

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕВЯЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО НАНОЧАСТИЦЫ ЗОЛОТА ИЛИ СЕРЕБРА, НА ЗАЖИВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАНЫ

С.М. Смотрич¹, д.м.н., профессор; Р.И. Довнар¹; А.Ю. Васильков², к.х.н.;
Н.И. Прокопчик¹, к.м.н., доцент; Н.Н. Иоскевич¹, д.м.н., профессор

1 - УО «Гродненский государственный медицинский университет»

2 - Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Методом металло-парового синтеза получена серия перевязочных материалов, содержащих наночастицы золота или серебра, на основе бинта марлевого медицинского. На экспериментальных лабораторных крысах произведено моделирование асептической и контаминированной кожной раны. Изучена динамика её заживления при использовании перевязочного материала, содержащего наночастицы золота или серебра, в сравнении с обычным бинтом марлевым медицинским. Установлено, что применение перевязочного материала, содержащего наночастицы серебра или золота, позволяет ускорить процесс заживления экспериментальной асептической и контаминированной раны.

Ключевые слова: наночастицы золота, наночастицы серебра, асептическая кожная рана, контаминированная кожная рана, бинт марлевым медицинским.

The series of bandaging materials was obtained by the method of metal vapor synthesis on the basis of medical gauze bandage containing gold or silver nanoparticles. The modeling of aseptic and contaminated cutaneous wound was performed on experimental laboratory rats. The dynamics of the present wound healing with application of bandaging material, containing gold or silver nanoparticles, in comparison with ordinary medical gauze bandage was researched. It was established that the application of bandaging material, containing gold or silver nanoparticles, allows to accelerate the process of experimental aseptic and contaminated wound healing.

Key words: gold nanoparticles, silver nanoparticles, aseptic cutaneous wound, contaminated cutaneous wound, medical gauze bandage.

Введение

Одним из принципов профилактики раневой инфекции является раннее применение противомикробных препаратов широкого спектра действия, прежде всего антибиотиков [5]. Вместе с тем, антибиотикотерапия не лишена недостатков [2]. В этой связи становится перспективным поиск новых методов профилактики и лечения раневой инфекции, в том числе и с использованием наночастиц золота или серебра. Препараты, обладающие антибактериальным действием, могут быть размещены на перевязочном материале и, соответственно, обеспечивать локальное антимикробное воздействие на рану [1].

Следует подчеркнуть, что, несмотря на наличие антибактериальных свойств у перевязочного материала, содержащего наночастицы золота или серебра, их влияние на течение раневого процесса в асептической и контаминированной ране не исследовалось.

В связи с вышеизложенным, целью данного исследования явилось изучение влияния перевязочных материалов, бинтов медицинских марлевых, содержащих наночастицы золота или серебра, на заживление экспериментальной асептической и контаминированной раны.

Материалы и методы

В работе использовали бинт марлевым медицинским (ГОСТ 1172-93) производства ООО «Фарма-маркет», г. Минск, РБ в качестве контроля и опыта. Опытные экземпляры бинта марлевого медицинского были представлены бинтом, содержащим наночастицы золота или серебра. Для изготовления последнего применяли метод металло-парового синтеза [4, 8].

Исследование проведено на 144 беспородных половозрелых белых крысах-самцах со средней массой 200–250 г в возрасте от 6 месяцев до 1 года, которые были

разделены на 2 группы: животные с асептическими ранами (72 особи) и животные с контаминированными ранами (72 особи).

Все этапы эксперимента выполняли в условиях адекватной анестезии с разрешения Этического комитета УО «Гродненский государственный медицинский университет», а также в соответствии с «Европейской Конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (Страсбург, 1986). Операции и перевязки животных производили в асептических условиях в операционной кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии университета.

Крыс содержали при естественной смене дня и ночи. Животные были синхронизированы по питанию в стандартных условиях вивария в индивидуальных клетках. Это исключало их травмирование со стороны других особей, в том числе и перегрызание фиксирующих нитей.

Животные с асептической раной были разделены на 3 группы, по 24 особи в каждой. Из них: «контроль» – крысы, в лечении которых использовался обычный бинт марлевым медицинским; «опыт-1» – крысы, у которых применялся бинт, содержащий наночастицы золота, и «опыт-2» – животные, в лечении которых был использован бинт марлевым медицинским, содержащий наночастицы серебра.

За основу модели полнослойной плоскостной раны нами была взята модель В.А. Гинюка [3] в нашей модификации. Первоначально под внутримышечным кетаминным наркозом (0,5 мл 5% раствора) на спине животных в межлопаточной области по вертебральной линии выбривали шерсть. После обработки области манипуляции дважды антисептиком «Инол» в данной области подшивали предварительно простерилизованную предохранительную камеру с крышечкой с целью создания герметичности, предупреждения вероятного травмирования

раны и обсеменения окружающими микроорганизмами, а также для фиксации перевязочного материала [6]. Затем на стерильный пластиковый поршень, диаметр которого был на 0,5 см меньше внутреннего диаметра предохранительной камеры, наносили йод и поршнем отпечатывали контур будущей раны. В обозначенных границах иссекали скальпелем кожу, подкожную клетчатку и поверхностную фасцию. Образовавшаяся таким образом раневая поверхность была меньше внутреннего диаметра предохранительной камеры и находилась в созданном изолирующем от внешней среды кольце до завершения эксперимента с животными. На этом создание асептической кожной раны завершали.

Животные с контаминированной раной были разделены также на 3 группы по 24 особи в каждой. Из них: «контроль» – крысы, в лечении которых использовался обычный бинт марлевый медицинский; «опыт-1» – крысы, у которых применялся бинт, содержащий наночастицы золота, и «опыт-2» – животные, в лечении которых был использован бинт марлевый медицинский, содержащий наночастицы серебра. Вначале по вышеописанной технологии создавалась асептическая рана. Для создания контаминированной раны дополнительно производили травмирование зубчатым зажимом её краев по всей окружности и мышечного дна в течение 4 минут и последующее её инфицирование путём обсеменения 24-часовой взвесью следующих микробов: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Взвесь содержала в 1 мм^3 $1 \cdot 10^9$ микробных тел (концентрацию определяли по стандарту мутности). Объем вводимой взвеси микробов составил 2 мл.

Сразу же после создания модели раны в подшитую в области её расположения предохранительную камеру помещали стерильный медицинский бинт, укрывающий всю раневую поверхность с заступлением за края раны на 0,5 см: в контрольной группе – обычный бинт марлевый медицинский, в опытных группах – бинт марлевый медицинский, содержащий наночастицы золота или наночастицы серебра.

Стерилизацию опытного и контрольного образцов бинта осуществляли методом автоклавирования при 121°C в течение 16 минут вакуумным автоклавом Клиниклав-25.

Перевязки животных с созданной асептической раной начинали производить через 24 часа, с контаминированной – спустя 48 часов после создания модели и осуществляли затем ежедневно под кетаминным наркозом, в ходе которых выполняли извлечение медицинского бинта, фотографирование раны и замену бинта на новый стерильный бинт.

Эффективность влияния перевязочного материала, содержащего наночастицы золота или серебра, на течение раневого процесса оценивали планиметрически и по результатам гистологического исследования ран. В каждой группе на 3, 7, 14 и 21 день из эксперимента выводили по 6 животных. Выведение животных из эксперимента осуществляли путем декапитации. При этом забирали участки раны, которые после подготовки (фиксация в 10% растворе забуференного формалина, обезживание, парафиновая заливка, окраска гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван Гизону) изучали в световом микроскопе. Площадь раны определяли с использованием специального устройства [7]. Результаты выражали в процентах от исходной площади. День нанесения ран считали нулевым днем эксперимента.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием программы Statistica 6.0. Различия

между группами оценивали с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни при заданном 5% уровне значимости.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 отображена динамика изменения площади асептической раны по отношению к первоначальной при применении различных бинтов марлевых медицинских во времени.

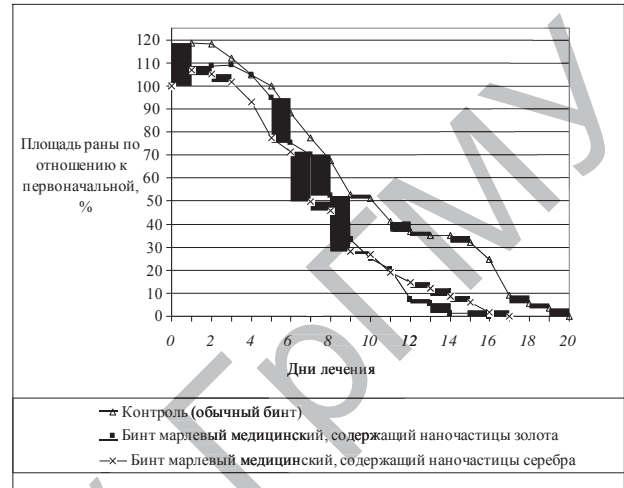


Рисунок 1 – Динамика изменения площади асептической раны при применении различных бинтов марлевых медицинских

В соответствии с данными, представленными на рисунке 1, в первые 4 суток наблюдается увеличение площади раны по отношению к первоначальной. Это явление зарегистрировано у всех групп животных, однако наиболее значимо выражено в контрольной группе (обычный бинт марлевый медицинский – на 18% от первоначальной площади раны), а наименее значимо – в группе животных, перевязываемых бинтом марлевым медицинским, содержащим наночастицы серебра (на 7%). В последующие дни лечения, вплоть до полного заживления, уменьшение площади раны по отношению к первоначальной в опытных группах (бинт с наночастицами золота или серебра) происходит более интенсивно, причем данные статистически достоверны по отношению к контролю. До 10 суток заживление ран, перевязываемых бинтом марлевым медицинским, содержащим наночастицы серебра, происходит активнее, в сравнении с группой, где использован бинт с наночастицами золота. На 10 сутки наблюдается выравнивание площадей ран в обеих группах, а в последующие дни площадь ран, в лечении которых применялся бинт, содержащий наночастицы золота, уменьшается быстрее.

Экспериментальная асептическая рана в группе животных, перевязки которых осуществлялись обычным бинтом марлевым медицинским (контроль), зажила на $19,5 \pm 0,34$ сутки, в группе с бинтом марлевым медицинским, содержащим наночастицы серебра – на $16,17 \pm 0,40$ сутки, и в группе с бинтом, содержащим наночастицами золота, – на $15,67 \pm 0,21$ сутки эксперимента.

При сравнении морфологической картины микропрепаратов ран животных, выведенных из эксперимента на 3-и сутки, установлено следующее.

В контрольной группе в дне раны определяется детрит в виде «широкой полосы», густо инфильтрированный нейтрофилами; в краях раны, вплоть до мышц, отмечается резко выраженный отек, диффузная лейкоци-

тарная инфильтрация. Клеточный состав в инфильтрате полиморфный: определяются нейтрофилы, лимфоциты, макрофаги и плазматические клетки. С приближением к центру раны количество нейтрофилов увеличивается. Повсеместно определяются вновь образованные капилляры. Они расширены, резко полнокровны, с краевым стоянием лейкоцитов, капилляры расположены преимущественно по периферии зоны некроза, что является проявлением экссудативной тканевой реакции.

По сравнению с изменениями в контрольной группе, в группе «опыт-1» в двух случаях в дне раны определяется детрит с выраженной лейкоцитарной инфильтрацией, но зона детрита в 1,5-2 раза уже. В четырёх других случаях детрит определяется в виде узенькой полоски в отдельных участках раны. Количество вновь образованных сосудов больше, они расположены несколько гуще и глубже. Отёк в поверхностных участках и в собственно дерме выражен слабее. Клеточный инфильтрат аналогичен по составу имеющемуся инфильтрату в контрольной группе.

В группе «опыт-2» детрит выявлен лишь в двух случаях в виде узкой полоски. Местами на поверхности раны определялся фибрин с небольшим количеством нейтрофилов. В подлежащих тканях имелись умеренно выраженный отек и лейкоцитарная инфильтрация (слабее, чем в группе «опыт-1», заметно слабее, чем в группе «контроль»). Приведенные данные свидетельствуют, что «очищение» раны осуществляется более энергично.

Анализируя гистологическую картину на 7-е сутки эксперимента, установлено следующее.

В контрольной группе в дне и краях раны определяется детрит с выраженной нейтрофильно-клеточной инфильтрацией, но его толщина \square в 1,5 раза меньше, чем на третьи сутки. В подлежащих тканях, вплоть до мышцы, определяется разрастание неспецифической грануляционной ткани, состоящей из большого количества вновь образованных капилляров и густой полиморфно-клеточной инфильтрации.

Морфологическое исследование показало, что в сравнении с контрольной группой, в группе «опыт-1» зона некроза глубже, в отдельных участках доходит до подкожной клетчатки. Вокруг детрита резко выражены нейтрофильно-клеточная инфильтрация и отек окружающей ткани. Глубже детрита, и в дерме, и подкожно-жировой клетчатке определяется разрастание молодой неспецифической грануляционной ткани. Клеточный инфильтрат полиморфный, но преобладают лимфоциты и гистиоциты.

В группе «опыт-2» эпидермис отсутствует на всем протяжении микропрепарата. По сравнению с контрольной группой в дне раны определяется детрит в большом количестве с резко выраженной нейтрофильно-клеточной инфильтрацией. В подлежащей дерме и жировой клетчатке (до мышцы) отмечается разрастание неспецифической грануляционной ткани, богатой клетками и сосудами. Среди клеток преобладают лимфоциты и гистиоциты. Фибробласты и фиброциты определяются в умеренном количестве, появляются единичные коллагеновые волокна. Нейтрофильно-клеточный инфильтрат распространяется на глубину, составляющую 1/3 толщины дермы. Между группами «опыт-1» и «опыт-2» существенных морфологических отличий не выявлено.

Сравнивая морфологическую картину групп животных, выведенных из эксперимента на 14 сутки, отмечаем следующее.

В группе «опыт-2» в двух случаях определяется раневой дефект с наличием в центре детрита с умеренно вы-

раженной лейкоцитарной инфильтрацией, разрастанием неспецифической грануляционной и молодой соединительной ткани. Рана эпидермизирована на 3/4 площади. По сравнению с группой «опыт-1» инфильтрация выражена более интенсивно. Сосудистый компонент грануляционной ткани выражен хорошо, особенно на границе дермы и жировой ткани. Плазматические клетки единичные. По сравнению с группой «контроль» воспалительная инфильтрация слабее выражена, коллагеновые волокна расположены более упорядоченно. В подкожной клетчатке воспалительные изменения были выражены слабее (кроме одного случая).

В группе «опыт-1» в центре раны эпидермис отсутствует и определяется детрит с умеренно выраженной лейкоцитарной инфильтрацией. В дерме и подкожно-жировой клетчатке выявлено разрастание молодой соединительной ткани, содержащей умеренное количество сосудов и клеток, представленных преимущественно лимфоцитами, гистиоцитами, фибробластами и фиброцитами. Плазматические клетки единичные. Воспалительная инфильтрация слабее выражена, чем в контрольной группе. Вновь образованные сосуды располагаются преимущественно на границе дермы и подкожно-жировой клетчатки. В одном из препаратов четко прослеживается эпидермизация раневой поверхности. В дерме отмечается разрастание молодой соединительной ткани. Воспалительная инфильтрация представлена слабо, сосуды – спавшиеся. Вновь образованные коллагеновые волокна расположены более упорядоченно, чем в группе «контроль». Подкожная клетчатка также вовлекалась в воспалительный процесс, но изменения были выражены более слабо по сравнению с группами «контроль» и «опыт-2».

В контрольной группе в кусочках, взятых из края раны, определяются следующие изменения: эпидермис отсутствует на большем протяжении. В дерме и подкожной клетчатке определяется разрастание неспецифической грануляционной и молодой соединительной ткани. Воспалительный инфильтрат богат клетками, среди которых преобладают лимфоциты, плазматические клетки, гистиоциты, а также фибробласты и фиброциты. У пяти животных коллагенообразование преобладает над воспалительной инфильтрацией, у одного животного – наоборот.

На 21-е сутки морфологическая картина ран крыс, выведенных из эксперимента, контрольной и опытных групп также различается (рисунок 2-4):

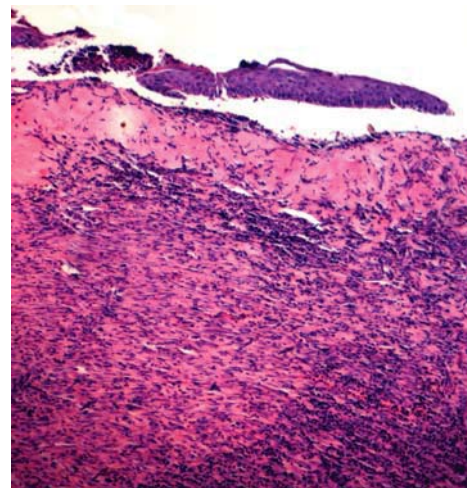


Рисунок 2 – Дно асептической раны, в лечении которой использовался обычный бинт, 21-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином, \square 100

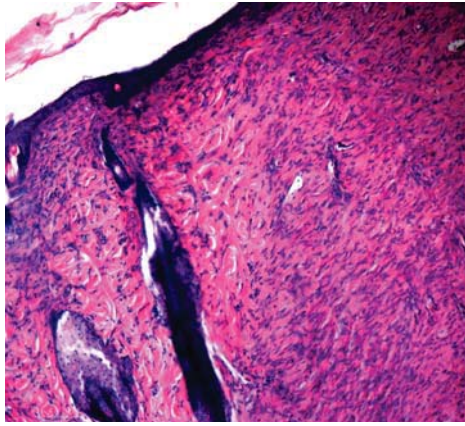


Рисунок 3 – Дно асептической раны, в лечении которой использовался бинт, содержащий наночастицы золота, 21-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$

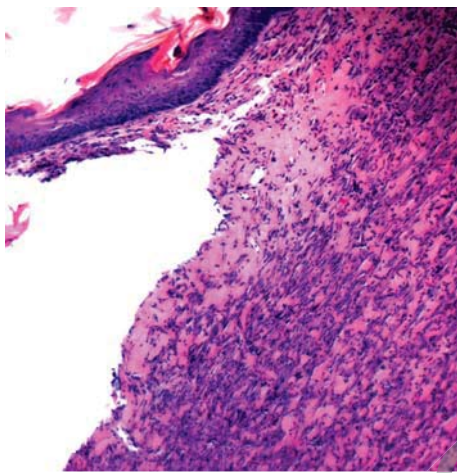


Рисунок 4 – Дно асептической раны, в лечении которой использовался бинт, содержащий наночастицы серебра, 21-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$

В препаратах группы «контроль» (рисунок 2) рана представляется эпителизированной, лишь кое-где при микроскопическом исследовании определялись островки отсутствия эпидермиса, на котором и под которым содержится лейкоцитарный инфильтрат разной степени выраженности. В местах отсутствия эпителия определяется детрит с лейкоцитарной инфильтрацией. В подлежащих тканях в большинстве случаев определяется густой лимфогистиоцитарный инфильтрат. Капилляры по сравнению с ранними сроками существования раны редуцированы и отмечается разрастание соединительной ткани.

В группе «опыт-1» (рисунок 3) рана эпителизована во всех случаях на всем протяжении. При этом толщина эпителия приближается к его толщине в краях раны. В подлежащих тканях нейтрофилы практически не определяются. Вновь образованные капилляры (по сравнению с ранними сроками) представляются заустевшими. Отмечается разрастание созревающей соединительной ткани с наличием скудного воспалительного инфильтрата.

Важно подчеркнуть, что в группе «опыт-2» (рисунок 4) рана представляется эпителизированной на всем протяжении, однако в подлежащих тканях, вплоть до мышцы, определяется неравномерно выраженный лимфогистиоцитарный инфильтрат (меньший по сравнению с

контрольной группой, но больший, чем в группе «опыт-1»). Сосуды определяются в большом количестве, расширены, полнокровны. Рана заполняется созревающей соединительной тканью.

Динамика изменения площади контаминированной раны по отношению к первоначальной при применении различных бинтов марлевых медицинских во времени представлена на рисунке 5.

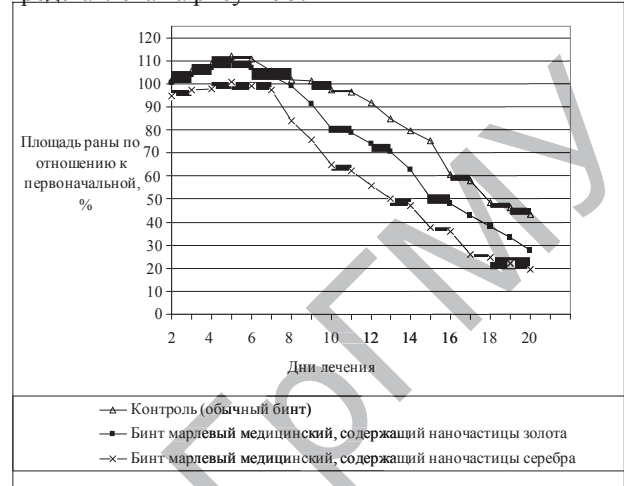


Рисунок 5 – Динамика изменения площади контаминированной раны при применении различных бинтов марлевых медицинских

Анализируя данные рисунка 5, в первые 5 суток наблюдаем тенденцию к увеличению площади контаминированной раны по отношению к первоначальной во всех группах животных. Однако следует подчеркнуть, что данный процесс выражен слабее в опытной группе, где использовался бинт, содержащий наночастицы серебра. В последующие сроки площадь раны уменьшается, однако более значительно во все сроки лечения она уменьшается в группе животных, перевязываемых бинтом с наночастицами серебра. В группе крыс, в лечении которых применялся бинт, содержащий наночастицы золота, до 8-го дня эксперимента различия в сравнении с контролем нет. В последующие сроки площадь раны в данной группе уменьшается быстрее. На 20-е сутки опыта площадь экспериментальной контаминированной раны в контрольной группе составила 43%, в группе с бинтом марлевым медицинским, содержащим наночастицы золота – 28% и в группе с наночастицами серебра – 20% от первоначальной площади.

При сравнении морфологической картины препаратов ран животных, выведенных из эксперимента на 3-и сутки, отмечается следующее.

В контрольной группе в дне язвы определяется детрит с густой нейтрофильно-клеточной инфильтрацией. В дерме и подлежащей жировой клетчатке формируется неспецифическая грануляционная ткань, богатая нейтрофилами и вновь образованными сосудами. В группах «опыт-1» и «опыт-2» были выявлены аналогичные морфологические изменения.

Анализируя гистологическую картину препаратов ран крыс, выведенных из эксперимента на 7-е сутки, установлено следующее.

В группе «контроль» определяется обширная зона некроза, густо инфильтрированная нейтрофилами (в 5 раз больше, чем на 3 сутки). В дне язвы определяется жировая ткань, в которой, помимо нейтрофилов, отме-

чается значительное количество фибробластов, фиброцитов и начинается образование коллагеновых волокон.

По сравнению с контрольной группой в группе «опыт-2» зона некроза уже, нейтрофильно-клеточная реакция менее интенсивна, коллагенообразование более выражено.

В группе «опыт-1» зона некроза по сравнению с контрольной группой выражена слабее, но больше, чем с группой «опыт-2». Лейкоцитарная инфильтрация более выражена по сравнению с группой «опыт-2». Коллагенообразование идентично второй опытной группе.

В препаратах ран животных, выведенных из эксперимента на 14-е сутки послеоперационного периода отмечается следующее.

В контрольной группе детрит имеет вид очаговых скоплений и в этих зонах резко выражена нейтрофильно-клеточная инфильтрация. Определяется вторичный гистолиз. В глубине раны на границе с мышечной тканью выявляется созревающая грануляционная ткань с умеренным количеством коллагеновых волокон.

В сравнении с предыдущей, в группе «опыт-2» детрит определяется лишь кое-где в виде мелких скоплений и богат нейтрофилами. В глубине раны отмечается отчетливое разрастание молодой соединительной ткани.

По сравнению с группой «опыт-2» в группе «опыт-1» некроз выражен несколько сильнее, коллагенообразование более интенсивное. Однако в сравнении с контрольной группой в группе «опыт-1» выраженность некроза слабее и снижено коллагенообразование.

Сравнивая между собой морфологическую картину ран групп животных, выведенных из эксперимента на 21-е сутки эксперимента (рисунок 6-8), отмечается следующее.

В группе «контроль» (рисунок 6) рана на большем протяжении очистилась, в краях отмечается наполнение эпителия. Детрит с лейкоцитарной инфильтрацией определяется в виде мелких очажков. В глубине раны определяется созревающая грануляционная ткань, содержащая умеренное количество сосудов и большое количество коллагеновых волокон.

В сравнении с контрольной группой в группе «опыт-2» (рисунок 7) детрит практически не определяется. Воспалительная инфильтрация менее интенсивна по сравнению с контрольной группой. Коллагенообразование выражено более отчетливо, но распространяется на меньшую глубину.

В группе «опыт-1» (рисунок 8) площадь некроза и степень лейкоцитарной инфильтрации несколько большая, чем в группе «опыт-1», а степень коллагенообразования – одинакова.

Таким образом, при сравнении между собой морфологической картины асептической раны, в лечении которой применялись обычный бинт марлевый медицинский и бинты, содержащие наночастицы золота или серебра, установлено, что последние 2 вида перевязочного материала оказывают более выраженное положительное действие на заживление асептической раны на всех сроках исследования, проявляющееся ускорением регенераторного процесса и более быстрым заживлением ран. В то же время, на 3-и сутки эксперимента морфологическая картина при применении бинта с наночастицами серебра лучше, чем при применении бинта с наночастицами золота, на седьмые сутки существенных морфологических различий между этими двумя видами бинтов не обнаружено, однако на 14-е и 21-е сутки при использовании бинта с наночастицами золота наблюдает-

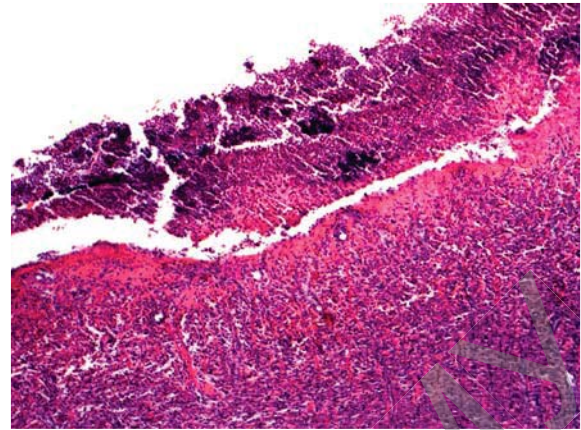


Рисунок 6 – Дно загрязненной раны, в лечении которой использовался обычный бинт, 21-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$

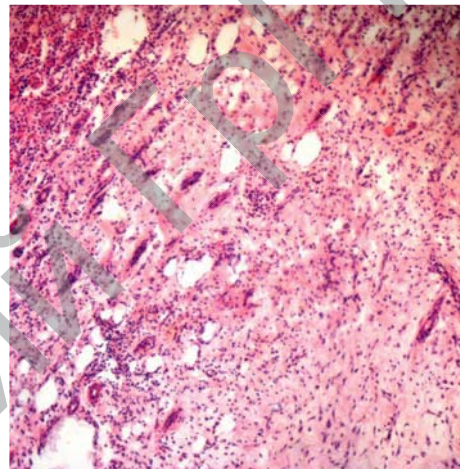


Рисунок 7 – Дно загрязненной раны, в лечении которой использовался бинт, содержащий наночастицы серебра, 21-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$

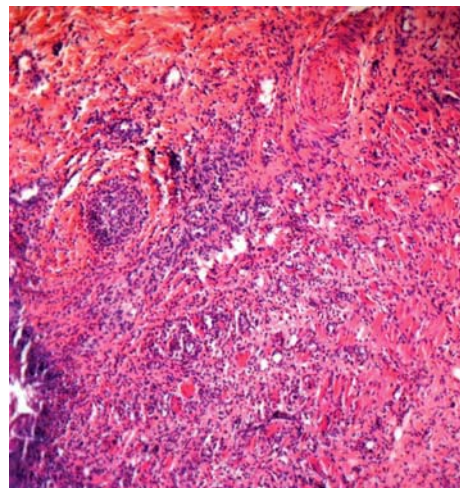


Рисунок 8 – Дно загрязненной раны, в лечении которой использовался бинт, содержащий наночастицы золота, 21-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$

ся более выраженная положительная динамика при заживлении данной раны, чем при применении бинта, содержащего наночастицы серебра.

В то же время, при сравнении между собой морфологической и планиметрической картины контаминированной раны при применении обычного бинта марлевого медицинского и бинтов, содержащих наночастицы золота или серебра, приходим к выводу, что последние 2 вида бинта оказывают более выраженное положительное действие на заживление контаминированной раны. Бинт марлевый медицинский, содержащий наночастицы серебра, оказывается эффективным во все сроки лечения, в то время как бинт, содержащий наночастицы золота – только после 8-ми суток применения.

Выводы

1. Бинт марлевый медицинский, содержащий наночастицы золота или серебра, стимулирует заживление асептических ран за счет уменьшения воспалительной инфильтрации, ускорения созревания грануляционной ткани и краевой эпителизации, что приводит к сокращению сроков их заживления на 3,33 суток при применении бинта, содержащего наночастицы серебра, и на 3,83 суток при применении бинта, содержащего наночастицы золота.

2. На ранних сроках лечения асептической раны (до 7 суток) бинт, содержащий наночастицы серебра, более эффективен по сравнению с бинтом, содержащим наночастицы золота, при более поздних сроках (свыше 7 суток) эффективнее золотосодержащий бинт.

3. Бинты, содержащие наночастицы золота или серебра, в сравнении с обычным бинтом марлевым медицинским более эффективны при лечении контаминированных ран. При этом на 20 сутки опыта площадь экспериментальной контаминированной раны в контрольной группе составила 43%, в группе с бинтом марлевым медицинским, содержащим наночастицы золота – 28% и в группе с наночастицами серебра – 20% от первоначальной площади. Наилучший эффект наблюдается при использовании бинта, содержащего наночастицы серебра.

4. Совокупность полученных данных подтверждает обоснованность применения наноматериалов на основе бинтов марлевых медицинских, содержащих наночастицы золота или серебра, для клинической апробации в лечении ран.

Литература

1. Антибактериальный эффект наночастиц золота и серебра / С.М. Смотрин [и др.] // Современные технологии в лечении ран и раневой инфекции: сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. ГГМУ, Гомель, 19-20 марта 2010 г. – Гомель, 2010. – С. 59–60.
2. Антибиотикорезистентность основных проблемных микроорганизмов отделения реанимации и интенсивной терапии хирургического профиля / С.А. Шляпников [и др.] // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2008. – № 3. – С. 178–179.
3. Гинюк, В.А. Методика моделирования острого местного гнойно-воспалительного процесса у лабораторных животных и проведения эксперимента по лечению полученных гнойных ран с помощью фоторегуляторной и фотодинамической терапии / В.А. Гинюк // Медицинский журнал. – 2009. – № 1. – С. 44–46.
4. Золото- и серебросодержащий волокнисто-пористый политетрафторэтилен, полученный с использованием лазерного излучения, сверхкритического диоксида углерода и метало-парового синтеза / А.Ю. Васильков [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2009. – Т. 4, № 11 – 12. – С. 128–132.
5. Лемешко, С.И. Лечение гнойных ран : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.27 / С.И. Лемешко ; Воронеж. гос. мед. и инст. – Воронеж, 1994. – 23 с.
6. Предохранительная камера для экспериментальных исследований по изучению свойств перевязочного материала на поверхности кожной раны: пат. 6640 Респ. Беларусь, МПК G 09 В 23/00, А 61 F 13/00 Р.И. Довнар, С.М. Смотрин, Н.Н. Иоскевич; заявитель Гродненский государственный медицинский университет. – № u 20100231; заявл. 11.03.10; опубл. 30.10.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №5. – С. 241.
7. Устройство для определения площади экспериментальной раны в предохранительной камере или устройстве для моделирования полнослойного кожного дефекта: пат. 6699 Респ. Беларусь, МПК А 61 В 5/107, G 01 В 3/00 Р.И. Довнар, С.М. Смотрин, Н.Н. Иоскевич; заявитель Гродненский государственный медицинский университет. – № u 20100278; заявл. 19.03.10; опубл. 30.10.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №5. – С. 164–165.
8. An XPS study of the synergetic effect of gold and nickel supported on SiO₂ in the catalytic isomerization of allylbenzene / A.Yu. Vasil'kov [et al.] // Mendeleev communications. – 2007. – Vol. 17, № 5. – P. 268–270.

Поступила 02.12.2011