

Первый опыт применения перевязочного материала с наноструктурированным покрытием серебра в лечении раневого процесса

Е.А.БОГДАНОВ, А.Ю.ГОЙХМАН, Н.Н.ШУШАРИНА, Л.С.ЛИТВИНОВА, М.Ю.НОВИКОВ

First experience of the use of dressings with nanostructured silver at treatment of wound healing

E.A.BOGDANOV, A.Yu.GOIKHMAN, N.N.SHUSHARINA, L.S.LITVINOVA, M.Yu.NOVIKOV

Балтийский федеральный университет им. И.Канта, г. Калининград

Ветеринарная клиника «Белый клык», Калининград

В работе приводятся результаты исследования эффективности использования перевязочного материала, получаемого методом ионно-плазменного ассистативного напыления серебра, в лечении инфицированных ран. Исследования, выполненные на беспородных собаках показали, что перевязочный материал с напыленным серебром, в большей степени способствует заживлению поверхностной раны, в сравнении с обычной марлевой повязкой.

Ключевые слова: перевязочный материал, наноструктурированное покрытие, серебро

The functional properties and effectiveness of dressing coated bandages with silver nanolayers, obtained by ion-plasma deposition, in treatment of infected wounds has been investigated. The Research was carried out on mongrel dogs and has been shown increasing healing of wounds parameters for silver monolayer modified coatings in comparison with standard bandages.

Key words: dressings with nanostructured, silver, evaluating the effectiveness

В настоящее время в практической медицине существует множество областей, в которых требуется создание и внедрение наноматериалов, обладающих уникальными новыми свойствами. Одними из актуальнейших задач нанотехнологий, решаемых в области практической медицины, являются проблемы десмургии [1]. В настоящее время известно более 150 перевязочных средств, используемых в клинической практике. Они содержат множественные антибиотики, очищающие агенты и ирригаторы. Однако до сих пор нет идеального средства, которое бы отвечало всем критериям, предъявляемым к раневым повязкам [1]. В качестве перевязочного средства, накладываемого непосредственно на рану с обильной экссудацией, широко известна стерильная ватно-марлевая повязка (аналог) [2], в том числе пропитанная различными лечебными препаратами, либо прикрывающая наложенные на ткани мази и порошки. Известно многослойное перевязочное средство для лечения ран, состоящее из четырех и более слоев, предпочтительно пятислойное, включающее проницаемый материал, находящийся в контакте с раной, слой волокна из древесного угля в виде активированной ткани, абсорбирующего слоя из хлопка и одного и более защитных слоев [3]. Недостатком этих перевязочных средств является неудовлетворительный отток экссудата в дренажный слой, приводящий к ухудшению очищения и аэрации раны, что вызывает необходимость частой смены повязки и не создает оптимальных условий для заживления раны.

На сегодняшний день доказанным является тот факт, что серебро (Ag), обладая бактерицидным, противовирусным, противогрибковым и антисептическим действием, служит высокоэффективным обеззараживающим средством в отношении патогенных микроорганизмов, опосредующих развитие инфекционного процесса. По данным литературы, всего 1 мг/л серебра в течении 30 минут вызывает полную инактивацию вирусов гриппа А, В, Митре и Сендай. Уже при концентрации 0,1 мг/л, серебро обладает выраженным фунгицидным действием. При микробной нагрузке 100 000 клеток/л, гибель грибов *Candida albicans* наступает через 30 минут после контакта с серебром [4-7].

Цель исследования – оценить эффективность применения перевязочного материала, покрытого наноструктурированным серебром, в лечении инфицированных ран.

Материалы и методы

Перевязочный материал покрывали серебром в условиях сверхвысокого вакуума методом ионно-плазменного ассистативного осаждения, при энергиях бомбардирующих ионов Ag⁺ примерно 1500 эВ. Характерная энергия конденсирующихся частиц серебра составляла примерно 7-10 эВ, что позволило обеспечить высокую степень адгезии материала пленки к органической волоконной «подложке». Полученные

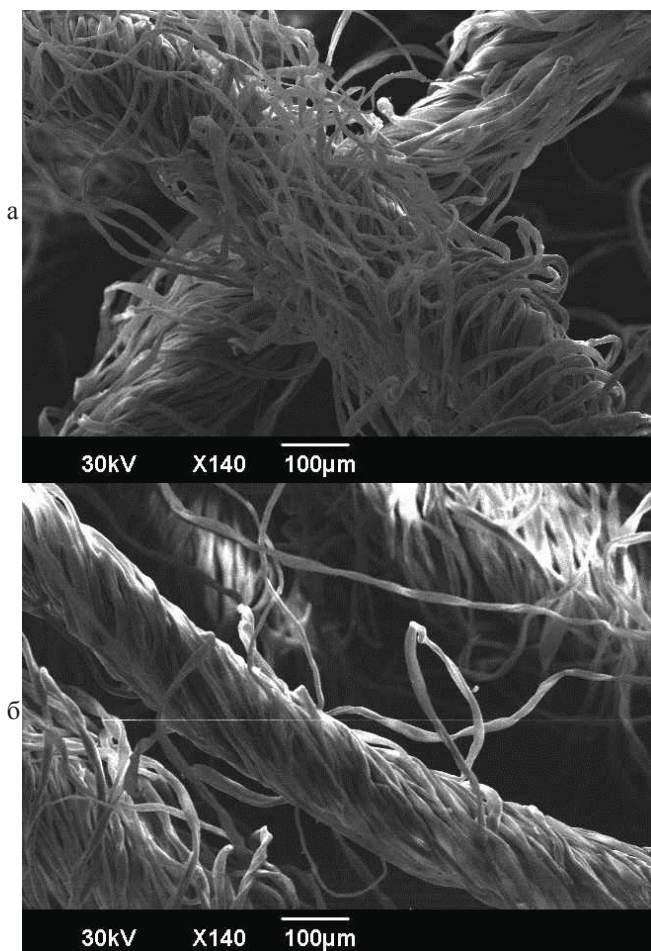


Рис. 1. Данные сканирующей электронной микроскопии: волокна марли во вторичных электронах до (а) и после (б) автоклавирования (увеличение $\times 120$).

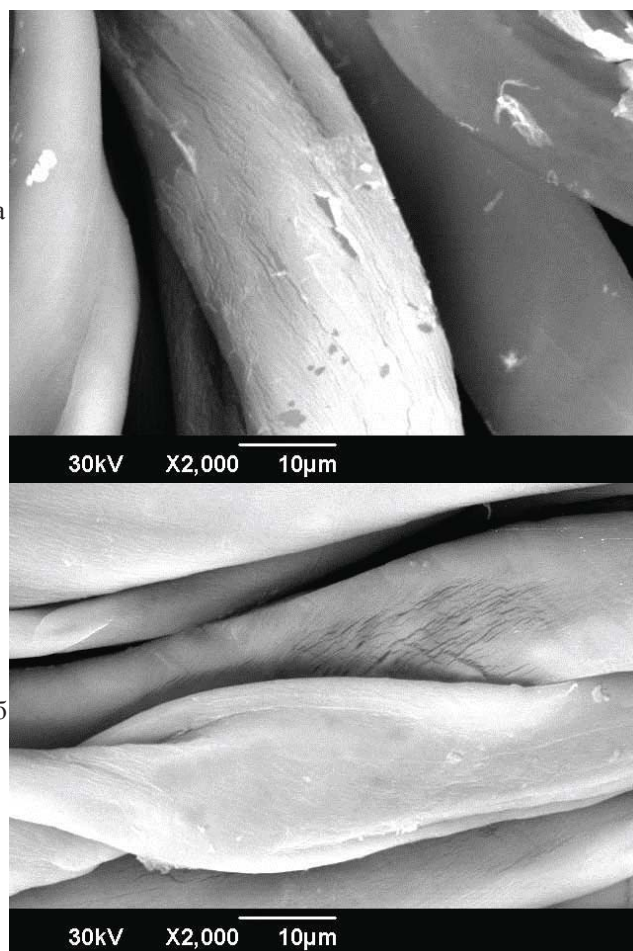


Рис. 2. Данные сканирующей электронной микроскопии: волокна марли во вторичных электронах до (а) и после (б) автоклавирования (детальное увеличение).



Рис. 3. Вид раны на разных этапах исследования. а) До лечения. Скальпированная рана с гнойными наложениями (диаметр раны - 3,0 см). б) 6-е сутки. Хорошее очищение раны, образование новых грануляций. в) 9-е сутки (диаметр раны - 1,5 см).

Уменьшение диаметра раневой поверхности у животных в процессе лечения (см/сутки в днях).

Группа	3 сутки	6 сутки	9 сутки	Итого
1-я группа	0,82 ($\pm 0,2$) см	0,73 ($\pm 0,3$) см	0,62 ($\pm 0,2$) см	2,17 ($\pm 0,5$) см
2-я группа	0,6 ($\pm 0,2$) см	0,61 ($\pm 0,3$) см	0,57 ($\pm 0,3$) см	1,78 ($\pm 0,6$) см

металлизированные наноразмерные покрытия серебра (толщиной 40 нм) обладают высоким качеством морфологических и структурных свойств.

Исследования на собаках были выполнены в условиях ветеринарной клиники («Белый клык», г. Калининград). В программу исследования были включены 16 беспородных собак с ранами округлой формы, без лоскутных повреждений, с локализацией на конечностях. Причиной ранений в 3 случаях было ДТП, в 7 – укус и в 2 – столкновения с острыми предметами. В 4 случаях причины ранений остались неизвестными. Размер ран варьировал от 3,0 до 6,0 см, время обращения за помощью было в пределах 2-5-ти суток. Возраст животных составлял от 4 месяцев до 5 лет. Животных разделили на 2 группы, по 8 особей в каждой. В 1-й группе использовался перевязочный материал с напыленным серебром, тогда как во 2-й группе – обычные марлевые салфетки. Перевязку животных осуществляли 2 раза в сутки с мазью «Левомеколь», с предварительным промыванием раны 0,05% раствором хлоргексидина биглюконата. Данные наблюдения получали при осмотрах на 3, 6 и 9-е сутки от начала лечения. При осмотре учитывали размер раны по наибольшему диаметру и ее визуальное состояние.

Оценку полученных результатов проводили методами статистического описания и проверки статистических гипотез, с использованием программы STATISTIKA 6,0.

Результаты и их обсуждение

Наиболее распространённым способом стерилизации перевязочного материала является автоклавирование паром при $t \sim 130^\circ\text{C}$. В этой связи встает вопрос о сохранности поверхностных свойств повязки с тонкоплёночным покрытием Ag после автоклавирования. Электронно-микроскопические изображения волокон до и после автоклавирования паром при $t \sim 130^\circ\text{C}$ представлены на рисунках 1 и 2. Равномерное стекание заряда (контраст) свидетельствовало о наличии плёнки по всей поверхности обоих образцов. Так, при детальном рассмотрении структуры волокон наблюдали одинаковый контраст изображения волокон обоих образцов, свидетельствующий о сохранении тонкоплё-

ночной структуры Ag на поверхности ватно-марлевой повязки после ее автоклавирования.

Уже к 3-м суткам в 1-й группе животных рана была практически чистой, умеренное гнойное отделяемое. Во 2 группе регистрировали умеренное гнойное отделяемое. Через 6 суток у животных 1-й группы под фиксирующими повязками имело место формирование плотного струпа, при отделении которого наблюдали картину гранулирующей раны. У животных 2-й группы на 6 сутки площадь раневой поверхности была больше, однако также имело место формирование плотного струпа, признаки воспалительной реакции сохранялись (покраснение краев раны). Через 9 суток раны животных как в 1-й, так и во 2-й группах существенно уменьшились в размерах, в некоторых случаях регистрировалось полное заживление. За время наблюдения была выявлена достоверная разница ($p < 0,05$) в скорости регенерации раневых поверхностей в среднем на 0,4 см, при исходно одинаковых начальных средних размерах (табл. 1, рис. 3).

В целом, результаты наших исследований согласуются с данными исследований, в которых была показана способность ионов серебра оказывать антибактериальный эффект [4, 5, 7] и ускорять пролиферацию клеток, в частности, фибробластов [5, 7]. Это предполагает клиническую перспективность использования перевязочного материала, покрытого нанослоем серебра в лечении инфицированных ран.

Выводы

1. Создан перевязочный материал с поверхностным нанослоем серебра, сформированным в условиях сверхвысокого вакуума методом ионно-плазменного ассистативного осаждения.

2. Созданный материал может быть эффективно использован в лечении инфицированных раневых поверхностей.

Исследование выполнено в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (ГК №П215, №П553).

Список литературы

1. *Абаев Ю.К.* Хирургическая повязка Мн.: Беларусь 2005; 86.
2. *Иванов В.Н., Ларионов Г.М., Кулиш Н.И., Лутцева М.А. и др.* Некоторые экспериментальные и клинические результаты применения катионов серебра в борьбе с лекарственно-устойчивыми микроорганизмами. Серебро в медицине, биологии и технике. Препринт N4. СО РАМН. Новосибирск 1995; 53-62.
3. *Кузнецов Н.А., Никитин В.Г.* Щадящие хирургические вмешательства и интерактивные повязки в лечении инфицированных ран. Хирургия 2006; 2: 39-46.
4. *Мальшев В.М., Румянцев Д.В.* Серебро. М.: Metallurgia, 1976. – 311 с.
5. Патент BR № 2206495. МПК 4 А 61 F 13/00. Оpubл.1989.
6. *Петров Н.С., Суслов В.А.* Курсовое лечение инфекционно-зависимой формы бронхиальной астмы препаратами серебра. XIX Всес. съезд терапевтов. Тез. докл. и сообщ. - Ташкент, 1987. - Т.43. - С. 329-330.
7. http://www.diod.ru/pages/med_georgij.

Поступила 17.04.2011 г.

Информация об авторах

1. Богданов Евгений Анатольевич – инженер лаборатории ионно-плазменных технологий Инновационного парка Балтийского Федерального университета им. И.Канта; e-mail: ebogdanov@innopark.kantiana.ru
2. Гойхман Александр Юрьевич – к.ф.-м.н., заведующий лабораторией ионно-плазменных технологий Инновационного парка Балтийского Федерального университета им. И.Канта; e-mail: agoikhman@innopark.kantiana.ru
3. Шушарина Наталья Николаевна – инженер лаборатории ионно-плазменных технологий Инновационного парка Балтийского Федерального университета им. И.Канта; e-mail: nshusharina@innopark.kantiana.ru
4. Литвинова Лариса Сергеевна – д.м.н., заведующая лабораторией иммунологии и клеточных биотехнологий НМПЦ Инновационного парка Балтийского Федерального университета им. И.Канта, г. Калининград; e-mail: larisalitinova@yandex.ru
5. Новиков Михаил Юрьевич – заведующий ветеринарной клиникой «Белый клык»; e-mail: tanja93@yandex.ru