

## Особенности заживления ран, ушитых с помощью нового биорезорбируемого антимикробного шовного материала

Е.М. МОХОВ, М.Б. ПЕТРОВА, А.В. ЖЕРЕБЧЕНКО, А.Н. СЕРГЕЕВ, В.Е. РЫКАЛИНА

Тверская государственная медицинская академия, ул. Советская, д. 4, Тверь, 170100,

Российская Федерация

**Актуальность** Положительное влияние на регенерацию тканей в зоне хирургического вмешательства оказывает использование при его выполнении биологически активных (обычно антимикробных) шовных материалов. Среди выпускающихся в России антимикробных хирургических нитей отсутствуют биорезорбируемые их разновидности, что делает разработку последних одной из актуальных проблем современной хирургии и медицинской промышленности.

**Цель исследования** Изучение в эксперименте влияния разрабатываемой в настоящее время новой антимикробной биорезорбируемой хирургической нити на репаративные процессы в закрытых с ее помощью ранах.

**Материал и методы** В эксперименте на 60 самцах белых крыс изучались особенности заживления ран, ушитых новой антимикробной биорезорбируемой нитью. Для контроля за результатами проводимых исследований использовались цитологические и гистологические методики.

**Результаты и их обсуждение** Установлено, что использование нового биорезорбируемого шовного материала активизирует течение раневого процесса как в фазе воспаления, так и в фазе пролиферации и регенерации. Это проявляется ускорением выселения в зону повреждения клеточных элементов крови, высокими темпами образования и созревания грануляционной ткани и эпителизации раневого дефекта. Обсуждены возможные механизмы влияния на раневой процесс разрабатываемого шовного материала.

**Выводы** Полученные результаты свидетельствуют о том, что новый шовный материал в перспективе может найти применение в клинической практике.

**Ключевые слова** Биологически активные хирургические шовные материалы, новый биорезорбируемый антимикробный шовный материал, экспериментальные раны, раневой процесс

## Features of Wounds Healing Sutured with Bioresorbable Antimicrobial Suture Material

E.M. MOKHOV, M.B. PETROVA, A.V. ZHEREBCHENKO, A.N. SERGEEV, V.E. RYKALINA

Tver State Medical Academy, 4 Sovetskaia Str., Tver., 170100, Russian Federation

**Relevance** The use of biologically active (usually antimicrobial) suture materials in surgical operations has positive impact for tissue regeneration. Among antibacterial surgical threads issued in Russia there are no bioresorbable ones that does its development an actual problems of modern surgery and medical industry.

**The purpose of the study** Experimental investigation of new antimicrobial bioresorbable suture material influence for reparation processes in wounds sutured with it.

**Material and methods** In 60 white rat males the healing of wounds sutured with a new antimicrobial bioresorbable suture material was investigated. To control the research results the cytological and histological methods were used.

**Results and their discussion** It turned out that use of a new bioresorbable suture material activates the wound process both in an inflammation phase and in a proliferation and regeneration phase. It is shown by fast migration of cellular blood elements into the damage zone, by high rates of granulations formation and epithelization of wound defect. The possible mechanisms of the suture material influence for wound healing are discussed.

**Conclusion** The results show that the new suture material is prospective and can be used in clinical practice.

**Key words** Biologically active surgical suture materials, new bioresorbable antimicrobial suture material, experimental wounds, wound process

Характер и полнота восстановительных процессов в зоне хирургического воздействия определяются многими факторами [1, 2]. Положительно влияет на эти процессы применение мер, препятствующих инфицированию тканей в зоне хирургического вмешательства [9, 15, 26]. На ход заживления сформированных во время операции соединений не могут не оказывать влияние свойства шовных материалов, с помощью которых создаются указанные соединения [8, 27]. Большое значение имеет такое свойство шовного материала как искусственно сформированная биологическая активность [6, 9, 28]. В целях предупреждения раз-

вития инфекции области хирургического вмешательства применяются шовные материалы и имплантаты с антимикробной активностью [5, 19, 21, 29]. Практически все отечественные биологически активные хирургические нити относятся к числу нерассасывающихся (не подвергающихся деструкции при имплантации), хотя потребность в биорезорбируемых биологически активных хирургических шовных материалах несомненно имеется. Указанное обстоятельство явилось основанием для разработки новой биорезорбируемой шовной нити с антимикробной активностью, которая в настоящее время осуществляется во Всероссийском

научно-исследовательском институте синтетических волокон (ОАО «ВНИИСВ») с участием сотрудников кафедры общей хирургии Тверской государственной медицинской академии.

Целью настоящего исследования явилось изучение в эксперименте влияния новой нити на репаративные процессы в ушитых с ее помощью ранах.

### Материалы и методы

Исследование выполнено на 60 самцах белых нелинейных крыс средней массой  $145 \pm 3,5$  грамма с соблюдением принципов гуманного отношения к лабораторным животным в соответствии с известными международными рекомендациями [18]. При этом их содержали в виварии Тверской государственной медицинской академии, а все оперативные и диагностические манипуляции выполняли в условиях лаборатории экспериментальных исследований этого же учреждения.

Операции на животных и биопсии регенерирующих тканей проводили под эфирным наркозом. На спине крысы параллельно позвоночнику на 1 см справа или (чаще) слева от него формировали линейную рану длиной 5 см на глубину кожи и подкожной клетчатки. Края раны сшивали внутримошным непрерывным швом с помощью исследуемых нитей. Спустя 6, 12 и 24 часа с поверхности ран получали раневой экссудат путем взятия мазков-отпечатков по методу М.П.Покровской и М.С.Макарова [17]. Отпечатки окрашивали по Романовскому-Гимзе и подвергали цитологическому анализу под световым микроскопом с использованием объектива  $\times 40$ ,  $\times 90$  [12]. Затем у этих же животных через 3, 5 и 7 суток после нанесения повреждения иссекали область дефекта с прилежащими участками интактной кожи шириной около 1 см. Толщина каждого биоптата составляла около 0,85 мм. Биоптаты фиксировали в 10%-ном водном растворе формалина в течение 16 часов. Далее проводили обезвоживание материалов по спиртам восходящей концентрации и ксилолам, затем заливали в парафин. Из парафиновых блоков готовили срезы толщиной 6–7 мкм и окрашивали их гематоксилином–эозином. Результаты оценивали под световым микроскопом, с помощью окуляр-микрометра измеряли отдельные структуры регенерата, подсчитывали их количество в поле зрения.

Исследовались лабораторные образцы биорезорбируемых биологически активных нитей, полученные в ОАО «ВНИИСВ».

В зависимости от вида используемого шовного материала животные были разделены на 3 серии по 20 особей в каждой: первая серия (контроль) – интактная биорезорбируемая (полигликолидная) нить (ИБН); вторая серия – антимикробная биорезорбируемая нить, содержащая препарат из группы антисептиков сангвиритрин (АБН-1); 3 серия – антимикробная био-

резорбируемая нить, содержащая антибиотик доксициклин (АБН-2).

Регистрация и анализ полученных данных осуществлялись с помощью пакета программ Microsoft Office XP (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Access). При статистической обработке использовалось программное обеспечение Microsoft Excel XP и «Биостатистика» (версия 4.03). Оценка достоверности различий цифровых показателей проводилась с использованием коэффициента Стьюдента.

### Результаты и их обсуждение

Изучение мазков-отпечатков дало возможность выявить у животных всех экспериментальных серий количественный и качественный состав клеточных элементов раневого экссудата.

В цитограммах у животных контрольной серии (ИБН) через 6 часов после операции наблюдалась характерная реакция выселения клеточных элементов, среди которых преобладали нейтрофильные лейкоциты, их количество составило  $124,63 \pm 6,4$  в 10 полях зрения (табл.1). Нейтрофилы имели четкие контуры с хорошо сегментированным ядром, состоящим из 3–6 фрагментов. Клетки в поле зрения располагались неравномерно, группами. Обнаруживались единичные лимфоциты с большим округлым ядром и узким ободком цитоплазмы, макрофаги не определялись.

Уже в этот срок выявлялись существенные отличия цитологического состава экссудата животных остальных серий. В отпечатках с поверхности ран животных второй серии (АБН-1) количество нейтрофильных лейкоцитов составило  $136,25 \pm 4,8$ , что оказалось достоверно выше ( $p < 0,05$ ) значения в контрольной серии  $124,63 \pm 6,4$  (табл. 1). Клетки, как правило, формировали отдельные скопления, четкая сегментация ядер отсутствовала, что может свидетельствовать о наличии в них дегенеративных изменений. В этот период отмечено появление макрофагов ( $11,9 \pm 3,14$  в 10 полях зрения), имеющих в цитоплазме большое количество пищеварительных вакуолей.

В третьей серии животных (АБН-2) количество нейтрофильных лейкоцитов составляло  $168,5 \pm 10,11$  в 10 полях зрения и было достоверно больше значений в контрольной серии ( $p < 0,01$ ) того же срока наблюдения (табл. 1). Ядра нейтрофилов были увеличены в диаметре и утрачивали четкую сегментацию. Макрофаги функционально характеризовались высокой фагоцитарной активностью, в их цитоплазме определялись пищеварительные вакуоли с микробными телами на разных стадиях переваривания.

В следующий срок исследования, через 12 часов после нанесения травмы, выявились некоторые цитологические отличия у животных во всех трех сериях по сравнению с предыдущим сроком наблюдения.

В цитограммах животных контрольной серии (ИБН) количество выселившихся нейтрофильных лейкоцитов значительно возросло и составило  $256,38 \pm 7,12$

в 10 полях зрения (табл. 1). В отпечатках нейтрофилы располагались достаточно равномерно. Диаметр их ядер имел большие значения ( $11,91 \pm 0,7$  мкм) по сравнению с предыдущим сроком наблюдения. Наблюдалось явление физиологической дегенерации нейтрофилов (рис. 1А), выражающееся в гомогенизации, фрагментации и пикнозе их ядер. Отмечалась типичная реакция фазы воспаления раневого процесса – появление относительно небольших (диаметром  $13,0 \pm 0,1$  мкм) отдельно расположенных макрофагов. Клетки обнаруживали активную фагоцитарную деятельность, микроорганизмы в их пищеварительных вакуолях имели нечеткие контуры.

В реакции выселения клеток у животных второй (АБН-1) и третьей (АБН-2) серий в тот же период наблюдения выявлены существенные отличия по сравнению с контролем. Наблюдалось достоверное ( $p < 0,05$ ) нарастание миграции клеточных элементов, которые располагались большими скоплениями. В цитограммах крыс этих серий обнаруживался активный диапедез клеток крови, что проявлялось количественным превалированием нейтрофилов по сравнению с аналогичным сроком контрольной серии ( $271,7 \pm 6,9$  и  $332,4 \pm 7,8$  против  $256,38 \pm 7,1$  в 10 полях зрения, соответственно). Количество нейтрофильных лейкоцитов в цитограммах животных второй (АБН-1) и третьей (АБН-2) серий было достоверно больше ( $p < 0,05$ ) в сравнении с контрольной серией данного срока наблюдения (табл. 1). Подавляющее большинство клеток было увеличено в размерах, их структура характеризовалась нарушением ядерной сегментации, в результате ядро становилось рыхлым, гомогенным (рис. 1 Б, В). В этот период проявлялась выраженная функциональная активность макрофагов, заключающаяся в увеличении их количества в экссудате по сравнению с контрольной серией. Диаметр ядер макрофагов был увеличен почти в два раза по сравнению с предыдущим сроком наблюдения в этой же серии животных (табл. 1).

Через 24 часа после операции получить мазки-отпечатки удалось только у животных контрольной серии (ИБН), поскольку к этому сроку поверхность ран у крыс других серий была покрыта плотным струпом. В цитограммах животных этой серии количество нейтрофилов сократилось по сравнению с предшествую-

щим сроком и составило  $73,1 \pm 8,07$  в 10 полях зрения (табл. 1). Макрофагальная реакция еще более усиливалась: размеры макрофагов имели большие значения ( $15,19 \pm 0,5$  мкм) по сравнению с предыдущим сроком; возрастало количество вакуолей и фагоцитированных частиц в их цитоплазме.

Таким образом, ушивание ран биорезорбируемыми нитями, импрегнированными антибактериальными препаратами привело к раннему выселению клеточных элементов из кровеносного русла, появлению макрофагов и повышению их функциональной активности, что свидетельствует об ускоренном течении фазы воспаления. Причем, наиболее отчетливо эти явления выражены у животных второй серии (ИБН-2).

Течение следующей фазы (пролиферации) процесса заживления ран в зависимости от используемых нитей изучалось с помощью микроскопического анализа гистологических срезов биоптатов тканей области ран.

В препаратах ран, ушитых интактным биорезорбируемым шовным материалом (серия ИБН), на третьи сутки после нанесения дефекта еще обнаруживались морфологические признаки острой фазы экссудативного воспаления – массивный струп, лейкоцитарная инфильтрация тканей области повреждения (рис 2). Под рыхлым струпом располагался массивный лейкоцитарный вал, в основном состоящий из нейтрофильных гранулоцитов. Толщина его составляла  $67,7 \pm 7,53$  мкм (табл. 2). Область повреждения была выполнена тканью, обильно инфильтрированной форменными элементами крови.

Эпителиальный регенерат в центре дефекта был гипертрофирован; толщина его в центре раны составляла  $67,7 \pm 7,53$  мкм, а протяженность –  $598 \pm 12,48$  мкм. Базальная мембрана в отдельных участках формировала выросты в подлежащую ткань (рис. 3А).

Менее выраженные проявления воспалительной реакции в этот срок наблюдались у животных серий АБН-1 и АБН-2 (рис. 3Б, В). Струп у этих животных более плотно покрывал поверхность раневого канала, который был заполнен экссудатом. Под струпом наблюдался рост новообразованного эпителия, толщина которого составляла соответственно,  $75,75 \pm 6,29$  и  $82,1 \pm 4,33$  мкм (табл. 2). Базальная мембрана была неровной, формировала выросты в подлежащую ткань

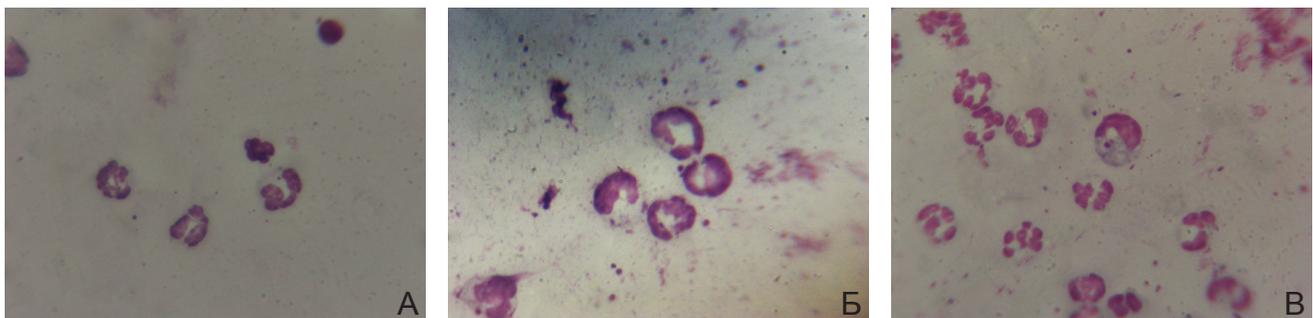


Рис. 1. Клеточный состав раневого экссудата через 12 часов после операции. А – контрольная серия (ИБН;  $\times 1200$ ); Б – вторая серия (АБН 1) и В – третья серия (АБН 2);  $\times 1000$ . Окраска по Романовскому-Гимзе

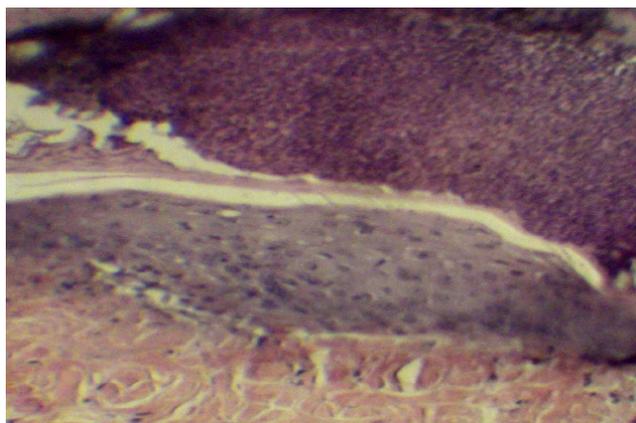


Рис. 2. Область повреждения у животного контрольной серии (ИБН) через 3 суток после операции. Гематоксилин-эозин. x 100

с образованием единичных дериватов дермы (волосяных фолликулов и сальных желез).

Через 5 суток после нанесения ран у крыс всех экспериментальных серий в микропрепаратах отмечено снижение высоты лейкоцитарного вала по сравнению с предыдущим сроком наблюдения. Одновременно с этим наблюдалась активная пролиферация эпителиального пласта, состоящего из 3-4 рядов клеток. В серии АБН-2 протяженность его составила  $622,85 \pm 11,75$  мкм, причем базальная мембрана эпителиального регенерата образовывала выросты в толщу дермы с формированием из них фолликулов и сальных желез.

Седьмые сутки послеоперационного периода характеризовались формированием новообразованной соединительной ткани. Струп, покрывающий область повреждения, на препаратах либо отсутствовал, либо определялся в виде небольших фрагментов. В контрольной серии (ИБН) новообразованный эпителий был еще утолщен ( $52 \pm 8,94$  мкм), протяженность его поверхности составляла  $647,75 \pm 26,53$  мкм, что превышало показатели предыдущего срока наблюдения в этой же серии (табл. 3). Очертания базальной мембраны были неровными из-за образующихся коротких выростов в подлежащую ткань, формирование дериватов дермы наблюдалось только на периферии регенерата.

Исследование гистологических препаратов животных второй и третьей серий выявило следующие

отличия. На препаратах ряда крыс серии АБН-1 имелось небольшое углубление в центре повреждения. Новообразованный эпителий был утолщен (табл.3). Базальная мембрана эпителия формировала немногочисленные выросты в толщу дермы, в центре регенерата дериваты дермы не обнаруживались. При анализе препаратов крыс серии АБН 2 было выявлено более интенсивное по сравнению с другими сериями течение формообразовательных процессов. Новообразованный многослойный эпителий на большинстве препаратов полностью покрывал раневой канал, его толщина составляла  $67,5 \pm 12,64$  мкм. Коллагеновые волокна в толще дермы уплотнились, располагались параллельно друг другу, реже образовывали пучки. Соединительная ткань имела более зрелый вид, приближаясь по структуре к фиброзной. Область повреждения приобретала признаки строения неповрежденной кожи с характерными многочисленными выростами в подлежащую ткань базальной мембраны эпителия. Количество производных кожи было достоверно больше по сравнению с животными этой же серии в предыдущий срок наблюдения ( $13,3 \pm 1,52$  и  $11,15 \pm 1,66$  в поле зрения соответственно).

Проведенное исследование показало, что использование антимикробных шовных материалов активизирует течение фазы воспаления раневого процесса. Это проявлялось ускорением выселения нейтрофилов из кровеносного русла в область повреждения, ранним появлением макрофагов и повышением их функциональной активности. Аналогичные данные были получены ранее и при исследовании не рассасывающейся (поликапроамидной) биологически активной нити [10]. Надо полагать, что нейтрофильные лейкоциты, мигрировавшие в область повреждения, запускают каскад реакций клеточных взаимодействий, выделяя комплекс биологически активных веществ, которые создают благоприятные условия для хемотаксиса, дифференцировки макрофагов и усиления их функциональной активности, активируют фибробласты и эпителиальные клетки [4, 20]. Раннее появление и фагоцитарная активность макрофагов указывает на высокие темпы завершения фазы воспаления и перехода ее в фазу пролиферации и регенерации [13, 24, 25]. Появление макрофагов в ране способствует пролиферации фибробластов и эндотелиальных клеток, синтезу

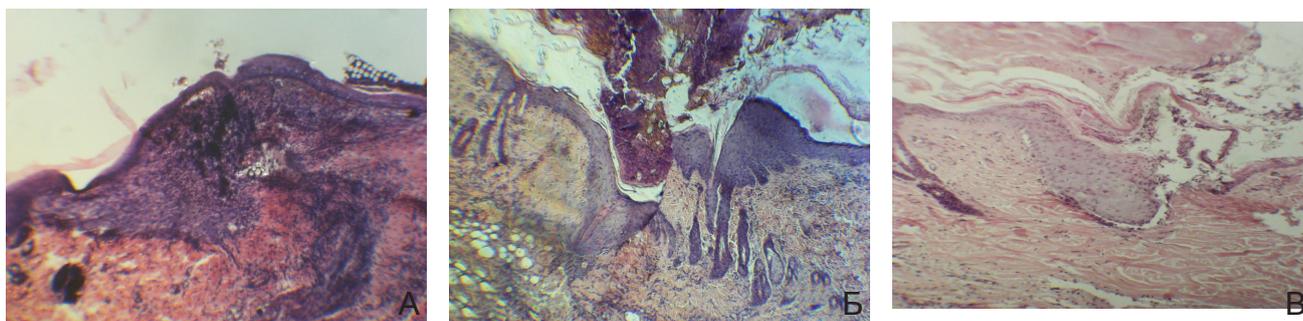


Рис. 3. Гистологические препараты раны спустя 3 суток после операции. А – контрольная серия (ИБН); Б – вторая серия (АБН 1); В – третья серия (АБН 2). Гематоксилин-эозин. x 70

Таблица 2

**Морфологические показатели раны через 3 суток после операции ( $M \pm m$ )**

Показатель Серия	Толщина струпа, мкм	Эпителиальный регенерат		Количество дериватов, в п/зр
		Толщина, мкм	Протяженность, мкм	
1серия (ИБН)	331,05±20,47	67,7±7,53	598,0±12,48	5,7±1,21
2 серия (АБН-1)	231,55*±18,95	75,75±6,29	560,1*±11,40	7,35*±1,38
3 серия (АБН-2)	211,2*±17,25	82,1*±4,33	571,15*±10,64	9,35*±1,38

Примечание: \* –  $p < 0,05$  (по сравнению с контролем)

Таблица 3

**Морфологические показатели раны через 7 суток после операции ( $M \pm m$ )**

Показатель Серия	Толщина струпа, мкм	Эпителиальный регенерат		Кол-во дериватов, в п/зр
		Толщина, мкм	Протяженность, мкм	
1 серия (ИБН)	163,35±15,88	52,0±8,94	647,75±26,53	10,4±1,18
2 серия (АБН-1)	121,7*±15,96	61,95±9,78	607,0*±15,08	11,8±1,39
3 серия (АБН-2)	102,0*±12,43	67,5±12,64	659,95±11,01	13,3*±1,52

Примечание: \* –  $p < 0,05$  (по сравнению с контролем)

таких цитокинов как тромбоцитарный фактор роста, сосудисто-эндотелиальный фактор роста, трансформирующий фактор роста [7, 13, 14, 19]. Эти процессы оказывают положительное влияние на регенерацию новообразованного эпителия и формирование на месте дефекта грануляционной ткани. Проллиферирующие фибробласты активно индуцируют образование протеинов, что, в свою очередь, приводит к формированию коллагеновых волокон, миофибробластов [11, 16, 22]. Макрофаги, миофибробласты, гистиоциты, новообразованные коллагеновые волокна и пучки экстрацеллюлярного матрикса в совокупности способ-

ствуют активному образованию молодой рубцовой ткани [3, 23].

**Вывод**

Проведенные исследования свидетельствуют о положительном влиянии исследуемых биологически активных шовных нитей на раневой процесс, что следует связать с действием введенных в состав этих нитей антибактериальных препаратов. Полученные результаты открывают реальные перспективы для эффективного использования разрабатываемого биорезорбируемого хирургического шовного материала в клинике.

**Список литературы**

1. Алексеева Н.Т., Никитюк Д.Б., Глухов А.А. Исследование воздействия различных методов лечения гнойной раны формирование рубца. Вестник экспериментальной и клинической хирургии, 2013; VI: 4(21): 418-424.
2. Алипов В.В., Беляев П.А., Урусова А.И., Добрейкин Е.А. Экспериментальное обоснование сочетанного применения наночастиц меди и низкоинтенсивного лазерного облучения при хирургическом лечении инфицированных ожоговых ран кожи. Вестник экспериментальной и клинической хирургии, 2013; VI: 4(21): 411-417.
3. Анисимова Ю.Н., Гудзь О.В., Чаповский Н.И., Яловенко Е.И. Влияние консервантов на процесс регенерации кожи. Третья Международная научно-практическая конференция "Биологически активные вещества: новые технологии и продукты в косметике" (Тезисы докладов). Москва, 1998; 40-41.

**References**

1. Alekseeva N.T., Nikitiuk D.B., Glukhov A.A. Study on the impact of different methods of treatment of purulent wound on a scar formation. *Vestnik eksperimental'noi i klinicheskoi khirurgii*, 2013; VI: 4(21): 418-424. – (In Russ.).
2. Alipov V.V., Beliaev P.A., Urusova A.I., Dobreikin E.A. Experimental study of combined use of copper nanoparticles and low-intensity laser irradiation in the surgical treatment of infected burn wounds of the skin. *Vestnik eksperimental'noi i klinicheskoi khirurgii*, 2013; VI: 4(21): 411-417. – (In Russ.).
3. Anisimova Ju.N., Gud'z' O.V., Chapovskii N.I., Ialovenko E.I. Effect of preservatives to process of skin regeneration. *Biologicheski aktivnye veshchestva: novye tekhnologii i produkty v kosmetike* [Proc. of conf. Biologically active substances, new technologies and products in cosmetics]. Moscow, 1998; 40-41. – (In Russ.).

4. Данилов Р.К., Мурзабаев Х.Х. Морфологические основы посттравматической регенерации тканей. *Морфология* 2002; 121: 2-3: 45-46.
5. Ефименко Н.А. Профилактика инфекций области хирургического вмешательства в травматологии и ортопедии: использование антибиотиков в костном цементе. *Инфекции в хирургии* 2009; 2: 15-17.
6. Ефименко Н.А., Шин М.П., Толстых М.П. Современные тенденции в создании биологически активных материалов для лечения гнойных ран. *Военно-медицинский журнал* 2002; 1: 48-52.
7. Куликов В.И., Музя Г.И. Биорегуляторная роль фактора активации тромбоцитов во внутриклеточных процессах и межклеточных взаимодействиях. *Биохимия* 1998; 63: 1: 57-67.
8. Мохов Е.М., Сергеев А.Н. Возможности и перспективы применения в хирургии нового биологически активного шовного материала. *Российский медицинский журнал* 2007; 2: 18-21.
9. Мохов Е.М., Сергеев А.Н., Чумаков Р.Ю. и др. О профилактике инфекционных осложнений в ургентной абдоминальной хирургии. *Материалы VI Всероссийской конференции общих хирургов, объединенной с VI Успенскими чтениями*. Под ред. академика РАМН проф. Гостищева В.К. и проф. Мохова Е.М. – Тверь: ООО Изд. «Триада», 2010: 50-51.
10. Мохов Е.М., Хомулло Г.В., Сергеев А.Н. и др. Экспериментальная разработка новых хирургических шовных материалов с комплексной биологической активностью. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 2012; 153: 3: 391-396.
11. Мухин И.В. Содержание фибронектина в моче как критерий эффективности лечения больных хроническим гломерулонефритом. *Клиническая лабораторная диагностика* 2001; 4: 53-55.
12. Ноздрин В.И., Белоусова Т.А., Альбанова В.И. и др. Гистофармакологические исследования кожи. Москва, 2006: 376.
13. Пальцев М.А. Межклеточные взаимодействия: монография. М.: Медицина, 1995: 224.
14. Петрова М.Б., Пустовалова Р.И., Харитонова Е.А. Репаративный процесс в коже. *Морфо-функциональные аспекты и реакция клеточного звена иммунитета*. – Palmarium Academic Publishing. Saarbrücken. 2012: 84.
15. Петрова М.Б., Харитонова Е.А., Павлова Н.В. Заживление гнойных ран в условиях стимуляции препаратами гиалуроновой кислоты. *Современные проблемы биохимии и бионанотехнологии. Сборник трудов I Всероссийской интерактивной конференции*. Казань, 2010; 126.
16. Петрова М.Б., Хомулло Г.В. Изучение регенерации тканей на биологических моделях в клинике. *Верхневолжский медицинский журнал* 2011; 9: 4: 45-49.
17. Покровская М.П., Макаров М.С. Цитология раневого экссудата как показатель процесса заживления ран. Москва: Медгиз 1942; 37.
18. Приказ № 742 от 13 ноября 1984 г. "Об утверждении Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных".
19. Рабсон А., Ройт П., Делвз П. Основы медицинской иммунологии. Учебник. М.: «Мир», 2006: 320.
4. Danilov R.K., Murzabaev Kh.Kh. Morphological bases of post-traumatic tissue regeneration. *Morfologiya*, 2002; 121: 2-3: 45-46. – (In Russ.).
5. Efimenko N.A. Prevention of the surgical infections in traumatology and orthopedics: antibiotic use in the bone cement. *Infektsii v khirurgii*, 2009; 2: 15-17. – (In Russ.).
6. Efimenko N.A., Shin M.P., Tolstykh M.P. Modern trends in the creation of biologically active material for the treatment of septic wounds. *Voенno-meditsinskii zhurnal*, 2002; 1: 48-52. – (In Russ.).
7. Kulikov V.I., Muzia G.I. Bioregulatory role PAF in intracellular processes and intercellular interactions. *Biokhimiia*, 1998; 63: 1: 57-67. – (In Russ.).
8. Mokhov E.M., Sergeev A.N. Opportunities and prospects of application in surgery new biologically active suture. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal*, 2007; 2: 18-21. – (In Russ.).
9. Mokhov E.M., Sergeev A.N., Chumakov R.Iu. et al. About prevention of infectious complications in emergency abdominal surgery. *VI Vserossiiskaia konferentsiia obshchikh khirurgov, ob"edinennaia s VI Uspenskimi chteniami* [Proc. of VI All-Russian Conference general surgeons, combined with VI Uspensky readings]. Tver': Triada Publ., 2010: 50-51. – (In Russ.).
10. Mokhov E.M., Khomullo G.V., Sergeev A.N. et al. Experimental development of new surgical suture materials with a complex biological activity. *Biulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 2012; 153: 3: 391-396. – (In Russ.).
11. Mukhin I.V. The content of fibronectin in the urine as a measure of the effectiveness of treatment patients with chronic glomerulonephritis. *Klinicheskaiia laboratornaia diagnostika*, 2001; 4: 53-55. – (In Russ.).
12. Nozdrin V.I., Belousova T.A., Al'banova V.I. et al. *Gistofarmakologicheskie issledovaniia kozhi* [Histopharmacological skin research]. Moscow, 2006; 376. – (In Russ.).
13. Pal'tsev M.A. *Mezhkletochnye vzaimodeistviia* [Cell-to-cell cooperation]. Moscow: Meditsina, 1995; 224. – (In Russ.).
14. Petrova M.B., Pustovalova R.I., Kharitonova E.A. *Reparativnyi protsess v kozhe. Morfo-funktional'nye aspekty i reaktsiia kletochnogo zvena immuniteta* [Reparative process in the skin. Morphological and functional aspects of the reaction of cellular immunity]. Palmarium Academic Publishing. Saarbrücken, 2012; 84. – (In Russ.).
15. Petrova M.B., Kharitonova E.A., Pavlova N.V. The healing of purulent wounds in a stimulating hyaluronic acid. *Modern problems of biochemistry and bionanotechnology. I Vserossiiskaia interaktivnaia konferentsiia* [I All-Russian Interactive Conference]. Kazan', 2010; 126. – (In Russ.).
16. Petrova M.B., Khomullo G.V. Studying tissue regeneration using biological models in the clinic. *Verkhnevolzhskii meditsinskii zhurnal*, 2011; 9: 4: 45-49. – (In Russ.).
17. Pokrovskaiia M.P., Makarov M.S. *Tsitologiia ranevogo ekssudata kak pokazatel' protsessa zazhivleniia ran* [Cytology as an indicator of wound exudate in wound healing process]. Moscow: Medgiz, 1942; 37. – (In Russ.).
18. Law № 742 ot 13.11.1984. "On approval of the the Rules of work with the use of experimental animals". – (In Russ.).
19. Rabson A., Roit P., Delvz P. *Osnovy meditsinskoi immunologii* [Basics of medical immunology]. Moscow: Mir, 2006: 320. – (In Russ.).

20. Хомулло Г.В., Петрова М.Б., Харитоновна Е.А. Морфо-функциональные аспекты заживления ран кожи в условиях стимуляции. *Морфология* 1996; 109: 2: 101.
  21. Шевола Д., Дмитриева Н.В. Антибиотикопрофилактика в медицинской практике. Москва, 1999: 128.
  22. Braum C.L., Aprey C. Normal cutaneous wound healing: clinical correlation with cellular and molecular events. *Dermatol. Surg.* 2005; 31: 674-686.
  23. Desmouliere A., Chaponnier C., Gabbiani G. Tissue repair, contraction and the myofibroblast. *Wound Rep Reg.* 2005; 13: 7-12.
  24. Fritsch P. *Dermatologie und Venerologie. Grundlagen, Klinik, Atlas.* Berlib Heidelbergtrg. 2004; 41-42.
  25. Jacinto A., Martinez-Arias A, Martin P. Mechanisms of epithelial fusions and repair. *Nat. Cell Biol.* 2001; 3: 117-123.
  26. Mauro T. Naturalcourse of wound repair versus impaired healing in chronic cutaneous ulcers. *Wound healing and ulcers of the skin. Diagnosis and therapy – the practical approach.* - Springer, Berlin Heidelberg New York, 2005; 7-17.
  27. Ming X., Rothenburger S., Nichols M.M. In vivo and in vitro antibacterial efficacy of PDS plus (polydioxanone with triclosan) suture. *Surg Infect (Larchmt)* 2008; 9: 451-7.
  28. Storch M.L., Rothenburger S.J., Jacinto G. Experimental efficacy study of coated Vicryl plus antibacterial suture in guinea pigs challenged with *Staphylococcus aureus*. *Surg Infect (Larchmt)* 2004; 5: 281-8.
  29. Suárez Grau J.M., De Toro Crespo M., Docobo Duránte F. et al. Prevention of surgical infection using reabsorbable antibacterial suture (Vicryl Plus) versus reabsorbable conventional suture in hernioplasty. An experimental study in animals. *Cir. Esp.*, 2007; 6: 324-329.
- Поступила 15.01.2014

### Информаци об авторах

1. Мохов Евгений Михайлович – д.м.н., проф., заведующий кафедрой общей хирургии Тверской государственной медицинской академии; E-mail: koch2006@mail.ru
2. Петрова Маргарита Борисовна – д.б.н., проф., заведующая кафедрой биологии Тверской государственной медицинской академии.
3. Жеребченко Алла Викторовна – аспирант кафедры общей хирургии Тверской государственной медицинской академии.
4. Сергеев Алексей Николаевич – к.м.н., доц. кафедры общей хирургии Тверской государственной медицинской академии.
5. Рыкалина Валентина Евгеньевна – старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института синтетического волокна (ОАО «ВНИИСВ»), г. Тверь.

### Information about the Authors

1. Mokhov E. – MD, PhD, Prof., head of General Surgery Department of Tver State Medical Academy. E-mail: koch2006@mail.ru
2. Petrova M. – MD, PhD, Prof., head of Biology Department of Tver State Medical Academy.
3. Zherebchenko A. – postgraduate of General Surgery Department of Tver State Medical Academy.
4. Sergeev A. – PhD, senior lecturer of General Surgery Department of Tver State Medical Academy.
5. Rykalina V. – senior researcher of Federal State Unatary Enterprise Russian Research Institution of Synthetic Fibre, Tver.

Recieved 15.01.2014