими свойствами. Бактериальную целлюлозу также рассматривают как носитель дополнительных активных веществ для получения композиционных материалов медицинского назначения. Таким дополнительным активным веществом является гиалуроновая кислота, которая представляет собой сложный углеводный полимер. Основой для применения гиалуроновой кислоты в лечении иммунозависимых дерматозов служат ее противовоспалительное, репаративное, регенерирующее и ранозаживляющее свойства. Именно поэтому особенно перспективным представляется использование этих двух компонентов в одной лекарственной форме. В статье рассматривается опыт применения комплекса гиалуроновой кислоты и бактериальной целлюлозы.

Ключевые слова: бактериальная целлюлоза, гиалуроновая кислота, иммунозависимые дерматозы

Введение

Разработка и применение новых форм бактериальных компонентов с целью оптимизации ранозаживления при проведении терапии иммунозависимых дерматозов, широкое освещение вопросов улучшения способов ранозаживления кожи являются важной и актуальной задачей [1].

Анализ клинических возможностей и перспектив научных исследований в области применения медицинских изделий на основе фиксированных комбинаций гиалуроновой кислоты (ГК) и бактериальной целлюлозы (БЦ) при врожденных и приобретенных дефектах кожи помогает детально рассмотреть направления изучения клинико-иммунологического профиля комплексных препаратов ГК и БЦ у пациентов с чувствительной кожей и неосложненной раневой поверхностью кожи.

Основным вопросом является рассмотрение особенностей ранозаживления и влияния на иммунологический воспалительный каскад комплекса высокомолекулярной гиалуроновой кислоты и бактериальной целлюлозы.

Гиалуроновая кислота

Высокомолекулярная ГК является противовоспалительным агентом. Она приводит к снижению уровня провоспалительных цитокинов в локусах воспаления и играет активную роль в поддержании иммунологической

толерантности, способствует индукции регуляторных Т-клеток, подавляет фагоцитарную активность моноцитов и реакцию «антиген – антитело», препятствует активации лимфоцитов [2].

Известно, что применение ГК при взрывной ране мягких тканей улучшает перфузионные характеристики микроциркуляции, положительно влияет на трофику и окислительный метаболизм скелетных мышц, сокращает сроки заживления раны [3–5].

Гиалуроновая кислота в патогенезе воспалительных заболеваний. ГК и ее связывающие белки регулируют экспрессию воспалительных генов, привлечение воспалительных клеток, высвобождение воспалительных цитокинов и могут ослаблять воспаление, обеспечивая защиту тканей от повреждения [6]. Однако про- или противовоспалительный потенциал ГК напрямую зависит от размера ее молекулы. В здоровых тканях ГК существует в виде высокомолекулярного соединения. В случае воспаления и повреждения тканей ГК значительно более полидисперсна и содержит полимеры различной длины. Крупные полимеры ГК служат сигналом целостности тканей и подавляют воспалительную реакцию.

Наличие волокон гиалуроновой кислоты в местах воспаления тканей может выполнять функцию противовоспалительного полимера [7].



Установлено, что низкомолекулярная ГК индуцирует активацию кератиноцитов, которые реагируют продуцированием β -дефензина 3. При этом индуцированная активация кератиноцитов не сопровождается воспалительной реакцией. Травматизация кожи, например во время расчесов, сама по себе может запустить распад ГК до более мелких молекул и тем самым способствовать выработке дефензинов [1].

Иммунотерапевтические свойства гиалуроновой кислоты. На проявление иммунотропных эффектов ГК также влияет уровень экспрессии ее рецепторов – гиалуронан-связывающих белков на мембранах различных иммунокомпетентных клеток, фибробластов, кератиноцитов, эндотелиальных клеток [6].

С учетом уникальных иммунологических свойств ГК и гиалуронан-связывающих белков возможно развитие новой стратегии локальной иммуномодулирующей терапии для восстановления нормальных свойств чувствительной и сверхчувствительной кожи, а также для профилактики и лечения острых и хронических иммуноопосредованных дерматозов, профилактики фото- и хроностарения кожи.

Бактериальная целлюлоза

Текущие исследования БЦ направлены на поиск новых способов применения и промышленного производства *Acetobacter xylinum*. Бактериальная целлюлоза может продуцироваться грамотрицательными (*Acetobacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Alcaligenes*) и грамположительными (*Sarcina ventriculi*) бактериями.

Бактериальная целлюлоза обладает трехмерной нанофибрилярной структурой, которая придает ей комплекс свойств, необходимых в медицине и биологии [8–12]. Она может изготавливаться в форме мембран, пленок, пенки, гидрогелей и гранул.

Бактериальная целлюлоза обладает почти всеми свойствами, необходимыми для раневых повязок, в том числе поддерживает влажную среду, защищает от бактериальных заражений и вторичных инфекций, не вызывает аллергических реакций [13].

Гели на основе БЦ обладают высокой удельной поверхностью, пластичностью, хорошей адсорбцией и способностью удерживать влагу и могут быть загружены достаточным количеством препаратов для усиления их местной доставки [14]. Трехмерная сетчатая структура БЦ позволяет контролировать скорость высвобождения лекарственного средства.

В многочисленных исследованиях оценивалось медицинское применение бактериальной целлюлозы, в том числе в качестве повязки на рану для лечения различных кожных заболеваний, в качестве гидрогелевого каркаса для регенерации костей, в качестве матричного материала для антибактериальных агентов и в составах для лечения рака [15].

Бактериальная целлюлоза характеризуется высокой чистотой, экстраординарной прочностью и при этом эластичностью, повышенной влагоудерживающей способностью и гидрофильностью, ультрадисперсной сетчатой архитектурой, колоссальной прочностью на растяжение,

нежели у ее растительного аналога, и прекрасной формемостью. Бактериальная целлюлоза устойчива к воздействию химических сред, в том числе при высоких температурах.

Полученные с помощью *Acetobacter xylinum* пленки БЦ нашли различное применение в медицине. Так, при смазывании физраствором пленка БЦ приобретает свойства искусственной кожи, схожие со свойствами человеческой кожи: прозрачность, эластичность и плотность [16]. Способность БЦ удерживать значительные объемы влаги обеспечивает необходимый уровень влажности в месте поражения кожи, что имеет решающее значение для процесса заживления. Одновременно с этим благодаря высокой сорбционной способности пленка БЦ удаляет экссудат с раневой поверхности.

Бактериальная целлюлоза используется для регенерации кожи при лечении трофических язв и незаживающих ран [17].

Проведены исследования, показавшие хорошую клиническую эффективность обработки традиционных перевязочных средств БЦ.

В дополнение к известному свойству отводить экссудат из раны БЦ позволяет абсорбировать жидкие лекарственные формы и доставлять их к месту повреждения [14]. Многие исследователи рассчитывают применять пленки БЦ как универсальное покрытие при разных видах травм. В будущем гель-пленка БЦ может быть использована как матрица-носитель для различных лекарственных средств наряду с существующими трансдермальными терапевтическими системами.

Комбинированная пленка

С учетом описанных выше свойств ГК и возможности БЦ выступать в роли носителя лекарственных средств комбинирование БЦ и ГК представляется перспективным направлением совершенствования методов терапии иммунозависимых дерматозов [18].

Области возможного применения комбинированной пленки, состоящей из бактериальной целлюлозы, связанной с гиалуроновой кислотой, следующие:

- хирургия: лечение чистых и гнойных ран, длительно не заживающих ран, трофических язв, ожогов;
- дерматология: атопический дерматит, восстановление «сухой кожи», восстановление и увлажнение чувствительной кожи, лечение обострений атопического дерматита, лечение микротрещин, небольших ран (небольшие пластыри, замещающие бактерицидные аналоги);
- регенеративная медицина: ГК участвует в процессах регенерации;
- использование ГК с БЦ как носителя иммунотропных субстанций и/или антисептиков, антибактериальных препаратов в лечении поверхностных рецидивирующих гнойных процессов на коже, гнойных ран, инфицированных, длительно не заживающих ран.

Опыт применения медицинских изделий, содержащих ГК и БЦ, свидетельствует об улучшении результатов послеоперационного периода, в том числе об улучшении заживления послеоперационных ран и рубцовых деформаций.



Выводы

Создание и применение препаратов на основе ГК различной молекулярной массы в комбинации с БЦ является перспективным направлением, так как позволяет

реализовать стратегии локальной иммуномодулирующей терапии поврежденной кожи, в том числе в рамках купирования обострений иммунозависимых дерматозов. 🌟

Литература

1. Sumikawa Y., Asada H., Hoshino K., et al. Induction of beta-defensin 3 in keratinocytes stimulated by bacterial lipopeptides through toll-like receptor 2. *Microbes Infect.* 2006; 8 (6): 1513–1521.
2. Шперлинг И.А., Семакин Р.В., Шулепов А.В. и др. Изменения микроциркуляции и метаболической активности в мягких тканях после локального применения гиалуроновой кислоты в разных режимах при экспериментальной взрывной травме. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2022; 1: 90–97.
3. Alkabli J. Recent advances in the development of chitosan/hyaluronic acid-based hybrid materials for skin protection, regeneration, and healing: a review. *Int. J. Biol. Macromol.* 2024; 279 (Pt. 3): 135357.
4. Graça M.F.P., Miguel S.P., Cabral C.S.D., Correia I.J. Hyaluronic acid-based wound dressings: a review. *Carbohydr. Polym.* 2020; 241: 116364.
5. Cortes H., Caballero-Florán I.H., Mendoza-Muñoz N., et al. Hyaluronic acid in wound dressings. *Cell. Mol. Biol. (Noisy-le-grand).* 2020; 66 (4): 191–198.
6. Михайлова Н.П., Кочурова И.В., Базарный В.В. Иммунотропные эффекты гиалуроновой кислоты в дерматологии. *Мезотерапия.* 2012; 17 (1): 30–36.
7. Black K.E., Collins S.L., Hagan R.S., et al. Hyaluronan fragments induce IFN β via a novel TLR4-TRIF-TBK1-IRF3-dependent pathway. *J. Inflamm. (Lond).* 2013; 10 (1): 23.
8. Кабак В.А., Бычичко Д.Ю., Лемперт А.Р. и др. Гемостатическое покрытие на основе модифицированной бактериальной целлюлозы: структура и свойства. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2022; 64 (1): 94–104.
9. Зиновьев Е.В., Лукьянов С.А., Цыган В.Н. и др. Оценка эффективности раневых покрытий на основе бактериальной целлюлозы с фукоиданом при ожогах кожи. *Вестник Российской военно-медицинской академии.* 2019; 21 (1): 148–152.
10. Тимченко Е.В., Тимченко П.Е., Алехин М.С. и др. Оценка состава биоматериалов на основе бактериальной целлюлозы с добавлением клотримазола с помощью оптических методов. *Лазеры. Измерения. Информация.* 2024; 4 (2): 33–39.
11. Cavalcanti L.M., Pinto F.C.M., Oliveira G.M., et al. Efficacy of bacterial cellulose membrane for the treatment of lower limbs chronic varicose ulcers: a randomized and controlled trial. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2017; 44 (1): 72–80.
12. Da Silva J.G.M., de Melo I.M.F., Alves E.R., et al. Melatonin associated with bacterial cellulose-based hydrogel improves healing of skin wounds in diabetic rats. *Acta Cir. Bras.* 2024; 39: e399024.
13. Ahmeda J., Gultekinoglu M., Edirisinghe M. Bacterial cellulose micro-nano fibres for wound healing applications. *Biotechnol. Adv.* 2020; 41: 107549.
14. Mohammadi S., Jabbari F., Babaeipour V. Bacterial cellulose-based composites as vehicles for dermal and transdermal drug delivery: a review. *Int. J. Biol. Macromol.* 2023; 242 (Pt. 3): 124955.
15. Tan L., Wu S., Liu L., et al. Bacterial cellulose based gel of glycyrrhizic acid gel for atopic dermatitis: design, optimization, in vitro and in vivo investigation. *Int. J. Biol. Macromol.* 2025; 286: 138425.
16. Moradpoor H., Mohammadi H., Safaei M., et al. Recent advances on bacterial cellulose-based wound management: promises and challenges. *Int. J. Polymer Sci.* 2022; 2022 (1): 121473.
17. Wahid F., Zhao X.-J., Zhao X.-Q., et al. Fabrication of bacterial cellulose-based dressings for promoting infected wound healing. *ACS Appl. Mater. Interfaces.* 2021; 13 (28): 32716–32728.
18. Volova T.G., Prudnikova S.V., Kiselev E.G., et al. Bacterial cellulose (BC) and BC composites: production and properties. *Nanomaterials (Basel).* 2022; 12 (2): 192.

Novelties in Topical Therapy of Immune-Related Dermatoses: Bacterial Cellulose and Hyaluronic Acid. Prospects for Use

N.M. Ivleva, N.S. Tataurshchikova, MD, PhD, Prof.

Peoples' Friendship University named after Patrice Lumumba

Contact person: Natalia M. Ivleva, n.ivleva11@gmail.com

Being a chemically pure product, bacterial cellulose is biodegradable and biocompatible to human tissues. In addition, bacterial cellulose is now considered a carrier of additional active substances, including those with immunomodulatory properties. Bacterial cellulose is also considered a carrier of additional active substances for obtaining composite materials for medical purposes. An example of such an additional active substance is hyaluronic acid, which is a complex carbohydrate polymer. The basis for hyaluronic acid application in treating immune-related dermatoses is its anti-inflammatory, reparative, regenerating, wound-healing properties. Therefore, it is especially promising to use these two components in one dosage form. The article overviews the experience of combining hyaluronic acid and bacterial cellulose.

Keywords: bacterial cellulose, hyaluronic acid, immune-related dermatoses