

УДК 677.022.3/5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
РАСТВОРА ЦИТРАТА СЕРЕБРА
ДЛЯ ПРИДАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ МАРЛЕ
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ**

**STUDY OPTIMAL CONCENTRATION
OF SILVER NITRATE SOLUTION
TO GIVE THE MEDICAL GAUZE
ANTIBACTERIAL PROPERTIES**

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ, Р.С. ТАШМЕНОВ, В.Г. КАПЛУНЕНКО,
Т.У. ТОГАТАЕВ, Г.Э. ОРЫМБЕТОВА*
*V.M. JANPAIZOVA, ZH.U. MYRHALYKOV, R.S. TASHMENOV, V.G. KAPLUNENKO,
T.W. TOGATAEV, G.E. ORYMBETOVA*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,
Украинский научно-исследовательский институт
нанобиотехнологий и ресурсохранения, Украина)
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan,
Ukrainian Scientific Research Institute of nanobiotechnology and resursohraneniya, Ukrain)
E-mail: vasmir1@mail.ru

В данной статье рассмотрена возможность пропитки марли медицинской водными растворами карбоксилатов металла. Проведенные исследования показали зависимость антибактериального эффекта перевязочных материалов, импрегнированных водными растворами цитрата серебра от концентрации этих растворов. Установлена, оптимальная концентрация цитрата серебра для придания тканевым перевязочным материалам антибактериальных свойств.

This article considers the possibility of impregnation with aqueous solutions of medical gauze metal carboxylate. Studies have demonstrated the dependence of the antibacterial effect of dressings impregnated with aqueous solutions of silver citrate concentration of these solutions. Is set, the optimal concentration of silver citrate 0.02% to impart fabric bandages antibacterial properties.

Ключевые слова: перевязочный материал, антимикробные свойства, микрофлора, структура волокна, цитрат серебра.

Keywords: dressings, antimicrobial properties, microflora, fiber structure, silver citrate.

В последние годы разработано большое число раневых покрытий, отличающихся по химическому составу основы и входящим в их состав лекарственным веществам.

Особенно интересными и перспективными являются разработки медицинских изделий на основе природных антибактериальных и биологически активных веществ.

Наиболее успешное развитие будут иметь перевязочные средства из текстильных материалов, пропитанных водными растворами органических солей биоцидных и эссенциальных микроэлементов. Ранее проведены исследования антимикробных свойств различных синтезированных карбоксилатов металлов (никеля, цинка, железа, кобальта, меди, серебра) с целью поиска оптимального состава для новых модифицированных раневых покрытий для лечения гнойных, огнестрельных ран и трофических язв [1].

Таким образом, анализ препаратов, используемых для придания текстильным материалам антибактериальных свойств, показал, что высокой антимикробной активностью, широким спектром антибактериального действия, а вместе с этим отсутствием деструктирующего влияния на материалы и экологической безопасностью обладают антибактериальные препараты, содержащие карбоксилаты серебра.

Применение микроэлементов в органической форме карбоксилатов пищевых кислот позволяет за счет их высокой биологической активности и нетоксичности достичь выраженных физиологических реакций организма при контакте с ними.

Антимикробное действие серебра, противовоспалительное влияние меди, цинка, магния, германия при обработке ран основывается на участии этих металлов в обменных и ферментативных процессах [2].

Серебро обладает выраженными бактерицидными, противовоспалительными, вяжущими свойствами. Применение его в лечении ран обеспечивает раневую асептику. Катионы серебра стимулируют активность ряда ферментов, усиливают интенсивность окислительного фосфорилирования в клетках головного мозга. К се-

ребру не развивается устойчивость микроорганизмов в отличие от антибиотиков.

Медь входит в состав многих витаминов, гормонов, ферментов, принимает участие в процессах тканевого дыхания. Медь играет большую роль в поддержании нормальной структуры белка коллагена, кератиновых образований эпидермиса кожи. Ионы меди повышают стойкость организма к ряду инфекций, связывают микробные токсины и усиливают действие антибиотиков. Медь обладает выраженным противовоспалительным свойством, способствует усвоению железа и синтезу гемоглобина [3], [4].

Цинк играет важную роль в процессах регенерации кожи, росте волос, эпидермиса кожи. Принимает участие в процессах деления и дифференциации клеток, формировании Т-клеточного иммунитета, функционировании десятков ферментов, инсулина, дигидрокортикостерона.

Магний принимает участие в синтезе белка и нуклеиновых кислот, а также в обмене белков, жиров и углеводов. Как антагонист кальция расслабляет гладкие мышцы, подавляет агрегацию тромбоцитов. Принимает активное участие в переносе, сохранении и утилизации энергии.

Германий подобно гемоглобину участвует в процессе переноса кислорода в тканях организма. Предупреждает развитие кислородной недостаточности на тканевом уровне. Повышает иммунный статус, проявляет антивирусную и противоопухольевую активность. Способствует выработке гамма-интерферонов.

Установлено, что антиоксиданты на различных стадиях раневого процесса способствуют усилению макрофагальной реакции, активизации фагоцитоза, пролиферации фибробластов и росту сосудов грануляционной ткани.

Карбоксилаты металлов, полученные методами нанотехнологий, представляют собой водные растворы со слабокислым показателем pH и являются идеальным компонентом для пропитки хлопчатобумажных тканей, в том числе и марли медицинской.

Процесс пропитки водным раствором карбоксилатов металлов наполнителя (марли) происходит за счет реализации таких

физических явлений, как смачивание поверхности наполнителя, диффузия водного раствора в поры и дефекты поверхности наполнителя и его приповерхностного слоя и фильтрация между частицами наполнителя (например, проникновение связующего в межволоконное пространство) [4].

Импregnированная таким образом марля медицинская предназначена для изготовления антимикробных перевязочных средств: салфеток, покровного слоя ватно-марлевых повязок и др. В качестве основы для нанесения серебра выбрана марля медицинская отбеленная по ГОСТу 9412 поверхностной плотности 36,0...50,0 г/м². Использование марли меньшей поверхностной плотности не обеспечивает необходимую концентрацию серебра и биогенных микроэлементов, достаточную для достижения антимикробного, ранозаживляющего эффекта. Размеры выпускаемых рулонов (ширина 84 или 90 см и длина от 500 до 1300 м) позволяют применять настоящее изделие на промышленных предприятиях и в медицинских стационарах при изготовлении перевязочных средств, подвергать их стерилизации и упаковке.

В рамках данной статьи было проведено исследование оптимальной концентрации раствора цитрата серебра для придания перевязочному материалу антимикробных свойств.

Объектом исследования в настоящей работе служил текстильный перевязочный материал ПМ (бинт марлевый нестериль-

ный ГОСТ 1172–93, хлопок 100%), импregnированный растворами цитрата серебра в концентрации 0,005; 0,01; 0,012; 0,017 и 0,02%.

Количественную оценку антимикробной активности образцов ПМ с различным содержанием цитрата серебра проводили по величине зоны задержки роста микроорганизмов вокруг пробы образца.

Для исследования брали ПМ, пропитывали его растворами цитрата серебра необходимой концентрации, отжимали и высушивали естественным образом.

Исследования антимикробного действия ПМ на культурах микроорганизмов проводили, взяв за основу метод Кирби–Бауэра. Образцы ПМ диаметром 20x20 мм помещали на газон растущего соответствующего микроорганизма в чашках Петри с МПА и инкубировали в термостате при температуре (37±1)°С. Через 24 часа измеряли диаметры зон задержки роста вокруг образцов ПМ.

Проведенное исследование показало зависимость антибактериального эффекта перевязочных материалов, импregnированных водными растворами цитрата серебра, от концентраций этих растворов. Эта зависимость проявлялась в размере зоны задержки роста исследуемых микроорганизмов вокруг пробы образца. Полученные результаты исследований зависимости антибактериального эффекта от концентрации раствора представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Концентрация раствора цитрата серебра, %	Тест-культура	Результаты исследований
0,005%	S.aureus	0
	E.coli	3-4
	Candidaalbicans	0
0,01%	S.aureus	0-1
	E.coli	5-7
	Candidaalbicans	0
0,012%	S.aureus	0
	E.coli	6-7
	Candidaalbicans	0-1
0,017%	S.aureus	3-5
	E.coli	5-7
	Candidaalbicans	3-4
0,02%	S.aureus	4-6
	E.coli	6-7
	Candidaalbicans	3-5

Исследование подтвердило высокие антимикробные свойства цитрата серебра, полученного методами нанотехнологий. Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что наибольшие значения зон задержки роста и бактериостатического эффекта наблюдаются у образцов тканевых перевязочных материалов, пропитанных раствором с концентрацией активного серебра 0,02%. Это является оптимальной концентрацией цитрата серебра для придания тканевым перевязочным материалам антибактериальных свойств.

Данная концентрация может быть рекомендована для дальнейших доклинических и клинических испытаний тканевых перевязочных материалов, импрегнированных водным раствором карбоксилата серебра в форме цитрата.

В ходе работ было проведено исследование острой токсичности DL50 и DL100 цитратов цинка, германия, серебра, меди (табл. 2 – токсикологические показатели цитратов металлов). Для каждого исследуемого цитрата металла брали 36 молодых крыс аналогов по возрасту (3...3,5 месяца) и массой тела (140...150 г).

Т а б л и ц а 2

Микроэлемент	Форма соединения	DL 50, мг/кг	DL 100, мг/кг
Германий	Цитрат	320	438
Цинк	Цитрат	445	742
Серебро	Цитрат	245	507,4
Медь	Цитрат	173,4	553

Раствор вводили внутривенно с помощью зонда в соответствии с методикой, описанной в [5]. В ходе первой части эксперимента была установлена летальная доза препарата. На следующем этапе исследований была определена токсическая доза, которая приводит к гибели 50% подопытных животных.

Проведенные исследования подтвердили, что все составляющие рецептуры для импрегнации (пропитки) тканевых материалов относятся к 4 классу малоопасных соединений [6...8].

Для установления концентрации микроэлементов в форме цитратов в растворе

с целью пропитки марли было проведено моделирование экспериментальной раны для апробации эффективности влияния серебра и биогенных металлов на регенерацию полнослойной раны мягких тканей.

Изучение показателей планиметрии показало, что марлевые салфетки, пропитанные нанокарбоксилатами серебра, меди, цинка, магния и германия, оказывают выраженное стимулирующее действие на репаративную регенерацию мягких тканей и могут быть использованы при разных типах перевязочных материалов.

В Ы В О Д Ы

Установлено, что импрегнированная таким образом марля медицинская предназначена для изготовления антимикробных перевязочных средств: салфеток, кровяного слоя ватно-марлевых повязок и др. В качестве основы для нанесения серебра выбрана марля медицинская отбеленная по ГОСТу 9412 поверхностной плотности 36,0...50,0 г/м². Использование марли меньшей поверхностной плотности не обеспечивает необходимой концентрации серебра и биогенных микроэлементов, достаточной для достижения антимикробного, ранозаживляющего эффекта. Размеры выпускаемых рулонов (ширина 84 или 90 см и длина от 500 до 1300 м) позволяют применять настоящее изделие на промышленных предприятиях и в медицинских стационарах при изготовлении перевязочных средств, подвергать их стерилизации и упаковке.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арсентьева И.П., Глуценко Н.Н., Павлов Г.В., Фолманис Г.Э. Использование биологических активных препаратов на основе наночастиц металлов в медицине и сельском хозяйстве // В кн.: Индустрия наносистем и материалы: оценка нынешнего состояния и перспективы развития. – М.: Центр "Открытая экономика". – 2006. С. 26...33.
2. Киселева А.Ю. Бактерицидные текстильные материалы на основе биологически активных препаратов и наносеребра // Тез. докл. семинара "Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы". – С.-П.: С.-Петербургский ун-т технологии и дизайна, 2011.

3. Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. – 2008. 77 (3).

4. Каплуненко В.Г., Косинов Н.В., Поляков Д.В. Получение новых биогеенных и биоцидных наноматериалов с помощью эрозивно-взрывного диспергирования металлов // Докл. Национальной академии наук Украины. – 2009, №7.

5. Коцюмбас И.Я. и др. Доклинические исследования лекарственных средств. – Киев: Наукова Думка, 2006.

6. Potapov V., Mayak O. The new structural design of scraper mixer for viscous medium mixing // Journal of Industrial Technology and Engineering. – Shymkent, 2013, №4 (09). P. 16...21.

7. Калдыбаев Р.Т., Айменов Ж.Т., Набиев Д.С., Бегалиева А.К., Калдыбаев Г.Ю. Исследование разработки биоразлагаемых полимерных материалов на основе микрокристаллической целлюлозы в целях увеличения вегетационного периода хлопчатника // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С. 28.

8. Мосин О.В. Модификация и создание материалов с помощью наносеребра. [http://www.medicinform.net/biochemistry/nanoserebro1_1.htm].

REFERENCES

1. Arsent'eva I.P., Glushhenko N.N., Pavlov G.V., Folmanis G.Je. Ispol'zovanie biologicheskikh aktivnykh preparatov na osnove nanochastic metallov v medicine i sel'skom hozjajstve // V kn.: Industrija nanosistem i materialy: ocenka nyneshnego sostojanija i perspektivy razvitiya. – M.: Centr "Otkrytaja jekonomika". – 2006. S. 26...33.

2. Kiseleva A.Ju. Baktericidnye tekstil'nye materialy na osnove biologicheskii aktivnykh preparatov i nanoserebra // Tez. dokl. seminar "Nanostrukturnye, voloknistye i kompozicionnye materialy". – S.-P.: S.-Peterburgskij un-t tehnologii i dizajna, 2011.

3. Krutjakov Ju.A., Kudrinskij A.A., Olenin A.Ju., Lisichkin G.V. Sintez i svoystva nanochastic serebra: dostizhenija i perspektivy // Uspehi himii. – 2008. 77 (3).

4. Kaplunenko V.G., Kosinov N.V., Poljakov D.V. Poluchenie novyh biogenykh i biocidnykh nanomaterialov s pomoshh'ju jerozionno-vzryvnogo dispergirovanija metallov // Dokl. Nacional'noj akademii nauk Ukrainy. – 2009, №7.

5. Kocjumbas I.Ja. i dr. Doklinicheskie issledovanija lekarstvennykh sredstv. – Kiev: Naukova Dumka, 2006.

6. Potapov V., Mayak O. The new structural design of scraper mixer for viscous medium mixing // Journal of Industrial Technology and Engineering. – Shymkent, 2013, №4 (09). P. 16...21.

7. Kaldybaev R.T., Ajmenov Zh.T., Nabiev D.S., Begaliev A.K., Kaldybaev G.Ju. Issledovanie razrabotki biorazlagaemykh polimernykh materialov na osnove mikrokristallicheskoj celljulozy v celjah uvelichenija vegetacionnogo perioda hlopchatnika // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S. 28.

8. Mosin O.V. Modifikacija i sozdanie materialov s pomoshh'ju nanoserebra. [http://www.medicinform.net/biochemistry/nanoserebro1_1.htm].

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 08.04.16.